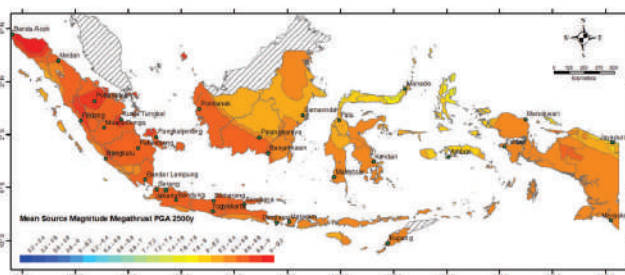
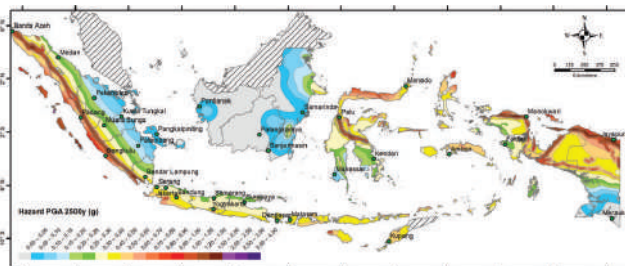
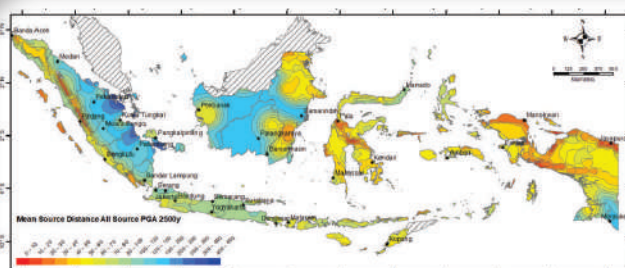
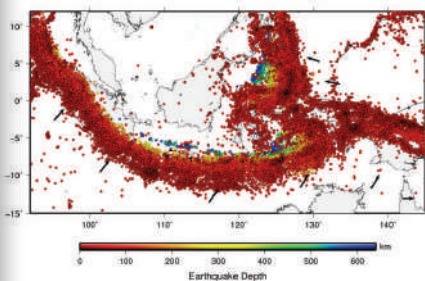
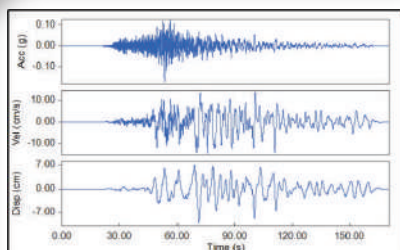


PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA



Disusun oleh :
Pusat Studi Gempa Nasional



Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan
Direktorat Jenderal Cipta Karya
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Kerjasama :





PERINGATAN

MATERI DALAM BUKU INI HANYA DAPAT DIGUNAKAN SEBAGAI RUJUKAN AWAL UNTUK PROSES PERENCANAAN INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA DAN DALAM PENERAPANNYA TIDAK BOLEH BERTENTANGAN DENGAN NORMA, STANDAR, PEDOMAN DAN KRITERIA YANG BERLAKU DI INDONESIA

PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA

PUSGEN
Pusat Studi Gempa Nasional

Disusun oleh:



Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan
Direktorat Jenderal Cipta Karya
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

PuSGeN
Pusat Studi Gempa Nasional

PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA

Disusun Oleh : Tim Pusat Studi Gempa Nasional

EDITOR

Prof. Sri Widiyantoro, M.Sc, Ph.D.
Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE, Ph.D.
Ir. Lutfi Faizal
Prof. Ir. Widjojo Adi Prakoso, MSCE., Ph.D.
Prof. Ir. Iswandi Imran, MAsc., Ph.D.
Prof. Ir. Dr. Hj. Ramli Nazir
Prof. Ir. Indratmo Soekarno M.Sc., Ph.D.
Prof. Dr. Ir. Sri Prabandiyani Retno Wardani, MSc
Dr. Ir. M. Asrurifak, MT.
Ir. Davy Sukamta
Dr. Nuraini Rahma Hanifa
Dr. Didiek Djarwadi
Dr. Fahmi Aldiamar, ST., MT.
Hendarto, S.T., M.T., Dipl.E.Eng. M.D.M., D.I.C., Ph.D.
Nick Alexander, S.T., M.Sc.
Jeremy Sean Kadarman, S.T., M.T.
Ariska Rudyanto, M.Phil

ISBN: 978-602-5489-44-0

Penerbit:

Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan
Direktorat Jenderal Cipta Karya
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Kerja sama :



Kantor 1

Jalan Pattimura No.20 Kebayoran Baru Jakarta Selatan 12110
Telp 021 75457545
Fax 021 72798062

Kantor 2

Jalan Panyawungan Cileunyi Wetan Kabupaten Bandung 40393
Telp 022 7998393
Email info.ditbtpp@pu.go.id

Cetakan Pertama, November 2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang keras menerjemah, memfotocopy, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit.

PUSGeN
Pusat Studi Gempa Nasional



MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT

REPUBLIK INDONESIA

KATA SAMBUTAN

Bismillahirrahmanirrahim,

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Salam sejahtera bagi kita semua,

Om swastiastu,

Namo Buddhaya,

Salam kebajikan,

Rahayu.

Puji syukur senantiasa kami ucapkan kepada Allah Yang Maha Kuasa dengan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dapat menerbitkan buku *Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia untuk Perencanaan dan Evaluasi Infrastruktur Tahan Gempa*. Tersusunnya buku ini merupakan wujud nyata kontribusi para ahli rekayasa kegempaan Pusat Studi Gempa Nasional (PuSGeN) yang terdiri atas peneliti, akademisi, dan pakar/praktisi dari Kementerian/Lembaga Tinggi, dan komunitas asosiasi profesi. Buku ini merupakan sumbangan tenaga dan pikiran para ahli rekayasa kegempaan sebagai salah satu ikhtiar kita bersama untuk menciptakan keamanan infrastruktur bangunan dalam menghadapi bahaya bencana gempa yang selalu kita alami dan menjadi risiko dalam kehidupan bangsa dan negara.

Kita semua telah menyadari dan memahami bahwa wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia memiliki potensi tingkat kerawanan yang sangat tinggi terhadap fenomena alam bahaya gempa yang tidak dapat dihindari atau tidak

dapat dicegah serta tempat dan waktunya sangat sulit diprediksi secara akurat. Kejadian gempa yang terus meningkat setiap tahunnya telah menimbulkan ancaman berupa kerusakan infrastruktur bangunan dengan diikuti banyaknya korban jiwa/luka-luka serta berdampak pada terganggu berbagai aspek kehidupan bermasyarakat, bangsa, dan negara. Untuk itu, kita perlu mengedepankan tindakan manajemen bencana dalam bentuk aksi “**pencegahan dan kesiapsiagaan**” sebagai upaya mitigasi yang terukur dalam menghadapi bencana di masa mendatang sehingga dapat mewujudkan “**bangsa yang tangguh dan budaya aman bencana**”.

Seiring dengan semakin meningkatnya kejadian gempa dengan bahaya ikutannya, teknologi konstruksi dan ilmu pengetahuan bidang kegempaan perlu diikuti dengan penyesuaian metode perencanaan struktur yang jelas dan akurat. Hal ini menuntut kita untuk menyiapkan dan mengembangkan secara komprehensif dan berkelanjutan berbagai standar terkini yang dapat mengatur keamanan dan keselamatan infrastruktur tahan gempa, penerapan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 dan Standar Nasional Indonesia untuk perencanaan bangunan tahan gempa (antara lain: SNI 1726:2019 tentang “Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung”, SNI 2833: 2016 tentang “Perencanaan jembatan terhadap gempa” dan SNI 8899:2020 tentang “Tata cara pemilihan dan modifikasi gerak tanah permukaan untuk perancangan gedung tahan gempa”).

Dengan tersusunnya buku *Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia untuk Perencanaan dan Evaluasi Infrastruktur Tahan Gempa* ini tentunya diharapkan dapat melengkapi dan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dan tidak bertentangan dengan standar, pedoman, dan ketentuan teknis terkait yang telah diterbitkan serta meningkatkan keyakinan dan kepastian dalam perencanaan dan perancangan berbagai infrastruktur tahan gempa.

Semoga senantiasa buku ini dapat disebarluaskan dan dipublikasikan kepada seluruh masyarakat Indonesia dan berbagai kalangan dunia konstruksi untuk kepentingan kegiatan penyelenggaraan pembangunan nasional.

Sekali lagi, kami ucapkan terima kasih dan apresiasi setinggi-tingginya kepada seluruh tim penyusun yang telah bekerja keras dan meluangkan waktu serta pengorbanan tenaga dan pikiran dalam menyiapkan dan menyusun Buku *Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia Untuk Perencanaan Dan Evaluasi Infrastruktur Tahan Gempa* ini.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, 29 November 2022
MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT



Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc.

PUSGEN
Pusat Studi Gempa Nasional



KATA SAMBUTAN

Pertama-tama, marilah kita panjatkan puji syukur kehadiran Allah Yang Mahakuasa yang atas berkenan-Nya kita diberikan anugerah untuk dapat bekerja keras menyelesaikan penyusunan dan penerbitan Buku *Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia Untuk Perencanaan Dan Evaluasi Infrastruktur Tahan Gempa*. Buku ini akan menjadi sangat penting terutama dalam mewujudkan masyarakat, bangsa, dan negara yang tangguh dalam beradaptasi menghadapi bahaya bencana gempa yang mengancam kehidupan kita semua.

Pengurangan risiko bencana melalui mitigasi bencana menjadi suatu langkah penting dalam berupaya menghindari berbagai risiko berupa dampak korban jiwa dan kerusakan pada berbagai sarana dan prasarana infrastruktur bangunan. Fenomena alam gempa sebagai salah satu bencana yang sering terjadi dan peningkatan kejadiannya nyata secara signifikan setiap tahunnya tidak dapat kita hindari dan mengancam kehidupan bermasyarakat, bangsa, dan negara. Untuk itu, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menyediakan data dan informasi yang lengkap dengan menyusun dan menyiapkan kebijakan teknis berupa norma, standar, pedoman dan manual yang berkaitan dengan keselamatan dan keamanan infrastruktur bangunan tahan gempa.

Berbagai Standar Nasional Indonesia terkait rekayasa gempa yang sudah diterbitkan dan dijadikan acuan dalam penerapan perencanaan pembangunan sudah terbukti mampu mengakomodir ketahanan gempa terkini. Namun, adanya perkembangan teknologi, sains, dan ilmu pengetahuan yang maju pesat dan tidak dapat dibendung, masih diperlukan suatu penyesuaian dalam metode analisis struktur infrastruktur bangunan, khususnya bila dikaitkan dengan pentingnya evaluasi infrastruktur bangunan tahan gempa melalui penerapan perencanaan berbasis kinerja, yang tentunya belum terakomodir pada SNI yang ada. Buku ini menjadi salah satu acuan yang tidak bisa kita hindari untuk digunakan dalam perencanaan tersebut; hasil perencanaan akan sangat lengkap dan akurat.

Dengan tersusunnya buku ini, diharapkan dapat memberikan wawasan luas dalam mewujudkan keselamatan dan keamanan infrastruktur bangunan yang didasarkan pada standar baku yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Untuk itu, terbitnya buku ini patut kita banggakan dan penghargaan setinggi-tingginya atas pengorbanan waktu dan pikiran kepada semua tim penyusun, para ahli perekayasa gempa dalam naungan Pusat Studi Gempa Nasional (PuSGeN).

Atas kerja sama yang baik diucapkan terima kasih dan semoga Allah Subhanallahu Wa Ta'ala selalu meridai setiap langkah kita dalam melaksanakan pembangunan nasional.

Direktur Jenderal Cipta Karya,
Kementerian Pekerjaan Umum
dan Perumahan Rakyat

Ir. Diana Kusumastuti, M.T.

KATA SAMBUTAN

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, berkat rahmat dan hidayah Allah Subhanahu Wa Ta'ala, kita patut berbangga atas telah diselesaikannya penyusunan Buku *Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia Untuk Perencanaan Dan Evaluasi Infrastruktur Tahan Gempa*. Buku ini merupakan capaian kinerja lanjutan dari kegiatan PuSGeN di bawah naungan Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Sejak dibentuknya PuSGeN tahun 2016, salah satu tugasnya adalah menyusun Standar Pedoman Manual (SPM) di bidang kegempaan.

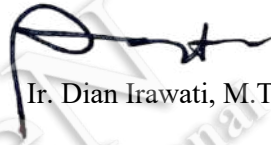
Penyusunan buku ini merupakan implementasi program pengembangan kegiatan rekayasa kegempaan PuSGeN yang didasarkan kebutuhan terkini dalam menyiapkan kebijakan teknis bangunan tahan gempa yang bersifat terarah, terpadu, dan terkoordinasi, secara berkala dan berkelanjutan. Berbagai luaran penting yang telah dihasilkan oleh PuSGeN mencakup Penyusunan Peta Bahaya Gempa, antara lain: Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017; *Deterministic Seismic Hazard Analysis* Sesar Palu Koro di Sulawesi Tenggara Tahun 2019; *Deterministic Seismic Hazard Analysis* Mamuju-Majene, Sulawesi Barat Tahun 2021; Nilai Percepatan PGA untuk Rehabilitasi/Retrofit Tahan Gempa untuk Bangunan Eksisting Tahun 2021, dan penyusunan dan penyiapan standar (SNI 1726:2019, SNI 8899:2020, SNI 7860:2020, RSNI XXXX:202X Evaluasi dan Rehabilitasi Seismik untuk Bangunan Gedung Eksisting, dan lain-lain).

Adanya perkembangan kebutuhan dalam analisis struktur bangunan tahan gempa yang disesuaikan dengan perkembangan teknologi bangunan terkini dan disesuaikan dengan metode analisis perencanaan infrastruktur bangunan yang mengutamakan analisis respons riwayat waktu, maka buku peta ini memegang peranan penting dalam menentukan beban bahaya gempa.

Dengan tersusunnya buku ini diharapkan dapat dijadikan acuan dalam penerapan perencanaan bangunan tahan gempa sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan keamanan bangunan dalam menghadapi bencana gempa.

Semoga hasil kerja keras tim penyusun dapat memberikan manfaat bagi pembangunan infrastruktur yang tahan gempa. Kami menyadari masih ada kekeliruan atau kekurangan dalam pelaksanaannya, semoga di masa yang akan datang dapat kami perbaiki dan sempurnakan.

Direktur Bina Teknik
Permukiman dan Perumahan,



Ir. Dian Irawati, M.T.

PUSGEM
Pusat Studi Gempa Nasional

KATA SAMBUTAN

Wilayah Indonesia berada pada zona tektonik aktif yang memiliki tingkat kegempaan yang tinggi. Hasil monitoring Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menunjukkan bahwa di wilayah Indonesia dalam setahun terjadi gempa bumi tektonik rata-rata sebanyak 6.298 kali dan dalam sebulan rata-rata sebanyak 524 kali.

Sebagai bagian utama dari upaya memitigasi korban jiwa dan kerugian kerusakan akibat gempa, ketahanan bangunan gedung dan infrastruktur di Indonesia perlu dievaluasi dan ditingkatkan, khususnya untuk fasilitas yang dikategorikan sangat penting dan perlu terus beroperasi selama proses rehabilitasi pascagempa. Ketahanan gempa fasilitas-fasilitas penting tersebut menjadi ukuran kesiapan dan ketangguhan suatu masyarakat dalam menghadapi potensi bencana gempa. Saat ini bangsa Indonesia masih perlu giat mengupayakan peningkatan ketangguhan bencana gempa dalam rangka mengutamakan keselamatan rakyat dan kemajuan bangsa.

Meskipun prosedur preskriptif dengan peta risiko gempa SNI 1726:2019 dapat secara strategis diterapkan secara luas, prosedur tersebut masih memiliki keterbatasan lingkup penerapan. Untuk beberapa kasus tertentu, kebutuhan prosedur analisis respons riwayat waktu terkadang tidak dapat dihindari, terutama pada analisis kasus-kasus khusus seperti :

- a. Evaluasi dan rehabilitasi seismik bangunan eksisting (sumber: ASCE 41-17)
- b. Perencanaan bangunan gedung dengan sistem struktur nonpreskriptif (sumber: SNI 1726: 2019 & ASCE 7-16)
- c. Perencanaan struktur jembatan dan gedung yang sangat tidak beraturan (sumber: SNI 2833:2016 & SNI 1726: 2019)
- d. Analisis dan perencanaan struktur jembatan dan gedung yang terisolasi (sumber: AASHTO, SNI 1726: 2019 dan ASCE 41-17)
- e. Analisis dan perencanaan struktur jembatan dan gedung dengan peredam tambahan (sumber: AASHTO, SNI 1726: 2019 dan ASCE 41-17)

Untuk beberapa kasus, prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah menjadi krusial. Hal tersebut mendorong penyusunan SNI gerak tanah untuk bangunan Gedung (SNI 8899: 2019) yang dibuat mengacu pada standar ASCE 7-16. SNI gerak tanah menyediakan kerangka acuan dalam menerapkan prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah untuk analisis respons riwayat waktu struktur bangunan gedung. Untuk dapat melakukan analisis tersebut, terlebih dahulu perlu dilakukan proses deagregasi berupa penyiapan dan penyusunan *peta deagregasi bahaya gempa Indonesia untuk perencanaan dan evaluasi infrastruktur tahan gempa* yang kelak dijadikan informasi lengkap dalam analisis lanjutan prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah untuk seluruh wilayah Indonesia.

Harapan kami, semoga buku ini dapat menjadi wujud nyata yang mengedepankan perencanaan berbagai infrastruktur bangunan tahan gempa untuk bangunan gedung, jembatan, terowongan, dan bangunan lepas pantai.

Demikian disampaikan dan atas nama seluruh anggota tim penyusun, kami mengucapkan terima kasih atas kesempatan yang diberikan untuk menyelesaikan buku ini.

Penasehat
Pusat Studi Gempa Nasional



Prof. Ir. Masyhur Irsyam, M.S.E., Ph.D.

Ketua
Pusat Studi Gempa Nasional



Prof. Ir. Sri Widiyantoro, M.Sc., Ph.D.

KATA PENGANTAR

Dalam rangka mendukung dan memperlancar upaya memitigasi risiko kerusakan bangunan dan berbagai infrastruktur bangunan terhadap bahaya gempa dan melengkapi kebutuhan standar yang sudah tersedia, seperti : SNI 1726:2019 tentang “Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan Gedung dan non Gedung” dan SNI 2833: 2016 tentang “Perencanaan jembatan terhadap gempa” dan SNI 8899:2020 tentang “Tata cara pemilihan dan modifikasi gerak tanah permukaan untuk perancangan gedung tahan gempa”, perlu dikembangkan suatu solusi generik yang dapat memenuhi kebutuhan perancangan secara lebih praktis.

Perencanaan struktur bangunan tahan gempa yang menggunakan prosedur analisis berbasis kinerja memerlukan analisis respons riwayat waktu yang didasarkan pada rekaman gerak tanah. Untuk ini diperlukan proses deagregasi nilai rata-rata magnitudo (M) dan jarak (R) kejadian gempa yang mewakili suatu sumber gempa, nilai pasangan M dan R ini selanjutnya digunakan untuk mencari suatu pencatatan rekaman gerak tanah akibat gempa yang mempunyai kemiripan M , R dan tatanan tektoniknya. Proses deagregasi ini diperlukan dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Analisis besaran bahaya beban gempa masih menggunakan konsep dasar *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA) yang merupakan akumulasi kejadian gempa dan gerak tanah permukaan yang mungkin dapat terjadi di masa datang.
- b. Penerapan metode PSHA sangat bermanfaat karena berbagai informasi tentang potensi sumber gempa dan keberulangan kejadian gempa telah diintegrasikan menjadi satu dan setiap informasi memiliki kesempatan relatif untuk berpartisipasi dalam analisis.
- c. PSHA tidak memberikan informasi yang lengkap bila dikaitkan dengan pasangan “nilai magnitudo (M) dan nilai jarak (R)” mana yang dominan dan tunggal dari site ke sumber gempa yang mewakilinya.

- d. Peta deagregasi dapat memberikan gambaran nilai M dan R untuk nilai target spektrum percepatan yang dihasilkan sehingga nilai M dan R yang dominan tersebut bisa digunakan sebagai acuan untuk mencari rekaman gerak tanah yang sesuai untuk kondisi tertentu.
- e. Sumber gempa dan *Ground Motion Prediction Equation* (GMPE) yang digunakan untuk analisis mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017.
- f. Peta deagregasi ini dapat digunakan sebagai informasi untuk pemilihan data gerak tanah yang sesuai dengan periode ulang dan periode getar struktur di lokasi yang ditinjau untuk seluruh wilayah Indonesia.

Pada akhirnya, diharapkan buku ini dapat dijadikan acuan dalam menentukan infrastruktur bangunan tahan gempa yang lebih jelas dan akurat karena menggunakan suatu analisis untuk mendapatkan struktur bangunan yang aman, yaitu melalui analisis riwayat waktu respons linier (*Linear Response History Analysis*, LRHA) dan analisis riwayat waktu non-linier (*Non-Linear Response History Analysis*, NLRHA).

Semoga dengan diterbitkannya buku ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya dalam mengantisipasi adanya peningkatan bahaya gempa dan perkembangan metode analisis struktur yang andal yang dibutuhkan untuk struktur bangunan yang non-preskriptif.

Ketua Tim Penyusun



Dr. Ir. Muhammad Asrurifak, M.T.

TIM PENYUSUN

Pembina	Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc.
Tim Pengarah	Ir. Diana Kusumastuti, M.T. Ir. Dian Irawati, M.T.
Penanggungjawab	Sugeng Paryanto, S.T., M.T.
Koordinator (Merangkap Anggota)	Ir. Lutfi Faizal (PUPR, HATTI)
Tim Kebijakan	Prof. Ir. Masyhur Irsyam, M.S.E., Ph.D. (ITB, AIPI, HATTI) Prof. Ir. Sri Widiyantoro, M.Sc., Ph.D. (ITB, AIPI) Prof. Ir. Iswandi Imran, M.A.Sc., Ph.D. (ITB, HAKI) Prof. Widjojo Adi Prakoso, MSc., Ph.D. (UI, HATTI) Prof. Ir. Indra Djati Sidi, M.Sc., Ph.D. (ITB, HAKI) Prof. Ir. Priyo Suprobo, M.Sc., Ph.D. (ITS) Prof. Ir. Bambang Suhendro, MSc., Ph.D. (UGM) Ir. Davy Sukamta (HAKI)
Ketua	Dr. Ir. Muhammad Asrurifak, M.T. (ISTN, HATTI)
Anggota	- Jeremy Sean Kadarman, S.T., M.T. (ITB) - Dr. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng. (BRIN) - Dr. Bambang Setiadi (BRIN) - Dr. Ir. Mohamad Ridwan, Dipl.E.Eng. (BRIN) - Nick Alexander, S.T., M.Sc. (Davy Sukamta and Partners, HAKI) - Dr. Fahmi Aldiamar, M.T. (PUPR, HATTI) - Prof. Ir. Ricky Lukman Tawekal, MSE., Ph.D. (ITB, IAFMI) - Dr. Didiek Djarwadi (HATTI) - Hendra Jitno, Ph.D., CPEng., RPEQ., FIEAust. (ITENAS)

Sekretariat

- Hendarto, S.T., M.T., Dipl.E.Eng. M.D.M., D.I.C., Ph.D. (PUPR)
- Dr. M. Amin Sunarhadi, S.Si., MP. (UNS)
- Prof. Dr. Ir. Windu Partono, MSc (UNDIP)
- Dr. Endra Gunawan, S.T., M.Sc. (ITB)
- Dr. Ir. Arifin B, ST, MT. (Tadulako)
- Daniel Heriyanto Silaen, S.T. (PUPR)
- Athia Nadira, A.Md.T. (PUPR)
- Dini Herfiani, S.S. (PUPR)
- Risya Septiani Junarsa, S.T. (PUPR)
- R. Fitria Siscaningsih, S.E. (PUPR)
- Farhan Zain Burhanuddin, S.T. (ITB)

DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN.....	v
KATA SAMBUTAN.....	ix
KATA SAMBUTAN.....	xi
KATA SAMBUTAN.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
TIM PENYUSUN	xvii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL	xxxix
DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI	xli
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan	9
BAB II KRITERIA UMUM PEMILIHAN DAN MODIFIKASI GERAK TANAH.....	11
2.1 Kerangka Pemilihan dan Modifikasi Gerak Tanah	11
2.2 Parameter Pemilihan Gerak Tanah.....	13
2.2.1 Mekanisme Sumber	13
2.2.2. Magnitudo dan Jarak terhadap Sumber Gempa.....	15
2.2.3. Karakteristik Pulse.....	18
2.2.4. Klasifikasi Situs.....	19
2.2.5. <i>Useable Frequency</i>	19
2.2.6. Bentuk Spektral	19
2.3 Signifikansi Analisis Deagregasi dalam Pemilihan Gerak tanah	20
2.4 Penentuan Parameter Input untuk Analisis Deagregasi.....	21
2.4.1. Mekanisme Sumber	21
2.4.2. Level Bahaya	22
2.4.3. Parameter Intensitas Gerak tanah	23
BAB III METODOLOGI DAN SUMBER GEMPA.....	27
3.1 Metodologi	27
3.2 Perangkat Lunak untuk PSHA dan Deagregasi.....	30
3.2.1 Perangkat Lunak USGS.....	31
3.2.2 Perangkat Lunak EZ-FRISK TM	32
3.3 Sumber Gempa Indonesia.....	32
3.3.1. Pulau Sumatera	35

3.3.2	Pulau Jawa	46
3.3.3	Pulau Sulawesi.....	52
3.3.4	Pulau Maluku.....	54
3.3.5	Pulau Papua	55
3.3.6	Pulau Bali, Nusa Tenggara, dan Laut Banda.....	62
3.3.7	Pulau Kalimantan	63
BAB IV	ANALISIS BAHAYA KEGEMPAAN DAN DEAGREGASI	65
4.1	<i>Probabilistic Seismic Hazard Analysis</i>	65
4.1.1	Identifikasi dan Karakterisasi sumber Gempa.....	69
4.1.2	Pemilihan <i>Ground Motion Prediction Equation</i>	90
4.1.3	Logic Tree	140
4.1.4	Hasil Analisis Bahaya Kegempaan.....	145
4.2	Analisis Deagregasi	149
4.2.1	Hasil Analisis Deagregasi.....	153
4.2.2	Analisis dan Validasi Hasil Deagregasi.....	187
BAB V	PENUTUP.....	194
	DAFTAR PUSTAKA.....	198
	LAMPIRAN - A	222
	LAMPIRAN - B	242

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kawasan Cincin Api Pasifik atau Lingkaran Api Pasifik (Ring of Fire).....	2
Gambar 1.2	Pertemuan lempeng tektonik di wilayah Indonesia	3
Gambar 2.1	Garis besar prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah (dimodifikasi dari Bommer dan Acevedo, 2004)	12
Gambar 2.2	Kerangka proses pemilihan gerak tanah (dari modifikasi Bommer dan Acevedo, 2004)	13
Gambar 2.3	Perbandingan spektrum respons gerak tanah sesar dangkal versus subduksi (dimodifikasi dari Raghunandan, 2013)	15
Gambar 2.4	Perbandingan durasi signifikan antara gerak tanah sesar dangkal versus subduksi (dimodifikasi dari Marafi, 2018)	15
Gambar 2.5	Prediksi nilai durasi signifikan terhadap magnitudo (dimodifikasi dari Chandramohan dkk., 2016)	17
Gambar 2.6	Ilustrasi skematik gerak tanah dengan karakteristik pulse (dimodifikasi dari Sommerville, 2015).....	18
Gambar 2.7	Hasil analisis deagregasi wilayah Jakarta (2500 tahun) pada periode $T = 2$ -detik (kiri) dan $T = 5$ -detik (kanan) (dimodifikasi dari SNI 8899: 2020)	25
Gambar 3.1	Diagram alir metodologi.....	30
Gambar 3.2	Persebaran kejadian gempa bumi Indonesia (PuSGeN, 2017) ...	33
Gambar 3.3	Segmentasi dan Magnitudo maksimum Subduksi Indonesia (PuSGeN, 2017).....	34
Gambar 3.4	Neotektonik Sumatra (Rivera et al., 2002)	37
Gambar 3.5	Penampang zona Subduksi Sumatra (Engdahl et al., 1998).	37
Gambar 3.6	Tektonik Sumatra.....	39
Gambar 3.7	Sejarah zona robekan gempa sepanjang segmen Megathrust Sumatera (Dimodifikasi dari Newcomb & McCann, 1987)	41
Gambar 3.8	Peta batimetri sekitar Selat Sunda dan karakteristik geologi dan geofisiknya (Dimodifikasi dari Huchon and Pichon, 1984)	42
Gambar 3.9	Sesar dangkal di sekitar Pulau Sumatera (PuSGeN, 2017)	44

Gambar 3.10	Kompleks prisma akresi di sepanjang tepian barat Sundaland (b) Segmen Sumatera Utara (c) Segmen Sumatera Selatan (d) Segmen Selatan Jawa. (Modifikasi dari Kopp dkk., 2009; Singh dkk., 2011; Singh dkk., 2013).....	45
Gambar 3.11	Zona sesar aktif dan pola deformasi Pulau Jawa, serta sejarah zona robekan gempa sepanjang segmen Megathrust Jawa (Gambar diolah dari PuSGeN, 2017; Gunawan dan Widiyantoro, 2019; Newcomb dan McCann, 1987).....	47
Gambar 3.12	Sesar dangkal di sekitar Pulau Jawa (PuSGeN, 2017)	48
Gambar 3.13	Peta segmen sesar aktif Cimandiri (Marliyani dkk., 2016)	49
Gambar 3.14	Segment sesar aktif Cimandiri (PuSGeN, 2017)	49
Gambar 3.15	Kinematika Sesar Lembang dan pembagiannya (Daryono, 2016).	50
Gambar 3.16	Sesar aktif di Jawa bagian tengah (sumber data PuSGeN, 2017). Episenter Gempa Pati dari McBriney dkk, 2003	52
Gambar 3.17	Struktur geologi regional Pulau Sulawesi (Daryono, 2016).....	53
Gambar 3.18	Sesar aktif Pulau Sulawesi (PuSGeN, 2017)	54
Gambar 3.19	Kiri: Tektonik Maluku bagian utara (modifikasi dari Hamilton, 1979). Kanan: Neotektonik Maluku bagian Utara (modifikasi dari Gunawan dkk, 2016).....	55
Gambar 3.20	Sebaran Sesar di Daerah Maluku dan sekitarnya (PuSGeN, 2017)	55
Gambar 3.21	Regional Tektonik Papua dan kegempaanannya (Pamumpuni, 2016)	56
Gambar 3.22	Mekanisme gempa dengan magnitudo $M_w > 5,5$ pada Pulau Papua (Pamumpuni, 2016)	58
Gambar 3.23	Sesar aktif Papua dan Maluku (PuSGeN, 2017).....	59
Gambar 3.24	Tektonik wilayah Bali – Nusa Tenggara dan Banda (Harris, 2011)	62
Gambar 3.25	Sesar aktif Daerah Bali – Nusa Tenggara – Banda (PuSGeN, 2017)	63
Gambar 3.26	Kerangka tektonik Pulau Kalimantan dan sekitarnya (Satyana dkk., 1999)	64
Gambar 3.27	Sesar Kalimantan (PuSGeN, 2017)	64

Gambar 4.1	Fungsi probabilitas jarak berdasarkan geomteri sumber gempa: (a) patahan pendek yang dapat dimodelkan sebagai sumber titik; (b) patahan dangkal dimodelkan sebagai sumber linear; (c) sumber gempa tiga dimensi. (Kramer, 1996)	66
Gambar 4.2	Tahapan analisis risiko gempa probabilistik (Kramer, 1996).....	68
Gambar 4.3	Ilustrasi model sumber gempa sesar (Modifikasi dari USGS) ...	70
Gambar 4.4	Peta episenter gempa kedalaman 0 – 25 m (Katalog PuSGeN, 2017)	74
Gambar 4.5	Peta episenter gempa kedalaman 25 – 50 m (Katalog PuSGeN, 2017)	75
Gambar 4.6	Peta episenter gempa kedalaman 50 – 100 km (Katalog PuSGeN, 2017)	75
Gambar 4.7	Peta episenter gempa kedalaman 100-150 km (Katalog PuSGeN, 2017)	76
Gambar 4.8	Peta episenter gempa kedalaman 150-200 km (Katalog PuSGeN, 2017)	76
Gambar 4.9	Peta episenter gempa kedalaman 200-300 km (Katalog PuSGeN, 2017)	77
Gambar 4.10	Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Boore-Atkinson 2008	128
Gambar 4.11	Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Boore-Atkinson NGA 2014.....	129
Gambar 4.12	Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Campbell-Bozorgnia 2008.....	130
Gambar 4.13	Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Campbell-Bozorgnia NGA	131
Gambar 4.14	Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Chiou-Youngs 2008	132
Gambar 4.15	Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Chiou-Youngs 2014	133
Gambar 4.16	Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Atkinson-Boore (Puget).....	135
Gambar 4.17	Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Geomatrix Slab Youngs 1997	136

Gambar 4.18	Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Atkinson-Boore (Worldwide).....	137
Gambar 4.19	Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Zhao 2006 ...	138
Gambar 4.20	Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Abrahamson 2018	139
Gambar 4.21	Logic Tree untuk model sumber gempa Subduksi (Megathrust)	141
Gambar 4.22	Logic Tree untuk model sumber gempa sesar (Fault)	142
Gambar 4.23	Logic Tree untuk model sumber gempa background dangkal..	143
Gambar 4.24	Logic Tree untuk model sumber gempa background dalam.....	144
Gambar 4.25	Peta percepatan puncak pada batuan dasar (SB) untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	146
Gambar 4.26	Peta percepatan puncak pada batuan dasar (SB) untuk S_a 0,2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	147
Gambar 4.27	Peta percepatan puncak pada batuan dasar (SB) untuk S_a 3,0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	148
Gambar 4.28	Peta deagregasi magnitudo sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun.....	166
Gambar 4.29	Peta deagregasi magnitudo sumber gempa All Sources untuk S_a 0.2s dengan periode ulang 2500 tahun	167
Gambar 4.30	Peta sebaran magnitudo sumber gempa All Sources untuk S_a 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	168
Gambar 4.31	Peta sebaran magnitudo sumber gempa Benioff untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	169
Gambar 4.32	Peta sebaran magnitudo sumber gempa Benioff untuk S_a 0.2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	170
Gambar 4.33	Peta sebaran magnitudo sumber gempa Benioff untuk S_a 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	171
Gambar 4.34	Peta sebaran magnitudo sumber gempa Megathrust untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	172
Gambar 4.35	Peta sebaran magnitudo sumber gempa Megathrust untuk S_a 0.2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	173
Gambar 4.36	Peta sebaran magnitudo sumber gempa Megathrust untuk S_a 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	174

Gambar 4.37	Peta sebaran magnitudo sumber gempa Shallow Crustal untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	175
Gambar 4.38	Peta sebaran magnitudo sumber gempa Shallow Crustal untuk Sa 0.2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	176
Gambar 4.39	Peta sebaran magnitudo sumber gempa Shallow Crustal untuk Sa 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	177
Gambar 4.40	Peta sebaran source distance sumber gempa benioff untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	178
Gambar 4.41	Peta sebaran source distance sumber gempa Benioff untuk Sa 0.2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	179
Gambar 4.42	Peta sebaran source distance sumber gempa Benioff untuk Sa 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	180
Gambar 4.43	Peta sebaran source distance sumber gempa Megathrust untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	181
Gambar 4.44	Peta sebaran source distance sumber gempa Megathrust untuk Sa 0.2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	182
Gambar 4.45	Peta sebaran source distance sumber gempa Megathrust untuk Sa 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	183
Gambar 4.46	Peta sebaran source distance sumber gempa Shallow Crustal untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	184
Gambar 4.47	Peta sebaran source distance sumber gempa Shallow Crustal untuk Sa 0.2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	185
Gambar 4.48	Peta sebaran source distance sumber gempa Shallow Crustal untuk Sa 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun	186
Gambar 4.49	Peta sebaran magnitudo sumber gempa All-Sources pada PGA untuk periode ulang gempa 2475 tahun (Asrurifak, dkk., 2012)	192
Gambar 4.50	Peta sebaran jarak sumber gempa All-Sources pada PGA untuk periode ulang gempa 2475 tahun (Asrurifak, dkk., 2012)	192
Gambar L1.1	Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 100 tahun	223
Gambar L1.2	Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 100 tahun	224
Gambar L1.3	Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 100 tahun	225

Gambar L1.4	Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 250 tahun	226
Gambar L1.5	Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 250 tahun.....	227
Gambar L1.6	Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 250 tahun.....	228
Gambar L1.7	Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 1000 tahun	229
Gambar L1.8	Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 1000 tahun	230
Gambar L1.9	Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 1000 tahun.....	231
Gambar L1.10	Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 2500 tahun	232
Gambar L1.11	Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 2500 tahun.....	233
Gambar L1.12	Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 2500 tahun.....	234
Gambar L1.13	Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 5000 tahun	235
Gambar L1.14	Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 5000 tahun.....	236
Gambar L1.15	Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 5000 tahun.....	237
Gambar L1.16	Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 10000 tahun	238
Gambar L1.17	Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 10000 tahun.....	239
Gambar L1.18	Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 10000 tahun.....	240
Gambar L2.1	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun	243
Gambar L2.2	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	244

Gambar L2.3	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun	245
Gambar L2.4	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun	246
Gambar L2.5	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	247
Gambar L2.6	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun	248
Gambar L2.7	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun	249
Gambar L2.8	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	250
Gambar L2.9	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun	251
Gambar L2.10	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun	252
Gambar L2.11	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	253
Gambar L2.12	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun	254
Gambar L2.13	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun	255
Gambar L2.14	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	256
Gambar L2.15	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun	257
Gambar L2.16	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun	258

Gambar L2.17	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	259
Gambar L2.18	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun	260
Gambar L2.19	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun.....	261
Gambar L2.20	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	262
Gambar L2.21	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	263
Gambar L2.22	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun.....	264
Gambar L2.23	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	265
Gambar L2.24	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	266
Gambar L2.25	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun.....	267
Gambar L2.26	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	268
Gambar L2.27	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	269
Gambar L2.28	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun.....	270
Gambar L2.29	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	271

Gambar L2.30	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	272
Gambar L2.31	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun.....	273
Gambar L2.32	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	274
Gambar L2.33	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	275
Gambar L2.34	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun.....	276
Gambar L2.35	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	277
Gambar L2.36	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Benioff pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	278
Gambar L2.37	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun.....	279
Gambar L2.38	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	280
Gambar L2.39	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	281
Gambar L2.40	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun.....	282
Gambar L2.41	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	283
Gambar L2.42	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	284
Gambar L2.43	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun.....	285

Gambar L2.44	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	286
Gambar L2.45	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	287
Gambar L2.46	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun.....	288
Gambar L2.47	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	289
Gambar L2.48	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	290
Gambar L2.49	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun.....	291
Gambar L2.50	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	292
Gambar L2.51	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	293
Gambar L2.52	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun.....	294
Gambar L2.53	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	295
Gambar L2.54	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	296
Gambar L2.55	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun	297
Gambar L2.56	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun	298

Gambar L2.57	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun	299
Gambar L2.58	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun	300
Gambar L2.59	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun	301
Gambar L2.60	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun	302
Gambar L2.61	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun	303
Gambar L2.62	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun	304
Gambar L2.63	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun	305
Gambar L2.64	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun	306
Gambar L2.65	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun	307
Gambar L2.66	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun	308
Gambar L2.67	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun	309
Gambar L2.68	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun	310
Gambar L2.69	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun	311
Gambar L2.70	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun	312

Gambar L2.71	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun	313
Gambar L2.72	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun	314
Gambar L2.73	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun.....	315
Gambar L2.74	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	316
Gambar L2.75	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	317
Gambar L2.76	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun.....	318
Gambar L2.77	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	319
Gambar L2.78	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	320
Gambar L2.79	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun.....	321
Gambar L2.80	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	322
Gambar L2.81	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	323
Gambar L2.82	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun.....	324
Gambar L2.83	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	325

Gambar L2.84	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	326
Gambar L2.85	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun.....	327
Gambar L2.86	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	328
Gambar L2.87	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	329
Gambar L2.88	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun.....	330
Gambar L2.89	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	331
Gambar L2.90	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	332
Gambar L2.91	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun.....	333
Gambar L2.92	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	334
Gambar L2.93	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	335
Gambar L2.94	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun.....	336
Gambar L2.95	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	337
Gambar L2.96	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	338
Gambar L2.97	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun.....	339

Gambar L2.98	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	340
Gambar L2.99	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	341
Gambar L2.100	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun.....	342
Gambar L2.101	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	343
Gambar L2.102	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	344
Gambar L2.103	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun.....	345
Gambar L2.104	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	346
Gambar L2.105	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	347
Gambar L2.106	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun.....	348
Gambar L2.107	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	349
Gambar L2.108	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Megathrust pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	350
Gambar L2.109	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun.....	351
Gambar L2.110	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	352

Gambar L2.111	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	353
Gambar L2.112	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun.....	354
Gambar L2.113	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	355
Gambar L2.114	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	356
Gambar L2.115	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun.....	357
Gambar L2.116	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	358
Gambar L2.117	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	359
Gambar L2.118	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun.....	360
Gambar L2.119	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	361
Gambar L2.120	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	362
Gambar L2.121	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun.....	363
Gambar L2.122	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	364
Gambar L2.123	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	365
Gambar L2.124	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun.....	366

Gambar L2.125	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	367
Gambar L2.126	Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	368
Gambar L2.127	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun.....	369
Gambar L2.128	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	370
Gambar L2.129	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun.....	371
Gambar L2.130	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun.....	372
Gambar L2.131	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	373
Gambar L2.132	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun.....	374
Gambar L2.133	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun.....	375
Gambar L2.134	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	376
Gambar L2.135	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun.....	377
Gambar L2.136	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun.....	378
Gambar L2.137	Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	379

Gambar L2.138 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun.....	380
Gambar L2.139 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun.....	381
Gambar L2.140 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	382
Gambar L2.141 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun.....	383
Gambar L2.142 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun.....	384
Gambar L2.143 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	385
Gambar L2.144 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa All Sources pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun.....	386



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kejadian gempa signifikan di wilayah Indonesia pada kurun waktu 20 tahun terakhir	4
Tabel 2.1	Contoh penerapan rentang dalam kriteria pemilihan gerak tanah sesuai prosedur ASCE 7-16 pemilihan dan modifikasi gerak tanah (dimodifikasi dari Zimmerman dkk., 2017).....	17
Tabel 4.1	Parameter Pemodelan Zona Subduksi (PuSGeN,2017).....	71
Tabel 4.2	Data dan Parameter sumber gempa fault daerah Sumatera dan sekitarnya (PuSGeN, 2017)	78
Tabel 4.3	Data dan Parameter sumber gempa fault daerah Jawa dan sekitarnya (PuSGeN, 2017).....	80
Tabel 4.4	Data dan Parameter sumber gempa fault daerah Kalimantan dan sekitarnya (PuSGeN, 2017)	81
Tabel 4.5	Data dan Parameter sumber gempa fault daerah Sulawesi dan sekitarnya (PuSGeN, 2017)	82
Tabel 4.6	Data dan Parameter sumber gempa fault daerah Papua-Maluku Utara dan sekitarnya (PuSGeN, 2017).....	83
Tabel 4.7	Data dan Parameter sumber gempa fault daerah Nusa Tenggara - Banda dan sekitarnya (PuSGeN, 2017)	87
Tabel 4.8	Pembaharuan Fungsi Atenuasi.....	91
Tabel 4.9	Koefisien-koefisien Fungsi Atenuasi Youngs 1997 untuk interface dan intraslab pada batuan (Youngs, et.al., 1997).....	92
Tabel 4.10	Koefisien-koefisien Fungsi Atenuasi Youngs 1997 untuk interface dan intraslab pada Tanah (Youngs, et.al., 1997).....	93
Tabel 4.11	Koefisien-koefisien Fungsi Atenuasi Atkinson – Boore 2003 untuk <i>Worldwide Events</i> (Atkinson, 2003)	95
Tabel 4.12	Rekomendasi Koefisien Fungsi Atenuasi untuk daerah Regional Cascadia dan Jepang (Atkinson,2003).....	95
Tabel 4.13	Koefisien Regresi untuk Nilai Median (g) dari GMPE Subduksi (BC-Hydro, 2012).....	98
Tabel 4.14	Koefisien-Koefisien Fungsi Atenuasi Boore-Atkinson NGA 2014 (Boore, et.al, 2014)	100

Tabel 4.15	Koefisien Period-Independent untuk Fungsi Atenuasi Chiou-Youngs NGA 2014, (Chiou and Youngs, 2014)	112
Tabel 4.16	Koefisien Site Response Model (Chiou and Youngs, 2014)	112
Tabel 4.17	Koefisien Period Dependent (1) (Chiou and Youngs, 2014).....	113
Tabel 4.18	Koefisien Period-dependent (2) (Chiou and Youngs, 2014)	114
Tabel 4.19	Koefisien Period-Dependent (1) (Campbell dan Bozorgnia,2014).....	118
Tabel 4.20	Koefisien Period-Dependent (2) (Campbell dan Bozorgnia,2014).....	118
Tabel 4.21	Koefisien Period-Dependent (3) (Campbell dan Bozorgnia, 2014)	119
Tabel 4.22	Koefisien Period-Dependent (4) (Campbell dan Bozorgnia,2014).....	119
Tabel 4.23	Koefisien Period-Dependent (5) (Campbell dan Bozorgnia,2014).....	120
Tabel 4.24	Koefisien untuk semua periode GMPE Abrahamson et al. 2018	121
Tabel 4.25	Koefisien GMPE Abrahamson et al. 2018.....	122
Tabel 4.26	Koefisien GMPE Abrahamson et al. 2018 (lanjutan)	123
Tabel 4.27	Koefisien GMPE Zhao et al. 2006.....	125
Tabel 4.28	Koefisien GMPE Zhao et al. 2006 (lanjutan)	126
Tabel 4.29	Fungsi Deagregasi dan Pembobotan	153
Tabel 4.30	Hasil Deagregasi	154
Tabel 4.31	Perbandingan Hasil Deagregasi untuk Kota Balikpapan	188
Tabel 4.32	Perbandingan Hasil Deagregasi untuk Kota Bitung	188
Tabel 4.33	Perbandingan Hasil Deagregasi untuk Kota Cilacap	189
Tabel 4.34	Perbandingan Hasil Deagregasi untuk daerah Lippo Karawaci	189
Tabel 4.35	Perbandingan Hasil Deagregasi untuk daerah Nusa Tenggara Barat	190
Tabel 4.36	Perbandingan Hasil Deagregasi untuk daerah Semeru	190
Tabel 4.37	Perbandingan Hasil Deagregasi untuk daerah Tano Ponggol.....	190

DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

Daftar Singkatan

DSHA	=	Analisis Bahaya Seismik Deterministik
GMPE	=	<i>Ground Motion Prediction Equation</i>
LRHA	=	Analisis respons riwayat waktu linear
NLRHA	=	Analisis respons riwayat waktu non-linear
PGA	=	Percepatan Muka Tanah Terpetakan
PSHA	=	Analisis Bahaya Seismik Probabilistik

Daftar Notasi

$D_{s, 5-95\%}$	=	Durasi signifikan, digambarkan dengan waktu rentang intensitas arias berada diantara 5-95%
ε	=	Standar deviasi antara percepatan spektra logaritmik yang teramati terhadap nilai rata-rata percepatan spektral logaritmik berdasarkan GMPE
f_M	=	Fungsi distribusi magnitudo
f_R	=	Fungsi distribusi jarak sumber gempa (hiposenter)
g	=	Percepatan gravitasi ($m^2/detik$)
λ	=	Frekuensi kejadian gempa tahunan
M	=	Magnitudo Sumber Gempa
M_b	=	Body-wave Magnitude
M_i	=	Magnitudo Sumber Gempa pada tingkat – i
M_s	=	Surface-wave Magnitude
M_w	=	Momen Magnitude
R	=	Jarak Sumber Gempa ke Lokasi Tinjauan

R_i	=	Jarak Sumber Gempa ke Lokasi Tinjauan pada Tingkat – i
S_a	=	Respons Spektra Percepatan
S_{a_i}	=	Respons Spektra Percepatan pada tingkat – i
T	=	Periode fundamental bangunan
V_{s30}	=	Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil, pada lapisan 30 m teratas

PUSGEN
Pusat Studi Gempa Nasional

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Kesatuan Republik Indonesia terdiri atas wilayah daratan kepulauan dan lautan yang memiliki berbagai kekayaan alam berlimpah dengan keanekaragaman suku, agama, adat, budaya, golongan, pengaruh globalisasi, dengan berbagai permasalahannya. Ini semua menjadikan Indonesia suatu bangsa besar yang memiliki cita-cita untuk mewujudkan masyarakat yang adil, makmur, dan sejahtera. Namun demikian, kelangsungan hidup bernegara dan masyarakatnya harus selalu menghadapi berbagai tantangan berupa ancaman dalam bentuk risiko bahaya yang menjadikan wilayah Indonesia rawan bencana tinggi, khususnya terkait dengan fenomena alam yang sering menimbulkan kerugian berupa korban jiwa dan kerusakan berbagai infrastruktur bangunan yang berakibat terganggunya tatanan kehidupan bangsa dan masyarakat dari segi ekonomi, sosial, lingkungan, dan lain-lainnya.

Dari potensi berbagai bahaya tersebut, yang sering terjadi adalah potensi bahaya guncangan yang diakibatkan oleh gempa. Hal ini disebabkan posisi geografis wilayah Indonesia yang berada pada jalur Lingkaran Api Pasifik/kawasan sabuk cincin api pasifik (*Pacific ring of fire belt area*), artinya kawasan ini berbentuk tapal kuda berupa rangkaian gunung api sepanjang 40.000 km (25.000 mil) berjumlah 452 gunung berapi dan pergerakan aktif akibat pertemuan banyak lempeng tektonik seismik sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kawasan Cincin Api Pasifik atau Lingkaran Api Pasifik (*Ring of Fire*)

Pada kawasan ini, seringkali terjadi gempa yang mengakibatkan guncangan sehingga banyak menimbulkan kerugian jiwa dan kerusakan di permukaan bumi, baik yang disebabkan oleh letusan dua jalur gunung api besar, yaitu Sirkum Pasifik dan Sirkum Mediterania, di mana terdapat lebih dari 75% gunung berapi aktif di dunia maupun oleh gempa dengan kejadian sekitar 90% gempa di dunia dan 81% gempa terbesar di dunia terjadi di sepanjang kawasan cincin api ini. Pada kawasan ini terdapat pula pertemuan jalur lipatan akibat adanya pertemuan tiga lempeng tektonik besar antar benua, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Aktivitas tektonik di pertemuan lempeng yang aktif tersebut mengakibatkan pembentukan deretan gunung api sepanjang pulau Jawa-Bali-Nusa Tenggara, Sumatera, Sulawesi-Maluku, dan berakhir di Papua. Selain itu, pertemuan tiga lempeng besar tersebut dan sembilan lempeng kecil lainnya, membentuk jalur-jalur pertemuan lempeng yang kompleks sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.2. Berdasarkan Teori Pelat

Tektonik, lempeng-lempeng kerak bumi ini bergerak relatif satu terhadap yang lain. Dalam kasus di Indonesia, lempeng-lempeng ini bergerak saling bertumbukan yang mengakibatkan terkumpulnya energi potensial seiring dengan regangan dan tegangan yang terjadi. Ketika daerah pertemuan tersebut tidak lagi mampu menahan besarnya tegangan yang terakumulasi, terjadilah pelepasan energi yang diikuti oleh dislokasi bagian lempeng-lempeng tersebut. Fenomena ini mengakibatkan terjadinya getaran tanah atau guncangan permukaan tanah yang lazim disebut sebagai gempa tektonik. Berdasarkan uraian tersebut di atas, tidaklah mengherankan jika Indonesia merupakan daerah rawan gempa.



Gambar 1.2 Pertemuan lempeng tektonik di wilayah Indonesia

Berdasarkan buku *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017* yang telah diterbitkan oleh Pusat Studi Gempa Nasional (PuSGeN) - Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, kejadian gempa dengan magnitudo (M_w) $\geq 4,5$ yang tercatat di Indonesia sejak tahun 1907 sampai dengan 2016 berjumlah 51.855 sebagaimana tercantum pada e-

Katalog PuSGeN (PuSGeN) Tahun 2016. Katalog gempa PuSGeN mencakup gempa-gempa dengan magnitudo (M_w) $\geq 4,5$ yang diambil dari berbagai sumber yaitu (a) *International Seismological Center* (ISC), (b) *National Earthquake Information Center U.S. Geological Survey* (NEIC-USGS), (c) katalog gempa yang sudah direlokasi oleh Engdahl (Engdahl dkk., 1998), (d) katalog gempa Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Indonesia yang sudah direlokasi (Shiddiqi dkk., 2015; Nugraha dkk., 2017).

Beberapa gempa signifikan yang terjadi pada kurun waktu 20 tahun terakhir yang bersifat merusak dan mengakibatkan korban jiwa serta kerusakan berbagai infrastruktur diperlihatkan pada Tabel 1.1. Kerusakan infrastruktur merupakan penyebab utama korban jiwa pada kejadian gempa bumi sehingga penting untuk memperkuat ketangguhan infrastruktur.

Tabel 1.1 Kejadian gempa signifikan di wilayah Indonesia pada kurun waktu 20 tahun terakhir

No.	Lokasi	Tanggal	Kekuatan (M_w)	Korban Jiwa
1.	Pasaman Barat, Sumatera Barat	25 Februari 2022	6,1	25
2.	Majene, Sulawesi Barat	8 Juni 2022	5,9	17
3.	Mamuju-Majene, Sulawesi Barat	15 Januari 2021	6,2	105
4.	Maluku	26 September 2019	6,5	41
5.	Halmahera Selatan, Maluku Utara	14 Juli 2019	7,2	10
6.	Kabupaten Pandeglang, Banten	2 Agustus 2019	6,9	5
7.	Palu, Sulawesi	28 September 2018	7,4	2.045
8.	Lombok, Nusa Tenggara Barat	5 Agustus 2018	7,0	565
9.	Kabupaten Pidie Jaya Aceh, Sumatera	7 Desember 2016	6,5	104

No.	Lokasi	Tanggal	Kekuatan (Mw)	Korban Jiwa
10.	Aceh, Sumatera	2 Juli 2013	6,1	39
11.	Padang, Sumatera	30 September 2009	7,6	1.117
12.	Tasikmalaya, Jawa Barat	2 September 2009	7,3	81
13.	Manokwari, Papua	3 Januari 2009	7,6	4
14.	Bengkulu, Sumatera	12 September 2007	8,4	25
15.	Padang, Sumatera	6 Maret 2007	6,4	68
16.	Pangandaran, Jawa Barat	17 Juli 2006	6,8	668
17.	Jogjakarta, Jawa	27 Mei 2006	6,4	6.234
18.	Nias, Sumatera	28 Maret 2005	8,6	1.346
19.	Aceh, Sumatera	26 Desember 2004	9,2	283.106
20.	Bengkulu, Sumatera	4 Juni 2000	7,3	94

Serangkaian kejadian gempa yang disebutkan di atas yang terjadi di berbagai daerah di Indonesia telah menimbulkan permasalahan utama berupa banyak kerugian berupa korban jiwa dan kerusakan ribuan infrastruktur bernilai triliunan dan secara keseluruhan akan mengganggu kehidupan masyarakat pascagempa dalam waktu yang relatif lama dan terus terjadi keberulangan kejadian dalam setiap kurun waktu tertentu. Potensi tingkat kerawanan gempa yang sangat tinggi ini merupakan suatu fenomena alam yang tidak dapat dihindari atau tidak dapat dicegah yang tempat dan waktunya sangat sulit diprediksi secara akurat. Kejadian gempa bumi tersebut menunjukkan pula bahwa kerusakan yang ditimbulkan dapat berupa kerusakan tidak langsung pada tanah yang menyebabkan terjadinya likuifaksi, kelongsoran lereng, keretakan tanah, deformasi yang berlebihan, dan lain-lainnya. Di samping itu, terjadi pula kerusakan berat pada struktur secara langsung akibat adanya gaya inersia yang diterima bangunan atas selama guncangan terjadi. Kerusakan berat pada struktur ini dapat dihindari dengan melakukan suatu proses perencanaan infrastruktur tahan gempa

yang konsisten dengan mempertimbangkan suatu tingkat beban gempa rencana yang sesuai dengan parameter gerakan tanah yang relevan dengan situs di lokasi infrastruktur tersebut berada. Dengan demikian, pengurangan risiko bencana harus lebih fokus pada target utama guncangan gempa dalam pengukuran mitigasi bencana. Jadi, pengukuran mitigasi sangat penting dengan mengedepankan tindakan manajemen bencana dalam bentuk aksi **“pencegahan dan mitigasi”** sebelum bencana terjadi. Hal ini semua diperlukan dalam rangka mewujudkan **“bangsa yang tangguh dan budaya aman bencana”** dengan meningkatkan ketahanan bangsa dan masyarakat dalam menghadapi risiko bencana dan meminimalkan kerugian jiwa dan harta benda.

Berbagai upaya pengurangan risiko bencana telah dilakukan dengan melakukan penguatan infrastruktur tahan gempa dengan menerapkan berbagai kebijakan/ketentuan teknis, dalam bentuk norma, standar, prosedur, dan kriteria (NSPK). Ini semua bertujuan menciptakan keamanan dan keselamatan seluruh infrastruktur terhadap bahaya gempa dengan menerapkan persyaratan minimum untuk desain bangunan baru maupun bangunan eksisting, termasuk bangunan khusus untuk berbagai fasilitas penting, seperti rumah sakit, kantor pusat pemerintahan, institusi pendidikan, serta fasilitas lain yang dinilai penting dalam proses pemulihan pascabencana. Untuk itu, perencanaan infrastruktur tahan gempa perlu mengacu pada acuan/standar yang sudah tersedia dan berlaku saat ini, yaitu SNI 1726:2019 tentang “Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung” dan SNI 2833: 2016 tentang “Perencanaan jembatan terhadap gempa”. Penerapan kedua standar untuk pendekatan analisis yang lebih kompleks, khususnya terkait dengan penerapan analisis respons riwayat waktu masih menghadapi kendala dan masih sangat terbatas, walaupun ketentuan mengenai analisis respons

riwayat waktu sudah disebutkan di dalam SNI 1726:2019 dan SNI 2833:2016. Kebutuhan prosedur analisis respons riwayat waktu terkadang tidak dapat dihindari, terutama pada analisis kasus-kasus khusus seperti :

- a. Evaluasi dan rehabilitasi seismik bangunan eksisting (sumber: ASCE 41-17)
- b. Perencanaan bangunan gedung dengan sistem struktur nonpreskriptif (sumber: SNI 1726: 2019 & ASCE 7-16)
- c. Perencanaan struktur jembatan dan gedung yang sangat tidak beraturan (sumber: SNI 2833:2016 & SNI 1726: 2019)
- d. Analisis dan perencanaan struktur jembatan dan gedung yang terisolasi (sumber: AASHTO, SNI 1726: 2019 dan ASCE 41-17)
- e. Analisis dan perencanaan struktur jembatan dan gedung dengan peredam tambahan (sumber: AASHTO, SNI 1726: 2019 dan ASCE 41-17)

Untuk itu, perlu dilakukan penyiapan dan penyusunan standar normatif yang menyangkut analisis respons riwayat waktu yang memerlukan informasi lengkap mengenai rekaman gerak tanah permukaan berbagai wilayah tektonik di Indonesia, peta bahaya gempa sesuai level bahaya yang diharapkan, spektrum respons untuk komponen gerak tanah vertikal, peta deagregasi, dan lain-lainnya.

Saat ini, SNI 8899:2020 tentang “Tata cara pemilihan dan modifikasi gerak tanah permukaan untuk perancangan gedung tahan gempa” sudah tersedia dan memerlukan pengembangan lebih jauh lagi. SNI ini akan sangat dipengaruhi oleh karakteristik dinamik struktur bangunan yang dikaji dan memerlukan proses penyiapan peta deagregasi serta penentuan rentang periode struktur yang ditinjau (sesuai solusi sangat spesifik dan unik pada setiap struktur yang ditinjau). Sampai saat ini, karakteristik gerakan tanah yang kuat yang dihasilkan dari kondisi tanah yang berbeda dianggap

sebagai faktor dominan dalam mengembangkan gerakan tanah desain dan menghindari kerusakan yang diamati. Interpretasi dari rekaman gempa menunjukkan bahwa karakteristik dasar gerakan kuat sangat dipengaruhi kondisi seismologi dan geologi. Untuk kondisi tanah tertentu, karakteristik gerakan tanah yang kuat (percepatan tanah puncak, kecepatan tanah puncak, perpindahan tanah puncak, durasi, kandungan spektral, dan riwayat waktu) dapat bervariasi secara signifikan baik lokasi tersebut dekat atau jauh dari sumber seismik. Karena kondisi tanah lokal hanya mengubah gerakan tanah yang dihasilkan oleh sumber tertentu, variabilitas gerakan tanah karena kondisi seismologi dan geologi (untuk kondisi tanah tertentu) harus dipertimbangkan dalam memperkirakan gerakan tanah gempa untuk desain struktural atau untuk memperkirakan kerentanan struktural untuk menghindari kerusakan terkait gempa. Hal ini mendorong perlunya penyiapan dan penyusunan standar gerak tanah untuk dapat digunakan dalam analisis respons riwayat waktu untuk berbagai infrastruktur bangunan, yaitu gedung, jembatan, terowongan, bendungan, dan bangunan lepas pantai dengan menerapkan prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah sesuai dengan wilayah kegempaan tektonik Indonesia.

Perencanaan struktur bangunan tahan gempa didasarkan pada rekaman gerak tanah menjadi sangat penting untuk mencapai tujuan analisis respons riwayat waktu yang menggambarkan kinerja bangunan sebenarnya. Tentunya diperlukan suatu proses deagregasi terlebih dahulu untuk mendapatkan keterkaitan hasil analisis bahaya gempa dengan suatu pencatatan rekaman gerak tanah akibat gempa. Proses deagregasi ini diperlukan dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Analisis besaran bahaya beban gempa menggunakan konsep dasar *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA) yang merupakan

- akumulasi kejadian gempa dan gerak tanah permukaan yang mungkin dapat terjadi di masa datang,
- b. Penerapan metode PSHA sangat bermanfaat dikarenakan berbagai informasi tentang potensi sumber gempa dan keberulangan kejadian gempa telah diintegrasikan menjadi satu dan setiap informasi memiliki kesempatan relatif untuk berpartisipasi dalam analisis,
 - c. Sumber gempa dan *Ground Motion Prediction Equation (GMPE)* yang digunakan untuk analisis mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017,
 - d. PSHA belum memberikan informasi yang lengkap mengenai nilai pasangan magnitudo (M) dan nilai jarak (R) yang mewakili dari site ke sumber gempa yang ditinjau,
 - e. Peta deagregasi dapat memberikan gambaran nilai M & R untuk nilai target spektrum percepatan yang dihasilkan, sehingga nilai M & R yang mewakili tersebut bisa digunakan sebagai acuan untuk mencari rekaman gerak tanah yang sesuai untuk kondisi tertentu, dan
 - f. Peta deagregasi ini dapat digunakan sebagai informasi untuk pemilihan data gerak tanah yang sesuai dengan periode ulang dan periode getar struktur di lokasi yang ditinjau untuk seluruh wilayah Indonesia.

1.2 Maksud dan Tujuan

Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia untuk Perencanaan dan Evaluasi Infrastruktur Tahan Gempa disusun untuk menentukan besaran kontribusi bahaya gempa terbesar dari suatu site ke sumber gempa yang mempertimbangkan nilai magnitudo (M) dan jarak (R) berdasarkan pada hasil total probabilitas pada lokasi yang ditinjau untuk periode ulang gempa dan periode fundamental struktur tertentu dengan mencari hubungan antara magnitudo, jarak, dan kontribusi kejadian per tahun.

Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia untuk Perencanaan dan Evaluasi Infrastruktur Tahan Gempa dapat dimanfaatkan untuk perencanaan infrastruktur tahan gempa yang mengatur suatu perhitungan menggunakan analisis riwayat waktu respons linier (*Linear Response History Analysis*, LRHA) atau analisis riwayat waktu non-linier (*Non-Linear Response History Analysis*, NLRHA).

PUSGEN
Pusat Studi Gempa Nasional

BAB II

KRITERIA UMUM PEMILIHAN DAN MODIFIKASI GERAK TANAH

2.1 Kerangka Pemilihan dan Modifikasi Gerak Tanah

Salah satu kemajuan signifikan dalam pendekatan perancangan seismik berbagai jenis infrastruktur adalah berkembangnya tren penggunaan analisis riwayat waktu yang membutuhkan gerak tanah untuk input analisis. Prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah untuk input analisis riwayat waktu untuk berbagai jenis infrastruktur diatur dalam berbagai standar SNI.

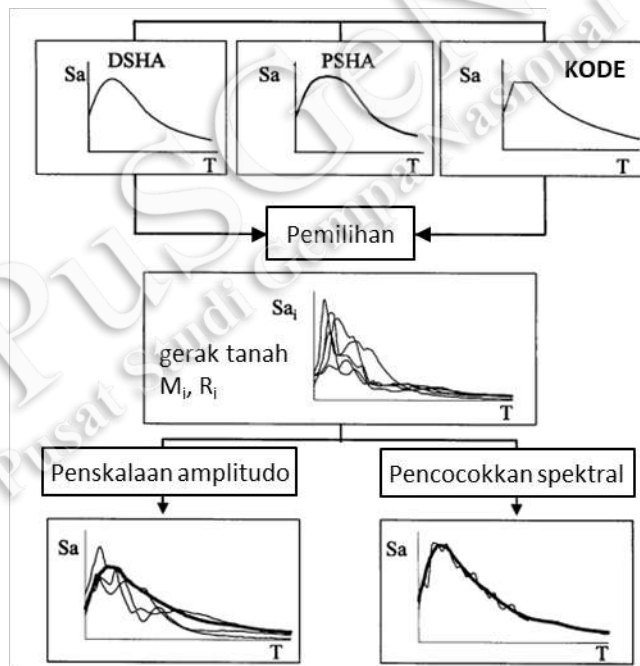
Secara prinsip, proses pemilihan, parameter pemilihan yang relevan, dan teknik modifikasi yang diterapkan memiliki keseragaman antara satu jenis infrastruktur dan lainnya. Selama lebih dari tiga dekade, berbagai penelitian di bidang gerak tanah telah menghasilkan pemahaman yang semakin mendalam tentang karakteristik gerak tanah yang berkorelasi dengan respons struktur yang tentunya ditunjang dengan kemajuan proses pengumpulan data gempa aktual yang dapat mewakili beragam kondisi tektonik yang ada di dunia. Kumpulan data dan kompilasi penelitian tersebut menjadi dasar penyusunan dokumen referensi ASCE 7-16 yang memberikan uraian prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah terkini secara komprehensif.

Secara garis besar, prosedur tersebut terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu (1) pembuatan spektrum target, dilanjutkan dengan (2) pemilihan gerak tanah, dan (3) modifikasi gerak tanah (Gambar 2.1 dan Gambar 2.2).

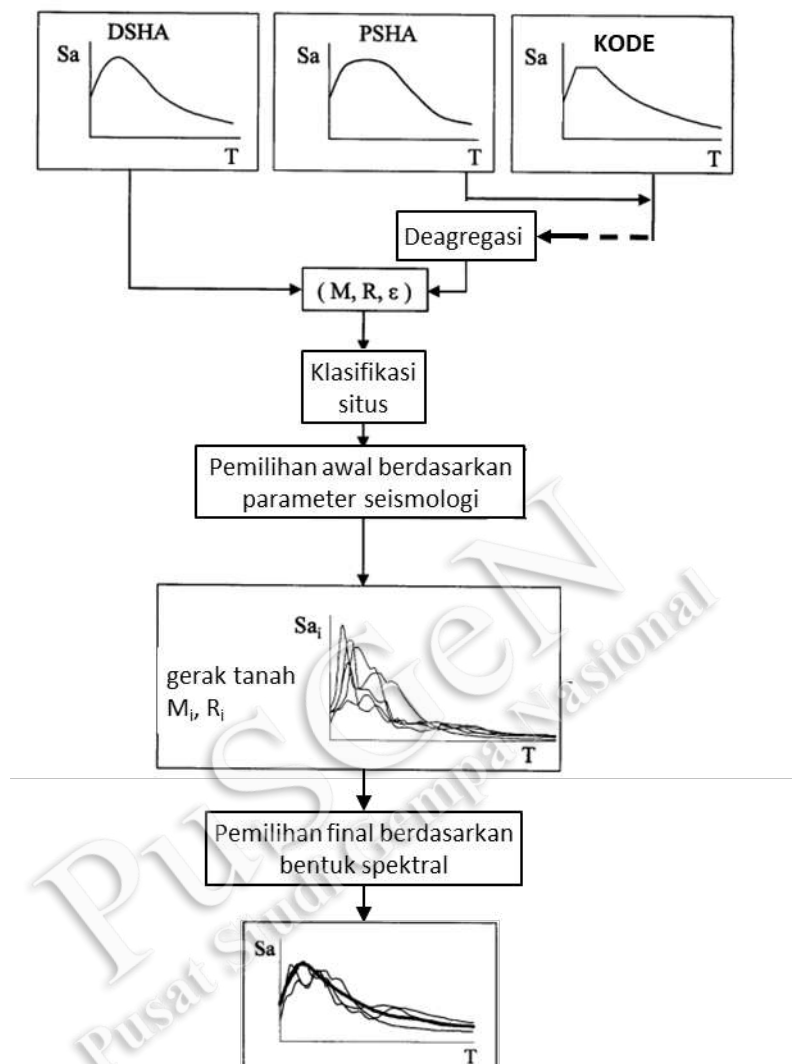
Pemilihan tahap awal dilakukan untuk menyaring kandidat gerak tanah yang memiliki (1) kondisi tektonik dan mekanisme sumber, (2)

magnitudo dan jarak terhadap sumber gempa, (3) kondisi tanah pada situs, (4) karakteristik pulse, dan (5) *useable frequency / period* sesudah koreksi, yang dapat merepresentasikan kegempaan serta kondisi perancangan yang ditinjau secara cukup memadai (ASCE 7-16 *commentary*). Selanjutnya untuk memfinalisasi pemilihan gerak tanah, parameter gerak tanah yang digunakan sebagai basis pemilihan utama adalah bentuk spektral pada rentang periode getar yang ditinjau. (ASCE 7-16 *commentary*).

Untuk memberikan gambaran pentingnya penggunaan parameter seismologi dan geoteknik sebagai basis pemilihan gerak tanah, secara khusus beberapa parameter tersebut akan dibahas pada uraian selanjutnya.



Gambar 2.1 Garis besar prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah (dimodifikasi dari Bommer dan Acevedo, 2004)



Gambar 2.2 Kerangka proses pemilihan gerak tanah (dari modifikasi Bommer dan Acevedo, 2004)

2.2 Parameter Pemilihan Gerak Tanah

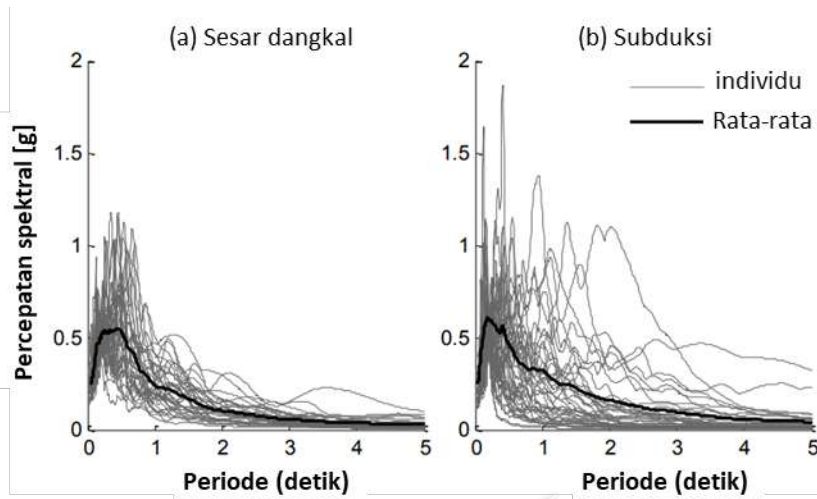
2.2.1 Mekanisme Sumber

Rekaman gerak tanah yang berasal dari zona tektonik yang berbeda, contohnya subduksi interface, subduksi intraslab, dan sesar dangkal, memiliki bentuk spektral dan durasi yang sangat berbeda (ASCE 7-16

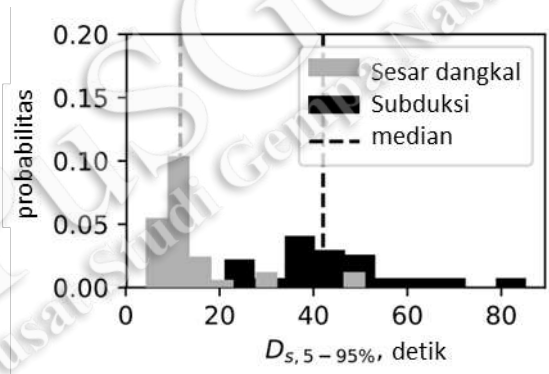
commentary). Salah satu contoh dampak jenis mekanisme sumber terhadap perancangan gedung dapat dilihat pada sebuah penelitian yang mempelajari pengaruh gempa dari zona subduksi untuk Kota Seattle terhadap kinerja gedung *corewall* beton bertulang. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa gempa dari zona subduksi memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan gempa sesar dangkal dan memiliki pengaruh signifikan terhadap evaluasi kinerja struktur gedung (Marafi, 2018). Beberapa faktor berpengaruh dari gerak tanah gempa subduksi (Gambar 2.3 dan Gambar 2.4) adalah energi besar yang terasosiasi dengan periode getar tinggi dan durasi gerak tanah yang lebih lama dibandingkan gerak tanah dari sumber gempa sesar dangkal (Raghunandan, 2013).

Kondisi ini juga tercermin dalam GMPE yang terasosiasi dengan tiap-tiap mekanisme sumber zona tektonik dengan format persamaan yang berbeda satu sama lain. Oleh karena itu, prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah sesuai ASCE 7-16 mensyaratkan penggunaan data gerak tanah dari zona tektonik yang secara konsisten dapat merepresentasikan karakteristik kegempaan situs.

Identifikasi jenis mekanisme sumber dapat ditentukan menggunakan hasil kajian geologi yang sudah tersedia dalam peta sumber gempa yang juga digunakan sebagai input dalam melakukan PSHA (Irsyam dkk., 2017).



Gambar 2.3 Perbandingan spektrum respons gerak tanah sesar dangkal versus subduksi (dimodifikasi dari Raghunandan, 2013)



Gambar 2.4 Perbandingan durasi signifikan antara gerak tanah sesar dangkal versus subduksi (dimodifikasi dari Marafi, 2018)

2.2.2. Magnitudo dan Jarak terhadap Sumber Gempa

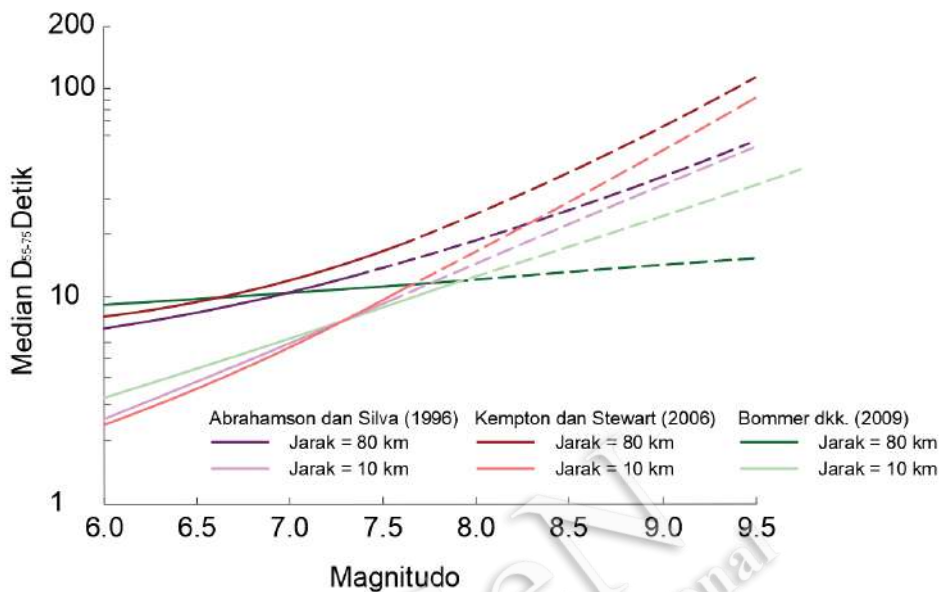
Penelitian menunjukkan bahwa magnitudo gempa memiliki hubungan korelasi dengan durasi gerak tanah (Gambar 2.5) yang memiliki pengaruh besar terhadap hasil kajian risiko keruntuhan struktur menggunakan NLRHA. Selain itu, magnitudo juga berhubungan dengan bentuk spektral. Namun, mengingat prosedur pemilihan dan modifikasi

gerak tanah sesuai ASCE 7-16 sudah mensyaratkan pertimbangan bentuk spektral secara eksplisit, hubungan bentuk spektral terhadap magnitudo tidak perlu dipertimbangkan secara khusus dalam pemilihan.

Dengan demikian, parameter magnitudo dalam konteks adanya korelasi dengan durasi gerak tanah merupakan parameter yang perlu diperhatikan dalam pemilihan gerak tanah. Pemilihan gerak tanah berbasis magnitudo dapat dilakukan menggunakan rentang yang wajar, sehingga dapat merepresentasikan durasi gerak tanah yang sesuai (Tabel 2.1).

Parameter jarak tidak perlu dijadikan prioritas utama dalam pemilihan gerak tanah. Penelitian menunjukkan bahwa variasi parameter jarak tidak memiliki pengaruh terhadap tinjauan risiko keruntuhan struktur. Oleh karena itu, pemilihan berbasis parameter jarak dapat dilakukan dengan rentang yang cukup longgar dalam rangka mendapatkan jumlah gerak tanah yang memadai.

Informasi magnitudo gempa dan jarak yang dominan dapat ditentukan menggunakan hasil analisis deagregasi bahaya pada situs yang ditinjau.



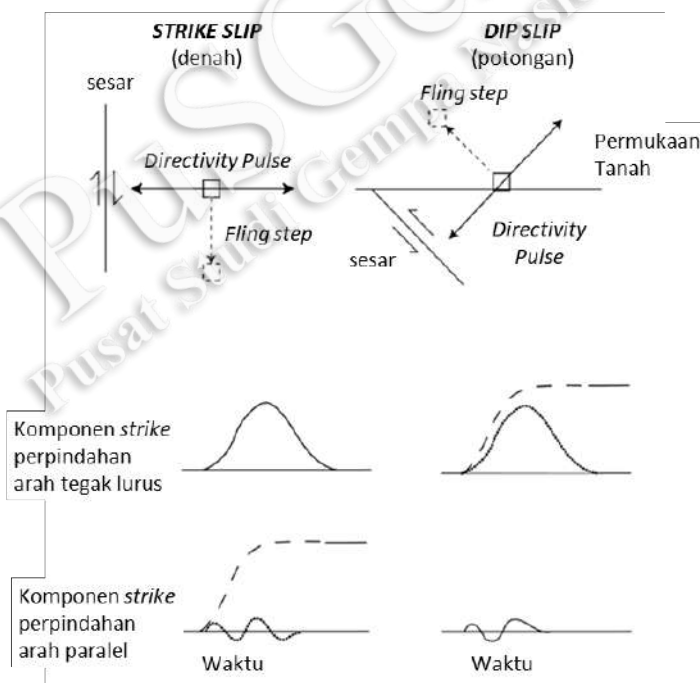
Gambar 2.5 Prediksi nilai durasi signifikan terhadap magnitudo (dimodifikasi dari Chandramohan dkk., 2016)

Tabel 2.1 Contoh penerapan rentang dalam kriteria pemilihan gerak tanah sesuai prosedur ASCE 7-16 pemilihan dan modifikasi gerak tanah (dimodifikasi dari Zimmerman dkk., 2017)

Parameter Pemilihan	Contoh		
	R+C	MKA	SGH
Magnitudo Gempa (M_w)			
Target berdasarkan deagregasi	6.7 - 7.3	6.6 - 9.1	7.2 - 8.0
Rentang untuk gerak tanah terpilih	6.4 - 7.6	6.5 - 9.0	6.7 - 7.6
Jarak sumber ke-situs (km)			
Target berdasarkan deagregasi	2 - 5	5 - 130	12 - 20
Rentang untuk gerak tanah terpilih	0 - 10	0 - 130	8 - 80
V_{s30} (m/detik)			
Target	500	564	1100
Rentang untuk gerak tanah terpilih	200 - 700	190 - 600	370 - 1300
Rentang periode pencocokan (detik)	0.2 - 3.36	0.36 - 10.0	0.4 - 2.92
<i>Max. useable frequency (Hz)</i>	0.3	0.1	0.34

2.2.3. Karakteristik Pulse

Situs dekat patahan cenderung mengalami guncangan gerak tanah dengan karakteristik pulse / *pulse-type motion* (Gambar 2.6). Oleh karena itu, pemilihan gerak tanah untuk situs dekat patahan harus menyertakan *pulse-type motion* dengan jumlah proporsional dengan probabilitas terjadinya gerak tanah jenis pulse. Salah satu ciri *pulse-type motion* adalah terjadinya amplifikasi respons spektral pada satu periode getar tertentu. Periode getar yang memiliki nilai rasio terbesar antara spektral kecepatan terhadap nilai median dari GMPE, disebut sebagai *pulse period*. Dengan demikian, *pulse-type motion* yang dipilih juga perlu memiliki kompatibilitas *pulse-period* dengan periode getar signifikan dari struktur bangunan yang ditinjau.



Gambar 2.6 Ilustrasi skematik gerak tanah dengan karakteristik pulse (dimodifikasi dari Sommerville, 2015).

2.2.4. Klasifikasi Situs

Kondisi tanah pada situs yang ditinjau dapat berpengaruh besar terhadap bentuk spektral dari gerak tanah. Namun, mengingat bentuk spektral sudah dipertimbangkan secara eksplisit dalam prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah sesuai ASCE 7-16, kriteria pemilihan yang wajar dan tidak terlalu membatasi dapat diterapkan saat mempertimbangkan parameter klasifikasi situs sehingga masih dapat menghasilkan jumlah kandidat gerak tanah yang memadai.

Prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah sesuai ASCE 7-16 menunjukkan penerapan kriteria pemilihan dengan menjaga agar rekaman gerak tanah dengan kondisi tanah lebih dari satu klasemen di luar klasifikasi situs lokasi yang ditinjau, tidak diikutsertakan dalam rangkaian gerak tanah yang dipakai. Sebagai contoh, untuk lokasi yang memiliki klasifikasi situs SC, hanya rekaman gerak tanah dari klasifikasi situs SB, SC, dan SD yang dapat disertakan dalam rangkaian gerak tanah (Zimmerman dkk, 2017).

2.2.5. Useable Frequency

Dalam aplikasi enjineri, input analisis riwayat waktu harus menggunakan akselerogram terkoreksi. Akselerogram terkoreksi memiliki rentang *useable frequency* yang bergantung pada penerapan koreksi menggunakan teknik filtering. Dengan demikian, *useable frequency* merupakan parameter pemilihan penting dan dalam pemilihan perlu dipastikan bahwa *useable frequency* rekaman terkoreksi pascapenyaringan, sehingga dapat mencakup rentang periode getar yang berpengaruh besar terhadap respons struktur.

2.2.6. Bentuk Spektral

Bentuk spektral merupakan karakteristik gerak tanah yang berkorelasi erat dengan respons struktur yang tentunya berpengaruh terhadap tinjauan

probabilitas keruntuhan struktur. Sebagaimana tercermin dalam persyaratan utama pemilihan gerak tanah, bentuk spektral menjadi pertimbangan utama dalam prosedur pemilihan.

Magnitudo gempa dan kondisi tanah memiliki pengaruh terhadap bentuk spektral. Namun, mengingat bentuk spektral sudah dipertimbangkan secara eksplisit dalam proses pemilihan, kriteria pemilihan mempertimbangkan magnitudo dan kondisi tanah dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan untuk mendapatkan jumlah gerak tanah dengan kompatibilitas bentuk spektral yang memadai.

2.3 Signifikansi Analisis Deagregasi dalam Pemilihan Gerak tanah

Berdasarkan uraian sebelumnya, berbagai parameter pemilihan dan modifikasi gerak tanah dapat ditentukan secara langsung kecuali parameter Magnitudo dan Jarak terhadap sumber gempa. Kedua parameter tersebut perlu ditentukan menggunakan perpanjangan analisis PSHA, yaitu deagregasi (Gambar 2.2). Informasi Magnitudo, dan Jarak hanya dapat diperoleh melalui analisis deagregasi sehingga informasi deagregasi menjadi sangat krusial dan berperan fundamental dalam proses pemilihan gerak tanah.

Hasil deagregasi berupa pasangan M dan R dipengaruhi beberapa parameter, yaitu (1) mekanisme sumber, (2) level bahaya, (3) periode getar struktur, dan (4) kelas situs. Setiap jenis mekanisme sumber gempa memiliki GMPE tersendiri dan unik.

Untuk mempertimbangkan variasi intensitas gerak tanah untuk berbagai mekanisme sumber gempa, penyusunan GMPE selalu dikelompokkan berdasarkan jenis mekanisme sumber. Khusus untuk GMPE intensitas gerak tanah berupa respons percepatan spektral, periode getar struktur dan kelas situs juga merupakan variabel penting dalam

GMPE. Nilai respons percepatan spektral dari hasil PSHA juga selalu terasosiasi dengan suatu target level bahaya tertentu sehingga analisis deagregasi akan membutuhkan input berupa target level bahaya yang ditinjau. Metodologi lengkap beserta prosedur rinci analisis deagregasi disajikan dalam bab 3 dan 4.

2.4 Penentuan Parameter Input untuk Analisis Deagregasi

Serupa dengan penyajian informasi percepatan spektral di wilayah Indonesia berupa peta pada SNI 1726: 2019, informasi deagregasi wilayah Indonesia juga dapat disajikan menggunakan format peta. Menyajikan informasi deagregasi untuk seluruh wilayah Indonesia dengan mempertimbangkan beragam variasi semua parameter yang berpengaruh merupakan tantangan besar, akan membutuhkan waktu terlalu banyak, dan tidak praktis. Oleh karena itu, perlu dilakukan perampingan penyajian data yang secara strategis masih dapat memberi manfaat bagi para praktisi di Indonesia dalam menjalankan prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah. Hal ini dapat dicapai dengan memfokuskan analisis deagregasi pada kombinasi parameter yang memiliki relevansi tinggi untuk kebutuhan desain seismik berbagai infrastruktur di Indonesia.

2.4.1. Mekanisme Sumber

Tiap-tiap mekanisme sumber memiliki persamaan GMPE yang berbeda satu sama lain. Tentunya jenis mekanisme sumber yang digunakan dalam PSHA akan memiliki kontribusi terhadap sensitivitas hasil deagregasi. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, mekanisme sumber juga merupakan salah satu parameter utama dalam pemilihan dan modifikasi gerak tanah. Oleh karena itu, peta deagregasi M dan R disajikan untuk empat kondisi mekanisme sumber yang berkontribusi terhadap kegempaan di Indonesia, yaitu (1) subduksi *interface* (*Megathrust*), (2) subduksi

intraslab (Benioff), (3) sesar dangkal, dan (4) gabungan seluruh mekanisme sumber.

2.4.2. Level Bahaya

Nilai percepatan spektral untuk suatu level bahaya gempa tertentu ditentukan melalui kurva bahaya yang dikembangkan menggunakan teorema probabilitas total dan merupakan komponen utama dari PSHA. Oleh karena itu, level bahaya gempa, yang dapat dinyatakan dalam bentuk periode ulang gempa, tentunya memiliki pengaruh terhadap hasil deagregasi M dan R .

Tiap-tiap standar normatif desain seismik untuk berbagai jenis infrastruktur mencantumkan syarat target kinerja keruntuhan tertentu yang ditentukan dengan tujuan menjaga keselamatan jiwa dan melindungi sarana dan prasarana bangunan, dengan cara menjaga probabilitas keruntuhan dalam suatu batas risiko yang dapat diterima. Level bahaya tersebut ditentukan melalui proses konsensus mempertimbangkan tingkat kepentingan infrastruktur yang ditinjau serta dampaknya terhadap keselamatan masyarakat. Sebagai contoh, pada perancangan seismik struktur bendungan digunakan beberapa kelas risiko yang menggunakan gempa dengan periode ulang 1000 tahun untuk kelas risiko I, 3000 tahun untuk kelas risiko II, 5000 tahun untuk kelas risiko III, dan 10000 tahun untuk kelas risiko IV.

Selain itu, sejumlah standar desain seismik yang menerapkan pendekatan berbasis kinerja, umumnya mensyaratkan evaluasi seismik pada lebih dari satu level bahaya dengan sasaran tingkat performa yang berbeda. Sebagai contoh standar normatif untuk evaluasi dan retrofit seismik bangunan eksisting, ASCE 41-17, secara minimum mensyaratkan evaluasi pada periode ulang gempa 1000 tahun dengan sasaran tingkat performa

Collapse Prevention (CP) dan 250 tahun dengan sasaran tingkat performa *Life Safety (LS)* untuk bangunan dengan kategori risiko I dan II. Konsep serupa juga diterapkan untuk evaluasi struktur jembatan; disyaratkan dua level bahaya untuk kebutuhan evaluasi, yaitu gempa dengan periode ulang 100 tahun dan 1000 tahun.

Dalam rangka memfasilitasi kebutuhan desain seismik berbagai jenis infrastruktur di Indonesia secara komprehensif, peta deagregasi dibuat untuk 6 tingkatan level bahaya, yaitu gempa dengan periode ulang: (1) 100 tahun, (2) 250 tahun, (3) 1000 tahun, (4) 2500 tahun, (5) 5000 tahun, dan (6) 10000 tahun.

2.4.3. Parameter Intensitas Gerak tanah

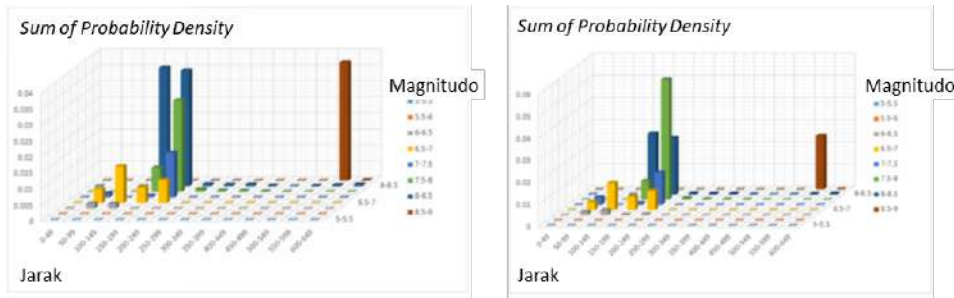
Respons suatu jenis infrastruktur terhadap guncangan gempa berhubungan langsung dengan karakteristik dinamik / periode getar struktur yang ditinjau. Prinsip resonansi menunjukkan bahwa jenis intensitas gerak tanah tertentu, seperti percepatan puncak tanah atau respons percepatan spektral pada periode getar struktur tertentu, yang digunakan sebagai basis perancangan seismik, harus ditentukan dengan mempertimbangkan karakteristik dinamik infrastruktur yang ditinjau. Intensitas gerak tanah berupa percepatan puncak tanah (PGA) lebih tepat digunakan untuk kebutuhan desain seismik infrastruktur sangat kaku. Sementara intensitas gerak tanah berupa respons percepatan spektral lebih tepat digunakan dalam desain infrastruktur fleksibel seperti jembatan dan gedung bertingkat.

Dalam PSHA, nilai respons percepatan spectral ditentukan menggunakan GMPE dengan satu set koefisien unik yang terasosiasi pada satu periode getar tertentu. Sejumlah GMPE yang saat ini digunakan untuk menyusun peta gempa respons percepatan spektral wilayah Indonesia, hanya berlaku untuk batas ambang atas nilai periode getar 3-detik. Oleh

karena itu, secara teoritis, validitas hasil PSHA dan juga deagregasi M dan R menggunakan sejumlah GMPE tersebut, dibatasi pada periode getar 3-detik.

Berdasarkan pengamatan hasil deagregasi di Indonesia, nilai M dan R untuk periode getar 0,2-detik cukup berbeda dibandingkan dengan hasil untuk periode getar 1 detik. Namun, hasil untuk period getar 1 detik tidak terlalu berbeda dengan periode getar 3-detik. Oleh karena itu, peta deagregasi akan disajikan untuk periode getar 0.2 dan 3-detik.

Sebagai catatan, berdasarkan pengamatan hasil deagregasi di Indonesia menggunakan GMPE yang memiliki cakupan periode getar lebih besar dari 3-detik, deagregasi nilai M dan R untuk periode getar lebih besar dari 1-detik, sudah tidak terlalu sensitif terhadap variasi nilai periode getar (Gambar 2.7). Oleh karena itu, secara strategis periode getar 3-detik dinilai dapat mewakili struktur dengan periode getar menengah dan periode getar panjang, seperti jembatan dan gedung tinggi. Namun, sebagai catatan, dapat juga diamati bahwa proporsi kontribusi terhadap bahaya untuk setiap mekanisme sumber dapat dipengaruhi oleh periode getar. Hal ini dapat memengaruhi proporsi mekanisme sumber yang digunakan dalam pemilihan gerak tanah.



Gambar 2.7 Hasil analisis deagregasi wilayah Jakarta (2500 tahun) pada periode $T = 2$ -detik (kiri) dan $T = 5$ -detik (kanan) (dimodifikasi dari SNI 8899: 2020)

Dalam rangka mencakup kebutuhan desain seismik berbagai jenis infrastruktur di Indonesia, peta deagregasi dibuat untuk 3 nilai intensitas gerak tanah yaitu: (1) percepatan puncak tanah (PGA), (2) respons percepatan spektral pada periode getar 0,2-detik (S_a 0,2-detik), dan (3) respons percepatan spektral pada periode getar 3-detik (S_a 3-detik).

PUSGeN
Pusat Studi Gempa Nasional

BAB III

METODOLOGI DAN SUMBER GEMPA

Buku *Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia untuk Perencanaan Infrastruktur Tahan Gempa* ini merupakan kelanjutan dari Buku *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia* (ISBN 978-602-5489-01-3) yang diterbitkan pada 2017. Pengembangan dilakukan dengan tujuan untuk melakukan analisis lanjutan berupa analisis deagregasi untuk menentukan magnitudo dan jarak dari gempa yang mewakili suatu lokasi berdasarkan pendekatan teorema probabilitas total.

3.1 Metodologi

Analisis deagregasi merupakan analisis untuk menentukan parameter gempa yang mewakili suatu lokasi berdasarkan level bahaya gempa yang terjadi pada daerah tersebut. Bahaya gempa yang dipertimbangkan merupakan bahaya gempa gabungan dari berbagai sumber gempa yang ada di sekitar lokasi tinjauan. Oleh karena itu, dibutuhkan analisis pendahulu berupa analisis bahaya kegempaan secara probabilistik (*probabilistic seismic hazard analysis*) untuk menentukan target level bahaya gempa pada lokasi. Metodologi dan proses analisis deagregasi meliputi:

a. Identifikasi dan karakterisasi sumber gempa

Identifikasi dilakukan untuk seluruh sumber-sumber gempa pada wilayah Indonesia, baik sumber gempa subduksi, sesar, maupun *shallow background*. Karakterisasi sumber gempa berupa kuantifikasi parameter-parameter sumber gempa untuk pembuatan model sumber gempa. Tahapan ini juga meliputi pengumpulan dan pengolahan data kejadian gempa yang terekam di seluruh wilayah Indonesia untuk gempa-gempa *shallow background* dan *Benioff*.

b. Pembuatan model sumber gempa

Pembuatan model sumber gempa dilakukan berdasarkan data-data informasi kondisi tektonik, geologi, dan kejadian gempa yang terekam di seluruh wilayah Indonesia untuk keperluan analisis bahaya kegempaan

c. Penentuan *Ground Motion Prediction Equation* (GMPE)

Penentuan GMPE yang sesuai untuk wilayah Indonesia berdasarkan kondisi seismotektoniknya. GMPE yang dipilih termasuk *Next Generation Attenuation* (NGA), yaitu fungsi atenuasi yang disusun berdasarkan data-data gempa global (*worldwide data*)

d. Pengembangan skema logika pembobotan (*logic tree*)

Pengembangan skema logika pembobotan dilakukan untuk mengakomodasi adanya ketidakpastian, baik *epistemic uncertainties* maupun *aleatory uncertainties* dalam pengelolaan data untuk analisis bahaya kegempaan. Dengan adanya *logic tree* ini, parameter sumber gempa serta model atenuasi yang digunakan dapat diberikan pembobotan sesuai dengan ketidakpastiannya.

e. Penentuan parameter analisis bahaya kegempaan

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan parameter-parameter analisis bahaya kegempaan untuk keperluan analisis dengan bantuan perangkat lunak

f. *Probabilistic seismic hazard analysis*

Analisis bahaya kegempaan dilakukan menggunakan program USGS PSHA dengan pendekatan probabilistik untuk periode ulang gempa 100, 250, 1000, 2500, 5000, dan 10000 tahun dengan periode getar struktur PGA, 0,2-detik, dan 3-detik.

g. Validasi hasil PSHA

Validasi hasil PSHA dilakukan terhadap hasil peta bahaya gempa pada Buku Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia. Validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa model dan data-data sumber gempa yang digunakan sudah sesuai, terlepas dari adanya pembaharuan fungsi atenuasi yang digunakan. Tahapan ini merupakan tahapan yang sangat vital karena nantinya hasil PSHA akan digunakan sebagai target analisis deagregasi.

h. Penentuan parameter analisis deagregasi

Pada tahapan ini, dilakukan pembuatan parameter-parameter analisis deagregasi berdasarkan hasil PSHA untuk kondisi *All Sources*, yaitu bahaya gempa yang digunakan sudah merepresentasikan kontribusi seluruh sumber gempa yang memengaruhi lokasi tinjauan.

i. Analisis deagregasi

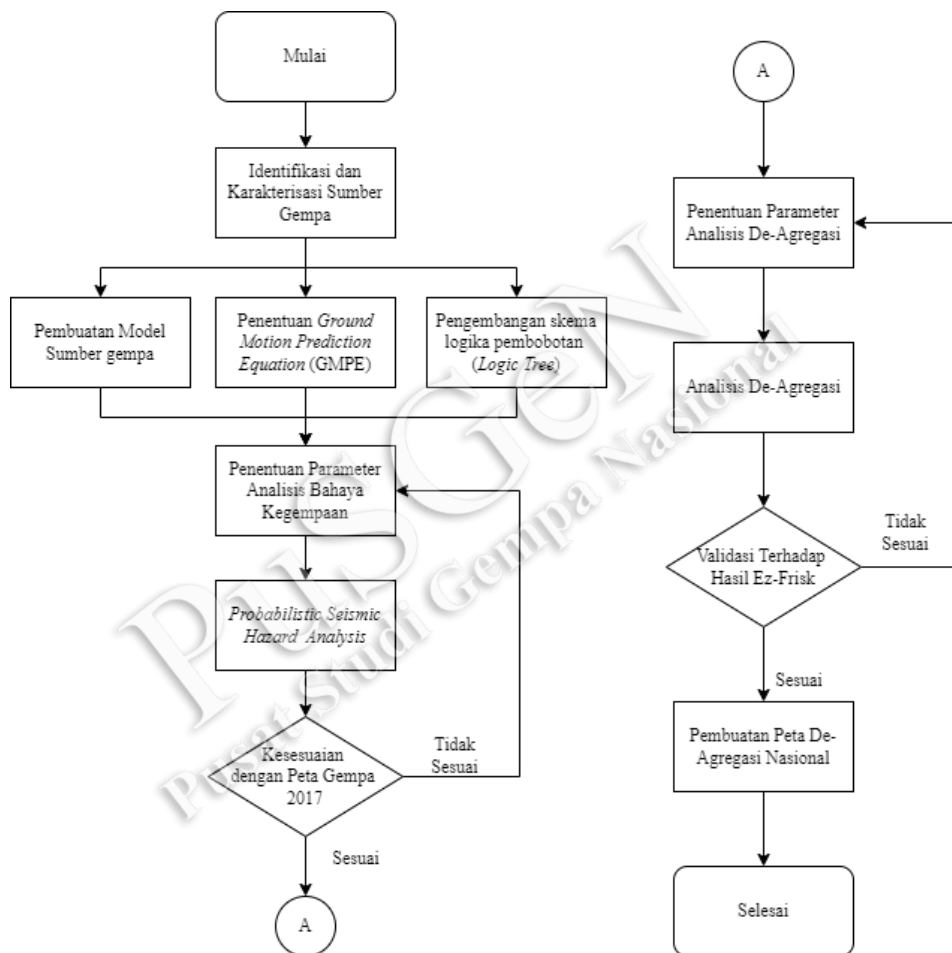
Analisis deagregasi dilakukan untuk tiap-tiap sumber gempa, yaitu *Megathrust*, *Benioff*, sesar dangkal (*Shallow Crustal*), *Shallow Background*, dan gabungan (*All Sources*) dengan bantuan perangkat lunak USGS deagregasi untuk periode ulang gempa 100, 250, 1000, 2500, 5000, dan 10000 tahun dengan periode getar struktur PGA, 0,2-detik, dan 3-detik.

j. Validasi hasil deagregasi

Validasi hasil deagregasi dilakukan dengan membandingkan hasil yang didapat dengan hasil dari software EZ-FRISKTM untuk beberapa titik lokasi tinjauan. Pada tahapan validasi ini hasil dari kedua *software* seharusnya tidak berbeda jauh karena digunakan sumber dan parameter yang serupa.

k. Pembuatan peta deagregasi nasional

Pembuatan peta deagregasi nasional dilakukan setelah validasi hasil menunjukkan kesesuaian antara kedua *software*, peta yang dihasilkan berupa peta *mean-sources magnitude*, dan *mean-sources distance*.



Gambar 3.1 Diagram alir metodologi

3.2 Perangkat Lunak untuk PSHA dan Deagregasi

Pada subbab ini dibahas mengenai perangkat lunak yang digunakan dalam analisis bahaya gempa maupun analisis de-agregasi. Pemilihan

perangkat lunak dilakukan dengan pertimbangan kemudahan untuk analisis dalam skala Indonesia.

3.2.1 Perangkat Lunak USGS

Perangkat lunak USGS untuk PSHA adalah perangkat lunak untuk menghitung bahaya gempa gempa dengan metode probabilitas (*total probability theory*). Perangkat lunak ini bersifat *open source* dengan bahasa FORTRAN. Piranti ini merupakan hasil kerja sama antara ITB dan USGS pada tahun 2007. Perangkat lunak PSHA-USGS merupakan program yang menggunakan model sumber gempa dengan teknik 3D dan telah digunakan dalam pembuatan peta bahaya gempa Amerika Serikat yang hasilnya dapat dilihat pada IBC-2009 dan Peta Gempa Indonesia 2010. Kelebihan dari perangkat lunak ini adalah lebih cepat dan akurat dalam menyelesaikan perhitungan data dalam jumlah yang besar serta penghitungan algoritma numerik.

Program ini dapat dijalankan pada sistem operasi Windows dan Linux walaupun kekurangannya terletak pada tampilan (*interface*) yang berupa *command prompt*. Perangkat lunak PSHA-USGS merupakan rangkaian sub-sub program yang terdiri atas enam bagian, yaitu *Fltrate*, *HazFXnga7c*, *HazSUBXnga*, *AgridMLsm*, *HazgridXnga2*, dan *HazallXL*. Input parameter yang digunakan untuk analisis dikelompokkan dalam bentuk model sumber gempa yang terdiri atas tiga model yaitu, model sumber gempa sesar, subduksi, dan *background*.

Dalam studi ini, fungsi atenuasi/GMPE sudah menggunakan *next generation attenuation* (NGA) dan NGA WEST-2 dengan mengambil data gempa global (*world wide data*). Untuk analisis bahaya gempa model sumber gempa sesar (*Shallow Crustal fault sources*) digunakan sub program *Fltrate* dan *hazFXnga7c*, sumber gempa subduksi menggunakan

sub program *hazSUBXnga*, dan sumber gempa background digunakan sub program *AgridMLsm* dan *hazgridXnga2*. Sub program *hazallXL* akan digunakan untuk menghitung probabilitas total dari gabungan ketiga model sumber di atas.

Selanjutnya dengan menggunakan program *deaggGRID.Indonesia*, proses deagregasi sumber gempa background dilaksanakan. Untuk deagregasi sumber gempa fault, subduksi dan gabungan menggunakan program *deaggFLTH.IndonesiaR0*, *deaggSUBD.calif* dan *sum_haz_indoR1*. Untuk saat ini, program deagregasi tersebut masih menggunakan GMPE yang dipergunakan dalam pembuatan peta bahaya gempa Indonesia 2017.

3.2.2 Perangkat Lunak EZ-FRISK™

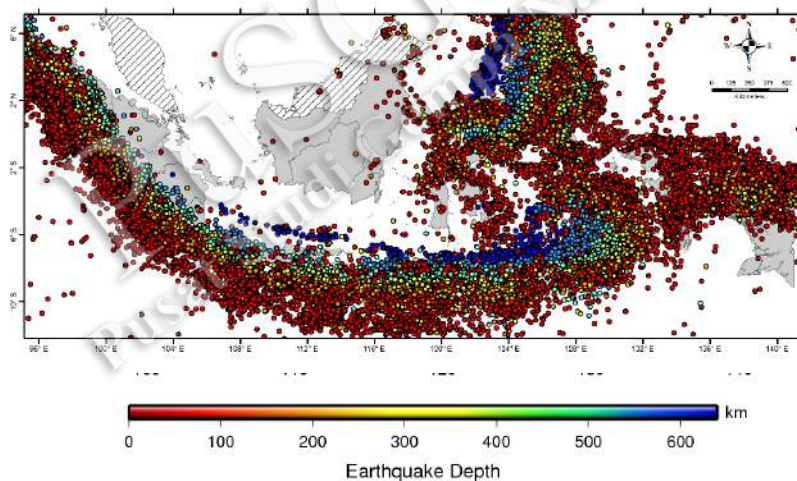
EZ-FRISK™ adalah piranti lunak berbayar yang berisi tiga kemampuan utama, yaitu Analisis Bahaya Seismik, Pencocokan Spektral, dan Analisis Respons Situs. Kemampuan piranti ini memungkinkan penyelesaian masalah bahaya seismik dengan spesifikasi input langsung menggunakan antarmuka pengguna grafis. EZ-FRISK™ dirancang untuk digunakan pengguna yang memiliki preferensi pengolahan data dalam mode tampak grafis. Kelebihan piranti ini adalah sisi tampilan visual, tidak adanya kegiatan menjalankan program baris perintah dan tidak adanya proses menghasilkan grafik dari hasil yang dihitung. Dalam studi ini, EZ-FRISK™ dipergunakan dalam proses validasi hasil deagregasi pada beberapa kota yang diolah menggunakan sub program deagregasi keluaran USGS.

3.3 Sumber Gempa Indonesia

Buku *Peta Deagregasi Bahaya Gempa Indonesia untuk Perencanaan Infrastruktur Tahan Gempa* merupakan kelanjutan dari Buku *Peta Sumber*

dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017, pada buku ini sumber gempa yang digunakan telah disesuaikan dengan sumber gempa pada Buku *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*.

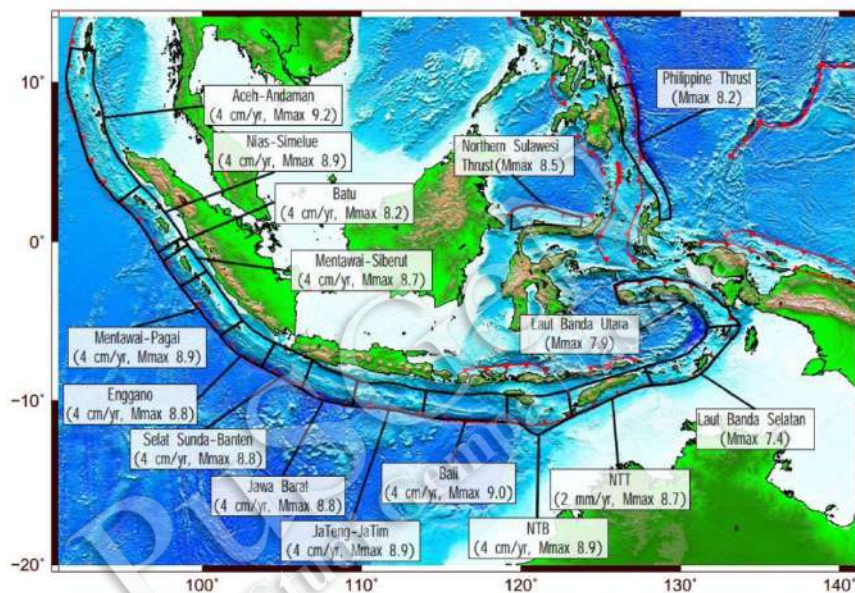
Indonesia merupakan negara kepulauan tempat pertemuan lempeng-lempeng besar dunia dan beberapa lempeng kecil atau *microblock* (Bird, 2003), sebagai akibatnya Indonesia menjadi daerah yang sangat rawan terhadap bencana gempa bumi. Indonesia dikelilingi oleh empat lempeng besar, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, Lempeng Laut Filipina, dan Lempeng Pasifik. Tektonik Indonesia juga dapat dikelompokkan ke dalam beberapa lempeng kecil, di antaranya Burma, Sunda, Laut Banda, Laut Maluku, Timor, Kepala Burung, Maoke, dan Woodlark.



Gambar 3.2 Persebaran kejadian gempa bumi Indonesia (PuSGeN, 2017)

Perekaman kejadian gempa sejak 1900 hingga 2017 sebagaimana terlihat pada Gambar 3.2 menunjukkan persebaran gempa bumi yang relatif tersebar merata ke seluruh wilayah Indonesia, hanya Pulau Kalimantan saja yang relatif memiliki tingkat aktivitas gempa bumi yang rendah. Sumber

gempa yang telah teridentifikasi dengan jelas adalah zona subduksi aktif di bagian barat hingga bagian timur Indonesia, yang terdiri atas subduksi Lempeng Indo-Australia ke dalam Lempeng Eurasia di barat Sumatera, subduksi di selatan Pulau Jawa, dan juga subduksi di sekitar Halmahera dan utara Sulawesi seperti tertera pada Gambar 3.3. Selain daerah-daerah subduksi, Indonesia juga memiliki banyak sumber gempa darat.



Gambar 3.3 Segmentasi dan Magnitudo maksimum Subduksi Indonesia (PuSGeN, 2017)

Sumber gempa, yaitu zona yang dapat diidentifikasi dari data geologi, geodesi, geofisika, dan dari aspek kegempaan sehingga mempunyai potensi menimbulkan gempa di waktu mendatang (Asrurifak, 2010), merupakan bagian yang penting dalam analisis bahaya kegempaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi dan penentuan sumber-sumber gempa yang sekiranya memberikan kontribusi terhadap bahaya gempa pada suatu daerah. Pada penelitian ini sumber gempa yang digunakan akan mengacu pada data-data sumber gempa yang didapatkan berdasarkan

penelitian yang telah dilakukan dan dipublikasikan oleh PuSGeN pada Buku *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*.

3.3.1. Pulau Sumatera

Pulau Sumatera merupakan salah satu pulau besar di Indonesia yang terletak di bagian barat gugusan kepulauan Nusantara, di sebelah utara Sumatera berbatasan dengan Teluk Benggala, di timur dengan Selat Malaka, di sebelah Selatan dengan Selat Sunda dan di sebelah barat dengan Samudera Hindia.

Secara tektoniknya, Pulau Sumatera merupakan bagian dari subduksi lempeng Indo-Australia ke dalam lempeng benua Eurasia, oleh karena itu Sumatera memiliki potensi gempa bumi yang tinggi dengan magnitudo yang besar. Beberapa gempa besar yang telah terjadi di Sumatera antara lain, gempa Aceh 2004 ($M_w = 9,2$); gempa Nias 2005 ($M_w = 8,7$), gempa Bengkulu 2007 ($M_w = 8,5$) dan gempa Mentawai 2010 ($M_w = 7,8$).

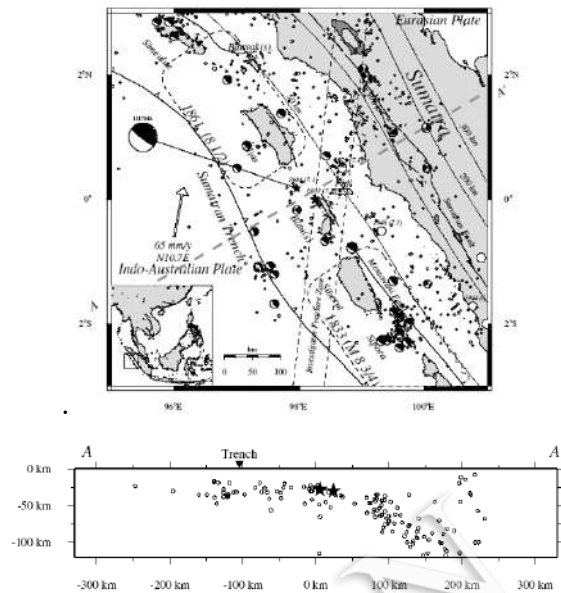
3.3.1.1 Zona Subduksi Sumatera

Zona Subduksi Sumatera merupakan salah satu margin tektonik lempeng paling aktif di dunia. Batas lempeng Sumatera berarah barat laut; namun, vektor pergerakan lempeng relatif (65 mm/tahun) antara lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia berorientasi pada N10°E (Huchon dan Le Pichon, 1984; Prawirodirdjo et al., 1997; Sieh et al., 1999). Dengan demikian, gerakan relatif antara lempeng sangat miring (*oblique*) (Rivera et al., 2002). Profil hiposentral Zona Subduksi Sumatera dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5. Berdasarkan profilnya, sumber gempa dari zona ini dapat diklasifikasikan menjadi kejadian gempa *Megathrust* (interface) dan zona *Benioff* (intraslab).

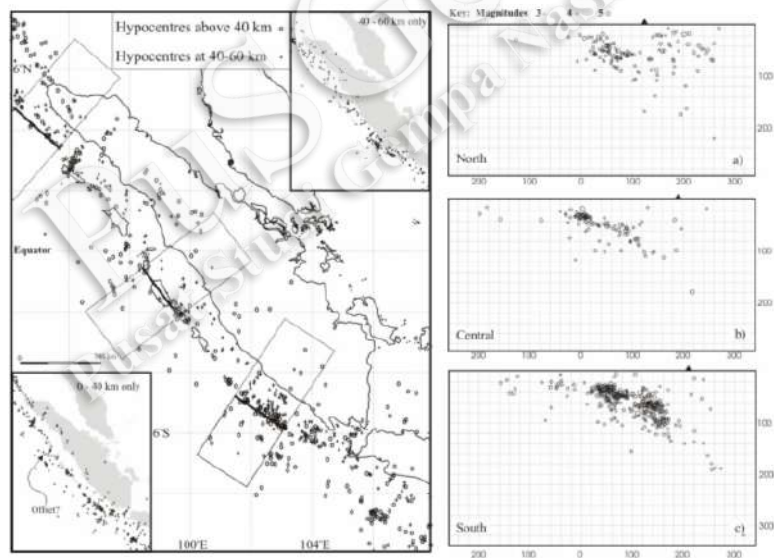
Seismisitas dan lokasi hiposenter menunjukkan bahwa lempeng subduksi *Megathrust* ini sangat dangkal dan menurun secara bertahap dari

hampir datar ke sekitar 13° - 15° masuk ke dalam Lempeng Eurasia. Besar pergerakan lempeng pada zona ini adalah 40 hingga 45 mm/tahun (Sieh et al., 1999). Peristiwa gempa bumi *Megathrust* besar di zona subduksi Sumatera dalam dua abad terakhir terjadi pada tahun 1833, dengan kekuatan 8.8-9.2, pada tahun 1861, dengan kekuatan 8.3-8.5, pada tahun 2004, dengan magnituda 9.0-9.3 dan tahun 2005, dengan magnituda 8.7.

Zona *Benioff* memperluas Zona Subduksi Sumatera hingga kedalaman 200 km -300 km (Newcomb dan McCann, 1987), dan membentuk sudut kemiringan sekitar 40° - 45° (Gambar 3.4 dan Gambar 3.5). Gempa bumi terbesar di sekitar wilayah ini terjadi pada tanggal 28 Desember 1935 pada garis bujur 98.3° E dan garis lintang 0° S dan magnituda, M_s , sebesar 8.1.



Gambar 3.4 Neotektonik Sumatra (Rivera et al., 2002)



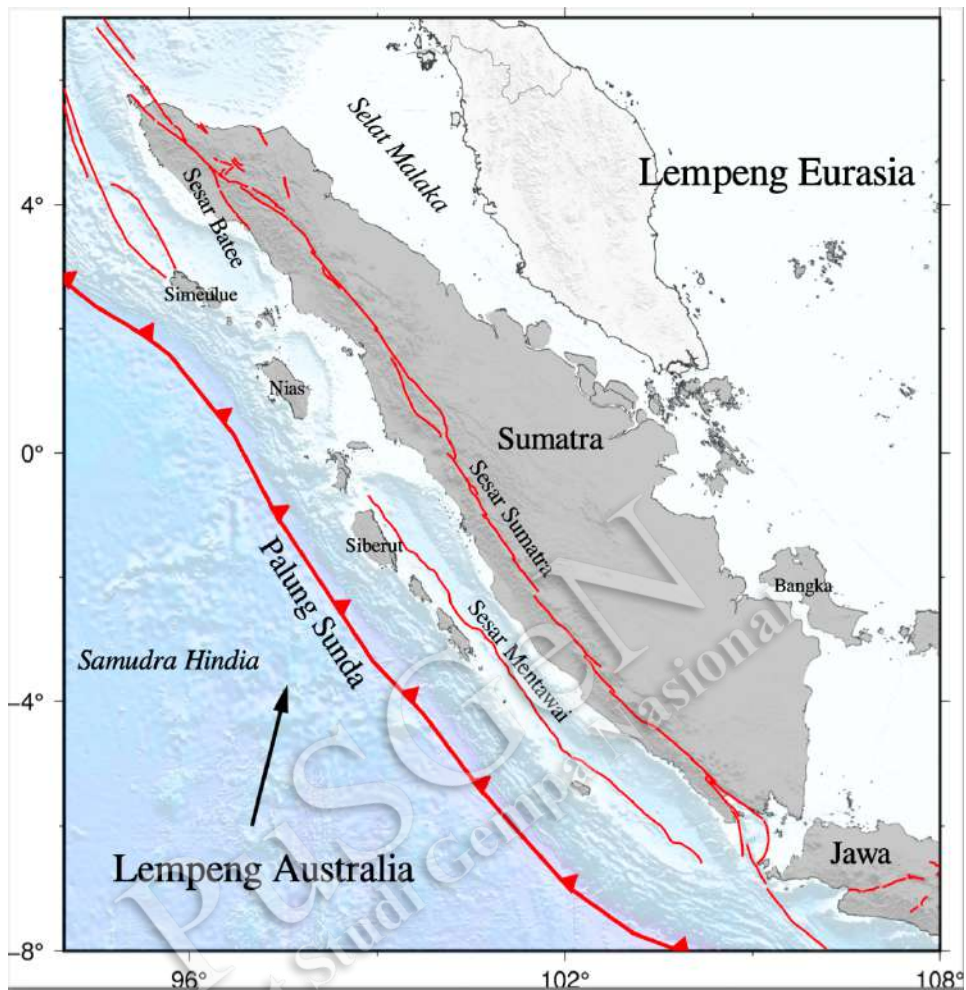
Gambar 3.5 Penampang zona Subduksi Sumatra (Engdahl et al., 1998).

3.3.1.2. Zona Busur Sunda (*Sunda-Arc*)

Busur Sunda (*Sunda-Arc*) adalah salah satu zona tektonik paling aktif. Di luar batas-batas tersebut, Lempeng Sunda (*Sunda Shelf*) (meliputi Sumatera bagian timur, Laut Jawa, Kalimantan bagian barat dan selatan)

dan Lempeng Sahul (meliputi Laut Arafura dan Papua bagian selatan) merupakan daerah yang relatif stabil. *Busur Sunda* memanjang lebih dari 5600 km dari Kepulauan Andaman ke barat laut dan *Busur Sunda* ke timur (Gambar 3.6), yang dihasilkan dari pertemuan antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia (Newcomb dan McCann, 1987). *Busur Sunda* adalah busur pulau ganda dengan busur dalam vulkanik (lebih utara) dan busur luar non-vulkanik (Fitch, 1970). Zona keretakan vulkanik melintasi pulau-pulau di *Busur Sunda* bagian dalam. Zona ini berkembang dengan baik di pulau-pulau besar Sumatera dan Jawa dan telah dikaitkan dengan gempa bumi merusak yang tidak terkait langsung dengan aktivitas gunung berapi.

PUSGEN
Pusat Studi Gempa Nasional



Gambar 3.6 Tektonik Sumatra

Arah dan laju konvergensi antar lempeng mungkin sekira 7,7 cm/tahun (DeMets et al., 1990) dan tidak dibatasi dengan baik karena deformasi internal di Sumatera dan komplikasi yang terkait dengan banyak lempeng mikro di Indonesia. Salah satu lempeng mikro ini adalah Pelat Mikro Sunda. Lempeng ini meliputi Semenanjung Malaya di selatan Zona Sesar Ranong, pulau di utara Sumatera dalam Sistem Sesar Sumatera utama, Kalimantan selatan dan tengah, dan kerak benua yang retak di sepanjang sisi utara Lempeng Sunda (Davies, 1984, dan McCann. WR et al., 1978).

Kelengkungan *Busur Sunda* mungkin telah menyebabkan zona seismik miring di bawah *Busur Sunda* menjadi dangkal ke arah utara (Fitch, 1970).

3.3.1.3. Zona Subduksi Sunda (*Sunda-Arc*)

Mekanisme subduksi terjadi ketika lempeng samudera menunjam di bawah busur pulau atau benua. Sebaran aktivitas dalam dan menengah di sepanjang Busur Sunda jelas menunjukkan bahwa seismisitas dangkal dari kedalaman maksimum 650 km di timur hingga kurang dari 200 km di barat (Kertapati, 1987). Kebanyakan shoaling terjadi antara 104° E dan 108° E, di mana busur bagian dalam mulai membengkok ke arah barat laut (Fitch, 1970). Daerah antara 114° E dan 116° E dicirikan sebagai daerah yang tenang secara seismik di semua tingkat kedalaman. Eva dkk. (1988) berpendapat bahwa regangan kecil dilepaskan di bagian zona subduksi ini karena punggungan samudera, Roo Rise, di lempeng yang turun disubduksi di sini. Hal ini menyebabkan tektonik kompresional di lempeng *over-riding*.

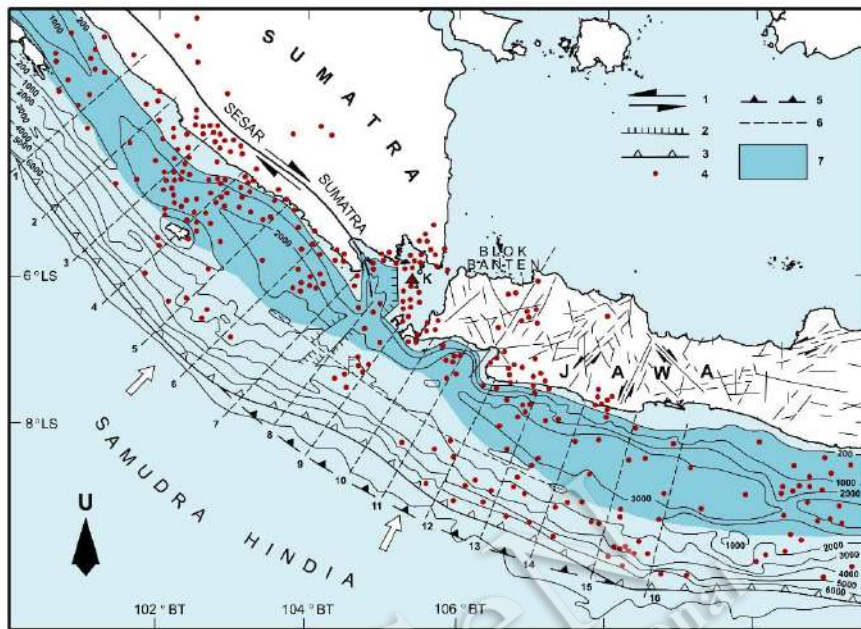
Zona subduksi Busur Sunda dibagi menjadi Segmen Sumatera, Segmen Transisi, dan Segmen Jawa. Segmen Sumatera dari zona subduksi Busur Sunda membentang dari Selat Sunda hingga Laut Andaman. Kerak samudera yang menunjam relatif muda, sekitar 46 juta tahun my, dibandingkan dengan sekitar 150 my untuk lempengan subduksi di sepanjang segmen busur Jawa (Berggren et al., 1984). Aktivitas gempa di zona ini meluas dari gempa di dekat parit hingga kedalaman sekitar 250 km. Di bawah kedalaman 100 km, kemiringan pelat yang bergerak ke bawah adalah sekitar 30° hingga 40°.

Beberapa gempa besar ($M_s > 7$) dan gempa sangat besar ($M_s > 7,75$) yang dilaporkan oleh Newcomb & McCann (1987) terjadi di sepanjang batas lempeng Sumatera. Gambar 3.7 menunjukkan perkiraan luas gempa antar lempeng yang pernah terjadi di sepanjang segmen Sumatera. Sejarah

The map illustrates the tectonic and seismic activity in Indonesia. Key features include:

- Geographic Labels:** Malaysia, Singapura, Sumatra, Jawa, Kepulauan Riau, Selat Sunda, Selat Malaka.
- Seismic Zones:**
 - Zone 1 (Red):** 26 Desember 2004 ($M_w=9.2$)
 - Zone 2 (Yellow):** 28 Maret 2005 ($M_w=8.7$)
 - Zone 3 (Orange):** 6 Maret 2007 ($M_w=6.4$ & 6.3)
 - Zone 4 (Light Green):** 2000 ($M_w=7.8$)
- Subduction Zones:**
 - Sesar Sumatra:** Indicated by a red line with arrows pointing north.
 - Sesar Sunda:** Indicated by a red line with arrows pointing north.
- Plate Movement:**
 - Arrow pointing north: 52 mm/tahun
 - Arrow pointing north: 60 mm/tahun
- Historical Earthquake Data (Ms, Mw, Year):**
 - 1964 ($M_s=6.5$), 1967 ($M_s=6.1$), 1990, 1997
 - 1843, 1907, 1936 ($M_s=7.2$)
 - 1921 ($M_b=6.8$), 1916, 1984 ($M_s=6.4$), 1987 ($M_s=6.6$), 1971 ($M_s=7.0$), 1892 ($M_w=7.7$)
 - 1907 ($M=7.6$)
 - 1861, 1935 ($M_w=7.7$), 1797 ($M_w=8.2$)
 - 1926 ($M_s=6.8$), 1943 ($M_s=7.3$), 1833, 1909 ($M_s=7.5$), 1995 ($M_w=7.0$)
 - 1861, 1952 ($M_s=6.8$), 1942 ($M_s=7.3$), 1900, 1979 ($M_s=6.6$), 1893, 1933 ($M_s=7.5$), 1933 ($M_w=7.0$), 1908
 - 1756, 1833 ($M_w=8.9$), 1818, 1770
 - 2000 ($M_w=7.8$)

41



Gambar 3.8 Peta batimetri sekitar Selat Sunda dan karakteristik geologi dan geofisiknya (Dimodifikasi dari Huchon and Pichon, 1984)

Selat Sunda terletak di zona peralihan antara segmen Sumatera dan Jawa dari Busur Sunda. Zona ini merupakan wilayah teraktif di Indonesia dalam hal aktivitas vulkanik, gempa bumi, dan gerakan vertikal (Gambar 3.8). Perluasan Selat Sunda telah membentuk graben terikat terstruktur dan sebagai pusat sejarah letusan Krakatau. Letusan Gunung Krakatau pada tahun 1883 terjadi di tengah Selat Sunda.

3.3.1.4. Zona Sesar Dangkal di Sumatera (*Shallow Crustal Faults*)

Konvergensi miring Indo-Australia dengan lempeng Eurasia juga mengakibatkan perpindahan lateral melintasi patahan Sumatera (Sieh dan Natawidjaja, 2000). Struktur sesar Sumatera sepanjang 1900 km ini menghasilkan pergerakan arah *strike* lateral kanan (*right lateral strike slip*). Laju slip di sepanjang patahan bervariasi dari 6 hingga 27 mm/tahun dengan laju slip yang semakin cepat ke barat (Petersen et al., 2004). Patahan ini

mampu menghasilkan gerakan tanah di masa depan yang dapat merusak struktur yang rentan. Catatan sejarah menunjukkan bahwa segmen patahan Sumatera telah menyebabkan banyak gempa bumi besar, antara lain gempa Padang Panjang 1926 (M_s 6.75), Liwa 1933 (M_s 7.5), Aceh 1964 (m_b 6.7) dan 1993 Liwa (M_s 7.2).

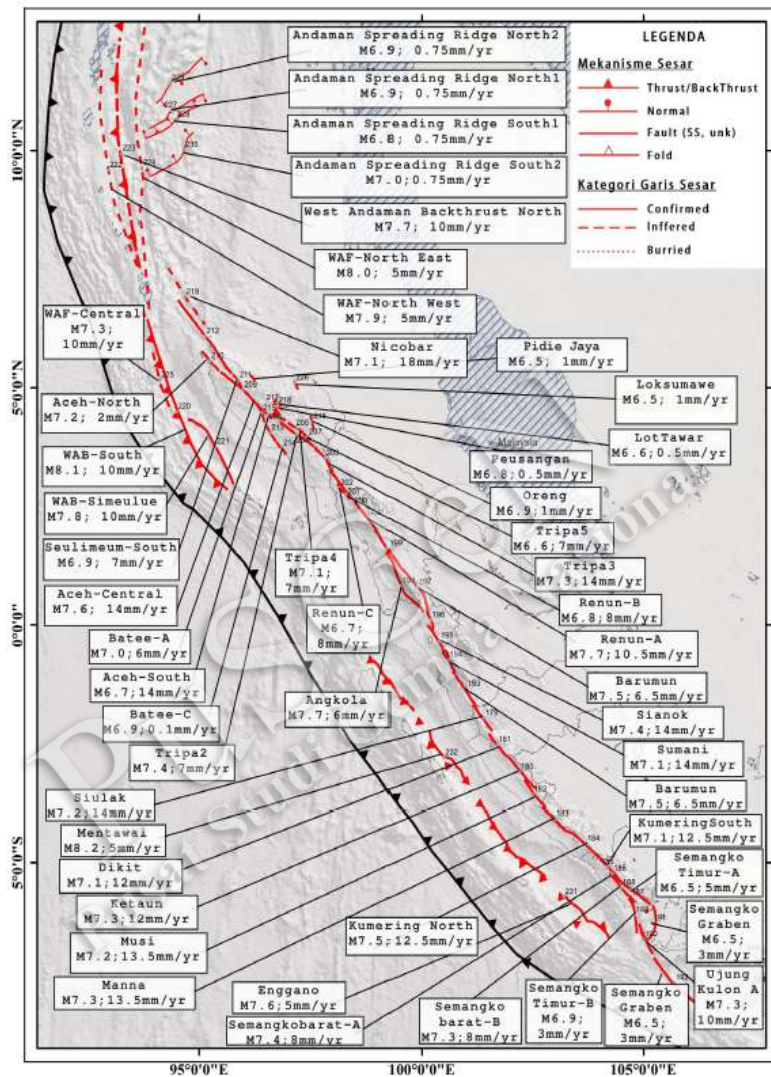
Di daerah busur muka Sumatera bagian utara, sesar West Andaman *over-step* dengan Sesar Mentawai sehingga membentuk *Tuba Ridge* (Berglar dkk., 2010). Zona sesar ini memiliki perilaku kinematika *strike-slip* (Izart dkk., 1994; Mosher dkk., 2008; Berglar dkk., 2010), dan juga *backthrust* (Chauhan dkk., 2009; Singh dkk., 2011; Hananto dkk., 2012).

Di bagian selatan Sumatera, sesar Mentawai tumbuh sebagai *backthrust* yang menjadi batas antara prisma akresi dan cekungan busur muka (Singh dkk., 2010; Mukti dkk., 2012). Zona sesar Mentawai terbentuk akibat pertumbuhan sesar anjak yang bergerak maju ke arah busur sehingga struktur yang paling muda terbentuk di bagian timur (Mukti dkk., 2012).

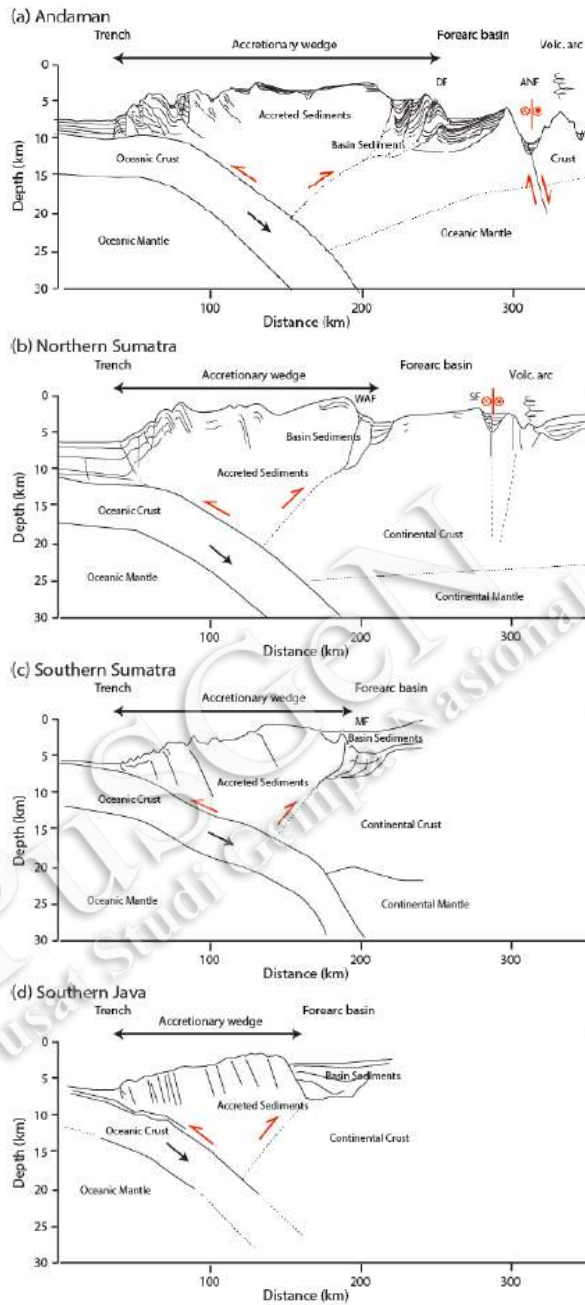
Di Laut Andaman, bagian terdalam kompleks prisma akresi dibatasi oleh sesar Deligent yang merupakan sesar mendatar yang terbentuk di timur Kepulauan Andaman-Nikobar (Gambar 3.10). Berdasarkan data peta batimetri, sesar ini mengarah ke utara-selatan di bagian timur kompleks prisma akresi dengan tipe deformasi yang didominasi oleh sesar-sesar *backthrust*.

Selain sesar-sesar *backthrust*, sesar-sesar dengan gerak mendatar juga berkembang di daerah cekungan dan juga daerah prisma akresi yang mengindikasikan adanya perubahan pola struktur di daerah cekungan muka busur (Karig dkk., 1980; Beaudry dan Moore, 1985; Matson dan Moore, 1992; Yulihanto dan Wiyanto, 1999). Berdasarkan pembaharuan data sesar-

sesar aktif di sepanjang margin Sumatera, didapati 43 segmen sesar aktif (Gambar 3.9).



Gambar 3.9 Sesar dangkal di sekitar Pulau Sumatera (PuSGeN, 2017)



Gambar 3.10 Kompleks prisma akresi di sepanjang tepian barat Sundaland (b) Segmen Sumatera Utara (c) Segmen Sumatera Selatan (d) Segmen Selatan Jawa. (Modifikasi dari Kopp dkk., 2009; Singh dkk., 2011; Singh dkk., 2013)

3.3.2 Pulau Jawa

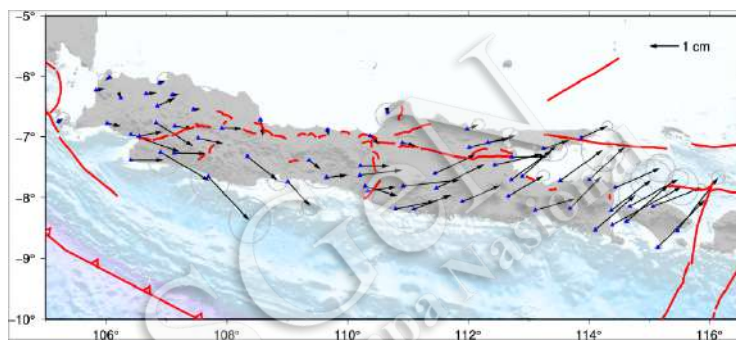
Pulau Jawa merupakan pulau yang terletak di Kepulauan Sunda Besar dan dikelilingi Laut Jawa di utara, Selat Sunda di barat, Samudera Hindia di selatan, serta Selat Bali dan Selat Madura di timur. Seperti halnya Pulau Sumatera, Pulau Jawa juga memiliki tingkat aktivitas tektonik yang tinggi akibat adanya zona subduksi di selatan Jawa. Beberapa gempa besar yang terjadi akibat zona subduksi Jawa antara lain gempa Pacitan 1994 ($M_w = 7,8$) dan gempa Pangandaran 2006 ($M_w = 7,8$).

3.3.2.1. Zona Subduksi Jawa

Segmen Jawa dari Busur Sunda memanjang dari Selat Sunda di sebelah barat sampai sekitar Cekungan Bali di sebelah timur. Segmen ini bertemu dengan arah normal busur dengan kecepatan sekitar 6,0 cm/tahun di Palung Jawa Barat, dan 4,9 cm/tahun di Palung Jawa Timur. Newcomb dan McCann (1987) menyatakan bahwa kerak samudera yang lebih tua dan lebih padat di sepanjang segmen Jawa meningkatkan komponen vertikal gerakan selama subduksi dan dengan demikian mengurangi jumlah kopling seismik dan kemungkinan terjadinya gempa bumi antar lempeng yang besar. Selain itu, peningkatan kemiringan dan kedalaman penetrasi zona seismik *Benioff* di sepanjang segmen Jawa juga dapat merespons pelat subduksi yang lebih tua dan lebih padat.

Tiga gempa bumi besar dilaporkan sebelum rekaman instrumental (Newcomb dan McCann, 1987). Peristiwa ini terjadi pada tahun 1840, 1857, dan 1875. Beberapa peristiwa penting juga tercatat sejak tahun 1903 (Gambar 3.11). Catatan sejarah kegempaan di sepanjang segmen Jawa menunjukkan bahwa dalam kurun waktu sekitar 300 tahun, tidak ada gempa bumi *Megathrust* besar yang serupa dengan tahun 1833, 1861. Gempa bumi *Megathrust* besar terakhir terjadi pada tahun 2004.

Kurangnya gempa bumi besar dengan sejumlah besar slip menunjukkan bahwa sebagian besar gerakan diferensial antara Lempeng Indo-Australia dan Asia Tenggara diakomodasi baik secara aseismik atau oleh peristiwa yang lebih kecil atau keduanya (Crouse, 1992). Perbedaan besaran dan frekuensi seismisitas antar lempeng di sepanjang segmen ini menunjukkan bahwa tingkat kopling seismik dipengaruhi oleh usia subduksi (Heaton dan Kanamori, 1984), dan oleh sifat reologi lempeng yang bertabrakan (Ruff dan Kanamori, 1983).



Gambar 3.11 Zona sesar aktif dan pola deformasi Pulau Jawa, serta sejarah zona robekan gempa sepanjang segmen *Megathrust* Jawa (Gambar diolah dari PuSGeN, 2017; Gunawan dan Widiyantoro, 2019; Newcomb dan McCann, 1987)

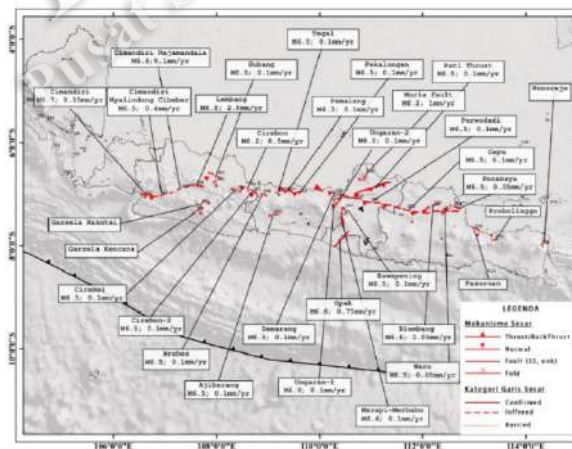
3.3.2.2. Sesar Aktif Jawa

Secara umum struktur geologi aktif di Jawa didominasi oleh sesar geser dan sesar naik dengan sesar turun sebagai struktur minor (PuSGeN, 2017). Beberapa sesar utama di Jawa yang sudah diketahui antara lain Sesar Cimandiri (Katili dan Soetadi; 1971; Dardji dkk., 1994; Setiadji, 1994; Supartoyo et al, 2005), Sesar Lembang (Tjia, 1968; Setiadji, 1997; Supartoyo et al, 2005), dan Sesar Baribis-Citandyu (Katili dan Soetadi, 1971; Setiadji, 1997; Supartoyo et al, 2005). Daerah Jawa Timur didominasi oleh sesar patahan turun (Sesar Pasuruan, Probolinggo, dan Baluran) sedangkan Jawa bagian tengah dan timur, struktur yang terlihat dominan

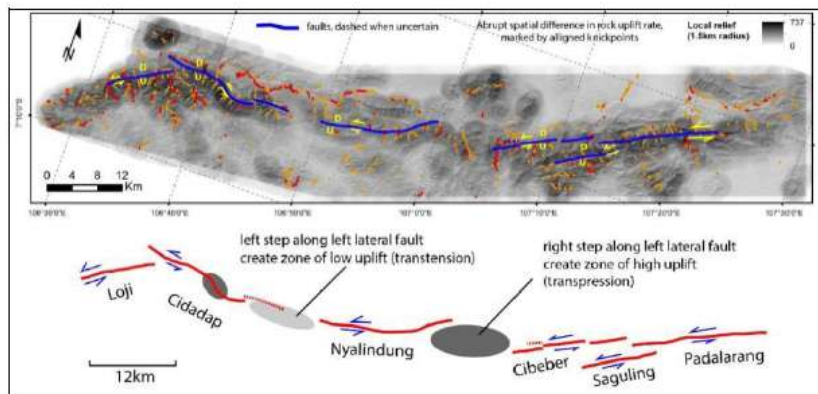
adalah struktur sesar naik (zona Sesar Kendeng dan Sesar Semarang). Sesar-sesar ini telah dilakukan pemetaan berdasarkan studi terakhir PuSGeN seperti tertera pada Gambar 3.12.

Sesar Cimandiri

Sesar Cimandiri memiliki arah orientasi sesar timur laut – barat daya dan membentuk sebuah gawir sepanjang 100 km yang membentang dari Padalarang hingga Pelabuhan Ratu di Jawa Barat. Berdasarkan catatan historis, beberapa gempa yang cukup besar telah terjadi pada zona sesar ini, antara lain gempa M_w 5,5 pada tahun 1982, dan gempa M_w 5,4 dan 5,1 pada tahun 2000. *Slip rate geodetic* dari sesar ini diperkirakan pada angka 0,4 – 1 mm / tahun (Sawitri,2016). Zona sesar ini didominasi sesar dengan mekanisme naik dan mendatar dengan arah orientasi barat-timur dan timur laut-barat daya. Marliyani dkk. (2016) mengidentifikasi bagian dari zona sesar Cimandiri yang aktif berdasarkan analisis kuantitatif geomorfologi *bedrock channel* dan membagi zona sesar Cimandiri menjadi 6 segmen (Segmen Loji, Cidadap, Nyalindung, Cibeber, Saguling dan Padalarang) yang mekanismenya didominasi oleh mekanisme sesar naik (Gambar 3.13)



Gambar 3.12 Sesar dangkal di sekitar Pulau Jawa (PuSGeN, 2017)



Gambar 3.13 Peta segmen sesar aktif Cimandiri (Marliyani dkk., 2016)

Segmentasi sesar Cimandiri didasari pada segmentasi modifikasi PuSGeN, yaitu adanya Segmen Cimandiri, Segmen Cibeber-Nyalindung, dan Segmen Rajamandala.

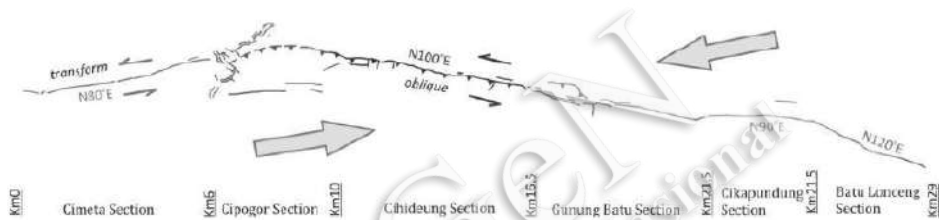


Gambar 3.14 Segment sesar aktif Cimandiri (PuSGeN, 2017)

Sesar Lembang

Sesar Lembang merupakan sesar dengan orientasi barat-timur dan secara topografi tergambarkan sebagai gawir yang memanjang di utara Kota Bandung di Jawa Barat (Tjia, 1968, Setiadji, 1997, Nossin, 2002; Supartoyo dkk., 2005). Sesar ini merupakan terusan dari ujung utara sesar Cimandiri,

beberapa gempa besar yang pernah terjadi di sepanjang sesar ini pada tahun 1699, 1834, dan 1900 (Visser, 1922; Wichmann, 1918). Berdasarkan studi geodesi, slip rate sesar Lembang diperkirakan sebesar 6 mm / tahun dengan pergerakan geser sinistral (Meilano dkk. 2012). Berdasarkan penelitian Daryono (2016) menggunakan metode tektonik geomorfologi dan *paleoseismology*, sesar Lembang ini dapat dikategorikan menjadi 6 segmen utama, yaitu Cimeta, Cipogor, Cihideng, Gunung Batu, Cikapundang, dan Batu Lenceng.



Gambar 3.15 Kinematika Sesar Lembang dan pembagiannya (Daryono, 2016)

Sesar Semarang

Sesar Semarang memiliki bentuk morfologi gawir sesar naik yang memotong batuan berumur Holosen; dengan adanya struktur sesar naik yang memotong hingga dekat permukaan menyebabkan sesar ini tergolong sesar aktif.

Sesar Baribis

Sesar Baribis di Jawa Barat, memanjang dari Majalengka sampai Subang; merupakan ujung utara dari imbrikasi belakang busur di Jawa Barat. Sesar ini teridentifikasi sebagai sesar naik dengan aktivitas gempa yang cukup tinggi.

Sesar Kendeng

Sesar Kendeng merupakan zona sesar memiliki orientasi barat-timur yang terbentang dari Jawa Tengah hingga bagian barat Jawa Timur, bagian barat sesar Kendeng ini terhubung dengan Sesar Semarang dan Sesar Baribis. Sesar ini terdiri atas serangkaian sesar naik dan juga lipatan-lipatan (*blind faults*) yang dapat diamati dari adanya anomali Bouguer di daerah ini (Hamilton, 1979; Simandjuntak dan Barber, 1996; Smyth, 2008).

Sesar Opak

Sesar Opak mulai diteliti lebih dalam setelah terjadi gempa Yogyakarta 2006, yang diperkirakan terbentuk sepanjang sesar ini. Sesar Opak memiliki pergerakan geser *sinistral* dengan bentuk gawir yang memanjang dan memiliki arah barat daya-timur laut yang kemudian terhubung ke sistem sesar Batur Agung.

Sesar Pasuruan

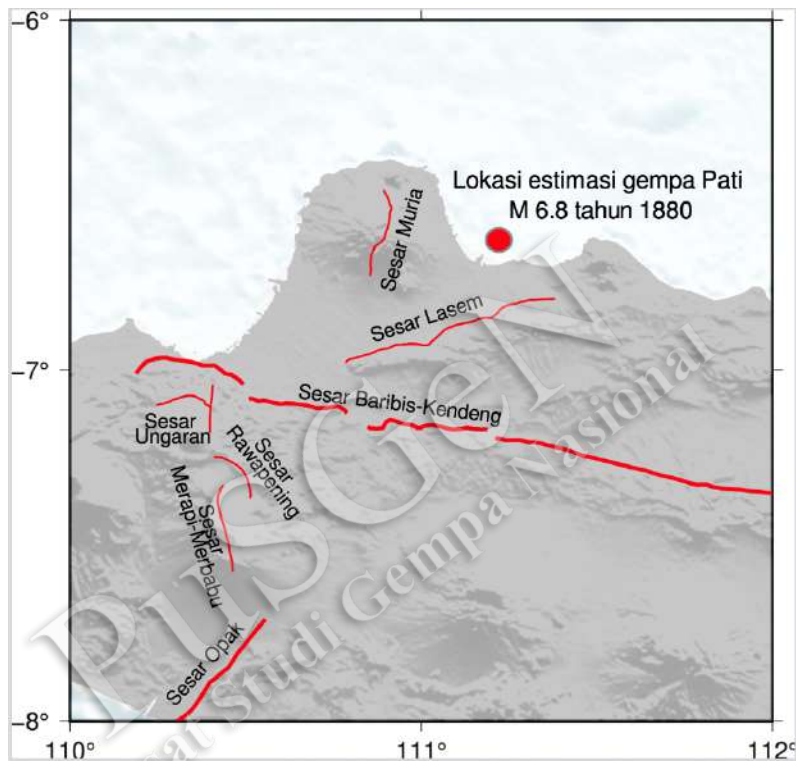
Secara topografi, Sesar Pasuruan terlihat dengan jelas sebagai gawir sesar yang memanjang dengan arah barat-timur dan panjang sesar 13 km. Sesar Pasuruan memiliki mekanisme pergerakan sesar turun (Marliyani dkk., 2015).

Sesar Probolinggo

Sesar Probolinggo tergambarkan sebagai gawir sesar yang memanjang dengan arah orientasi sesar timur laut-barat daya dan memiliki mekanisme pergerakan mendatar.

Sesar Lasem

Sesar Lasem merupakan lipatan yang memanjang dengan arah timur laut-barat daya, Sesar ini diduga menyebabkan gempa sebesar M_w 6,8 pada tahun 1880 dengan mekanisme pergerakan sesar naik.

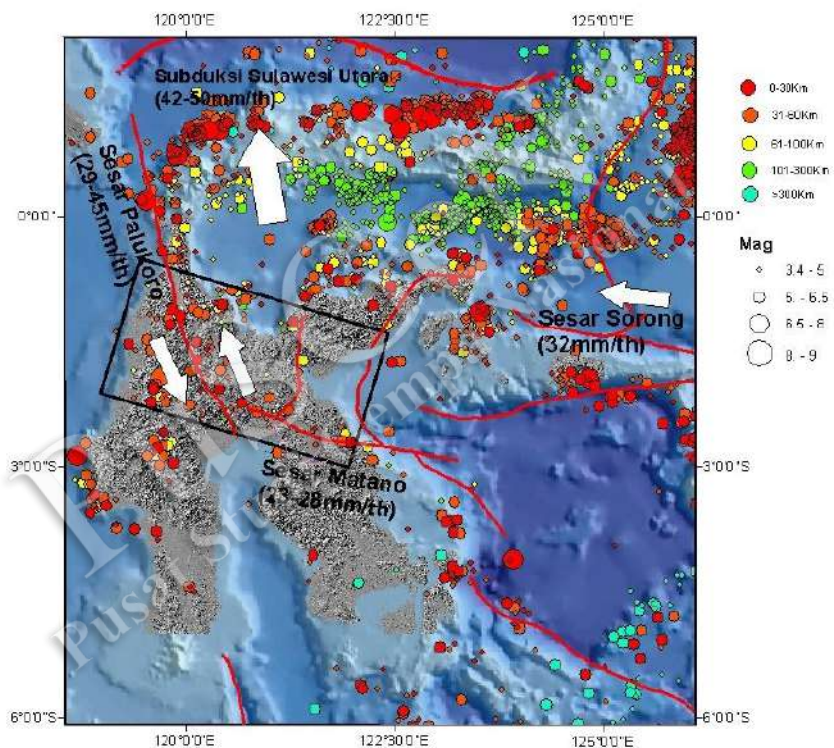


Gambar 3.16 Sesar aktif di Jawa bagian tengah (sumber data PuSGeN, 2017). Episenter Gempa Pati dari McBriney dkk, 2003

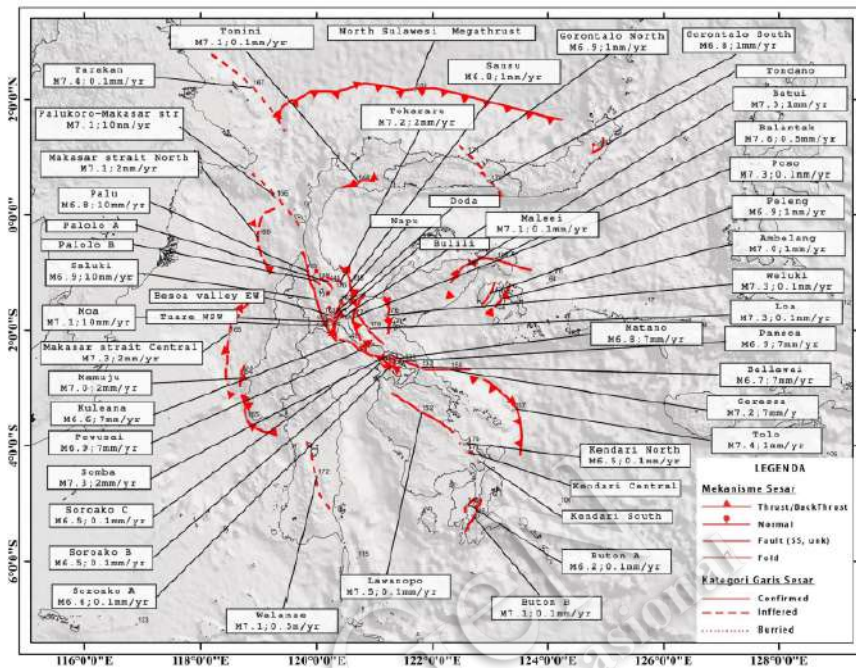
3.3.3 Pulau Sulawesi

Sulawesi merupakan Pulau yang terletak di utara gugusan kepulauan Nusantara dan memiliki tatanan tektonik yang kompleks (Hall dkk., 2011). Struktur tektonik yang teridentifikasi di sekitar wilayah Sulawesi masih aktif bergerak dan sering menyebabkan gempa. Kompleksitas tatanan tektonik Sulawesi disebabkan oleh aktivitas pergerakan struktur geologinya yang memiliki kecepatan berbeda-beda. Di utara Pulau Sulawesi terdapat

subduksi *North Sulawesi Subduction* dengan *slip rate geodetic* 42-50 mm / tahun (Socquet dkk., 2006). Di darat terdapat sesar Gorontalo dengan *slip rate* 11mm / tahun (Rangin dkk., 1999). Dari arah timur terdapat Sesar Sorong dengan *slip rate* 32 mm / tahun (Rangin dkk., 1999). Di bagian tengah terdapat Sesar Palukoro dengan *slip rate geodetic* 41 – 45 mm / tahun (Bellier dkk., 2001), dan ke arah timur terdapat Sesar Matano dengan *slip rate* 20 mm / tahun (Socquet dkk., 2006).



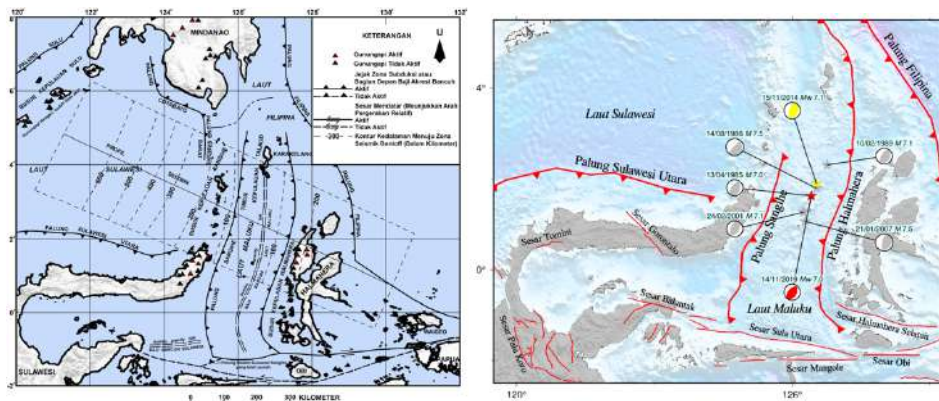
Gambar 3.17 Struktur geologi regional Pulau Sulawesi (Daryono, 2016)



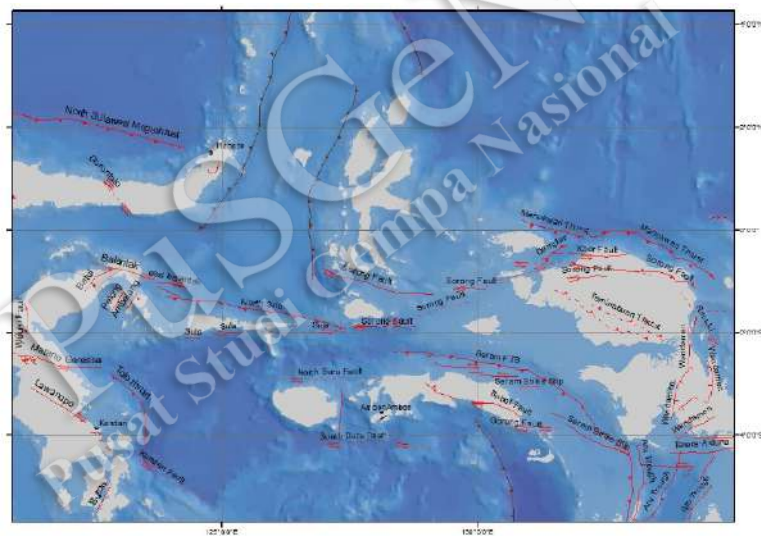
Gambar 3.18 Sesar aktif Pulau Sulawesi (PuSGeN, 2017)

3.3.4 Pulau Maluku

Daerah Laut Maluku merupakan daerah yang unik dari penutupan cekungan Samudera sebagai akibat dari adanya tabrakan dua busur samudera, yaitu Busur Halmahera dan Sangihe (Widiwijayanti dkk., 2004). Laut Maluku secara geografis terletak di daerah pertemuan tiga lempeng utama, yaitu Lempeng Eurasia, Laut Filipina dan Australia; dan merupakan kompleks interaksi Lempeng Pasifik, Filipina, Eurasia, dan Australia.



Gambar 3.19 Kiri: Tektonik Maluku bagian utara (modifikasi dari Hamilton, 1979). Kanan: Neotektonik Maluku bagian Utara (modifikasi dari Gunawan dkk, 2016)



Gambar 3.20 Sebaran Sesar di Daerah Maluku dan sekitarnya (PuSgeN, 2017)

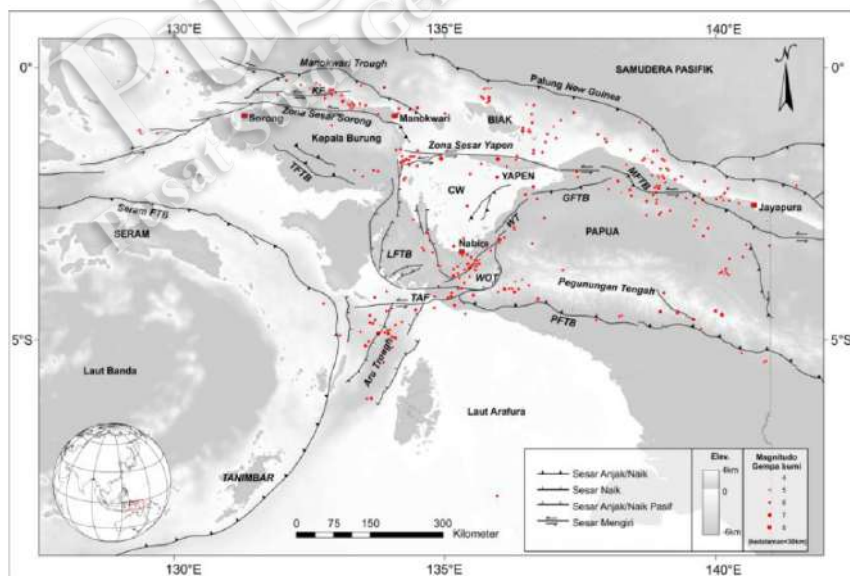
3.3.5 Pulau Papua

Pulau Papua memiliki kondisi geologi yang kompleks sebagai hasil interaksi beberapa lempeng tektonik, yaitu Lempeng Australia, Pasifik, dan Eurasia (Milsom dkk., 1992). Akibat dari adanya interaksi lempeng tektonik tersebut, terdapat banyak daerah zona deformasi utama yang teridentifikasi

pada Papua antara lain Zona Sesar Sorong, Zona Sesar Yapen, Zona Sesar Mamberamo, Trough Manokwari, Palung New Guinea, Zona Sesar dan Lipatan Papua, Sabuk Sesar dan Lipatan Lengguru, Zona Sesar Waipoga, Sesar Tarera-Aiduna, dan Through Aru (Gambar 3.21).

Zona Sesar Sorong dan Sesar Yapen merupakan *shear zone* batas lempeng Indo-Australia dan Pasifik yang memanjang pada arah barat-timur dengan lebar hingga 300 km (Visser dan Hermes, 1962; Hamilton, 1979; Dow dan Sukanto, 1984; Puntodewo dkk., 1994; Stevens dkk., 2002; Cloos dkk., 2005; Yeats, 2012).

Through Manokwari merupakan dalaman asimetri yang memanjang di batimetri sebelah utara Kepala Burung yang sudah dikategorikan sebagai zona subduksi yang tidak aktif (Robinson dan Ratman, 1978). Dalaman ini mengarah barat-timur pada bagian barat, dan tenggara-barat laut pada bagian timur (Milsom dkk., 1992).



Gambar 3.21 Regional Tektonik Papua dan kegempaannya (Pamumpuni, 2016)

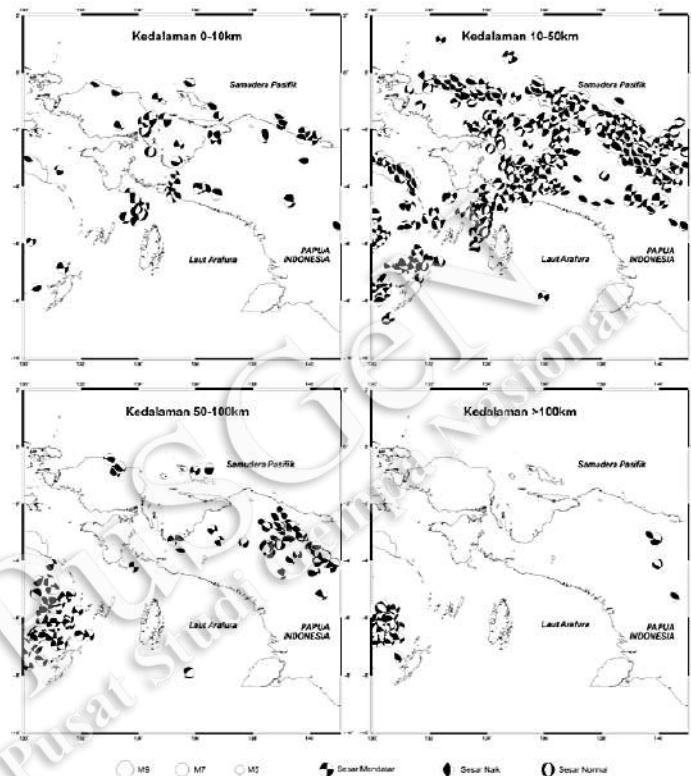
Di bagian Pulau Yapen, Zona Sesar Yapen memotong bagian tengah Pulau Yapen (Sesar Randaway) dan bagian timur Pulau Yapen (Sesar Jobi). Zona sesar ini kemudian menyatu dengan zona lipatan dan sesar Membramo (Sapiie, 1998; Sapiie dkk., 1999).

Bagian Leher Burung dari Pulau Papua merupakan sabuk lipatan Lengguru (Visser dan Hermes, 1962) dengan lebar mencapai 100 km di bagian selatan. Sabuk lipatan ini terdiri atas beberapa lipatan dengan panjang sumbu antara 20-70 km dengan arah utara-selatan dan berbelok ke arah barat laut-tenggara di bagian selatan (Dow dan Sukanto, 1984). Bagian utara dari Badan Burung terdapat Zona Sesar Mamberamo yang dideskripsikan sebagai zona sesar anjak dan lipatan (Puntodewo dkk., 1994; Cloos dkk., 2005). Zona sesar ini mengarah ke timur sampai Zona Sesar Bewani-Toriceli dan batas antara Lempeng Bismark Utara dan Bismark Selatan (Tregoning dkk., 1998; Koulali dkk., 2015).

Palung Papua New Guinea terlihat dari dalaman batimetri di sebelah utara Pantai Utara Badan Burung, pada sisi barat Palung Papua New Guinea cenderung tidak aktif (Hamilton, 1979; Milsom dkk., 1992; Cloos dkk., 2005) sedangkan pada sisi timur teramati cukup banyak aktivitas kegempaan (Sapiie dkk., 1999).

Morfologi Badan Burung bagian tengah berupa Pegunungan Tengah Papua yang memanjang hingga 1300km dengan lebar 100-150km. Pada bagian selatan dari pegunungan ini, terdapat Zona Sesar dan Lipatan Papua yang membatasi pegunungan dengan Dataran Akimeugah. Zona Sesar dan Lipatan Papuan ini merupakan zona deformasi dengan arah sedikit *oblique*/miring dengan mekanisme sesar naik (Cloos dkk., 2005). Pada bagian barat Pegunungan Tengah Papua, terdapat Sabuk Lipatan Papua yang mengambung dengan Sesar Tarera-Aiduna yang merupakan sesar

mendatar dengan arah barat-timur (Visser dan Hermes, 1962) yang memiliki panjang setidaknya 130 km (Hamilton, 1979). Pada sebelah utara dari ujung barat Pegunungan Tengah Papua, terdapat *Through Wapoga* (Visser dan Hermes, 1962) yang didefinisikan berdasarkan anomali negatif peta gaya berat.



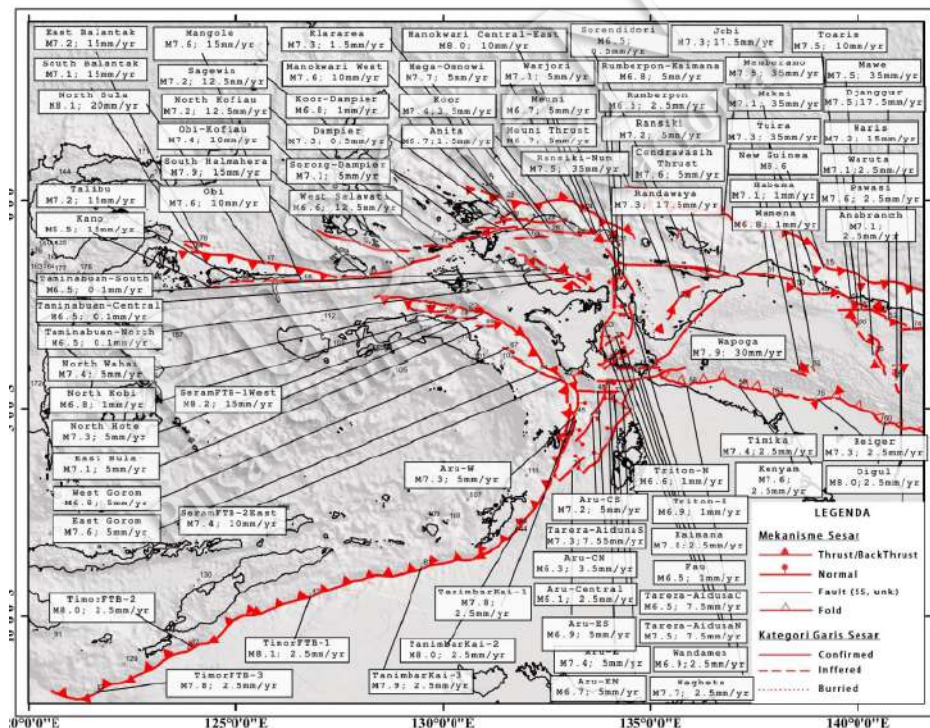
Gambar 3.22 Mekanisme gempa dengan magnitudo $M_w > 5,5$ pada Pulau Papua (Pamumpuni, 2016)

Kegempaan di Papua didominasi oleh gempa-gempa kecil, dengan sebaran gempa magnitudo $> 5,5$ tidak merata, pada bagian barat Kepala Burung cenderung memiliki aktivitas gempa yang sangat rendah (hampir tidak ada) sedangkan bagian utara, timur dan selatan terdapat aktivitas gempa yang cukup dengan mekanisme sesar naik pada bagian utara dan

sesar normal serta mendatar pada sisi timur dan Selatan. Gempa dengan magnitudo $M_w > 7$ telah terjadi beberapa kali di Pulau Papua, antara lain Gempa di tengah Pulau Yapen 1979, Gempa di sebelah barat Pulau Yapen 1985, serta gempa di sebelah timur Pantai Biak pada tahun 1941, 1947, dan 1996 (Okal 1999, Henry dan Das, 2002).

3.3.5.1. Sesar Aktif Pulau Papua

Sesar aktif pada Pulau Papua dapat dibagi menjadi beberapa daerah, yaitu Kepala Burung, Zona Sesar Yapen, Zona Sesar Mamberamo, Zona Sesar dan Lipatan Papua, dan Leher Burung.



Gambar 3.23 Sesar aktif Papua dan Maluku (PuSGeN, 2017)

Kepala Burung

Sesar Kepala Burung memiliki setidaknya tiga sumber gempa yang merupakan bagian dari zona deformasi Pasifik-Australia, yaitu Sesar Koor,

Sesar Sorong, dan Zona Lipatan Taminabuan (Pamumpuni, 2016). Sejak tahun 1900 setidaknya terdapat 21 gempa dengan $M_w > 6$ yang bersumber dari Sesar Kepala Burung (PuSGeN,2017).

Zona Sesar Yapen

Zona Sesar Yapen merupakan zona sesar yang cukup aktif dan telah menghasilkan beberapa gempa dengan $M_w > 7$ pada 1941, 1947, 1979, 1985, dan 1996 (PuSGeN,2017). Zona Sesar ini terbagi menjadi beberapa segmen, yaitu Sesar Ransiki – Num, Sesar Randaway, dan Sesar Jobi (Pamumpuni, 2016).

Zona Sesar Mamberamo

Zona Sesar Mamberamo terletak pada ujung timur Pulau Yapen, menerus hingga Jayapura. Sesar ini terbagi ke dalam beberapa segmen, yaitu segmen timur Pulau Yapen hingga Sungai Mamberamo dengan arah barat-timur sepanjang kurang lebih 96 km, kemudian berbelok ke arah tenggara melalui lembah Sungai Apauwar hingga selatan Kota Sarmi sepanjang 83 km. Dari selatan Kota Sarmi, zona sesar ini kembali berorientasi barat – timur sepanjang 43 km. Sesar dengan arah barat – timur memiliki mekanisme sesar mendatar, sedangkan untuk sesar arah tenggara mekanismenya berupa sesar naik (PuSGeN,2017).

Zona Sesar dan Lipatan Papua

Zona Sesar dan Lipatan Papua memanjang dengan arah barat-timur dari bagian timur Leher Burung hingga Papua New Guinea, zona sesar ini didominasi oleh lipatan-lipatan lebar dan sesar-sesar naik (PuSGeN,2017).

Leher Burung

Pada zona Leher Burung, terdapat beberapa sesar aktif, diantaranya Sesar Tarera-Aiduna, sesar normal yang membentuk *Trough* Aru, dan sesar-sesar normal dengan arah utara-selatan yang memotong Sabuk Lipatan Lengguru (Pamumpuni, 2016).

Zona Sesar Waipoga

Zona Sesar Waipoga dicirikan oleh struktur dengan arah timur laut-barat daya dengan mekanisme sesar naik dan lipatan (Pamumpuni, 2016). Pada zona sesar ini, terdapat gempa yang cukup besar di Nabire pada 2004. Selain gempa dengan mekanisme sesar naik, terdapat juga mekanisme sesar mendatar dengan arah barat daya-timur laut.

3.3.5.2 Subduksi di Pulau Papua

Selain sesar-sesar aktif, Papua juga memiliki sumber gempa berupa zona subduksi. Zona subduksi di Papua adalah *Trough* Manokwari dan Palung New Guinea.

***Trough* Manokwari**

Trough Manokwari merupakan suatu dalaman asimetri yang memanjang di sebelah utara Kepala Burung dengan arah barat-timur pada bagian barat dan tenggara-barat laut pada bagian timur (Milsom dkk., 1992). Zona subduksi ini sudah tergolong tidak aktif (Robinson dan Ratman, 1978).

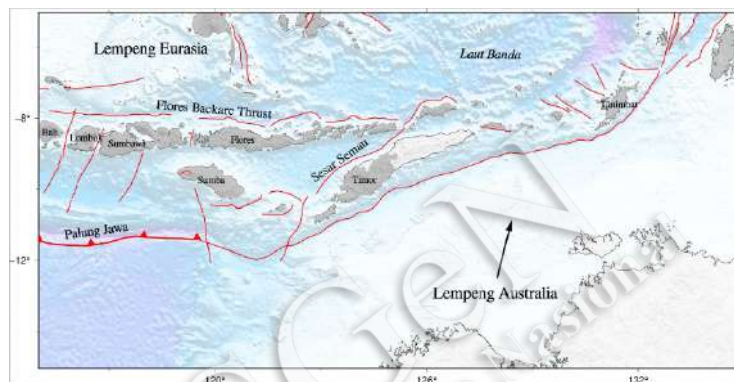
Zona Subduksi New Guinea

Zona Subduksi New Guinea merupakan hasil tumbukan Lempeng Pasifik dan Australia yang menyebabkan adanya perubahan polarisasi sudut subduksinya (Dewey and Bird, 1970; Hamilton, 1979; Milsom, 1985; Dow

et al, 1988; Katili, 1991). Gempa-gempa yang muncul dari zona subduksi ini umumnya berada di sebelah timur Palung New Guinea.

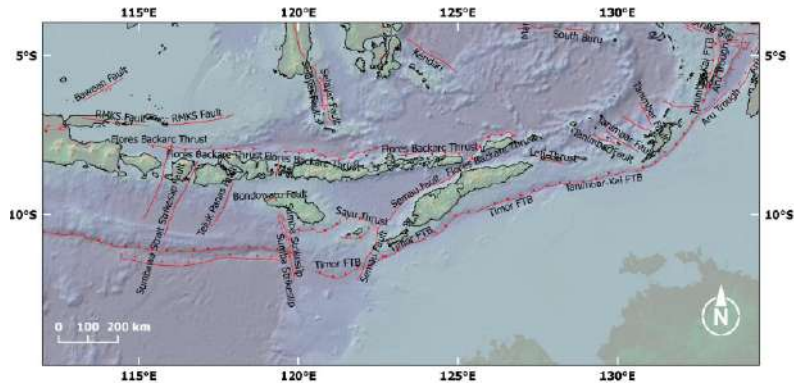
3.3.6 Pulau Bali, Nusa Tenggara, dan Laut Banda

Daerah lepas pantai Bali dan Lombok diidentifikasi sebagai kerak benua yang mengalami *rifting* yang berubah menjadi tipe kerak samudera di daerah Sumbawa hingga Laut Banda (Van der Werff, 1996).



Gambar 3.24 Tektonik wilayah Bali – Nusa Tenggara dan Banda (Harris, 2011)

Titik hujam dari Lempeng Samudera Indo-Australia pada daerah Nusa Tenggara dapat dibagi menjadi tiga zona, yaitu Zona Roo Rise, Argo Abyssal Plain, dan Scott Plateau (Luschen dkk., 2011). Sesar aktif yang teridentifikasi pada daerah Banda menunjukkan mekanisme sesar naik dan sesar mendatar.



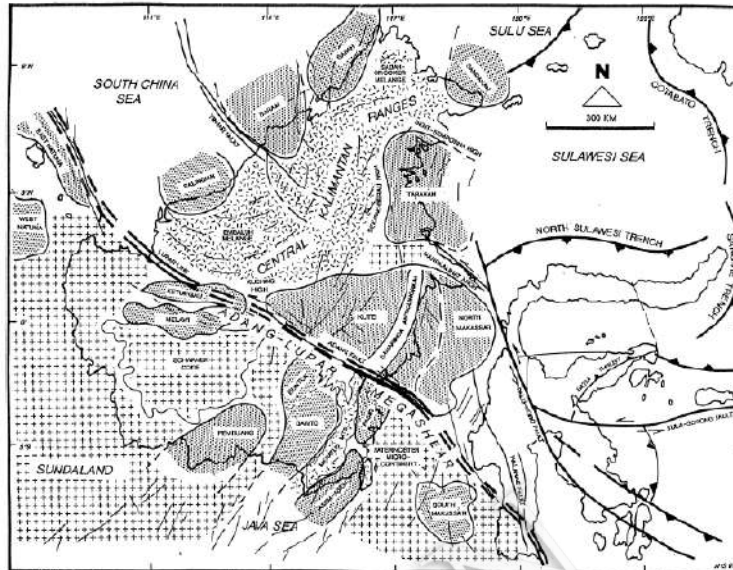
Gambar 3.25 Sesar aktif Daerah Bali – Nusa Tenggara – Banda (PuSGeN, 2017)

3.3.7 Pulau Kalimantan

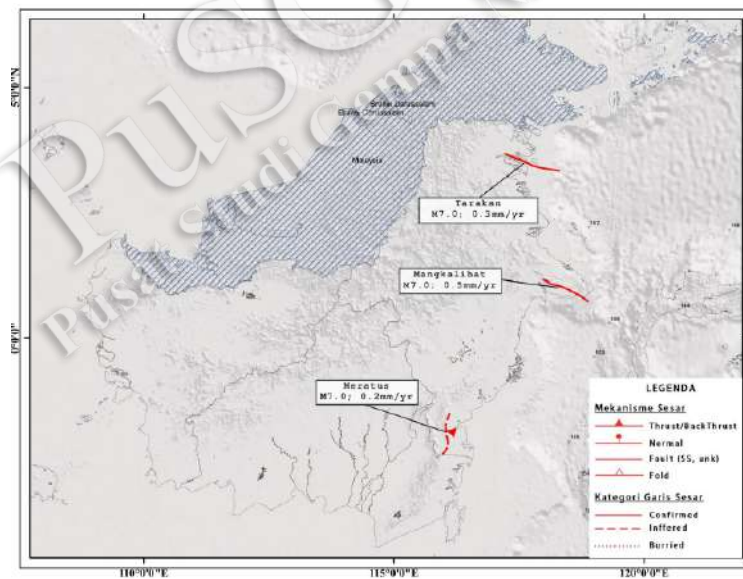
Pulau Kalimantan tersusun atas berbagai batuan dasar yang merupakan tipe asal benua, samudera, dan transisi (Satyana dkk., 1999). Pulau Kalimantan merupakan pulau dengan tingkat aktivitas seismik yang rendah dengan salah satu gempa yang tercatat adalah gempa di Daerah Ranau, Sabah tahun 2015 dengan M_w 6.

Pulau Kalimantan memiliki tiga zona sesar utama yang telah teridentifikasi dari penelitian sebelumnya, yaitu zona Sesar Tarakan, Mangkalihat, dan Meratus. Sesar-sesar ini rata-rata memiliki panjang lebih dari 100km dan memiliki potensi untuk menghasilkan gempa dengan magnitudo maksimum sebesar $M_w = 7$.

Sesar Tarakan merupakan sesar mendatar yang terletak di bagian utara Pulau Kalimantan dan membentang dari daratan hingga lepas pantai. Sesar Mangkalihat juga merupakan sesar dengan mekanisme sesar mendatar yang terletak pada pantai timur Pulau Kalimantan. Berbeda dengan kedua sesar lainnya, Sesar Meratus merupakan sesar dengan mekanisme anjak di bagian selatan Pulau Kalimantan dengan arah timur laut – barat daya (PuSGeN,2017).



Gambar 3.26 Kerangka tektonik Pulau Kalimantan dan sekitarnya (Satyana dkk., 1999)



Gambar 3.27 Sesar Kalimantan (PuSGeN, 2017)

BAB IV

ANALISIS BAHAYA KEGEMPAAN DAN DEAGREGASI

Bab ini berisi analisis untuk menilai bahaya gempa pada suatu lokasi dengan pendekatan probabilistik yang kemudian dilanjutkan dengan analisis de-agregasi untuk menentukan pasangan magnitudo (M) dan jarak (R) yang merepresentasikan kontribusi bahaya gempa suatu sumber gempa.

4.1 *Probabilistic Seismic Hazard Analysis*

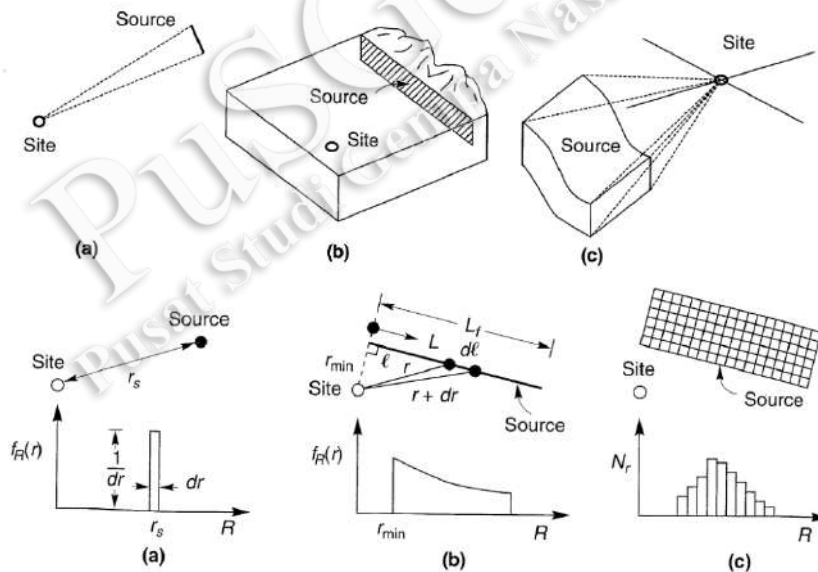
Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) merupakan metode yang dikembangkan oleh Cornell (1968) dengan tujuan untuk mengkuantifikasikan probabilitas terlampaui suatu level percepatan pada lokasi tertentu sebagai akibat dari kontribusi seluruh sumber gempa di sekitar lokasi. Metode PSHA adalah metode analisis bahaya gempa yang memperhitungkan dan menggabungkan ketidakpastian dari magnitudo, lokasi, dan waktu kejadian gempa dengan bantuan teorema probabilitas total yang didasari pada konsep pendekatan bahwa kejadian gempa merupakan fenomena yang mengikuti sebaran Poisson yang tidak bergantung pada waktu. Hasil dari analisis ini berupa probabilitas parameter gempa pada tingkat periode ulang tertentu.

Dalam dunia ilmu rekayasa gempa, metode PSHA merupakan metode standar yang umum digunakan karena mampu memberikan ruang secara eksplisit untuk memperhitungkan adanya ketidakpastian yang bersifat epistemik dan aleatorik dari parameter-parameter pemodelan sumber gempa seperti mekanisme (*sense*), atenuasi, jarak, dan magnitudo. Skema logika matematis (*logic tree*) akan digunakan untuk memberikan kuantifikasi pada ketidakpastian dalam model dan parameter-parameter

inputnya. Reiter (1990) mengemukakan tahapan analisis PSHA sebagai analisis empat tahap sebagai berikut (Gambar 4.2):

1. Identifikasi dan karakterisasi dari sumber gempa

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi dan karakterisasi sumber-sumber gempa yang akan memberikan kontribusi bahaya pada suatu lokasi. Tahapan ini juga meliputi karakterisasi dari distribusi probabilitas zona robekan (*rupture zone*) pada area sumber. Distribusi yang umum digunakan adalah distribusi uniform untuk mengindikasikan bahwa setiap titik pada suatu area sumber memiliki probabilitas terjadinya gempa yang sama. Distribusi potensi zona robekan selanjutnya digabungkan dengan bentuk geometri dari sumber untuk menentukan fungsi probabilitas jaraknya.



Gambar 4.1 Fungsi probabilitas jarak berdasarkan geometri sumber gempa: (a) patahan pendek yang dapat dimodelkan sebagai sumber titik; (b) patahan dangkal dimodelkan sebagai sumber linear; (c) sumber gempa tiga dimensi. (Kramer, 1996)

2. Penentuan seismisitas atau distribusi temporal dari perulangan gempa

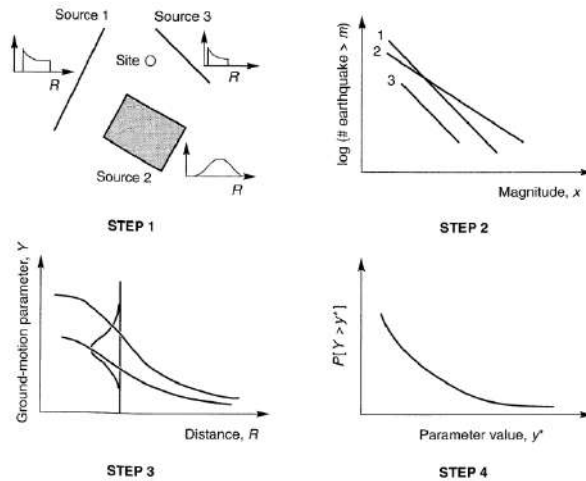
Aktivitas seismik atau seismisitas dari suatu sumber gempa dapat dimodelkan secara matematis ke dalam parameter gempa untuk menentukan probabilitas magnitudo. Distribusi magnitudo yang umum digunakan adalah distribusi Gutenberg-Richter (1944) dengan parameter gempanya berupa $a - b$ parameter atau hubungan antara magnitudo dan jumlah kejadian berdasarkan data historis.

3. Penentuan gerak tanah pada lokasi sebagai akibat adanya gempa

Pada tahapan ini, dilakukan pemilihan fungsi atenuasi atau *Ground Motion Prediction Equation* (GMPE) untuk menentukan gerak tanah yang terjadi di suatu lokasi sebagai akibat adanya gempa dengan suatu kombinasi sebaran random magnitudo dan jarak. Tahapan ini juga meliputi pembobotan fungsi atenuasi sebagai akibat dari ketidakpastian *inherent* yang dimiliki tiap-tiap fungsi atenuasi.

4. Penentuan probabilitas terlampaui

Tahapan terakhir merupakan penggabungan ketidakpastian jarak, magnitudo, dan fungsi atenuasi untuk mendapatkan suatu nilai probabilitas terlampaui parameter gerak tanah pada suatu rentang waktu tertentu (periode ulang gempa).



Gambar 4.2 Tahapan analisis risiko gempa probabilistik (Kramer, 1996)

Analisis PSHA dilakukan dengan pendekatan teorema probabilitas total dan asumsi bahwa nilai besaran magnitudo (M) dan jarak (R) merupakan suatu variable random yang saling independent dan kontinu. Rumusan dasar teorema probabilitas dasar untuk analisis PSHA dinyatakan pada persamaaan berikut:

$$P[I \geq i] = \int_r \int_m P[I \geq i|m, r] \cdot f_M(m) \cdot f_R(r) dm dr$$

Dengan:

f_M = fungsi distribusi magnitudo

f_R = fungsi distribusi jarak sumber gempa (hiposenter)

$P[I \geq i|m, r]$ = probabilitas berkondisi suatu intensitas gempa (I) melampaui suatu nilai tertentu (i) pada lokasi tinjauan akibat suatu nilai magnitudo (M) dan jarak hiposenter (R)

4.1.1 Identifikasi dan Karakterisasi sumber Gempa

Zona sumber gempa merupakan suatu area yang memiliki probabilitas terjadi dan parameter gempa yang sama. Pemodelan zona-zona sumber gempa ini sangat vital dalam analisis PSHA karena berkaitan terhadap perhitungan jarak lokasi ke sumber gempa.

Data-data utama yang digunakan untuk pemodelan sumber gempa meliputi peta patahan aktif, mekanisme fokal (stereonet), katalog gempa, dan zona-zona seismogenik. Pada sumber gempa sesar, terdapat variasi mekanisme (*sense*) gempa yang dapat terjadi pada lempeng tektonik, yaitu sesar mendatar (*strike slip*), sesar *dip slip*, dan sesar *oblique*. Sesar mendatar terbagi menjadi sesar mendatar menganan (*right, dextral*) atau mengiri (*left, sinistral*), sedangkan *dip slip* terdiri atas sesar turun (*normal fault*) dan sesar naik (*reverse fault*).

Pada pendefinisian sumber gempa harus dicermati bentuk, kedalaman, dan sudut kemiringan (*dip angle*) karena sangat berpengaruh terhadap perhitungan jarak lokasi ke sumber gempa. Asrurifak (2010) mendefinisikan batasan-batasan pemodelan zona sumber gempa sebagai berikut:

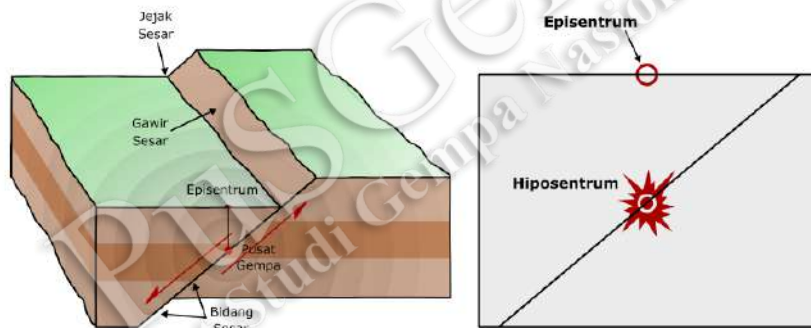
1. Kedalaman sumber gempa dibatasi hingga 300 km.
2. Jarak lokasi sumber gempa ke lokasi tinjauan dibatasi hingga 500 km, kecuali untuk sumber gempa Subduksi *Megathrust* dapat ditinjau hingga 1000 km.
3. Fungsi atenuasi harus disesuaikan dengan karakteristik kegempaan dan model sumber gempa wilayah Indonesia untuk setiap model jenis sumber gempa.

Pada analisis ini, model sumber gempa digolongkan menjadi tiga (3) sumber utama, yaitu sumber gempa Subduksi *Megathrust*, sesar, dan

background. Penggunaan parameter sumber disesuaikan dengan parameter yang digunakan pada buku *Peta Sumber dan Bahaya Gempa 2017* sebagai berikut:

a. Model Sumber Gempa Sesar

Pada pemodelan sumber gempa sesar, dilakukan identifikasi berdasarkan geometri dari sesar tersebut, dengan parameter-parameter untuk analisis probabilitas berupa *tracing fault*, mekanisme (*sense*), *slip-rate*, *dip*, panjang, lebar, dan kedalaman *fault*. Dalam perhitungan jarak lokasi ke sumber dipertimbangkan jarak hiposenternya (Gambar 4.3) dengan inputan data *dip*.



Gambar 4.3 Ilustrasi model sumber gempa sesar (Modifikasi dari USGS)

Pada analisis PSHA digunakan pendekatan untuk *input slip rate* sesuai dengan buku *Peta Sumber dan Bahaya Gempa 2017*, yaitu digunakan rata-rata antara input geologi dan geodesi dengan adanya kuantifikasi ketidakpastian pada zona sesar aktif dengan mempertimbangkan efek geologi, untuk daerah-daerah yang belum dilakukan *trenching* dan *dating* dilakukan pembobotan dengan mempertimbangkan faktor geodinamika dan geomekanika sebesar sekira 20% hingga 50%. Nilai-

nilai pembobotan didasarkan pada kebijakan publik dan ketidakpastian data. Untuk daerah Jawa digunakan pembobotan 20%, di luar Jawa digunakan 50%. Khusus untuk daerah Pulau Sumatera, dikarenakan data geologi sudah relatif cukup bagus tidak dilakukan pembobotan pada analisis PSHA. Parameter pemodelan sumber gempa sesar dapat dilihat pada Tabel 4.2 sampai Tabel 4.7.

b. Model Sumber Gempa Subduksi *Megathrust*

Pemodelan sumber gempa Subduksi *Megathrust* didasarkan pada model dari data seismotektonik. Parameter model ini meliputi koordinat lokasi daerah subduksi, laju (*rate*), $a - b$ value, magnitudo dan kedalaman area subduksi. Untuk analisis karakteristik pada daerah sumber gempa subduksi dapat digunakan periode perulangan M_{max} sebagai laju pergerakan subduksi. Batas kedalaman daerah Subduksi diambil pada 50 km sesuai dengan definisi zona *Megathrust* (Asrurifak, 2010). Untuk daerah *benioff* (kedalaman > 50 km) diwakilkan dengan sumber gempa *deep background* karena letak sumber gempanya sudah tersebar (*diffuse*) dan tidak dapat di lacak secara pasti.

Tabel 4.1 Parameter Pemodelan Zona Subduksi (PuSGeN,2017)

Index	Structure name	Segment	Mmax Geodesi	Guttenberg-Richter	
				a	b
M1	<i>Sumatran Megathrust</i>	Aceh - Andaman	9.2	4.42	0.83
M2	<i>Sumatran Megathrust</i>	Nias - Simelue	8.7	4.48	0.88
M3	<i>Sumatran Megathrust</i>	Batu	7.8	4.59	0.89
M4	<i>Sumatran Megathrust</i>	Mentawai - Siberut	8.9	4.25	0.85

Index	Structure name	Segment	Mmax Geodesi	Guttenberg-Richter	
				a	b
M5	<i>Sumatran Megathrust</i>	Mentawai - Pagai	8.9	3.02	0.63
M6	<i>Sumatran Megathrust</i>	Enggano	8.4	5.57	1.05
M7	<i>Sunda-Strait Megathrust</i>	Selat Sunda	8.7	5.99	1.15
M8	<i>Java Megathrust</i>	<i>West - Central Java</i>	8.7	5.55	1.08
M9	<i>Java Megathrust</i>	<i>East Java</i>	8.7	5.63	1.08
M10	<i>Banda Megathrust</i>	Sumba	8.5	5.63	1.11
M11	<i>Papua Megathrust</i>	Papua	8.7	5.16	0.96
M12	<i>Phillipine Thrust</i>	<i>Phillipine</i>	8.2	4.70	0.83
M13	<i>Northern Sulawesi Thrust</i>	<i>Northern Sulawesi</i>	8.5	4.82	0.92

c. Model Sumber Gempa *Background (Gridded Seismicity)*

Model sumber gempa *gridded seismicity* digunakan untuk mengestimasi *rate* dari kejadian gempa kecil hingga menengah di suatu daerah sesar dan gempa-gempa acak luar sesar pada masa yang akan datang (Petersen dkk., 2008). Pendekatan model *gridded seismicity* digunakan untuk memprediksi kemungkinan gempa lebih besar yang mungkin terjadi pada lokasi sekitar gempa-gempa kecil sampai sedang yang telah terjadi. Pada analisis PSHA ini digunakan model *gridded seismicity* dengan dimensi *grid* 0.1° latitude kali 0.1° longitude (sekitar

11 x 11 km), untuk tiap-tiap grid-nya dilakukan perhitungan gempa untuk mendapatkan laju gempa secara *spatially smoothed* (Frankel, 1995). Dalam Asrurifak (2010), perhitungan dengan ukuran *grid* tersebut menggambarkan kemungkinan maksimum estimasi dari 10^a untuk gempa di atas M_{ref} (Weichert, 1980). Nilai grid n_i akan dilakukan *spatially smoothing* dengan menggunakan *correlation distance* dan juga perkalian dengan fungsi Gaussian (Asrurifak, 2010) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\hat{n}_i = \frac{\sum_j n_j e^{-\Delta_{ij}^2/c^2}}{\sum_j e^{-\Delta_{ij}^2/c^2}}$$

Dengan:

$\hat{n}_i$ = nilai normalisasi terhadap peristiwa kejadian gempa riil

Δ_{ij} = jarak antara cell i dengan cell j

Pada analisis dilakukan penjumlahan untuk seluruh cell dalam jarak $3c$ dari cell tinjauan dengan *rate* tahunan λ ($u > u_0$) terlampaui dari gerak tanah u_0 pada suatu lokasi tertentu ditentukan dari jumlah dan keseluruhan jarak serta magnitudo berdasarkan persamaan berikut:

$$\lambda(u > u_0) = \sum_k \sum_l 10^{\left[\log\left(\frac{N_k}{T}\right) - b(M_l - M_{ref})\right]} P(u > u_0 | R_k, M_l)$$

Dengan:

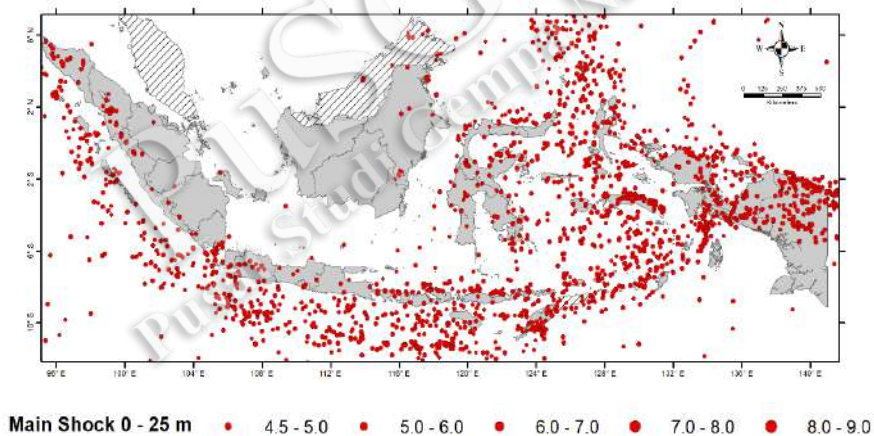
N_k = total nilai $\hat{n}_i$ untuk *cell-cell* dalam interval jarak tertentu dari lokasi

T = jumlah tahun pada katalog gempa

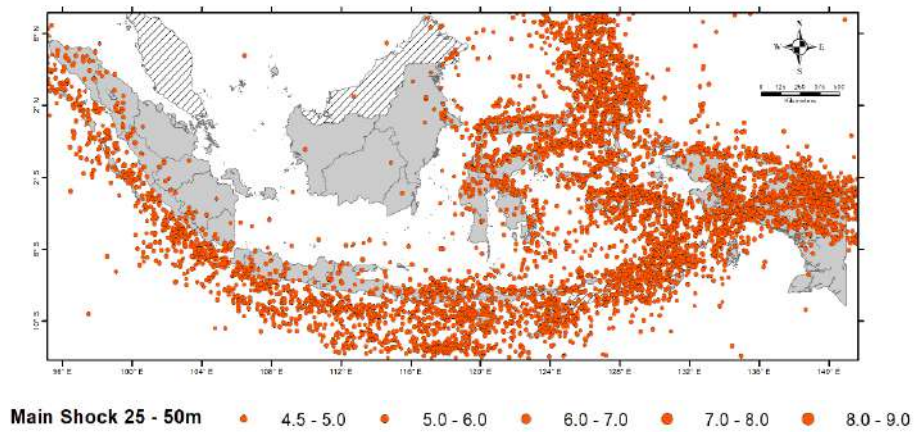
$P(u > u_0 | R_k, M_l)$ = probabilitas terlampaui pada lokasi untuk suatu gempa dengan jarak

dan magnitudo tertentu.

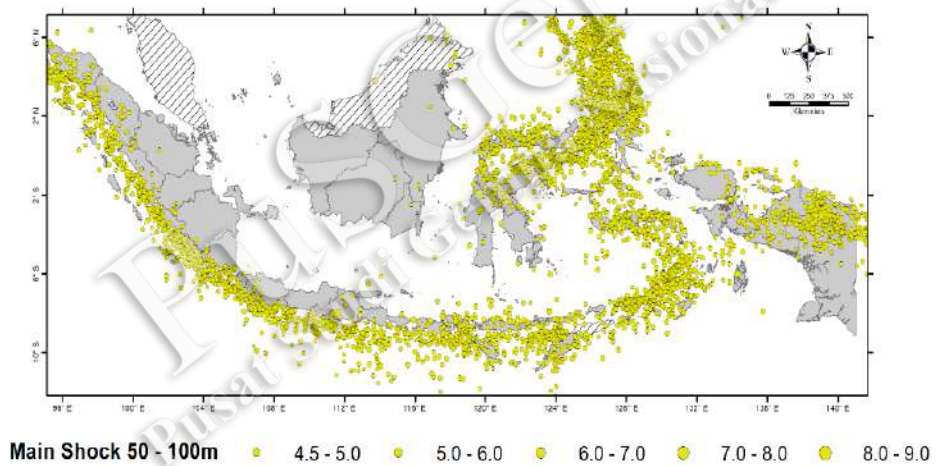
Berdasarkan pendekatan metode Weichert oleh Asrurifak (2010), didapat *level completeness* katalog gempa digunakan tahun 1964 ($5 \leq M < 6$); tahun 1954 ($6 \leq M < 7$) dan 1900 untuk $M \geq 7$. Pada analisis untuk model sumber gempa *background*, dibagi ke dalam 6 interval kedalaman untuk analisis yaitu *shallow background* (0 – 25 km; 25 – 50 km) dan *deep background* (50 – 100 km; 100 – 150 km; 150 – 200 km; 200 – 300 km) dengan rekaman kejadian gempa yang dipertimbangkan merupakan rekaman gempa *main shock*. Untuk mendapatkan rekaman gempa *main shock* dilakukan *de-clustering* dengan pendekatan Gardner dan Knopoff (1974). Peta episenter gempa untuk tiap-tiap kedalaman yang telah melalui tahapan *de-clustering* dapat dilihat pada Gambar 4.4 hingga Gambar 4.9.



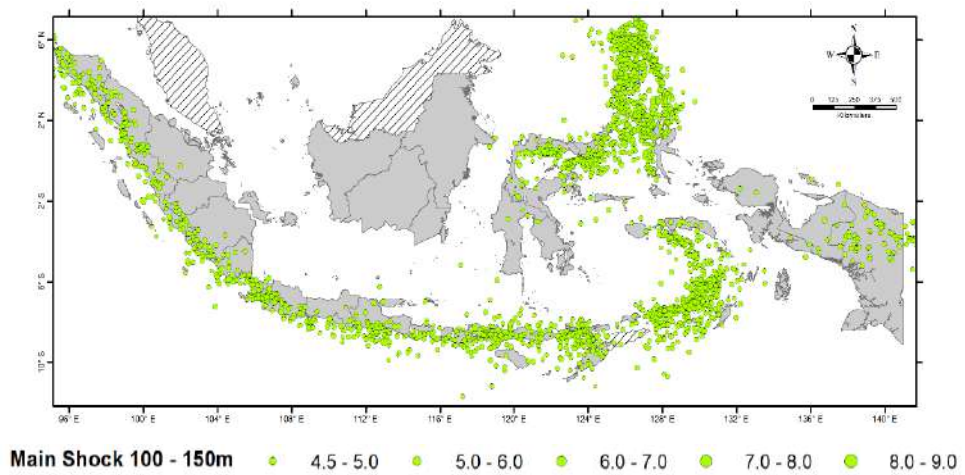
Gambar 4.4 Peta episenter gempa kedalaman 0 – 25 m (Katalog PuSGeN, 2017)



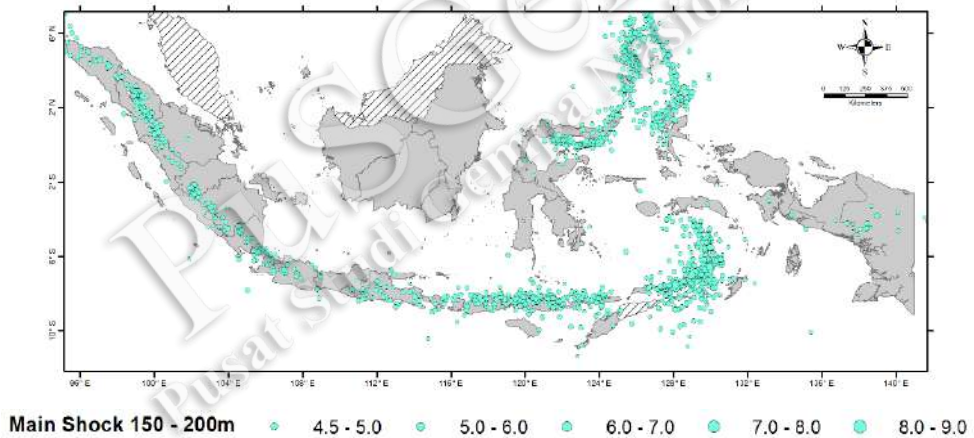
Gambar 4.5 Peta episenter gempa kedalaman 25 – 50 m (Katalog PuSGeN, 2017)



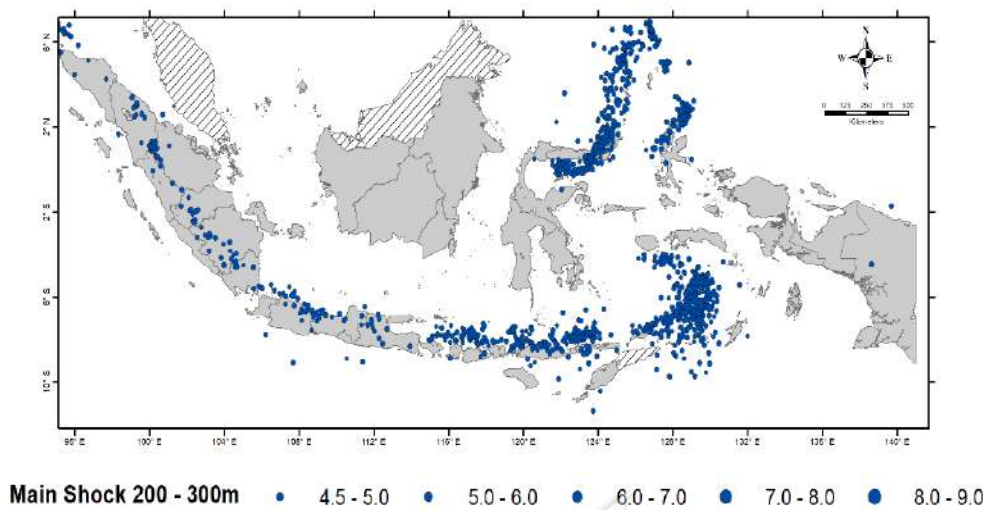
Gambar 4.6 Peta episenter gempa kedalaman 50 – 100 km (Katalog PuSGeN, 2017)



Gambar 4.7 Peta episenter gempa kedalaman 100-150 km (Katalog PuSGeN, 2017)



Gambar 4.8 Peta episenter gempa kedalaman 150-200 km (Katalog PuSGeN, 2017)



Gambar 4.9 Peta episenter gempa kedalaman 200-300 km (Katalog PuSGeN, 2017)

PuSGeN
Pusat Studi Gempa Nasional

Tabel 4.2 Data dan parameter sumber gempa *fault* Daerah Sumatera dan sekitarnya (PuSGeN, 2017)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
1	Andaman Spreading Ridge	North1	0,75	Normal 60S	60	3	20	166	6,8
2	Andaman Spreading Ridge	North2	0,75	Normal 60S	60	3	20	197	6,9
3	Andaman Spreading Ridge	South1	0,75	Normal 60N	60	3	20	170	6,8
4	Andaman Spreading Ridge	South2	0,75	Normal 60N	60	3	20	212	7,0
5	West Andaman Fault	North-West	5,0	Strike-slip	90	3	20	478	7,9
6	West Andaman Fault	North-East	5,0	Strike-slip	90	3	20	669	8,0
7	West Andaman Fault	Central	10,0	Strike-slip	90	3	20	168	7,3
8	West Andaman Fault	South (Simelue)	10,0	Strike-slip	90	3	20	196	7,8
9	West Andaman Backthrust	North	10,0	Reverse-slip	45W	3	20	547	7,9
10	West Andaman Backthrust	South	10,0	Reverse-slip	45W	3	20	456	8,1
11	Sumatran Fault	Oreng Fault	1,0	Strike-slip	90	3	20	36	6,9
12	Sumatran Fault	Loksumawe	1,0	Strike-slip	90	3	20	36	6,5
13	Sumatran Fault	Nicobar	18,0	Strike-slip	90	3	20	120	7,1
14	Sumatran Fault	Seulimeum-North	18,0	Strike-slip	90	3	20	143	7,6
15	Sumatran Fault	Seulimeum-South	7,0	Strike-slip	90	3	20	38	6,9
16	Sumatran Fault	Aceh-North	2,0	Strike-slip	90	3	20	65	7,2
17	Sumatran Fault	Aceh-Central	14,0	Strike-slip	90	3	20	140	7,6
18	Sumatran Fault	Aceh-South	14,0	Strike-slip	90	3	20	27	6,7
19	Takengon Fault	Lok Tawar	0,5	Strike-slip	90	3	20	21	6,6
20	Takengon Fault	Peusangan	0,5	Strike-slip	90	3	20	32	6,8
21	Sumatran Fault	Tripa1-Thrust	16,0	Strike-slip	45W	3	20	32	6,8
22	Sumatran Fault	Tripa 2	7,0	Strike-slip	90	3	20	103	7,4
23	Sumatran Fault	Tripa 3	14,0	Strike-slip	90	3	20	75	7,3
24	Sumatran Fault	Tripa 4	7,0	Strike-slip	90	3	20	55	7,1
25	Sumatran Fault	Tripa 5	7,0	Strike-slip	90	3	20	21	6,6

Tabel 4.2 (Lanjutan)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
26	Batee Fault	Batee-A	6,0	Strike-slip	90	3	20	44	7,0
27	Batee Fault	Batee-B	0,5	Strike-slip	90	3	20	50	7,0
28	Batee Fault	Batee-C	0,1	Strike-slip	90	3	20	37	6,9
29	Sumatran Fault	Renun-A	10,5	Strike-slip	90	3	20	180	7,7
30	Sumatran Fault	Renun-B	8,0	Strike-slip	90	3	20	31	6,8
31	Sumatran Fault	Renun-C	8,0	Strike-slip	90	3	20	26	6,7
32	Sumatran Fault	Toru	11,5	Strike-slip	90	3	20	95	7,4
33	Sumatran Fault	Angkola	6,0	Strike-slip	90	3	20	160	7,7
34	Sumatran Fault	Barumun	6,5	Strike-slip	90	3	20	125	7,5
35	Sumatran Fault	Sumpur	14,0	Strike-slip	90	3	20	35	6,9
36	Sumatran Fault	Sianok	14,0	Strike-slip	90	3	20	90	7,4
37	Sumatran Fault	Sumani	14,0	Strike-slip	90	3	20	60	7,1
38	Sumatran Fault	Suliti	14,0	Strike-slip	90	3	20	95	7,4
39	Sumatran Fault	Siulak	14,0	Strike-slip	90	3	20	70	7,2
40	Sumatran Fault	Dikit	12,0	Strike-slip	90	3	20	60	7,1
41	Sumatran Fault	Ketaun	12,0	Strike-slip	90	3	20	85	7,3
42	Sumatran Fault	Musi	13,5	Strike-slip	90	3	20	70	7,2
43	Sumatran Fault	Manna	13,5	Strike-slip	90	3	20	85	7,3
44	Sumatran Fault	Kumering-North	12,5	Strike-slip	90	3	20	111	7,5
45	Sumatran Fault	Kumering-South	12,5	Strike-slip	90	3	20	60	7,1
46	Sumatran Fault	Semangko Barat-A	8,0	Strike-slip	90	3	20	90	7,4
47	Sumatran Fault	Semangko Barat-B	8,0	Strike-slip	90	3	20	80	7,3
49	Sumatran Fault	Semangko Timur-A	5,0	Strike-slip	90	3	20	12	6,5
50	Sumatran Fault	Semangko Timur-B	3,0	Strike-slip	90	3	20	35	6,9
51	Sumatran Fault	Semangko Graben	3,0	Normal	90	3	20	50	6,5
52	Sumatran Fault	Ujung Kulon A	10,0	Strike-slip	90	3	20	80	7,3

Tabel 4.2 (Lanjutan)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
53	Sumatran Fault	Ujung Kulon B	10,0	Strike-slip	90	3	20	150	7,6
54	Mentawai Fault	Mentawai	5,0	Reverse-slip	45W	3	20	560	8,2
55	Mentawai Fault	Enggano	5,0	Reverse-slip	45W	3	20	160	7,6
56	Sumatran Fault	Pidie	0,2	Strike-slip	90	3	20		6,5

Tabel 4.3 Data dan parameter sumber gempa *fault* Daerah Jawa dan sekitarnya (PuSGeN, 2017)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}	Ket
	Main	Segment								
1	Cimandiri Fault	Cimandiri	0,55	Reverse-slip	45S	3	18	23	6,7	Nilai sliprate yang digunakan dalam perhitungan probabilistik adalah 20% dari nilai slip-rate hasil pengukuran GPS.
2	Cimandiri Fault	Nyalindung-Cibeber	0,40	Reverse-slip	45S	3	18	30	6,5	
3	Cimandiri Fault	Rajamandala	0,1	Strike-slip	90	3	18	45	6,6	
4	Lembang Fault	Lembang	2,0	Strike-slip	90	3	18	29,5	6,8	
5	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Subang	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	33	6,5	
6	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Cirebon-1	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	15	6,5	
7	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Cirebon—2	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	18	6,5	
8	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Karang Malang	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	22	6,5	
9	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Brebes	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	22	6,5	
10	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Tegal	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	15	6,5	
11	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Pekalongan	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	16	6,5	
12	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Weleri	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	17	6,5	

Tabel 4.3 (Lanjutan)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}	Ket
	Main	Segment								
13	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Semarang	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	34	6,5	
14	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Rawapening	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	18	6,5	
15	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Demak	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	31	6,5	
16	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Purwodadi	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	38	6,5	
17	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Cepu	0,1	Reverse-slip	45S	3	18	100	6,5	
18	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Waru	0,05	Reverse-slip	45S	3	18	64	6,5	
19	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Surabaya	0,05	Reverse-slip	45S	3	18	25	6,5	
20	Baribis-Kendeng Fold-Thrust Zone	Blumbang	0,05	Reverse-slip	45S	3	18	31	6,6	
21	Ciremai		0,1	Strike-slip	90	3	18	20	6,5	
22	Ajibarang		0,1	Strike-slip	90	3	18	20	6,5	
23	Opak		0,75	Strike-slip	60E	3	18	45	6,6	
24	Merapi-Merbabu		0,1	Strike-slip	90	3	18	28	6,6	
25	Pati Thrust		0,1	Strike-slip	90	3	18	69	6,5	

Tabel 4.4 Data dan parameter sumber gempa *fault* Daerah Kalimantan dan sekitarnya (PuSGeN, 2017)

ID	Structure Name		Slip-Rate m/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
1	Tarakan		0.3	Strike-slip	90	3	18	100	7.0
2	Mangkalihat		0.5	Strike-slip	90	3	18	111	7.0
3	Meratus		0.2	Reverse-slip	45W	3	18	105	7.0

Tabel 4.5 Data dan parameter sumber gempa *fault* Daerah Sulawesi dan sekitarnya (PuSGeN, 2017)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}	Ket
	Main	Segment								
1	Palukoro Fault	Makasar Strait	10	Left-lateral SS	90	3	18	130	7.1	Nilai sliprate yang digunakan dalam perhitungan probabilistik adalah 50% dari nilai slip-rate hasil pengukuran GPS.
2	Palukoro Fault	Palu	10	Left-lateral SS	90	3	18	31	6.8	
3	Palukoro Fault	Saluki	10	Left-lateral SS	90	3	18	44	6.9	
4	Palukoro Fault	Moa	10	Left-lateral SS	90	3	18	66	7.1	
5	Matano Fault	Kuleana	7	Left-lateral SS	90	3	18	22	6.6	
6	Matano Fault	Pewusai	7	Reverse-slip	45N	3	18	46	6.9	
7	Matano Fault	Matano	7	Left-lateral SS	90	3	18	35	6.8	
8	Matano Fault	Pamsoa	7	Left-lateral SS	90	3	18	44	6.9	
9	Matano Fault	Ballawai	7	Left-lateral SS	90	3	18	26	6.7	
10	Matano Fault	Geressa	7	Left-lateral SS	91	3	18	80	7.2	
11	Soroako Thrust	A	0.1	Reverse-slip	45E	3	18	24	6.6	
12	Soroako Thrust	B	0.1	Reverse-slip	45E	3	18	20	6.5	
13	Soroako Thrust	C	0.1	Reverse-slip	45E	3	18	16	6.5	
14	Batui Thrust		1	Reverse-slip	45SE	3	18	84	7.3	
15	Balantak		0.5	Right-lateral SS	90	3	18	149	7.6	
16	Makasar Strait Thrust	North	2	Reverse-slip	45E	3	18	100	7.1	
17	Makasar Strait Thrust	Central	2	Reverse-slip	45E	3	18	170	7.3	
18	Makasar Strait Thrust	Manuju	2	Reverse-slip	45E	3	18	40	7.0	
19	Makasar Strait Thrust	Somba	2	Reverse-slip	45E	3	18	80	7.3	
21	Buton	B	0.1	Strike-slip	90	3	18	60	7.1	
28	Peleng		1	Strike-slip	90	3	18	44	6.9	
29	Ambelang		1	Reverse-slip	45	3	18	50	7.0	
30	Sausu		1	Strike-slip	90	3	18	31	6.8	
31	Tokararu		2	Reverse-slip	45	3	18	80	7.2	
33	Poso		0.1	Reverse-slip	45E	3	18	85	7.3	

Tabel 4.5 (Lanjutan)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}	Ket
	Main	Segment								
34	Loa		0.1	Strike-slip	90	3	18	86	7.3	
35	Weluki		0.1	Reverse-slip	45W	3	18	72	7.3	
36	Tomini		0.1	Reverse-slip	45	3	18	59	7.1	
37	Lawanopo		0.1	Strike-slip	90	3	18	130	7.5	
38	Tolo Thrust		1	Reverse-slip	45W	3	18	120	7.4	
39	Gorontalo	North	1	Strike-slip	90	3	18	74	6.9	
40	Gorontalo	South	1	Strike-slip	90	3	18	70	6.8	
41	Walanae		0.5	Strike-slip	90	3	18	130	7.1	
42	Kendari Fault	North	0.1	Unknown	90	3	18	24	6.5	
47	Tarakan		0.1	Strike-slip		3	18	206	7.4	
48	Maleei		0.1	Reverse-slip	45E	3	18	70	7.1	
49	West Molucca Sea		0.1	Reverse-slip	30E	3	18	283.5	7.9	
50	East Molucca Sea		0.1	Reverse-slip	40E	3	18	365	8.1	

Tabel 4.6 Data dan parameter sumber gempa *fault* Daerah Papua-Maluku Utara dan sekitarnya (PuSGeN, 2017)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
1	North Sula	North Sula	20,0	Thrust	45S	3	18	405	8,1
2	South Balantak	South Balantak	15,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	53	7,1
3	Sula Fault	1 Kano	15,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	32	6,5
4	Sula Fault	2 Talibu	15,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	62	7,2
5	Sula Fault	3 Mangole	15,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	159	7,6
6	Sorong Fault	1 Obi	10,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	137	7,6
7	Sorong Fault	2 Obi-Kofiau	10,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	191	7,4
8	Sorong Fault	3 North Kofiau	12,5	Strike-slip sinistral	90	3	18	71	7,2

Tabel 4.6 (Lanjutan)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
9	Sorong Fault	4 South Halmahera	15,0	Strike-slip sinistral	60	3	18	258	7,9
10	Sorong Fault	5 West Salawati	12,5	Strike-slip sinistral	90	3	18	45	6,6
11	Sorong Fault	6 Sagewin	12,5	Strike-slip sinistral	90	3	18	125	7,2
12	Sorong Fault	7 Dampier	5,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	111	7,1
13	Sorong Fault	8 Mega-Omnowi	5,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	193	7,7
14	Sorong Fault	9 Klararea	1,5	Strike-slip sinistral	90	3	18	90	7,3
15	Sorong Fault	10 Anita	1,5	Thrust	45NE	3	18	38	6,7
16	Sorong Fault	11 Warjori	5,0	Oblique (Thrust-sinistral)	45SW	3	18	44	7,1
17	Sorong Fault	12 Meuni	5,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	23	6,7
18	Sorong Fault	13 Meuni Thrust	5,0	Oblique (Thrust-sinistral)	45SW	3	18	23	6,7
19	Manokwari Thrust	West Segment (North Waigeo)	10,0	Oblique (Thrust-sinistral)	70SW	3	18	137	7,6
20	Manokwari Thrust	Central-East Segment	10,0	Thrust	60SW	3	18	309	8,0
21	Koor Fault	1 (Dampier)	1,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	65	6,8
22	Koor Fault	2 (Koor)	3,5	Strike-slip sinistral	90	3	18	104	7,4
23	Taminabuan Thrust	1 South	0,1	Thrust	45NE	3	18	242	6,5
24	Taminabuan Thrust	2 Central	0,1	Thrust	45NE	3	18	182	6,5
25	Taminabuan Thrust	3 North	0,1	Thrust	45NE	3	18	43	6,5
26	Seram FTB	1 West	15,0	Thrust	45SW	3	18	514	8,2
27	Seram FTB	2	10,0	Thrust-SS	60SW	3	18	81	7,4
28	Seram Strike Slip	East Gorom	5,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	149	7,6
29	Seram Strike Slip	West Gorom	5,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	31	6,8
30	Seram Strike Slip	North Hote	5,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	84	7,3
31	Seram Strike Slip	East Bula	5,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	51	7,1

Tabel 4.6 (Lanjutan)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
32	Seram Strike Slip	North Kobi	1,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	30	6,8
33	Seram Strike Slip	North Wahai	5,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	100	7,4
34	Ransiki		5,0	Strike-slip dextral	90	3	18	145	7,2
35	Wandamen	4 Kaimana	2,5	Normal	75NE	3	18	120	7,0
36	Wandamen	3 Rumberpon-Kaimana	5,0	Normal	75NE	3	18	81	6,8
37	Wandamen	2 Rumberpon	2,5	Normal	75W	3	18	39	6,4
38	Wandamen	Fau (East Kaimana)	1,0	Normal	80SE	3	18	50	6,5
39	Wandamen	Triton South	1,0	Normal	80NW	3	18	97	6,9
40	Wandamen	Triton North	1,0	Normal	80SE	3	18	60	6,6
41	Wandamen	1 Wandamen	5,0	Normal	60W	3	18	95	6,9
42	Tarera-Aiduna	1 North	7,5	Strike-slip sinistral	90	3	18	114	7,5
43	Tarera-Aiduna	2 Central	7,5	Strike-slip sinistral	90	3	18	239	7,8
44	Tarera-Aiduna	3 South	7,5	Strike-slip sinistral	90	3	18	90	7,3
45	Aru Trough	4 East Aru	5,0	Normal	75W	3	18	225	7,4
46	Aru Trough	3 East-North	5,0	Normal	75W	3	18	68	6,7
47	Aru Trough	5 East-South	5,0	Normal	75W	3	18	92	6,9
48	Aru Trough	1 West Aru	5,0	Normal	75E	3	18	219	7,3
49	Aru Trough	2 Central South	5,0	Normal	75E	3	18	158	7,2
50	Aru Trough	Central North	3,5	Normal	75E	3	18	29	6,3
51	Aru Trough	Central	2,5	Normal	75W	3	18	24	6,1
52	Sorendidori		0,5	Strike-slip sinistral	90	3	18	29	6,4
53	Yapen Fault	Ransiki-Num	35,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	247	7,5
54	Yapen Fault	Randawaya	17,5	Strike-slip sinistral	90	3	18	77	7,3

Tabel 4.6 (Lanjutan)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
57	Yapen Fault	Jobi	17,5	Strike-slip sinistral	90	3	18	79	7,3
58	Cenderawasih Thrust		5,0	Thrust	40SE	3	18	133	7,6
59	Wapoga		30,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	251	7,9
60	Papua Fold Thurst Belt	Waghete	2,5	Thrust	45N	3	18	176	7,7
61	Papua Fold Thurst Belt	Timika	2,5	Thrust	60N	3	18	99	7,4
62	Papua Fold Thurst Belt	Kenyam	2,5	Thrust	60N	3	18	123	7,6
63	Papua Fold Thurst Belt	Digul	2,5	Thrust	60N	3	18	309	8,0
64	Papua Fold Thurst Belt	Reiger	2,5	Thrust	60N	3	18	79	7,3
65	Mamberamo	Mamberamo	35,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	133	7,5
66	Mamberamo	Makai	35,0	Thrust	60SW	3	18	51	7,1
67	Mamberamo	Tura	35,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	89	7,3
68	Mamberamo	Mawe	35,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	129	7,5
69	Mamberamo	Toarim	10,0	Thrust	60SW	3	18	103	7,5
70	Mamberamo	Djanggur	17,5	Thrust	60SW	3	18	110	7,5
71	Bewani Toricelli	Waris	15,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	69	7,2
72	Nawa Hills	Pawasi	2,5	Thrust	70SW	3	18	128	7,6
73	Nawa Hills	Waruta	2,5	Thrust	70SW	3	18	90	7,1
74	Nawa Hills	Anabranh	2,5	Thrust	70SW	3	18	88	7,1
75	Dampier	Dampier	0,5	Thrust	35	3	18	67	7,3
76	Wamena		1,0	Thrust	45W	3	18	24	6,8
77	Habema		1,0	Thrust	45E	3	18	46	7,1
78	Tanimbar-Kai FTB	1	2,5	Thrust	45N	3	18	189	7,8
	Tanimbar-Kai FTB	2	2,5	Thrust	45N	3	18	300	8,0

Tabel 4.6 (Lanjutan)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
	Tanimbar-Kai FTB	3	2,5	Thrust	45N	3	18	250	7,9
	Timor FTB	1	2,5	Thrust	45N	3	18	355	8,1
	Timor FTB	2	2,5	Thrust	45N	3	18	320	8,0
79	Timor FTB	3	2,5	Thrust	45N	3	18	220	7,8
80	East Balantak		15,0	Strike-slip sinistral	90	3	18	68	7,2

Tabel 4.7 Data dan Parameter sumber gempa *fault* Daerah Nusa Tenggara - Banda dan sekitarnya (PuSGeN, 2017)

ID	Structure Name		Slip-Rate m/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
1	Sumbawa Strait Strikeslip Fault	North	0,5	Strike-slip	90	3	18	79	7,3
2	Sumbawa Strait Strikeslip Fault	Central	0,5	Strike-slip	90	3	18	104	7,4
3	Sumbawa Strait Strikeslip Fault	South 2	0,5	Strike-slip	90	3	18	40	6,9
4	Sumbawa Strait Strikeslip Fault	South 1	0,5	Strike-slip	90	3	18	47	7,0
5	Teluk Panas Fault	North	0,5	Strike-slip	90	3	18	175	7,7
6	Lombok Strait Strikeslip Fault	North	0,5	Strike-slip	90	3	18	156	7,6
7	Sape Strikeslip		0,5	Strike-slip	90	3	18	54	6,7
8	Sumba Ridge Thrust	North	17,5	Reverse-slip	45N	3	18	183	7,7
9	Lombok Strait Strikeslip Fault	Central	0,5	Strike-slip	90	3	18	133	7,5
10	Savu Ridge Thrust	1	17,5	Reverse-slip	45N	3	18	109	7,5
11	Nusa Tenggara Oceanic Normal Fault		0,5	Normal	60N	3	18	540	7,8
12	Savu Thrust	South	17,5	Reverse-slip	45S	3	18	113	7,5
14	Sumba Strikeslip	2	0,5	Strike-slip	90	3	18	42	7,0
15	Sumba Strikeslip	1	0,5	Strike-slip	90	3	18	83	7,3
16	Sumba Strikeslip	3	0,5	Strike-slip	90	3	18	25	6,7

Tabel 4.7 (Lanjutan)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
17	Sumba Strikeslip	4	0,5	Strike-slip	90	3	18	31	6,8
18	Sumba Strikeslip	5	0,5	Strike-slip	90	3	18	46	7,0
19	Flores Backarc Thrust	Lombok Sumbawa	9,9	Reverse-slip	45N	3	18	310	8,0
20	Flores Backarc Thrust	Bali	7,0	Reverse-slip	45N	3	18	84	7,4
21	Gorong Fault	1	0,5	Strike-slip	90	3	18	92	7,0
22	Gorong Fault	2	0,5	Strike-slip	90	3	18	73	6,9
23	Manipa Fault		0,5	Strike-slip	90	3	18	100	7,4
24	South Buru Fault	1	0,5	Strike-slip	90	3	18	152	7,3
25	South Buru Fault	2	0,5	Strike-slip	90	3	18	91	7,0
26	Kendari Fault		0,5	Strike-slip	90	3	18	212	7,4
27	North Buru Fault		0,5	Strike-slip	90	3	18	206	7,4
28	Bobot Fault		0,5	Strike-slip	90	3	18	115	7,5
30	Leti Thrust		0,5	Reverse-slip	45N	3	18	99	7,4
31	Selayar Fault	West	0,5	Normal	60E	3	18	152	7,2
32	Selayar Fault	East	0,5	Normal	60W	3	18	167	7,2
33	Flores Backarc Thrust	Nusa Tenggara Timur	5,6	Reverse-slip	45S	3	18	236	7,5
34	Flores Backarc Thrust	Wetar	18,3	Reverse-slip	45S	3	18	216	7,5
35	Flores Backarc Thrust	Nusa Tenggara Barat	11,6	Reverse-slip	45S	3	18	217	7,5
36	Bawean Fault		0,5	Strike-slip	90	3	18	156	7,6
37	Flores Backarc Thrust	Nusa Tenggara Tengah	11,6	Reverse-slip	45S	3	18	173	7,4
38	Bondowatu Fault		0,5	Normal	60S	3	18	44	6,5
39	RMKS Fault	West	1,5	Strike-slip	90	3	18	258	7,9
40	RMKS Fault	East	1,5	Strike-slip	90	3	18	230	7,8
41	Semau Fault	North	5,5	Strike-slip	90	3	18	340	8,0

Tabel 4.7 (Lanjutan)

ID	Structure Name		Slip-Rate mm/yr	Sense Mechanism	Dip	Top	Bottom	L (km)	M _{max}
	Main	Segment							
42	Semau Fault	South	5,5	Strike-slip	90	3	18	220	7,8
43	Tanimbar Fault	1	0,5	Strike-slip	90	3	18	126	7,5
44	Tanimbar Fault	2	0,5	Strike-slip	90	3	18	90	7,3
45	Tanimbar Fault	3	0,5	Strike-slip	90	3	18	110	7,4
46	Tanimbar Fault	4	0,5	Strike-slip	90	3	18	132	7,5
47	Tanimbar Fault	5	0,5	Strike-slip	90	3	18	101	7,4
48	Taluti Strike-slip Fault		0,5	Strike-slip	90	3	18	54	7,1
49	Taluti Thrust Fault		0,5	Reverse-slip	45S	3	18	28	6,8

4.1.2 Pemilihan *Ground Motion Prediction Equation*

Ground Motion Prediction Equation (GMPE) atau fungsi atenuasi adalah persamaan yang digunakan untuk mengestimasi tingkat guncangan tanah akibat gempa dengan magnitudo, jarak dari sumber ke lokasi pengamatan, dan kondisi sumber gempa tertentu. Atenuasi gerakan tanah adalah suatu persamaan yang menghubungkan antara parameter gempa (percepatan, cepat rambat, simpangan, intensitas, dan besar gempa) dan jarak sumber ke lokasi pencatatan gempa (jarak episenter dan jarak hiposenter) (Pawirodikromo, 2012).

Fungsi atenuasi merupakan fungsi khas yang diturunkan berdasarkan data gempa pada suatu daerah tertentu. Secara umum, fungsi atenuasi tergantung pada faktor-faktor berikut, antara lain:

1. Tipe mekanisme sumber gempa daerah yang ditinjau
2. Jarak episenter
3. Kondisi lapisan kulit bumi yang dilintasi oleh gelombang gempa
4. Kondisi tanah lokal di sekitar lokasi

Fungsi atenuasi umumnya dikembangkan berdasarkan rekaman kejadian gempa pada suatu lokasi tertentu. Oleh karena itu, fungsi atenuasi yang paling tepat digunakan untuk Indonesia adalah fungsi atenuasi yang dikembangkan berdasarkan data rekaman gempa Indonesia. Namun, hal ini sulit dilakukan karena kurang lengkapnya *database* rekaman gempa di Indonesia. Dalam kondisi yang demikian, dapat digunakan fungsi atenuasi berdasarkan data-data daerah lain yang memiliki karakteristik tektonik yang mirip dengan Indonesia. Penggunaan fungsi atenuasi dari daerah lain yang memiliki karakteristik tektonik mirip dengan Indonesia juga diadopsi pada saat pembuatan *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017*. Pada

buku Peta Deagregasi Nasional ini dilakukan pemuktahiran fungsi atenuasi dengan menggunakan fungsi atenuasi yang lebih baru, tetapi tetap sesuai dengan tektonik Indonesia. Fungsi atenuasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pembaharuan fungsi atenuasi

Sumber	Peta Gempa 2017	Pembaharuan Penelitian
Shallow Crustal	Boore - Atkinson 2008	Boore - Atkinson NGA 2014
	Campbel - Bozorgnia 2008	Campbel - Bozorgnia NGA 2014
	Chiou - Youngs 2008	Chiou - Youngs NGA 2014
Benioff	Atkinson - Boore 2003 (Puget Sound and Cascadian)	Atkinson - Boore 2003 (Worldwide Data)
	Geomatrix Slab Youngs 1997	Zhao et.al. 2006 (Benioff Zone)
	Atkinson - Boore 2003 (Worldwide data)	Abrahamson et.al. 2018 (Benioff Zone)
Megathrust	Youngs 1997	Youngs 1997
	Atkinson - Boore 2003 (Subduction)	Atkinson - Boore 2003 (Subduction)
	Zhao et.al. 2006	BC - Hydro 2012

a. Young, et.al (1997)

Fungsi atenuasi dari Youngs, et.al (1997) dapat digunakan pada sumber gempa Subduksi, baik untuk area dangkal (*Megathrust*) maupun daerah dalam (*Benioff*), dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln(y) = & 0,2418 + 1,414M + C_1 + C_2(10 - M)^3 \\ & + C_3 \ln(r_{rup} + 1,7818e^{0,554M}) \text{ (for rock)} \\ & + 0,00607H + 0,3846Z_T \text{ (II.14)} \end{aligned} \quad (4.1)$$

$$\begin{aligned} \ln(y) = & -0,6687 + 1,438M + C_1 + C_2(10 - M)^3 \\ & + C_3 \ln(r_{rup} + 1,097e^{0,617M}) \text{ (for soil)} \\ & + 0,00648H + 0,3643Z_T \text{ (II.15)} \end{aligned} \quad (4.2)$$

Untuk nilai standar deviasi, $\sigma = C_4 + C_5M$

Dengan:

y = *spectral acceleration* (g)

M = *moment magnitudo* (M_w)

H = kedalaman hiposenter (km)

Z_T = konstanta jenis sumber (0 untuk *interface* atau *megathrust*, 1 untuk *intraslab* atau *Benioff*)

R_{rup} = jarak terdekat ke runtuh (km)

Untuk standar deviasi dari gempa dengan $M > 8$ digunakan nilai standar deviasi gempa dengan $M = 8$

Tabel 4.9 Koefisien-koefisien fungsi Atenuasi Youngs 1997 untuk *interface* dan *intraslab* pada batuan (Youngs, et.al., 1997)

Period (s)	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
PGA	0	0	-2.552	1.45	-0.1
0.075	1.275	0	-2.707	1.45	-0.1
0.1	1.188	-0.0011	-2.655	1.45	-0.1
0.2	0.722	-0.0027	-2.528	1.45	-0.1
0.3	0.246	-0.0036	-2.454	1.45	-0.1
0.4	-0.115	-0.0043	-2.401	1.45	-0.1
0.5	-0.4	-0.0048	-2.36	1.45	-0.1
0.75	-1.149	-0.0057	-2.286	1.45	-0.1
1.0	-1.736	-0.0064	-2.234	1.45	-0.1
1.5	-2.634	-0.0073	-2.16	1.5	-0.1
2.0	-3.328	-0.008	-2.107	1.55	-0.1
3.0	-4.511	-0.0089	-2.033	1.65	-0.1

Tabel 4.10 Koefisien-koefisien fungsi Atenuasi Youngs 1997 untuk *interface* dan *intraslab* pada Tanah (Youngs, et.al., 1997)

Period (s)	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
PGA	0	0	-2.329	1.45	-0.1
0.075	2.4	-0.0019	-2.697	1.45	-0.1
0.1	2.516	-0.0019	-2.697	1.45	-0.1
0.2	1.549	-0.0019	-2.464	1.45	-0.1
0.3	0.793	-0.002	-2.327	1.45	-0.1
0.4	0.144	-0.002	-2.23	1.45	-0.1
0.5	-0.438	-0.0035	-2.14	1.45	-0.1
0.75	-1.704	-0.0048	-1.952	1.45	-0.1
1.0	-2.87	-0.0066	-1.785	1.45	-0.1
1.5	-5.101	-0.0114	-1.47	1.5	-0.1
2.0	-6.433	-0.0164	-1.29	1.55	-0.1
3.0	-6.672	-0.0221	-1.347	1.65	-0.1
4.0	-7.618	-0.0235	-1.272	1.65	-0.1

b. Atkinson – Boore (2003)

Fungsi atenuasi Atkinson – Boore (2003) digunakan untuk jenis sumber gempa pada area Subduksi, baik gempa dangkal (*interface* atau *Megathrust*), maupun gempa dalam (*intra-slab* atau *Benioff*) dengan persamaan atenuasinya sebagai berikut:

$$\log(Y) = c_1 + c_2M + c_3H + c_4R - g \log(R) + c_5slS_C + c_6slS_D + c_7. \quad (4.3)$$

Dengan:

Y = *peak ground acceleration* (PGA) atau 5%
damped pseudo - acceleration (PSA)

M = moment magnitudo, untuk interface
 $M_{\max} = 8.5$ dan untuk intraslab $M_{\max} = 8$

h = *focal depth* (km), $h_{\max} = 100$ km

R = $\sqrt{(D_{\text{fault}})^2 + \Delta^2}$

D_{fault} = jarak terdekat ke sumber gempa (km)

Δ = $0,00724 \times 10^{0,507M}$ (*near - source saturation term*)

S_C, S_D, S_e = koefisien kelas situs tanah berdasarkan nilai kecepatan geser, bernilai 1 bila sesuai 0 bila tidak sesuai

g = $10^{(1,2-0,18M)}$ untuk interface,
 $10^{(0,301-0,01M)}$ untuk *intraslab*

sl

$$= \begin{cases} 1 & \text{untuk } PGA \leq 100 \text{ cm/s}^2, \\ & f < 1 \text{ Hz} \\ 1 - (f - 1) \times (PGA - 100)/400 & \text{untuk } 100 \leq PGA \leq 500 \text{ cm/s}^2, \\ & 1 < f < 2 \\ 1 - (f - 1) & \text{untuk } PGA > 500 \text{ cm/s}^2, \\ & 1 < f < 2 \\ 1 - (PGA - 100)/400 & \text{untuk } 100 \leq PGA \leq 500 \text{ cm/s}^2, \\ & f > 2 \\ 0 & \text{untuk } PGA > 500 \text{ cm/s}^2, \\ & f > 2 \end{cases} \quad (4.4)$$

Tabel 4.11 Koefisien-koefisien fungsi atenuasi Atkinson – Boore 2003 untuk *worldwide events* (Atkinson, 2003)

Frek	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
Koefisien Gempa Subduksi							
0,33	2,301	0,02237	0,00012	0	0,1	0,25	0,36
0,5	2,1907	0,07148	0,00224	0	0,1	0,25	0,4
1	2,1442	0,1345	0,00521	-0,001	0,1	0,3	0,55
2,5	2,5249	0,1477	0,00728	-0,00235	0,1	0,37	0,38
5	2,6638	0,12386	0,00884	-0,0028	0,15	0,27	0,25
10	2,7789	0,09841	0,00974	-0,00287	0,15	0,23	0,2
25	2,8753	0,07052	0,01004	-0,00278	0,15	0,2	0,2
PGA	2,991	0,03525	0,00759	-0,00206	0,19	0,24	0,29
Koefisien Gempa Intralab							
0,33	-3,70012	1,1169	0,00615	-0,00045	0,1	0,25	0,36
0,5	-2,39234	0,9964	0,00364	-0,00118	0,1	0,25	0,4
1	-1,02133	0,8789	0,0013	-0,00173	0,1	0,3	0,55
2,5	0,005445	0,7727	0,00173	-0,00178	0,13	0,37	0,38
5	0,51589	0,69186	0,00572	-0,00192	0,15	0,27	0,25
10	0,43928	0,66675	0,0108	-0,00219	0,15	0,23	0,2
25	0,50691	0,63273	0,01275	-0,00234	0,15	0,2	0,2
PGA	-0,04713	0,6909	0,0113	-0,00202	0,19	0,24	0,29

Tabel 4.12 Rekomendasi koefisien fungsi atenuasi untuk Daerah Regional Cascadia dan Jepang (Atkinson,2003)

Frek	c1 subduksi		c1 intralab	
	Cascadia	Jepang	Cascadia	Jepang
0,33	2,36	2,27	-3,64	-3,73
0,5	2,33	2,14	-2,25	-2,44
1	2,18	2,18	-0,98	-0,98
2,5	2,5	2,58	-0,01	0,07
5	2,54	2,84	0,4	0,7
10	2,5	2,95	0,16	0,61
25	2,6	3,05	0,23	0,68
PGA	2,79	3,14	-0,25	0,1

c. BC – Hydro (2012)

Fungsi atenuasi BC – Hydro yang dikembangkan oleh Abrahamson, et. al (2012) merupakan fungsi atenuasi yang dapat digunakan untuk zona Subduksi dengan persamaan atenuasinya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln(S_a \text{ interface}) &= \theta_1 + \theta_4 \Delta C_1 \\ &+ (\theta_2 + \theta_3(M - 7.8)) \ln(R_{rup} + C_4 \exp(\theta_9(M - 6))) \end{aligned} \quad (4.5)$$

$$\begin{aligned} &+ \theta_6 R_{rup} + f_{mag}(M) + f_{FABA}(R_{rup}) + f_{site}(PGA_{1000}, Vs_{30}) \\ \ln(S_a \text{ slab}) &= \theta_1 \\ &+ (\theta_2 + \theta_{14} F_{event} \\ &+ \theta_3(M - 7.8)) \ln(R_{hypo} + C_4 \exp(\theta_9(M - 6))) \\ &+ \theta_4 \Delta C_1 + \theta_6 R_{hypo} + \theta_{10} F_{event} + f_{mag}(M) + f_{depth}(Z_h) \\ &+ f_{FABA}(R_{hypo}) \\ &+ f_{site}(PGA_{1000}, Vs_{30}) \end{aligned} \quad (4.6)$$

Dengan:

S_a = Spectral acceleration (g)

M = Moment magnitudo

Z_h = kedalaman hiposenter (km)

$F_{event} = \begin{cases} 0 & \text{untuk Interface events} \\ 1 & \text{untuk Intraslab events} \end{cases}$

$F_{FABA} = \begin{cases} 0 & \text{untuk Forearc atau Unknown Sites} \\ 1 & \text{untuk Backarc sites} \end{cases}$

$f_{mag}(M) =$

$$\begin{cases} \theta_4(M - (C_1 + \Delta C_1)) + \theta_{13}(10 - M)^2 & \text{untuk } M \leq C_1 + \Delta C_1 \\ \theta_5(M - (C_1 + \Delta C_1)) + \theta_{13}(10 - M)^2 & \text{untuk } M > C_1 + \Delta C_1 \end{cases} \quad (4.7)$$

$$(4.8)$$

$$f_{depth}(Z_h) = \theta_{11}(\min(Z_h, 120) - 60)F_{event}$$

$$f_{FABA}(R) = \begin{cases} \theta_7 + \theta_8 \ln\left(\frac{\max(R_{hypo}, 85)}{40}\right) F_{FABA} \text{ untuk } F_{event} = 1 \\ \theta_{15} + \theta_{16} \ln\left(\frac{\max(R_{hypo}, 100)}{40}\right) F_{FABA} \text{ untuk } F_{event} = 0 \end{cases} \quad (4.9)$$

$$f_{Site}(PGA_{1000}, V_{S30}) = \begin{cases} \text{untuk } V_{S30} < V_{lin} \\ \theta_{12} \ln\left(\frac{V_s^*}{V_{lin}}\right) - b \ln(PGA_{1000} + c) + b \ln\left(PGA_{1000} + c \left(\frac{V_s^*}{V_{lin}}\right)\right) \\ \text{untuk } V_{S30} > V_{lin} \\ \theta_{12} \ln\left(\frac{V_s^*}{V_{lin}}\right) + b \ln\left(\frac{V_s^*}{V_{lin}}\right) \end{cases} \quad (4.10)$$

$$PGA_{1000} = \text{median PGA untuk } V_{S30} = 1000 \text{ m/s}$$

$$V_s^* = \begin{cases} 1000 & \text{untuk } V_{S30} > 1000 \\ V_{S30} & \text{untuk } V_{S30} \leq 1000 \end{cases}$$

Tabel 4.13 Koefisien Regresi untuk Nilai Median (g) dari GMPE Subduksi (BC-Hydro, 2012)

Period	V_{lin}	b	θ_1	θ_2	θ_6	θ_7	θ_8	θ_{10}	θ_{11}	θ_{12}	θ_{13}	θ_{14}	θ_{15}	θ_{16}
0	865,1	-1,186	4,2203	-1,35	-0,0012	1,0988	-1,42	3,12	0,013	0,98	-0,0135	-0,4	0,9996	-1
0,02	865,1	-1,186	4,2203	-1,35	-0,0012	1,0988	-1,42	3,12	0,013	0,98	-0,0135	-0,4	0,9996	-1
0,05	1053,5	-1,346	4,5371	-1,4	-0,0012	1,2536	-1,65	3,37	0,013	1,288	-0,0138	-0,4	1,103	-1,18
0,075	1085,7	-1,471	5,0733	-1,45	-0,0012	1,4175	-1,8	3,37	0,013	1,483	-0,0142	-0,4	1,2732	-1,36
0,1	1032,5	-1,624	5,2892	-1,45	-0,0012	1,3997	-1,8	3,33	0,013	1,613	-0,0145	-0,4	1,3042	-1,36
0,15	877,6	-1,931	5,4563	-1,45	-0,0012	1,3582	-1,69	3,25	0,013	1,882	-0,0153	-0,4	1,26	-1,3
0,2	748,2	-2,188	5,2684	-1,4	-0,0018	1,1648	-1,49	3,03	0,0129	2,076	-0,0162	-0,35	1,223	-1,25
0,25	654,3	-2,381	5,0594	-1,35	-0,0023	0,994	-1,3	2,8	0,0129	2,248	-0,0172	-0,31	1,16	-1,17
0,3	587,1	-2,518	4,7945	-1,28	-0,0027	0,8821	-1,18	2,59	0,0128	2,348	-0,0183	-0,28	1,05	-1,06
0,4	503	-2,657	4,4644	-1,18	-0,0035	0,7046	-0,98	2,2	0,0127	2,427	-0,0206	-0,23	0,8	-0,78
0,5	456,6	-2,669	4,0181	-1,08	-0,0044	0,5799	-0,82	1,92	0,0125	2,399	-0,0231	-0,19	0,662	-0,62
0,6	430,3	-2,599	3,6055	-0,99	-0,005	0,5021	-0,7	1,7	0,0124	2,273	-0,0256	-0,16	0,58	-0,5
0,75	410,5	-2,401	3,2174	-0,91	-0,0058	0,3687	-0,54	1,42	0,012	1,993	-0,0296	-0,12	0,48	-0,34
1	400	-1,955	2,7981	-0,85	-0,0062	0,1746	-0,34	1,1	0,0114	1,47	-0,0363	-0,07	0,33	-0,14
1,5	400	-1,025	2,0123	-0,77	-0,0064	-0,082	-0,05	0,7	0,01	0,408	-0,0493	0	0,31	0
2	400	-0,299	1,4128	-0,71	-0,0064	-0,2821	0,12	0,7	0,0085	-0,401	-0,061	0	0,3	0
2,5	400	0	0,9976	-0,67	-0,0064	-0,4108	0,25	0,7	0,0069	-0,723	-0,0711	0	0,3	0
3	400	0	0,6443	-0,64	-0,0064	-0,4466	0,3	0,7	0,0054	-0,673	-0,0798	0	0,3	0
4	400	0	0,0657	-0,58	-0,0064	-0,4344	0,3	0,7	0,0027	-0,627	-0,0935	0	0,3	0
5	400	0	-0,4624	-0,54	-0,0064	-0,4368	0,3	0,7	0,0005	-0,596	-0,098	0	0,3	0
6	400	0	-0,9809	-0,5	-0,0064	-0,4568	0,3	0,7	-0,0013	-0,566	-0,098	0	0,3	0
7,5	400	0	-1,6017	-0,46	-0,0064	-0,4433	0,3	0,7	-0,0033	-0,528	-0,098	0	0,3	0
10	400	0	-2,2937	-0,4	-0,0064	-0,4828	0,3	0,7	-0,006	-0,504	-0,098	0	0,3	0

d. Boore – Atkinson NGA (2014)

Fungsi atenuasi Boore – Atkinson NGA (2014) merupakan fungsi atenuasi yang dapat digunakan pada daerah gempa lempeng dangkal (*shallow crustal*) dengan persamaan atenuasinya sebagai berikut:

$$\ln Y = F_E(M, mech) + F_P(R_{JB}, M, region) + F_S(V_{S30}, R_{JB}, M, region, z_1) + \varepsilon_n \sigma(M, R_{JB}, V_S) \quad (4.11)$$

Dengan:

$$F_E(M, mech) = \begin{cases} \text{untuk } M \leq M_h \\ e_0 U + e_1 SS + e_2 NS + e_3 RS + e_4 (M - M_h) + e_5 (M - M_h)^2 \\ \text{untuk } M > M_h \\ e_0 U + e_1 SS + e_2 NS + e_3 RS + e_6 (M - M_h) \end{cases} \quad (4.12)$$

$$F_P(R_{JB}, M, region) = [c_1 + c_2 (M - M_{ref})] \ln \left(\frac{R}{R_{ref}} \right) + (c_3 + \Delta c_3) (R - R_{ref}) \quad (4.13)$$

$$F_S(V_{S30}, R_{JB}, M, region, z_1) = \ln(F_{lin}) + \ln(F_{nl}) + F_{\delta z_1}(\delta z_1) \quad (4.14)$$

$$\ln(F_{lin}) = \begin{cases} c \ln \left(\frac{V_{S30}}{V_{ref}} \right) & \text{untuk } V_{S30} \leq V_c \\ c \ln \left(\frac{V_c}{V_{ref}} \right) & \text{untuk } V_{S30} > V_c \end{cases} \quad (4.15)$$

$$\ln(F_{nl}) = f_1 + f_2 \ln \left(\frac{PGA_r + f_3}{f_3} \right) \quad (4.16)$$

$$f_2 = f_4 [\exp\{f_5 (\min(V_{S30}, 760) - 360)\} - \exp\{f_5 (760 - 360)\}] \quad (4.17)$$

$$F_{\delta z_1}(\delta z_1) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } T < 0,65 \\ f_6 \delta z_1 & \text{untuk } T \geq 0,65 \end{cases} \quad (4.18)$$

$$= \begin{cases} \delta z_1 \leq f_7 / f_6 \\ f_7 & \text{untuk } T \geq 0,65 \\ \delta z_1 > f_7 / f_6 \end{cases} \quad (4.19)$$

$$\delta z_1 = z_1 - \mu_{z_1}(V_{S30})$$

Tabel 4.14 Koefisien-koefisien fungsi atenuasi Boore-Atkinson NGA 2014 (Boore, et.al, 2014)

IMT	e0	e1	e2	e3	e4	e5	e6	Mh	c1	c2	c3	h	Dc3
pgv	5.037	5.078	4.849	5.033	1.073	-0.1536	0.2252	6.2	-1.243	0.1489	-0.00344	5.3	0
pga	0.4473	0.4856	0.2459	0.4539	1.431	0.05053	-0.1662	5.5	-1.134	0.1917	-0.00809	4.5	0
0.01	0.4534	0.4916	0.2519	0.4599	1.421	0.04932	-0.1659	5.5	-1.134	0.1916	-0.00809	4.5	0
0.02	0.48598	0.52359	0.29707	0.48875	1.4331	0.053388	-0.16561	5.5	-1.1394	0.18962	-0.00807	4.5	0
0.022	0.49866	0.53647	0.31347	0.49973	1.4336	0.054888	-0.1652	5.5	-1.1405	0.18924	-0.0081	4.5	0
0.025	0.52283	0.5613	0.34426	0.51999	1.4328	0.057529	-0.16499	5.5	-1.1419	0.18875	-0.00815	4.5	0
0.029	0.55949	0.59923	0.39146	0.54995	1.4279	0.060732	-0.16632	5.5	-1.1423	0.18844	-0.00829	4.5	0
0.03	0.56916	0.6092	0.40391	0.55783	1.4261	0.061444	-0.1669	5.5	-1.1421	0.18842	-0.00834	4.49	0
0.032	0.58802	0.62875	0.42788	0.5733	1.4227	0.062806	-0.16813	5.5	-1.1412	0.1884	-0.00845	4.45	0
0.035	0.61636	0.65818	0.46252	0.59704	1.4174	0.064559	-0.17015	5.5	-1.1388	0.18839	-0.00864	4.4	0
0.036	0.62554	0.66772	0.47338	0.60496	1.4158	0.065028	-0.17083	5.5	-1.1378	0.18837	-0.00872	4.38	0
0.04	0.66281	0.70604	0.51532	0.63828	1.409	0.066183	-0.17357	5.5	-1.1324	0.18816	-0.00903	4.32	0
0.042	0.68087	0.72443	0.53445	0.65505	1.4059	0.066438	-0.17485	5.5	-1.1292	0.18797	-0.0092	4.29	0
0.044	0.69882	0.74277	0.55282	0.67225	1.4033	0.066663	-0.17619	5.5	-1.1259	0.18775	-0.00936	4.27	0
0.045	0.70822	0.75232	0.56222	0.68139	1.4021	0.066774	-0.17693	5.5	-1.1242	0.18764	-0.00944	4.25	0
0.046	0.71779	0.76202	0.57166	0.69076	1.4009	0.066891	-0.17769	5.5	-1.1224	0.18752	-0.00952	4.24	0
0.048	0.73574	0.78015	0.58888	0.70854	1.3991	0.067127	-0.1792	5.5	-1.1192	0.1873	-0.00968	4.22	0
0.05	0.75436	0.79905	0.60652	0.72726	1.3974	0.067357	-0.18082	5.5	-1.1159	0.18709	-0.00982	4.2	0
0.055	0.7996	0.8445	0.6477	0.7737	1.3947	0.067797	-0.1848	5.5	-1.1082	0.18655	-0.01012	4.15	0
0.06	0.84394	0.88884	0.68562	0.82067	1.3954	0.068591	-0.18858	5.5	-1.1009	0.18582	-0.01033	4.11	0

IMT	e0	e1	e2	e3	e4	e5	e6	Mh	c1	c2	c3	h	Dc3
0.065	0.88655	0.93116	0.71941	0.86724	1.4004	0.070127	-0.19176	5.5	-1.0942	0.18485	-0.01048	4.08	0
0.067	0.9027	0.94711	0.73171	0.88526	1.4032	0.070895	-0.19291	5.5	-1.0918	0.18442	-0.01052	4.07	0
0.07	0.92652	0.97057	0.7494	0.91227	1.4082	0.072075	-0.19451	5.5	-1.0884	0.18369	-0.01056	4.06	0
0.075	0.96447	1.0077	0.77678	0.9563	1.4174	0.073549	-0.19665	5.5	-1.0831	0.18225	-0.01058	4.04	0
0.08	1.0003	1.0426	0.80161	0.99818	1.4261	0.073735	-0.19816	5.5	-1.0785	0.18052	-0.01056	4.02	0
0.085	1.034	1.0755	0.82423	1.0379	1.4322	0.07194	-0.19902	5.51	-1.0745	0.17856	-0.01051	4.03	0
0.09	1.0666	1.1076	0.84591	1.0762	1.435	0.068097	-0.19929	5.52	-1.0709	0.17643	-0.01042	4.07	0
0.095	1.0981	1.1385	0.86703	1.1127	1.4339	0.062327	-0.199	5.53	-1.0678	0.1742	-0.01032	4.1	0
0.1	1.1268	1.1669	0.8871	1.1454	1.4293	0.055231	-0.19838	5.54	-1.0652	0.17203	-0.0102	4.13	0
0.11	1.1785	1.2179	0.92702	1.203	1.411	0.037389	-0.19601	5.57	-1.0607	0.1677	-0.00996	4.19	0
0.12	1.223	1.2621	0.96616	1.2502	1.3831	0.016373	-0.19265	5.62	-1.0572	0.16352	-0.00972	4.24	0
0.13	1.2596	1.2986	1.0031	1.2869	1.3497	-0.00516	-0.18898	5.66	-1.0549	0.15982	-0.00948	4.29	0
0.133	1.2692	1.3082	1.0135	1.2961	1.3395	-0.01135	-0.18792	5.67	-1.0545	0.15882	-0.0094	4.3	0
0.14	1.2883	1.327	1.036	1.3137	1.3162	-0.02471	-0.18566	5.7	-1.0537	0.15672	-0.00923	4.34	0
0.15	1.3095	1.3481	1.0648	1.3324	1.2844	-0.04207	-0.18234	5.74	-1.0532	0.15401	-0.00898	4.39	0
0.16	1.3235	1.3615	1.0876	1.3437	1.2541	-0.05759	-0.17853	5.78	-1.0533	0.15158	-0.00873	4.44	0
0.17	1.3306	1.3679	1.104	1.3487	1.2244	-0.07186	-0.17421	5.82	-1.0541	0.14948	-0.00847	4.49	0
0.18	1.3327	1.3689	1.1149	1.3492	1.1941	-0.08564	-0.16939	5.85	-1.0556	0.14768	-0.00822	4.53	0
0.19	1.3307	1.3656	1.1208	1.3463	1.1635	-0.09888	-0.16404	5.89	-1.0579	0.14616	-0.00797	4.57	0
0.2	1.3255	1.359	1.122	1.3414	1.1349	-0.11096	-0.15852	5.92	-1.0607	0.14489	-0.00772	4.61	0
0.22	1.3091	1.3394	1.1133	1.3281	1.0823	-0.133	-0.14704	5.97	-1.067	0.14263	-0.00722	4.68	0
0.24	1.2881	1.315	1.0945	1.3132	1.0366	-0.15299	-0.13445	6.03	-1.0737	0.14035	-0.00675	4.75	0

IMT	e0	e1	e2	e3	e4	e5	e6	Mh	c1	c2	c3	h	Dc3
0.25	1.2766	1.3017	1.0828	1.3052	1.0166	-0.16213	-0.12784	6.05	-1.0773	0.13925	-0.00652	4.78	0
0.26	1.2651	1.2886	1.071	1.2972	0.99932	-0.17041	-0.12115	6.07	-1.0808	0.13818	-0.00629	4.82	0
0.28	1.2429	1.2635	1.0476	1.2815	0.97282	-0.18463	-0.10714	6.11	-1.0879	0.13604	-0.00587	4.88	0
0.29	1.2324	1.2517	1.0363	1.2736	0.96348	-0.19057	-0.10011	6.12	-1.0913	0.13499	-0.00567	4.9	0
0.3	1.2217	1.2401	1.0246	1.2653	0.95676	-0.1959	-0.09286	6.14	-1.0948	0.13388	-0.00548	4.93	0
0.32	1.2007	1.2177	1.0011	1.2479	0.95004	-0.20454	-0.07892	6.16	-1.1013	0.13179	-0.00512	4.98	0
0.34	1.179	1.1955	0.97677	1.2286	0.94956	-0.21134	-0.06513	6.18	-1.1074	0.12984	-0.00481	5.03	0
0.35	1.1674	1.1836	0.9638	1.2177	0.95077	-0.21446	-0.05792	6.18	-1.1105	0.1289	-0.00466	5.06	0
0.36	1.1558	1.172	0.9512	1.2066	0.95278	-0.21716	-0.05104	6.19	-1.1133	0.12806	-0.00453	5.08	0
0.38	1.1305	1.1468	0.9244	1.1816	0.95899	-0.22214	-0.03676	6.19	-1.119	0.12647	-0.00428	5.12	0
0.4	1.1046	1.1214	0.89765	1.1552	0.96766	-0.22608	-0.02319	6.2	-1.1243	0.12512	-0.00405	5.16	0
0.42	1.0782	1.0955	0.87067	1.1276	0.97862	-0.22924	-0.01042	6.2	-1.1291	0.12389	-0.00385	5.2	0
0.44	1.0515	1.0697	0.84355	1.0995	0.99144	-0.23166	0.001168	6.2	-1.1337	0.12278	-0.00367	5.24	0
0.45	1.0376	1.0562	0.82941	1.0847	0.99876	-0.23263	0.006589	6.2	-1.1359	0.12227	-0.00359	5.25	0
0.46	1.0234	1.0426	0.81509	1.0696	1.0064	-0.2335	0.011871	6.2	-1.1381	0.12177	-0.00351	5.27	0
0.48	0.99719	1.0172	0.7886	1.0415	1.0215	-0.23464	0.020767	6.2	-1.142	0.12093	-0.00336	5.3	0
0.5	0.96991	0.99106	0.7615	1.012	1.0384	-0.23522	0.029119	6.2	-1.1459	0.12015	-0.00322	5.34	0
0.55	0.9048	0.9283	0.6984	0.9417	1.0833	-0.23449	0.046932	6.2	-1.1543	0.11847	-0.0029	5.41	0
0.6	0.84165	0.86715	0.63875	0.87351	1.1336	-0.23128	0.062667	6.2	-1.1615	0.11671	-0.00261	5.48	0
0.65	0.78181	0.80876	0.58231	0.80948	1.1861	-0.22666	0.077997	6.2	-1.1676	0.11465	-0.00236	5.53	0
0.667	0.76262	0.78994	0.56422	0.78916	1.2035	-0.22497	0.083058	6.2	-1.1694	0.11394	-0.00228	5.54	0
0.7	0.72513	0.75302	0.52878	0.74985	1.2375	-0.22143	0.093185	6.2	-1.1728	0.11253	-0.00213	5.56	0

IMT	e0	e1	e2	e3	e4	e5	e6	Mh	c1	c2	c3	h	Dc3
0.75	0.66903	0.69737	0.47523	0.69173	1.2871	-0.21591	0.10829	6.2	-1.1777	0.11054	-0.00193	5.6	0
0.8	0.61346	0.64196	0.42173	0.63519	1.3341	-0.21047	0.12256	6.2	-1.1819	0.10873	-0.00175	5.63	0
0.85	0.55853	0.58698	0.36813	0.57969	1.378	-0.20528	0.13608	6.2	-1.1854	0.10709	-0.0016	5.66	0
0.9	0.50296	0.53136	0.31376	0.52361	1.4208	-0.20011	0.14983	6.2	-1.1884	0.10548	-0.00146	5.69	0
0.95	0.44701	0.47541	0.25919	0.46706	1.4623	-0.1949	0.16432	6.2	-1.1909	0.10389	-0.00133	5.72	0
1	0.3932	0.4218	0.207	0.4124	1.5004	-0.18983	0.17895	6.2	-1.193	0.10248	-0.00121	5.74	0
1.1	0.28484	0.31374	0.10182	0.30209	1.569	-0.18001	0.21042	6.2	-1.1966	0.10016	-0.00099	5.82	0
1.2	0.1734	0.20259	-0.0062	0.18866	1.6282	-0.1709	0.2441	6.2	-1.1996	0.098482	-0.0008	5.92	0
1.3	0.06152	0.09106	-0.11345	0.07433	1.6794	-0.16233	0.27799	6.2	-1.2018	0.097375	-0.00064	6.01	0
1.4	-0.04575	-0.0157	-0.2155	-0.03607	1.7239	-0.15413	0.30956	6.2	-1.2039	0.096743	-0.00049	6.1	0
1.5	-0.14954	-0.11866	-0.3138	-0.1437	1.7622	-0.1467	0.33896	6.2	-1.2063	0.096445	-0.00037	6.18	0
1.6	-0.2486	-0.21672	-0.40682	-0.24708	1.7955	-0.13997	0.36616	6.2	-1.2086	0.096338	-0.00026	6.26	0
1.7	-0.34145	-0.3084	-0.49295	-0.34465	1.8259	-0.13361	0.39065	6.2	-1.2106	0.096254	-0.00017	6.33	0
1.8	-0.42975	-0.39558	-0.57388	-0.43818	1.8564	-0.12686	0.41244	6.2	-1.2123	0.096207	-9.9E-05	6.4	0
1.9	-0.51276	-0.47731	-0.64899	-0.52682	1.8868	-0.11959	0.43151	6.2	-1.2141	0.096255	-4.2E-05	6.48	0
2	-0.58669	-0.55003	-0.71466	-0.60658	1.9152	-0.11237	0.44788	6.2	-1.2159	0.096361	0	6.54	0
2.2	-0.72143	-0.6822	-0.83003	-0.75402	1.9681	-0.09802	0.48024	6.2	-1.219	0.096497	0	6.66	0
2.4	-0.8481	-0.8069	-0.9326	-0.8941	2.017	-0.08377	0.51873	6.2	-1.2202	0.096198	0	6.73	0
2.5	-0.90966	-0.86765	-0.98228	-0.96187	2.0406	-0.07631	0.53883	6.2	-1.2201	0.096106	0	6.77	0
2.6	-0.96863	-0.92577	-1.0313	-1.0266	2.0628	-0.06893	0.5581	6.2	-1.2198	0.096136	0	6.81	0
2.8	-1.0817	-1.0367	-1.1301	-1.1495	2.1014	-0.05523	0.59394	6.2	-1.2189	0.096667	0	6.87	0
3	-1.1898	-1.142	-1.23	-1.2664	2.1323	-0.04332	0.62694	6.2	-1.2179	0.097638	0	6.93	0

IMT	e0	e1	e2	e3	e4	e5	e6	Mh	c1	c2	c3	h	Dc3
3.2	-1.2914	-1.2406	-1.3255	-1.376	2.1545	-0.03444	0.65811	6.2	-1.2169	0.098649	-0,000023	6.99	0
3.4	-1.386	-1.3322	-1.415	-1.4786	2.1704	-0.02789	0.68755	6.2	-1.216	0.099553	-0.00004	7.08	0
3.5	-1.4332	-1.3778	-1.4599	-1.5297	2.1775	-0.025	0.70216	6.2	-1.2156	0.099989	-0,000045	7.12	0
3.6	-1.4762	-1.4193	-1.5014	-1.5764	2.1834	-0.02258	0.71523	6.2	-1.2156	0.10043	-0,000049	7.16	0
3.8	-1.5617	-1.5014	-1.5865	-1.6685	2.1938	-0.01836	0.74028	6.2	-1.2158	0.10142	-0,000053	7.24	0
4	-1.6388	-1.5748	-1.6673	-1.7516	2.204	-0.01464	0.76303	6.2	-1.2162	0.10218	-0,000052	7.32	0
4.2	-1.7116	-1.6439	-1.7451	-1.829	2.2123	-0.01225	0.78552	6.2	-1.2165	0.10269	-0,000047	7.39	0
4.4	-1.7798	-1.7089	-1.8192	-1.9011	2.2181	-0.01146	0.80792	6.2	-1.2169	0.10304	-0,000039	7.46	0
4.6	-1.8469	-1.7731	-1.8923	-1.9712	2.223	-0.01176	0.83126	6.2	-1.2175	0.10324	-0,000027	7.52	0
4.8	-1.9063	-1.8303	-1.9573	-2.0326	2.2268	-0.01288	0.8524	6.2	-1.2182	0.10337	-0,000014	7.64	0
5	-1.966	-1.8882	-2.0245	-2.0928	2.2299	-0.01486	0.87314	6.2	-1.2189	0.10353	0	7.78	0
5.5	-2.1051	-2.0232	-2.1908	-2.2288	2.2389	-0.0195	0.91466	6.2	-1.2204	0.1046	0	8.07	0
6	-2.2421	-2.1563	-2.3659	-2.3579	2.2377	-0.02638	0.9487	6.2	-1.2232	0.1075	0	8.48	0
6.5	-2.3686	-2.2785	-2.5322	-2.477	2.215	-0.03951	0.97643	6.2	-1.2299	0.11231	0	8.9	0
7	-2.4827	-2.3881	-2.6818	-2.5854	2.172	-0.05914	0.99757	6.2	-1.2408	0.11853	0	9.2	0
7.5	-2.5865	-2.4874	-2.8176	-2.6854	2.1187	-0.08161	1.0121	6.2	-1.2543	0.12507	0	9.48	0
8	-2.6861	-2.5829	-2.9438	-2.7823	2.0613	-0.10382	1.0232	6.2	-1.2688	0.13146	0	9.57	0
8.5	-2.782	-2.6752	-3.0597	-2.8776	2.0084	-0.12114	1.0335	6.2	-1.2839	0.13742	0	9.62	0
9	-2.8792	-2.7687	-3.1713	-2.9759	1.9605	-0.13407	1.0453	6.2	-1.2989	0.14294	0	9.66	0
9.5	-2.9769	-2.8634	-3.2785	-3.076	1.9189	-0.14364	1.0567	6.2	-1.313	0.14781	0	9.66	0
10	-3.0702	-2.9537	-3.3776	-3.1726	1.8837	-0.15096	1.0651	6.2	-1.3253	0.15183	0	9.66	0

Tabel 4.14 Koefisien-koefisien fungsi atenuasi Boore-Atkinson NGA 2014 (Boore, et.al, 2014) (Lanjutan)

IMT	c	Vc	f4	f5	f6	f7	R1	R2	DfR	DfV	f1	f2	t1	t2
pgv	-0.84	1300	-0.1	-0.00844	-9.9	-9.9	105	272	0.082	0.08	0.644	0.552	0.401	0.346
pga	-0.6	1500	-0.15	-0.00701	-9.9	-9.9	110	270	0.1	0.07	0.695	0.495	0.398	0.348
0.01	-0.60372	1500.2	-0.14833	-0.00701	-9.9	-9.9	111.67	270	0.096	0.07	0.698	0.499	0.402	0.345
0.02	-0.57388	1500.36	-0.1471	-0.00728	-9.9	-9.9	113.1	270	0.092	0.03	0.702	0.502	0.409	0.346
0.022	-0.56675	1500.68	-0.14801	-0.00732	-9.9	-9.9	113.37	270	0.088	0.027	0.707	0.505	0.418	0.349
0.025	-0.5552	1501.04	-0.15015	-0.00736	-9.9	-9.9	113.07	270	0.086	0.026	0.711	0.508	0.427	0.354
0.029	-0.5385	1501.26	-0.15387	-0.00737	-9.9	-9.9	112.36	270	0.084	0.028	0.716	0.51	0.436	0.359
0.03	-0.53414	1502.95	-0.15485	-0.00735	-9.9	-9.9	112.13	270	0.081	0.029	0.721	0.514	0.445	0.364
0.032	-0.52529	1503.12	-0.15685	-0.00731	-9.9	-9.9	111.65	270	0.078	0.03	0.726	0.516	0.454	0.369
0.035	-0.51192	1503.24	-0.16016	-0.00721	-9.9	-9.9	110.64	270	0.077	0.031	0.73	0.518	0.462	0.374
0.036	-0.50752	1503.32	-0.16142	-0.00717	-9.9	-9.9	109.53	270	0.075	0.031	0.734	0.52	0.47	0.379
0.04	-0.49065	1503.35	-0.16777	-0.00698	-9.9	-9.9	108.28	270	0.073	0.032	0.738	0.521	0.478	0.384
0.042	-0.4829	1503.34	-0.17193	-0.00687	-9.9	-9.9	106.99	270	0.072	0.032	0.742	0.523	0.484	0.39
0.044	-0.47572	1503.13	-0.17664	-0.00677	-9.9	-9.9	105.41	270	0.07	0.031	0.745	0.525	0.49	0.397
0.045	-0.47236	1502.84	-0.17914	-0.00672	-9.9	-9.9	103.61	270	0.069	0.031	0.748	0.527	0.496	0.405
0.046	-0.46915	1502.47	-0.1817	-0.00667	-9.9	-9.9	101.7	270	0.067	0.031	0.75	0.529	0.499	0.412
0.048	-0.46321	1502.01	-0.18688	-0.00656	-9.9	-9.9	99.76	270	0.065	0.031	0.752	0.53	0.502	0.419
0.05	-0.45795	1501.42	-0.192	-0.00647	-9.9	-9.9	97.93	270	0.063	0.03	0.753	0.532	0.503	0.426
0.055	-0.44787	1500.71	-0.20369	-0.00625	-9.9	-9.9	96.03	270	0.062	0.029	0.753	0.534	0.502	0.434
0.06	-0.44186	1499.83	-0.21374	-0.00607	-9.9	-9.9	94.1	270.01	0.061	0.027	0.753	0.536	0.499	0.441

IMT	c	Vc	f4	f5	f6	f7	R1	R2	DfR	DfV	f1	f2	t1	t2
0.065	-0.43951	1498.74	-0.22225	-0.00593	-9.9	-9.9	92.08	270.02	0.061	0.025	0.752	0.538	0.495	0.448
0.067	-0.4395	1497.42	-0.22524	-0.00588	-9.9	-9.9	90.01	270.02	0.061	0.025	0.75	0.54	0.489	0.455
0.07	-0.4404	1495.85	-0.22931	-0.00582	-9.9	-9.9	87.97	270.03	0.062	0.024	0.748	0.541	0.483	0.461
0.075	-0.44411	1494	-0.235	-0.00573	-9.9	-9.9	85.99	270.04	0.064	0.022	0.745	0.542	0.474	0.466
0.08	-0.4502	1491.82	-0.23944	-0.00567	-9.9	-9.9	84.23	270.05	0.067	0.02	0.741	0.543	0.464	0.468
0.085	-0.45813	1489.29	-0.24285	-0.00563	-9.9	-9.9	82.74	270.06	0.072	0.019	0.737	0.543	0.452	0.468
0.09	-0.46732	1486.36	-0.24544	-0.00561	-9.9	-9.9	81.54	270.07	0.076	0.017	0.734	0.542	0.44	0.466
0.095	-0.47721	1482.98	-0.24747	-0.0056	-9.9	-9.9	80.46	270.08	0.082	0.016	0.731	0.542	0.428	0.464
0.1	-0.48724	1479.12	-0.24916	-0.0056	-9.9	-9.9	79.59	270.09	0.087	0.014	0.728	0.541	0.415	0.458
0.11	-0.50632	1474.74	-0.25213	-0.00562	-9.9	-9.9	79.05	270.11	0.093	0.012	0.726	0.54	0.403	0.451
0.12	-0.52438	1469.75	-0.25455	-0.00567	-9.9	-9.9	78.85	270.13	0.099	0.011	0.724	0.539	0.392	0.441
0.13	-0.54214	1464.09	-0.25628	-0.00572	-9.9	-9.9	78.99	270.15	0.104	0.011	0.723	0.538	0.381	0.43
0.133	-0.54752	1457.76	-0.25665	-0.00574	-9.9	-9.9	79.47	270.15	0.11	0.011	0.722	0.538	0.371	0.417
0.14	-0.56032	1450.71	-0.25719	-0.00578	-9.9	-9.9	80.26	270.16	0.115	0.012	0.721	0.537	0.362	0.403
0.15	-0.57962	1442.85	-0.25713	-0.00585	-9.9	-9.9	81.33	270.16	0.12	0.015	0.72	0.537	0.354	0.388
0.16	-0.60052	1434.22	-0.25604	-0.00591	-9.9	-9.9	82.86	270.16	0.125	0.02	0.72	0.536	0.349	0.372
0.17	-0.62252	1424.85	-0.25414	-0.00597	-9.9	-9.9	84.72	270.14	0.128	0.026	0.718	0.536	0.346	0.357
0.18	-0.64486	1414.77	-0.25173	-0.00602	-9.9	-9.9	86.67	270.11	0.131	0.033	0.717	0.536	0.344	0.341
0.19	-0.66681	1403.99	-0.24911	-0.00608	-9.9	-9.9	88.73	270.06	0.134	0.039	0.714	0.537	0.343	0.324
0.2	-0.68762	1392.61	-0.24658	-0.00614	-9.9	-9.9	90.91	270	0.136	0.045	0.711	0.539	0.344	0.309
0.22	-0.72431	1380.72	-0.24235	-0.00626	-9.9	-9.9	93.04	269.83	0.138	0.052	0.708	0.541	0.345	0.294
0.24	-0.75646	1368.51	-0.23823	-0.00638	-9.9	-9.9	95.08	269.59	0.14	0.055	0.703	0.544	0.347	0.28

IMT	c	Vc	f4	f5	f6	f7	R1	R2	DfR	DfV	f1	f2	t1	t2
0.25	-0.77177	1356.21	-0.23574	-0.00644	-9.9	-9.9	97.04	269.45	0.141	0.055	0.698	0.547	0.35	0.266
0.26	-0.78697	1343.89	-0.2328	-0.0065	-9.9	-9.9	98.87	269.3	0.141	0.055	0.693	0.55	0.353	0.255
0.28	-0.81613	1331.67	-0.22601	-0.0066	-9.9	-9.9	100.53	268.96	0.14	0.053	0.687	0.554	0.357	0.244
0.29	-0.8295	1319.83	-0.2225	-0.00665	-9.9	-9.9	102.01	268.78	0.139	0.051	0.681	0.557	0.36	0.236
0.3	-0.84165	1308.47	-0.21912	-0.0067	-9.9	-9.9	103.15	268.59	0.138	0.05	0.675	0.561	0.363	0.229
0.32	-0.86175	1297.65	-0.21318	-0.0068	-9.9	-9.9	104	268.2	0.135	0.048	0.67	0.566	0.366	0.223
0.34	-0.87726	1287.5	-0.20816	-0.00689	-9.9	-9.9	104.7	267.79	0.133	0.047	0.664	0.57	0.369	0.218
0.35	-0.88375	1278.06	-0.20592	-0.00693	-9.9	-9.9	105.26	267.58	0.13	0.047	0.658	0.573	0.372	0.215
0.36	-0.88965	1269.19	-0.20379	-0.00697	-9.9	-9.9	105.61	267.37	0.128	0.047	0.653	0.576	0.375	0.212
0.38	-0.90038	1260.74	-0.19978	-0.00705	-9.9	-9.9	105.87	266.95	0.125	0.048	0.648	0.578	0.378	0.21
0.4	-0.91092	1252.66	-0.19582	-0.00713	-9.9	-9.9	106.02	266.54	0.122	0.049	0.643	0.58	0.381	0.21
0.42	-0.92241	1244.8	-0.19171	-0.00719	-9.9	-9.9	106.03	266.16	0.12	0.051	0.638	0.583	0.384	0.21
0.44	-0.93459	1237.03	-0.18747	-0.00726	-9.9	-9.9	105.92	265.8	0.117	0.053	0.634	0.585	0.388	0.211
0.45	-0.94075	1229.23	-0.18534	-0.00729	-9.9	-9.9	105.79	265.64	0.115	0.054	0.629	0.589	0.393	0.213
0.46	-0.94686	1221.16	-0.18321	-0.00732	-9.9	-9.9	105.69	265.48	0.113	0.055	0.624	0.592	0.398	0.216
0.48	-0.95863	1212.74	-0.17902	-0.00738	-9.9	-9.9	105.59	265.21	0.111	0.057	0.619	0.595	0.404	0.219
0.5	-0.9693	1203.91	-0.175	-0.00744	-9.9	-9.9	105.54	265	0.109	0.06	0.615	0.599	0.41	0.224
0.55	-0.98925	1194.59	-0.16601	-0.00758	-9.9	-9.9	105.61	264.74	0.108	0.066	0.61	0.603	0.417	0.229
0.6	-1.0012	1184.93	-0.1583	-0.00773	-9.9	-9.9	105.83	264.83	0.106	0.071	0.605	0.607	0.424	0.235
0.65	-1.0078	1175.19	-0.15144	-0.00787	0.005829	0.003762	106.2	265.2	0.105	0.073	0.599	0.611	0.431	0.243
0.667	-1.0093	1165.69	-0.14923	-0.00792	0.026446	0.0171	106.75	265.38	0.103	0.074	0.593	0.615	0.44	0.25
0.7	-1.0117	1156.46	-0.14503	-0.008	0.055495	0.035728	107.48	265.78	0.102	0.073	0.587	0.619	0.448	0.258

IMT	c	Vc	f4	f5	f6	f7	R1	R2	DfR	DfV	f1	f2	t1	t2
0.75	-1.0154	1147.59	-0.13866	-0.00812	0.092259	0.059024	108.39	266.51	0.1	0.07	0.581	0.622	0.457	0.266
0.8	-1.021	1139.21	-0.13201	-0.00822	0.1404	0.088481	109.62	267.32	0.099	0.063	0.576	0.624	0.466	0.274
0.85	-1.0282	1131.34	-0.12517	-0.0083	0.19495	0.12029	111.08	268.14	0.099	0.053	0.57	0.625	0.475	0.281
0.9	-1.036	1123.91	-0.11831	-0.00836	0.25203	0.15159	112.71	268.9	0.098	0.042	0.564	0.626	0.483	0.288
0.95	-1.0436	1116.83	-0.1116	-0.00841	0.3094	0.18077	114.5	269.55	0.098	0.03	0.558	0.626	0.491	0.294
1	-1.05	1109.95	-0.10521	-0.00844	0.36695	0.20789	116.39	270	0.098	0.02	0.553	0.625	0.498	0.298
1.1	-1.0573	1103.07	-0.093837	-0.00847	0.42452	0.2331	118.3	270.18	0.099	0.007	0.548	0.624	0.505	0.302
1.2	-1.0584	1096.04	-0.084144	-0.00842	0.48116	0.25606	120.19	269.42	0.1	0.002	0.543	0.623	0.511	0.306
1.3	-1.0554	1088.67	-0.075819	-0.00829	0.53597	0.27648	122.01	267.82	0.101	0.003	0.539	0.622	0.516	0.309
1.4	-1.0504	1080.77	-0.068543	-0.00806	0.58832	0.29424	123.75	265.45	0.102	0.006	0.535	0.62	0.521	0.312
1.5	-1.0454	1072.39	-0.062	-0.00771	0.63789	0.30944	125.38	262.41	0.104	0.01	0.532	0.619	0.525	0.315
1.6	-1.0421	1061.77	-0.055927	-0.00723	0.68889	0.32449	126.9	258.78	0.105	0.012	0.529	0.618	0.528	0.318
1.7	-1.0404	1049.29	-0.050286	-0.00666	0.73578	0.3372	128.14	254.66	0.106	0.012	0.527	0.618	0.53	0.321
1.8	-1.0397	1036.42	-0.045096	-0.00603	0.77992	0.34963	129.11	250.11	0.106	0.012	0.526	0.618	0.531	0.323
1.9	-1.0395	1023.14	-0.040373	-0.0054	0.82427	0.36413	129.86	245.25	0.106	0.01	0.526	0.618	0.532	0.326
2	-1.0392	1009.49	-0.036136	-0.00479	0.87138	0.38245	130.37	240.14	0.105	0.008	0.526	0.618	0.532	0.329
2.2	-1.0368	995.52	-0.029105	-0.00378	0.92033	0.40402	130.67	229.55	0.103	0.005	0.527	0.619	0.533	0.332
2.4	-1.0323	981.33	-0.02371	-0.00302	0.96931	0.42742	130.81	219.05	0.1	0.003	0.528	0.619	0.533	0.335
2.5	-1.0294	966.94	-0.021509	-0.00272	1.0167	0.45142	130.81	214.04	0.097	0.002	0.53	0.619	0.534	0.337
2.6	-1.0262	952.34	-0.019576	-0.00246	1.0601	0.47422	130.72	209.32	0.094	0.001	0.531	0.62	0.535	0.34
2.8	-1.019	937.52	-0.016324	-0.00208	1.099	0.49536	130.57	201.08	0.091	0	0.532	0.619	0.536	0.342
3	-1.0112	922.43	-0.013577	-0.00183	1.1348	0.51585	130.36	195	0.088	0	0.534	0.619	0.537	0.344

IMT	c	Vc	f4	f5	f6	f7	R1	R2	DfR	DfV	f1	f2	t1	t2
3.2	-1.0032	908.79	-0.01103	-0.00167	1.1638	0.53411	130.13	191.61	0.084	0	0.535	0.618	0.538	0.345
3.4	-0.99512	896.15	-0.008665	-0.00158	1.1882	0.55145	129.9	190.73	0.081	0	0.535	0.618	0.54	0.346
3.5	-0.991	883.16	-0.007568	-0.00155	1.2114	0.56981	129.71	191.11	0.078	0	0.536	0.617	0.541	0.347
3.6	-0.98682	870.05	-0.006537	-0.00154	1.2336	0.58932	129.56	191.98	0.075	0	0.536	0.616	0.542	0.348
3.8	-0.97826	857.07	-0.004702	-0.00152	1.2534	0.60918	129.49	195.01	0.072	0	0.536	0.616	0.543	0.349
4	-0.96938	844.48	-0.003212	-0.00152	1.2711	0.62939	129.49	199.45	0.07	0	0.536	0.616	0.543	0.349
4.2	-0.96012	832.45	-0.002103	-0.00152	1.287	0.65157	129.57	204.93	0.068	0	0.535	0.616	0.542	0.349
4.4	-0.95049	821.18	-0.001324	-0.0015	1.3004	0.67421	129.71	211.09	0.066	0	0.534	0.617	0.54	0.347
4.6	-0.9405	810.79	-0.000804	-0.00148	1.3125	0.69698	129.87	217.56	0.064	0	0.533	0.619	0.538	0.345
4.8	-0.93018	801.41	-0.000471	-0.00146	1.3225	0.71888	130.05	223.99	0.063	0	0.531	0.621	0.535	0.341
5	-0.91954	793.13	-0.000255	-0.00144	1.3289	0.73806	130.22	230	0.061	0	0.528	0.622	0.532	0.335
5.5	-0.89176	785.73	0.000072	-0.0014	1.345	0.7779	130.39	241.86	0.06	0	0.526	0.624	0.528	0.329
6	-0.86286	779.91	0.000188	-0.00138	1.3496	0.80278	130.53	249.34	0.059	0	0.524	0.625	0.524	0.321
6.5	-0.83355	775.6	0.000159	-0.00137	1.3489	0.8148	130.63	252.94	0.059	0	0.52	0.634	0.517	0.312
7	-0.80457	772.68	0.000056	-0.00137	1.3422	0.81615	130.7	253.12	0.059	0	0.515	0.636	0.514	0.302
7.5	-0.77665	771.01	-0.000055	-0.00137	1.3288	0.809	130.72	250.39	0.058	0	0.512	0.634	0.511	0.27
8	-0.75033	760.81	-0.000117	-0.00137	1.3084	0.79538	130.87	245.23	0.059	0	0.51	0.63	0.507	0.278
8.5	-0.72544	764.5	-0.000131	-0.00137	1.2822	0.77671	130.71	238.13	0.059	0	0.509	0.622	0.503	0.265
9	-0.70161	768.07	-0.000108	-0.00137	1.2515	0.75425	130.5	229.56	0.06	0	0.509	0.613	0.498	0.252
9.5	-0.6785	771.55	-0.00006	-0.00136	1.2179	0.72925	130.26	220.02	0.06	0	0.509	0.604	0.492	0.239
10	-0.65575	775	0	-0.00136	1.1829	0.703	130	210	0.06	0	0.51	0.604	0.487	0.239

e. Chiou – Youngs NGS (2014)

Fungsi atenuasi Chiou - Youngs NGA (2014) merupakan fungsi atenuasi yang dapat digunakan untuk daerah gempa lempeng dangkal (*shallow crustal*) dengan persamaan atenuasinya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \ln(y_{refij}) = & c_1 + \left\{ c_{1a} + \frac{c_{1c}}{\cosh(2 \max(M_i - 4,5; 0))} \right\} F_{Rvi} \\
 & + \left\{ c_{1b} + \frac{c_{1d}}{\cosh(2 \max(M_i - 4,5; 0))} \right\} F_{NMi} \\
 & + \left\{ c_7 + \frac{c_{7b}}{\cosh(2 \max(M_i - 4,5; 0))} \right\} \Delta Z_{TORi} \\
 & + \left\{ c_{11} + \frac{c_{11b}}{\cosh(2 \max(M_i - 4,5; 0))} \right\} (\cos \delta_i) \\
 & + c_2(M_i - 6) + \frac{c_2 - c_3}{c_n} \ln(1 + e^{c_n(c_M - M_i)}) \\
 & + c_4 \ln(R_{RUPij} + c_5 \cosh(c_6 \max(M_i - c_{HM}; 0))) \\
 & + (c_{4a} - c_4) \ln(\sqrt{R_{RUPij}^2 + c_{RB}^2}) \\
 & + \left\{ c_{\gamma 1} + \frac{c_{\gamma 2}}{\cosh(\max(M_i - c_{\gamma 3}, 0))} \right\} R_{RUPij} \\
 & + c_8 \max\left(1 - \frac{\max(R_{RUPij} - 40; 0)}{30}; 0\right) \\
 & \times \min\left(\frac{\max(M_i - 5,5; 0)}{0,8}; 1\right) e^{-c_{8a}(M_i - c_{8b})^2} \Delta DPP_{ij} \\
 & + c_9 F_{HWij} \cos \delta_i \left\{ c_{9a} + (1 - c_{9a}) \tanh\left(\frac{R_{Xij}}{c_{9b}}\right) \right\} \\
 & \left\{ 1 - \frac{\sqrt{R_{JBij}^2 + Z_{TORi}^2}}{R_{RUPij} + 1} \right\}
 \end{aligned} \tag{4.20}$$

$$\begin{aligned}
\ln(y_{ij}) = & \ln(y_{refij}) + \eta_i + \phi_1 \min\left(\ln \frac{V_{S30j}}{1130}, 0\right) \\
& + \phi_2 \left(e^{\phi_3(\min(V_{S30j}, 1130) - 360)} \right. \\
& \quad \left. - e^{\phi_3(1130 - 360)} \right) \ln\left(\frac{y_{refij} e^{\eta_i} + \phi_4}{\phi_4}\right) \\
& + \phi_5 (1 - e^{-\Delta Z_{1j}/\phi_6}) + \varepsilon_{ij}
\end{aligned} \tag{4.21}$$

Dengan:

- y_{ij} = amplitudo gerak tanah untuk gempa i pada stasiun j
 y_{refij} = median untuk kondisi $V_{S30} = 1130$ m/s
 M = moment magnitudo
 R_{RUP} = jarak terdekat (km) ke bidang patahan
 R_{JB} = jarak terdekat (km) ke permukaan proyeksi dari bidang patahan
 R_x = koordinat situs (km) diukur tegak lurus ke *strike* dari garis patahan
 F_{HW} = koefisien Hanging wall, 1 untuk $R_x \geq 0$ dan 0 untuk $R_x < 0$
 δ = dip angle
 Z_{TOR} = kedalaman (km) ke bagian atas bidang patahan
 F_{RV} = koefisien reverse fault, bernilai 1 untuk rake angle (λ) bernilai $30 < \lambda < 150$, selain itu bernilai 0.
 F_{NM} = koefisien normal fault, bernilai 1 untuk $-120 < \lambda < -60$, selain itu bernilai 0
 V_{S30} = nilai kecepatan rambat geser rata-rata lapisan 30 m teratas dari tanah
 $Z_{1.0}$ = kedalaman untuk mencapai kecepatan rambat geser 1.0 km/s

DPP = direct point parameter for directivity effect

ΔDPP = DPP rata-rata berdasarkan gempa spesifik

Tabel 4.15 Koefisien Period-Independent untuk fungsi atenuasi Chiou-Youngs NGA 2014, (Chiou and Youngs, 2014)

c_2	c_4	c_{4a}	c_{RB}	c_{8a}	c_{11}
1,06	-2,1	-0,5	50	0,2695	0

Tabel 4.16 Koefisien *Site Response Model* (Chiou and Youngs, 2014)

Period (s)	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6
PGA	-0.521	-0.1417	-0.00701	0.102141	0	300
PGV	-0.7936	-0.06699	-0.008444	5.41	0.0202	300
0.01	-0.521	-0.1417	-0.00701	0.10215	0	300
0.02	-0.5055	-0.1364	-0.007279	0.10836	0	300
0.03	-0.4368	-0.1403	-0.007354	0.119888	0	300
0.04	-0.3752	-0.1591	-0.006977	0.133641	0	300
0.05	-0.3469	-0.1862	-0.006467	0.148927	0	300
0.075	-0.3747	-0.2538	-0.005734	0.190596	0	300
0.1	-0.444	-0.2943	-0.005604	0.230662	0	300
0.12	-0.4895	-0.3077	-0.005696	0.253169	0	300
0.15	-0.5477	-0.3113	-0.005845	0.266468	0	300
0.17	-0.5922	-0.3062	-0.005959	0.26506	0	300
0.2	-0.6693	-0.2927	0.006141	0.255253	0	300
0.25	-0.7766	-0.2662	-0.006439	0.231541	0	300
0.3	-0.8501	-0.2405	-0.006704	0.207277	0.001	300
0.4	-0.9431	-0.1975	-0.007125	0.165464	0.004	300
0.5	-1.0044	-0.1633	-0.007435	0.133828	0.01	300

Period (s)	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6
0.75	-1.0602	-0.1028	-0.00812	0.085153	0.034	300
1	-1.0941	-0.0699	-0.008444	0.058595	0.067	300
1.5	-1.1142	-0.0425	-0.007707	0.031787	0.143	300
2	-1.1154	-0.0302	-0.004792	0.019716	0.203	300
3	-1.1081	-0.0129	-0.001828	0.009643	0.277	300
4	-1.0603	-0.0016	-0.001523	0.005379	0.309	300
5	-0.9872	0	-0.00144	0.003223	0.321	300
7.5	-0.8274	0	-0.001369	0.001134	0.329	300
10	-0.7054	0	-0.001361	0.000515	0.33	300

Tabel 4.17 Koefisien *period dependent* (1) (Chiou and Youngs, 2014)

Period	c_1	c_{1a}	c_{1b}	c_{1c}	c_{1d}	c_n	c_M	c_3	c_5	c_{HM}	c_6
PGA	-1,5065	0,165	-0,255	-0,165	0,255	16,0875	4,9993	1,9636	6,4551	3,0956	0,4908
PGV	2,3549	0,165	-0,0626	-0,165	0,0626	3,3024	5,423	2,3152	5,8096	3,0514	0,4407
0,01	-1,5065	0,165	-0,255	-0,165	0,255	16,0875	4,9993	1,9636	6,4551	3,0956	0,4908
0,02	-1,4798	0,165	-0,255	-0,165	0,255	15,7118	4,9993	1,9636	6,4551	3,0963	0,4925
0,03	-1,2972	0,165	-0,255	-0,165	0,255	15,8819	4,9993	1,9636	6,4551	3,0974	0,4992
0,04	-1,1007	0,165	-0,255	-0,165	0,255	16,4556	4,9993	1,9636	6,4551	3,0988	0,5037
0,05	-0,9292	0,165	-0,255	-0,165	0,255	17,6453	4,9993	1,9636	6,4551	3,1011	0,5048
0,075	-0,658	0,165	-0,254	-0,165	0,254	20,1772	5,0031	1,9636	6,4551	3,1094	0,5048
0,1	-0,5613	0,165	-0,253	-0,165	0,253	19,9992	5,0172	1,9636	6,8305	3,2381	0,5048
0,12	-0,5342	0,165	-0,252	-0,165	0,252	18,7106	0,0315	1,9795	7,1333	3,3407	0,5048
0,15	-0,5462	0,165	-0,25	-0,165	0,25	16,6246	5,0547	2,0362	7,3621	3,43	0,5045
0,17	-0,5858	0,165	-0,248	-0,165	0,248	15,3709	5,0704	2,0823	7,4365	3,4688	0,5036
0,2	-0,6798	0,165	-0,2449	-0,165	0,2449	13,7012	5,0939	2,1521	7,4972	3,5146	0,5016
0,25	-0,8663	0,165	-0,2382	-0,165	0,2382	11,2667	5,1315	2,2574	7,5416	3,5746	0,4971
0,3	-1,0514	0,165	-0,2313	-0,165	0,2313	9,1908	5,167	2,344	7,56	3,6232	0,4914
0,4	-1,3794	0,165	-0,2146	-0,165	0,2146	6,5459	5,2317	2,4709	7,5735	3,6945	0,4807
0,5	-1,6508	0,165	-0,1972	-0,165	0,1972	5,2305	5,2893	2,5567	7,5778	3,7401	0,4704
0,75	-2,1511	0,165	-0,162	-0,165	0,162	3,7896	5,4109	2,6812	7,5808	3,7941	0,4575
1	-2,5365	0,165	-0,14	-0,165	0,14	3,3024	5,5106	2,7474	7,5814	3,8144	0,4522
1,5	-3,0686	0,165	-0,1184	-0,165	0,1184	2,8498	5,6705	2,8161	7,5817	3,8284	0,4501
2	-3,4148	0,1645	-0,11	-0,1645	0,11	2,5417	5,7981	2,8514	7,5818	3,833	0,45
3	-3,9013	0,1168	-0,104	-0,1168	0,104	2,1488	5,9983	2,8875	7,5818	3,8361	0,45
4	-4,2466	0,0732	-0,102	-0,0732	0,102	1,8957	6,1552	2,9058	7,5818	3,8369	0,45
5	-4,5143	0,0484	-0,101	-0,0484	0,101	1,7228	6,2856	2,9169	7,5818	3,8376	0,45
7,5	-5,0009	0,022	-0,101	-0,022	0,101	1,5737	6,5428	2,932	7,5818	3,838	0,45
10	-5,3461	0,0124	-0,1	-0,0124	0,1	1,5265	6,7415	2,9396	7,5818	3,838	0,45

Tabel 4.18 Koefisien *period-dependent* (2) (Chiou and Youngs, 2014)

Period	c_7	c_{7b}	c_8	c_{8b}	c_9	c_{9a}	c_{9b}	c_{11b}	c_{g1}	c_{g2}	c_{g3}
PGA	0,0352	0,0462	0,0000	0,4833	0,9228	0,1202	6,8607	-0,4536	-0,007146	-0,006758	4,2542
PGV	0,0324	0,0097	0,2154	5,0000	0,3079	0,1000	6,5000	-0,3834	-0,001852	-0,007403	4,3439
0,01	0,0352	0,0462	0,0000	0,4833	0,9228	0,1202	6,8607	-0,4536	-0,007146	-0,006758	4,2542
0,02	0,0352	0,0472	0,0000	1,2144	0,9296	0,1217	6,8697	-0,4536	-0,007249	-0,006758	4,2386
0,03	0,0352	0,0533	0,0000	1,6421	0,9396	0,1194	6,9113	-0,4536	-0,007869	-0,006758	4,2519
0,04	0,0352	0,0596	0,0000	1,9456	0,9661	0,1166	7,0271	-0,4536	-0,008316	-0,006758	4,2960
0,05	0,0352	0,0639	0,0000	2,1810	0,9794	0,1176	7,0959	-0,4536	-0,008743	-0,006758	4,3578
0,075	0,0352	0,0630	0,0000	2,6087	1,0260	0,1171	7,3298	-0,4536	-0,009537	-0,006190	4,5455
0,1	0,0352	0,0532	0,0000	2,9122	1,0177	0,1146	7,2588	-0,4536	-0,009830	-0,005332	4,7603
0,12	0,0352	0,0452	0,0000	3,1045	1,0008	0,1128	7,2372	-0,4536	-0,009913	-0,004732	4,8963
0,15	0,0352	0,0345	0,0000	3,3399	0,9801	0,1106	7,2109	-0,4536	-0,009896	-0,003806	5,0644
0,17	0,0352	0,0283	0,0000	3,4719	0,9652	0,1150	7,2491	-0,4536	-0,009787	-0,003280	5,1371
0,2	0,0352	0,0202	0,0000	3,6434	0,9459	0,1208	7,2988	-0,4440	-0,009505	-0,002690	5,1880
0,25	0,0352	0,0090	0,0000	3,8787	0,9196	0,1208	6,8789	-0,3539	-0,008918	-0,002128	5,2164
0,3	0,0352	-0,0004	0,0000	4,0711	0,8829	0,1175	6,5334	-0,2688	-0,008251	-0,001812	5,1954
0,4	0,0352	-0,0155	0,0000	4,3745	0,8302	0,1060	6,5260	-0,1793	-0,007267	-0,001274	5,0899
0,5	0,0352	-0,0278	0,0991	4,6099	0,7884	0,1061	6,5000	-0,1428	-0,006492	-0,001074	4,7854
0,75	0,0352	-0,0477	0,1982	5,0376	0,6754	0,1000	6,5000	-0,1138	-0,005147	-0,001115	4,3304
1	0,0352	-0,0559	0,2154	5,3411	0,6196	0,1000	6,5000	-0,1062	-0,004277	-0,001197	4,1667
1,5	0,0352	-0,0630	0,2154	5,7688	0,5101	0,1000	6,5000	-0,1020	-0,002979	-0,001675	4,0029
2	0,0352	-0,0665	0,2154	6,0723	0,3917	0,1000	6,5000	-0,1009	-0,002301	-0,002349	3,8949
3	0,0160	-0,0516	0,2154	6,5000	0,1244	0,1000	6,5000	-0,1003	-0,001344	-0,003306	3,7928
4	0,0062	-0,0488	0,2154	6,8035	0,0086	0,1000	6,5000	-0,1001	-0,001084	-0,003566	3,7443
5	0,0029	-0,0424	0,2154	7,0389	0,0000	0,1000	6,5000	-0,1001	-0,001010	-0,003640	3,7090
7,5	0,0007	-0,0348	0,2154	7,4666	0,0000	0,1000	6,5000	-0,1000	-0,000964	-0,003686	3,6632
10	0,0003	-0,0253	0,2154	7,7700	0,0000	0,1000	6,5000	-0,1000	-0,000950	-0,003700	3,6230

f. Campbell – Bozorgnia NGA (2014)

Fungsi atenuasi Campbell – Bozorgnia NGA (2014) merupakan fungsi atenuasi yang dapat digunakan untuk daerah gempa lempeng dangkal (*shallow crustal*) dengan persamaan atenuasinya sebagai berikut:

$\ln Y$

$$= \begin{cases} \ln P_{GA} & \text{untuk } PSA < PGA; T < 0,25s \\ f_{mag} + f_{dis} + f_{flt} + f_{site} & \\ + f_{sed} + f_{hyp} + f_{dip} + f_{atn} & \text{lainnya} \end{cases} \quad (4.22)$$

$$f_{mag} = \begin{cases} c_0 + c_1 M & M \leq 4,5 \\ c_0 + c_1 M + c_2 (M - 4,5) & 4,5 < M \leq 5,5 \\ c_0 + c_1 M + c_2 (M - 4,5) + c_3 (M - 5,5) & 5,5 < M \leq 6,5 \\ c_0 + c_1 M + c_2 (M - 4,5) + c_3 (M - 5,5) + c_4 (M - 6,5) & M > 6,5 \end{cases} \quad (4.23)$$

$$f_{dis} = (c_5 + c_6 M) \ln \left(\sqrt{R_{rup}^2 + c_7^2} \right) \quad (4.24)$$

$$f_{flt} = f_{flt,F} f_{flt,M} \quad (4.25)$$

$$f_{flt,F} = c_8 F_{RV} + c_9 F_{NM} \quad (4.26)$$

$$f_{flt,M} = \begin{cases} 0 & M \leq 4,5 \\ M - 4,5 & 4,5 < M \leq 5,5 \\ 1 & M > 5,5 \end{cases} \quad (4.27)$$

$$f_{hng} = c_{10} f_{hng,RX} f_{hng,RUP} f_{hng,M} f_{hng,Z} f_{hng,\delta} \quad (4.28)$$

$$f_{flt,Rx} = \begin{cases} 0 & R_x < 0 \\ f_1(R_x) & 0 \leq R_x < R_1 \\ \max(f_2(R_x); 0) & R_x \geq R_1 \end{cases} \quad (4.29)$$

$$f_1(R_x) = h_1 + h_2 \left(\frac{R_x}{R_1} \right) + h_3 \left(\frac{R_x}{R_1} \right)^2 \quad (4.30)$$

$$f_2(R_x) = h_4 + h_5 \left(\frac{R_x - R_1}{R_2 - R_1} \right) + h_6 \left(\frac{R_x - R_1}{R_2 - R_1} \right)^2 \quad (4.31)$$

$$R_1 = W \cos(\delta) \quad (4.32)$$

$$R_2 = 62M - 350 \quad (4.33)$$

$$f_{flt,RUP} = \begin{cases} 1 & R_{RUP} = 0 \\ \left(\frac{R_{RUP} - R_{JB}}{R_{RUP}} \right) & R_{RUP} > 0 \end{cases} \quad (4.34)$$

$$f_{flt,M} = \begin{cases} 0 & M \leq 5,5 \\ (M - 5,5)[1 + a_2(M - 6,5)] & 5,5 < M \leq 6,5 \\ 1 + a_2(M - 6,5) & M > 6,5 \end{cases} \quad (4.35)$$

$$f_{flt,Z} = \begin{cases} 1 - 0,06Z_{TOR} & Z_{TOR} \leq 16,66 \\ 0 & Z_{TOR} > 16,66 \end{cases} \quad (4.36)$$

$$f_{hng,\delta} = (90 - \delta)/45 \quad (4.37)$$

$$f_{site} = f_{site,G} + S_J f_{site,J} \quad (4.38)$$

$f_{site,G}$

$$= \begin{cases} c_{11} \ln\left(\frac{VS_{30}}{k_1}\right) + k_2 \left\{ \ln \left[A_{1100} + c \left(\frac{VS_{30}}{k_1} \right)^n \right] - \ln[A_{1100} + c] \right\} & VS_{30} \leq k_1 \\ (c_{11} + k_2 n) \ln\left(\frac{VS_{30}}{k_1}\right) & VS_{30} > k_1 \end{cases} \quad (4.39)$$

$$f_{site,J} = \begin{cases} (c_{12} + k_2 n) \left[\ln\left(\frac{VS_{30}}{k_1}\right) - \ln\left(\frac{200}{k_1}\right) \right] & VS_{30} \leq 200 \\ (c_{13} + k_2 n) \ln\left(\frac{VS_{30}}{k_1}\right) & \text{All } VS_{30} \end{cases} \quad (4.40)$$

$$f_{sed} = \begin{cases} (c_{14} + c_{15} S_J)(Z_{2,5} - 1) & Z_{2,5} \leq 1 \\ 0 & 1 < Z_{2,5} \leq 3 \\ c_{16} k_3 e^{-0,75} [1 - \exp(-0,25(Z_{2,5} - 3))] & Z_{2,5} > 3 \end{cases} \quad (4.41)$$

$$f_{hyp} = f_{hyp,H} f_{hyp,M} \quad (4.42)$$

$$f_{hyp,H} = \begin{cases} 0 & Z_{HYP} \leq 7 \\ Z_{HYP} - 7 & 7 < Z_{HYP} \leq 20 \\ 13 & Z_{HYP} > 20 \end{cases} \quad (4.43)$$

$$f_{hyp,M} = \begin{cases} c_{17} & M \leq 5,5 \\ [c_{17} + (c_{18} - c_{17})(M - 5,5)] & 5,5 < M \leq 6,5 \\ c_{18} & M > 6,5 \end{cases} \quad (4.44)$$

$$f_{dip} = \begin{cases} c_{19} \delta & M \leq 4,5 \\ c_{19}(5,5 - M) \delta & 4,5 < M \leq 5,5 \\ 0 & M > 5,5 \end{cases} \quad (4.45)$$

$$f_{dip} = \begin{cases} (c_{20} + \Delta c_{20})(R_{RUP} - 80) & R_{RUP} > 80 \\ 0 & R_{RUP} \leq 80 \end{cases} \quad (4.46)$$

Dengan:

M = moment magnitudo

R_{RUP} = jarak terdekat ke bidang patahan (km)

R_{JB} = jarak terdekat ke proyeksi bidang patahan (km)

R_X = jarak terdekat ke proyeksi sisi atas bidang patahan (km)

W	= lebar ke dalam dari bidang patahan (km)
F_{RV}	= variable indikator untuk mekanisme reverse, bernilai 1 untuk $30 < \lambda < 150$ dan 0 untuk lainnya
F_{NM}	= variable indikator untuk mekanisme normal, bernilai 1 untuk $-150 < \lambda < -30$ dan 0 untuk lainnya
λ	= dip angle
Z_{TOR}	= kedalaman dari bagian atas bidang patahan (km)
δ	= nilai rata-rata dip angle
V_{S30}	= kecepatan rata-rata gelombang geser untuk 30 m lapisan teratas (m/s)
A_{1100}	= PGA untuk batuan (g) yaitu, PGA dengan $V_{S30} = 1100\text{m/s}$
S_J	= efek situs regional, bernilai 1 untuk Jepang dan 0 untuk lainnya
$Z_{2,5}$	= kedalaman dengan kecepatan gelombang geser 2,5 km/s (km)
Z_{HYP}	= kedalaman hiposenter (km)

Tabel 4.19 Koefisien *period-dependent* (1) (Campbell dan Bozorgnia,2014)

Period	c_0	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9
0,010	-4,365	0,977	0,533	-1,485	-0,499	-2,773	0,248	6,753	0	-0,214
0,020	-4,348	0,976	0,549	-1,488	-0,501	-2,772	0,247	6,502	0	-0,208
0,030	-4,024	0,931	0,628	-1,494	-0,517	-2,782	0,246	6,291	0	-0,213
0,050	-3,479	0,887	0,674	-1,388	-0,615	-2,791	0,240	6,317	0	-0,244
0,075	-3,293	0,902	0,726	-1,469	-0,596	-2,745	0,227	6,861	0	-0,266
0,10	-3,666	0,993	0,698	-1,572	-0,536	-2,633	0,210	7,294	0	-0,229
0,15	-4,866	1,267	0,510	-1,669	-0,490	-2,458	0,183	8,031	0	-0,211
0,20	-5,411	1,366	0,447	-1,750	-0,451	-2,421	0,182	8,385	0	-0,163
0,25	-5,962	1,458	0,274	-1,711	-0,404	-2,392	0,189	7,534	0	-0,150
0,30	-6,403	1,528	0,193	-1,770	-0,321	-2,376	0,195	6,990	0	-0,131
0,40	-7,566	1,739	-0,020	-1,594	-0,426	-2,303	0,185	7,012	0	-0,159
0,50	-8,379	1,872	-0,121	-1,577	-0,440	-2,296	0,186	6,902	0	-0,153
0,75	-9,841	2,021	-0,042	-1,757	-0,443	-2,232	0,186	5,522	0	-0,090
1,0	-11,011	2,180	-0,069	-1,707	-0,527	-2,158	0,169	5,650	0	-0,105
1,5	-12,469	2,270	0,047	-1,621	-0,630	-2,063	0,158	5,795	0	-0,058
2,0	-12,969	2,271	0,149	-1,512	-0,768	-2,104	0,158	6,632	0	-0,028
3,0	-13,306	2,150	0,368	-1,315	-0,890	-2,051	0,148	6,759	0	0,000
4,0	-14,020	2,132	0,726	-1,506	-0,885	-1,986	0,135	7,978	0	0,000
5,0	-14,558	2,116	1,027	-1,721	-0,878	-2,021	0,135	8,538	0	0,000
7,5	-15,509	2,223	0,169	-0,756	-1,077	-2,179	0,165	8,468	0	0,000
10,0	-15,975	2,132	0,367	-0,800	-1,282	-2,244	0,180	6,564	0	0,000
PGA	-4,416	0,984	0,537	-1,499	-0,496	-2,773	0,248	6,768	0	-0,212
PGV	-2,895	2,895	0,270	-1,299	-0,453	-2,466	0,204	5,837	0	-0,168

Tabel 4.20 Koefisien *period-dependent* (2) (Campbell dan Bozorgnia,2014)

Period	c_{10}	c_{11}	c_{12}	c_{13}	c_{14}	c_{15}	c_{16}	c_{17}	c_{18}	c_{19}
0,010	0,720	1,094	2,191	1,416	-0,0070	-0,207	0,390	0,0981	0,0334	0,00755
0,020	0,730	1,149	2,189	1,453	-0,0167	-0,199	0,387	0,1009	0,0327	0,00759
0,030	0,759	1,290	2,164	1,476	-0,0422	-0,202	0,378	0,1095	0,0331	0,00790
0,050	0,826	1,449	2,138	1,549	-0,0663	-0,339	0,295	0,1226	0,0270	0,00803
0,075	0,815	1,535	2,446	1,772	-0,0794	-0,404	0,322	0,1165	0,0288	0,00811
0,10	0,831	1,615	2,969	1,916	-0,0294	-0,416	0,384	0,0998	0,0325	0,00744
0,15	0,749	1,877	3,544	2,161	0,0642	-0,407	0,417	0,0760	0,0388	0,00716
0,20	0,764	2,069	3,707	2,465	0,0968	-0,311	0,404	0,0571	0,0437	0,00688
0,25	0,716	2,205	3,343	2,766	0,1441	-0,172	0,466	0,0437	0,0463	0,00556
0,30	0,737	2,306	3,334	3,011	0,1597	-0,084	0,528	0,0323	0,0508	0,00458
0,40	0,738	2,398	3,544	3,203	0,1410	0,085	0,540	0,0209	0,0432	0,00401
0,50	0,718	2,355	3,016	3,333	0,1474	0,233	0,638	0,0092	0,0405	0,00388
0,75	0,795	1,995	2,616	3,054	0,1764	0,411	0,776	0,0082	0,0420	0,00420
1,0	0,556	1,447	2,470	2,562	0,2593	0,479	0,771	0,0131	0,0426	0,00409
1,5	0,480	0,330	2,108	1,453	0,2881	0,566	0,748	0,0187	0,0380	0,00424
2,0	0,401	0,514	1,327	0,657	0,3112	0,562	0,763	0,0258	0,0252	0,00448
3,0	0,206	0,848	0,601	0,367	0,3478	0,534	0,686	0,0311	0,0236	0,00345
4,0	0,105	0,793	0,568	0,306	0,3747	0,522	0,691	0,0413	0,0102	0,00603
5,0	0,000	0,748	0,356	0,268	0,3382	0,477	0,670	0,0281	0,0034	0,00805
7,5	0,000	0,664	0,075	0,374	0,3754	0,321	0,757	0,0205	0,0050	0,00280
10,0	0,000	0,576	0,027	0,297	0,3506	0,174	0,621	0,0009	0,0099	0,00458
PGA	0,720	1,090	2,186	1,420	-0,0064	-0,202	0,393	0,0977	0,0333	0,00757
PGV	0,305	1,713	2,602	2,457	0,1060	0,332	0,585	0,0517	0,0327	0,00613

Tabel 4.21 Koefisien *period-dependent* (3) (Campbell dan Bozorgnia, 2014)

Period	c_{20}	$\Delta c_{20,H}$	$\Delta c_{20,CH}$	k_1	k_2	k_3	a_1	h_1	h_2	h_3
0,010	-0,0055	-0,0035	0,0036	865	-1,186	1,839	0,168	0,242	1,471	-0,714
0,020	-0,0055	-0,0035	0,0036	865	-1,219	1,840	0,166	0,244	1,467	-0,711
0,030	-0,0057	-0,0034	0,0037	908	-1,273	1,841	0,167	0,246	1,467	-0,713
0,050	-0,0063	-0,0037	0,0040	1054	-1,346	1,843	0,173	0,251	1,449	-0,701
0,075	-0,0070	-0,0037	0,0039	1086	-1,471	1,845	0,198	0,260	1,435	-0,695
0,10	-0,0073	-0,0034	0,0042	1032	-1,624	1,847	0,174	0,259	1,449	-0,708
0,15	-0,0069	-0,0030	0,0042	878	-1,931	1,852	0,198	0,254	1,461	-0,715
0,20	-0,0060	-0,0031	0,0041	748	-2,188	1,856	0,204	0,237	1,484	-0,721
0,25	-0,0055	-0,0033	0,0036	654	-2,381	1,861	0,185	0,206	1,581	-0,787
0,30	-0,0049	-0,0035	0,0031	587	-2,518	1,865	0,164	0,210	1,586	-0,795
0,40	-0,0037	-0,0034	0,0028	503	-2,657	1,874	0,160	0,226	1,544	-0,770
0,50	-0,0027	-0,0034	0,0025	457	-2,669	1,883	0,184	0,217	1,554	-0,770
0,75	-0,0016	-0,0032	0,0016	410	-2,401	1,906	0,216	0,154	1,626	-0,780
1,0	-0,0006	-0,0030	0,0006	400	-1,955	1,929	0,596	0,117	1,616	-0,733
1,5	0	-0,0019	0	400	-1,025	1,974	0,596	0,117	1,616	-0,733
2,0	0	-0,0005	0	400	-0,299	2,019	0,596	0,117	1,616	-0,733
3,0	0	0	0	400	0	2,110	0,596	0,117	1,616	-0,733
4,0	0	0	0	400	0	2,200	0,596	0,117	1,616	-0,733
5,0	0	0	0	400	0	2,291	0,596	0,117	1,616	-0,733
7,5	0	0	0	400	0	2,517	0,596	0,117	1,616	-0,733
10,0	0	0	0	400	0	2,744	0,596	0,117	1,616	-0,733
PGA	-0,0055	-0,0035	0,0036	865	-1,186	1,839	0,167	0,241	1,474	-0,715
PGV	-0,0017	-0,0006	0,0017	400	-1,955	1,929	0,596	0,117	1,616	-0,733

Tabel 4.22 Koefisien *period-dependent* (4) (Campbell dan Bozorgnia, 2014)

Period	h_4	h_5	h_6	n	c
0,010	1	-0,336	-0,27	1,18	1,88
0,020	1	-0,339	-0,263	1,18	1,88
0,030	1	-0,338	-0,259	1,18	1,88
0,050	1	-0,338	-0,263	1,18	1,88
0,075	1	-0,347	-0,219	1,18	1,88
0,10	1	-0,391	-0,201	1,18	1,88
0,15	1	-0,449	-0,099	1,18	1,88
0,20	1	-0,393	-0,198	1,18	1,88
0,25	1	-0,339	-0,21	1,18	1,88
0,30	1	-0,447	-0,121	1,18	1,88

Tabel 4.23 Koefisien *period-dependent* (5) (Campbell dan Bozorgnia,2014)

Period	h_4	h_5	h_6	n	c
0,40	1	-0,525	-0,086	1,18	1,88
0,50	1	-0,407	-0,281	1,18	1,88
0,75	1	-0,371	-0,285	1,18	1,88
1,0	1	-0,128	-0,756	1,18	1,88
1,5	1	-0,128	-0,756	1,18	1,88
2,0	1	-0,128	-0,756	1,18	1,88
3,0	1	-0,128	-0,756	1,18	1,88
4,0	1	-0,128	-0,756	1,18	1,88
5,0	1	-0,128	-0,756	1,18	1,88
7,5	1	-0,128	-0,756	1,18	1,88
10,0	1	-0,128	-0,756	1,18	1,88
PGA	1	-0,337	-0,27	1,18	1,88
PGV	1	-0,128	-0,756	1,18	1,88

g. Abrahamson *et al.* 2018 (*intraslab*)

Persamaan ini merupakan pembaharuan dari BC Hydro 2012 yang menggunakan penskalaan besaran kuadrat untuk magnitudo besar ($M_w > 7,6$ hingga $M_w 8,0$ untuk Subduksi dan $M_w > 7,5$ untuk *intraslab*). Kemiringan skala magnitudo besar dibatasi berdasarkan simulasi oleh Gregor *et al.* (2006) dan Atkinson dan Macias (2008) untuk gempa antarmuka. Batasan pada skala besaran tetap dipertahankan untuk model BC Hydro yang diperbarui, tetapi titik putus dievaluasi kembali. Untuk Cascadia, $CI = 7,2$ untuk kejadian pelat.

Persamaan yang diberikan oleh Abrahamson *et al.* 2018 untuk zona *Benioff/intraslab* disajikan sebagai berikut:

$$\ln(Sa_{slab}) = \theta_1 + \theta_4 \Delta C_1 \quad (4.47)$$

$$+ (\theta_2 + \theta_{14} + \theta_3(M - 7.8)) \ln(R_{rup}) \\ + C_4 \exp(\theta_9(M - 6)) + \theta_6 R_{rup} + \theta_{10} + f_{mag}(M, F) \\ + f_{ztor}(Z_{tor}) + f_{site}(PGA_{1000}, V_{s30}) \quad (4.48)$$

$$f_{mag}(M, F) = \begin{cases} \theta_4(M - C_1) + \theta_{13}(10 - M)^2 & \text{untuk } M \leq C_1 \\ \theta_5(M - C_1) + \theta_{13}(10 - M)^2 & \text{untuk } M > C_1 \end{cases} \quad (4.49)$$

$$f_{ztor}(Z_{tor}, F) = \begin{cases} \theta_{11}(Z_{tor} - 60) & \text{untuk } Z_{tor} < 100 \text{ km} \\ \theta_{11}(100 - 60) & \text{untuk } Z_{tor} \text{ selainnya} \end{cases}$$

$$f_{site}(PGA_{1000}, V_{s30})$$

$$= \begin{cases} \theta_{12} \ln\left(\frac{V_s^*}{V_{lin}}\right) - b \cdot \ln(PGA_{1000} + c) + b \cdot \ln\left(PGA_{1000} + c \left(\frac{V_s^*}{V_{lin}}\right)^n\right) \\ \text{untuk } V_{s30} < V_{lin} \\ \theta_{12} \ln\left(\frac{V_s^*}{V_{lin}}\right) + b n \cdot \ln\left(\frac{V_s^*}{V_{lin}}\right) & \text{untuk } V_{s30} \geq V_{lin} \end{cases}$$

$$PGA_{1000} = \text{nilai median PGA untuk } V_{s30} = 1000 \text{ m/sec}$$

$$V_s^* = \begin{cases} 1000 & \text{untuk } V_{s30} > 1000 \\ V_{s30} & \text{untuk } V_{s30} \leq 1000 \end{cases}$$

Koefisien persamaan ini dapat dilihat pada Tabel 4.24 hingga Tabel 4.26

Tabel 4.24 Koefisien untuk semua periode GMPE Abrahamson et al. 2018

n	1.18
c	1.88
C4	10 km
a3	-0.10
a5	0.0
a9	0.40
a10	1.73

Tabel 4.25 Koefisien GMPE Abrahamson *et al.* 2018

Period (s)	a ₁	a ₂	a ₄	a ₆	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄
0.01	2.027	-1.044	0.59	-0.0052	0.017	0.818	-0.0135	-0.223
0.02	2.043	-1.044	0.59	-0.0052	0.017	0.857	-0.0135	-0.196
0.03	2.072	-1.08	0.59	-0.0052	0.017	0.921	-0.0135	-0.128
0.05	2.13	-1.11	0.59	-0.0054	0.018	1.007	-0.0138	-0.13
0.075	2.445	-1.11	0.59	-0.0057	0.018	1.225	-0.0142	-0.13
0.1	2.689	-1.11	0.59	-0.0059	0.018	1.457	-0.0145	-0.13
0.15	2.992	-1.084	0.59	-0.0062	0.0175	1.849	-0.0153	-0.156
0.2	2.929	-1.027	0.62	-0.0063	0.017	2.082	-0.0162	-0.172
0.25	2.861	-0.983	0.64	-0.00632	0.016	2.24	-0.0172	-0.184
0.3	2.802	-0.947	0.66	-0.00632	0.0152	2.341	-0.0183	-0.194
0.4	2.705	-0.89	0.68	-0.00625	0.014	2.415	-0.0206	-0.21
0.5	2.561	-0.845	0.68	-0.0061	0.013	2.359	-0.0231	-0.223
0.6	2.389	-0.809	0.68	-0.0059	0.0122	2.227	-0.0256	-0.233
0.75	2.093	-0.76	0.68	-0.00563	0.0113	1.949	-0.0296	-0.245
1	1.636	-0.698	0.68	-0.00525	0.01	1.402	-0.0363	-0.261
1.5	0.994	-0.612	0.68	-0.0046	0.0082	0.329	-0.0493	-0.285
2	0.422	-0.55	0.68	-0.004	0.007	-0.487	-0.061	-0.301
2.5	-0.151	-0.501	0.68	-0.0035	0.006	-0.77	-0.0711	-0.313
3	-0.6	-0.46	0.68	-0.0032	0.0052	-0.7	-0.0798	-0.323
4	-1.247	-0.455	0.68	-0.0028	0.004	-0.607	-0.0935	-0.282
5	-1.732	-0.45	0.73	-0.00255	0.003	-0.54	-0.098	-0.25
6	-2.009	-0.45	0.78	-0.0024	0.0022	-0.479	-0.098	-0.25
7.5	-2.385	-0.45	0.84	-0.0022	0.0013	-0.393	-0.098	-0.25

Period (s)	a ₁	a ₂	a ₄	a ₆	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄
10	-2.937	-0.45	0.93	-0.002	0	-0.35	-0.098	-0.25

Tabel 4.26 Koefisien GMPE Abrahamson *et al.* 2018 (lanjutan)

<i>Period (s)</i>	<i>V_{lin}</i>	<i>b</i>	<i>C_i interface</i>	<i>C_i slab</i>	<i>Adjustment term for intraslab</i>	<i>Adjustment term for slab</i>
0.01	865.1	-1.186	8.2	7.2	1.17	0.94
0.02	865.1	-1.219	8.2	7.2	1.14	0.88
0.03	907.8	-1.273	8.2	7.2	1.32	0.82
0.05	1053.5	-1.346	8.2	7.2	1.39	1.05
0.075	1085.7	-1.471	8.2	7.2	1.41	1.06
0.1	1032.5	-1.624	8.2	7.2	1.42	1.07
0.15	877.6	-1.931	8.2	7.2	1.32	1.01
0.2	748.2	-2.188	8.2	7.2	1.27	1.01
0.25	654.3	-2.381	8.2	7.2	1.18	0.92
0.3	587.1	-2.518	8.2	7.2	1.08	0.85
0.4	503	-2.657	8.2	7.2	0.91	0.71
0.5	456.6	-2.669	8.2	7.2	0.78	0.64
0.6	430.3	-2.599	8.2	7.2	0.65	0.55
0.75	410.5	-2.401	8.15	7.2	0.47	0.42
1	400	-1.955	8.1	7.2	0.34	0.31
1.5	400	-1.025	8.05	7.2	0.03	0.08
2	400	-0.299	8	7.2	-0.09	0.04
2.5	400	0	7.95	7.2	-0.09	0.05
3	400	0	7.9	7.2	-0.1	-0.01
4	400	0	7.85	7.2	0.04	0.09
5	400	0	7.8	7.2	0.16	0.14

<i>Period (s)</i>	<i>V_{lin}</i>	<i>b</i>	<i>C₁ interface</i>	<i>C₁ slab</i>	<i>Adjustment term for intraslab</i>	<i>Adjustment term for slab</i>
6	400	0	7.8	7.2	0.17	0.16
7.5	400	0	7.8	7.2	0.23	0.2
10	400	0	7.8	7.2	0.41	0.32

h. Zhao *et al.* 2006 (*intraslab*)

Persamaan ini merupakan GMPE yang dihasilkan dari data gempa besar hingga tahun 2003 yang berada di Tokachi, Jepang. Persamaan ini sedianya merupakan GMPE yang mampu menganalisis berbagai mekanisme gempa. Selain itu, penggunaan istilah kelas situs memungkinkan efek tipe sumber tektonik untuk diidentifikasi dan diperhitungkan dalam model ini. Dalam persamaan ini, efek dari mekanisme patahan untuk gempa bumi kerak juga dapat diperhitungkan. Terhadap gempa bumi kerak dan *interface*, bentuk sederhana dari model atenuasi ini mampu menangkap karakteristik gerak kuat utama dan mencapai perkiraan yang tidak bias. Pengaruh kedalaman, jenis sumber tektonik, dan mekanisme patahan gempa bumi kerak akan menghasilkan perbedaan yang signifikan.

Persamaan yang diusulkan oleh Zhao *et al.* 2006 adalah sebagai berikut:

$$\log_e(y_{i,j}) = aM_{wi} + bx_{i,j} - \log_e(r_{i,j}) + e(h - h_c)\delta_h + S_{SL}\log_e(x_{i,j}) + C_k + \xi_{i,j} + \eta_i \quad (4.52)$$

$$r_{i,j} = x_{i,j} + c \exp(dM_{wi}) \quad (4.53)$$

Dengan y = *spectral acceleration* (cm/s²), M_{wi} = magnitudo, x dan h = jarak dan kedalaman dalam km.

Koefisien untuk persamaan ini dapat dilihat pada Tabel 4.27 dan Tabel 4.28.

Tabel 4.27 Koefisien GMPE Zhao *et al.* 2006

Period (sec)	a	b	c	d	e	S _R	S _I	S _S	S _{SL}
PGA	1.101	-0.00564	0.0055	1.08	0.01412	0.251	0	2.607	-0.528
0.05	1.076	-0.00671	0.0075	1.06	0.01463	0.251	0	2.764	-0.551
0.1	1.118	-0.00787	0.009	1.083	0.01423	0.24	0	2.156	-0.42
0.15	1.134	-0.00722	0.01	1.053	0.01509	0.251	0	2.161	-0.431
0.2	1.147	-0.00659	0.012	1.014	0.01462	0.26	0	1.901	-0.372
0.25	1.149	-0.00590	0.014	0.966	0.01459	0.269	0	1.814	-0.36
0.3	1.163	-0.00520	0.015	0.934	0.01458	0.259	0	2.181	-0.45
0.4	1.2	-0.00422	0.01	0.959	0.01257	0.248	-0.041	2.432	-0.506
0.5	1.25	-0.00338	0.006	1.008	0.01114	0.247	-0.053	2.629	-0.554
0.6	1.293	-0.00282	0.003	1.088	0.01019	0.233	-0.103	2.702	-0.575
0.7	1.336	-0.00258	0.0025	1.084	0.00979	0.22	-0.146	2.654	-0.572
0.8	1.386	-0.00242	0.0022	1.088	0.00944	0.232	-0.164	2.48	-0.54
0.9	1.433	-0.00232	0.002	1.109	0.00972	0.22	-0.206	2.332	-0.522
1	1.479	-0.00220	0.002	1.115	0.01005	0.211	-0.239	2.233	-0.509
1.25	1.551	-0.00207	0.002	1.083	0.01003	0.251	-0.256	2.029	-0.469
1.5	1.621	-0.00224	0.002	1.091	0.00928	0.248	-0.306	1.589	-0.379
2	1.694	-0.00201	0.0025	1.055	0.00833	0.263	-0.321	0.966	-0.248
2.5	1.748	-0.00187	0.0028	1.052	0.00776	0.262	-0.337	0.789	-0.221
3	1.759	-0.00147	0.0032	1.025	0.00644	0.307	-0.331	1.037	-0.263
4	1.826	-0.00195	0.004	1.044	0.0059	0.353	-0.39	0.561	-0.169
5	1.825	-0.00237	0.005	1.065	0.0051	0.248	-0.498	0.225	-0.12

Tabel 4.28 Koefisien GMPE Zhao *et al.* 2006 (lanjutan)

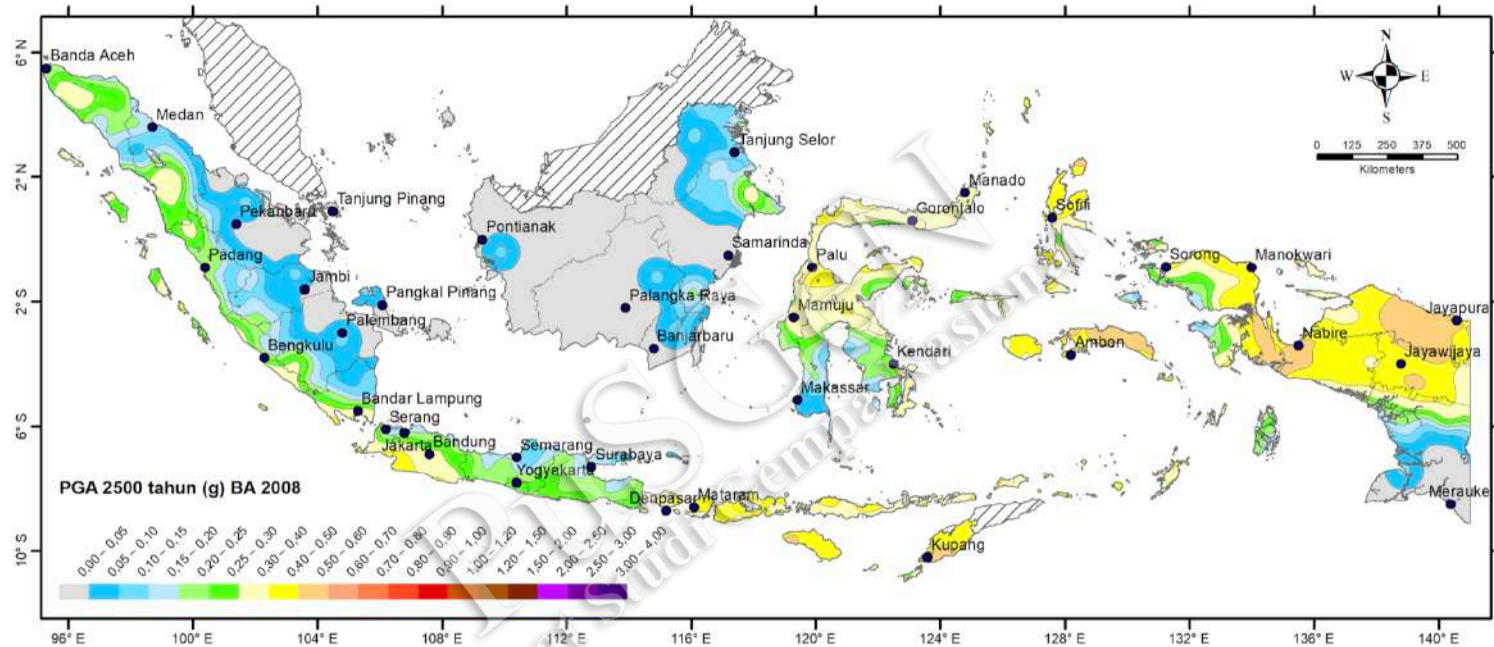
Period (sec)	C_H	C_1	C_2	C_3	C_4	σ	τ	σ_t
PGA	0.293	1.111	1.344	1.355	1.42	0.604	0.398	0.723
0.05	0.939	1.684	1.793	1.747	1.814	0.64	0.444	0.779
0.1	1.499	2.061	2.135	2.031	2.082	0.694	0.49	0.849
0.15	1.462	1.916	2.168	2.052	2.113	0.702	0.46	0.839
0.2	1.28	1.669	2.085	2.001	2.03	0.692	0.423	0.811
0.25	1.121	1.468	1.942	1.941	1.937	0.682	0.391	0.786
0.3	0.852	1.172	1.683	1.808	1.77	0.67	0.379	0.77
0.4	0.365	0.655	1.127	1.482	1.397	0.659	0.39	0.766
0.5	-0.207	0.071	0.515	0.934	0.955	0.653	0.389	0.76
0.6	-0.705	-0.429	-0.003	0.394	0.559	0.653	0.401	0.766
0.7	-1.144	-0.866	-0.449	-0.111	0.188	0.652	0.408	0.769
0.8	-1.609	-1.325	-0.928	-0.62	-0.246	0.647	0.418	0.77
0.9	-2.023	-1.732	-1.349	-1.066	-0.643	0.653	0.411	0.771
1	-2.451	-2.152	-1.776	-1.523	-1.084	0.657	0.41	0.775
1.25	-3.243	-2.923	-2.542	-2.327	-1.936	0.66	0.402	0.773
1.5	-3.888	-3.548	-3.169	-2.979	-2.661	0.664	0.408	0.779
2	-4.783	-4.41	-4.039	-3.871	-3.64	0.669	0.414	0.787
2.5	-5.444	-5.049	-4.698	-4.496	-4.341	0.671	0.411	0.786
3	-5.839	-5.431	-5.089	-4.893	-4.758	0.667	0.396	0.776
4	-6.598	-6.181	-5.882	-5.698	-5.588	0.647	0.382	0.751
5	-6.752	-6.347	-6.051	-5.873	-5.798	0.643	0.377	0.745

4.1.2.1 Shallow Crustal

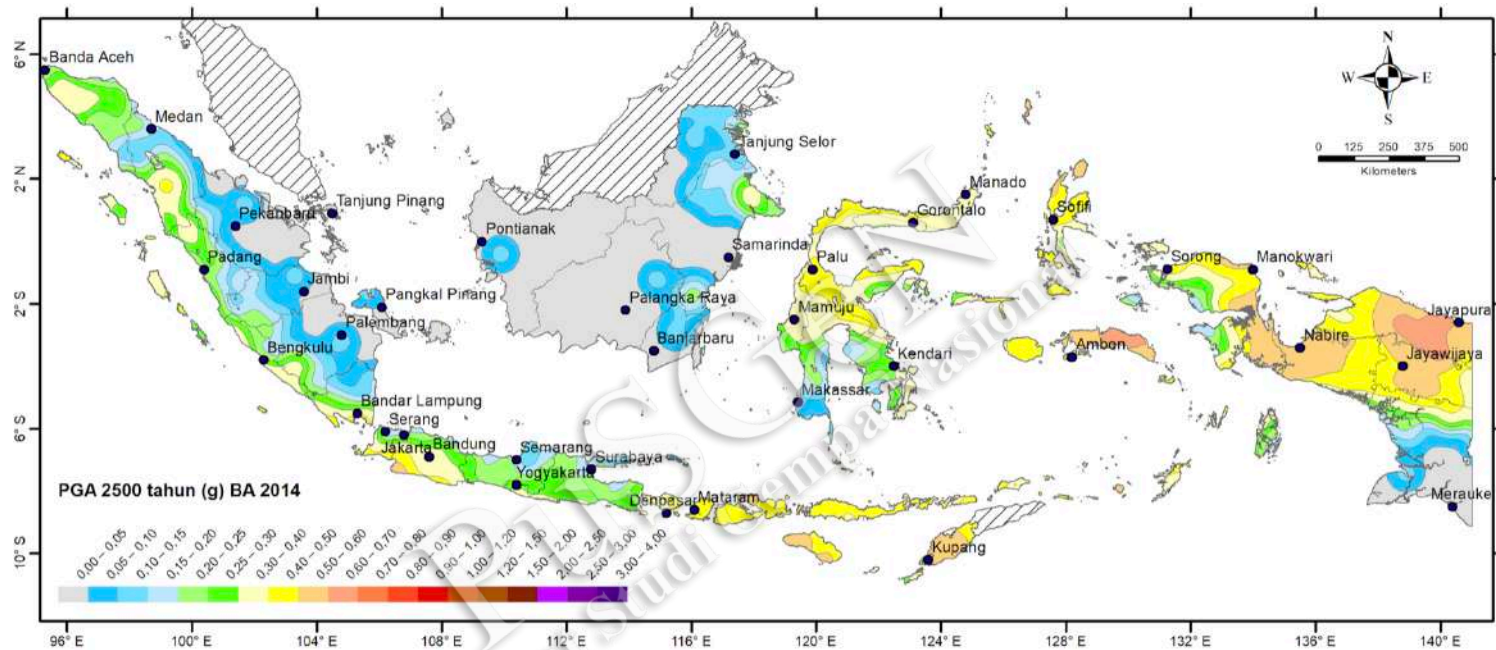
Pada subbab ini akan ditampilkan perbedaan hasil *running* menggunakan fungsi atenuasi yang sesuai dengan *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017* dan fungsi atenuasi baru untuk melihat seberapa besar pengaruh ketidakpastian hasil akibat fungsi atenuasi. Untuk daerah

shallow crustal, karena tujuannya hanya untuk melihat perbedaan, maka akan ditampilkan hasil dari sumber-sumber background dangkal saja, sedangkan untuk sesar-sesar tidak ditampilkan. Hasil *running* untuk tiap-tiap fungsi atenuasi pada level bahaya gempa PGA 2500 tahun dapat dilihat pada Gambar 4.10 hingga Gambar 4.15.

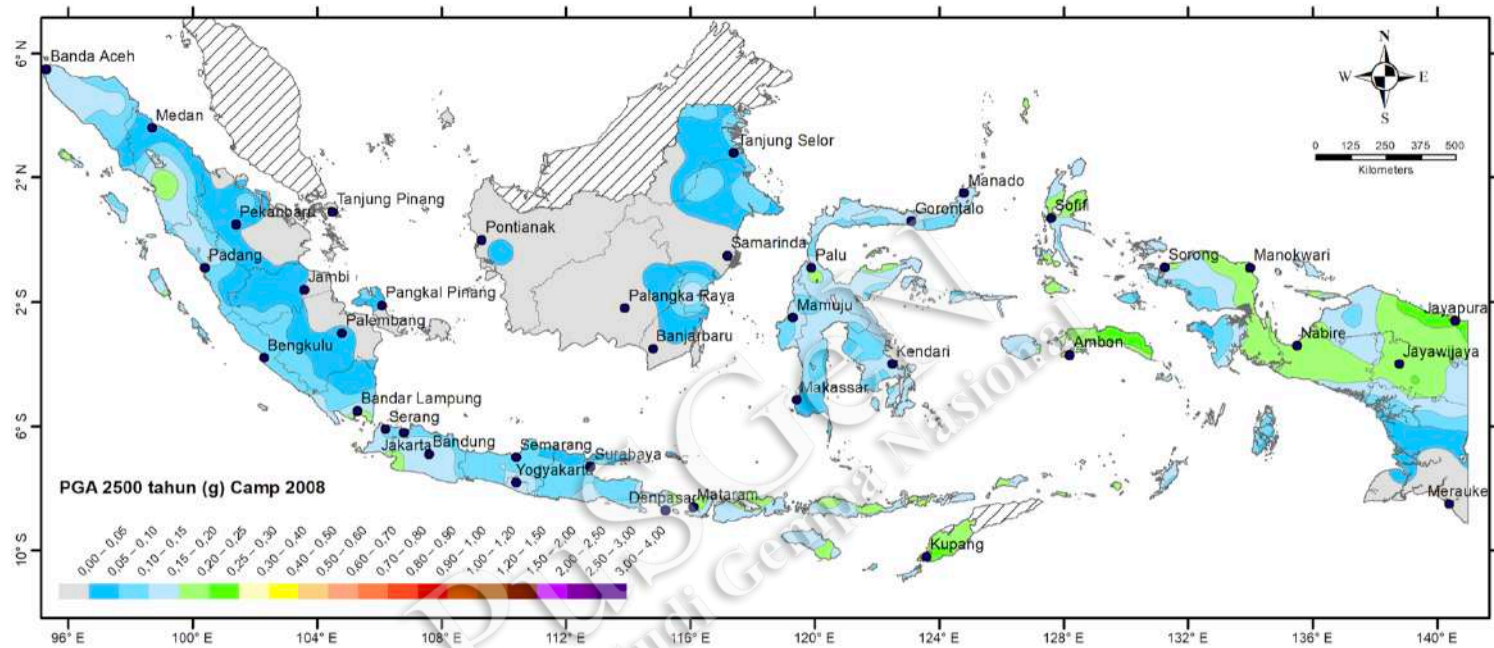
PUSGEN
Pusat Studi Gempa Nasional



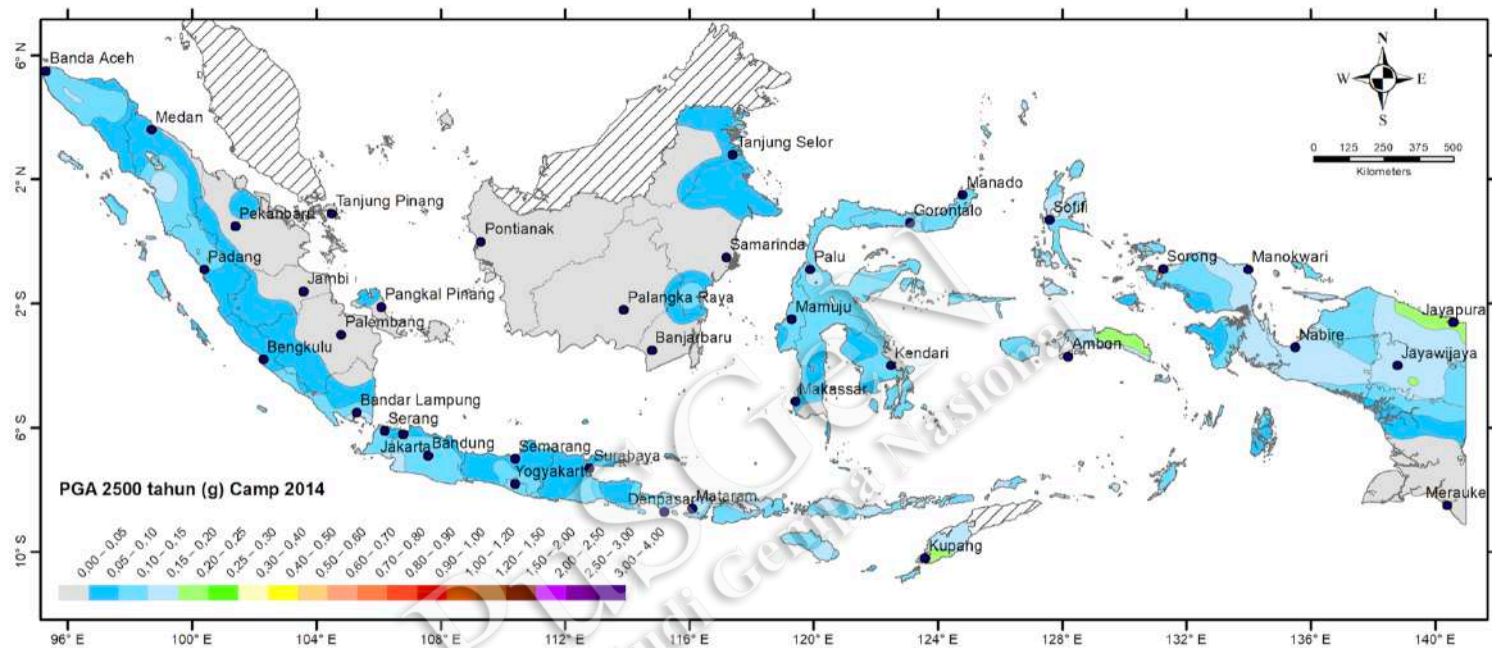
Gambar 4.10 Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Boore-Atkinson 2008



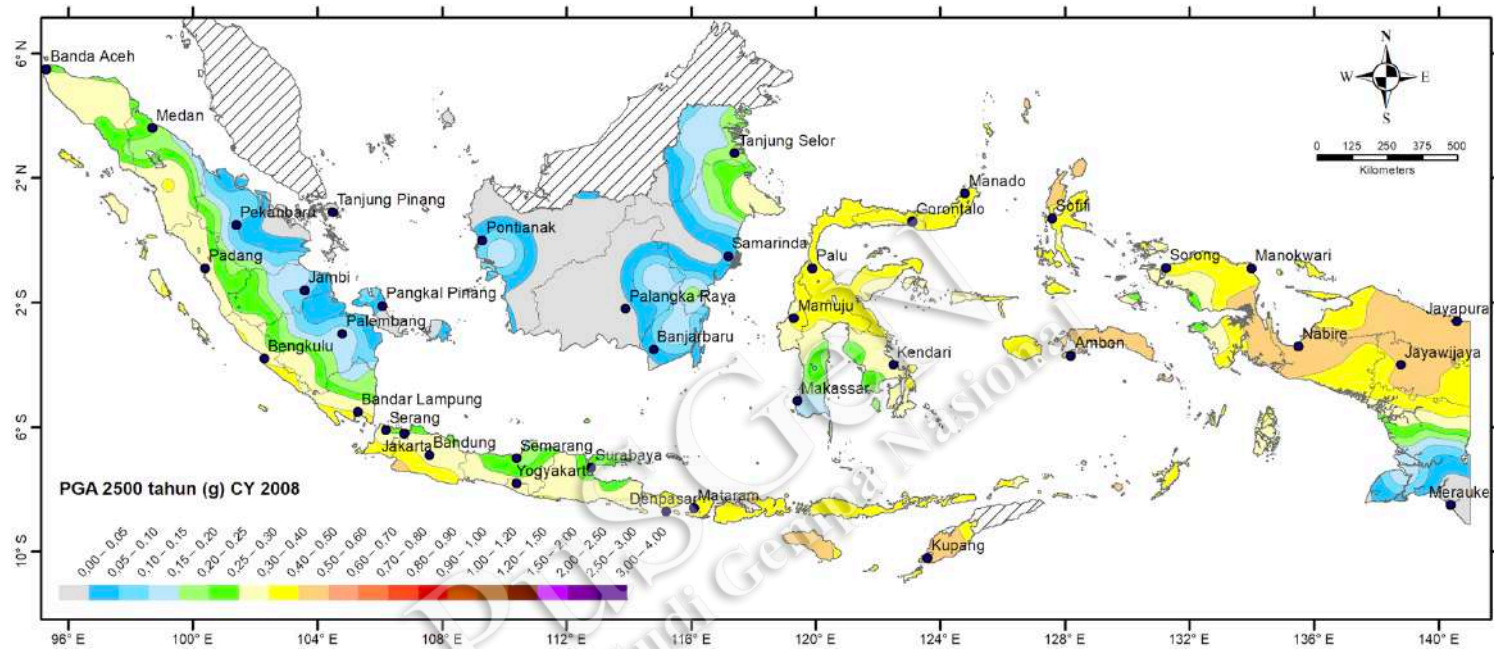
Gambar 4.11 Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Boore-Atkinson NGA 2014



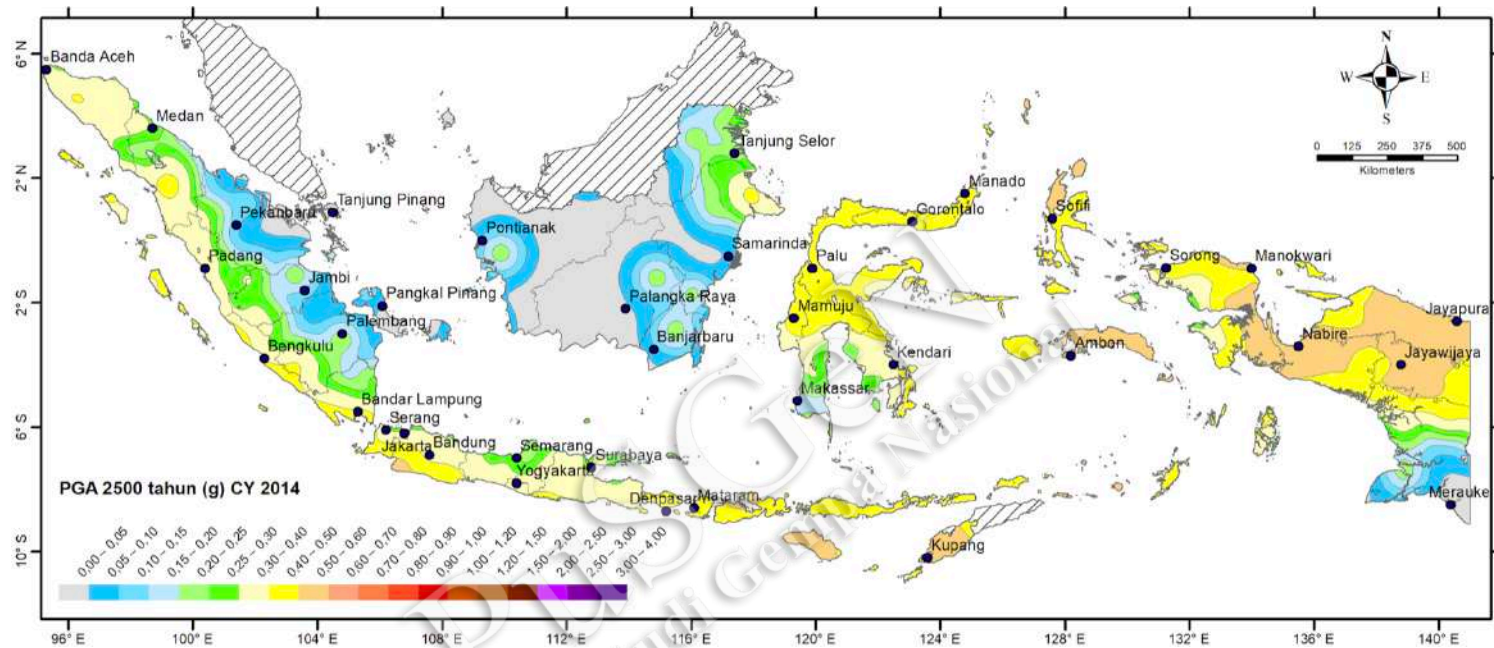
Gambar 4.12 Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Campbell-Bozorgnia 2008



Gambar 4.13 Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Campbell-Bozorgnia NGA



Gambar 4.14 Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Chiou-Youngs 2008

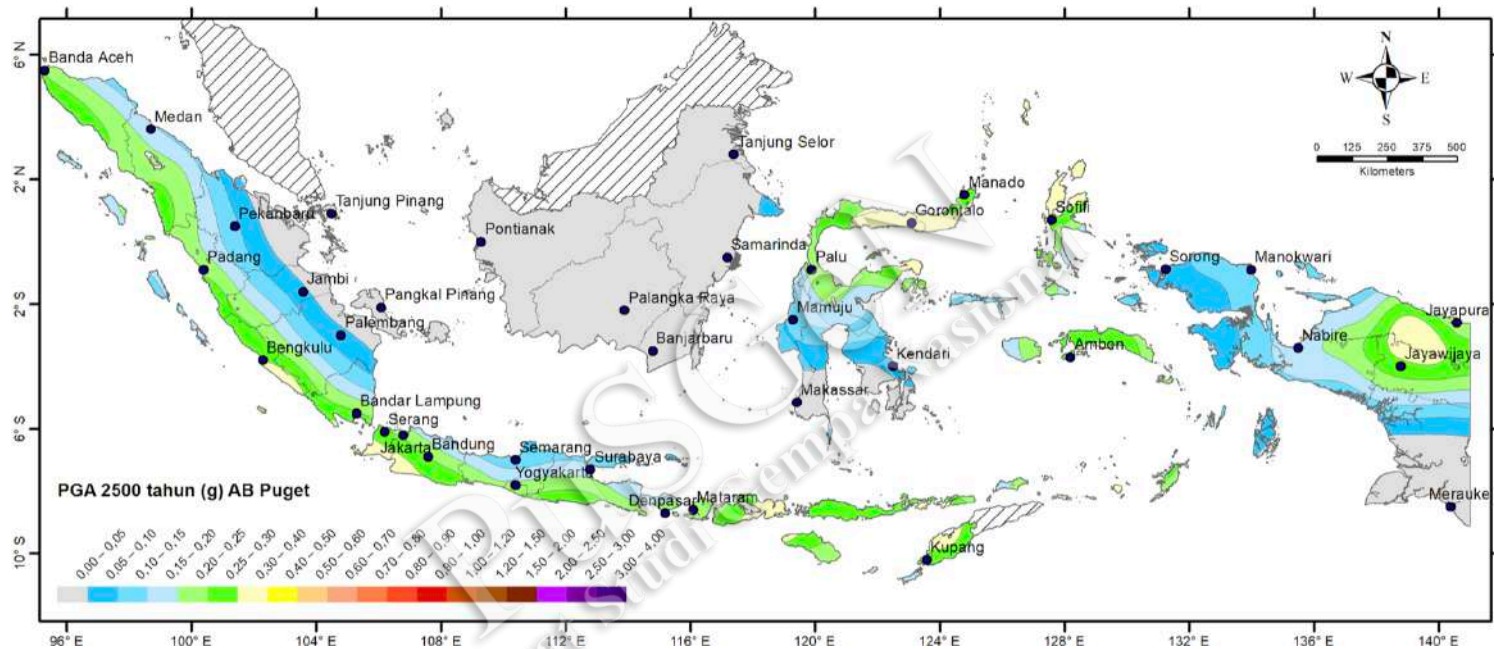


Gambar 4.15 Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Chiou-Youngs 2014

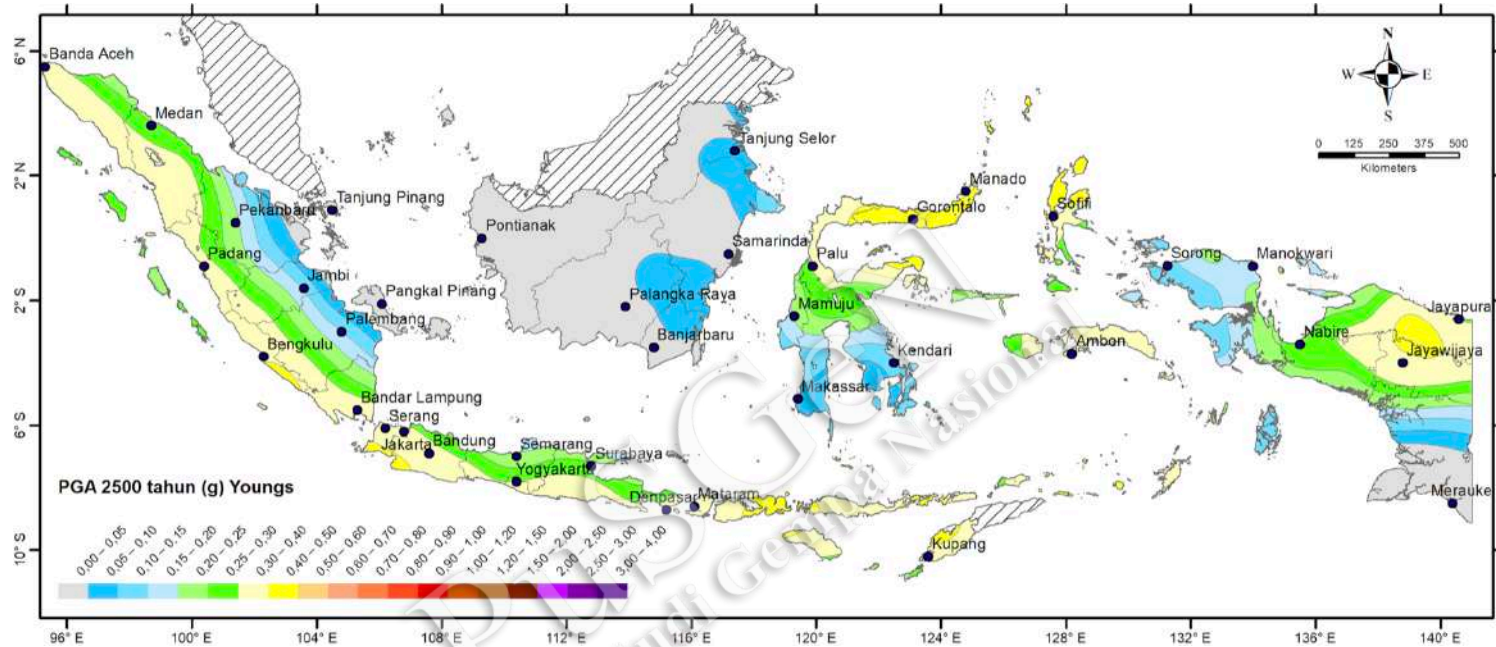
Berdasarkan hasil yang didapat terlihat bahwa pada fungsi atenuasi Boore-Atkinson (BA) 2008 dan NGA 2014 terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Nilai dari hasil BA NGA 2014 cenderung lebih besar daripada hasil BA 2008. Berbeda dengan BA, fungsi atenuasi dari Campbell-Bozorgnia (CB) cenderung lebih kecil daripada versi NGA 2014-nya. Fungsi atenuasi Chiou-Youngs (CY) cenderung tidak mengalami perubahan yang signifikan pada kedua versi. Apabila dibandingkan antartiga fungsi atenuasi, terdapat hal yang menarik yaitu fungsi atenuasi BA dan CY cenderung menghasilkan nilai yang mendekati, tetapi keduanya berbeda jauh dengan hasil fungsi atenuasi CB.

4.1.2.2 *Benioff*

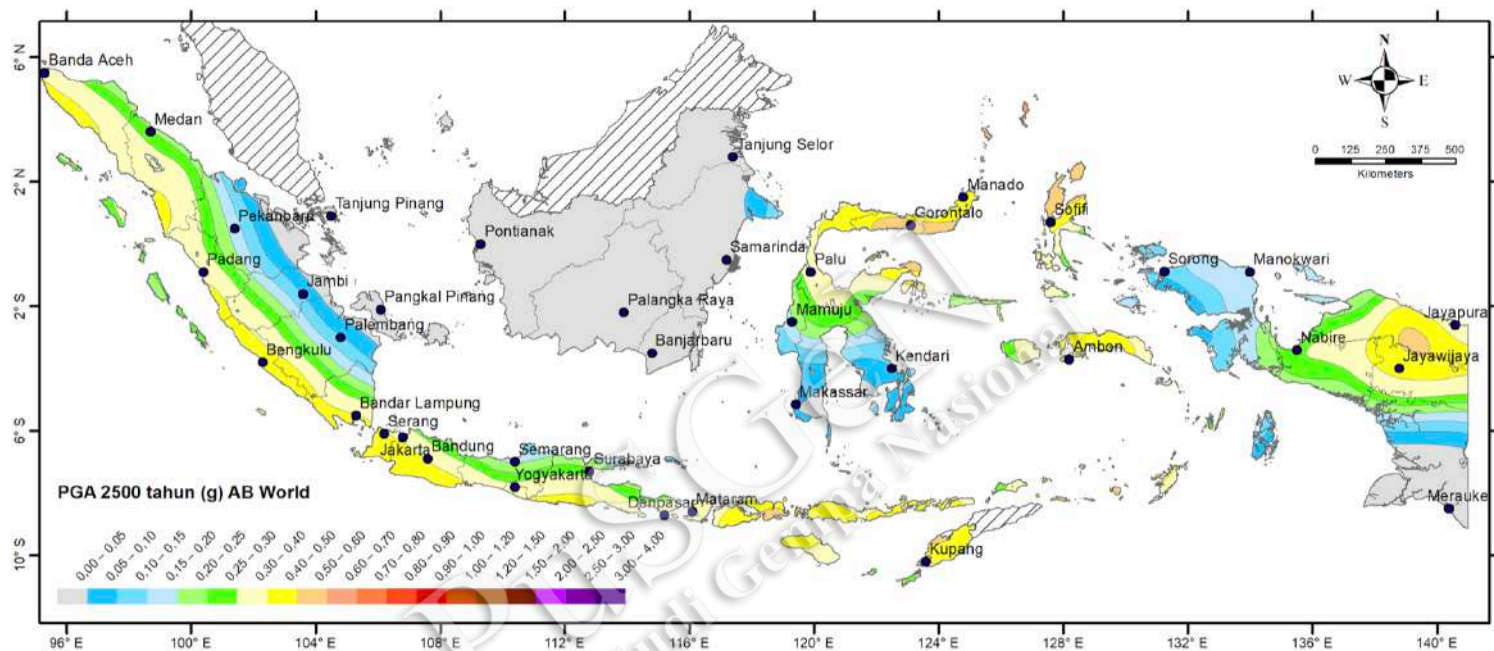
Pada zona *Benioff* akan dilakukan perbandingan pada level bahaya gempa PGA 2500 tahun. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.16 sampai Gambar 4.20.



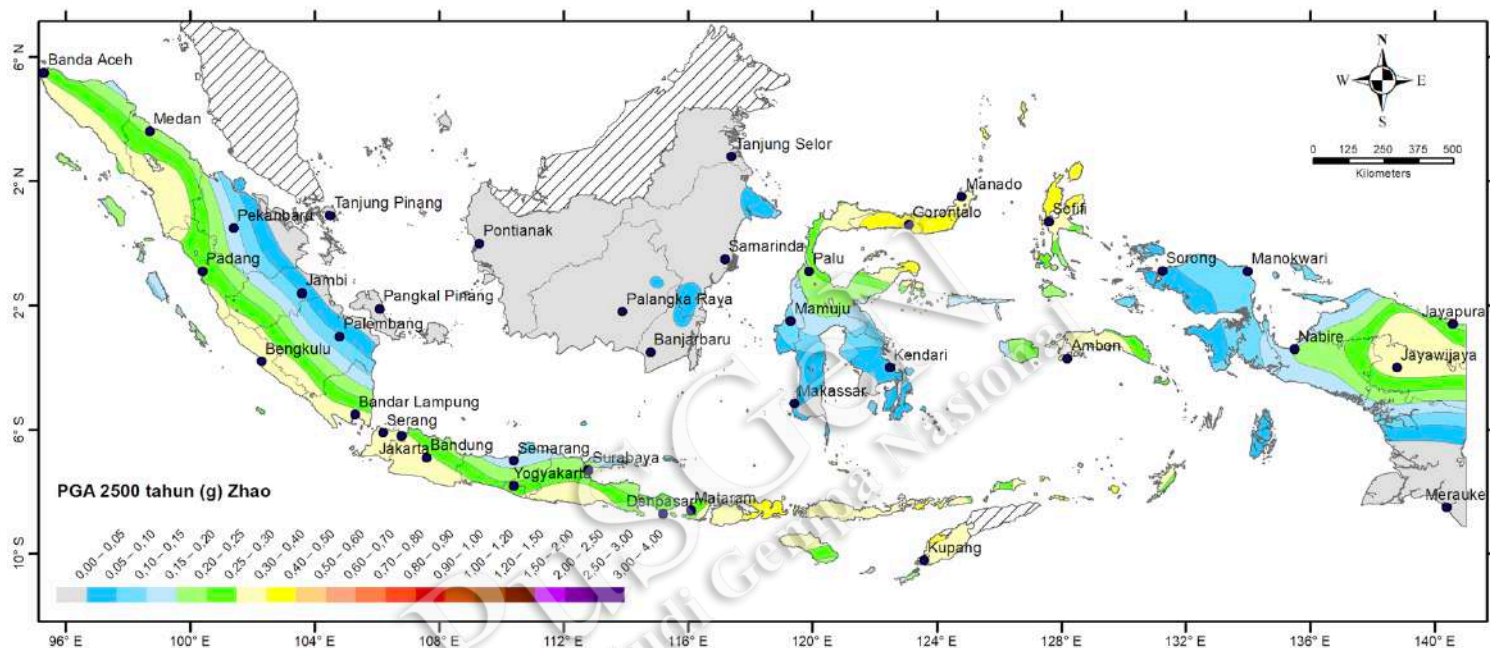
Gambar 4.16 Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Atkinson-Boore (Puget)



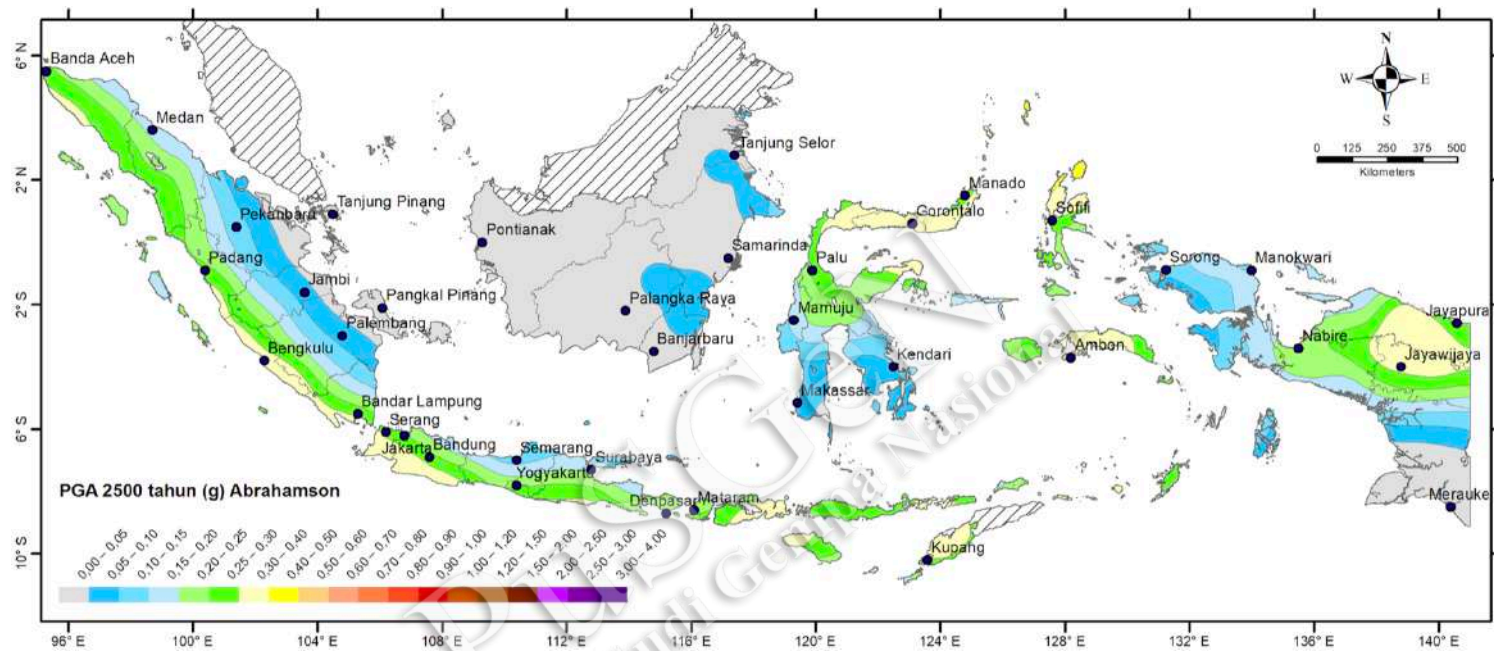
Gambar 4.17 Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Geomatrix Slab Youngs 1997



Gambar 4.18 Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Atkinson-Boore (Worldwide)



Gambar 4.19 Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Zhao 2006



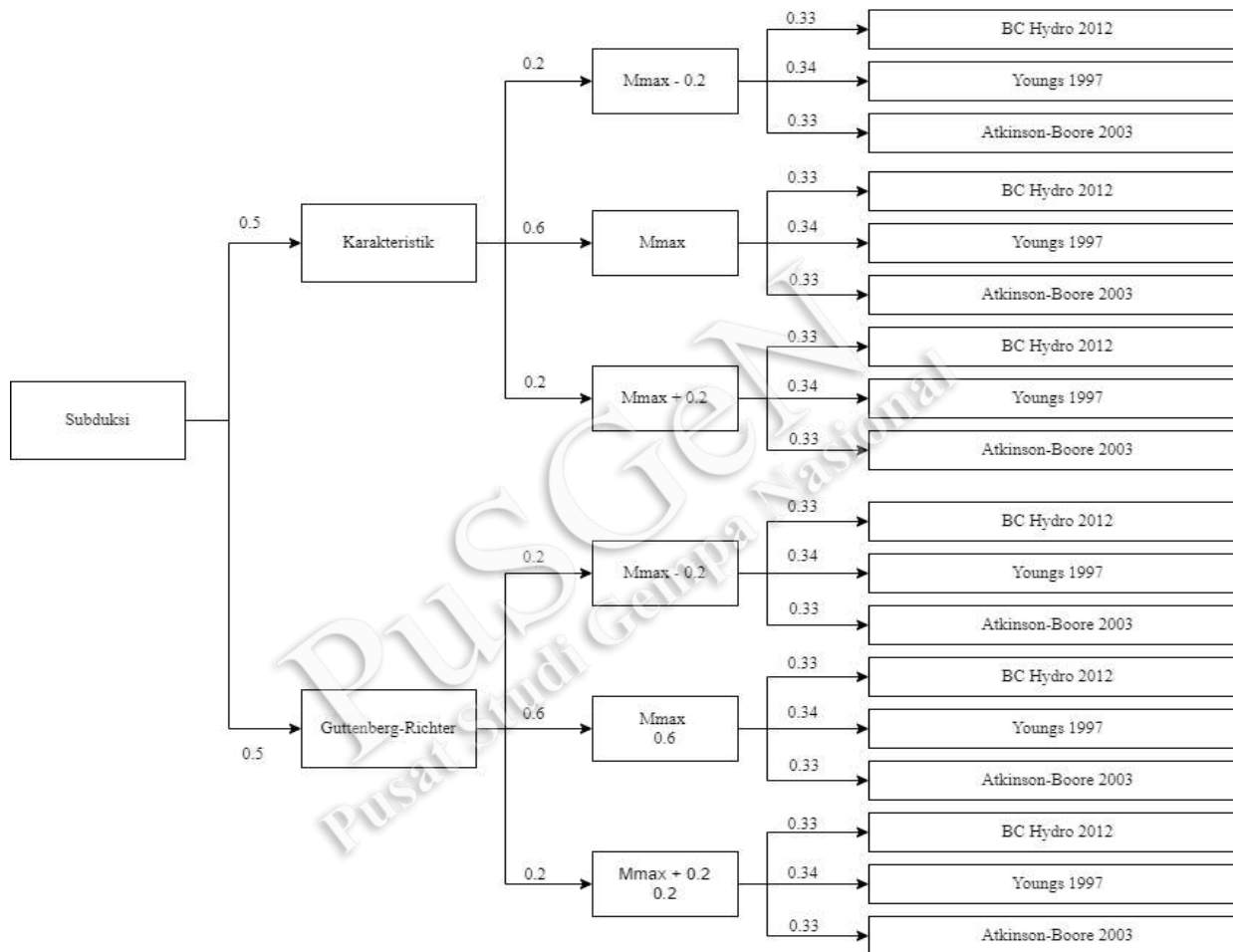
Gambar 4.20 Hazard PGA 2500 tahun dengan fungsi atenuasi Abrahamson 2018

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, di antara kelima fungsi atenuasi terlihat bahwa fungsi atenuasi Atkinson-Boore (AB) menggunakan data *worldwide* menghasilkan nilai bahaya gempa yang paling tinggi, sedangkan AB Puget menghasilkan nilai paling kecil meskipun masih mendekati hasil dari Abrahamson. Secara garis besar nilai percepatan yang dihasilkan fungsi atenuasi lainnya saling mendekati.

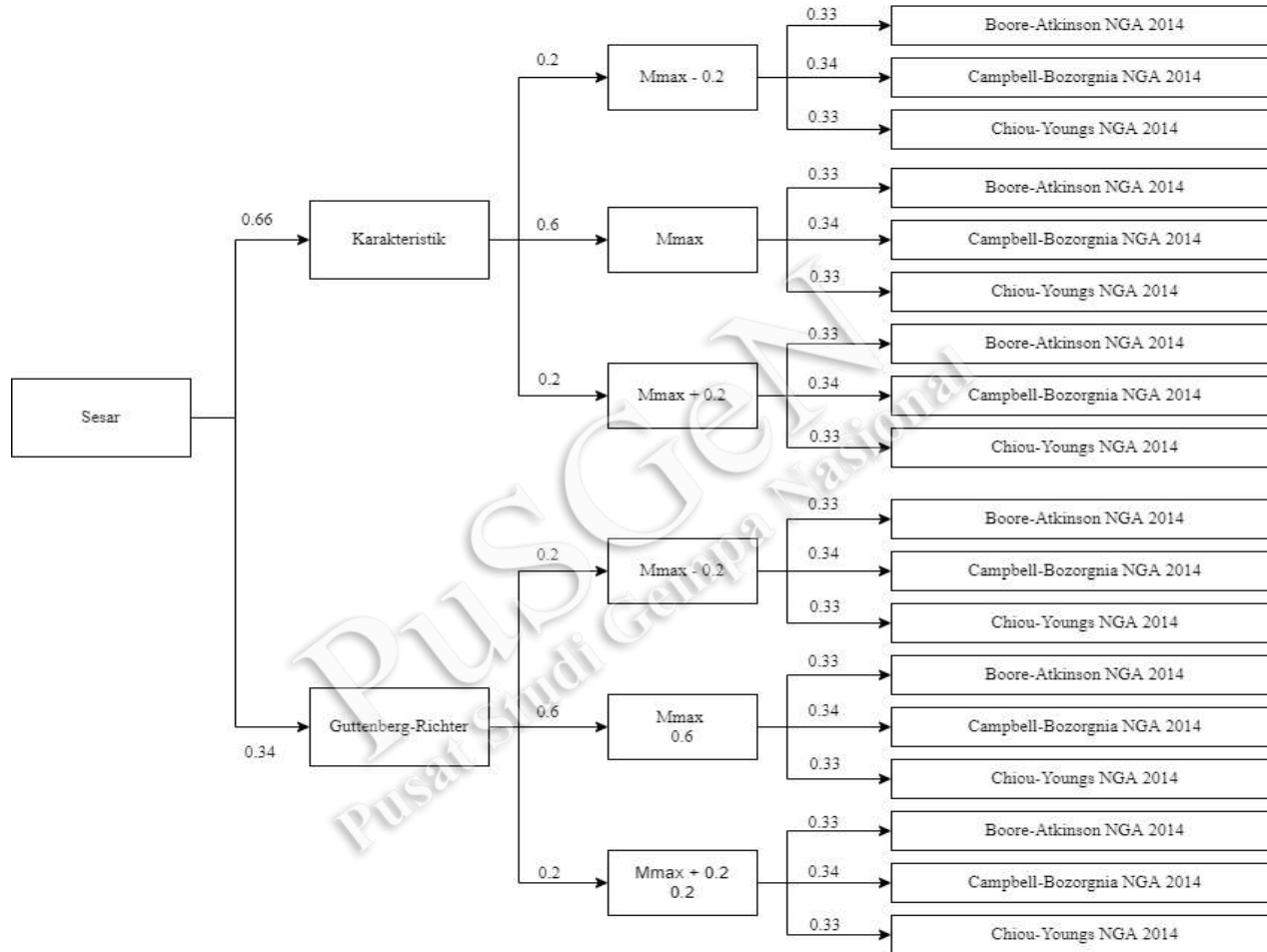
4.1.3 Logic Tree

Analisis bahaya kegempaan merupakan proses analisis yang mengandung banyak ketidakpastian (*uncertainty*) baik *aleatory uncertainty* maupun *epistemic uncertainty*. Hasil pada subbab 4.1.2 memperlihatkan dengan jelas adanya ketidakpastian pada analisis bahaya kegempaan yang tercermin pada level bahaya gempa yang berbeda-beda pada setiap fungsi atenuasi.

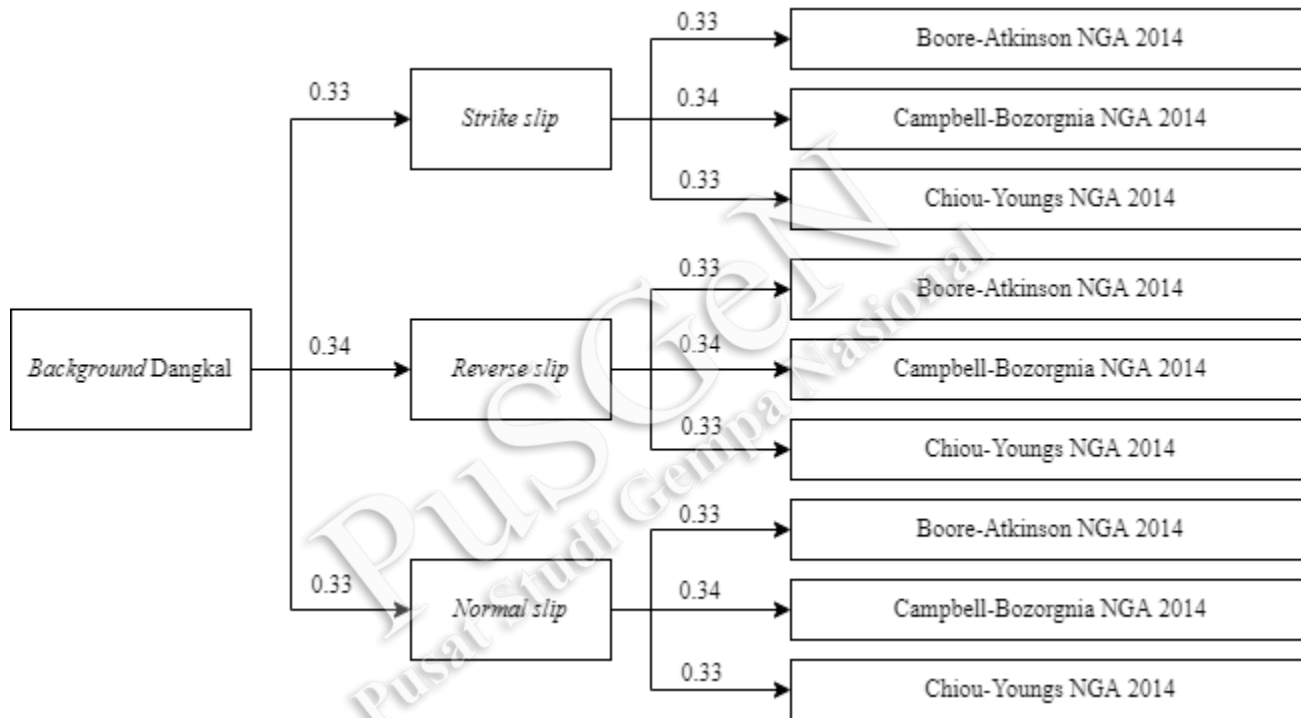
Salah satu cara untuk mengakomodasi ketidakpastian dalam analisis tersebut adalah dengan menerapkan suatu skema logika pembobotan berdasarkan kecenderungan relatif dari suatu alternatif (*Logic Tree*). *Logic tree* diimplementasikan untuk memberikan bobot kepada ketidakpastian mekanisme gempa, sebaran magnitudo, dan fungsi atenuasi yang digunakan. *Logic Tree* yang digunakan adalah sebagai berikut:



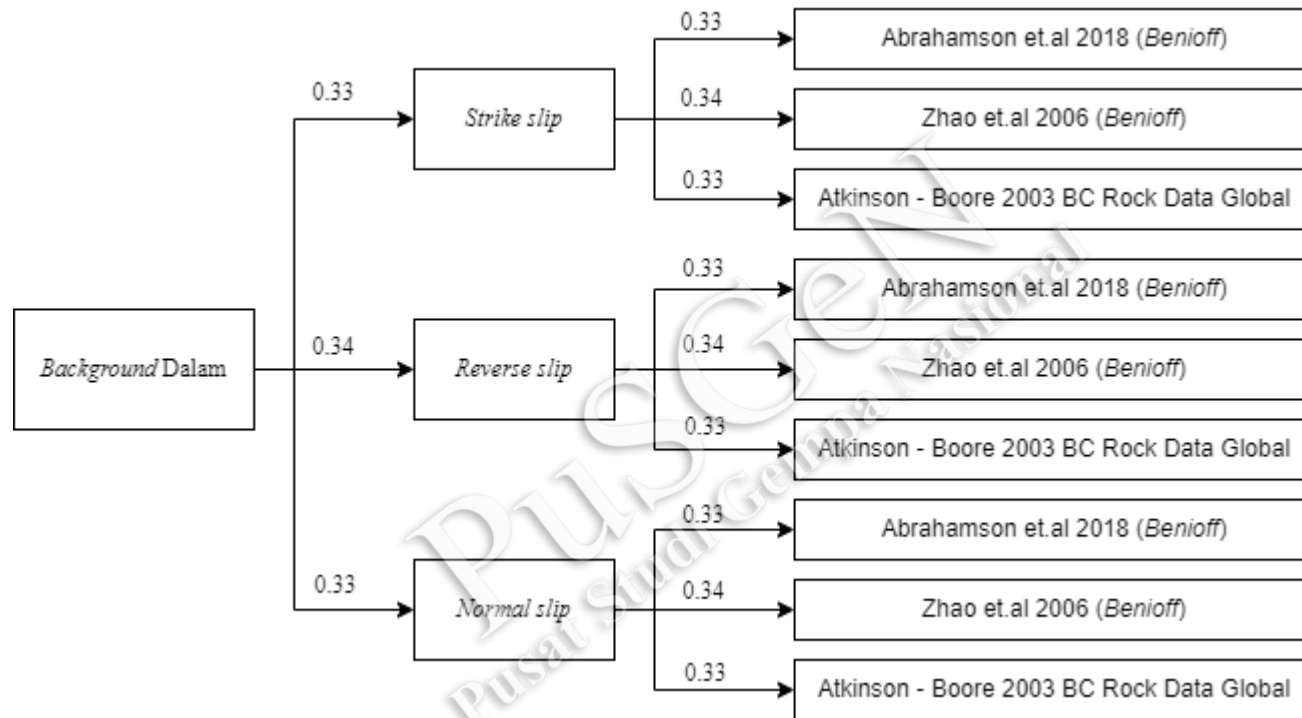
Gambar 4.21 *Logic Tree* untuk model sumber gempa Subduksi (*Megathrust*)



Gambar 4.22 *Logic Tree* untuk model sumber gempa sesar (*Fault*)



Gambar 4.23 *Logic Tree* untuk model sumber gempa *background dangkal*

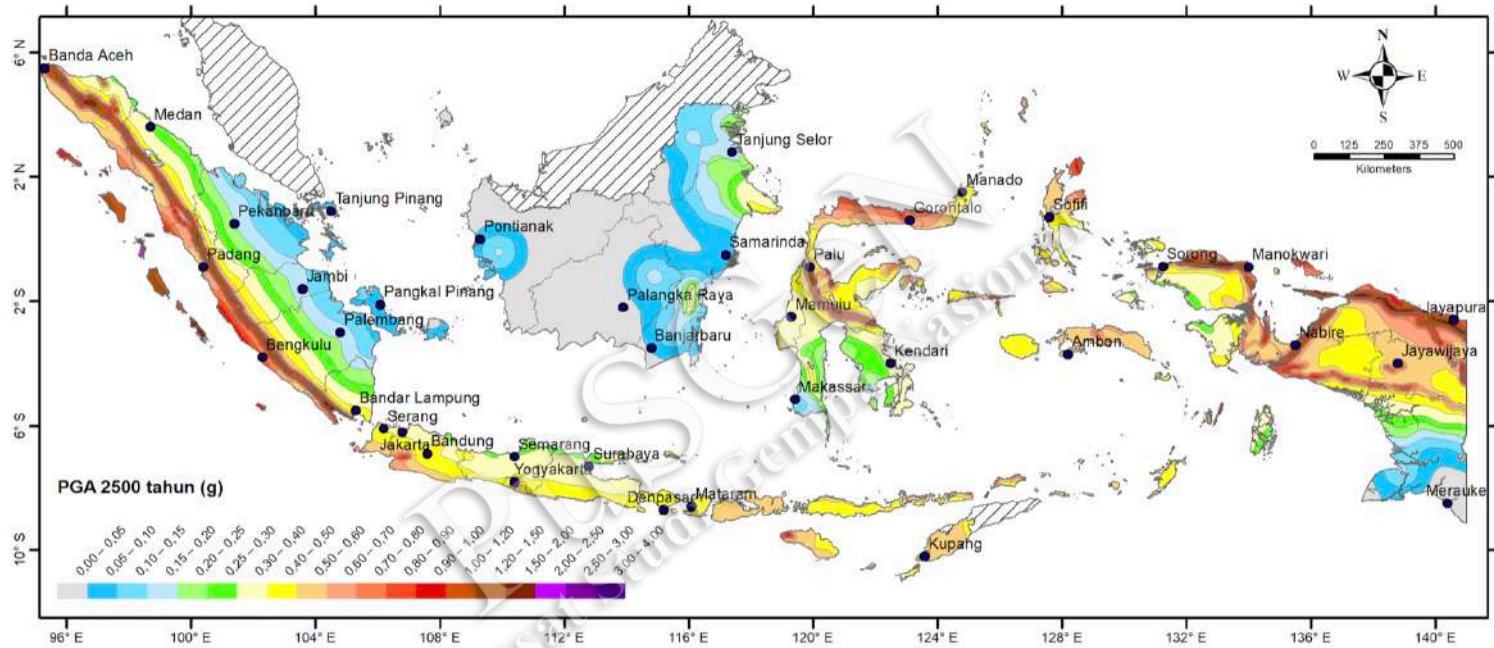


Gambar 4.24 *Logic Tree* untuk model sumber gempa *background* dalam

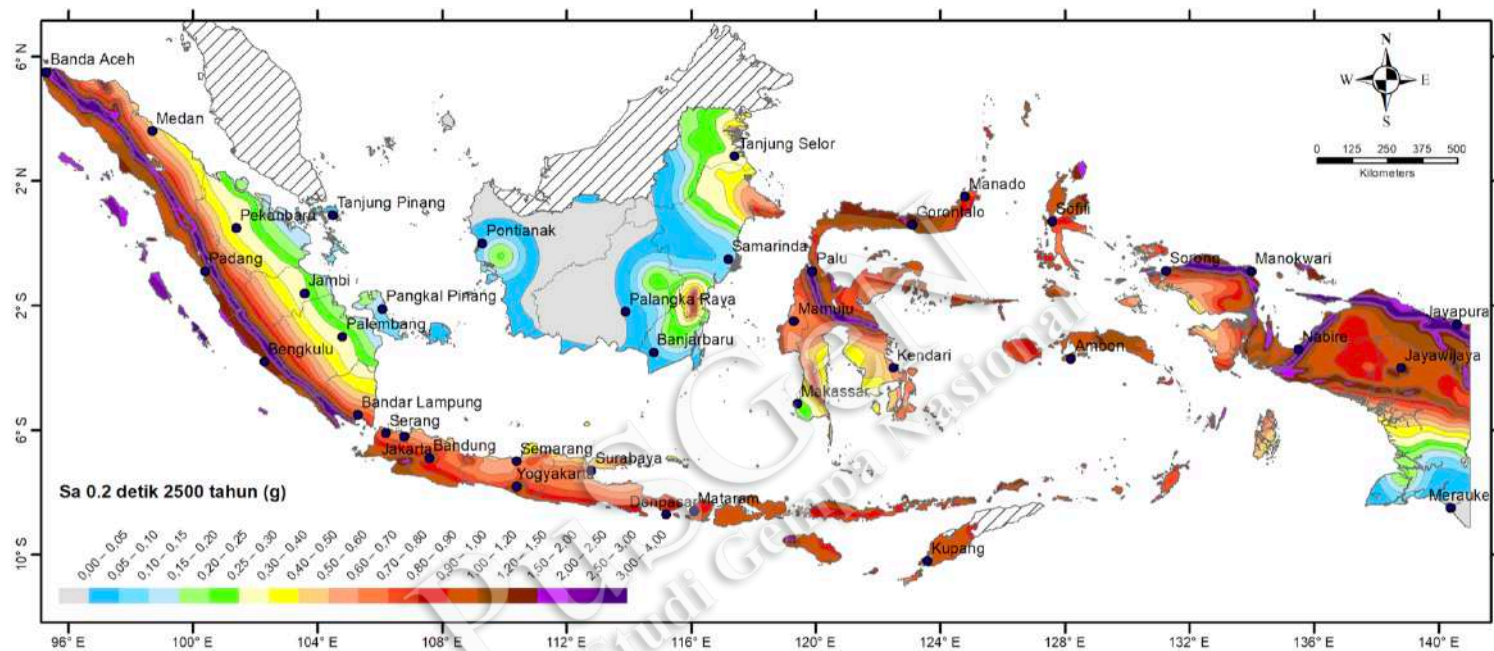
4.1.4 Hasil Analisis Bahaya Kegempaan

Analisis bahaya kegempaan dilakukan pada seluruh wilayah Indonesia dengan periode ulang 100, 250, 1000, 2500, 5000, dan 10000 tahun dan periode getar PGA, 0,2-detik, dan 3-detik. Analisis ini dilakukan dengan mempertimbangkan semua sumber gempa yang ada di Indonesia baik sumber zona Subduksi (*Megathrust dan Benioff*), zona sesar, dan juga sumber-sumber gempa yang belum dapat dipastikan dengan jelas sumbernya yang disebut *background sources*.

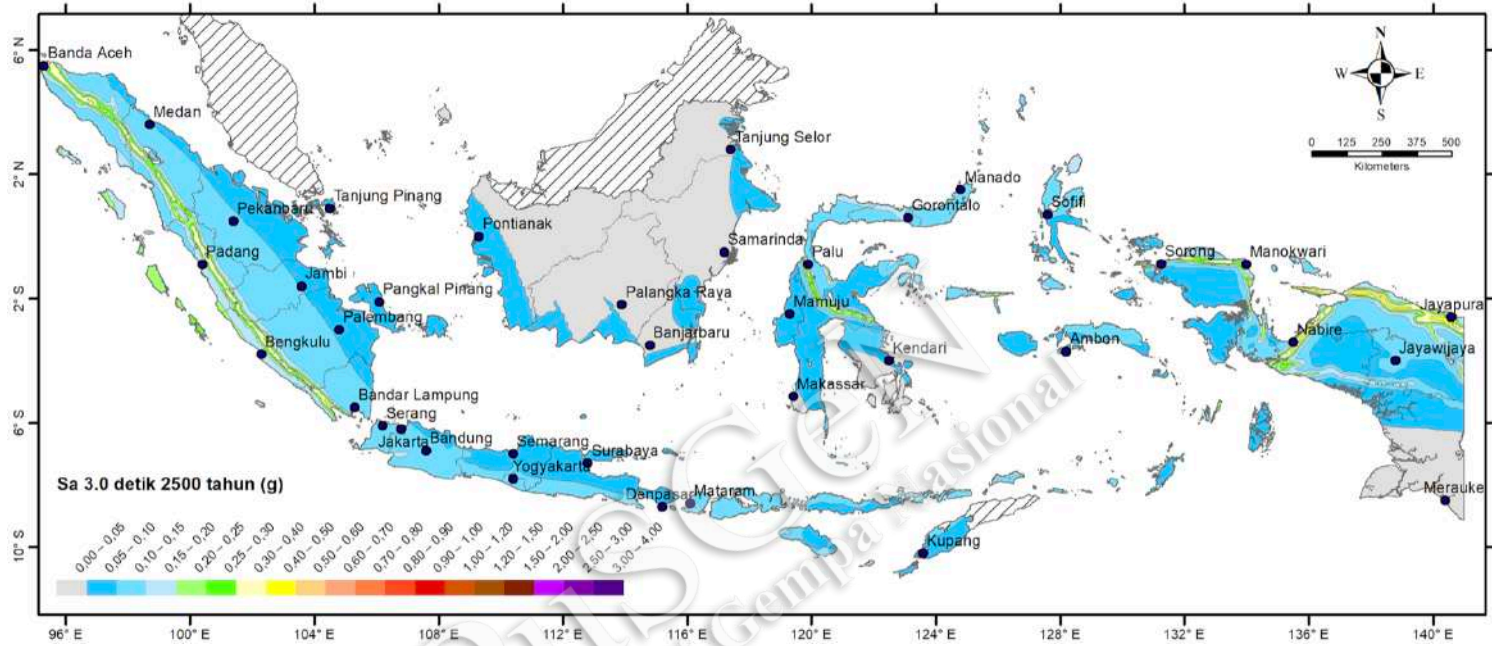
Analisis dilakukan baik pada tiap-tiap jenis sumber gempa maupun pada gabungan seluruh jenis sumber gempa (*all sources*). Contoh hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 4.25 sampai Gambar 4.27 (untuk hasil analisis lengkap dapat dilihat pada lampiran).



Gambar 4.25 Peta percepatan puncak pada batuan dasar (SB) untuk PGA dengan periode ulang gempa 2500 tahun



Gambar 4.26 Peta percepatan puncak pada batuan dasar (SB) untuk S_a 0,2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



Gambar 4.27 Peta percepatan puncak pada batuan dasar (SB) untuk S_a 3,0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun

4.2 Analisis Deagregasi

Konsep dasar dari *Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)* adalah menghitung level bahaya gempa gempa berdasarkan kumpulan hasil kejadian-kejadian gempa dan juga gerakan tanah yang mungkin terjadi di masa mendatang dengan lingkup periode ulang tertentu. Analisis ini baik dilakukan untuk menentukan level bahaya di suatu lokasi, tetapi gempa yang memberikan kontribusi bahaya gempa terbesar pada suatu lokasi dari analisis kemungkinan besaran magnitudo (M) dan jarak (R) ke sumber gempa tertentu tidak terlihat pada PSHA. Pada kasus ini, analisis PSHA kurang lengkap dalam memberikan informasi mengenai M dan R yang dominan dan tunggal. Oleh karena itu, perlu dilakukan deagregasi *seismic*.

Suatu nilai dominan tertentu dari magnitudo (M) dan jarak ke lokasi dari sumber (R) yang menyebabkan bahaya gempa akibat gempa dapat menjadi suatu fungsi. Konsep inilah yang digunakan untuk mendapatkan nilai deagregasi *seismic*. Tujuan dari adanya deagregasi adalah untuk memberikan gambaran umum mengenai besaran (M) dan jarak sumber gempa (R) yang kemungkinan besar akan memberikan dampak / kerusakan yang besar terhadap suatu lokasi, dan juga laju tahunan rata-rata kejadian gempa berdasarkan fungsi dari magnitudo dan jarak. Proses analisis deagregasi secara keseluruhan dapat diturunkan sebagai berikut (Kramer, 1996):

Laju tahunan rata-rata kejadian sebagai fungsi dari besaran magnitudo:

$$\lambda_x^{(i,m_j)}(x = P(= m_j) \int_R^{(i)} P_{(i)}(> x|m_j, r) \int_R^{(i)} (r) dr \quad (4.54)$$

Laju tahunan rata-rata kejadian sebagai fungsi dari jarak lokasi ke sumber:

$$\lambda_x^{(i,r_k)}(x) = P(R = r_k) \int_M^{(i)} P_{(i)}(X > x|m, r_k) \int_M^{(i)} (m) d \quad (4.55)$$

Laju tahunan rata-rata kejadian sebagai gabungan dari fungsi magnitudo an jarak lokasi ke sumber:

$$\lambda_x^{(i,m_j,r_k)}(x) = P(M = m_j)P(R = r_k)P_i(X > x|m_j, r_k) \quad (4.56)$$

Ketiga persamaan tersebut menjelaskan hubungan laju tahunan rata-rata kejadian suatu sumber (i) pada suatu magnitudo (j) dan jarak (k). Sehingga laju tahunan rata-rata untuk suatu sumber (i):

$$\lambda_x^{(i,m,r)}(x) = \sum_{jk} \lambda_x^{(i,m_j,r_k)}(x) \quad (4.57)$$

Berdasarkan persamaan V.4 laju tahunan rata-rata untuk seluruh sumber dapat dirumuskan sebagai:

$$\lambda_x^{(m,r)}(x) = \sum_i \lambda_x^{(i,m,r)}(x) \quad (4.58)$$

Deagregasi magnitudo untuk suatu sumber (i), yaitu M_D^i merupakan penjumlahan dalam rentang – j dari rasio antara laju tahunan rata-rata untuk suatu magnitudo (j) terhadap laju tahunan rata-rata sumber (i) dikalikan suatu magnitudo (m_j) tersebut

$$M_D^i = \sum_j \frac{m_j \lambda_x^{(i,m_j)}(x)}{\lambda_x^{(i,m,r)}(x)} \quad (4.59)$$

Deagregasi jarak untuk suatu sumber (i), yaitu R_D^i merupakan penjumlahan dalam rentang – k dari rasio antara laju tahunan rata-rata untuk

suatu jarak (k) terhadap laju tahunan rata-rata sumber (i) dikalikan suatu jarak (r_k) tersebut.

$$R_D^i = \sum_k \frac{r_k \lambda_x^{(i,r_k)}(x)}{\lambda_x^{(i,m,r)}(x)} \quad (4.59)$$

Persamaan deagregasi pada persamaan V.6 dan V.7 merupakan persamaan untuk suatu sumber. Apabila akan dicari untuk seluruh sumber, maka persamaannya dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. Deagregasi magnitudo untuk semua sumber, M_D .

$$M_D = \sum_i \frac{M_D^i \lambda_x^{(i,m,r)}(x)}{\lambda_x^{(m,r)}(x)} \quad (4.60)$$

2. Deagregasi jarak untuk semua sumber, R_D .

$$R_D = \sum_i \frac{R_D^i \lambda_x^{(i,m,r)}(x)}{\lambda_x^{(m,r)}(x)} \quad (4.61)$$

Metode deagregasi ini merupakan perluasan matematik dari analisis probabilistik dasar tanpa menggantikan sesuatu yang seharusnya ada dalam studi seismologi dari suatu daerah. Metode deagregasi ini menekankan pada pentingnya magnitudo dan jarak penentu dari suatu gempa.

Analisis deagregasi akan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak USGS *de-aggregation*. Pada proses analisis deagregasi, *input* yang diperlukan adalah *level* bahaya gempa pada suatu lokasi akibat sumber-sumber gempa tertentu. Deagregasi dilakukan terhadap *level* bahaya gempa yang disebabkan oleh seluruh sumber gempa untuk memodelkan kondisi nyata di lokasi. Deagregasi dilakukan berdasarkan data-data percepatan untuk tiap-tiap titik koordinat seperti yang tertera pada Gambar 4.25 hingga Gambar 4.27.

Selain penentuan data, program USGS *de-aggregation* juga memfasilitasi penentuan fungsi deagregasi yang akan digunakan, idealnya digunakan fungsi deagregasi yang diturunkan dari fungsi atenuasi yang sama dengan analisis PSHA. Namun, ada keterbatasan perangkat lunak yang belum mengakomodasi fungsi-fungsi deagregasi baru sehingga digunakan fungsi deagregasi yang tersedia pada program USGS *De-aggregation*. Di waktu yang akan dapat dilakukan pembaruan untuk membandingkan secara lebih detail pengaruh fungsi deagregasi. Fungsi deagregasi yang digunakan merupakan turunan dari fungsi atenuasi yang digunakan pada pembuatan *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017* seperti pada Tabel 4.29. Untuk mengakomodasi adanya ketidakpastian dari fungsi, maka digunakan juga pembobotan untuk fungsi-fungsi deagregasi.

Tabel 4.29 Fungsi Deagregasi dan Pembobotan

Sumber	Fungsi	Bobot
Shallow Crustal	Boore-Atkinson 2008	0.33
	Campbel-Bozorgnia 2008	0.34
	Chiou-Youngs 2008	0.33
Benioff	Atkinson - Boore 2003 (Puget Sound and Cascadian)	0.33
	Geomatrix Slab 1997	0.34
	Atkinson - Boore 2003 (Worldwide data)	0.33
Megathrust	Youngs 1997	0.25
	Atkinson - Boore 2003 (Subduction)	0.25
	Zhao et.al. 2006	0.5

4.2.1 Hasil Analisis Deagregasi

Deagregasi dilakukan pada periode ulang 100, 250, 1000, 2500, 5000, dan 10000 tahun serta periode getar struktur PGA, 0,2-detik, dan 3-detik. Hasil deagregasi berupa peta sebaran *mean-magnitudo* and *mean-source distance* untuk suatu lokasi pada sumber masing-masing (*shallow crustal*, *Benioff*, *Megathrust*) maupun gabungan (*all sources*). Hasil deagregasi dapat dilihat pada Gambar L2.1 sampai Gambar L2.144.

Tabel 4.30 Hasil Deagregasi

Sumber Gempa	Peta	Perioda Ulang	Perioda Getar	Gambar
Benioff	Mean Source Distance	100 Tahun	PGA	Gambar L2.1
			0.2	Gambar L2.2
			3	Gambar L2.3
		250 Tahun	PGA	Gambar L2.4
			0.2	Gambar L2.5
			3	Gambar L2.6
		1000 Tahun	PGA	Gambar L2.7
			0.2	Gambar L2.8
			3	Gambar L2.9
		2500 Tahun	PGA	Gambar L2.10
			0.2	Gambar L2.11
			3	Gambar L2.12

Sumber Gempa	Peta	Perioda Ulang	Perioda Getar	Gambar
		5000 Tahun	PGA	Gambar L2.13
			0.2	Gambar L2.14
			3	Gambar L2.15
		10000 Tahun	PGA	Gambar L2.16
			0.2	Gambar L2.17
			3	Gambar L2.18
	Mean Source Magnitude	100 Tahun	PGA	Gambar L2.19
			0.2	Gambar L2.20
			3	Gambar L2.21
		250 Tahun	PGA	Gambar L2.22
			0.2	Gambar L2.23
			3	Gambar L2.24

Sumber Gempa	Peta	Perioda Ulang	Perioda Getar	Gambar
		1000 Tahun	PGA	Gambar L2.25
			0.2	Gambar L2.26
			3	Gambar L2.27
		2500 Tahun	PGA	Gambar L2.28
			0.2	Gambar L2.29
			3	Gambar L2.30
		5000 Tahun	PGA	Gambar L2.31
			0.2	Gambar L2.32
			3	Gambar L2.33
		10000 Tahun	PGA	Gambar L2.34
			0.2	Gambar L2.35
			3	Gambar L2.36

Sumber Gempa	Peta	Perioda Ulang	Perioda Getar	Gambar
Shallow Crustal	Mean Source Distance	100 Tahun	PGA	Gambar L2.37
			0.2	Gambar L2.38
			3	Gambar L2.39
		250 Tahun	PGA	Gambar L2.40
			0.2	Gambar L2.41
			3	Gambar L2.42
		1000 Tahun	PGA	Gambar L2.43
			0.2	Gambar L2.44
			3	Gambar L2.45
		2500 Tahun	PGA	Gambar L2.46
			0.2	Gambar L2.47
			3	Gambar L2.48

Sumber Gempa	Peta	Periode Ulang	Periode Getar	Gambar
		5000 Tahun	PGA	Gambar L2.49
			0.2	Gambar L2.50
			3	Gambar L2.51
		10000 Tahun	PGA	Gambar L2.52
			0.2	Gambar L2.53
			3	Gambar L2.54
	Mean Source Magnitude	100 Tahun	PGA	Gambar L2.55
			0.2	Gambar L2.56
			3	Gambar L2.57
		250 Tahun	PGA	Gambar L2.58
			0.2	Gambar L2.59
			3	Gambar L2.60

Sumber Gempa	Peta	Perioda Ulang	Perioda Getar	Gambar
		1000 Tahun	PGA	Gambar L2.61
			0.2	Gambar L2.62
			3	Gambar L2.63
		2500 Tahun	PGA	Gambar L2.64
			0.2	Gambar L2.65
			3	Gambar L2.66
		5000 Tahun	PGA	Gambar L2.67
			0.2	Gambar L2.68
			3	Gambar L2.69
		10000 Tahun	PGA	Gambar L2.70
			0.2	Gambar L2.71
			3	Gambar L2.72

Sumber Gempa	Peta	Perioda Ulang	Perioda Getar	Gambar
Megathrust	Mean Source Distance	100 Tahun	PGA	Gambar L2.73
			0.2	Gambar L2.74
			3	Gambar L2.75
		250 Tahun	PGA	Gambar L2.76
			0.2	Gambar L2.77
			3	Gambar L2.78
		1000 Tahun	PGA	Gambar L2.79
			0.2	Gambar L2.80
			3	Gambar L2.81
		2500 Tahun	PGA	Gambar L2.82
			0.2	Gambar L2.83
			3	Gambar L2.84

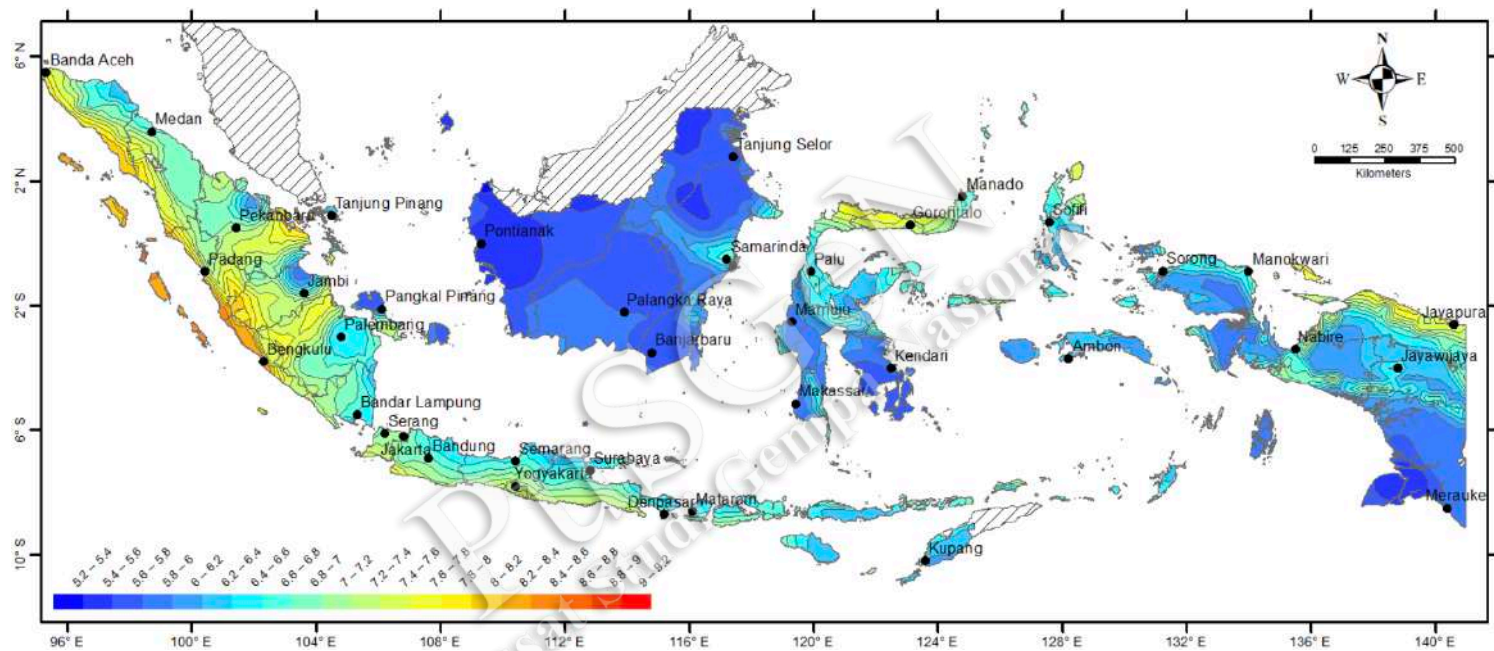
Sumber Gempa	Peta	Periode Ulang	Periode Getar	Gambar
		5000 Tahun	PGA	Gambar L2.85
			0.2	Gambar L2.86
			3	Gambar L2.87
		10000 Tahun	PGA	Gambar L2.88
			0.2	Gambar L2.89
			3	Gambar L2.90
	Mean Source Magnitude	100 Tahun	PGA	Gambar L2.91
			0.2	Gambar L2.92
			3	Gambar L2.93
		250 Tahun	PGA	Gambar L2.94
			0.2	Gambar L2.95
			3	Gambar L2.96

Sumber Gempa	Peta	Perioda Ulang	Perioda Getar	Gambar
		1000 Tahun	PGA	Gambar L2.97
			0.2	Gambar L2.98
			3	Gambar L2.99
		2500 Tahun	PGA	Gambar L2.100
			0.2	Gambar L2.101
			3	Gambar L2.102
		5000 Tahun	PGA	Gambar L2.103
			0.2	Gambar L2.104
			3	Gambar L2.105
		10000 Tahun	PGA	Gambar L2.106
			0.2	Gambar L2.107
			3	Gambar L2.108

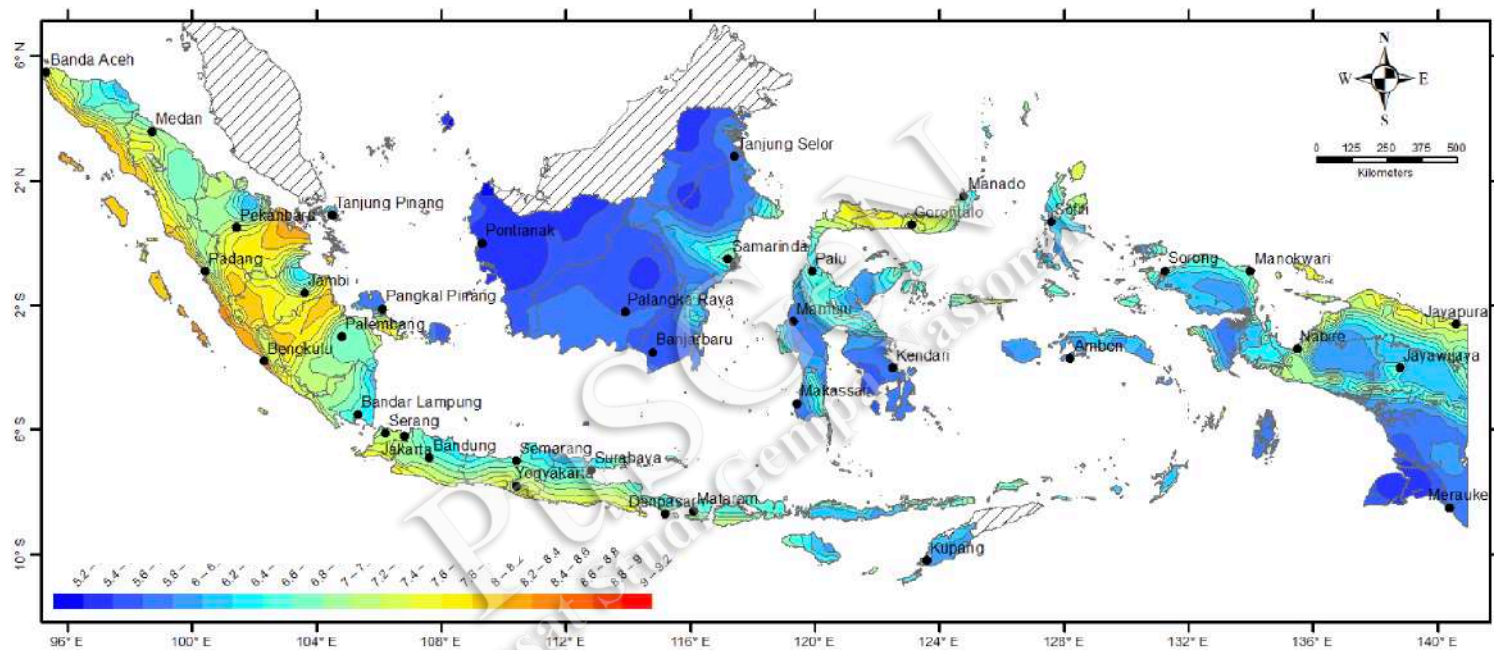
Sumber Gempa	Peta	Perioda Ulang	Perioda Getar	Gambar
All Sources	Mean Source Distance	100 Tahun	PGA	Gambar L2.109
			0.2	Gambar L2.110
			3	Gambar L2.111
		250 Tahun	PGA	Gambar L2.112
			0.2	Gambar L2.113
			3	Gambar L2.114
		1000 Tahun	PGA	Gambar L2.115
			0.2	Gambar L2.116
			3	Gambar L2.117
		2500 Tahun	PGA	Gambar L2.118
			0.2	Gambar L2.119
			3	Gambar L2.120

Sumber Gempa	Peta	Perioda Ulang	Perioda Getar	Gambar
		5000 Tahun	PGA	Gambar L2.121
			0.2	Gambar L2.122
			3	Gambar L2.123
		10000 Tahun	PGA	Gambar L2.124
			0.2	Gambar L2.125
			3	Gambar L2.126
	Mean Source Magnitude	100 Tahun	PGA	Gambar L2.127
			0.2	Gambar L2.128
			3	Gambar L2.129
		250 Tahun	PGA	Gambar L2.130
			0.2	Gambar L2.131
			3	Gambar L2.132

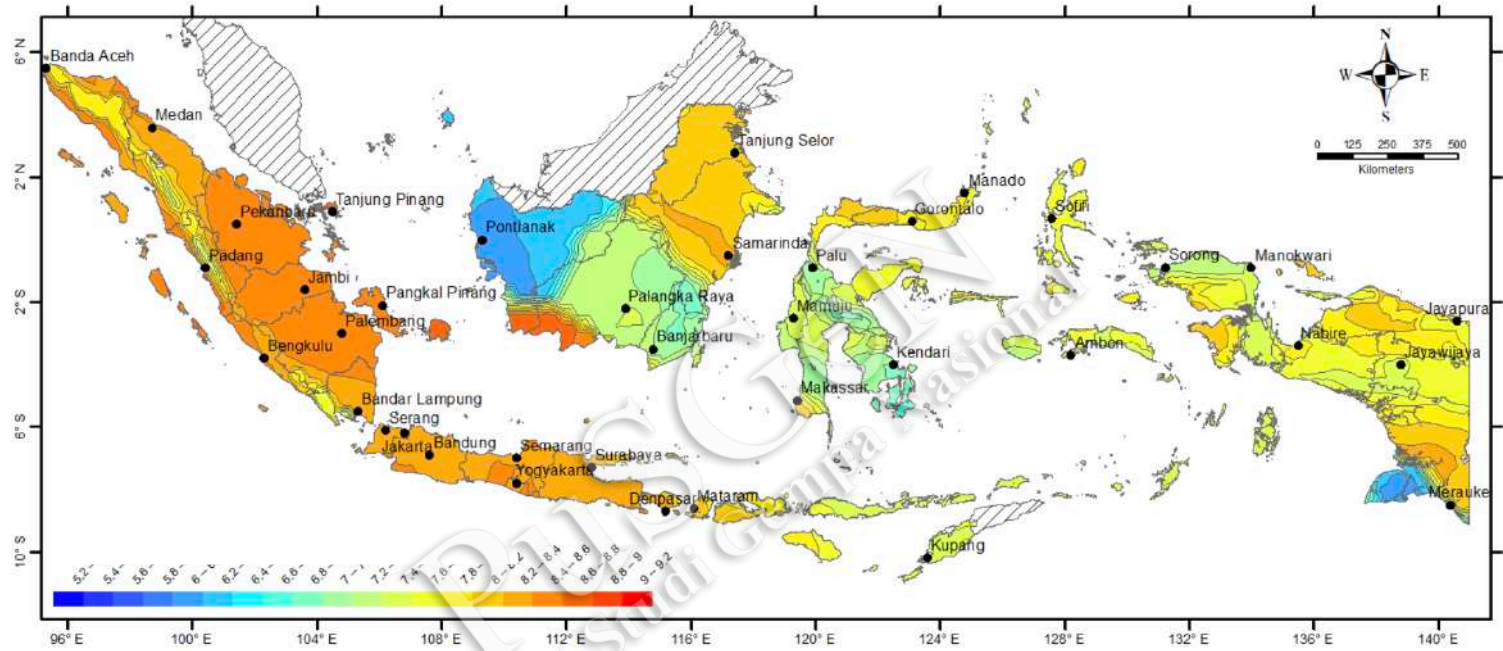
Sumber Gempa	Peta	Perioda Ulang	Perioda Getar	Gambar
		1000 Tahun	PGA	Gambar L2.133
			0.2	Gambar L2.134
			3	Gambar L2.135
		2500 Tahun	PGA	Gambar L2.136
			0.2	Gambar L2.137
			3	Gambar L2.138
		5000 Tahun	PGA	Gambar L2.139
			0.2	Gambar L2.140
			3	Gambar L2.141
		10000 Tahun	PGA	Gambar L2.142
			0.2	Gambar L2.143
			3	Gambar L2.144



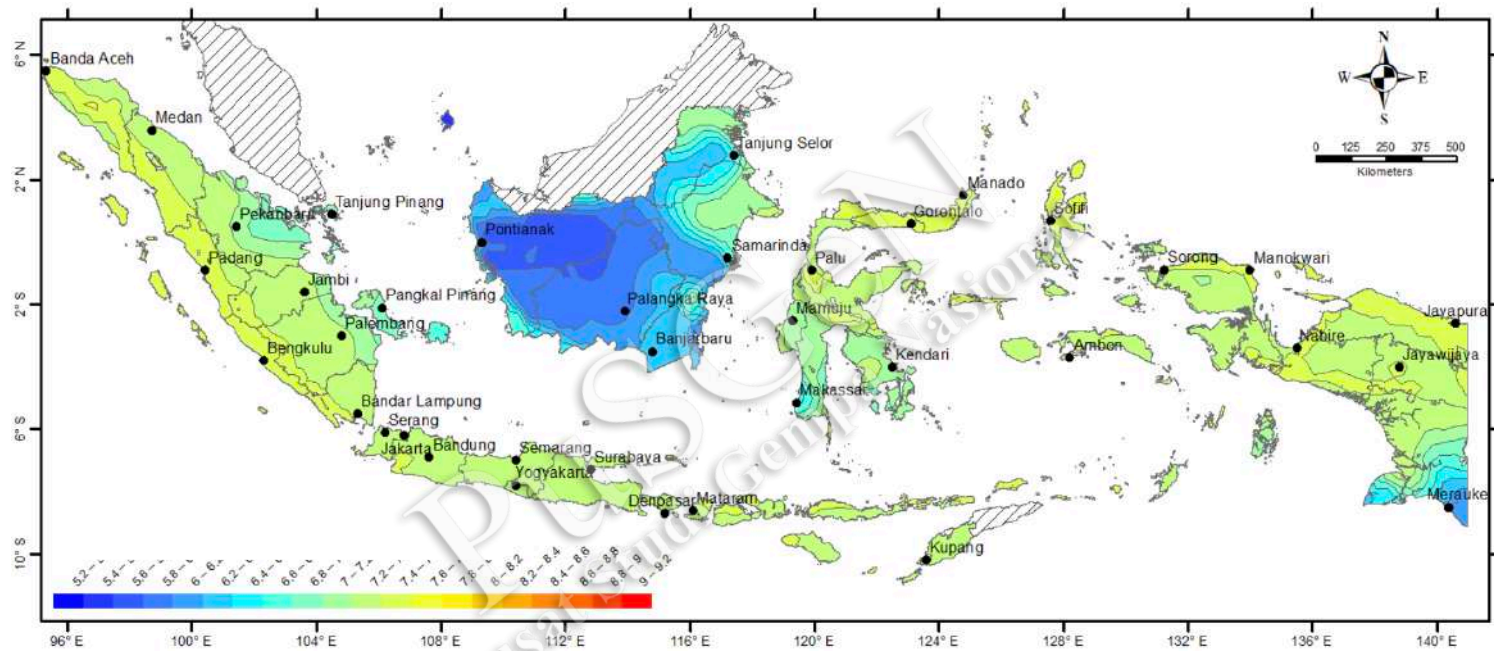
Gambar 4.28 Peta deagregasi magnitudo sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun



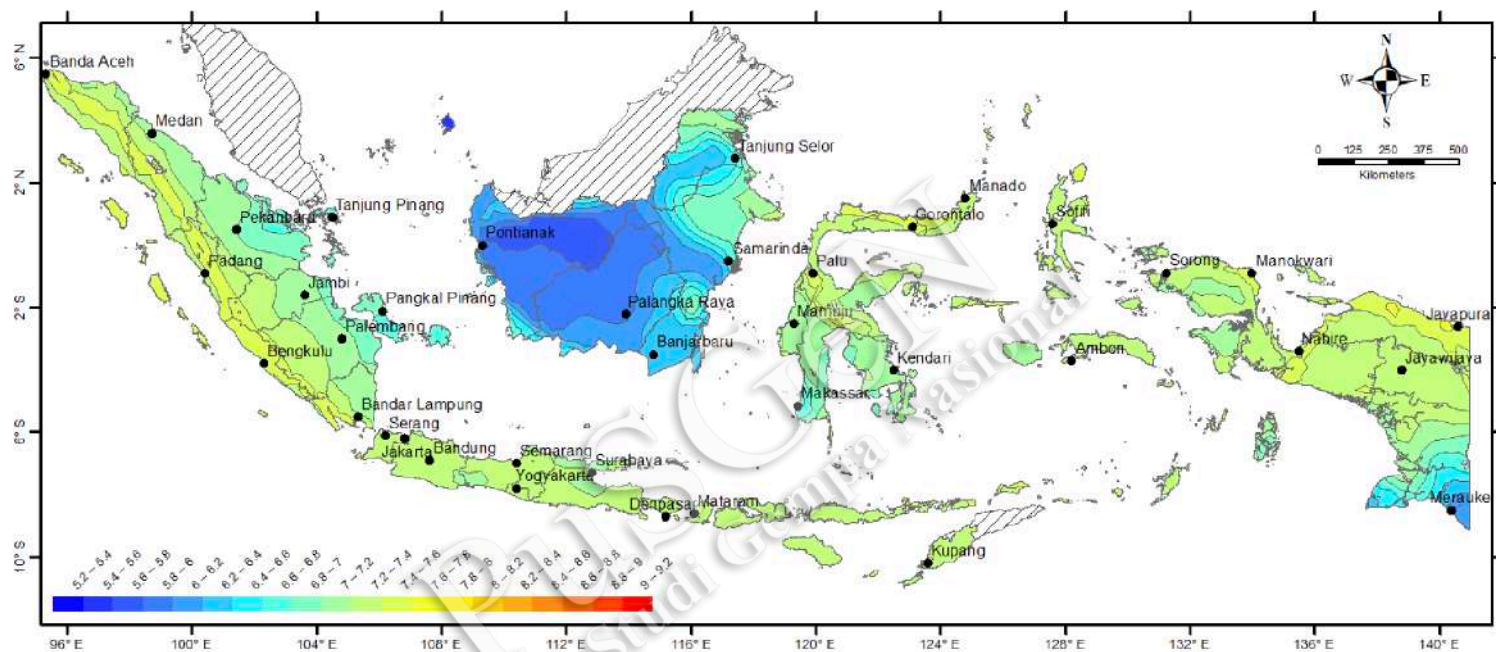
Gambar 4.29 Peta deagregasi magnitudo sumber gempa *All Sources* untuk $S_a 0.2s$ dengan periode ulang 2500 tahun



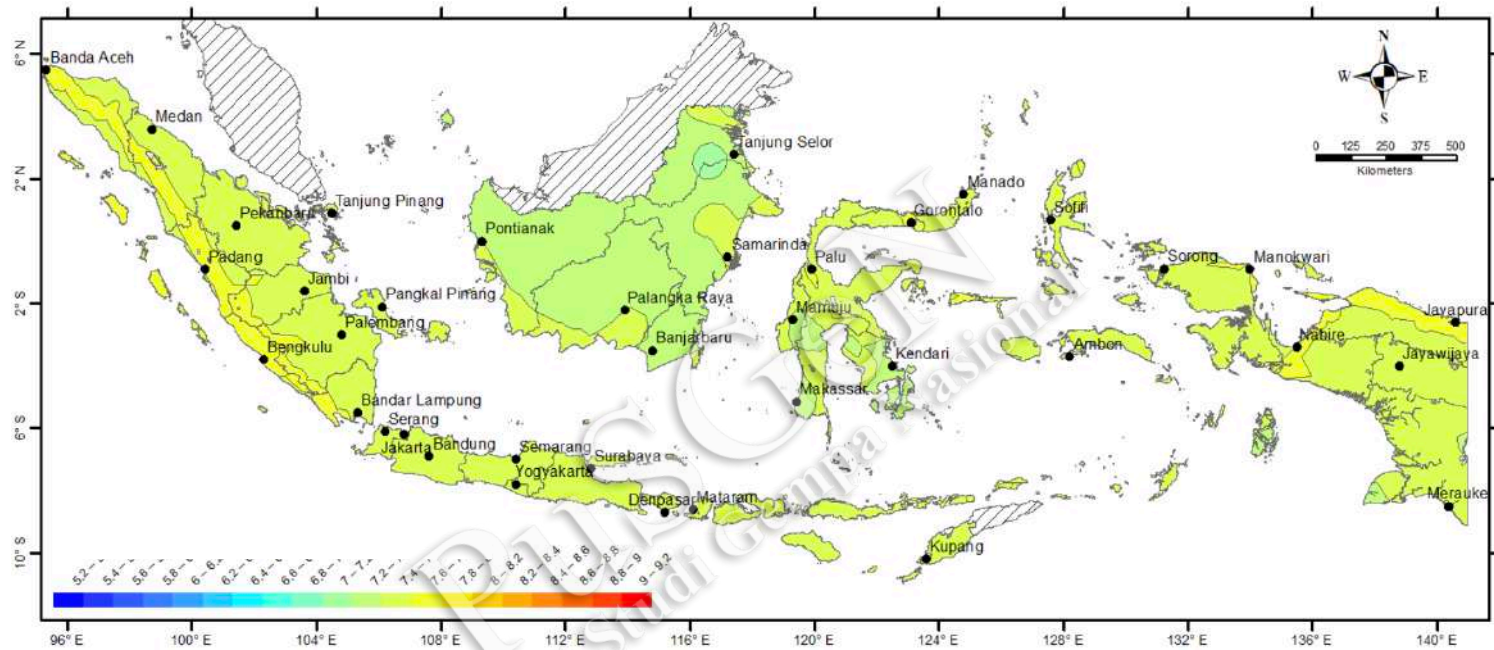
Gambar 4.30 Peta sebaran magnitudo sumber gempa *All Sources* untuk S_a 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



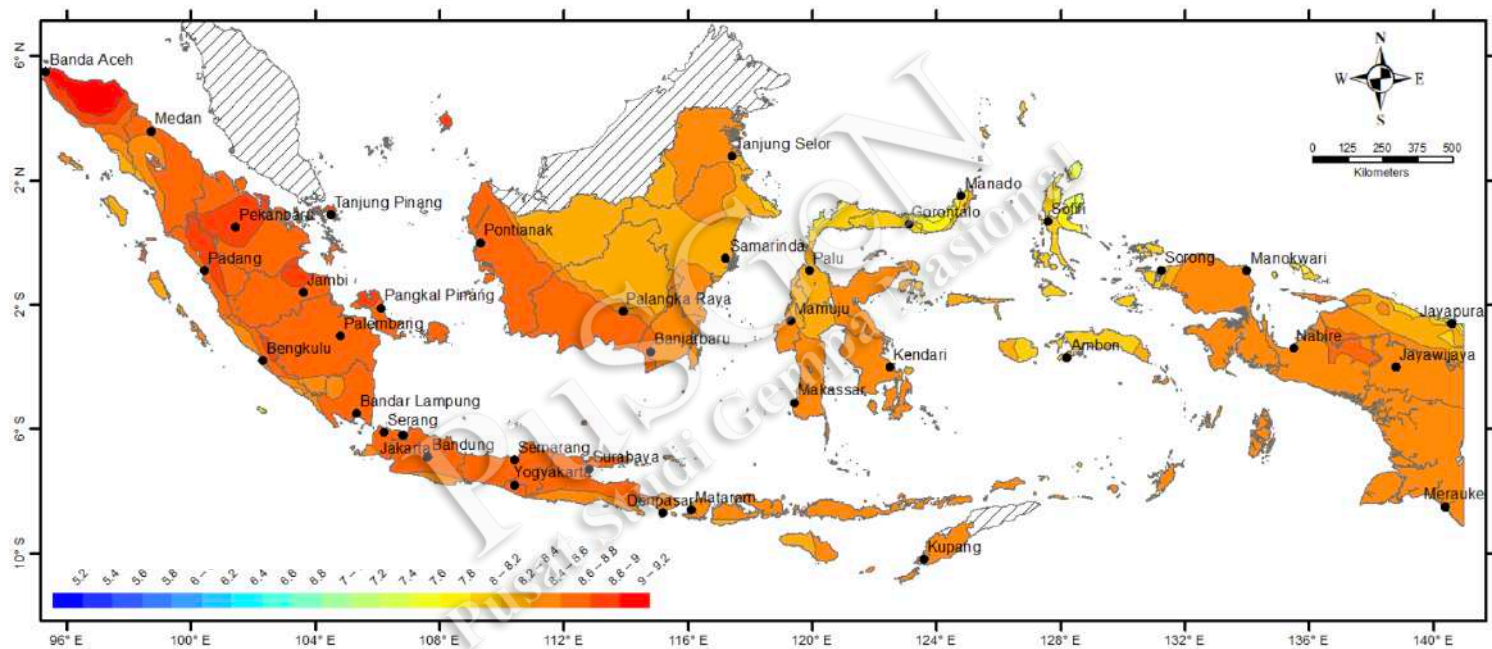
Gambar 4.31 Peta sebaran magnitudo sumber gempa *Benioff* untuk PGA dengan periode ulang gempa 2500 tahun



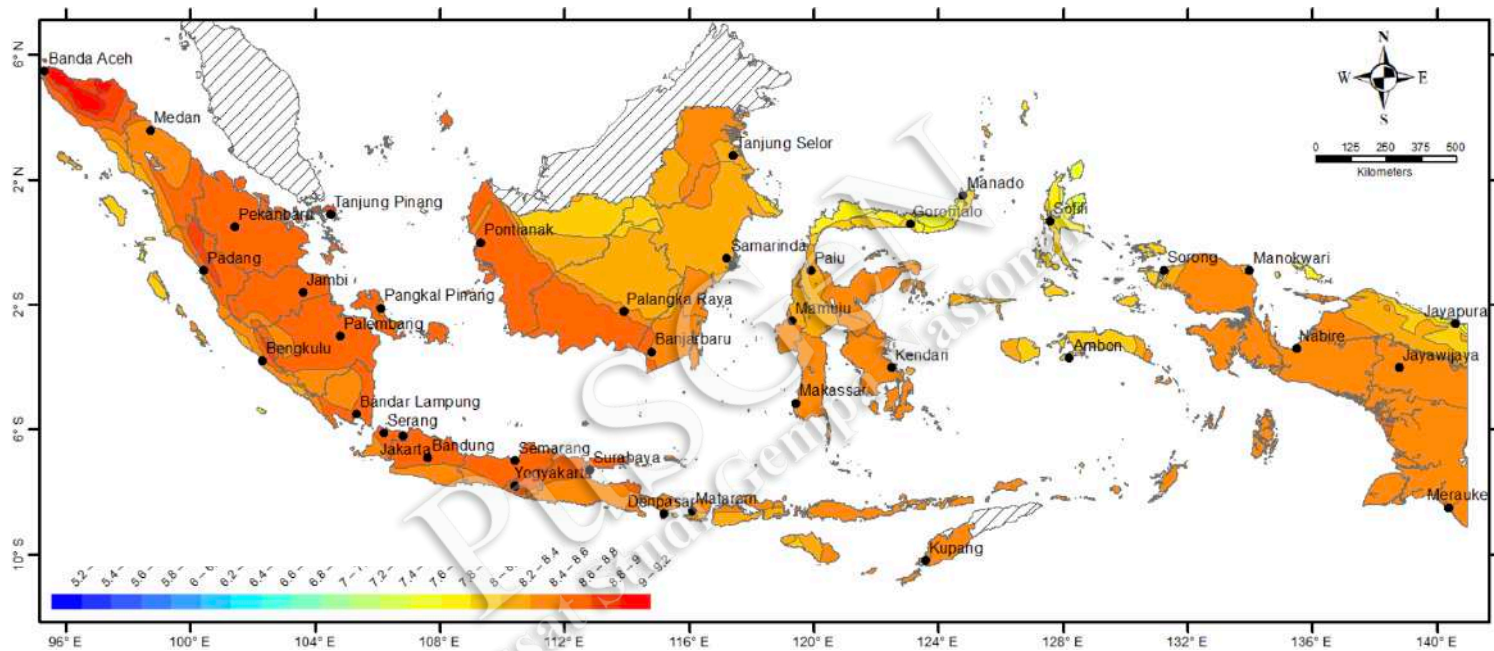
Gambar 4.32 Peta sebaran magnitudo sumber gempa *Benioff* untuk S_a 0.2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



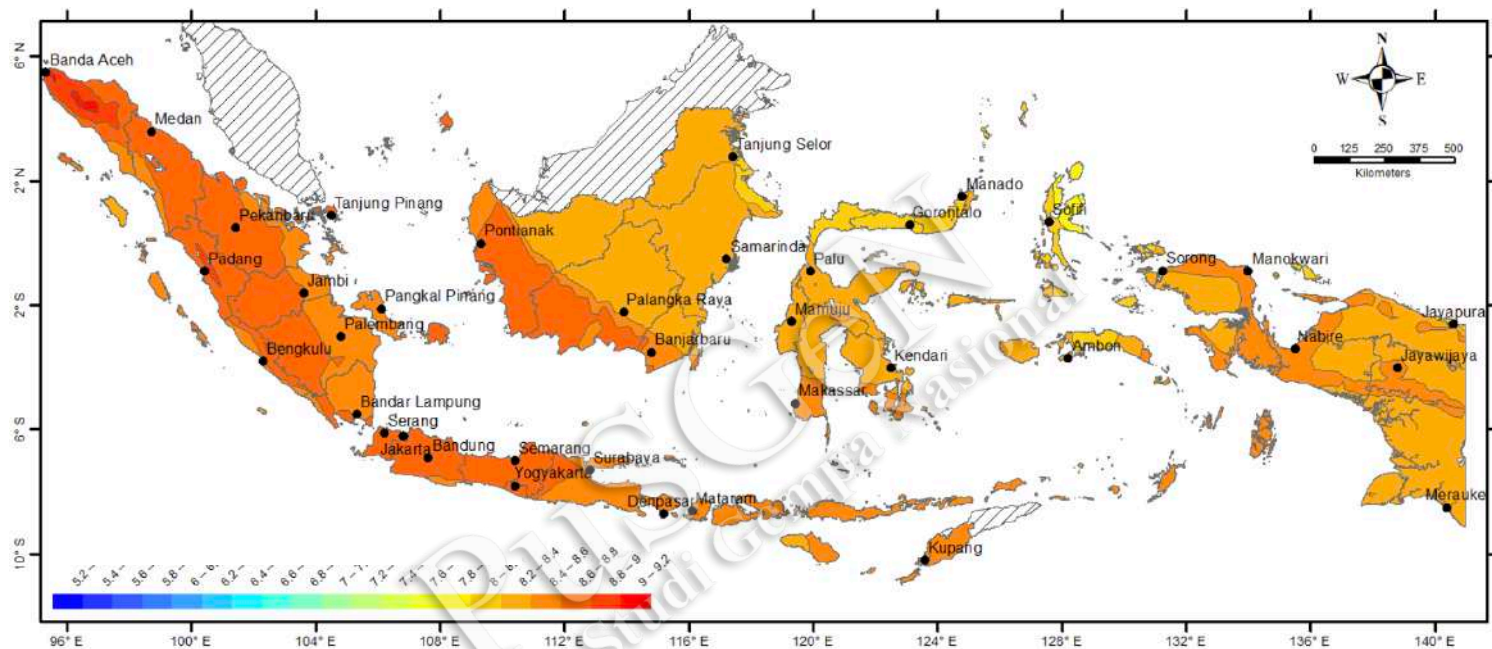
Gambar 4.33 Peta sebaran magnitudo sumber gempa *Benioff* untuk $S_a 3.0s$ dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



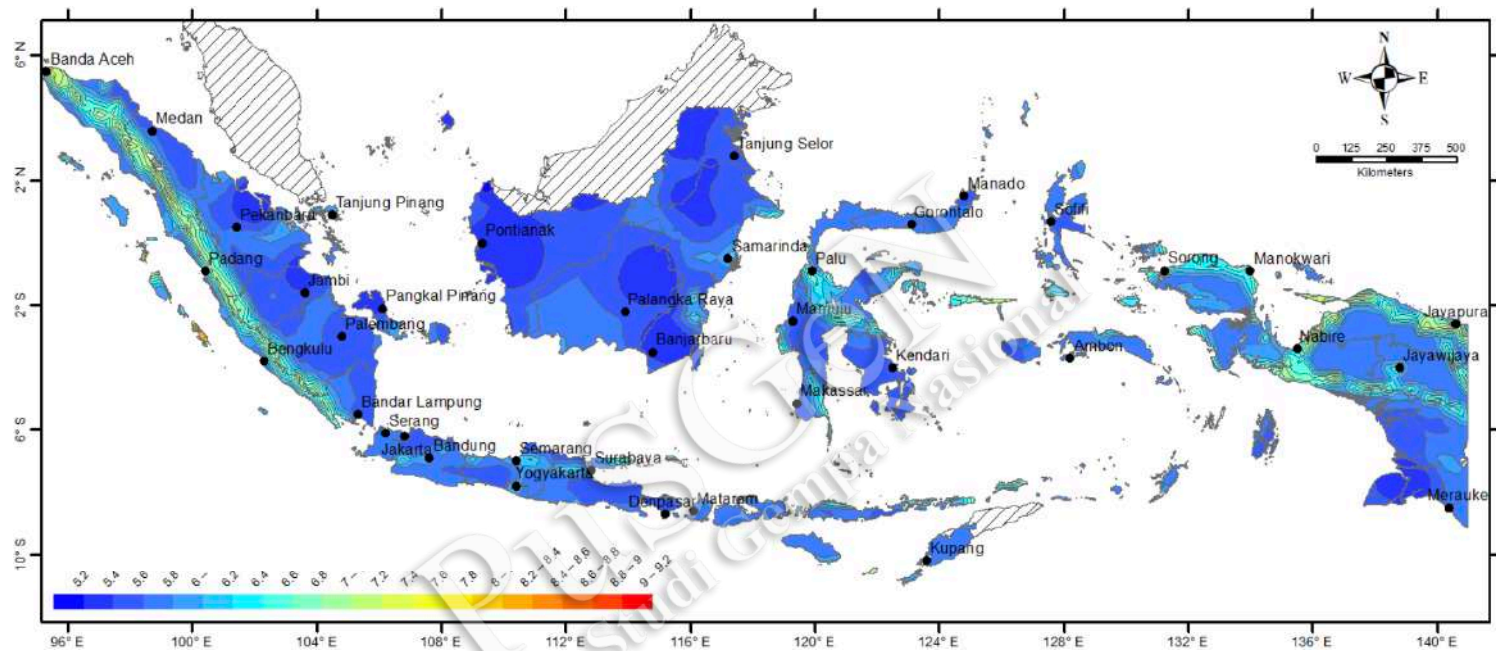
Gambar 4.34 Peta sebaran magnitudo sumber gempa *Megathrust* untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



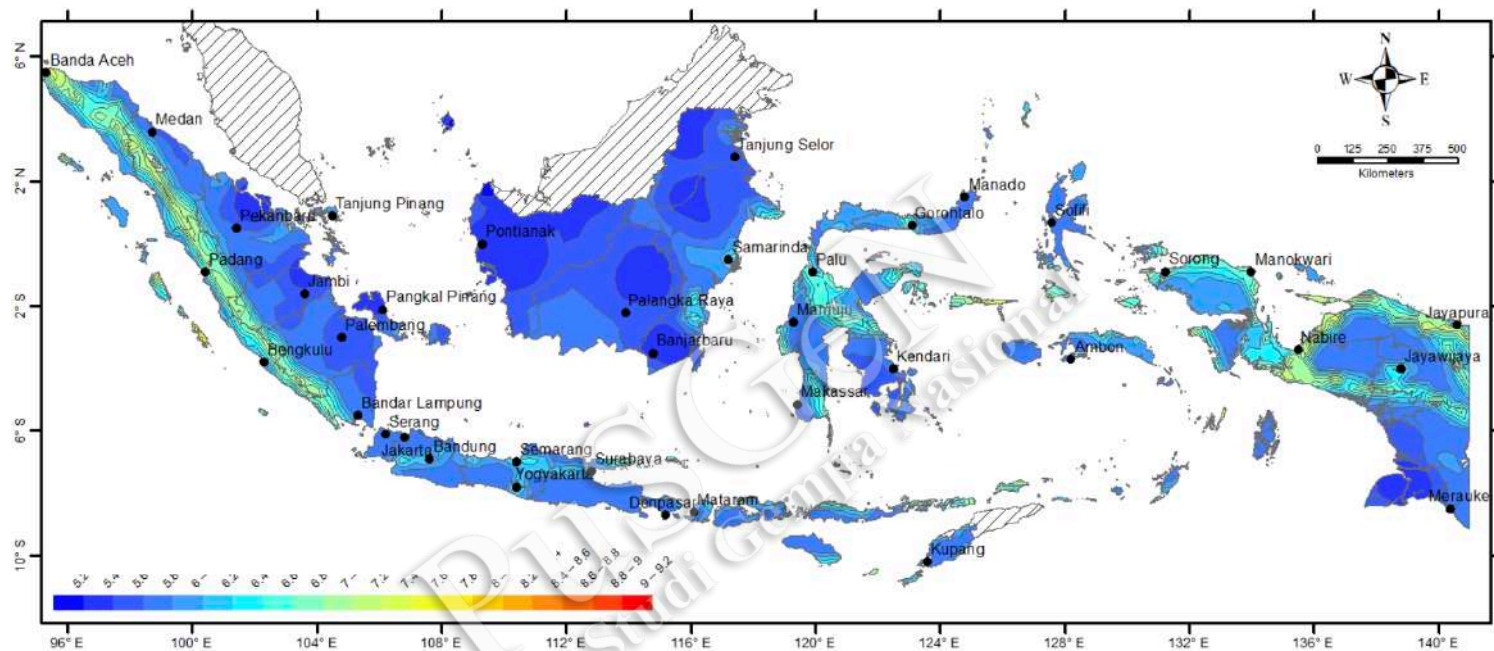
Gambar 4.35 Peta sebaran magnitudo sumber gempa *Megathrust* untuk S_a 0.2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



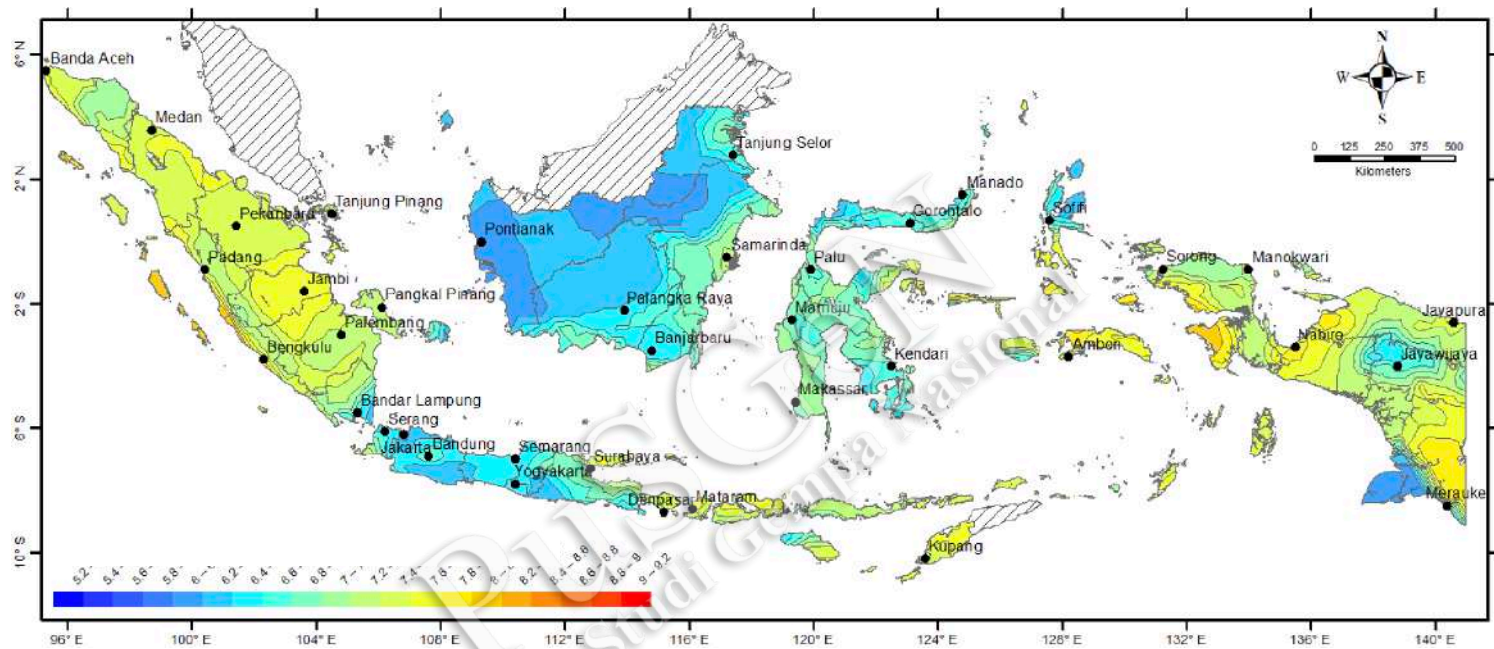
Gambar 4.36 Peta sebaran magnitudo sumber gempa *Megathrust* untuk S_a 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



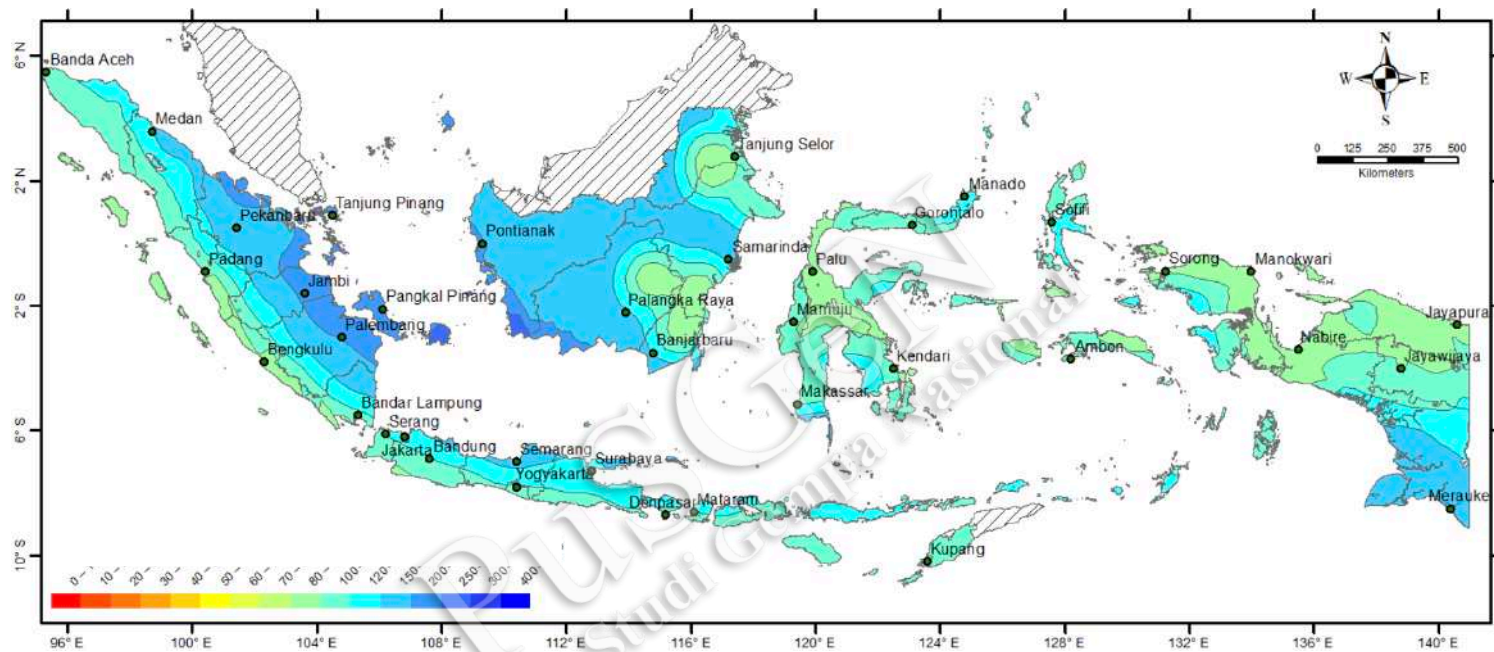
Gambar 4.37 Peta sebaran magnitudo sumber gempa *Shallow Crustal* untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



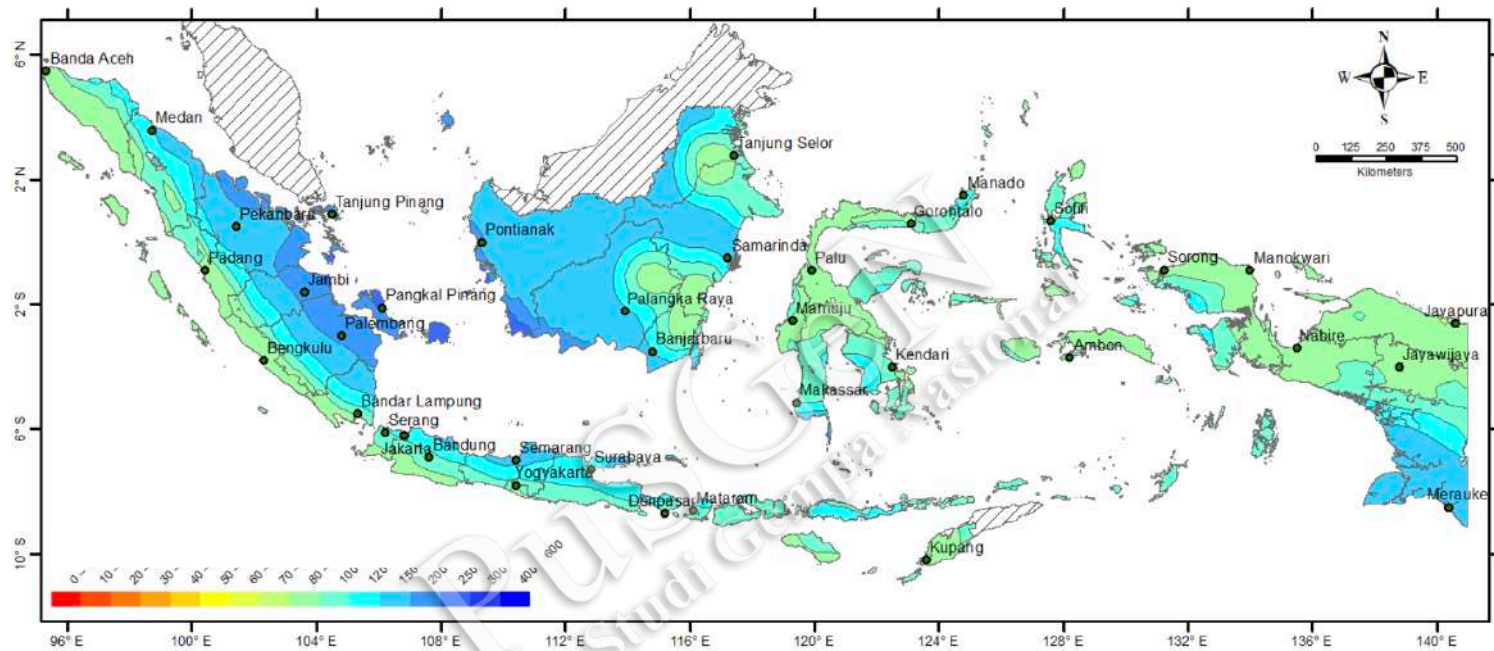
Gambar 4.38 Peta sebaran magnitudo sumber gempa *Shallow Crustal* untuk S_a 0.2s dengan periode ulang gempa 2500 tahun



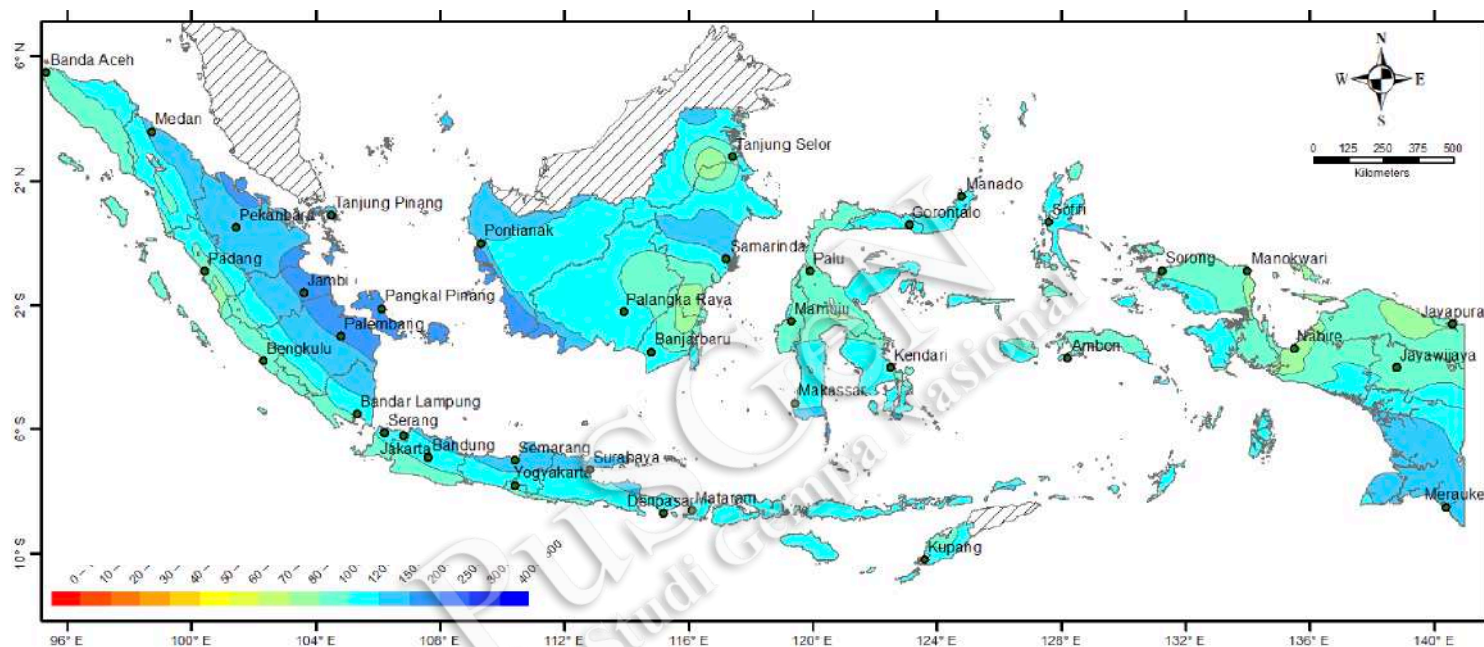
Gambar 4.39 Peta sebaran magnitudo sumber gempa *Shallow Crustal* untuk S_a 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



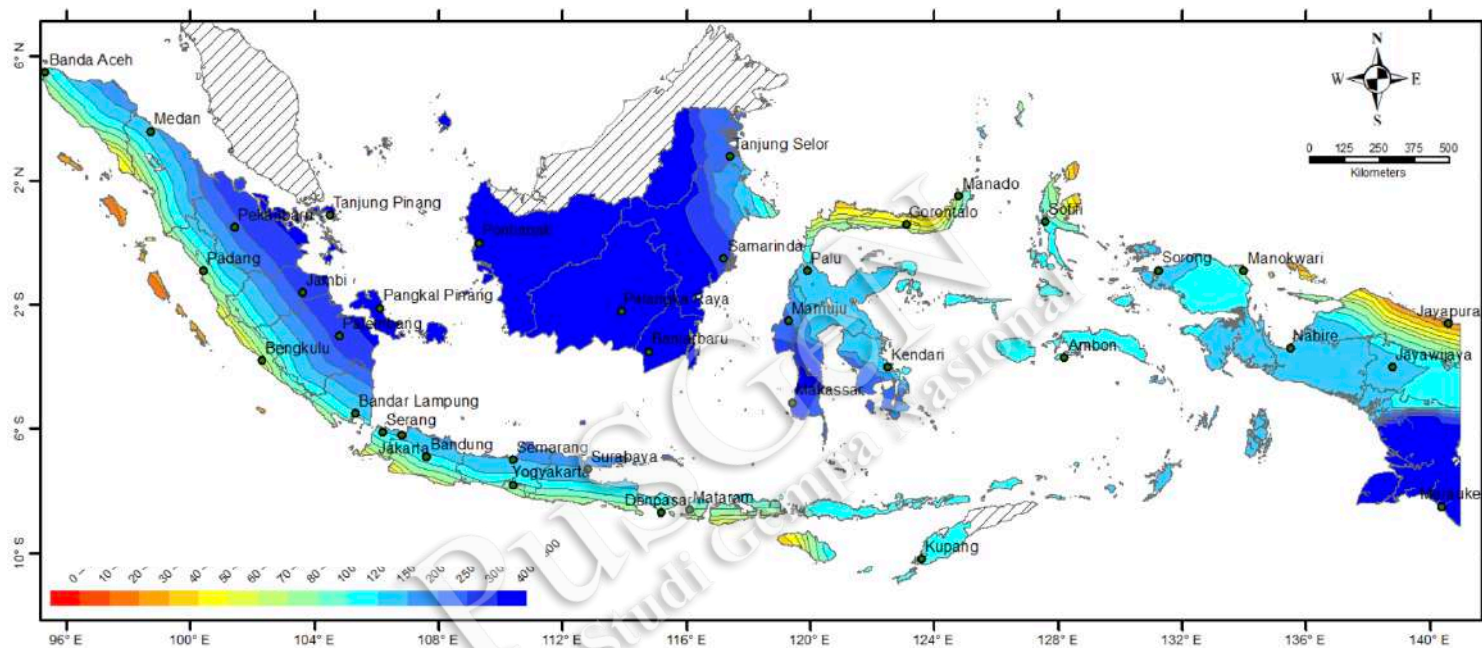
Gambar 4.40 Peta sebaran *source distance* sumber gempa *benioff* untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



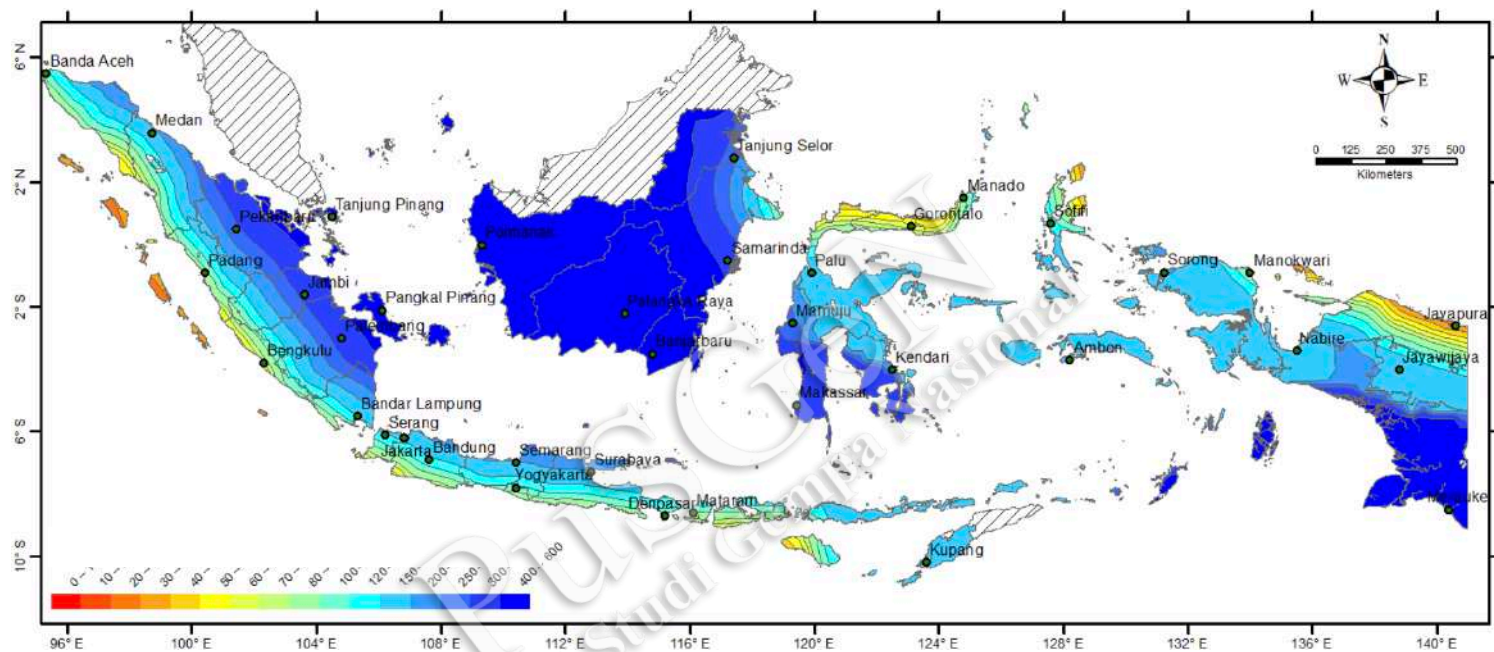
Gambar 4.41 Peta sebaran *source distance* sumber gempa *Benioff* untuk S_a 0.2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



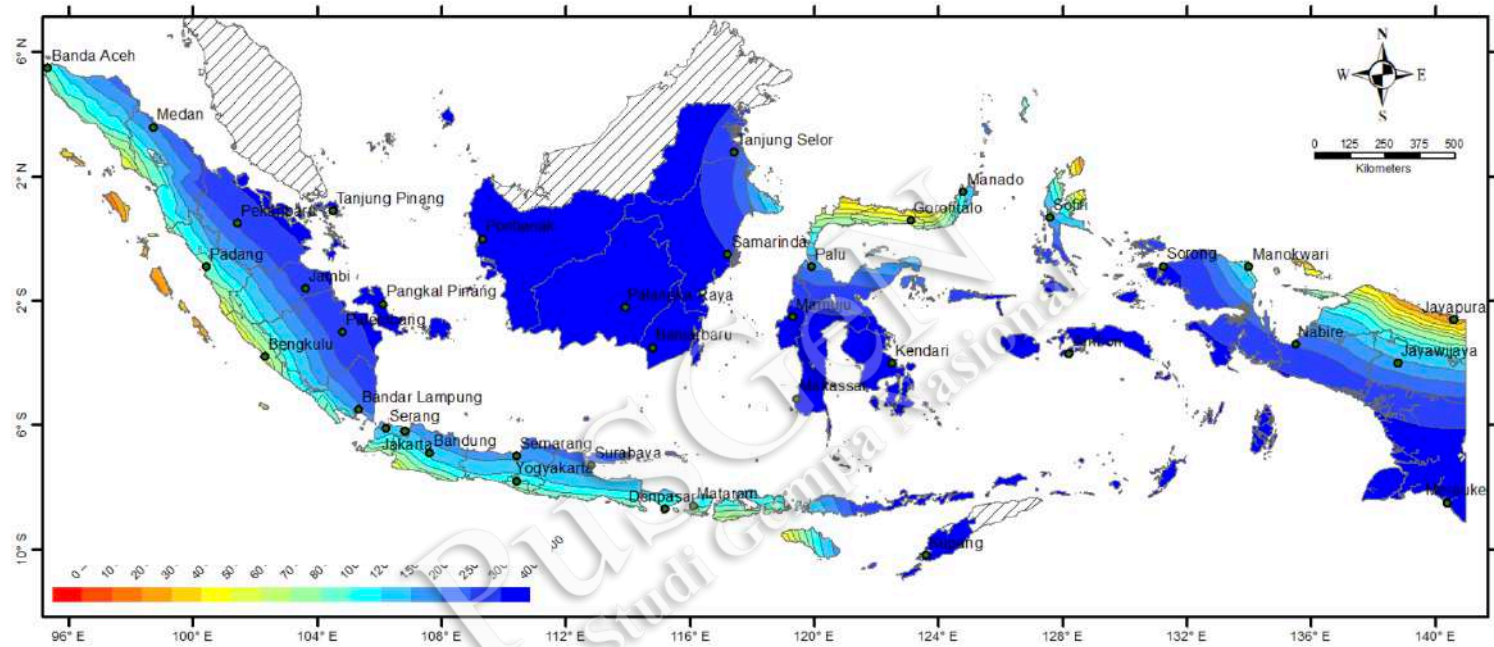
Gambar 4.42 Peta sebaran *source distance* sumber gempa *Benioff* untuk S_a 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



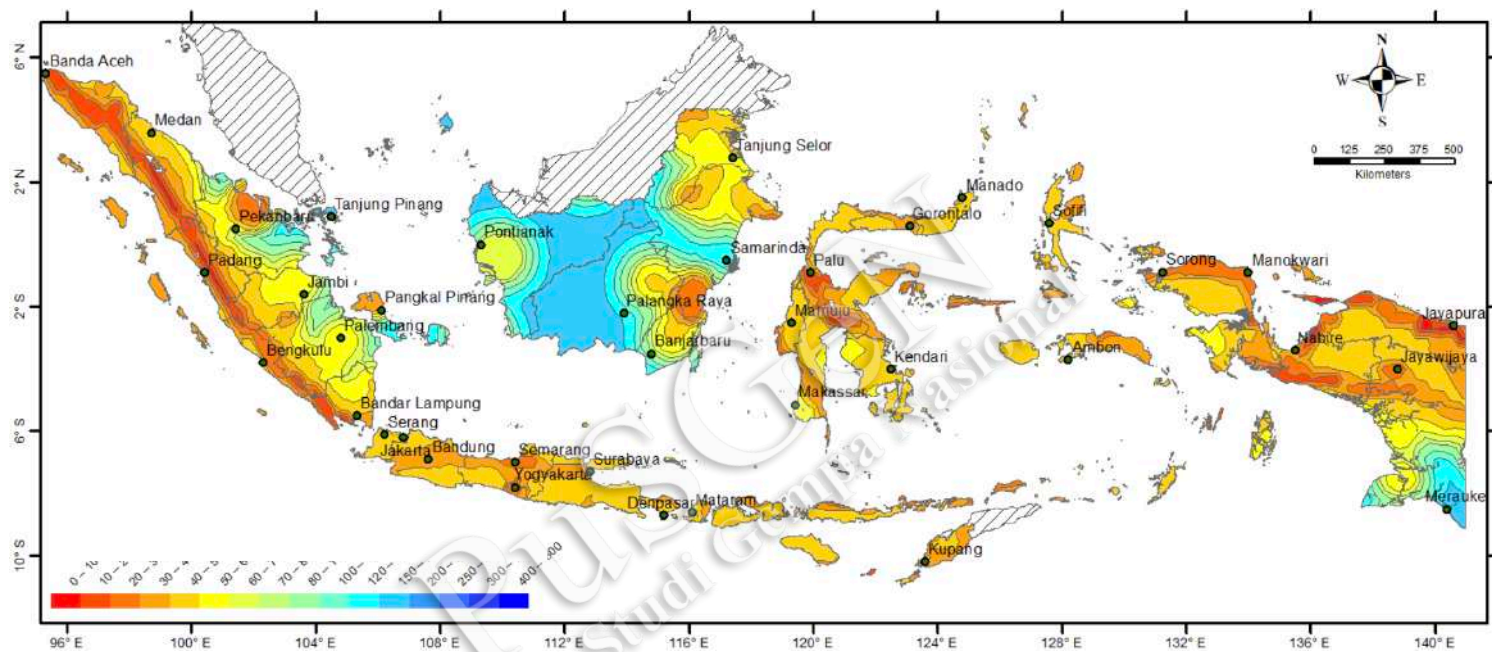
Gambar 4.43 Peta sebaran *source distance* sumber gempa *Megathrust* untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



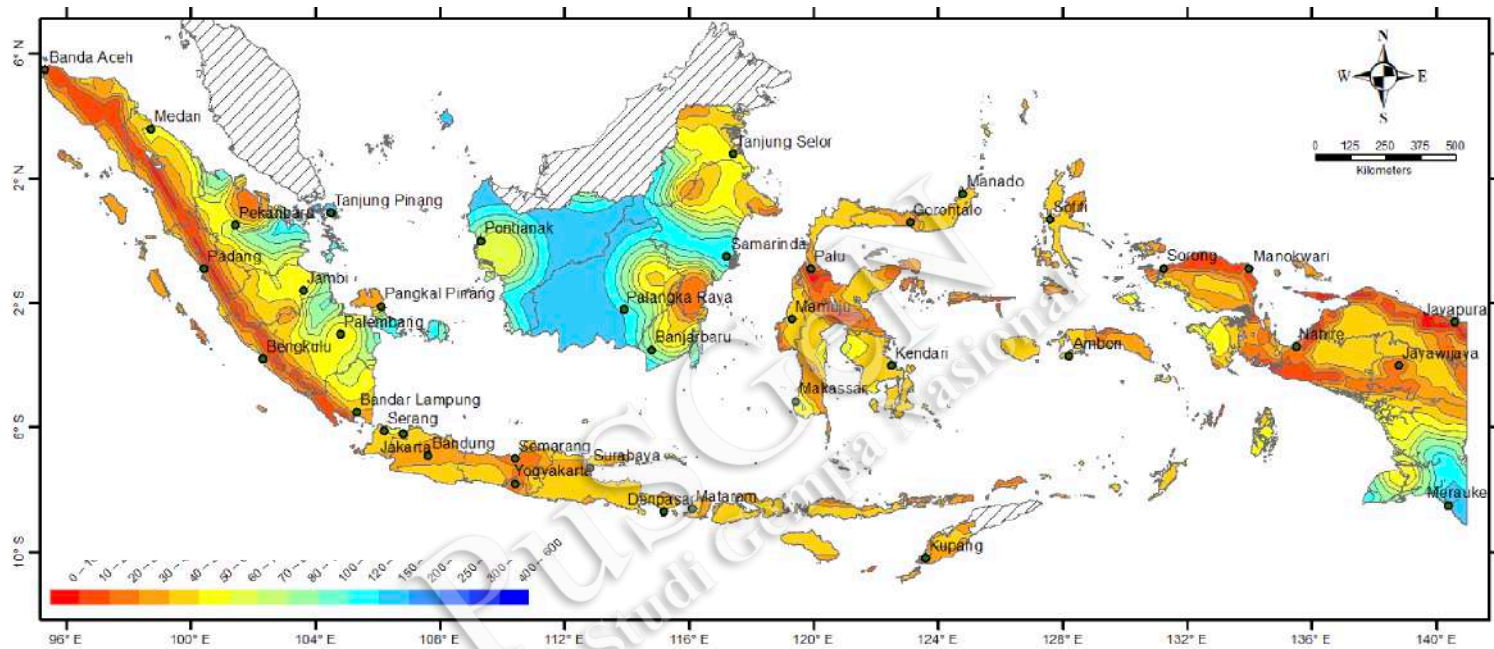
Gambar 4.44 Peta sebaran *source distance* sumber gempa *Megathrust* untuk S_a 0.2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



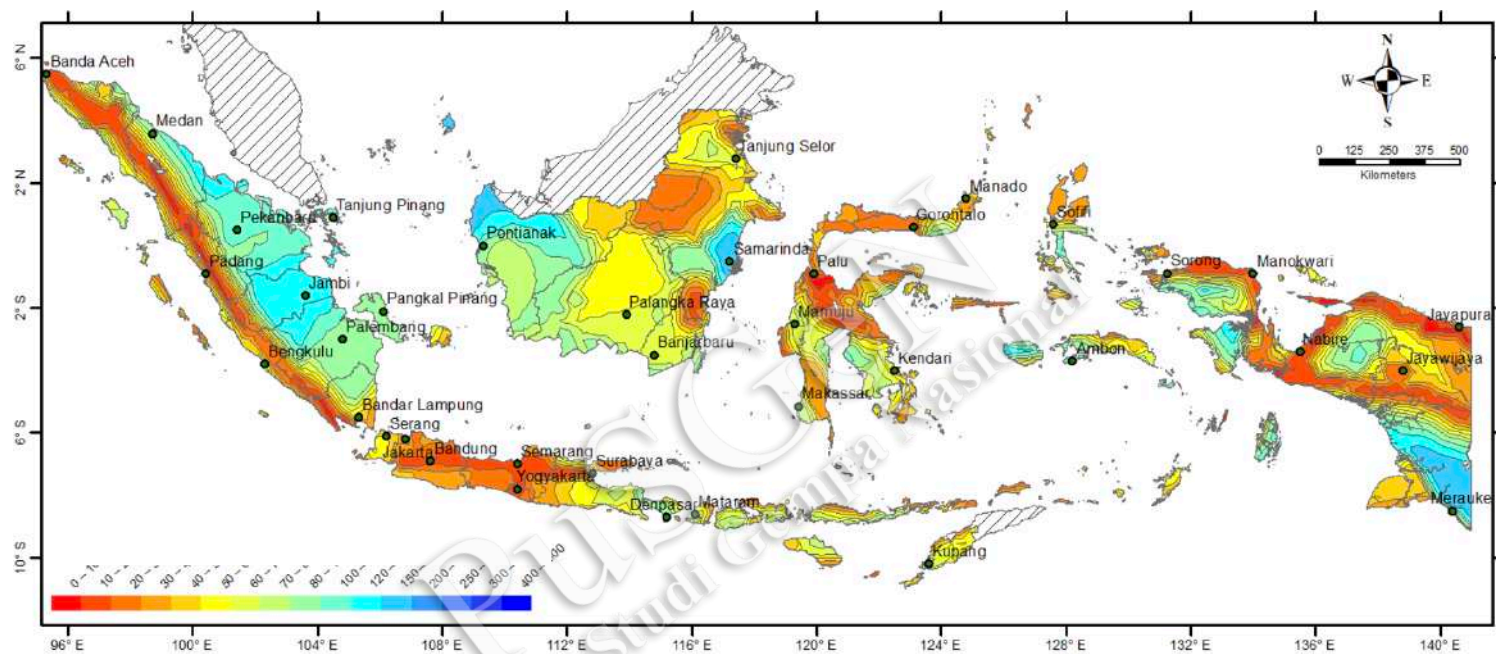
Gambar 4.45 Peta sebaran *source distance* sumber gempa *Megathrust* untuk S_a 3.0s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



Gambar 4.46 Peta sebaran *source distance* sumber gempa *Shallow Crustal* untuk PGA dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



Gambar 4.47 Peta sebaran *source distance* sumber gempa *Shallow Crustal* untuk S_a 0.2s dengan perioda ulang gempa 2500 tahun



Gambar 4.48 Peta sebaran *source distance* sumber gempa *Shallow Crustal* untuk S_a 3.0s dengan periode ulang gempa 2500 tahun

4.2.2 Analisis dan Validasi Hasil Deagregasi

Hasil deagregasi dianalisis untuk memperoleh pola persebaran magnitudo dan jarak. Validasi hasil dilakukan untuk memastikan bahwa hasil yang didapat dengan menggunakan perangkat lunak USGS telah sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

4.2.2.1 Analisis Hasil Deagregasi

Berdasarkan hasil analisis, dapat diambil kesimpulan bahwa untuk respons percepatan periode pendek (pada studi direpresentasikan dengan PGA dan periode getar 0,2-detik), kontribusi bahaya gempa direpresentasikan oleh gempa-gempa dangkal dengan magnitudo kecil hingga menengah, sedangkan untuk periode panjang (pada studi diambil pada periode 3-detik), kontribusi bahaya gempa cenderung direpresentasikan oleh gempa-gempa dengan magnitudo besar dan dalam.

Pada daerah-daerah dekat zona sesar hasil deagregasi menunjukkan gempa representatif berasal dari zona sesar dangkal, pada daerah dekat zona Subduksi direpresentasikan oleh zona Subduksi seperti pada selatan Pulau Jawa dan Sumatera serta utara Pulau Papua dan Sulawesi. Zona *Benioff* cenderung memberikan kontribusi bahaya gempa yang tinggi pada daerah-daerah jauh dari zona Subduksi seperti pada utara Pulau Jawa.

4.2.2.2 Validasi Hasil Deagregasi

Validasi hasil deagregasi dilakukan dengan membandingkan hasilnya dengan hasil dari program Ez-FriskTM untuk beberapa lokasi tinjauan. Simpangan hasil sampai suatu rentang tertentu masih diizinkan karena pada pemilihan gerak tanah nantinya juga akan mempertimbangkan variabilitas dan ketersediaan gerak tanah serta *spectral shape*. Hasil perbandingan validasi dapat dilihat pada Tabel 4.31 hingga Tabel 4.37.

Tabel 4.31 Perbandingan hasil deagregasi untuk Kota Balikpapan

Balikpapan						
No	Deagregasi	Sumber	Hasil Ez-Frisk		Hasil USGS	
			Magnitude	Jarak (km)	Magnitude	Jarak (km)
1	PGA 1000 Tahun	All Source	5,77	64,97	5.8 - 6.0	70 - 100
2		Megathrust	8,10	383,34	8.2 - 8.4	400 - 600
3		Shallow Crustal	5,73	61,09	5.6 - 6.0	50 - 80
4		Benioff	6,67	144,59	6.0 - 6.4	100 - 150
5	Sa 0.2s 1000 Tahun	All Source	5,81	66,34	5.8 - 6.0	70 - 120
6		Megathrust	8,06	390,47	8.2 - 8.4	400 - 600
7		Shallow Crustal	5,76	62,24	5.8 - 6.2	60 - 100
8		Benioff	6,72	146,35	6.0 - 6.4	100 - 150
9	PGA 2500 Tahun	All Source	5,81	56,88	5.8 - 6.0	60 - 100
10		Megathrust	-	-	-	-
11		Shallow Crustal	5,77	53,81	5.6 - 6.0	50 - 80
12		Benioff	6,88	137,55	6.0 - 6.4	100 - 150
13	Sa 0.2s 2500 Tahun	All Source	5,81	66,34	5.8 - 6.2	60 - 100
14		Megathrust	8,06	390,47	8.2 - 8.4	400 - 600
15		Shallow Crustal	5,76	62,24	5.8 - 6.0	50 - 80
16		Benioff	6,72	146,35	6.2 - 6.6	100 - 150

Berdasarkan perbandingan hasil dari kedua *software*, dapat dilihat bahwa hasil untuk sumber *all sources*, *Megathrust*, dan *shallow crustal* sudah cukup mendekati baik dari segi magnitudo maupun jarak. Namun, untuk sumber gempa *Benioff* nilai magnitudonya sedikit berbeda hasilnya antara kedua *software*.

Tabel 4.32 Perbandingan hasil deagregasi untuk Kota Bitung

Bitung						
No	Deagregasi	Sumber	Hasil Ez-Frisk		Hasil USGS	
			Magnitude	Jarak (km)	Magnitude	Jarak (km)
1	Sa 0.2s 1000 Tahun	Megathrust	8,11	117,86	8.0 - 8.2	100 - 150
2		Shallow Crustal	6,48	47,08	6.0 - 6.2	40 - 50
3		Benioff	7,16	116,06	7.0 - 7.2	120 - 150
4	Sa 0.2s 1000 Tahun	Megathrust	8,17	114,02	8.0 - 8.2	100 - 150
5		Shallow Crustal	6,31	44,68	6.0 - 6.2	40 - 50
6		Benioff	7,26	109,74	7.2 - 7.4	100 - 120

Perbandingan hasil deagregasi untuk Kota Bitung menunjukkan bahwa hasil kedua *software* sangat mendekati. Sebagian besar cenderung menghasilkan nilai yang sama hanya pada *magnitudo* untuk *shallow crustal* yang nilainya sedikit berbeda.

Tabel 4.33 Perbandingan hasil deagregasi untuk Kota Cilacap

Cilacap						
No	Deagregasi	Sumber	Hasil Ez-Frisk		Hasil USGS	
			Magnitude	Jarak (km)	Magnitude	Jarak (km)
1	PGA 1000thn	All Source	6,66	77,24	6.8 - 7.0	80 - 100
2	PGA 2500thn	All Source	6,66	77,24	6.8 - 7.0	80 - 100
3	Sa 0.2s 1000 Tahun	All Source	6,61	78,83	6.8 - 7.0	80 - 100
4		Megathrust	7,79	101,14	8.2 - 8.4	100 - 120
5		Shallow Crustal	5,89	40,7	5.8 - 6.0	40 - 50
6		Benioff	6,74	92,78	6.8 - 7.0	100 - 120
7	Sa 0.2s 2500 Tahun	All Source	6,7	74,48	7.0 - 7.2	80 - 100
8		Megathrust	7,82	99,01	8.2 - 8.4	100 - 120
9		Shallow Crustal	5,95	38,67	5.8 - 6.0	40 - 50
10		Benioff	6,85	87,15	6.8 - 7.0	80 - 120

Hasil perbandingan menunjukkan untuk daerah sumber gempa *Megathrust* nilai magnitudonya cukup berbeda, tetapi untuk jarak masih mendekati. Hasil-hasil sumber gempa lainnya cenderung mendekati antara kedua *software*.

Tabel 4.34 Perbandingan hasil deagregasi pada Daerah Lippo Karawaci

Lippo Karawaci						
No	Deagregasi	Sumber	Hasil Ez-Frisk		Hasil USGS	
			Magnitude	Jarak (km)	Magnitude	Jarak (km)
1	PGA 2500 Tahun	All Source	6,92	105,27	6.8 - 7.0	100 - 120
2		Megathrust	8,83	165,23	8.6 - 8.8	150 - 200
3		Shallow Crustal	5,96	46,72	5.8 - 6.2	40 - 50
4		Benioff	7,02	114,07	7.2 - 7.4	100 - 150
5	Sa 0.2s 2500 Tahun	All Source	6,92	102,48	7.0 - 7.2	100 - 120
6		Megathrust	8,75	165,5	8.6 - 8.8	150 - 200
7		Shallow Crustal	5,98	46,84	5.8 - 6.0	40 - 50
8		Benioff	6,95	110,07	7.2 - 7.4	100 - 150
9	Sa 3.0s 2500 Tahun	All Source	7,77	141,23	8.0 - 8.2	150 - 200
10		Megathrust	8,74	182,74	8.6 - 8.8	150 - 200
11		Shallow Crustal	7,06	89,15	6.2 - 6.6	40 - 60
12		Benioff	7,35	123,52	7.4 - 7.6	120 - 150

Pada daerah Lippo Karawaci, hasil deagregasi untuk kedua *software* cenderung mirip, tetapi ada beberapa nilai yang cukup berbeda seperti pada magnitudo untuk Sa 3s *all sources* dan juga jarak untuk *shallow crustal*.

Tabel 4.35 Perbandingan hasil deagregasi pada Daerah Nusa Tenggara Barat

NTB						
No	Deagregasi	Sumber	Hasil Ez-Frisk		Hasil USGS	
			Magnitude	Jarak (km)	Magnitude	Jarak (km)
1	PGA 1000 Tahun	Megathrust	8,61	106,65	8.4 - 8.6	100 - 150
2		Shallow Crustal	5,97	30,38	5.8 - 6.0	40 - 50
3		Benioff	7,14	126,96	7.2 - 7.4	120 - 150
4	Sa 0.2s 1000 Tahun	Megathrust	8,58	106,84	8.4 - 8.6	100 - 120
5		Shallow Crustal	6,12	29,97	6.0 - 6.2	30 - 40
6		Benioff	7,07	129,4	7.2 - 7.4	120 - 150
7	PGA 2500 Tahun	Megathrust	8,63	104,48	8.4 - 8.6	100 - 120
8		Shallow Crustal	6,14	24,34	6.0 - 6.2	30 - 40
9		Benioff	7,28	121,4	7.4 - 7.6	120 - 150
10	Sa 0.2s 2500 Tahun	Megathrust	8,60	104,65	8.4 - 8.6	100 - 120
11		Shallow Crustal	6,30	23,69	6.2 - 6.4	30 - 40
12		Benioff	7,20	119,35	7.2 - 7.4	100 - 120

Untuk daerah *airport* Nusa Tenggara Barat, hasil sudah sangat identik dengan sedikit simpangan untuk beberapa hasil seperti jarak untuk sumber gempa *shallow crustal* baik untuk deagregasi PGA maupun Sa 0,2-detik dengan periode ulang 1000 dan 2500 tahun.

Tabel 4.36 Perbandingan hasil deagregasi pada Daerah Semeru

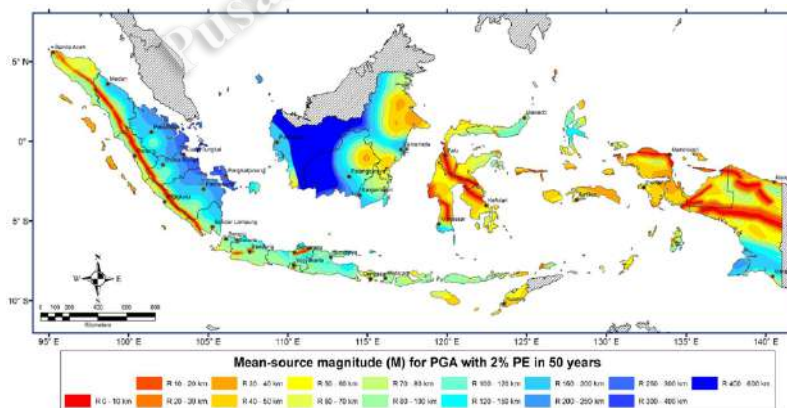
Jembatan Semeru						
No	Deagregasi	Sumber	Hasil Ez-Frisk		Hasil USGS	
			Magnitude	Jarak (km)	Magnitude	Jarak (km)
1	PGA 1000 Tahun	Megathrust	8,63	113,34	8.4 - 8.6	100 - 150
2		Shallow Crustal	5,46	21,53	5.6 - 5.8	40 - 50
3		Benioff	6,70	99,11	6.8 - 7.0	100 - 150
4	Sa 3.0s 1000 Tahun	Megathrust	8,63	142,88	8.4 - 8.6	120 - 200
5		Shallow Crustal	6,52	60,53	6.4 - 6.8	50 - 70
6		Benioff	7,38	126,65	7.4 - 7.6	120 - 150

Tabel 4.37 Perbandingan hasil deagregasi pada Daerah Tano Ponggol

Jembatan Tano Ponggol						
No	Deagregasi	Sumber	Hasil Ez-Frisk		Hasil USGS	
			Magnitude	Jarak (km)	Magnitude	Jarak (km)
1	PGA 1000 Tahun	Megathrust	8,61	122,51	8.4 - 8.6	100 - 150
2		Shallow Crustal	7,05	19,00	6.6 - 7.2	10 - 30
3		Benioff	7,13	117,44	7.2 - 7.4	120 - 150
4	Sa 0.2s 1000 Tahun	Megathrust	8,58	122,52	8.4 - 8.6	100 - 150
5		Shallow Crustal	7,06	19,14	6.6 - 7.2	10 - 30
6		Benioff	7,05	103,43	7.2 - 7.4	100 - 150

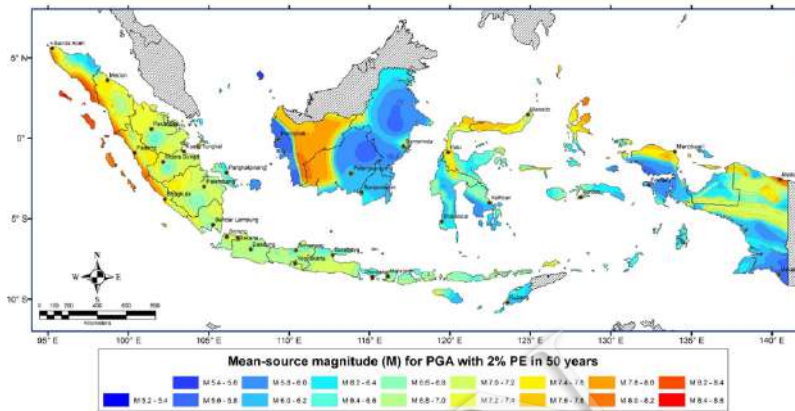
Validasi hasil deagregasi yang dilakukan pada tujuh (7) titik lokasi menunjukkan bahwa hasil yang didapat menggunakan perangkat lunak USGS tidak berbeda jauh dengan hasil Ez-Frisk™. Perbedaan yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh perbedaan fungsi atenuasi yang digunakan untuk menentukan PSHA yang digunakan sebagai target acuan dari deagregasi. Selain itu, hal ini juga disebabkan oleh limitasi-limitasi ketelitian *software* yang mana USGS digunakan untuk melakukan *running* seluruh Indonesia dengan tingkat ketelitian yang lebih rendah dibandingkan Ez-Frisk™ yang melakukan analisis per noda-noda. Perbedaan hasil ini masih dapat ditoleransi mengingat nantinya dalam proses pemilihan masih akan dilakukan penyesuaian terhadap kecocokan bentuk spektral yang mana akan mengizinkan adanya relaksasi magnitudo dan jarak dari *seed motion* yang akan dipilih.

Selain itu akan dilakukan juga perbandingan terhadap penelitian terdahulu. Penelitian yang diambil sebagai pembanding merupakan penelitian oleh Asrurifak, dkk., (2012) yang berjudul “Peta Deagregasi Hazard Indonesia untuk Periode Ulang Gempa 2475 Tahun”. Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.49 dan

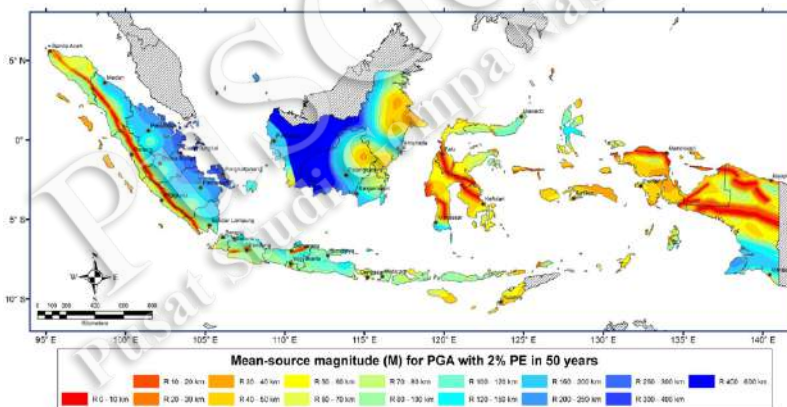


Gambar

4.50 dan akan dibandingkan dengan hasil untuk periode ulang gempa 2500 tahun pada Gambar L2.118 dan Gambar L2.136.



Gambar 4.49 Peta sebaran magnitudo sumber gempa *All-Sources* pada PGA untuk periode ulang gempa 2475 tahun (Asrurifak, dkk., 2012)



Gambar 4.50 Peta sebaran jarak sumber gempa *All-Sources* pada PGA untuk periode ulang gempa 2475 tahun (Asrurifak, dkk., 2012)

Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Asrurifak, dkk. (2012), secara garis besar hasil deagregasi serupa, tetapi terlihat ada perbedaan yang cukup jelas pada daerah Kalimantan Tengah. Hal ini kemungkinan besar terjadi karena analisis yang dsekarang dilakukan menggunakan data sumber gempa dan fungsi atenuasi yang lebih baru. Pada penelitian yang lama belum tergambarkan gempa-gempa *background* pada daerah Kalimantan

Tengah karena keterbatasan data rekaman gempa pada daerah tersebut sehingga sumber gempanya ditarik ke arah *Megathrust* di Selatan Jawa atau Utara Sulawesi.

PUSGEN
Pusat Studi Gempa Nasional

BAB V

PENUTUP

Negara Kesatuan Republik Indonesia adalah negara yang terletak pada zona tektonik yang sangat aktif, yaitu kawasan “*Pacific Ring of Fire*”, tempat bertemunya tiga lempeng besar dunia dan sembilan lempeng kecil lainnya, yang membentuk jalur-jalur pertemuan lempeng yang kompleks. Hal ini menyebabkan wilayah negara kita ini sangat rawan terhadap bencana, khususnya bencana alam gempa bumi. Dampak bahaya berupa kerugian jiwa dan harta yang dialami menuntut bangsa dan seluruh masyarakat harus menghadapi kehidupan yang berisiko. Risiko ini disebabkan adanya interaksi antara kerawanan alam ataupun ulah manusia dengan kondisi kerentanan yang ada. Untuk itu, Berbagai upaya harus dilakukan pemerintah untuk mewujudkan **“bangsa yang tangguh dan budaya aman bencana”**.

Salah satu upaya pengurangan risiko bencana adalah dengan melakukan “pencegahan dan mitigasi” yang terukur; yang diantaranya dapat dilakukan melalui penyiapan kebijakan normatif yang dapat menciptakan infrastruktur bangunan tahan gempa, yang mengacu pada prosedur SNI 1726:2019 dan SNI 2833: 2016. Standar tersebut pada dasarnya masih memiliki keterbatasan penerapan bila dikaitkan dengan perencanaan bangunan tahan gempa yang menggunakan metode analisis riwayat waktu. Prosedur analisis ini merupakan metode yang paling akurat untuk mendapatkan response struktur terhadap gempa. Selain itu, dalam bentuk analisis yang non-linear, metode ini juga paling dipercaya untuk membuktikan pemenuhan target kinerja yang disyaratkan, terutama pada pekerjaan evaluasi dan rehabilitasi seismik bangunan eksisting (termasuk fasilitas-fasilitas penting seperti rumah sakit, institusi pendidikan, kantor

pusat pemerintahan dan fasilitas lainnya mencakup gedung hunian bertingkat dan gedung bertingkat) dan juga pada perencanaan bangunan gedung dengan sistem struktur yang nonpreskriptif. Untuk itu, penyiapan dan penyusunan SNI tentang gerak tanah untuk infrastruktur tahan gempa pada hakikatnya sangat diperlukan.

Tersedianya SNI 8899:2020 tentang “Tata cara pemilihan dan modifikasi gerak tanah permukaan untuk perancangan gedung tahan gempa” akan menjadi acuan dalam prosedur analisis kinerja bangunan terhadap bahaya gempa. Namun demikian, dalam penerapannya penentuan bahaya gempa membutuhkan rangkaian rekaman gerak tanah di berbagai wilayah Indonesia. Pada SNI 1726:2019 dan SNI 2833:2016, besaran bahaya gempa menggunakan konsep dasar *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA). PSHA tidak memberikan informasi lengkap terkait pasangan “nilai magnitudo (M) dan nilai jarak (R)” mana yang dominan dari situs ke sumber gempa yang akan memberikan kontribusi bahaya terbesar.

Proses penyusunan Peta Deagregasi Nasional Indonesia sangat penting dikarenakan pada penerapan perencanaan infrastruktur bangunan perlu ditentukan seberapa besar kontribusi bahaya gempa yang dominan terjadi pada suatu situs ke sumber gempa dengan mempertimbangkan nilai magnitudo (M) dan jarak (R) berdasarkan pada hasil total probabilitas di lokasi yang ditinjau untuk periode ulang gempa dan periode alami bangunan dengan mencari hubungan antara magnitudo, jarak, dan kontribusi kejadian per tahun. Peta deagregasi ini dapat dijadikan acuan dalam prosedur pemilihan dan modifikasi gerak tanah sesuai dengan wilayah kegempaan tektonik Indonesia. Pada akhirnya, penerapan perencanaan infrastruktur tahan gempa dapat sesuai dengan tujuan yang diharapkan dikarenakan menggunakan suatu analisis yang akurat untuk mendapatkan struktur

bangunan yang aman, yaitu melalui analisis riwayat waktu respons linier (*Linear Response History Analysis /LRHA*) dan atau analisis riwayat waktu non-linier (*Non-Linear Response History Analysis/NLRHA*).

PUSGEN
Pusat Studi Gempa Nasional

PUSGeN
Pusat Studi Gempa Nasional

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahamson, N., Gregor, N. and Addo, K. (2016). BC Hydro ground motion prediction equations for subduction earthquakes. *Earthquake Spectra*, 32(1), pp.23-44.
- Abrahamson, N.A. and Silva, W.J. (1997). Empirical response spectral attenuation relations for shallow crustal earthquakes. *Seismological research letters*, 68(1), pp.94-127.
- Abrahamson, N.A., Addo K.O., Atkinson G., Chiou B., Gregor N.J., Silva W. and Youngs R.R. (2014). *Ground Motion Characterization For BC Hydro SSHAC Level 3 Study*, Tenth U.S. National Conference on Earthquake Engineering, Frontiers of Earthquake Engineering, IONCEE, July 21-24 2014, Anchorage, Alaska.
- ASCE (2016). Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. ASCE 7-16. American Society of Civil Engineers. Washington, D.C.
- Asrurifak, M., (2007). *Metoda Penggunaan Hazard Software USGS Software for Probabilistic Seismic Hazard Analysis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Asrurifak M., (2010). *Peta Spektrum Respons Indonesia untuk Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa berdasarkan Model Sumber Gempa Tiga Dimensi dalam Analisis Probabilitas*, Disertasi Teknik Sipil ITB 2010.
- Asrurifak, M., Irsyam, M., Budiono, B., Triyoso, W., & Hendriyawan, H. (2010). Development of spectral hazard map for Indonesia with a

- return period of 2500 years using probabilistic method. *Civil Engineering Dimension*, 12(1), 52-62.
- Asrurifak, et.al. (2012). *Peta Deagregasi Hazard Gempa Indonesia untuk Periode Ulang Gempa 2475 Tahun*. Proceedings of PIT HATTI XVI.
- Atkinson, G.M., Boore, D.M., (2003). *Empirical Ground-Motion Relations for Subduction-Zone Earthquakes and Their Application to Cascadia and Other Regions*, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 93, No. 4, pg. 1703 – 1729.
- Badan Standarisasi Nasional (2019). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. SNI 1726:2019. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional (2020). Tata cara pemilihan dan modifikasi gerak tanah permukaan untuk perencanaan gedung tahan gempa. SNI 8899:2020. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.
- Baker, J. (2008). An Introduction to Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA).
- Beaudry, D., And G. F. Moore (1985), Seismic Stratigraphy And Cenozoic Evolution Of West Sumatra Forearc Basin, *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.*, 69(5), 742–759
- Bellier, O., And M. Sébrier (1994), Relationship Between Tectonism And Volcanism Along The Great Sumatran Fault Zone Deduced By Spot Image Analyses, *Tectonophysics*, 233, 215–231.
- Bellier, O., And M. Sébrier (1995), Is The Slip Rate Variation On The Great Sumatran Fault Accommodated By Fore-Arc Stretching?, *Geophys. Res. Lett.*, 22(15), 1969–1972.

- Bellier, O., H. Bellon, M. Sébrier, Sutanto, And R. C. Maury (1999). K–Ar Age Of The Ranau Tuffs: Implications For The Ranau Caldera Emplacement And Slip-Partitioning In Sumatra (Indonesia), *Tectonophysics*, 312, 347–359.
- Bellier, O., Sebrier, M., Beaudouin, T., Villeneuve, M., Braucher, R., Bourles, D., Siame, L., Putranto, E., dan Pratomo, I. (2001). High slip rate for a low seismicity along the Palu-Koro active fault in central Sulawesi (Indonesia), *Terr. Nova*, 463-470.
- Berggren, W. A., D. V Kent, J. J. Flynn, And J. A. Van Couvering (1985). Cenozoic Geochronology, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 96(11), 1407–1418.
- Berglar, K., C. Gaedicke, D. Franke, S. Ladage, F. Klingelhoefer, And Y. S. Djajadihardja (2010), Structural Evolution And Strike-Slip Tectonics Off North-Western Sumatra, *Tectonophysics*, 480(1-4), 119–132, Doi:10.1016/J.Tecto.2009.10.003.
- Berglar, K., C. Gaedicke, R. Lutz, D. Franke, And Y. S. Djajadihardja (2008). Neogene Subsidence And Stratigraphy Of The Simeulue Forearc Basin, Northwest Sumatra, *Mar. Geol.*, 253(1-2), 1–13, Doi:10.1016/J.Margeo.2008.04.006.
- Bird, P. (2003). An updated digital model of plate boundaries, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.
- Bommer, J. J., & Acevedo, A. B. (2004). The use of real earthquake accelerograms as input to dynamic analysis. *Journal of Earthquake Engineering*, 8(January), 43–91.
- Boore, D.M., et.al. (2014). *NGA-West2 Equations for Predicting PGA, PGV, and 5% damped PSA for Shallow Crustal Earthquakes*. *Earthquake Spectra*, Vol. 30, No. 3, pg. 1057-1085.

- Boore, D.M. and Atkinson, G.M. (2008). Ground-motion prediction equations for the average horizontal component of PGA, PGV, and 5%-damped PSA at spectral periods between 0.01 s and 10.0 s. *Earthquake Spectra*, 24(1), pp.99-138.
- Campbell, K.W. and Bozorgnia, Y. (2008). NGA ground motion model for the geometric mean horizontal component of PGA, PGV, PGD and 5% damped linear elastic response spectra for periods ranging from 0.01 to 10 s. *Earthquake Spectra*, 24(1), pp.139-171.
- Campbell, K.W., Bozorgnia, Y. (2014). *NGA-West2 Ground Motion Model for the Average Horizontal Components of PGA, PGV, and 5% Damped Linear Acceleration Response Spectra*. *Earthquake Spectra*, Vol.30, No. 3, pg. 1087-1115
- Chauhan, A. P. S., S. C. Singh, N. D. Hananto, H. Carton, F. Klingelhoefer, J.-X. Dessa, H. Permana, N. J. White, And D. Graindorge (2009). Seismic Imaging Of Forearc Backthrusts At Northern Sumatra Subduction Zone, *Geophys. J. Int.*, 179(3), 1772–1780, Doi:10.1111/J.1365-246x.2009.04378.X.
- Chiou, B., Darragh, R., Gregor, N. and Silva, W. (2008). NGA project strong-motion database. *Earthquake Spectra*, 24(1), pp.23-44.
- Chiou, B.S.J. & Youngs, R.R. (2014). *Update of the Chiou and Youngs NGA Model for the Average Horizontal Component of Peak Ground Motion and Response Spectra*. *Earthquake Spectra*, Vol. 30, No.3, pg. 1117-1153
- Cloos, M., Sapiie, B., Ufford, A. Q. V., Weiland, R. J., Warren, P. Q. & McMahon, T. P. (2005). *Collisional Delamination In New Guinea*:

The Geotectonics Of Subducting Slab Breakoff, Colorado, Geological Society Of America.

Cornell, C., (1968). *Engineering Seismic Risk Analysis. Bull. Seismol. Soc. Am.*, Volume 58, pg. 1583-1606.

Cummins, P. R., Jia, M., Mleczo, R., Burbidge, D., Thio, H. K., & Polet, J. (2006). "Modelling the slip of the 17 July, Java earthquake using seismic, GPS, and tide gauge data". *In AGU Fall Meeting Abstracts* (Vol. 1, p. 08).

Daryono, M. R., D. H. Natawidjaja, and K. Sieh (2012). Twin-surface ruptures of the March 2007 $M > 6$ earthquake doublet on the Sumatran fault, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 102(6), 2356–2367

Demets, C., Gordon, R. G., Argus, D. F. & Stein, S. 1990. Current Plate Motions. *Geophysical Journal International*, 101, 425-478.

Engdahl, E.R., van der Hilst, R. and Buland, R., 1998. Global teleseismic earthquake relocation with improved travel times and procedures for depth determination. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 88(3), pp.722-743.

Engdahl, E.R., Villasenor, A., DeShon, H.R. dan Thurber, C.H. (2007). Teleseismic relocation and assessment of seismicity (1918-2005) in the region of the 2004 Mw 9.0 Sumatra-Andaman and 2005 Mw 8.6 Nias island great earthquakes, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 97, S 43-S61.

Fitch, T. J. (1972), Plate Convergence, Transcurrent Faults, And Internal Deformation Adjacent To Southeast Asia And The Western Pacific, *J. Geophys. Res.*, 77(23), 4432–4460.

- Fitch, T. J., And P. Molnar (1970), Focal Mechanism Along Inclined Eartquake Zones In The Indonesia-Philippine Region, *J. Geophys. Res.*, 75, 1431–1444.
- Frankel, A. (1995). Mapping seismic hazard in the central and eastern United States. *Seismological Research Letters*, 66(4), 8-21.
- Gardner, J. & Knopoff, L., (1974). *Is the sequence of earthquakes in Southern California with aftershocks removed poissonian*. *Bull. Seism. Soc. Am.*, Volume 64, pg. 1363-1367
- Gregor N.J., Addo K.O., Abrahamson N.A. and Youngs R.R. (2012). Comparison of BC Hydro Subduction GMPE to Data from Recent Large Megathrust Earthquakes. 15 WCEE, USBCA 2012.
- Gunawan, E., Ghozalba, F., Widiastomo, Y., Meilano, I., Hanifa, N. R., & Hidayati, S. (2017). Field Investigation of the November to December 2015 Earthquake Swarm in West Halmahera, Indonesia. *Geotechnical and Geological Engineering*, 35(1), 425-432.
- Gunawan, E., Kholil, M., & Meilano, I. (2016). Splay-fault rupture during the 2014 Mw7. 1 Molucca Sea, Indonesia, earthquake determined from GPS measurements. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 259, 29-33.
- Gunawan, E. (2014). Comprehensive postseismic deformation model of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake constrained by GPS data in northern Sumatra.
- Guttenberg, B., & Richter, C. F. (1954). *Seismicity of the Earth and its Associate Phenomena*. Princeton Un. Press, Princeton, 310pp.
- Hamilton, W. B. (1979). Tectonics Of The Indonesian Region, Washington, U.S. Govt. Print. Off.

- Hamilton, W. (1988). Plate tectonics and island arcs, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 100, pp.1503- 1527.
- Hamilton, W.B. (1972). "Plate Tectonics of Southeast Asia and Indonesia: ABSTRACT". *AAPG Bulletin*, 56(3), pp.621-621.
- Hamilton, W.B. (1979). *Tectonics of the Indonesian region* (No. 1078). US Govt. Print. Off.
- Hananto, N., S. Singh, M. M. Mukti, And I. Deighton (2012), Neotectonics Of North Sumatra Forearc, In Proceedings Indonesian Petroleum Association, Thirty-Sixth Annual Convention & Exhibition, May 2012, P. Ipa–G–100.
- Hanifa, N. R., Meilano, I., Sagiya, T., Kimata, F. & Abidin, H. Z. (2007). "Numerical modeling of the 2006 Java tsunami earthquake". *Adv. Geosc. Solid Earth* 13, 231-248.
- Hanifa, N. R., Sagiya, T., Kimata, F., Efendi, J., Abidin, H. Z., & Meilano, I. (2014). Interplate coupling model off the southwestern coast of Java, Indonesia, based on continuous GPS data in 2008–2010. *Earth and Planetary Science Letters*, 401, 159-171.
- Hanifa, N. R. (2014). Interplate Earthquake Potential off Western Java, Indonesia, based on GPS data. Doctoral Dissertation of Nagoya University, Japan.
- Harmsen, S., (2008). *USGS Software for Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA). *Draft Document, received by hand (unpublished)*.
- Harris R (2011) The nature of the Banda Arc–Continent collision in the Timor Region. In: Brown D, Ryan PD (eds) *Arc-continent collision*. Berlin, pp 163–211.

- Henry, C. & Das, S. (2002). The M W 8.2, 17 February 1996 Biak, Indonesia, Earthquake: Rupture History, Aftershocks, And Fault Plane Properties. *J. Geophys. Res.*, 107, E11-1-E11-16.
- Hu, Y., (1996). Earthquake Engineering. London: E & FN Spon.
- Huchon, P., And X. Le Pichon (1984). Sunda Strait And Central Sumatra Fault, *Geology*, 12(November), 668–672.
- Irsyam, M. et al. (2008). *Proposed seismic hazard maps of Sumatra and Java islands and microzonation study of Jakarta city, Indonesia. Journal of Earth System Science*, pg. 865-878
- Irsyam, M., et.al. (2010). *Development of Spectral Hazard Map for Indonesia with a Return Period of 2500 Years using Probabilistic Method*, Journal Civil Engineering Dimension, Vol. 12, No.1, pg. 52-62
- Irsyam, M., Hendriyawan, Natawijaya D. H., Daryono M. R., Widiyantoro S., Asrurifak, Meilano I.M., Triyoso, W., Hidayati, S., Sabaruddin, A., & Faizal, L. (2017). Development of new seismic hazard maps of Indonesia 2017. Proceedings of the 19th international conference on soil mechanics and geotechnical engineering. Seoul. 17-22 September. pp. 33-46.
- Izart, A., B. M. Kemal, And J. A. Malod (1994). Seismic Stratigraphy And Subsidence Evolution Of The Northwest Sumatra Fore-Arc Basin, *Mar. Geol.*, 122, 109–124.
- Kadarman, J.S. (2022). “Penyusunan Peta Deagregasi Nasional untuk Berbagai Jenis Sumber Gempa, Periode Ulang, dan Periode Getar Struktur Untuk Pemilihan dan Modifikasi Ground Motions”. Thesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung.

- Kanamori H. Earthquake physics and real-time seismology. *Nature*, (2008). 451: 271-273
- Kanamori, H., Rivera, L., Lee & W.H.K. (2010). Historical seismograms for unravelling a mysterious earthquake: The 1907 Sumatra Earthquake. *Geophys. J. Int.* 183(1), 358-374, doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04731.x.
- Karig, D. E., M. B. Lawrence, G. F. Moore, And J. R. Curray. (1980). Structural Framework Of The Fore-Arc Basin , Nw Sumatra, *J. Geol. Soc. London.*, 137, 77–91.
- Katili, J. A. (1991). Tectonic evolution of eastern Indonesia and its bearing on the occurrence of hydrocarbons: *Marine and Petroleum Geology*, v. 8, p. 70–83.
- Katili, J.A. and Soetadi, R. (1971). Neotectonics and seismic zones of Indonesia. *Proc. R. Sot. N.Z. Bull.*, 9: 39-45.
- Katili, J.A. (1978). "Past and present geotectonic position of Sulawesi, Indonesia". *Tectonophysics*, 45(4), pp.289-322.
- Katili, J.A. (1970). Naplet structures and transcurrent faults in Sumatra. *Bulletin of the National Institute of Geology and Mining, Bandung*, 3, 11-28.
- Kertapati, E. (2006). Aktivitas Gempa Bumi di Indonesia Perspektif Regional Pada Karakteristik Gempa Bumi Merusak. *Pusat Survei Geologi, Bandung*, 109.
- Kopp H. (2013). The control of subduction zone structural complexity and geometry on margin segmentation and seismicity: *Tectonophysics*, v. 589, p. 1–16, doi:10.1016/j.tecto.2012.12.037.

- Kopp, H. (2013). Invited Review Paper: The Control Of Subduction Zone Structural Complexity And Geometry On Margin Segmentation And Seismicity, *Tectonophysics*, 589, 1–16, Doi:10.1016/J.Tecto.2012.12.037.
- Kopp, H. Dkk. (2008). Lower Slope Morphology Of The Sumatra Trench System, *Basin Res.*, 20(4), 519–529, Doi:10.1111/J.1365-2117.2008.00381.X.
- Kopp, H., & Kukowski, N. (2003). "Backstop geometry and accretionary mechanics of the Sunda margin". *Tectonics*, 22(6).
- Kopp, H., D. Hindle, D. Klaeschen, O. Oncken, C. Reichert, And D. Scholl (2009). Anatomy Of The Western Java Plate Interface From Depth-Migrated Seismic Images, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 288(3-4), 399–407, Doi:10.1016/J.Epsl.2009.09.043.
- Kopp, H., D. Klaeschen, E. R. Flueh, And C. Reichert (2002). Crustal Structure Of The Java Margin From Seismic Wide-Angle And Multichannel Reflection Data, *J. Geophys. Res.*, 107(B2), 1–1–1–24.
- Kopp, H., E. Flueh, C. Petersen, W. Weinrebe, A. Wittwer, And M. Scientists (2006). The Java Margin Revisited: Evidence For Subduction Erosion Off Java, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 242(1-2), 130–142, Doi:10.1016/J.Epsl.2005.11.036.
- Kopp, H., E. R. Flueh, D. Klaeschen, And C. Reichert (2001). Crustal Structure Of The Central Sunda Margin At The Onset Of Oblique Subduction, *Geophys. J. Int.*, 147, 449–474.
- Kopp, H., Weinrebe, W., Ladage, S., Barckhausen, U., Klaeschen, D., Flueh, E.R., Gaedicke, C., Djajadihardja, Y., Grevemeyer, I.,

- Krabbenhöft, A. and Papenberg, C. (2008). Lower slope morphology of the Sumatra trench system. *Basin Research*, 20(4), pp.519-529.
- Kramer S.L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*. New Jersey: Prentice Hall.
- Makrup, L, et.al. (2010). *Hazard Deaggregation for Indonesia*, Jurnal Teknik Sipil Vol. 17, 181-190
- Marafi, N. A., Makdisi, A. J., Eberhard, M. O., & Berman, J. W. (2020). Impacts of an M9 Cascadia Subduction Zone Earthquake and Seattle Basin on Performance of RC Core Wall Buildings. *Journal of Structural Engineering*, 146(2), 04019201. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)st.1943-541x.0002490](https://doi.org/10.1061/(asce)st.1943-541x.0002490)
- Marafi, N. A. (2018). *Impacts of an M9 Cascadia Subduction Zone Earthquake on Structures Located In Deep Sedimentary Basins*, PhD thesis, University of Washington, Seattle.
- Marliyani, G. I. (2016). *Neotectonics of Java, Indonesia: Crustal deformation in the overriding plate of an orthogonal subduction system*. Doctoral dissertation, Arizona State University.
- Marliyani, G.I. and Grant, L.G., (2016). Trenching as a method of paleoseismological data collection: improved techniques and applications. *Applied Geology in California*: Anderson, R. and Ferriz, H., (eds.), 2016, 1000 p.
- Marliyani, G.I., Arrowsmith, J.R. and Whipple, K.X. (2016). Characterization of slow slip rate faults in humid areas: Cimandiri fault zone, Indonesia. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*.

- Marliyani, G.I., Arrowsmith, R. and Helmi, H. (2015). December. Evidence of Multiple Ground-rupturing Earthquakes in the Past 4000 Years along the Pasuruan Fault, East Java, Indonesia. In AGU Fall Meeting Abstracts.
- Matson, R. G., And G. F. Moore (1992), Structural Influences On Neogene Subsidence In The Central Sumatra Fore-Arc Basin, In Aapg Memoir 53, Geology And Geophysics Of Continantal Margins, Edited By J. J. Watkins, F. Zhiqiang, And K. J. Mcmillen, Pp. 157–181, American Association Of Petroleum Geologist, Tulsa, Ok, United States.
- McBirney, A. R., Serva, L., Guerra, M., & Connor, C. B. (2003). Volcanic and seismic hazards at a proposed nuclear power site in central Java. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 126(1), 11-30.
- McCann, W.R., Nishenko, S.P., Sykes, L.R. & Krause, J. (1979). "Seismic gaps and plate tectonics: Seismic potential for major boundaries". *Pure Appl. Geophys.* 117, 1082-1147.
- McGuire, R. (1995). *Probabilistic Seismic Hazard Analysis and Design Earthquakes: Closing the Loop. Bull. Seismol. Soc. Am.*, 85(5), pg 1275-1284.
- McGuire R.K. (2004). *Seismic Hazard and Risk Analysis*. Earthquake Engineering Research Institute MNO-10.
- Meilano, I., Abidin, H. Z., Andreas, H., Gumilar, I., Sarsito, D., Hanifa, R., ... & Fukuda, Y. (2012). Slip rate estimation of the Lembang Fault West Java from geodetic observation. *Journal of Disaster Research*, 7(1), 12-18.
- Milsom, J. (1985). New Guinea and the western Melanesian arcs, dalam A. E. M. Nairn, F.

- Milsom, J., Masson, D. & Nicols, G. (1992b). Three Trench Endings In Eastern Indonesia. *Marine Geology*, 104, 227-241.
- Milsom, J., Masson, D., Nichols, G., Sikumbang, N., Dwiyanto, B., Parson, L. & Kallagher, H. (1992a). The Manokwari Trough And The Western End Of The New Guinea Trench. *Tectonics*, 11, 145-153.
- Moore, G. F., & Karig, D. E. (1980). Structural geology of Nias Island, Indonesia; implications for subduction zone tectonics. *American Journal of Science*, 280(3), 193-223.
- Moore, G. F., Kadarisman, D., Evans, C. A., & Hawkins, J. W. (1981). Geology of the Talaud islands, Molucca sea collision zone, northeast Indonesia. *Journal of Structural Geology*, 3(4), 467-475.
- Mosher, D. C., J. A. Austin, D. Fisher, And S. P. S. Gulick (2008). Deformation Of The Northern Sumatra Accretionary Prism From High-Resolution Seismic Reflection Profiles And Rov Observations, *Mar. Geol.*, 252(3-4), 89–99, Doi:10.1016/J.Margeo.2008.03.014.
- Mukti, M. M., S. C. Singh, R. Moeremans, N. D. Hananto, H. Permana, And I. Deighton (2012a). Neotectonics of The Southern Sumatran Forearc, *In Indonesian Petroleum Association, 36th Annual Convention And Exhibition*, P. Ipa12–G–074.
- Mukti, M. M., S. C. Singh, I. Deighton, N. D. Hananto, R. Moeremans, And H. Permana (2012b). Structural Evolution of Backthrusting In The Mentawai Fault Zone, Offshore Sumatran Forearc, *Geochemistry, Geophys. Geosystems*, 13(12), 1–21, Doi:10.1029/2012gc004199.
- Mukti, M., S. Singh, N. Hananto, H. Permana, And I. Deighton (2011). Doubly Vergent Accretionary Wedge Active Tectonics In The

- Sumatra Subduction Zone, In *Agu Fall Meeting*, P. 2356, American Geophysical Union, San Francisco.
- Natawidjaja, D. H. and M. R. Daryono. (2016). Present-day tectonics and earthquake history of Java, Indonesia, in *Proceedings GEOSEA XIV Congress and 45th IAGI Annual Convention 2016*.
- Natawidjaja, D. H., And K. Sieh. (1994). Slip-Rate Along The Sumatran Transcurrent Fault And Its Tectonic Significance, *Paper Presented At Conference On Tectonic Evolution Of Southeast Asia*, Geol. Soc. London.
- Natawidjaja, D. H., K. Sieh, M. Chlieh, J. Galetzka, B. W. Suwargadi, H. Cheng, R. L. Edwards, J.-P. Avouac, And S. N. Ward. (2006). Source Parameters Of The Great Sumatran Megathrust Earthquakes Of 1797 And 1833 Inferred From Coral Microatolls, *J. Geophys. Res.*, 111(B6), 1–37, Doi:10.1029/2005jb004025.
- Natawidjaja, D. H., And W. Triyoso. (2007). The Sumatran Fault Zone—From Source To Hazard, *J. Earthq. Tsunami*, 1(01), 21–47.
- Natawidjaja, D. H., Bradley, K., Daryono, M. R., Aribowo, S., & Herrin, J. (2017). Late Quaternary eruption of the Ranau Caldera and new geological slip rates of the Sumatran Fault Zone in Southern Sumatra, Indonesia. *Geoscience Letters*, 4(1). doi:10.1186/s40562-017-0087-2
- Natawidjaja, D. H., Sieh, K., Ward, S. N., Cheng, H., Edwards, R. L., Galetzka, J., & Suwargadi, B. W. (2004). "Paleogeodetic records of seismic and aseismic subduction from central Sumatran microatolls, Indonesia". *J. Geophys. Res.: Solid Earth* (1978–2012), 109(B4).

- Newcomb, K. R., And W. R. Mccann. (1987). Seismic History And Seismotectonic Of The Sunda Arc, *J. Geophys. Res.*, 92(B1), 421–439.
- Nugraha, A. D., Supendi, P., Shiddiqi, H., & Widiyantoro, S. (2016). Unexpected earthquake of June 25th , 2015 in Madiun, East Java, *The 5th International Symposium on Earthquake and Disaster Mitigation, Bandung, 19-20 October 2015*. AIP Publishing 1730, 020001 (2016), doi: 10.1063/1.4947369.
- Nugraha, A.D., Shiddiqi, H. A., Widiyantoro, S., Thurber, C.H., Pesicek, J. D., Wiyono, S. H., Ramdhan, M., Wandono, Irsyam, M. (2016). Hyocenter relocation of earthquakes along the Sunda arc, Indonesia using a 3D seismic velocity model, *in preparation to be submitted to Bulletin Seismological Society of America*.
- Nugraha, A.D., Shiddiqi, H.A., Widiyantoro, S., Ramdhan, M., Handayani, T. & Nugroho, H. (2015). April. Preliminary results of teleseismic double-difference relocation of earthquakes around Indonesian archipelago region. *In 4th International Symposium On Earthquake And Disaster Mitigation 2014 (ISEDMD 2014) (Vol. 1658, No. 1, p. 030002)*. AIP Publishing., doi: 10.1063/1.4915010.
- Nugraha, A.D., Supendi, P., Shiddiqi H.A., Widiyantoro, S., Puspito, N.T., Wandono., Wiyono, S. (2016). Small Earthquakes line "Swarm" around Madiun, East Java and Halmahera, Molucca Regions, Indonesia, *in preparation to be submitted to Earth, Planet, and Space*.
- Nugraha, A.D., Supendi, P., Widiyantoro, S. (2016). Earthquake hypocenter determination and focal mechanism to identify active fault around madiun-East Java, *in preparation to be submitted to Geological Society, London*.

- Pamumpuni, A. (2016). *Neotektonik Papua, Indonesia*. Institut Teknologi Bandung.
- Pamumpuni, A. (2016). "Neotektonik Papua, Indonesia". Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung.
- Pamumpuni, A., dan Sapiie, B. (2013): Preliminari result of the Sorong-Yapen Fault Zone Neotectonic Study, *Proceedings of the Asia Oceania Geoscience Society*, 10/Brisbane, Australia.
- Pawirodikromo, W. (2012). *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta, Pustaka Pelajar.
- Petersen M.D., et.al, (2008). *Probabilistic Seismic Hazard for Southeast Asia*. International Conference of Earthquake Engineering and Disaster Mitigation, Jakarta.
- Prawirodirdjo, L., Bock, Y., Genrich, J. F., Puntodewo, S. S. O., Rais, J., Subarya, C., & Sutisna, S. (2000). "One century of tectonic deformation along the Sumatran fault from triangulation and Global Positioning System surveys". *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* (1978–2012), 105(B12), 28343-28361.
- Puntodewo, S. S. O., Mccaffrey, R., Calais, E., Bock, Y., Rais, J., Subarya, C., Poewariardi, R., Stevens, C., Genrich, J., Fauzi, Zwick, P. & Wdowinski, S. 1994. Gps Measurements Of Crustal Deformation Within The Pacific-Australia Plate Boundary Zone In Irian Jaya, Indonesia. *Tectonophysics*, 237, 141-153.
- Pusat Studi Gempa Nasional (PuSGeN). (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Kabupaten Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Pemukiman – Badan Penelitian

dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Rangin, C., Le Pichon, X., Mazzotti, S., Pubellier, M., Chamot-Rooke, N., Aurelio, M., Walpersdorf, A., dan Quebral, R. (1999): Plate convergence measured by GPS across the Sundaland/Philippine Sea Plate deformed boundary: The Philippines and eastern Indonesia, *Geophysical Journal International*, 2, 296-316.

Raghunandan, M. (2013). *Influence of Long Duration Ground Shaking on Collapse of*. (2013), PhD thesis, University of Colorado, Boulder.

Reid, H. (1910). *The Mechanics of the Earthquake, The California Earthquake of April 18, 1906, Report of the State Investigation Commission, Vol.2*. Washington, D.C: Carnegie Institution of Washington.

Reiter, L. (1990). *Earthquake Hazard Analysis: Issues and Insights*. New York: Columbia University Press.

Robinson, G. P. & Ratman, N. (1978). The Stratigraphic And Tectonic Development Of The Manokwari Area, Irian Jaya. *Bmr Journal Of Australian Geology And Geophysics*, 3.

Robinson, G. P., Ryburn, R. J., Tobing, S. L. & Achdan, A. (1988). Geological Data Record Steenkool (Wasior)-Kaimana.

Sapiie, B. & Cloos, M. (2004). Strike-Slip Faulting In The Core Of The Central Range Of West New Guinea: Ertsberg Mining District, Indonesia. *Geological Society Of America Bulletin*, 116, 277-293.

Sapiie, B. (1998). Strike-slip faulting, breccia formation and porphyry Cu-Au mineralization in the Gunung Bijih (Ertsberg) mining district, Irian Jaya, Indonesia, Tesis Ph D, University of Texas at Austin.

- Sapiie, B., Adyagharini, A. C., Pamumpuni, A. & Riadini, P. (2009). Tectonic Evolution Of Bird Head Region, West Papua, Indonesia. In: Sage, London.
- Sapiie, B., dan Pamumpuni, A. (2013): Tectonic Evolution of Large-Scale Active Strike-Slip Fault Zone in West Papua, Indonesia, Proceedings of the Asia Oceania Geoscience Societ/Brisbane, Australia.
- Sapiie, B., Natawidjaja, D. H., dan Cloos, M. (1999): Strike-slip Tectonic of New Guinea: Transform motion between the Caroline and Australian Plate, Proceedings of the Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Jakarta, 1-15.
- Sapiie, B., Pamumpuni, A., Adyagharini, A. C., dan Riadini, P. (2010): Some Constraint in Tectonic Reconstructions of Bird's Head Region, Papua, Indonesia, Tectonic Crossroads: Evolving Orogens of Eurasia-Africa-Arabia.
- Satjana, A. H., Nugroho, D., & Surantoko, I. (1999). Tectonic controls on the hydrocarbon habitats of the Barito, Kutei, and Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia: major dissimilarities in adjoining basins. *Journal of Asian Earth Sciences*, 17(1), 99-122.
- Sengara, I.W., Merati, W., Irsyam, M. Natawidjaja, D.H., Kertapati, E., Widiyantoro, S., Triyoso, W., Meilano, I., Sumiartha, P., Hendarto, Daryono, M., Abuhuroyroch, K.M. (2009), *Pengembangan Peta Zonasi Gempa Indonesia dan Rekomendasi Parameter Design Seismik dengan Analisis Bahaya Gempa Probabilistik Terintegrasi (Pulau Sumatra, Jawa, dan Nusa Tenggara)*”, Laporan Pekerjaan untuk Kementerian Riset dan Teknologi-Deputi Pendayagunaan dan Pemasyarakatan-Analisis Kebutuhan Iptek, Juni.

- Sengara, I.W., (2010), *An Integrated Seismic Hazard Investigation for City of Bandung*, Asahi Glass Foundation Research Report, Institute for Research and Community Service, ITB.
- Shiddiqi, H. A. (2015). Relokasi Hiposenter Teleseismik Double-difference Gempa di Indonesia dengan Menggunakan Model Kecepatan Seismik 3D. *Master Thesis*. Institut Teknologi Bandung.
- Shiddiqi, H. A., Widiyantoro, S., Nugraha, A. D., Ramdhan, M., Wandono, Sutiyono, ... & Nugroho, H. (2015). Preliminary result of teleseismic double-difference relocation of earthquakes in the Molucca collision zone with a 3D velocity model. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1658, No. 1, p. 030011). AIP Publishing.
- Sieh, K. & Natawidjaja, D. (2000). Neotectonics of the Sumatran fault, Indonesia. *J. Geophys. Res.* 105(28), 295–28, 326.
- Sieh, K., D. H. Natawidjaja, A. J. Meltzner, C.-C. Shen, H. Cheng, K.-S. Li, B. W. Suwargadi, J. Galetzka, B. Philibosian, And R. L. Edwards (2008). Earthquake Supercycles Inferred From Sea-Level Changes Recorded In The Corals Of West Sumatra, *Science* (80-.), 322(5908), 1674–8, Doi:10.1126/Science.1163589.
- Sieh, K., J. Rais, And Y. Bock (1991), Neotectonic And Paleoseismic Studies In West And North Sumatra, *Eos Trans. AGU*, 72(44), 460.
- Sieh, K., J. Zachariasen, Y. Bock, L. Edwards, F. Taylor, And P. Gans (1994), Active Tectonics Of Sumatra, *In Geol. Soc. Am. Abstr. Programs*, Vol. 26, P. 382.
- Sieh, K., Natawidjaja, D. H., Meltzner, A. J., Shen, C. C., Cheng, H., Li, K. S., ... & Edwards, R. L. (2008). "Earthquake supercycles inferred from

- sea-level changes recorded in the corals of west Sumatra". *Science*, 322(5908), 1674-1678.
- Sieh, K., Ward, S. N., Natawidjaja, D., & Suwargadi, B. W. (1999). "Crustal deformation at the Sumatran subduction zone revealed by coral rings". *Geophysical Research Letters*, 26(20), 3141-3144.
- Simandjuntak, T.O., 1993. "Neogene
- Singh, S. C., Hananto, N., Mukti, M., Robinson, D. P., Das, S., Chauhan, A., ... & Harjono, H. (2011a). Aseismic zone and earthquake segmentation associated with a deep subducted seamount in Sumatra. *Nature Geoscience*, 4(5), 308-311.
- Singh, S. C., N. D. Hananto, And A. P. S. Chauhan (2011c), Enhanced Reflectivity of Backthrusts in the Recent Great Sumatran Earthquake Rupture Zones, *Geophys. Res. Lett.*, 38, 1–5, Doi:10.1029/2010gl046227.
- Singh, S. C., R. Moeremans, J. Mcardle, And K. Johansen. (2013), Seismic Images Of The Sliver Strike-Slip Fault And Back Thrust In The Andaman-Nicobar Region, *J. Geophys. Res.*, 118(January), 1–17, Doi:10.1002/Jgrb.50378.
- Singh, S., N. Hananto, M. Mukti, H. Permana, Y. Djajadihardja, And H. Harjono (2011b), Seismic Images of The Megathrust Rupture During The 25th October 2010 Pagai Earthquake, Sw Sumatra: Frontal Rupture and Large Tsunami, *Geophys. Res. Lett.*, 38(16), 1–6, Doi:10.1029/2011gl048935.
- Singh, S.C., Hananto, N., Mukti, M., Permana, H., Djajadihardja, Y., Harjono, H. (2011). "Seismic images of the megathrust rupture during the 25 October 2010 Pagai earthquake, SW Sumatra: Frontal rupture

- and large tsunami". *Geophys. Res. Lett.* 38, L16313, doi: 10.1029/2011GL048935.
- Singh, S.C., Hananto, N.D., Chauhan, A.P., Permana, H., Denolle, M., Hendriyana, A. and Natawidjaja, D. (2010). Evidence of active backthrusting at the NE Margin of Mentawai Islands, SW Sumatra. *Geophysical Journal International*, 180(2), pp.703-714.
- Smyth, H.R., Hall, R. and Nichols, G.J. (2008). Cenozoic volcanic arc history of East Java, Indonesia: the stratigraphic record of eruptions on an active continental margin. *Geological Society of America Special Papers*, 436, pp.199-222.
- Somerville, P. G. (2005). Engineering Characterization of Near Fault Ground Motions. *NZSEE Conference*, 1, 1–8.
- Socquet, A., Simons, W., Vigny, C., McCaffrey, R., Subarya, C., Sarsito, D., Ambrosius, B. and Spakman, W. (2006). "Microblock rotations and fault coupling in SE Asia triple junction (Sulawesi, Indonesia) from GPS and earthquake slip vector data". *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 111(B8).
- Socquet, A., Simons, W., Vigny, C., McCaffrey, R., Subarya, C., Sarsito, D., Ambrosius, B., dan Spakman, W. (2006). Microblock rotations and fault coupling in SE Asia triple junction (Sulawesi, Indonesia) from GPS and earthquake slip vector data, *Journal of Geophysical Research*, B08409.
- Stevens, C. W., McCaffrey, R., Bock, Y., Genrich, J. F., Pubellier, M., dan Subarya, C. (2002). Evidence for block rotations and basal shear in the world's fastest slipping continental shear zone in NW New

- Guinea, 87-99 dalam Stein, S. dan Freymueller, J. T., *Plate Boundary Zones*, American Geophysical Union, Washington D.C.
- Stevens, C., McCaffrey, R., Bock, Y., Genrich, J., Subarya, C., Puntodewo, S.S.O. and Vigny, C. (1999). "Rapid rotations about a vertical axis in a collisional setting revealed by the Palu fault, Sulawesi, Indonesia". *Geophysical Research Letters*, 26(17), pp.2677-2680.
- Sukanto, R., Apandi, T., Supriatna, S., & Yasin, A. (1981). The geology and tectonics of Halmahera Island and surrounding areas. *The Geology and Tectonics of Eastern Indonesia*, 2, 349-62.
- Syahbana, A., Irsyam, M. & Hendriyawan. (2019). *Puncak Percepatan Batuan di Pulau Jawa Kala Ulang 2500 Tahun Menggunakan USGS PSHA Modifikasi*. Bandung, Institut Teknologi Bandung, pg 267-276.
- Tim Revisi Peta Gempa Indonesia. (2010b), *Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010*. Laporan Studi.
- Tjia, H. D. (1968). *The Lembang Fault, West Java*, Geologie En Mijnbouw, 47(2), pp. 126-130.
- Tjia, H. D. (1968). *Coastal accretion in western Indonesia*. *Bulletin of National Institute of Geology and Mining*, 1(1).
- Tjia, H. D. (1973). *Irian fault zone and Sorong melange, Indonesia*, Sains Malaysiana, 13-30.
- Tregoning, P., dan Gorbato, A. (2004): Evidence for active subduction at the New Guinea Trench, *Geophysical Research Letters*, 13, L13608.
- Tregoning, P., Lambeck, K., Stolz, A., Morgan, P., McClusky, S. C., Van Der Beek, P., McQueen, H., Jackson, R. J., Little, R. P., Laing, A., dan Murphy, B. (1998), Estimation of current plate motions in Papua

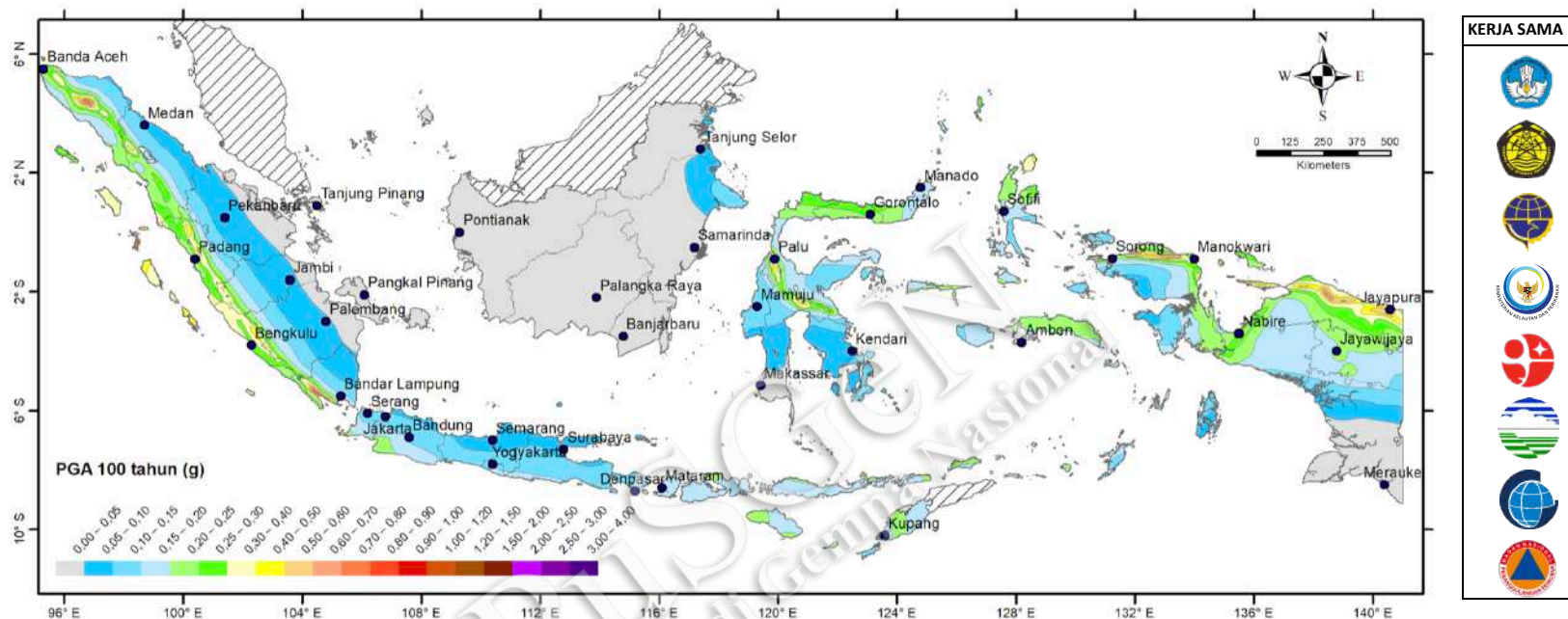
- New Guinea from Global Positioning System observations, *Journal of Geophysical Research B: Solid Earth*, 6, 12181-12203.
- Visser, S. W. (1922), *Inland And Submarine Epicentra Of Sumatra And Java Earthquakes*, Javasche Boekhandel En Drukkerij.
- Visser, W. A. & Hermes, J. J. 1962. *Geological Results Of The Exploration For Oil In Netherlands New Guinea: Carried Out By The Nederlandsche Nieuw Guinee Petroleum Maatschappij*, 1935-1960, S'gravenhage, Staatsdrukkerij-En Uitgeverijbedrijf.
- Wells, D.L., Coppersmith, K.J., (1994). *New Empirical Relationship Among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement*. Bull. Seismol. Soc. Am. 84, pg. 974-1002
- Wichmann, C E A. (1918). *Die Erdbeben des indischen Archipels bis zum Jahre 1857*. (Amsterdam: Muller).
- Wiemer, S. (2001). *A Software Package to Analyze Seismicity: ZMAP*. *Seismological Research Letters*, 72 (2) pg. 373-382.
- Yeats, R. S. (2012). *Active Fault Of The World*, New York, Cambridge University Press.
- Yeats, R. S., Sieh, K. E., Allen, C. R., & Geist, E. L. (1997). *The geology of earthquakes (Vol. 568)*. New York: Oxford university press.
- Youngs, et.al. (1997). *Strong Motion Ground Attenuation Relationships for Subduction Zone Earthquakes*, Seismological Research Letters, Vol. 68, No.1, pg. 58-73.
- Yulihanto, B., And B. Wiyanto (1999), Hydrocarbon Potential Of The Mentawai Forearc Basin West Sumatra, In Proceedings Indonesian Petroleum Association, *Twenty Seventh Annual Convention &*

Exhibition, October 1999, Vol. 1, Pp. 1–7, Indonesian Petroleum Association, Jakarta.

Zhao, J.X., Irikura, K., Zhang, J., Fukushima, Y., Somerville, P.G., Asano, A., Ohno, Y., Oouchi, T., Takahashi, T. and Ogawa, H. (2006). An empirical site-classification method for strong-motion stations in Japan using H/V response spectral ratio. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 96(3), pp.914-925.

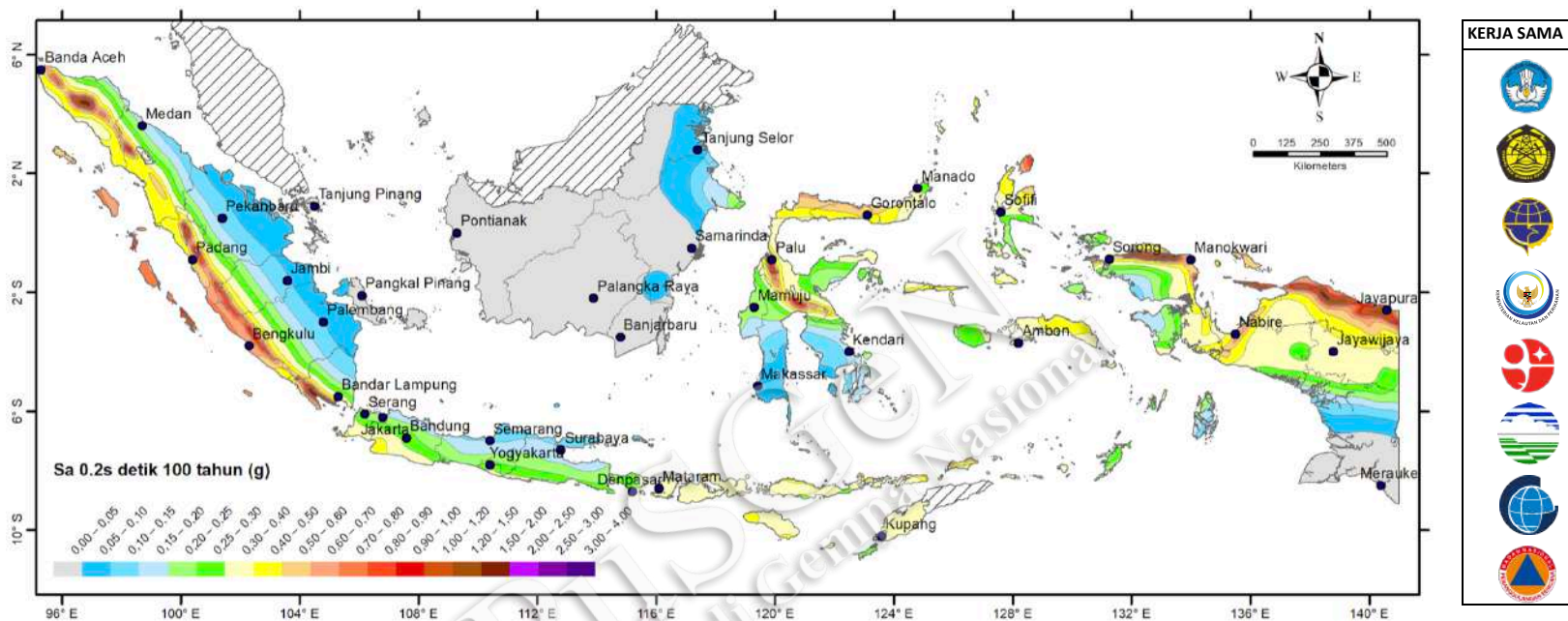
Zimmerman, R. B., Baker, J. W., Hooper, J. D., Bono, S., Haselton, C. B., Engel, A., Hamburger, R. O., Celikbas, A., & Jalalian, A. (2017). Response history analysis for the design of new buildings in the NEHRP provisions and ASCE/SEI 7 standard: Part III - Example applications illustrating the recommended methodology. *Earthquake Spectra*, 33(2), 419–447. <https://doi.org/10.1193/061814EQS087M>

LAMPIRAN - A



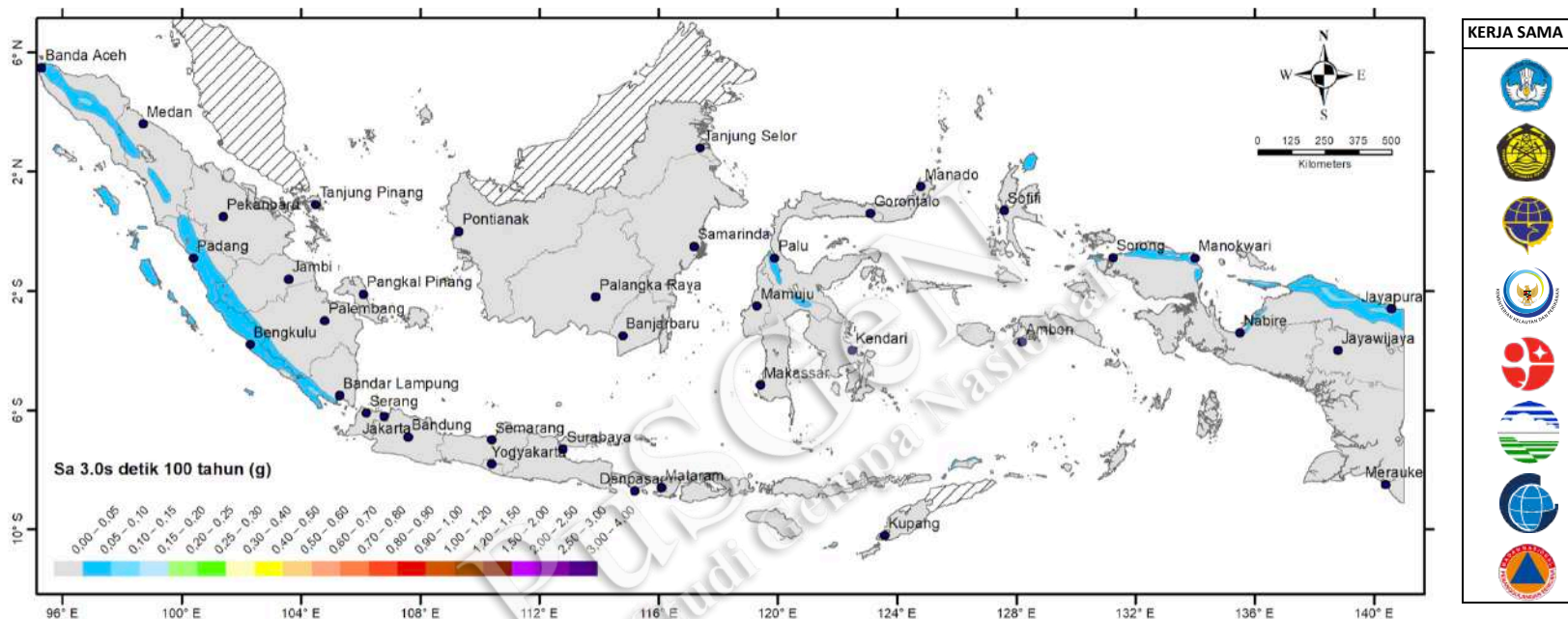
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geophysical Research Center	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L1.1 Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 100 tahun



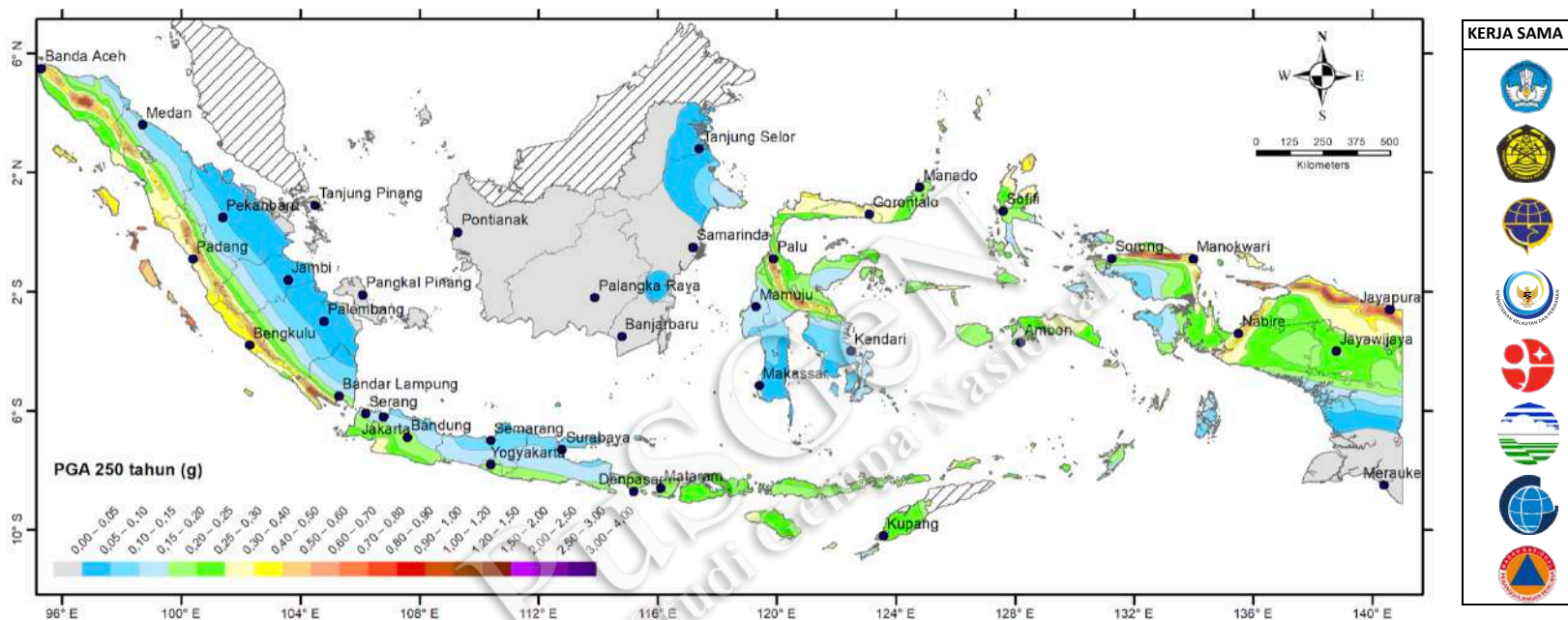
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L1.2 Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 100 tahun



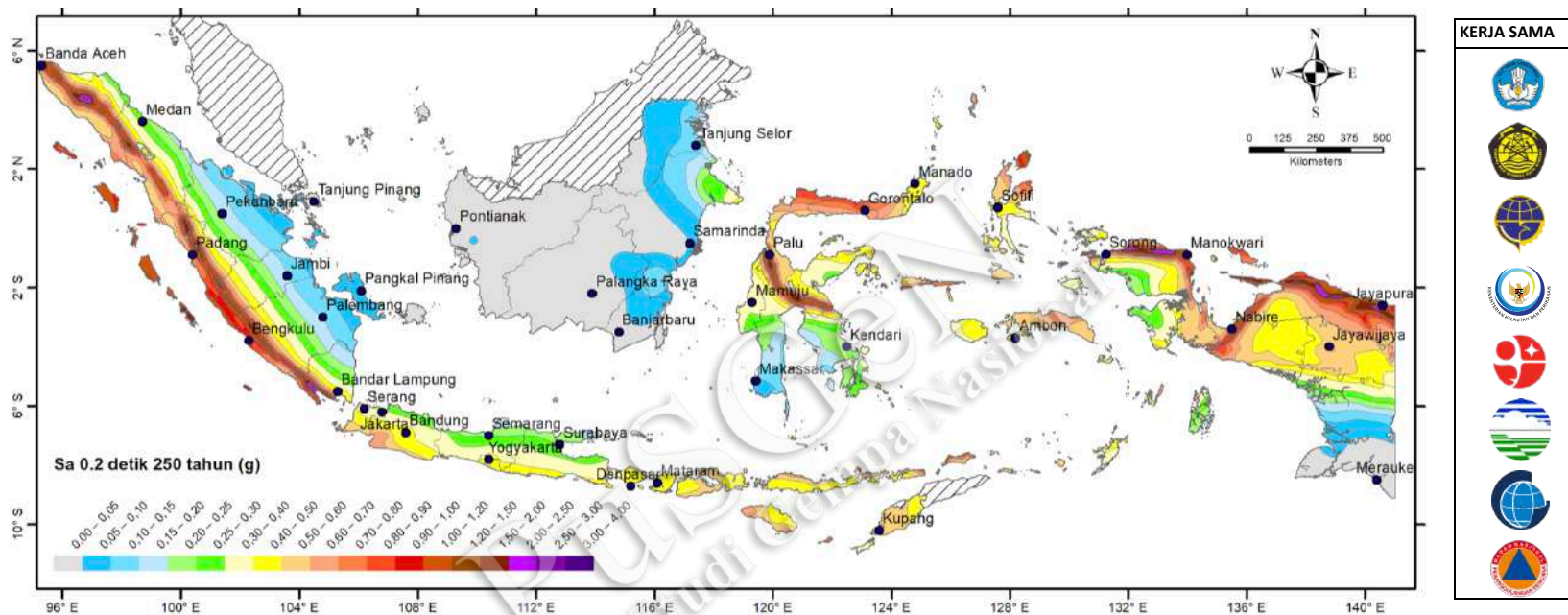
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L1.3 Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 100 tahun



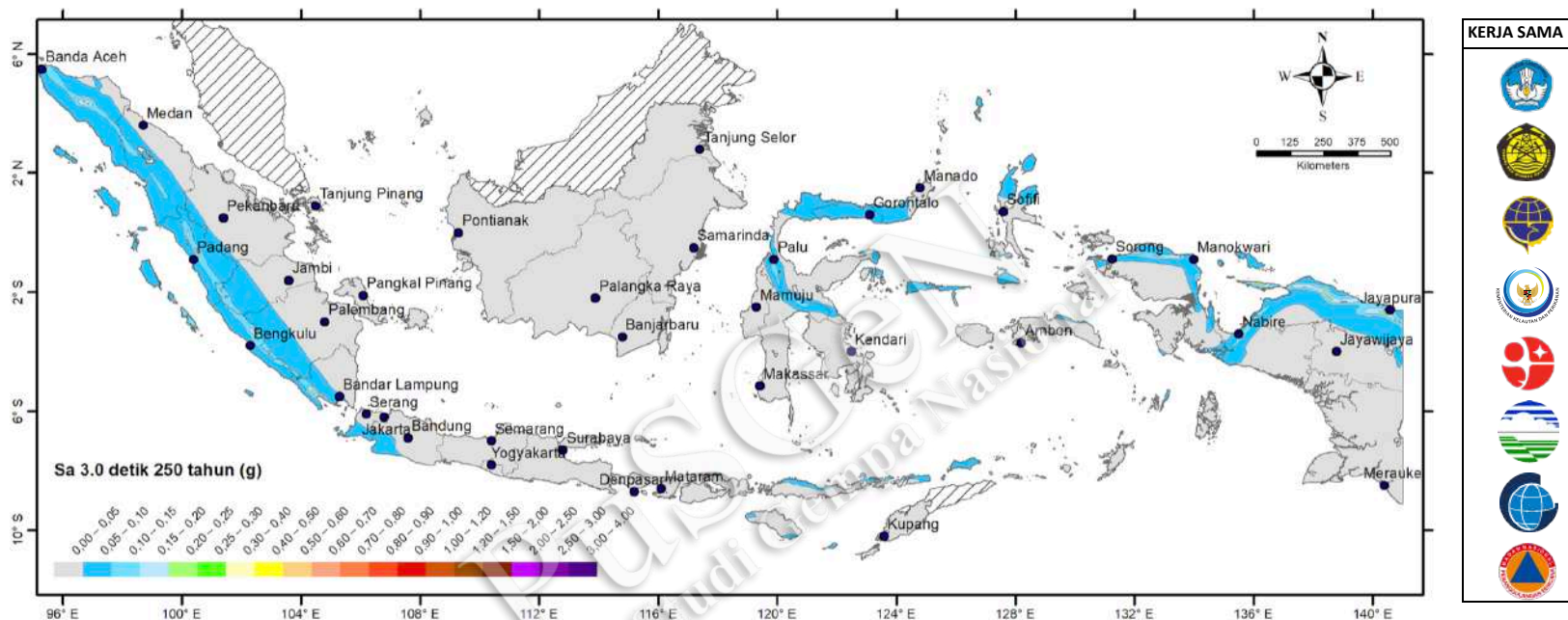
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L1.4 Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 250 tahun



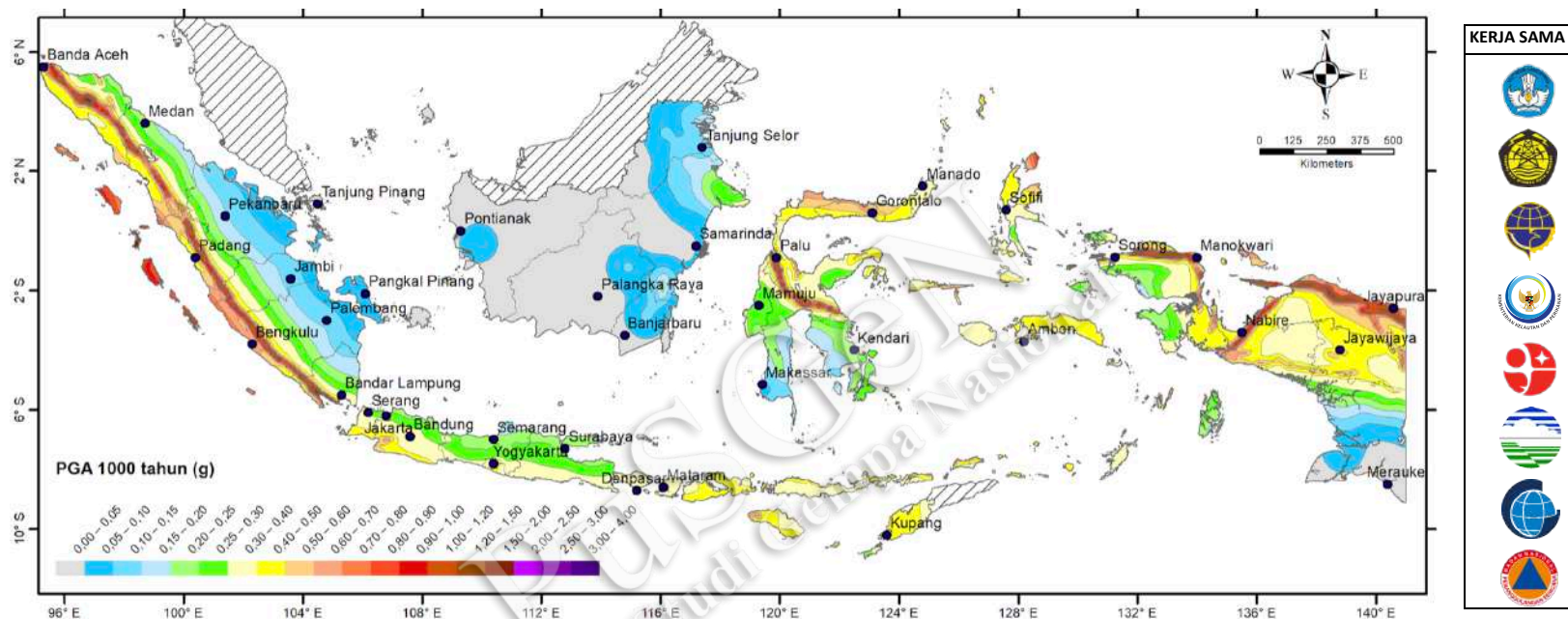
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Disaster	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L1.5 Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 250 tahun



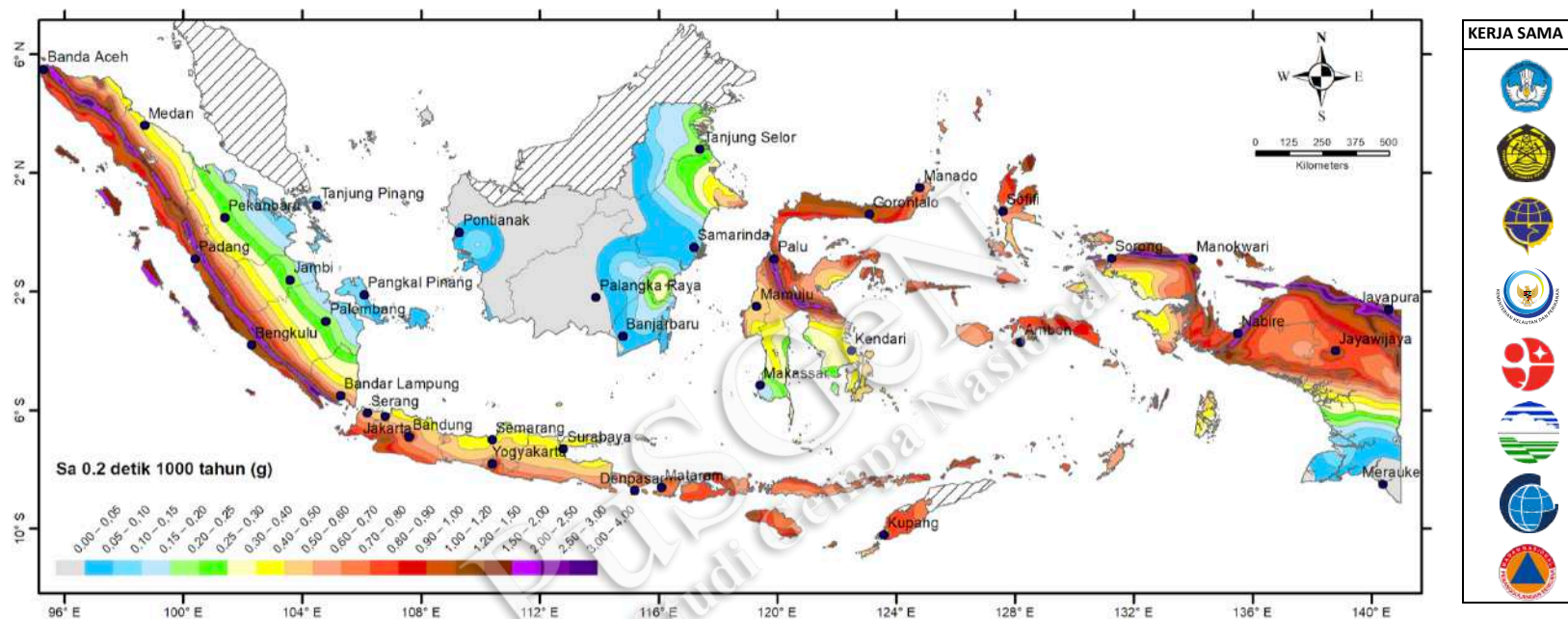
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PusGen Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeliono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L1.6 Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 250 tahun



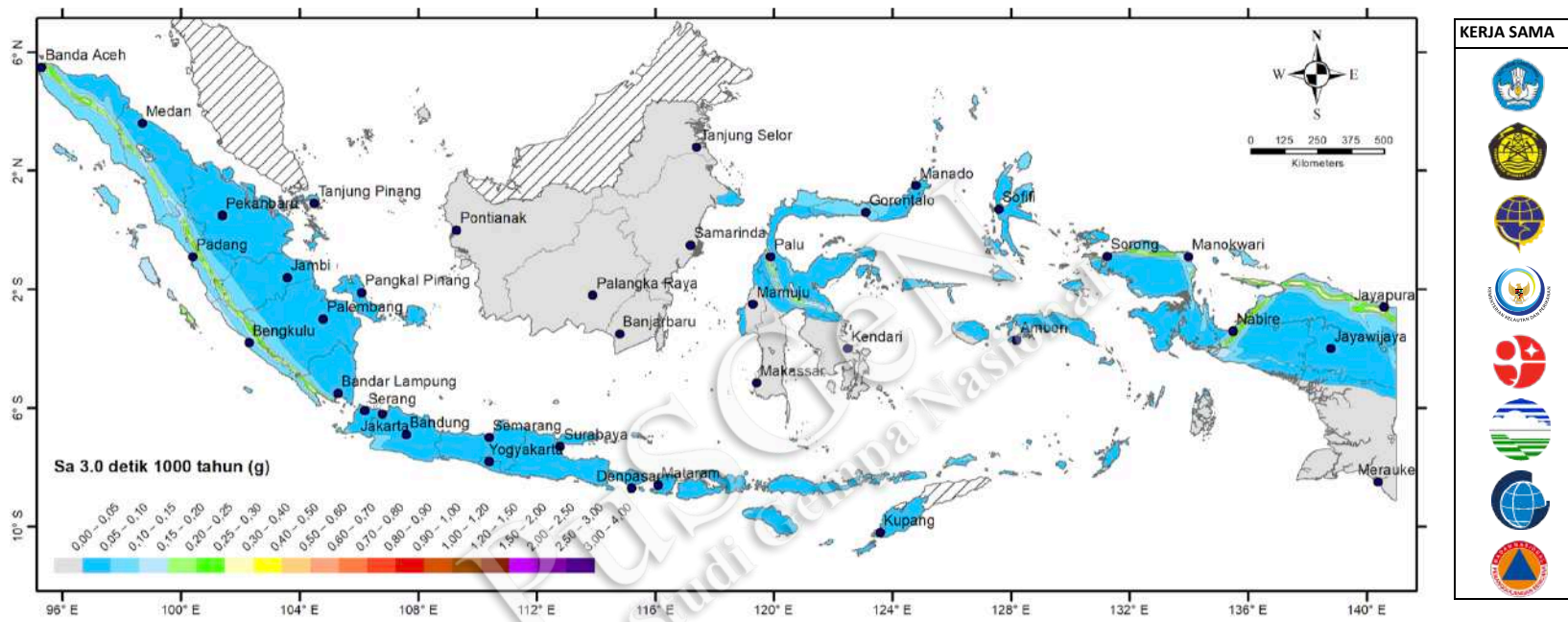
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PusGEn Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L1.7 Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 1000 tahun



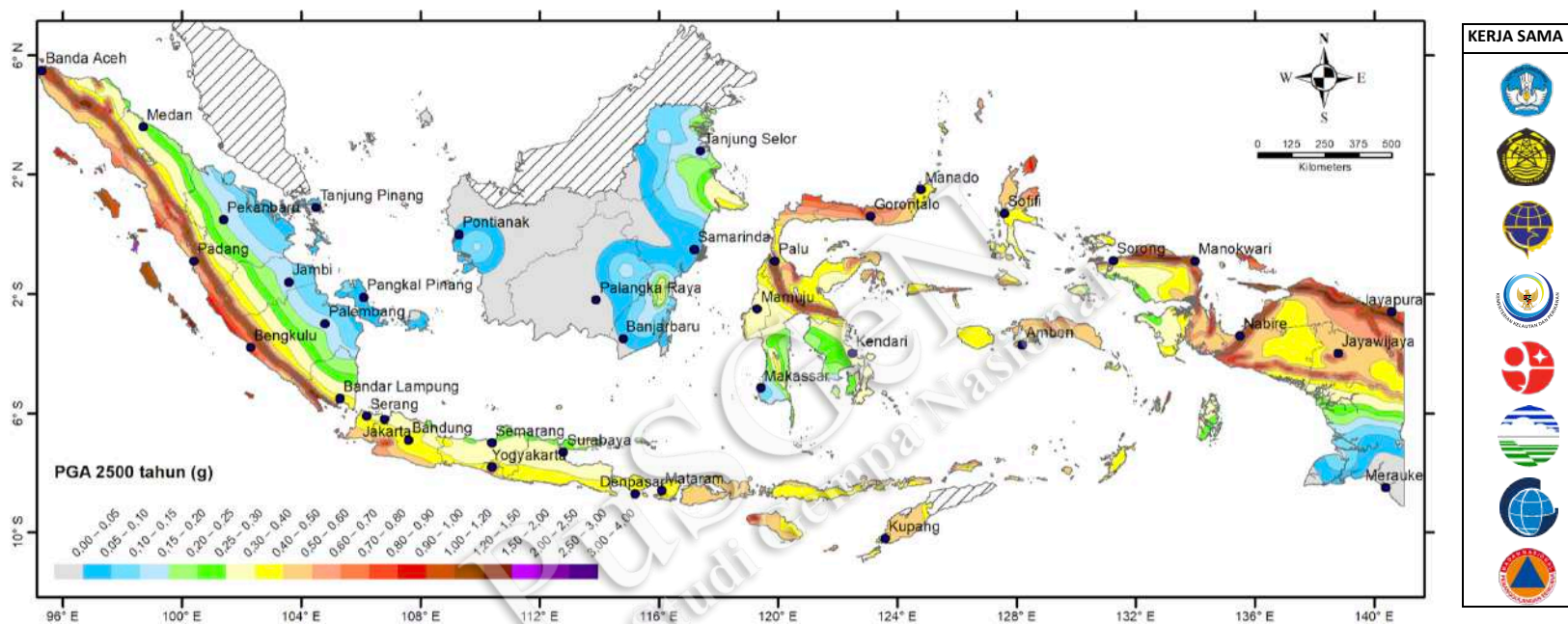
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L1.8 Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 1000 tahun



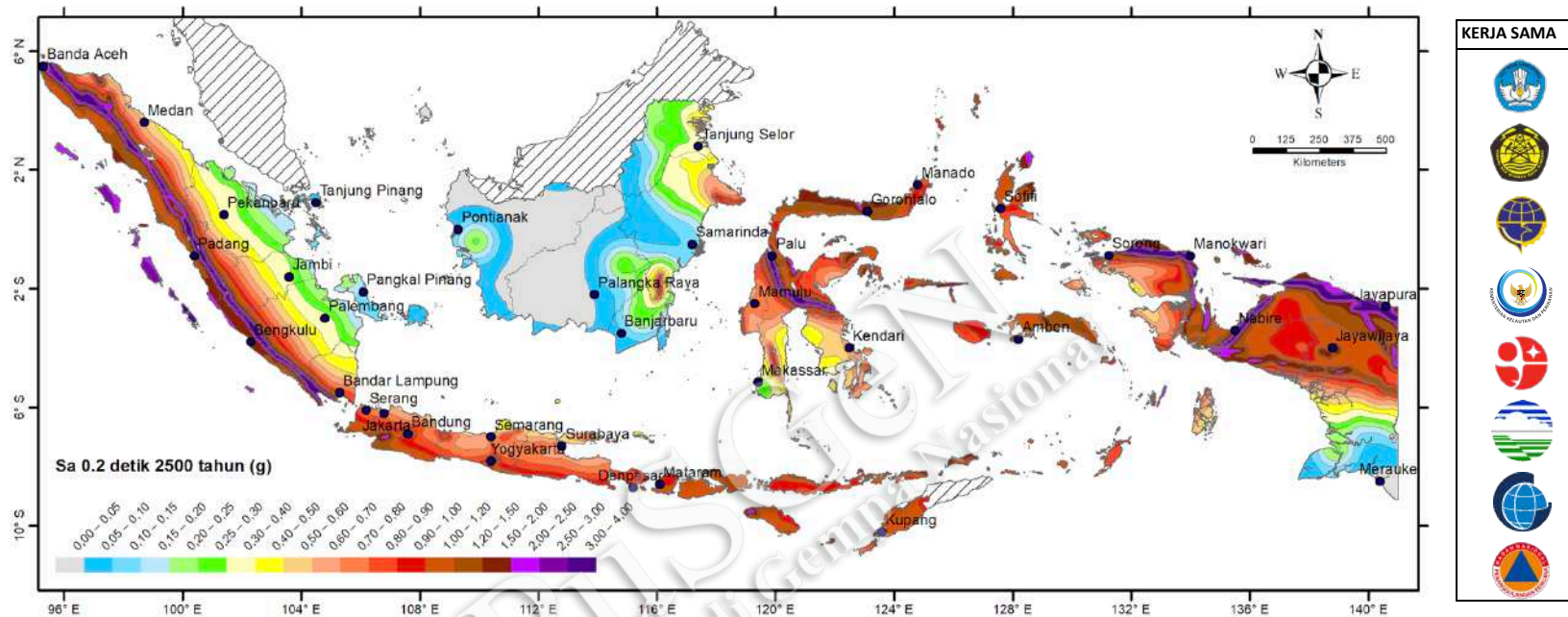
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PusGEn Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L1.9 Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 1000 tahun



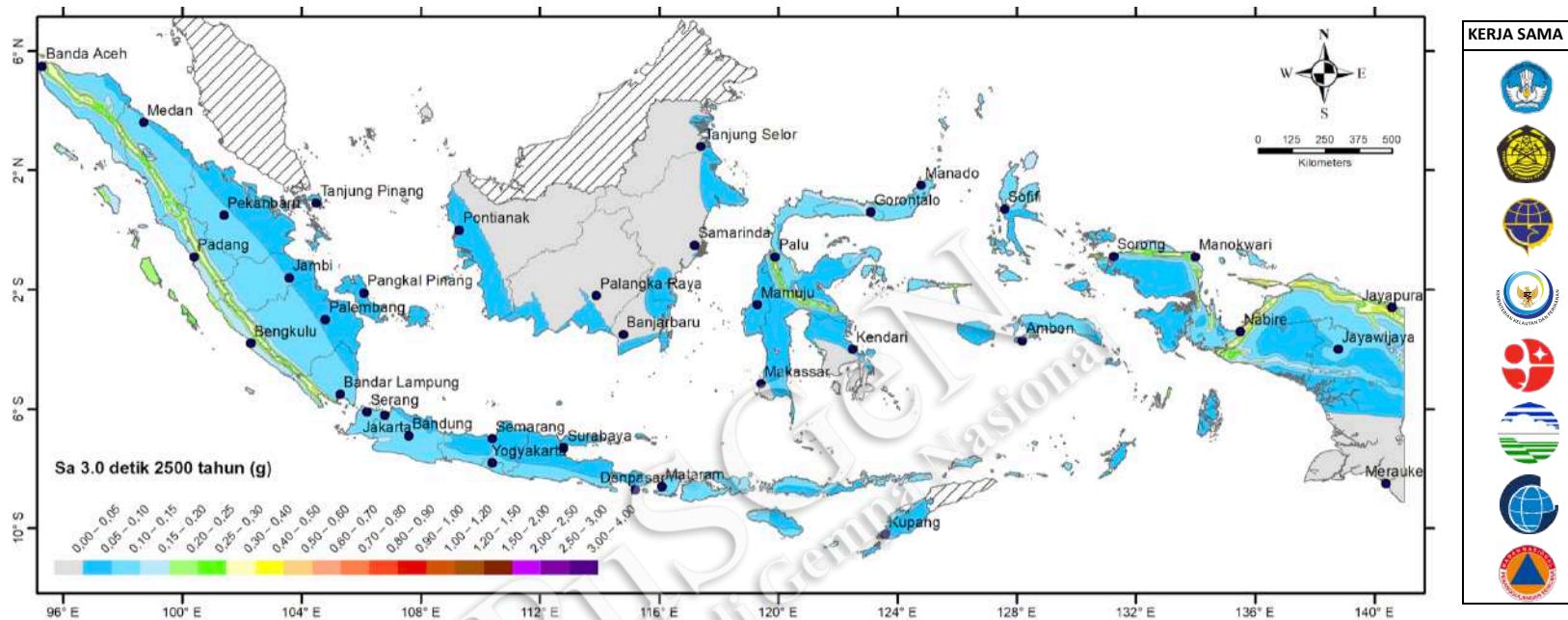
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L1.10 Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 2500 tahun



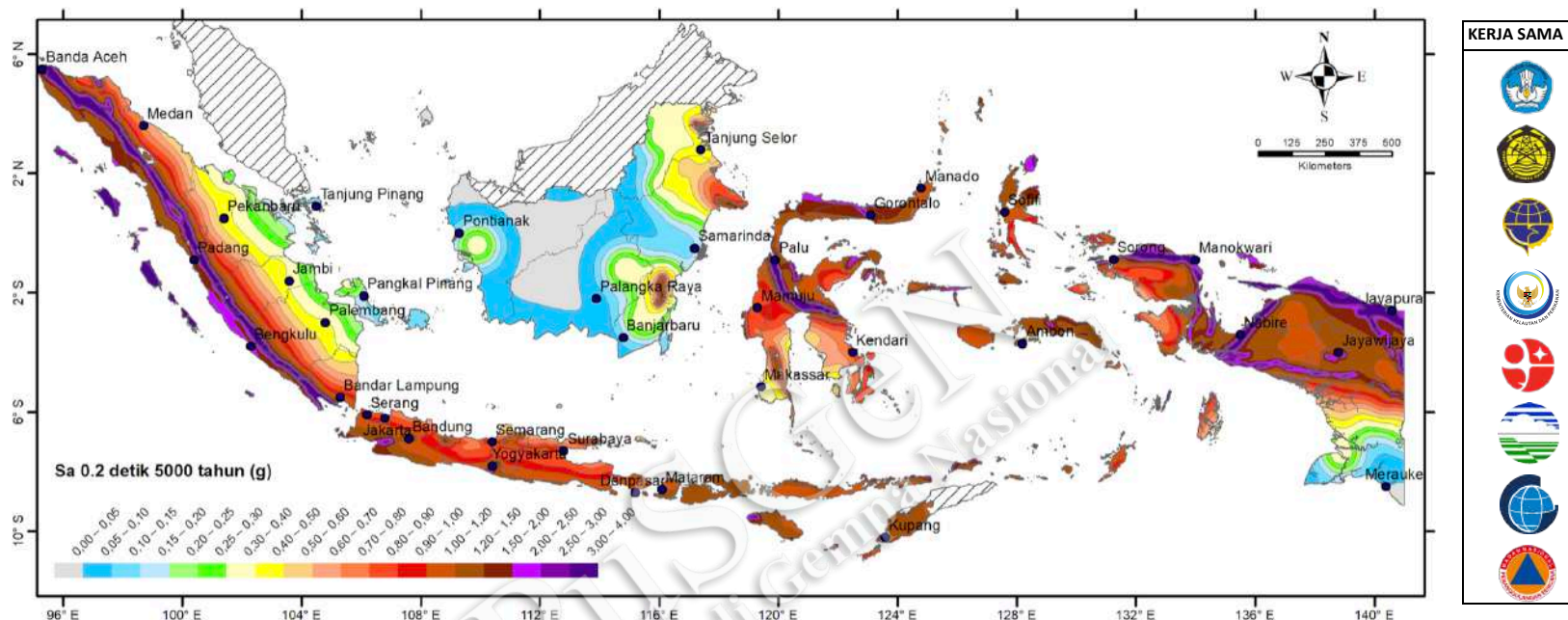
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L1.11 Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 2500 tahun



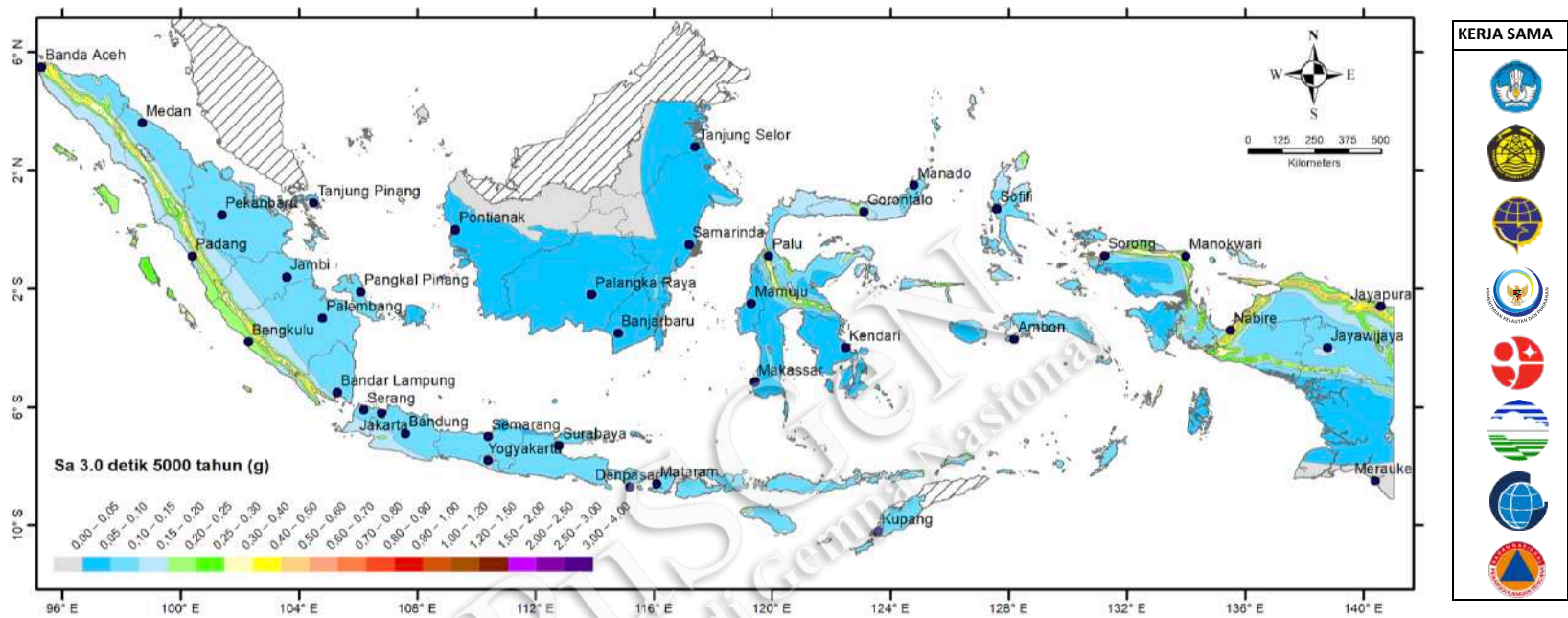
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L1.12 Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 2500 tahun



PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L1.14 Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 5000 tahun



PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geoscience Research Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L1.15 Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 5000 tahun



PuSGeN
Pusat Studi Geografi Nasional
and Center for Earthsystem Studies

1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat)
2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua)
3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua)
4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim)
5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa)
6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA)
7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA)
8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)

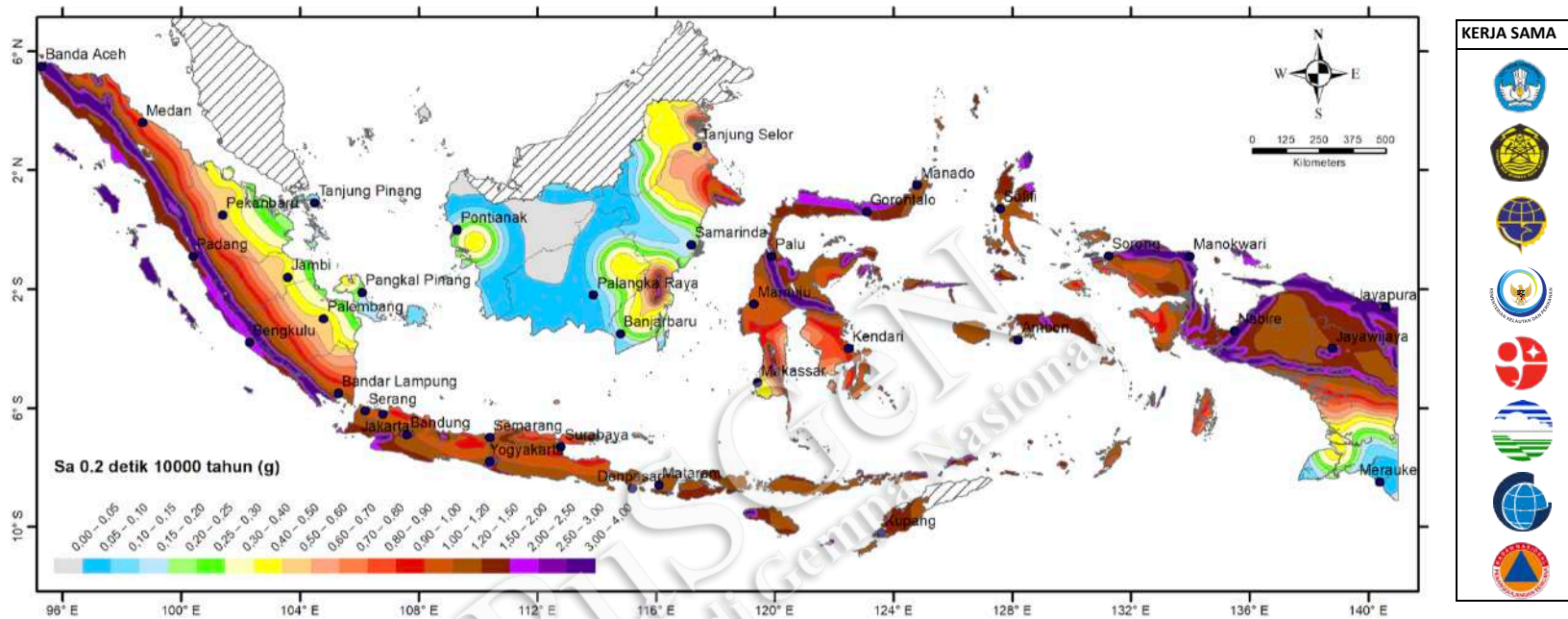


Kementerian Pekerjaan Umum
dan Perumahan Rakyat

Jakarta, 29 November 2022
Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

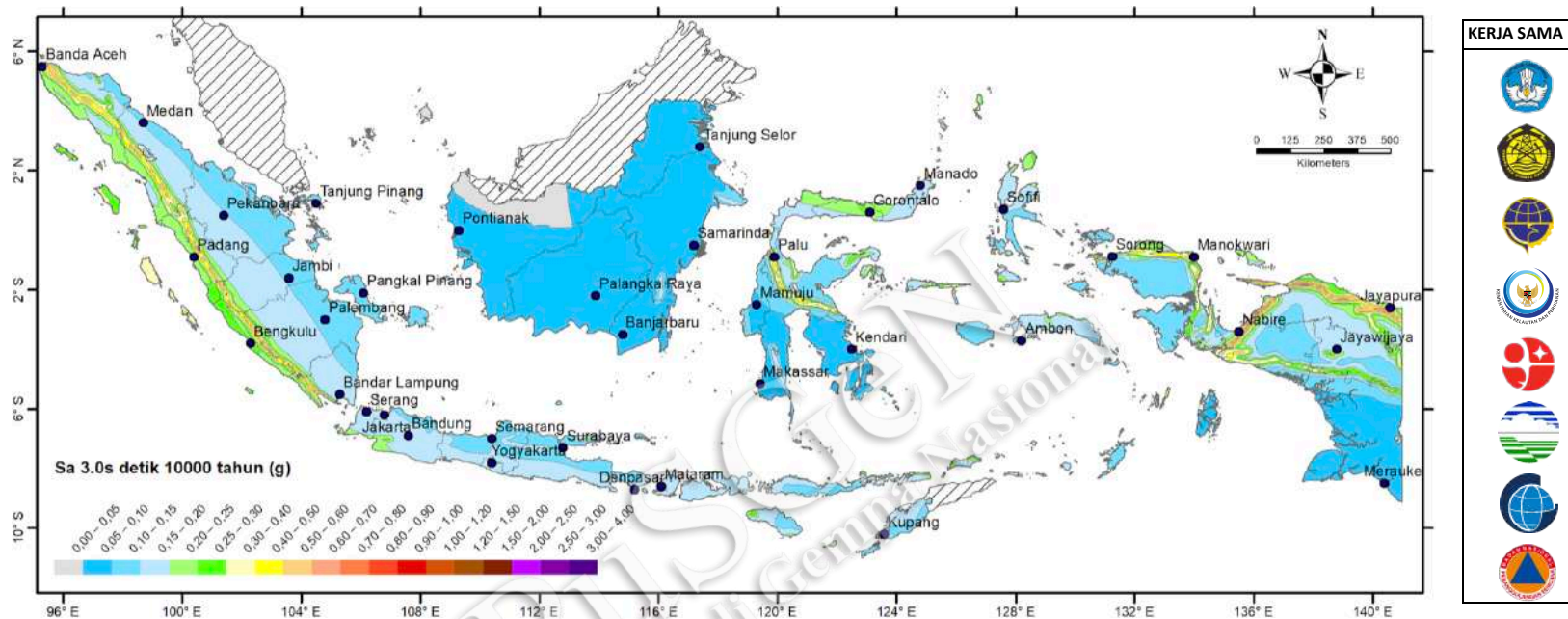

Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L1.16 Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 10000 tahun



PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L1.17 Peta spektrum respon percepatan 0,2-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 10000 tahun

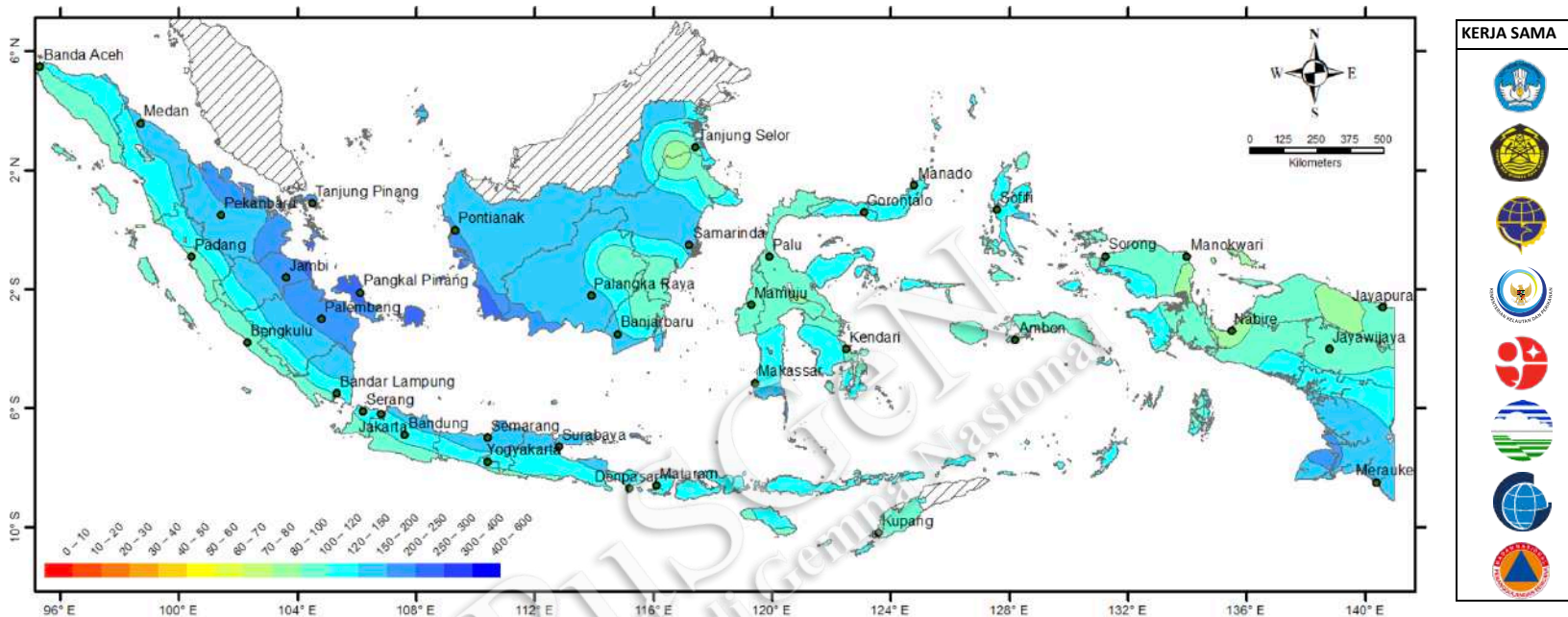


PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L1.18 Peta spektrum respon percepatan 3-detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 10000 tahun

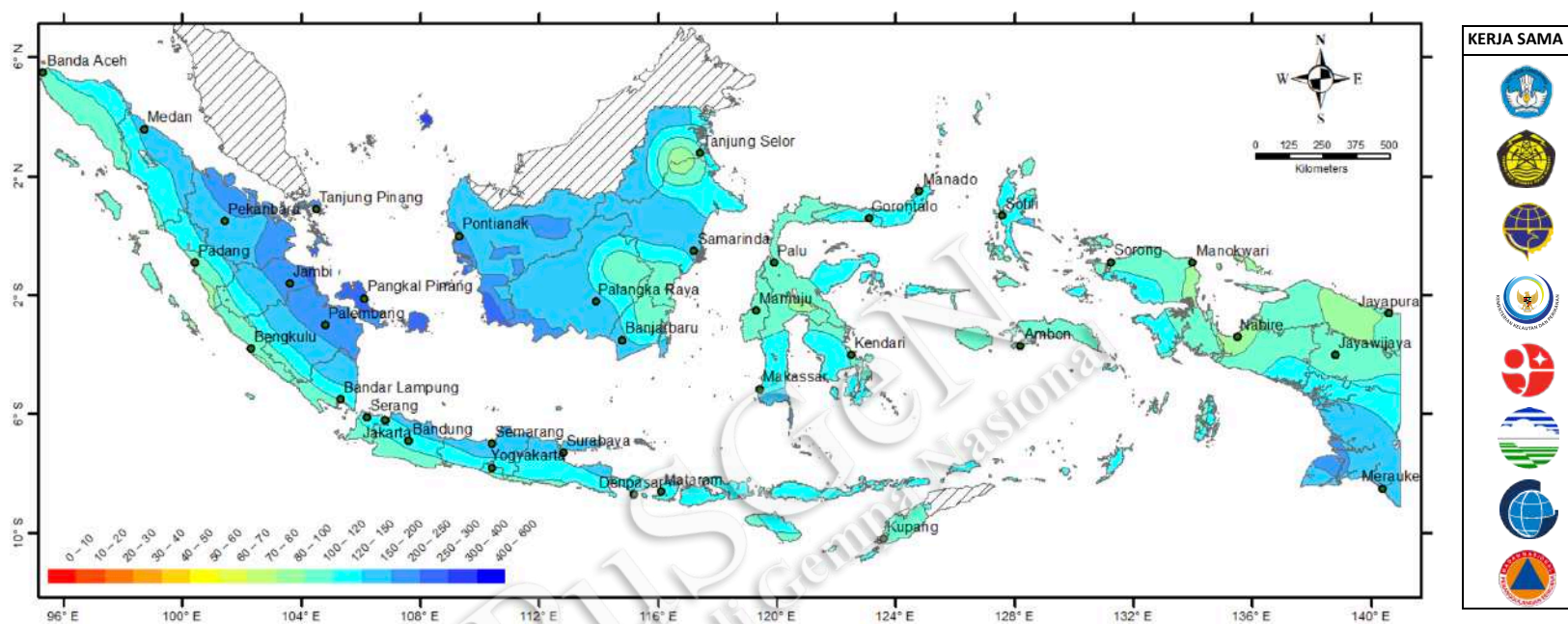
PUSGeN
Pusat Studi Gempa Nasional

LAMPIRAN - B



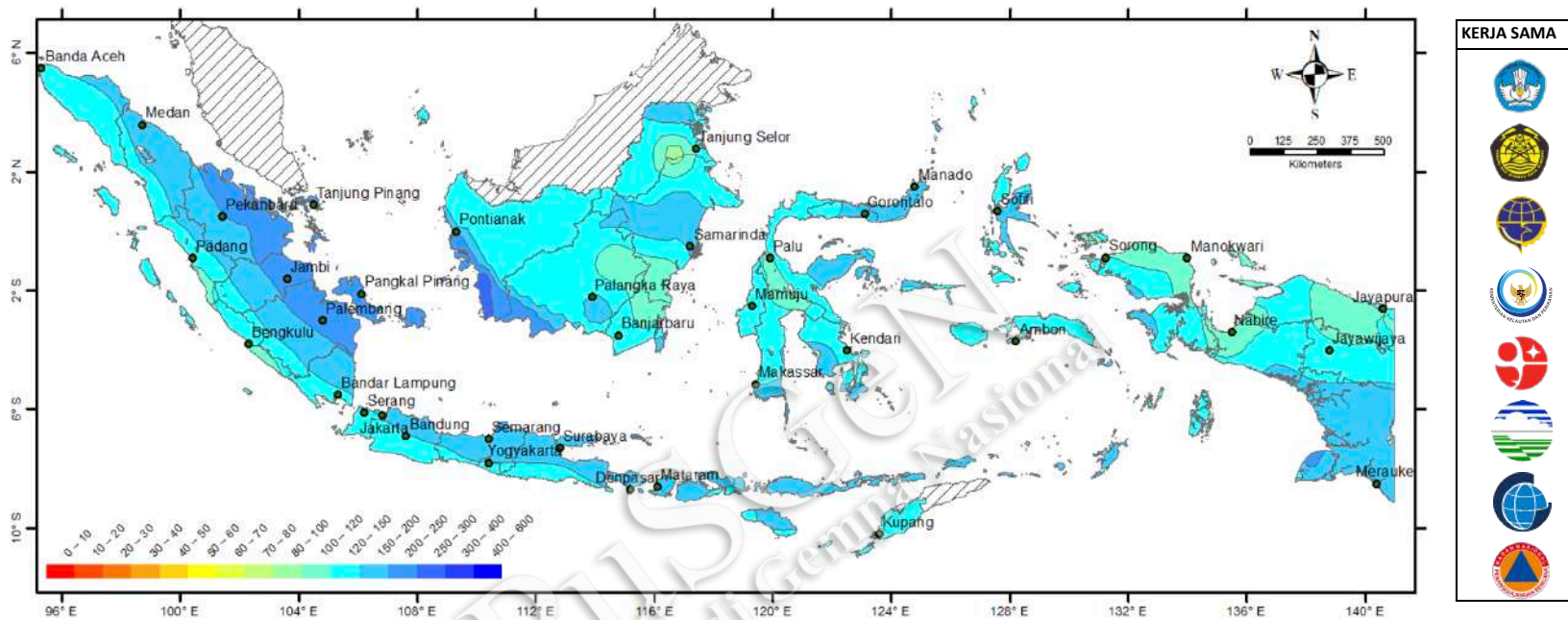
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.1 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun



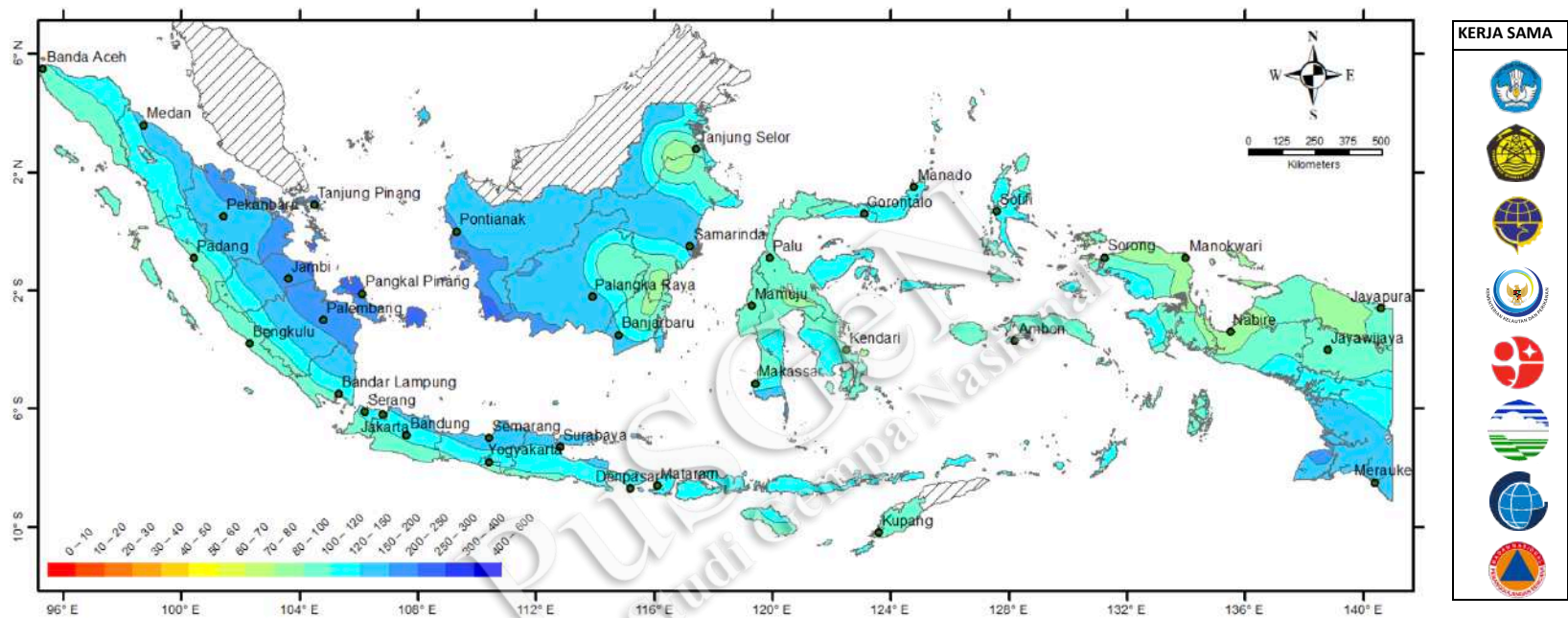
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.2 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



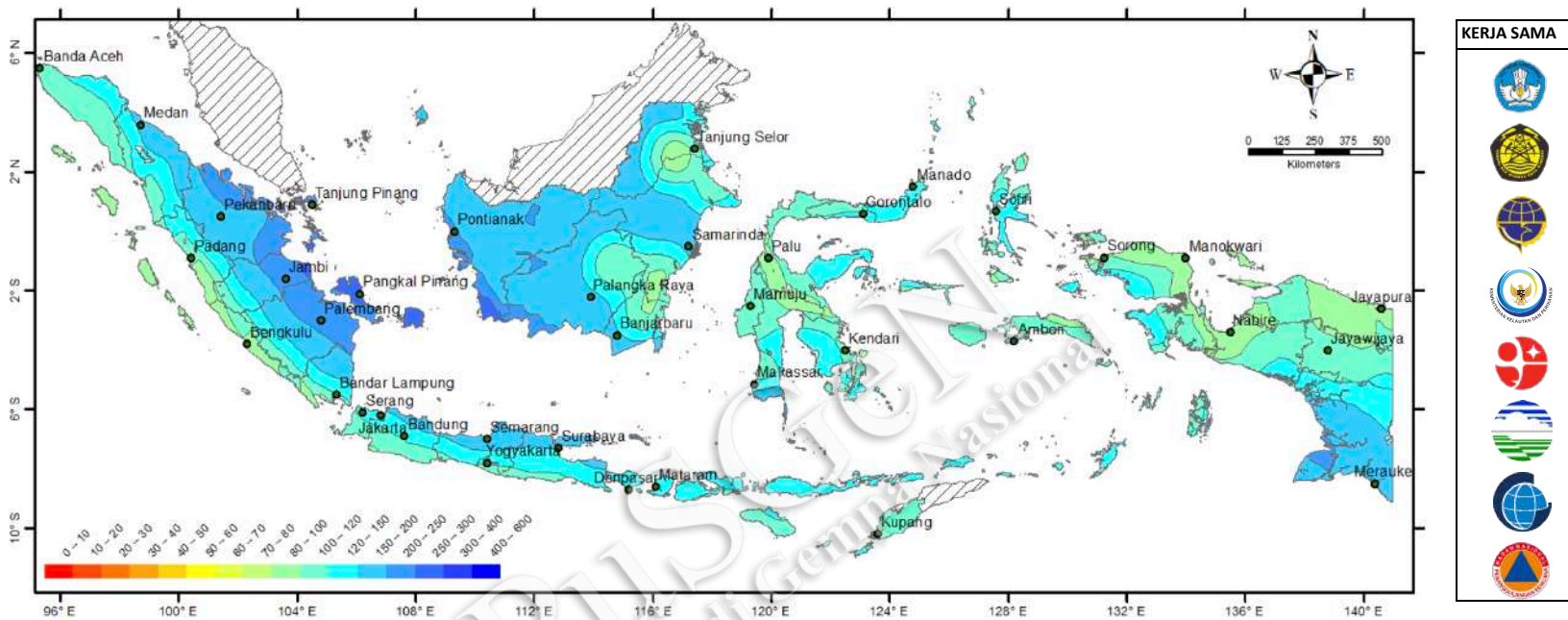
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.3 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



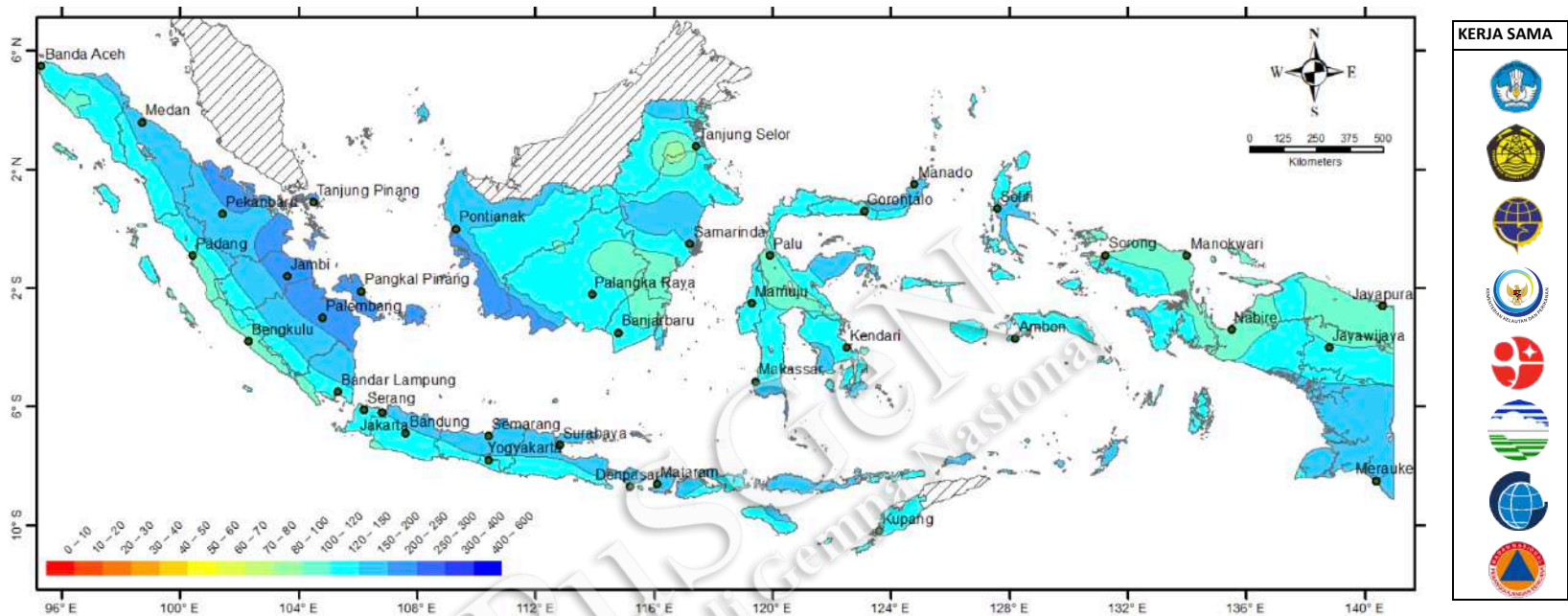
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.4 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun



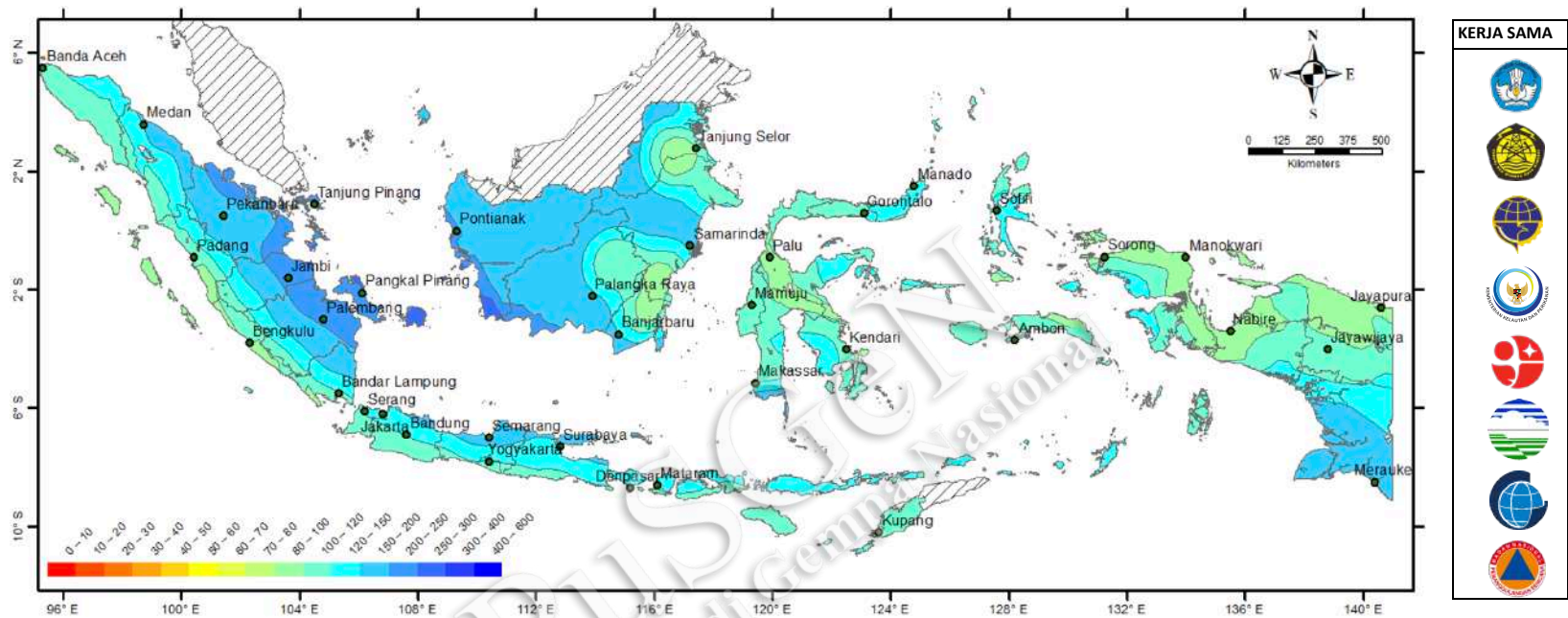
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.5 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



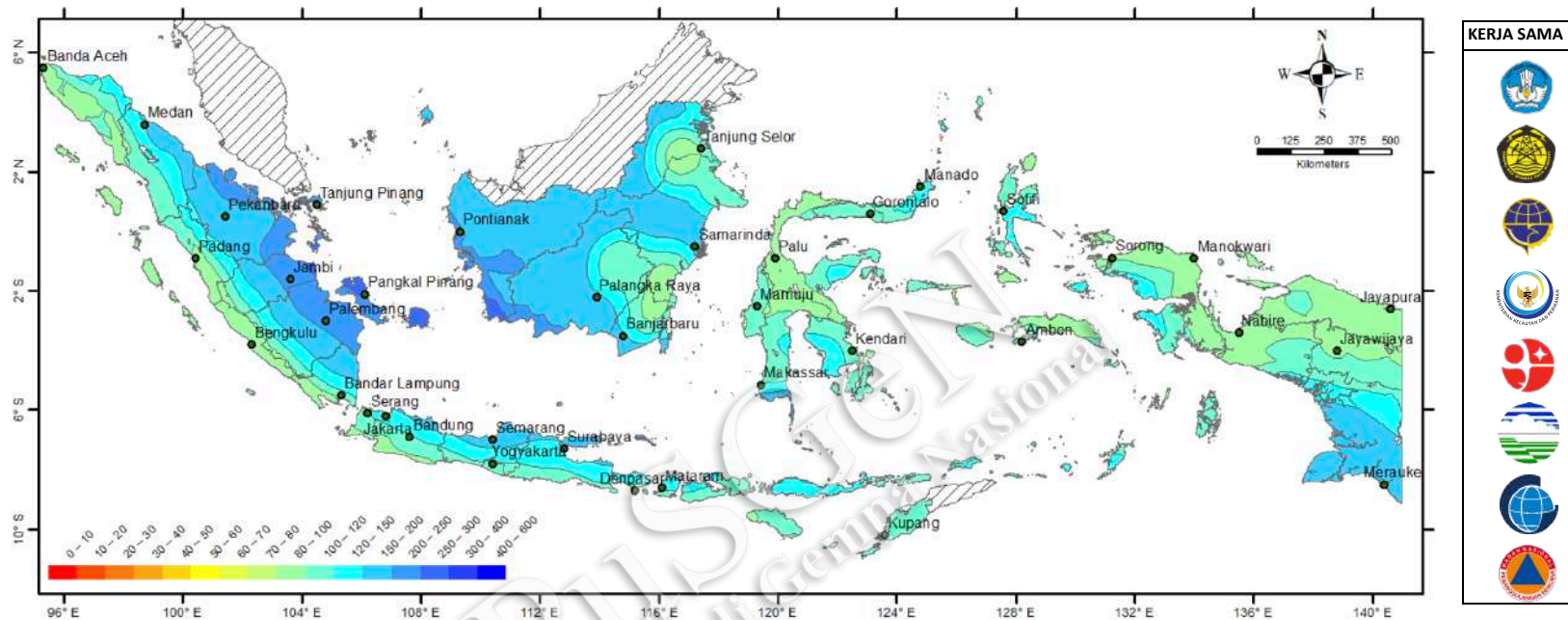
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.6 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



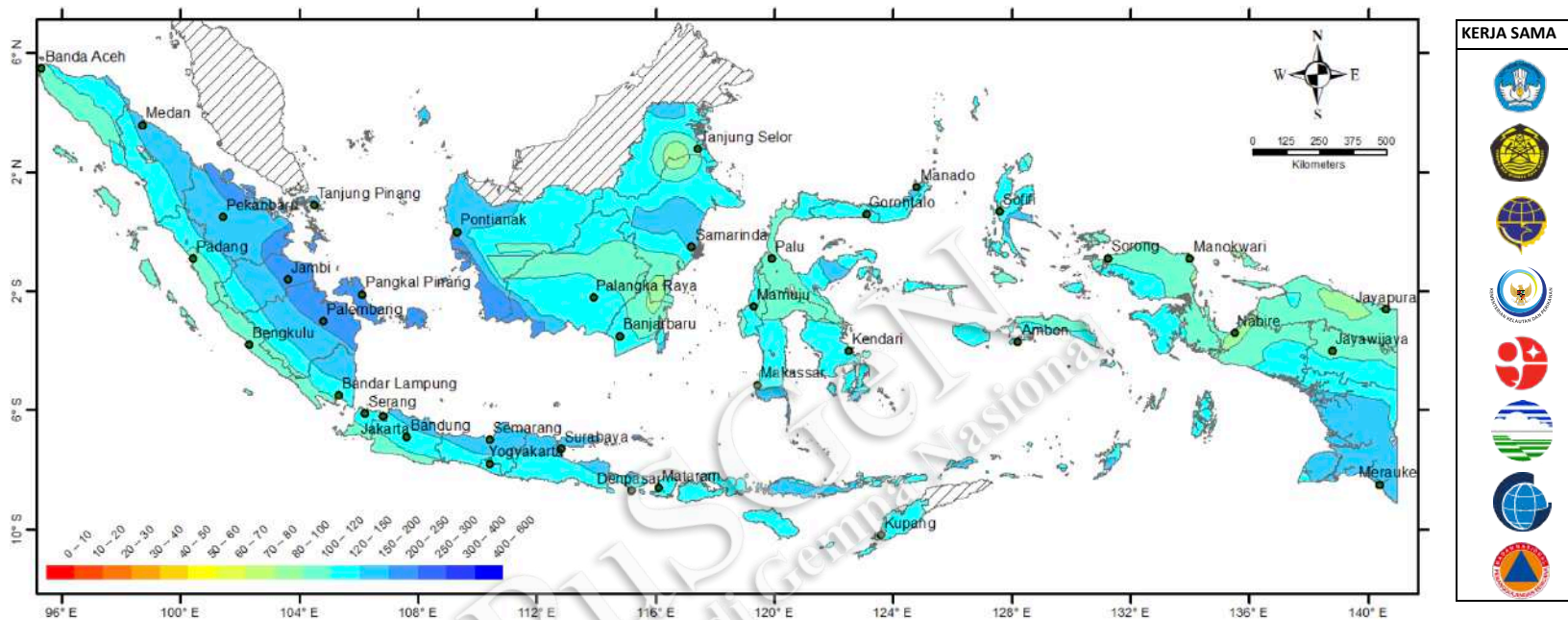
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PusGen Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.7 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun



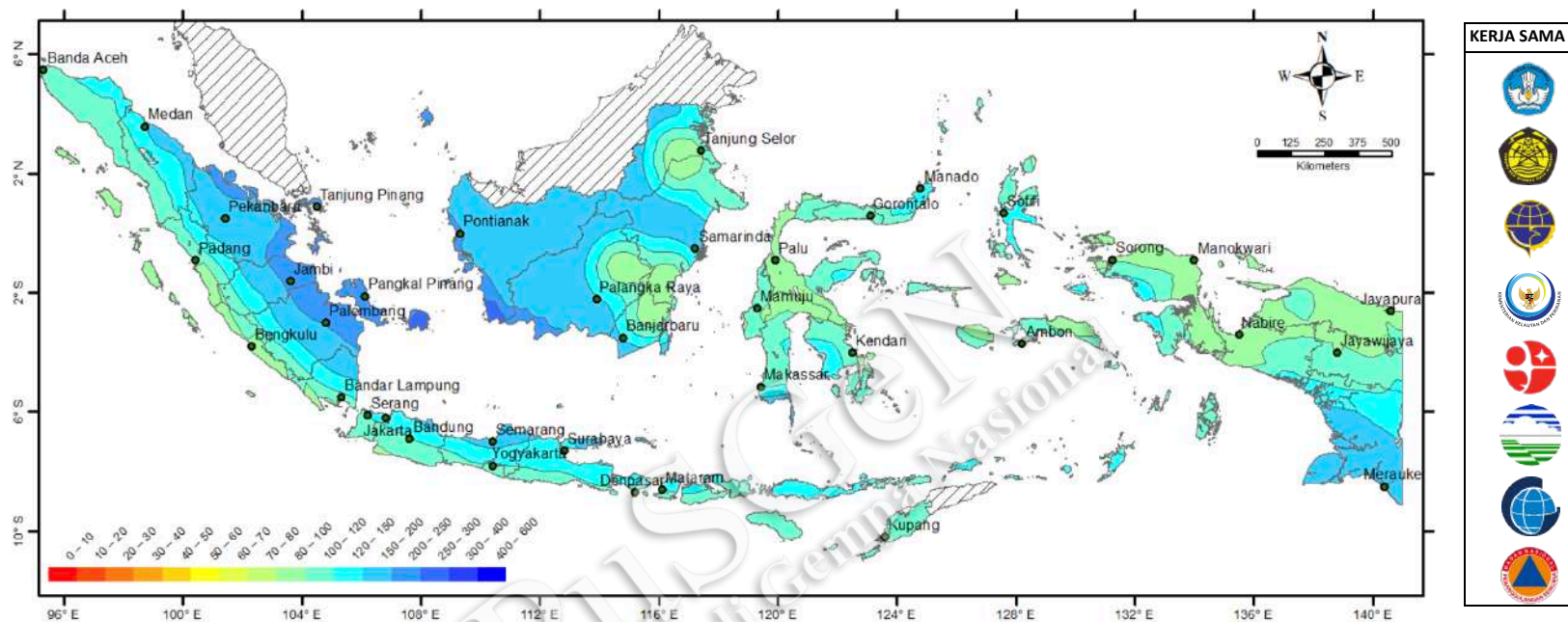
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.8 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun



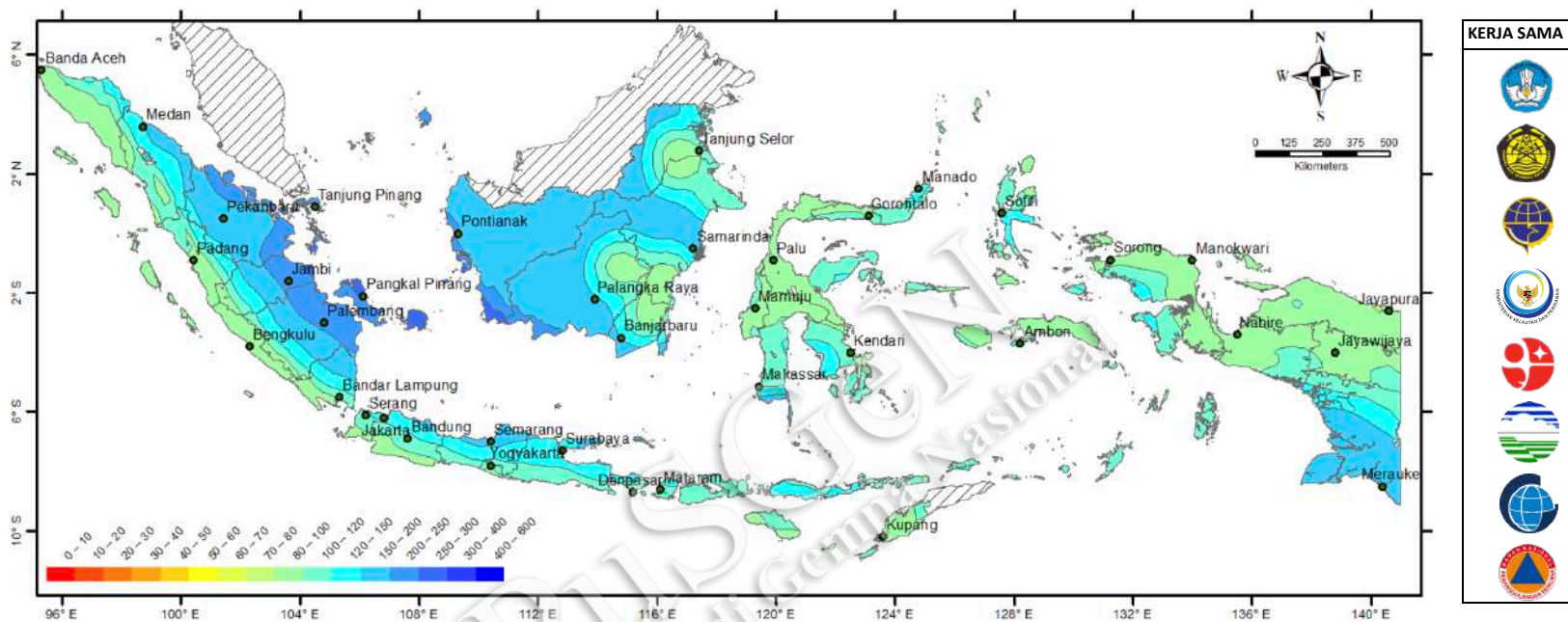
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.9 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun



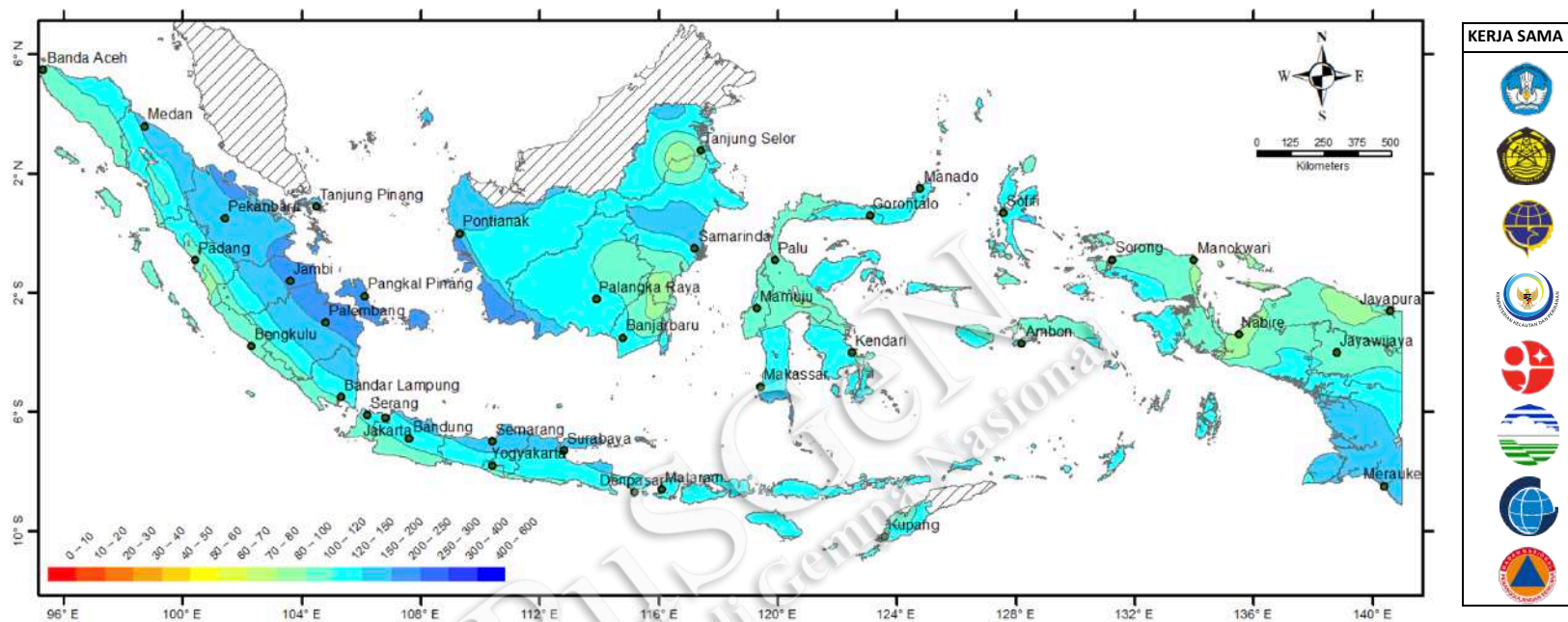
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geophysical Research Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
---	---	--	---

Gambar L2.10 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun



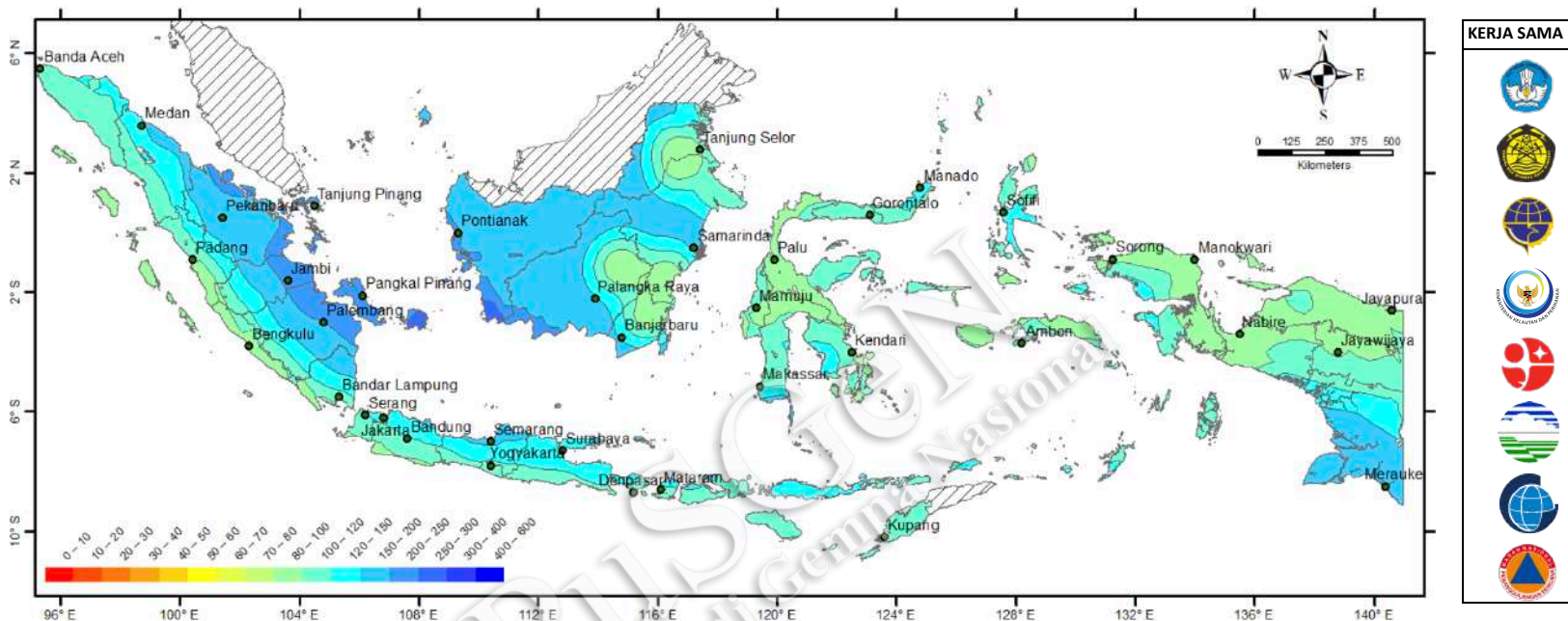
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.11 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



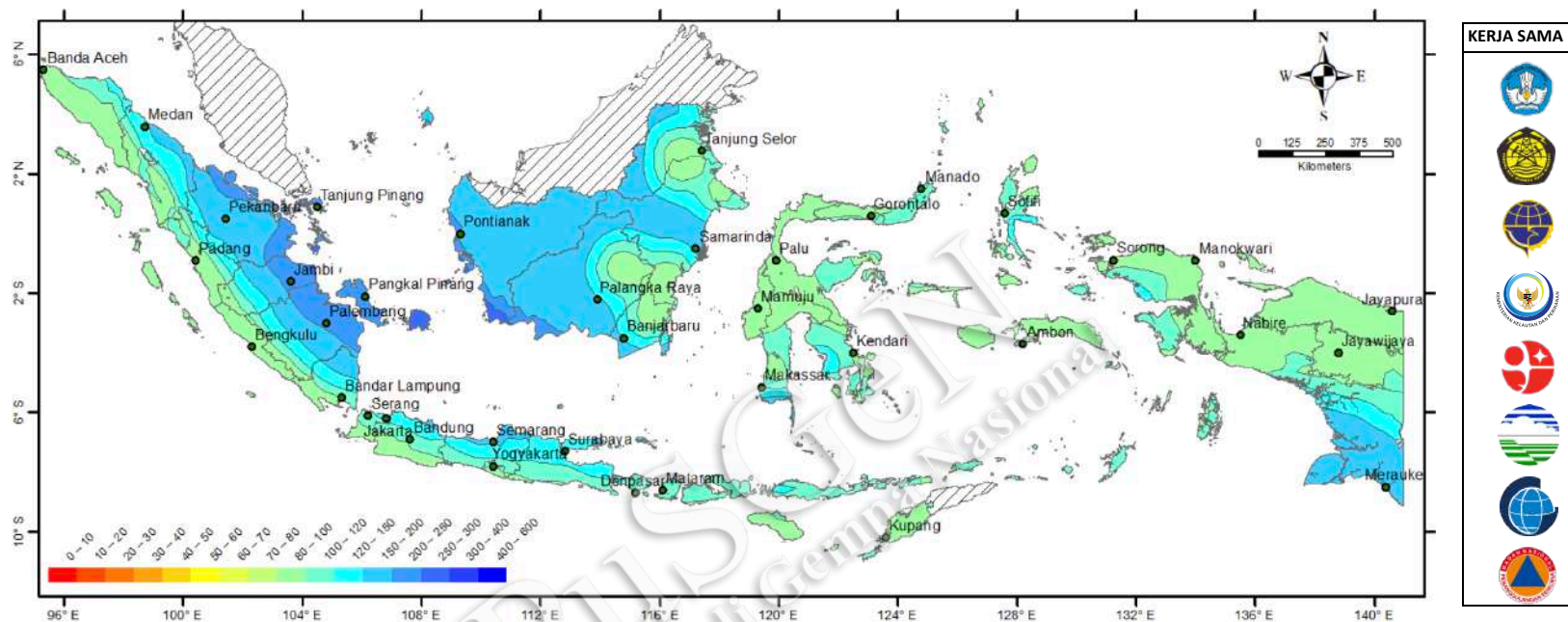
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.12 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



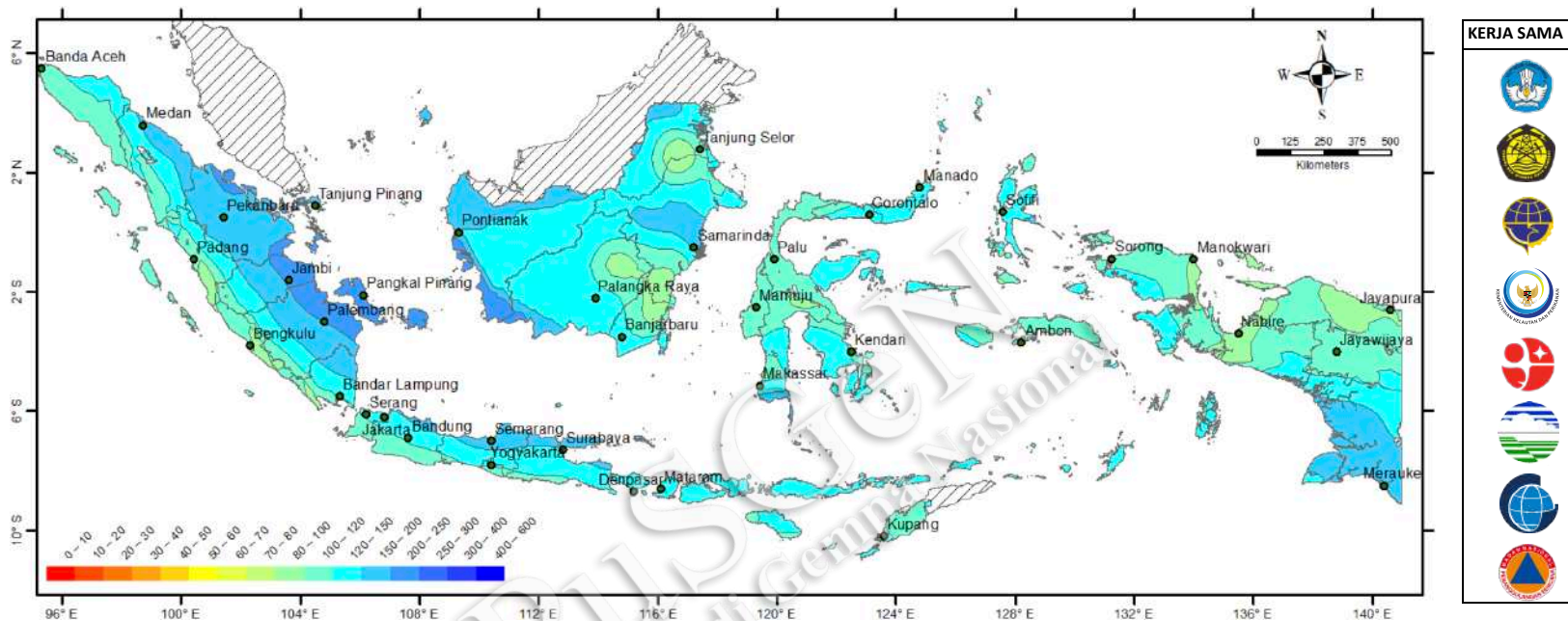
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.13 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun



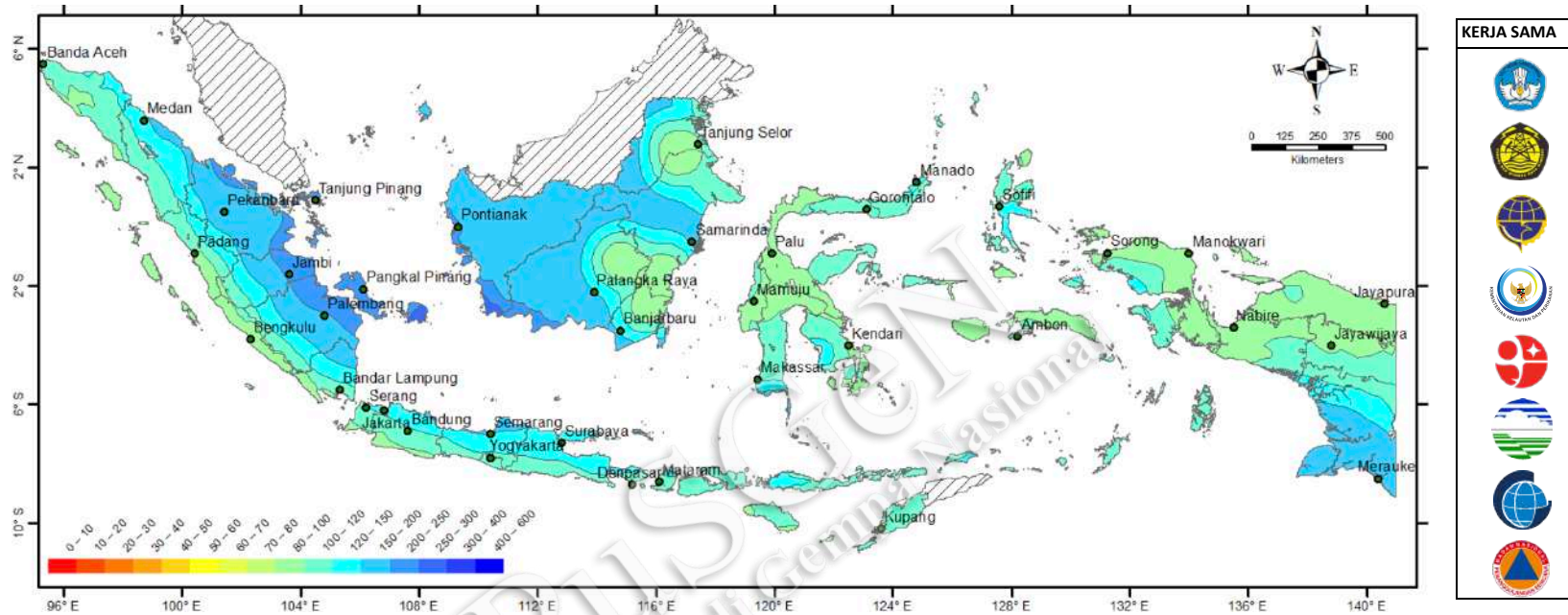
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.14 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



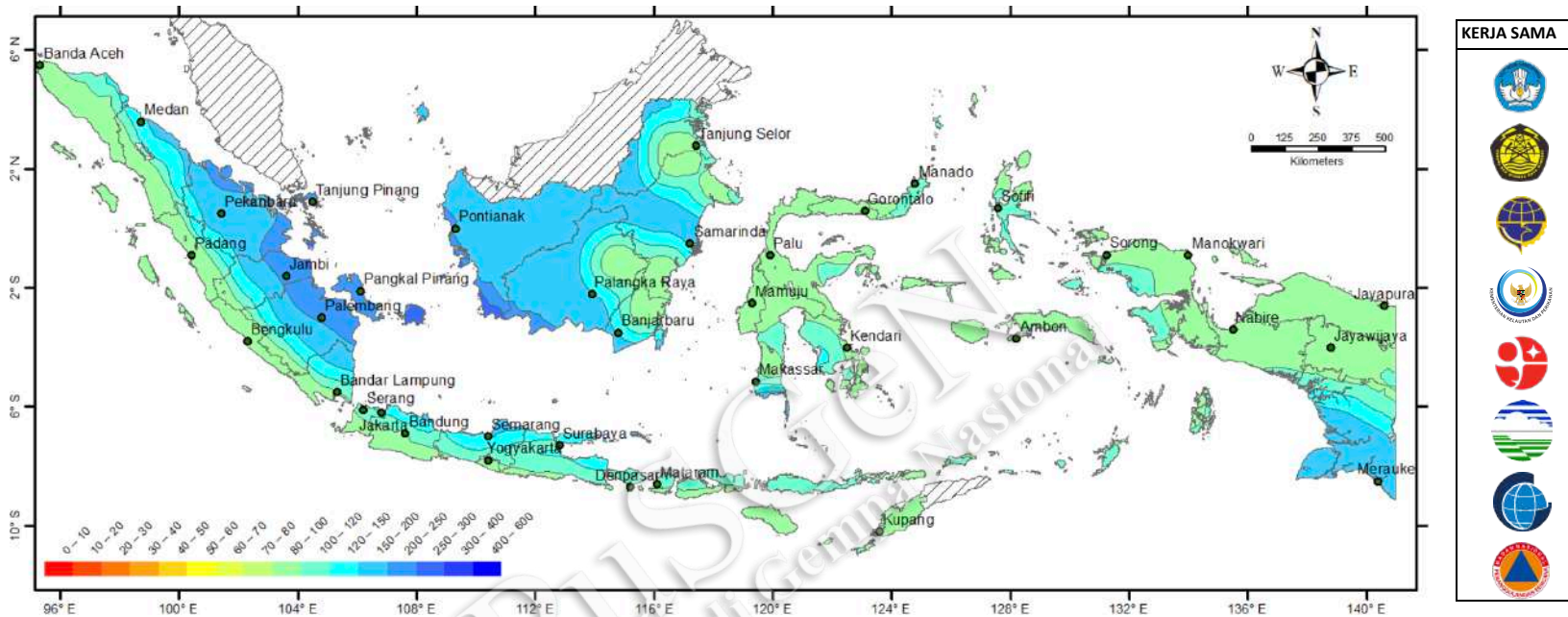
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PusGen Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.15 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



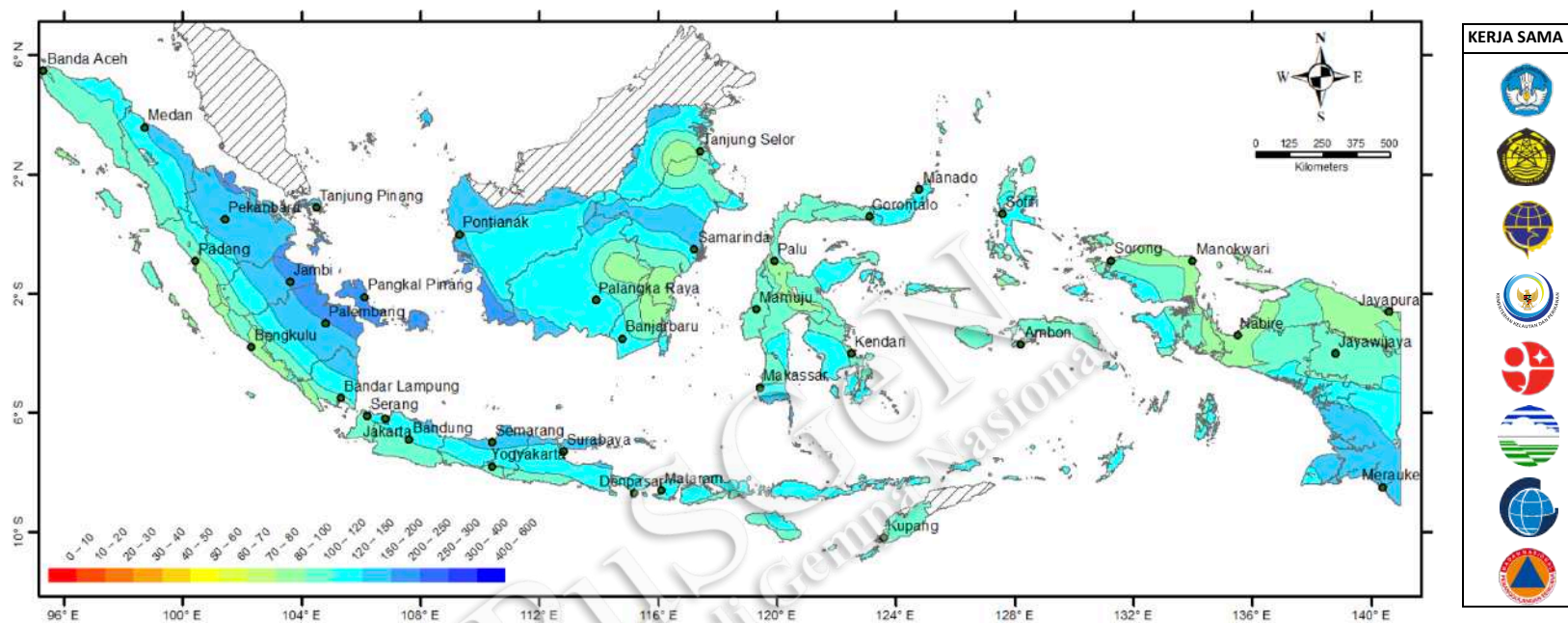
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.16 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun



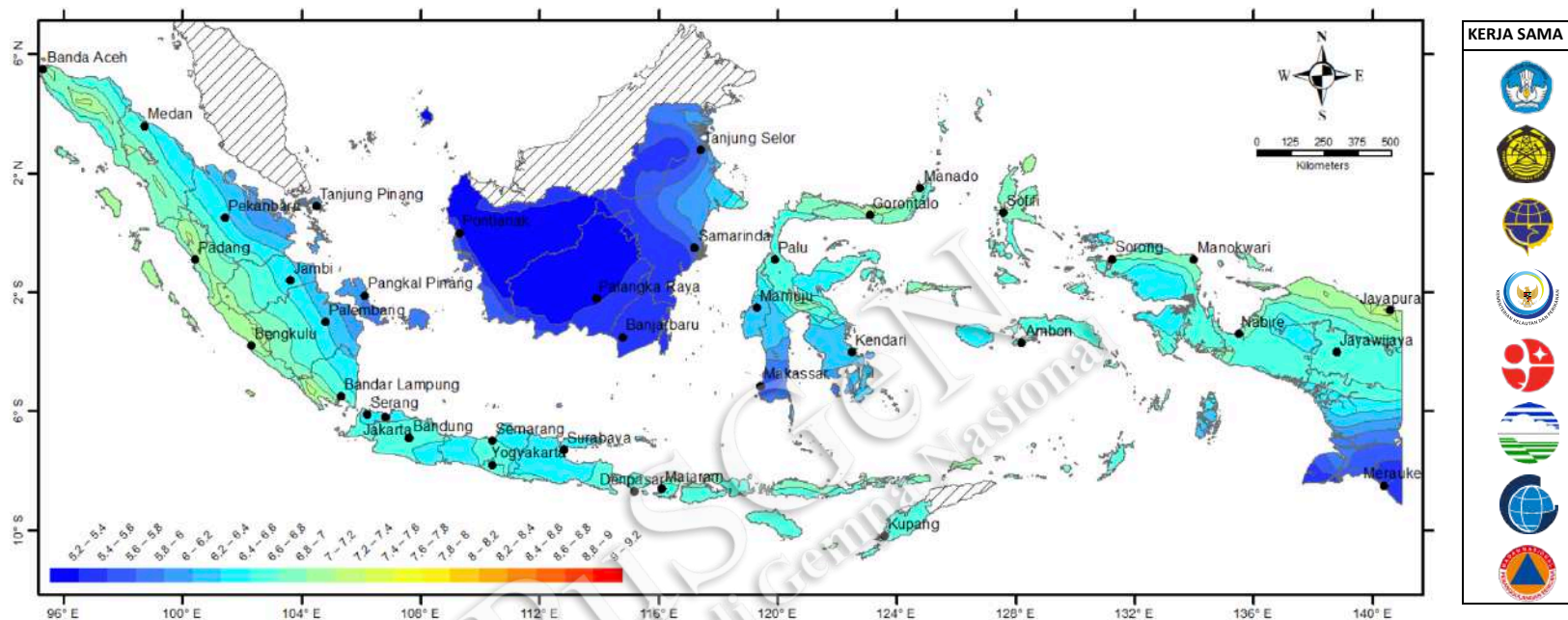
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.17 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



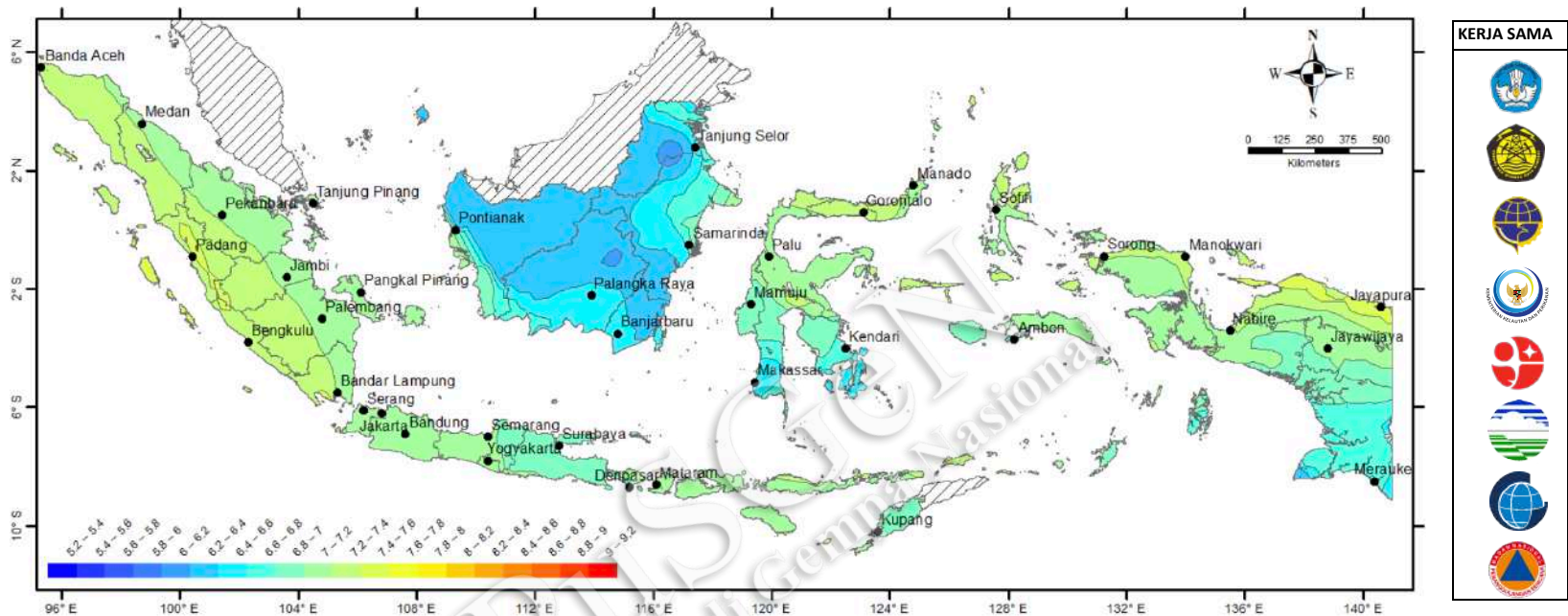
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.18 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



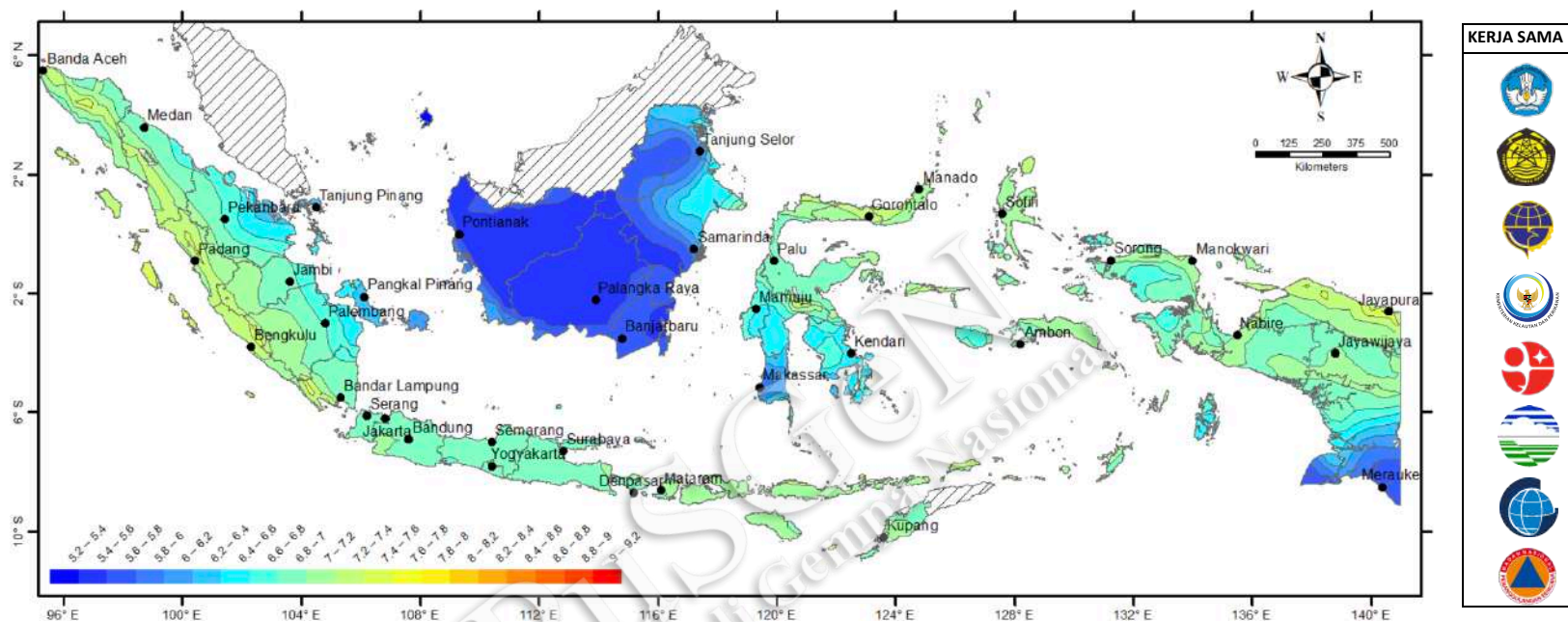
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.20 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



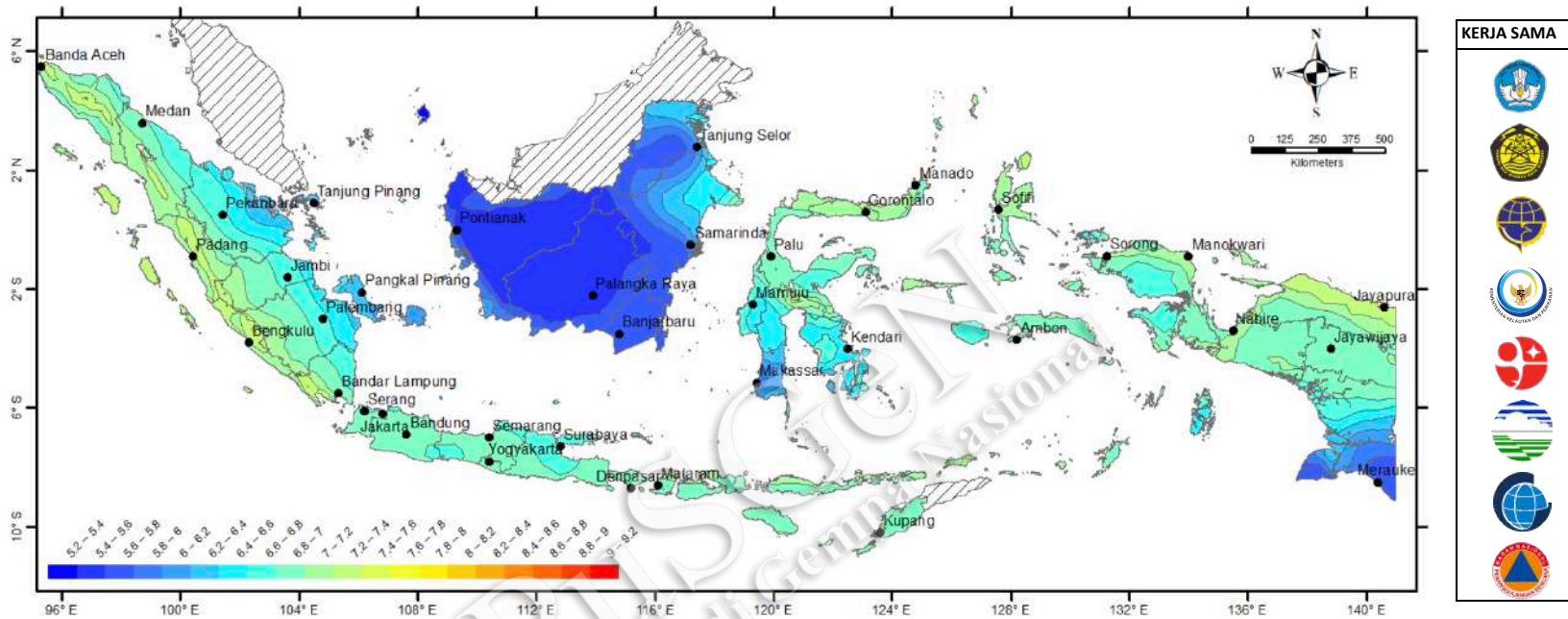
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.21 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



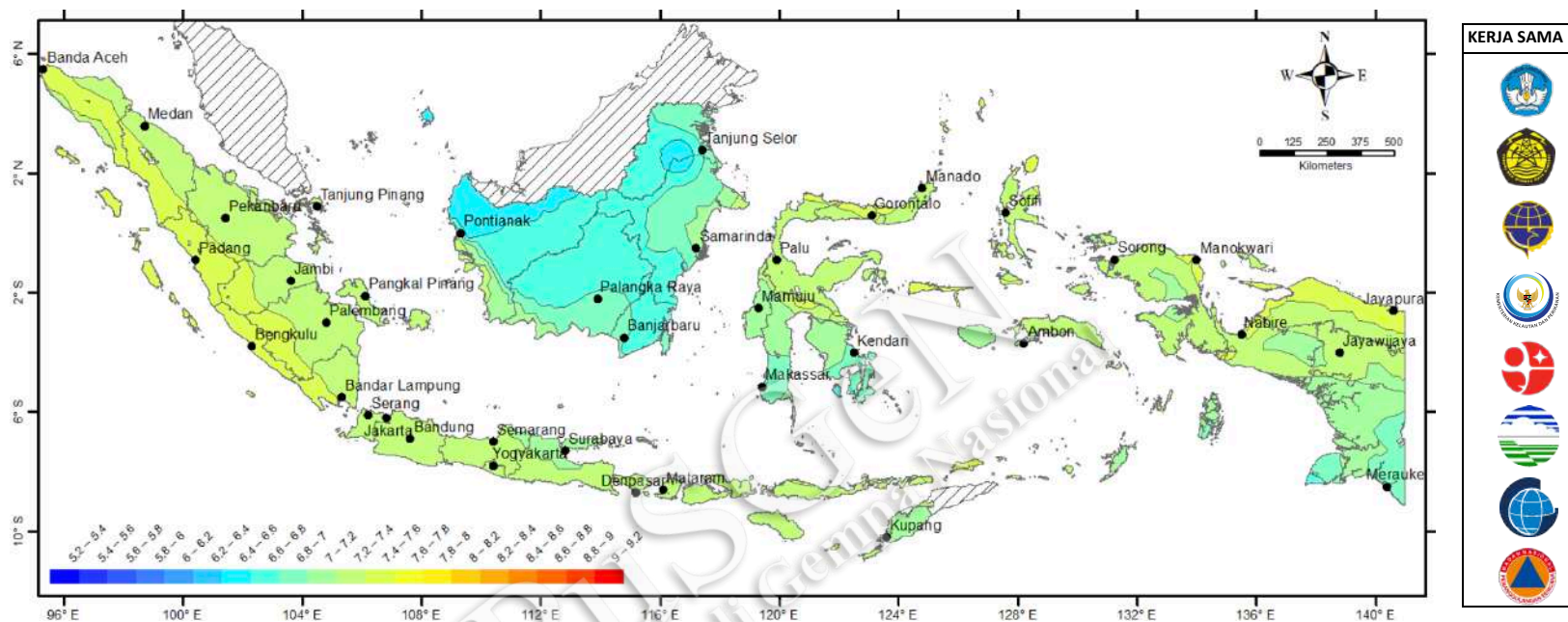
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PusGen Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.22 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun



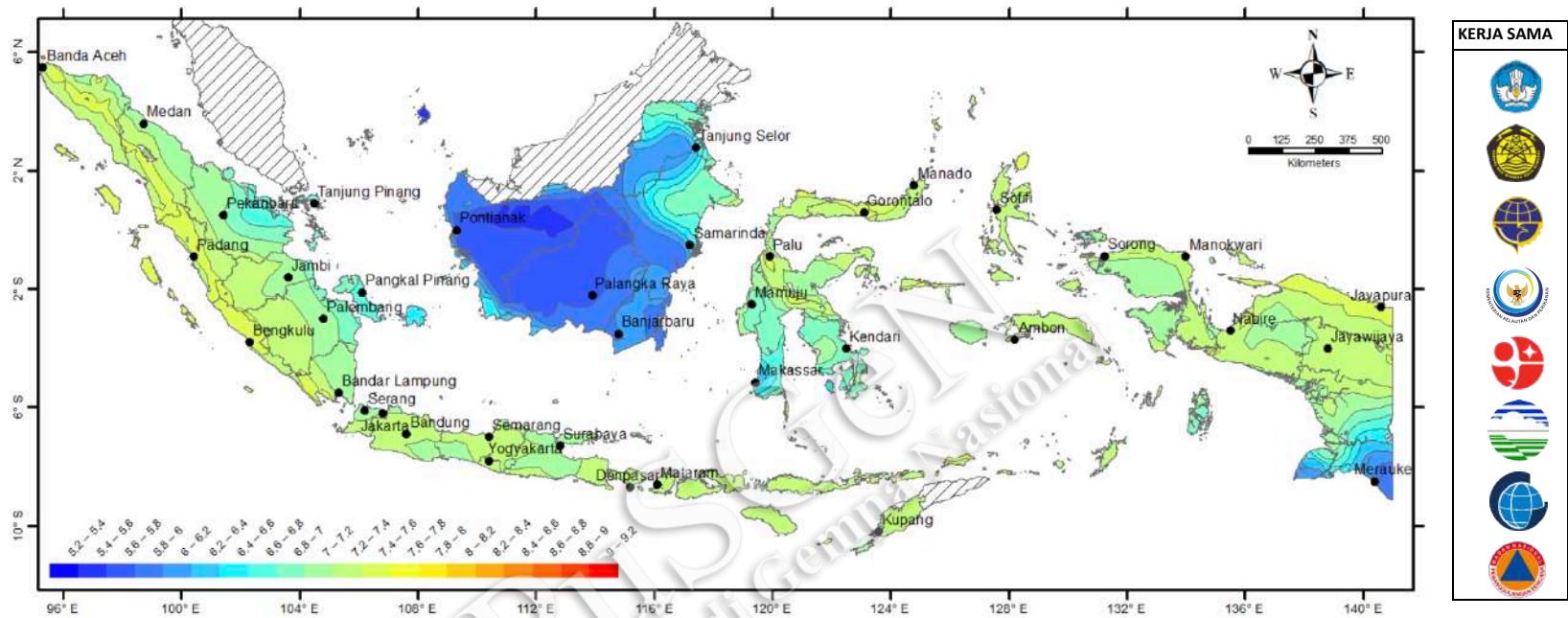
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.23 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



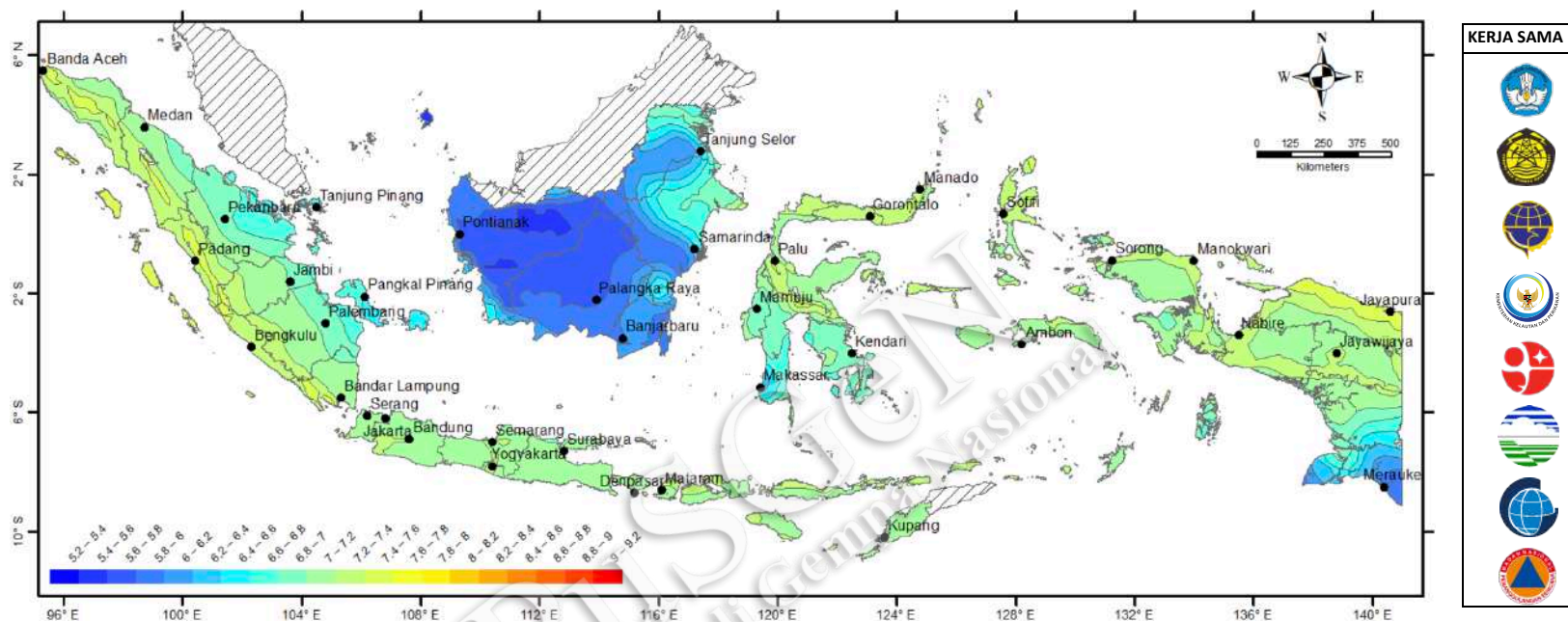
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun :		Jakarta, 29 November 2022
	1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat)		 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc.
	2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua)		
	3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua)		
	4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim)		
	5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa)		
	6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA)		
	7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA)		
	8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		

Gambar L2.24 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



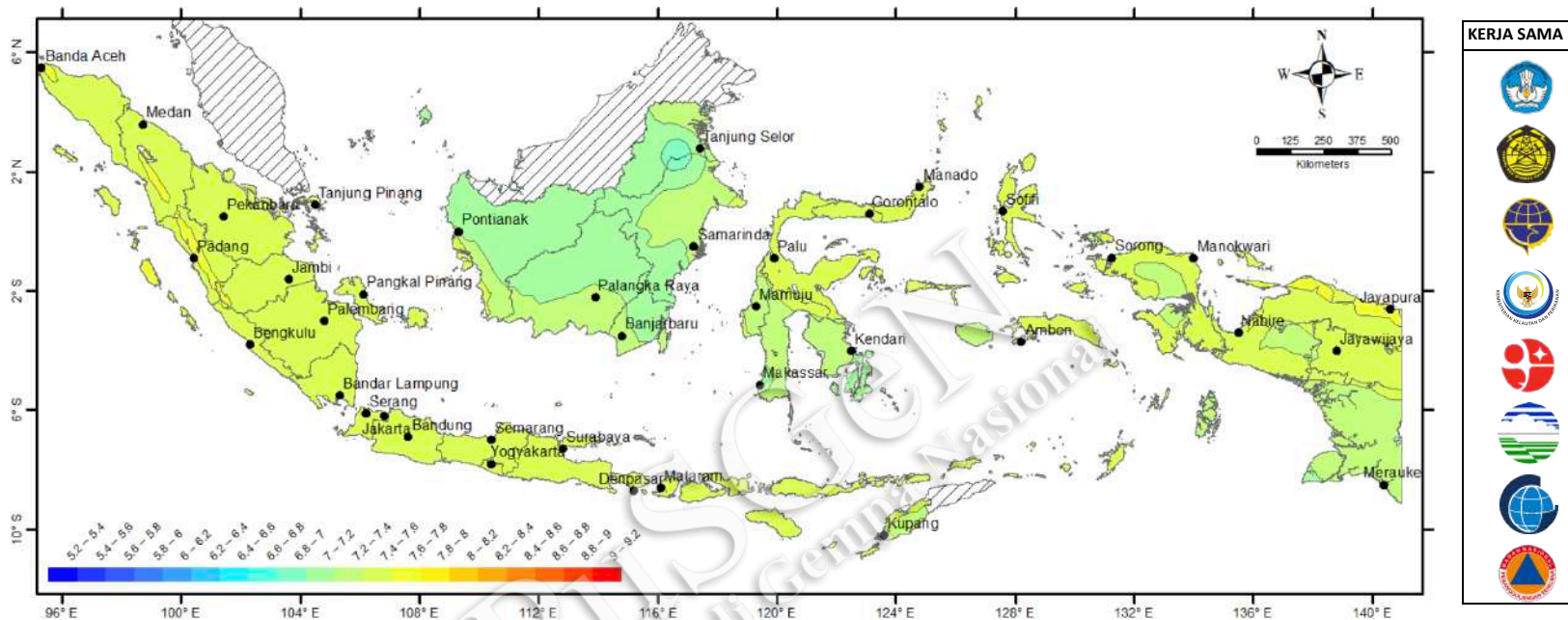
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.25 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun



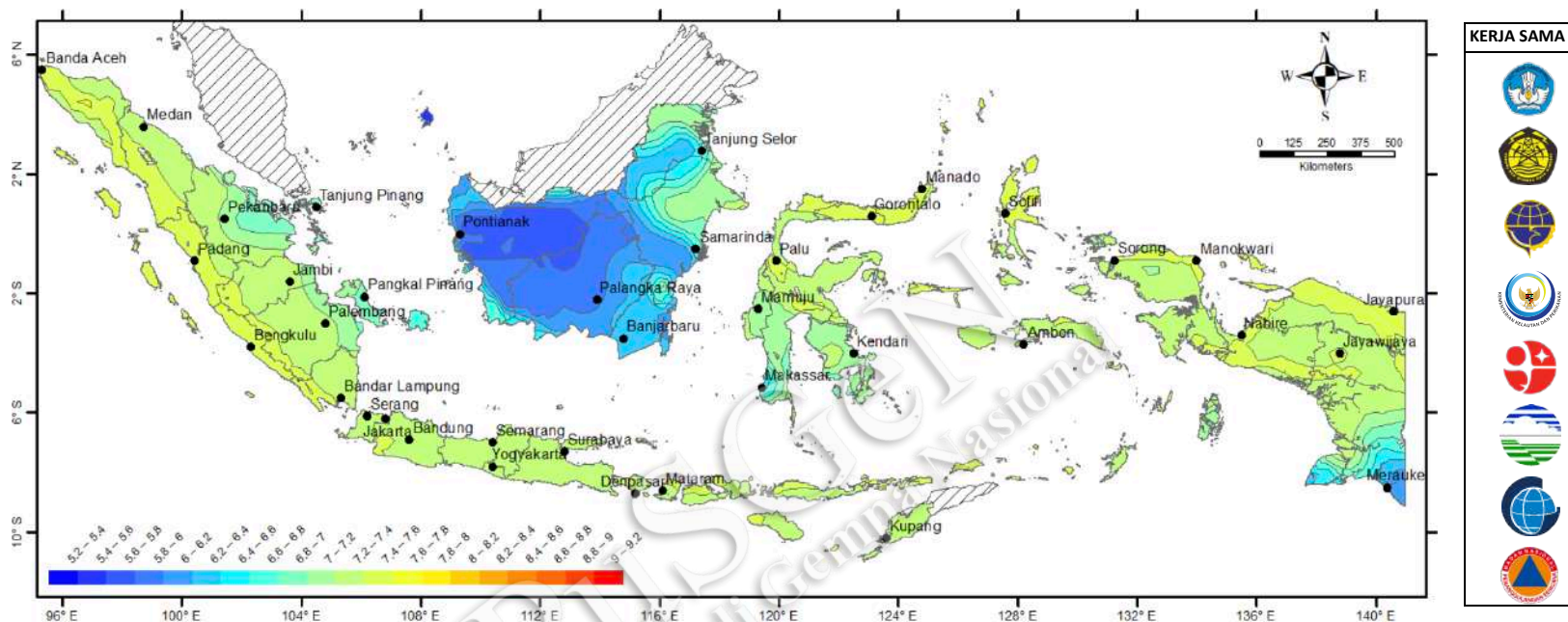
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.26 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun



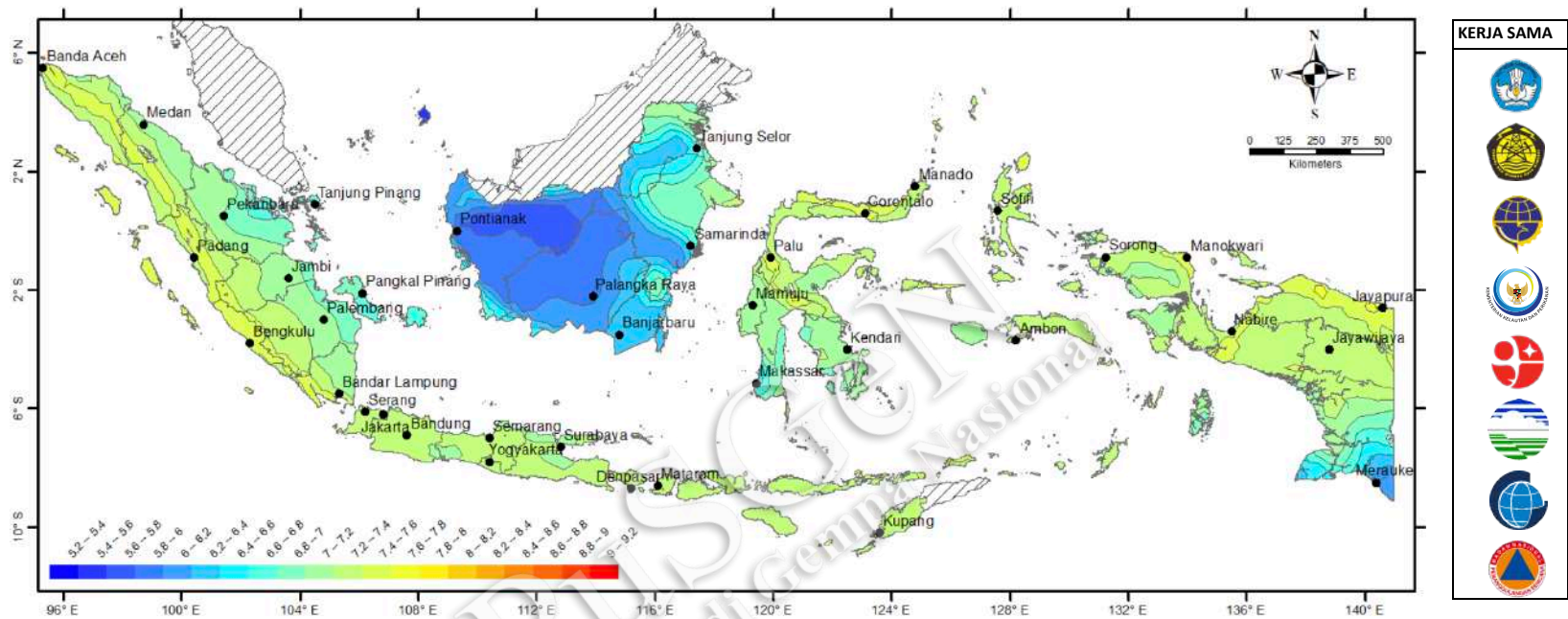
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.27 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun



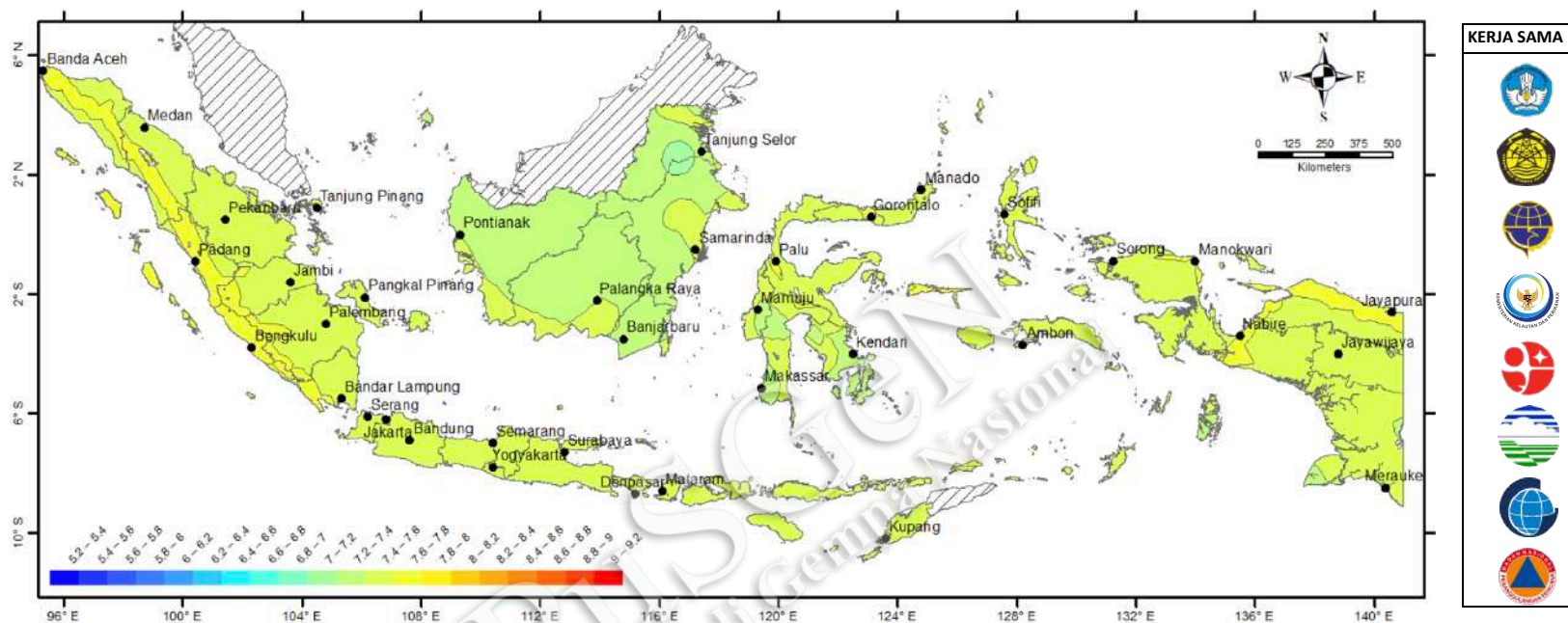
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PusGen Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.28 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun



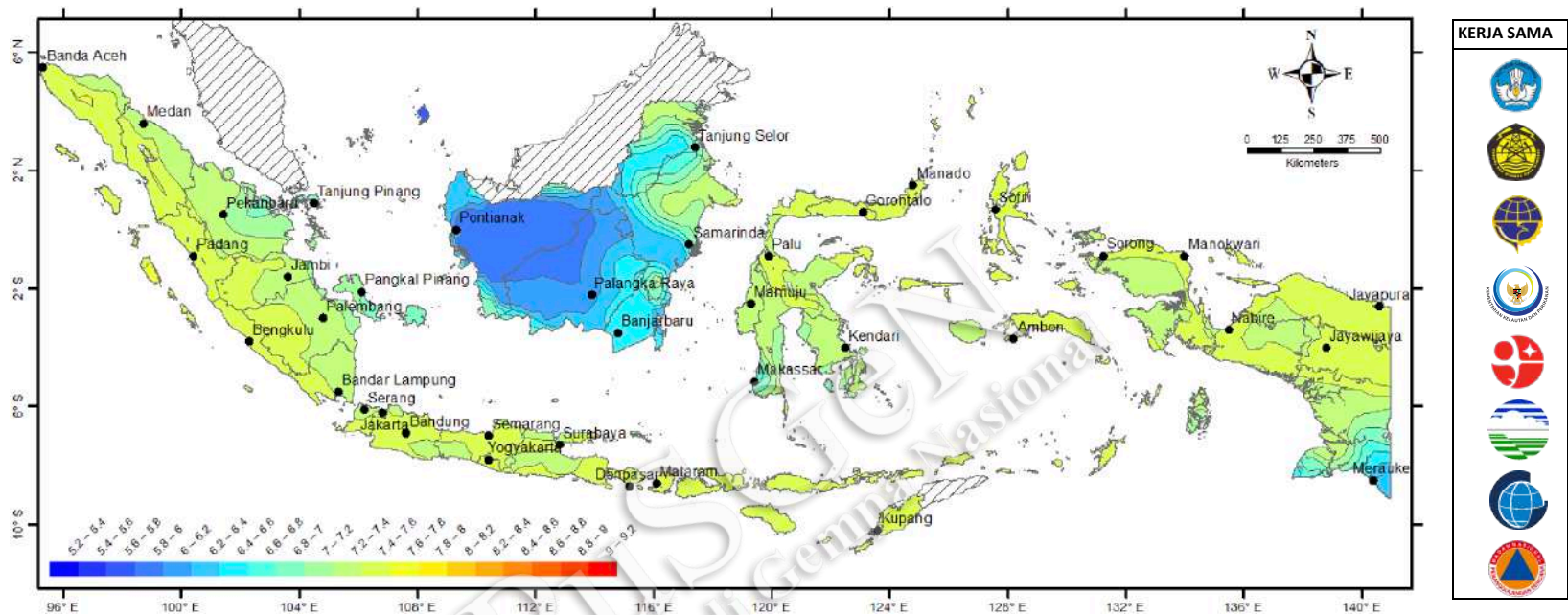
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.29 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



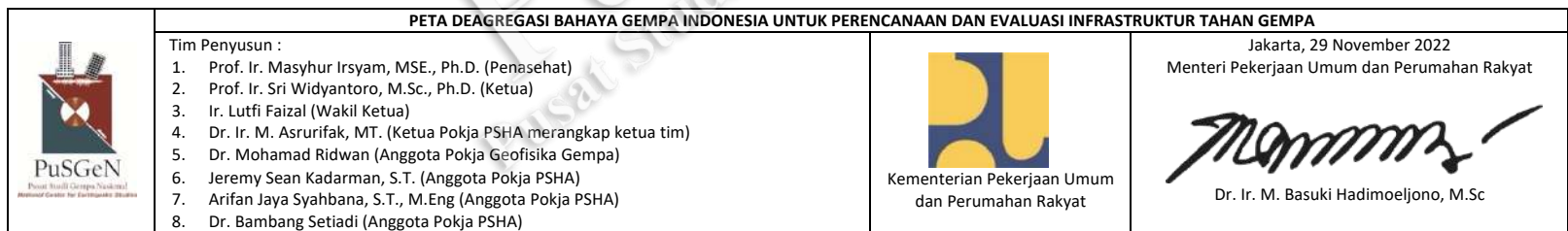
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.30 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun

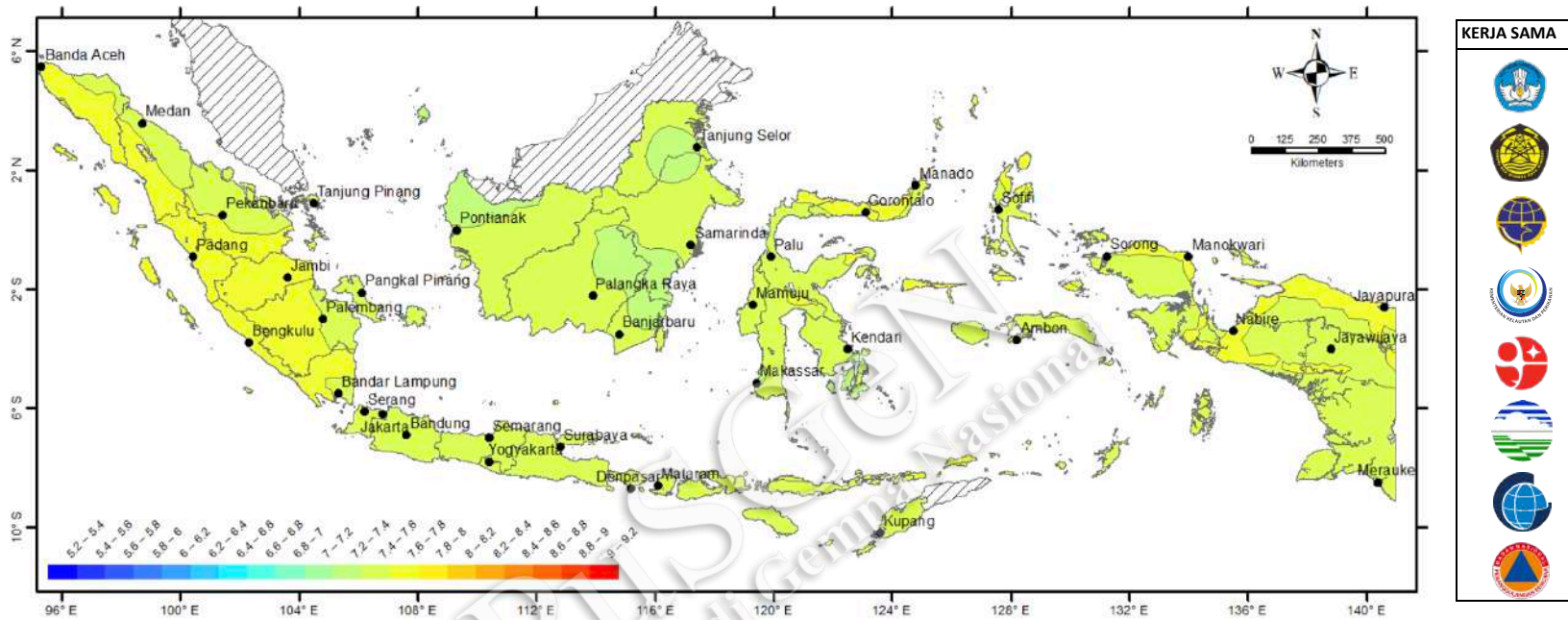


PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.31 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun

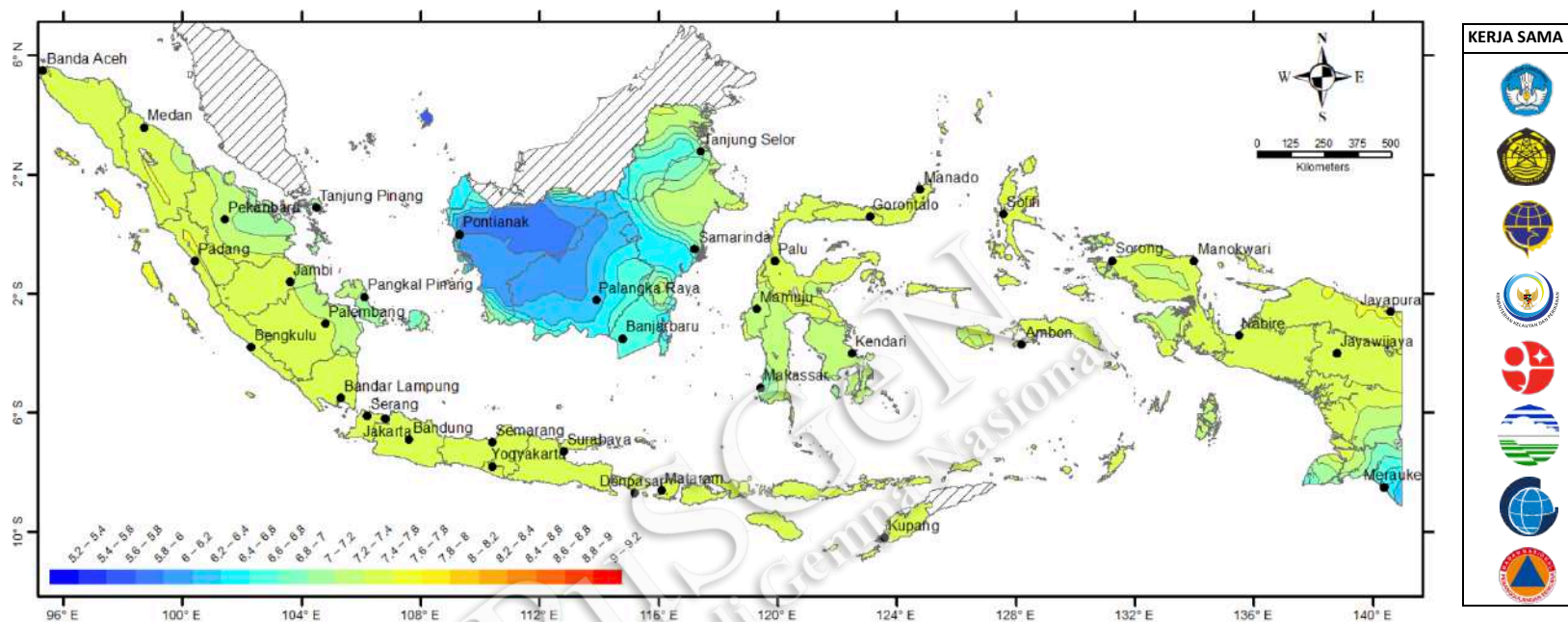


Gambar L2.32 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



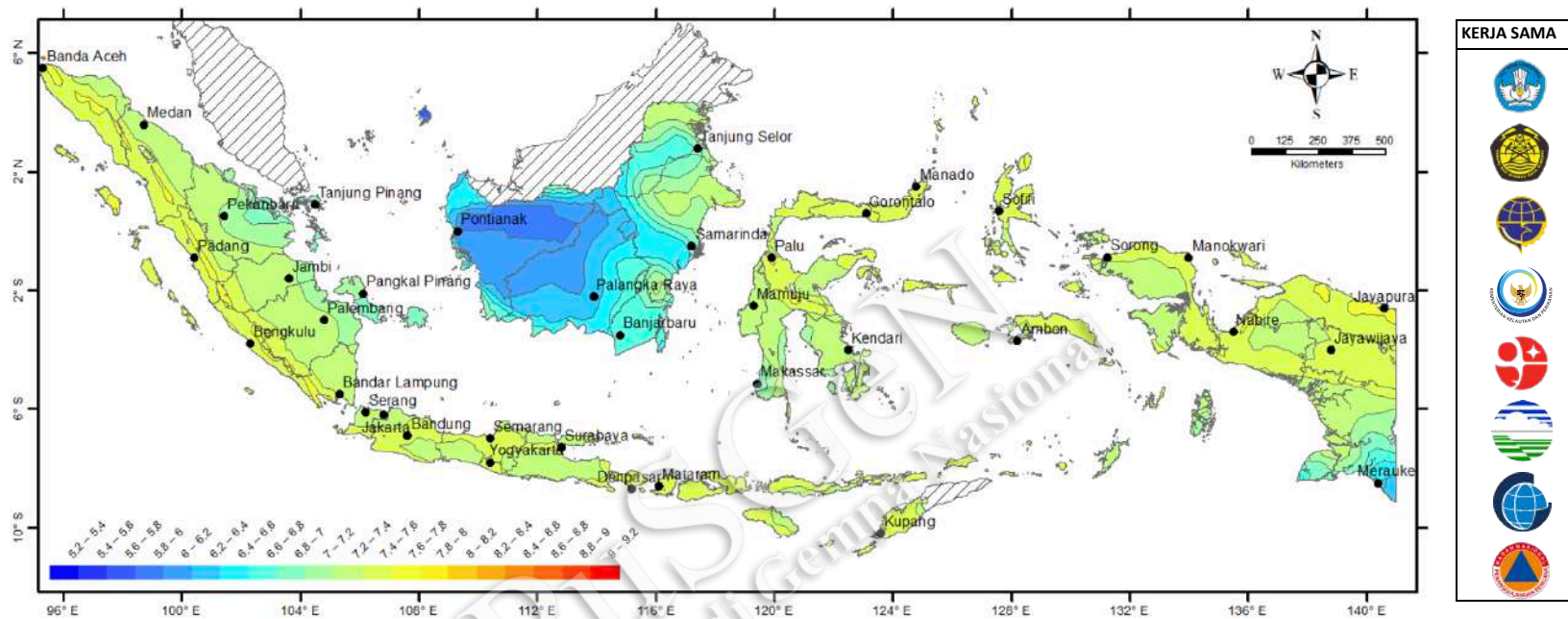
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.33 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



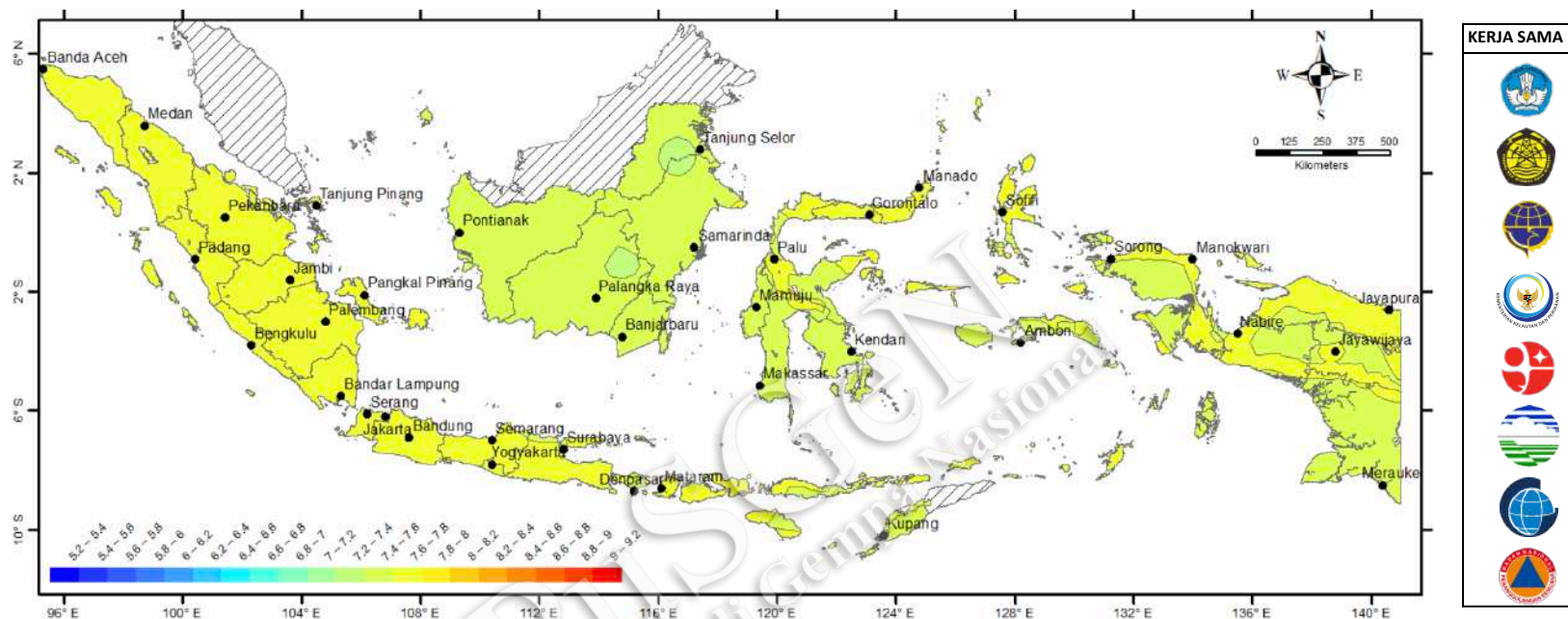
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.34 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun



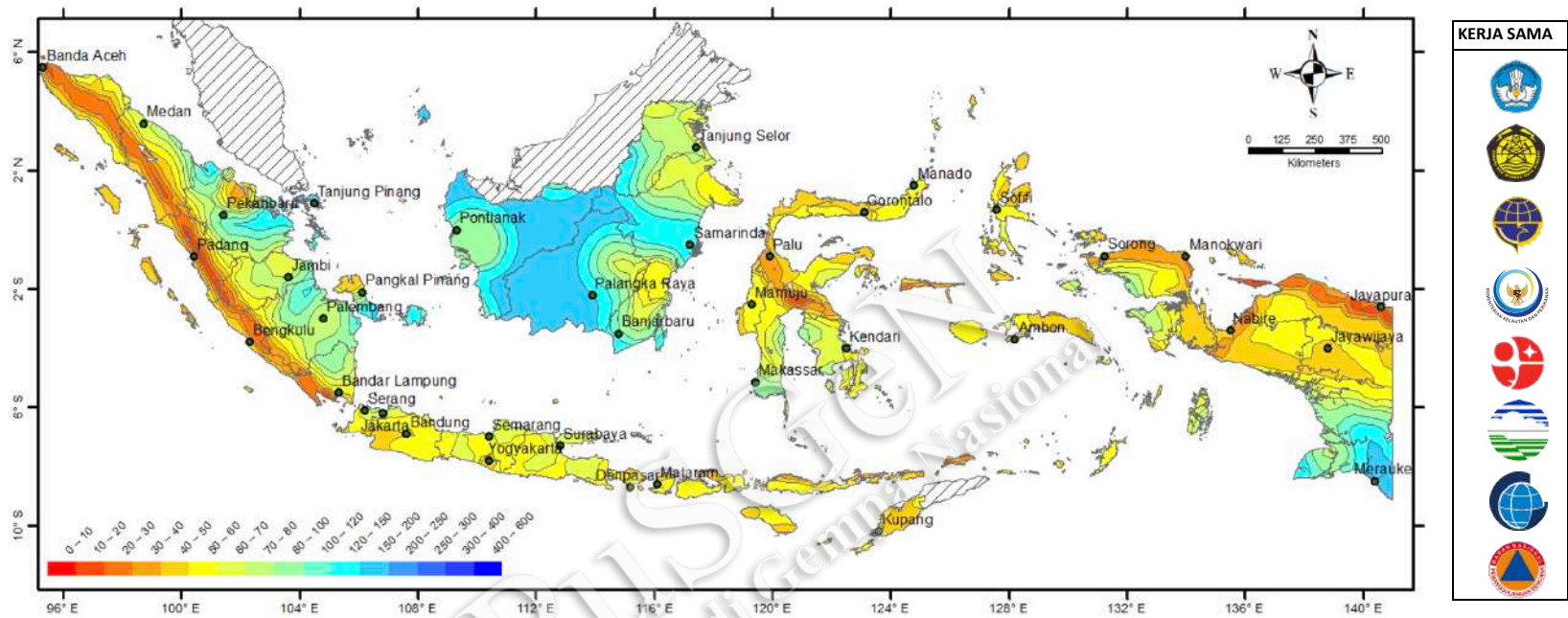
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA		
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	

Gambar L2.35 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



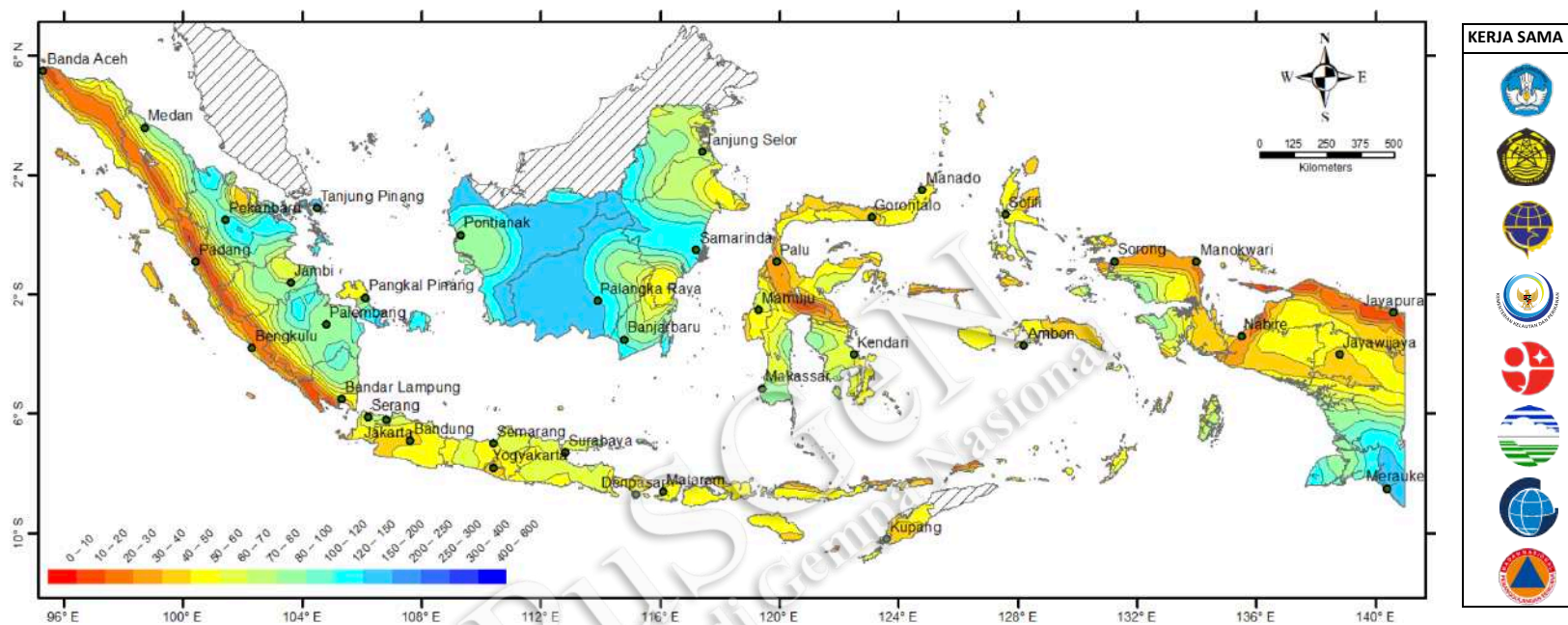
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.36 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Benioff* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



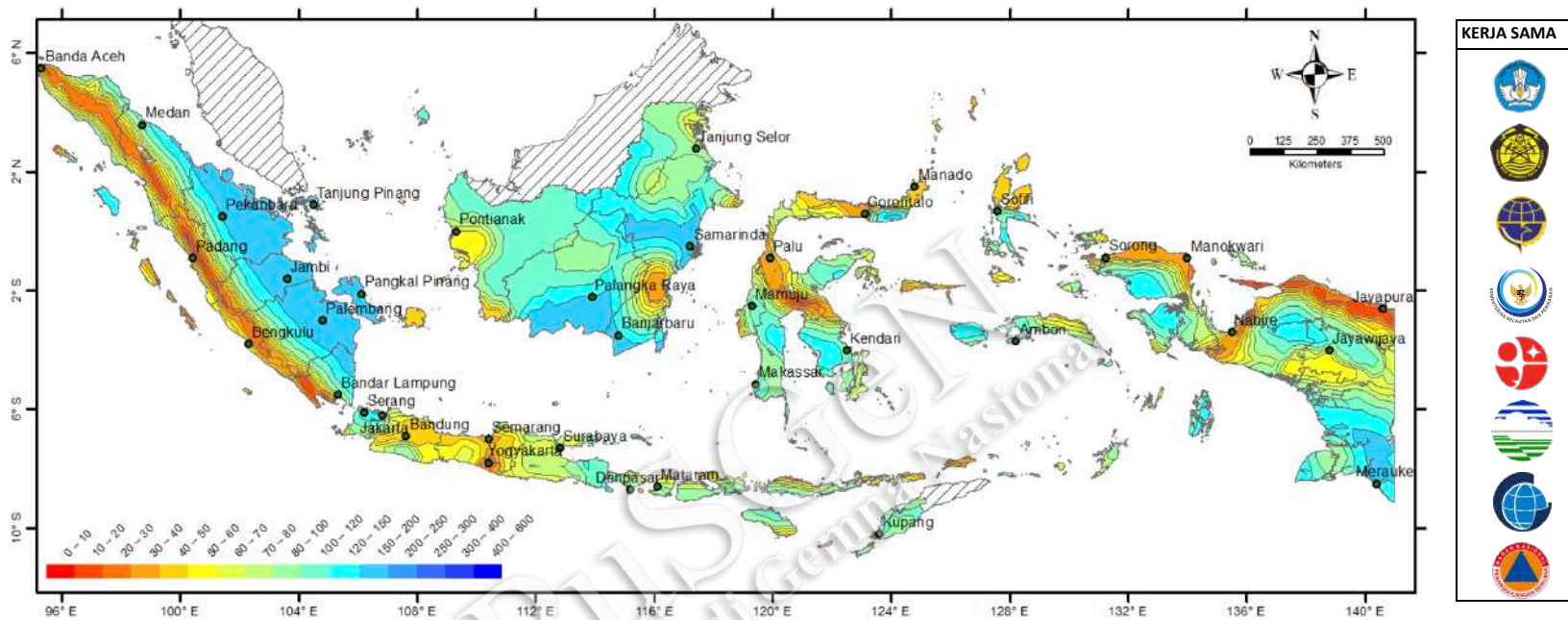
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.37 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun



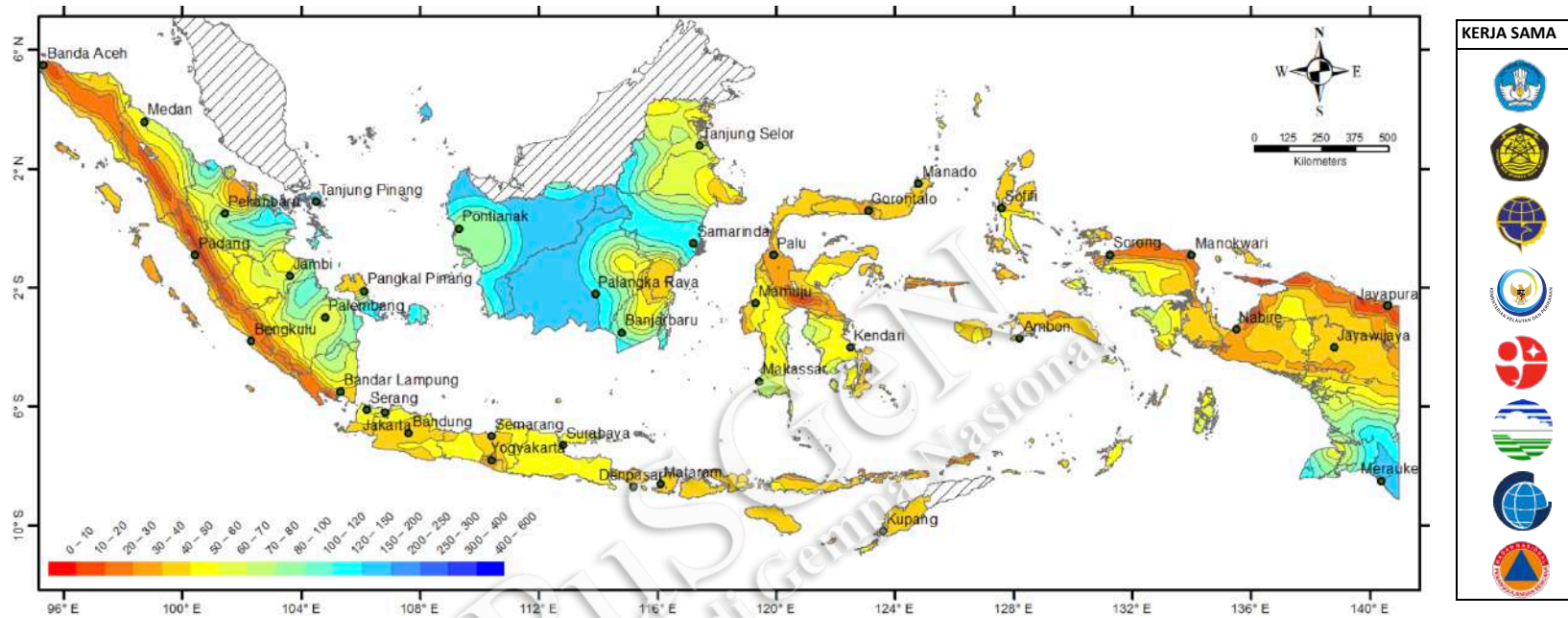
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.38 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



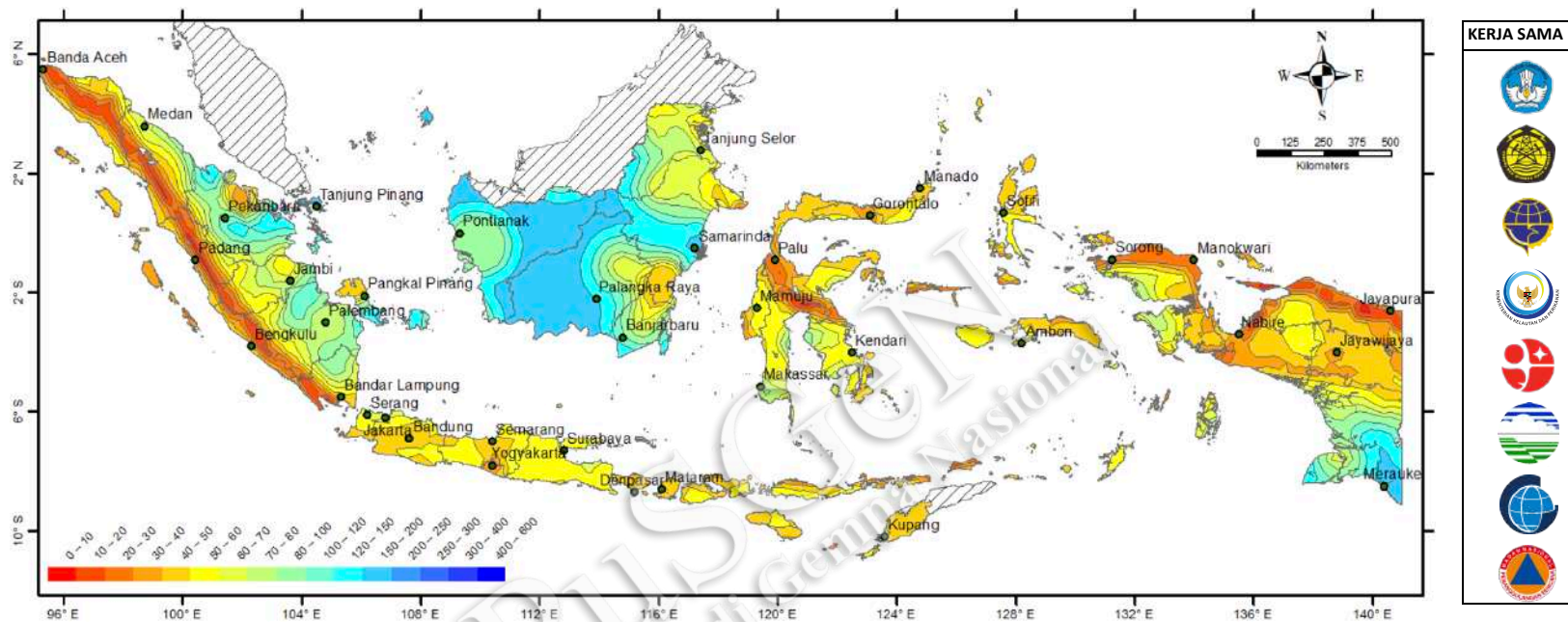
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.39 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



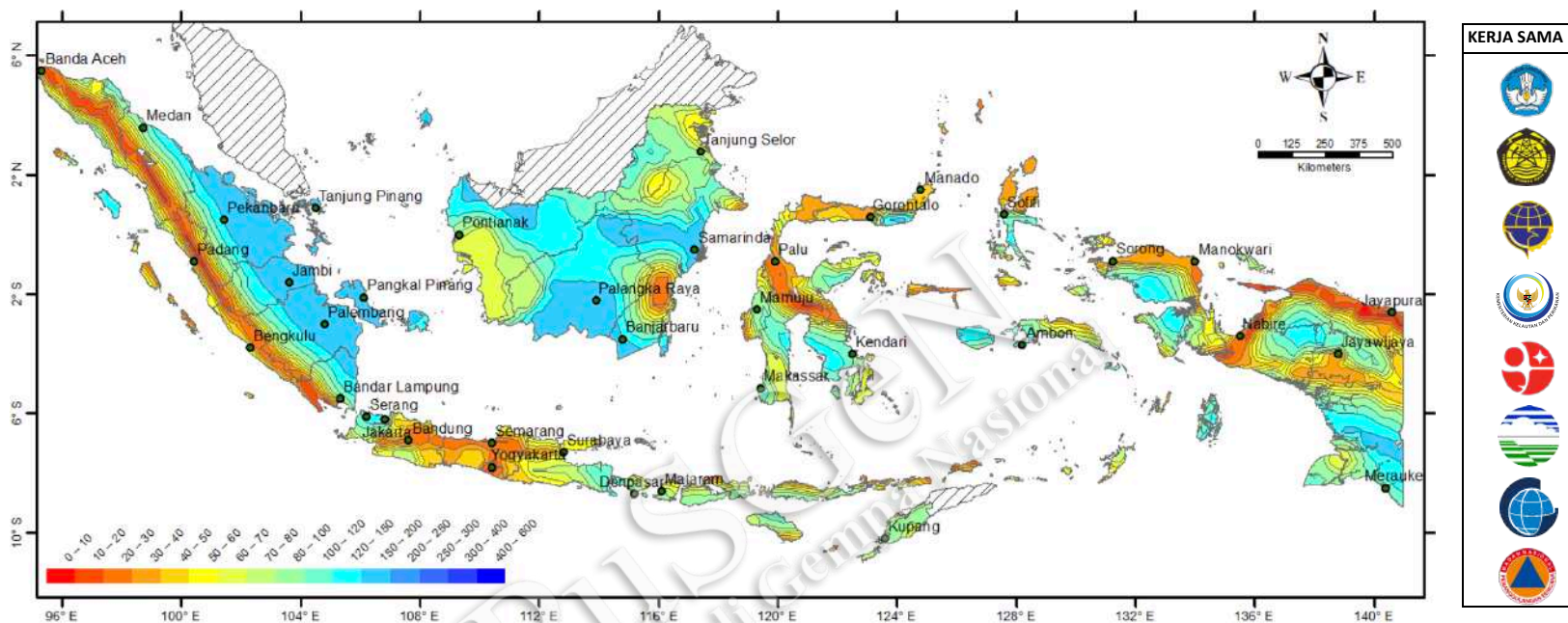
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Earthquake Studies Center	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.40 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun



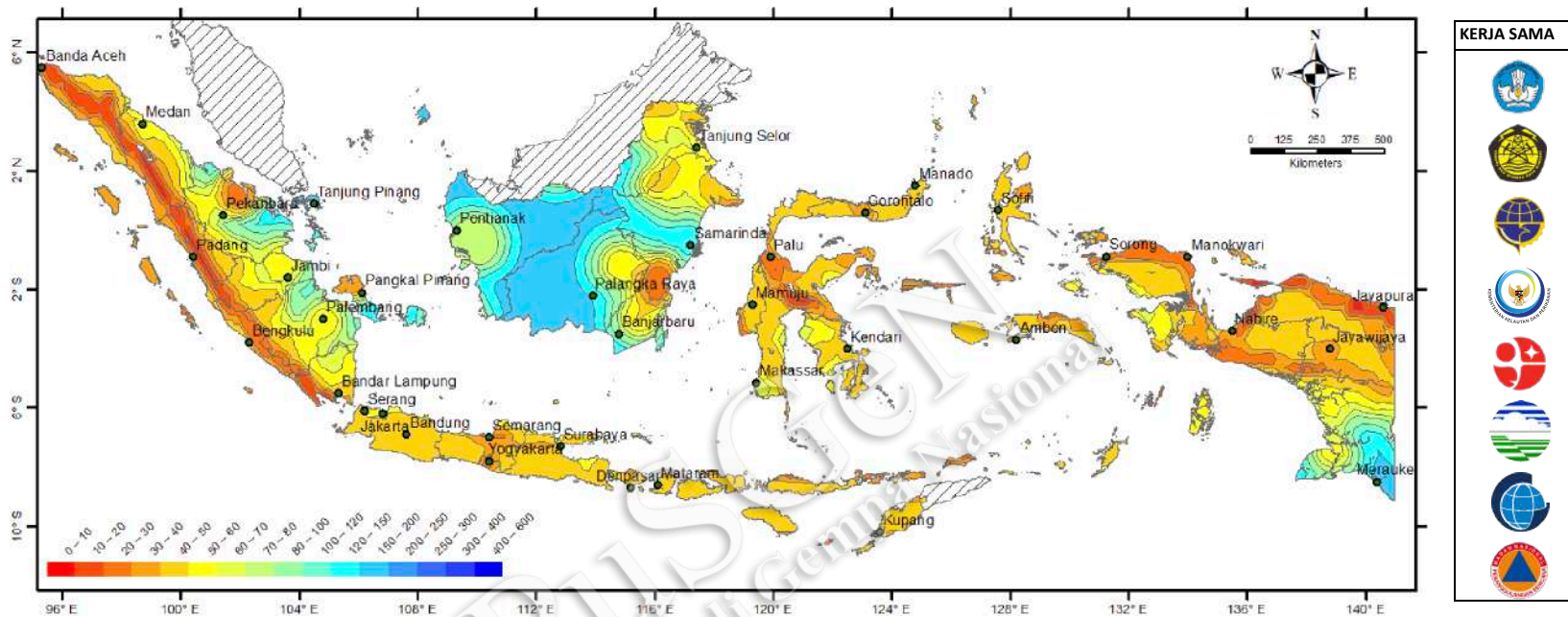
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.41 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



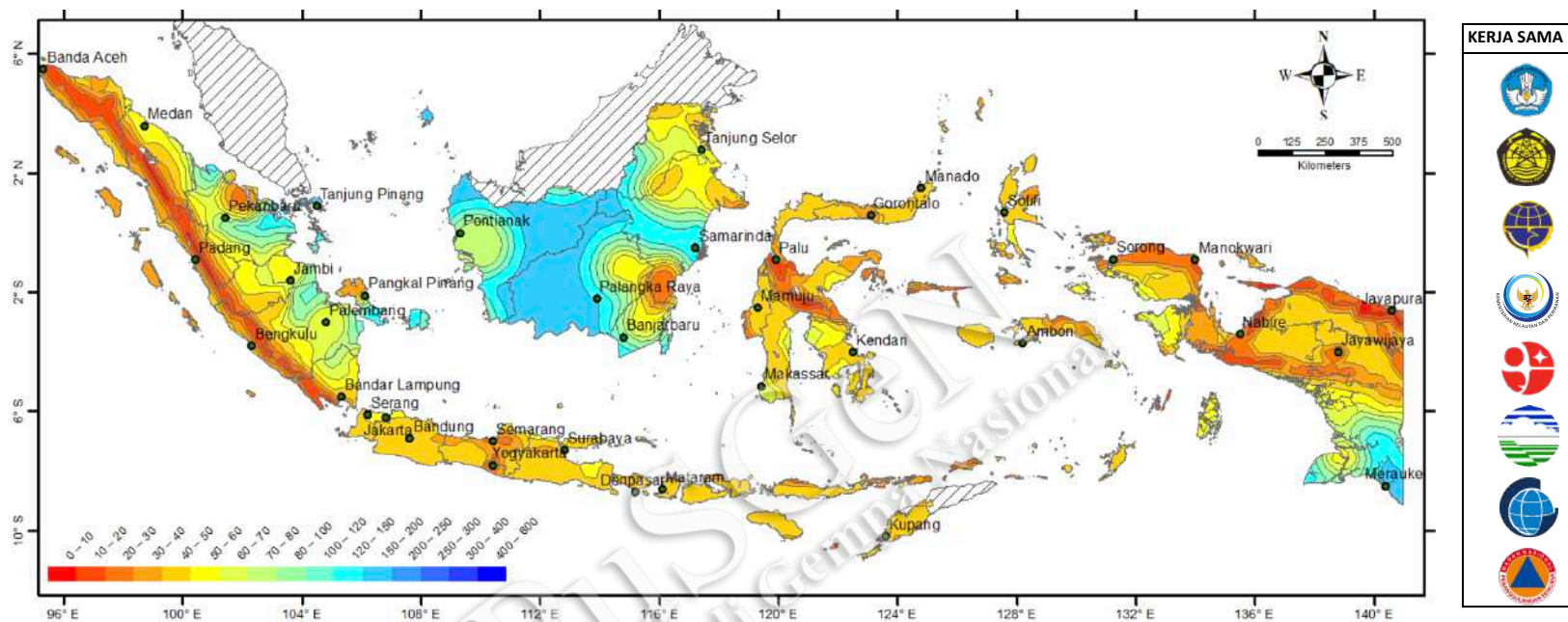
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.42 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



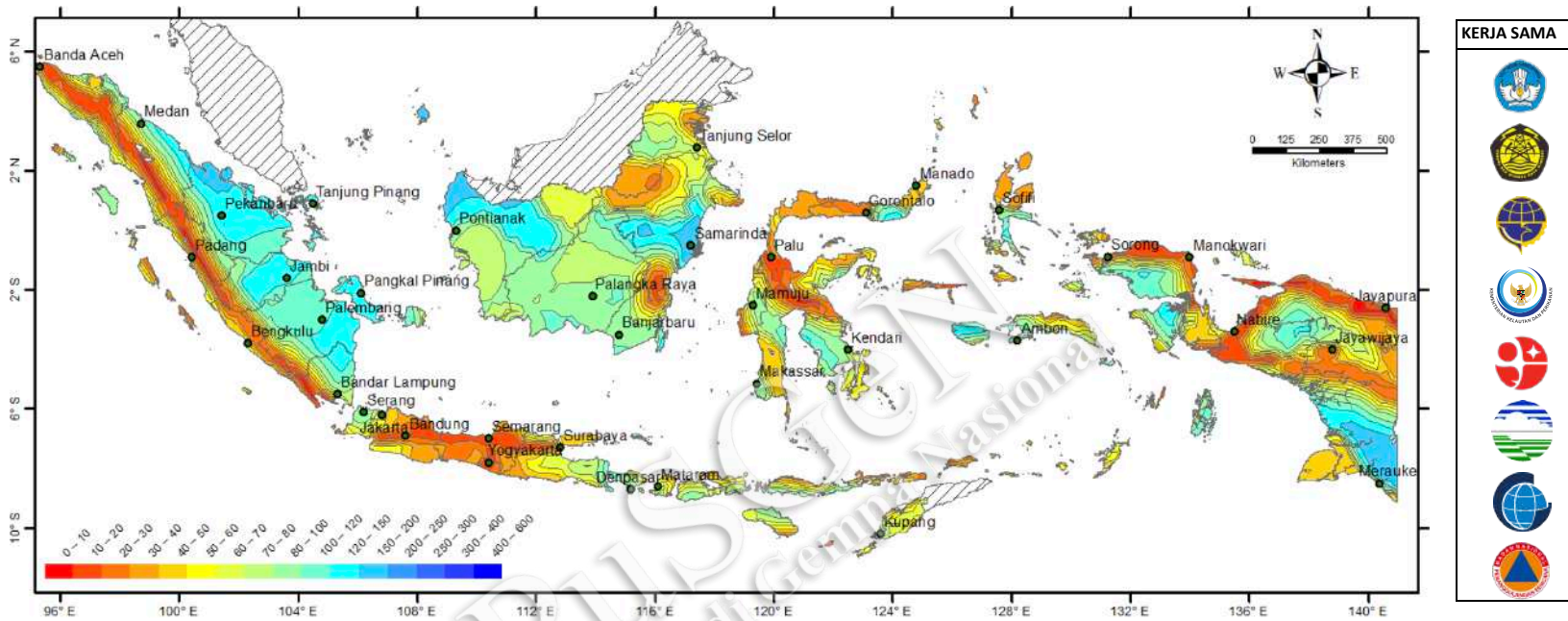
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.43 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun



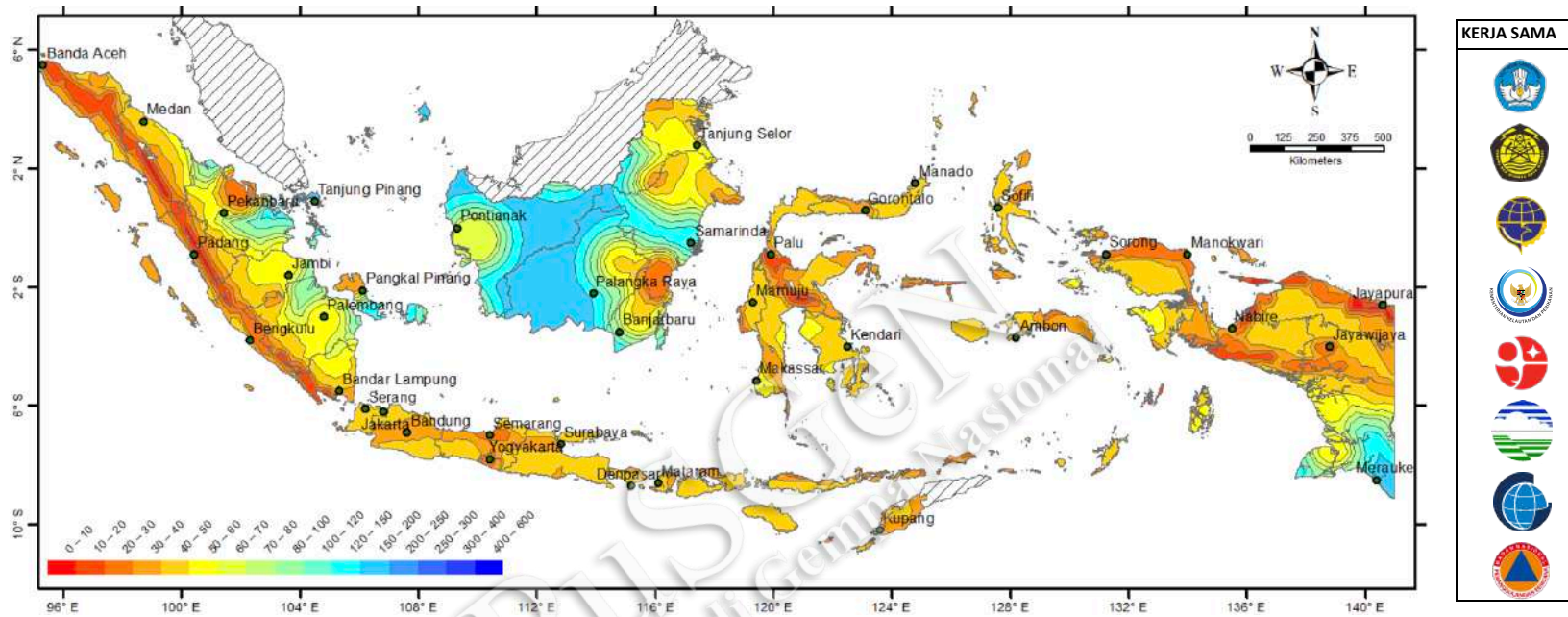
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geophysical Research Center	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.44 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun



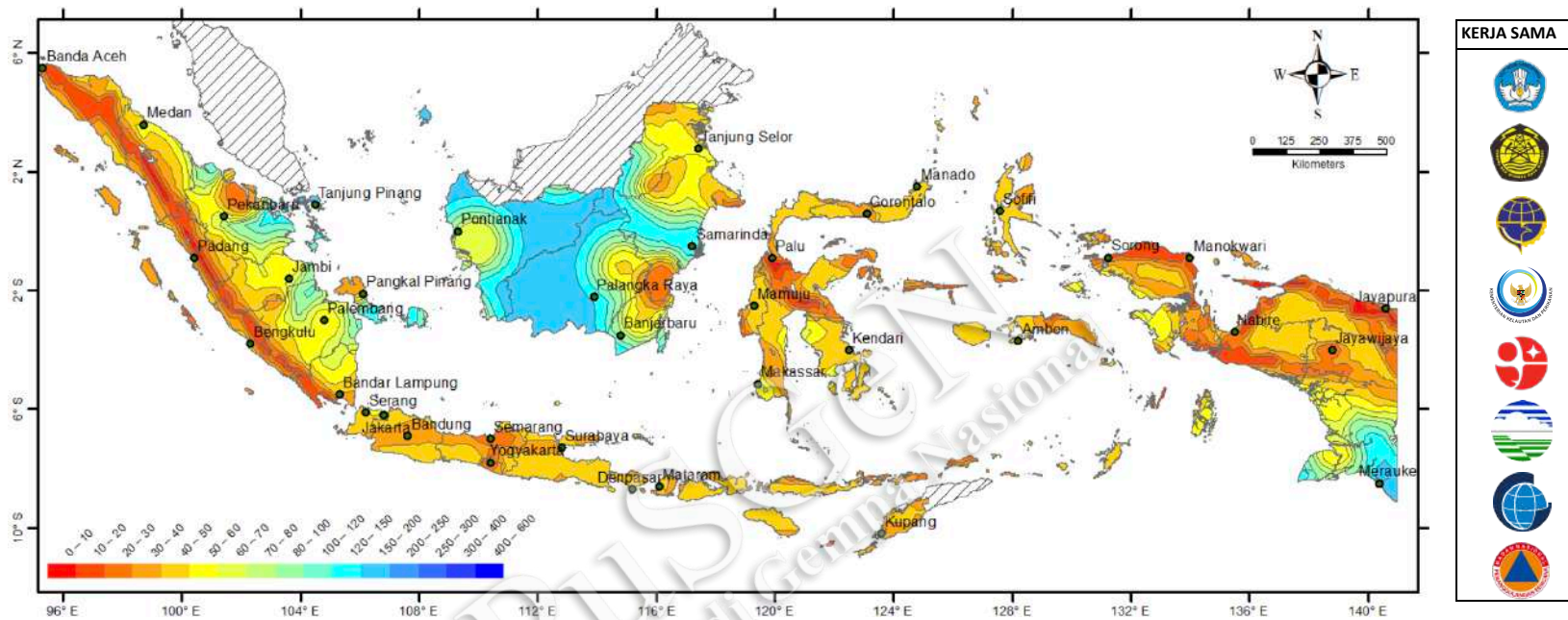
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.45 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun



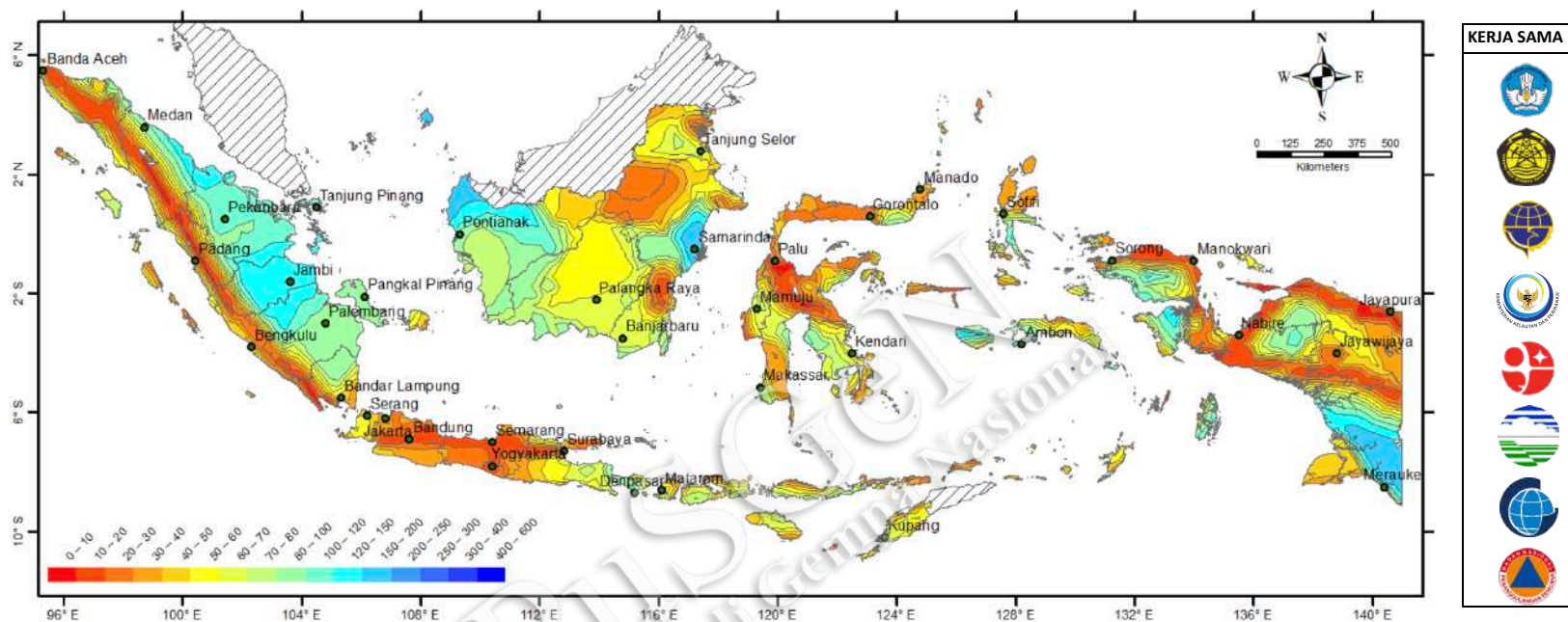
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.46 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun



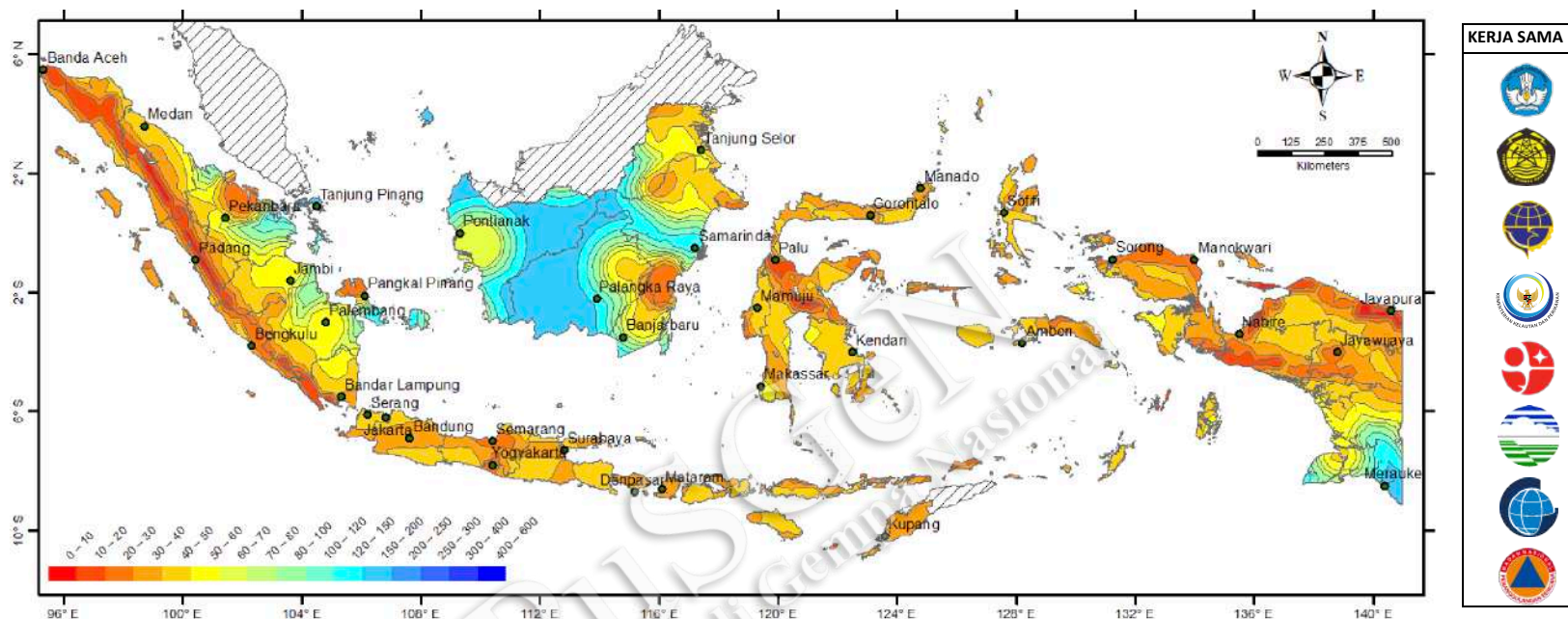
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.47 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



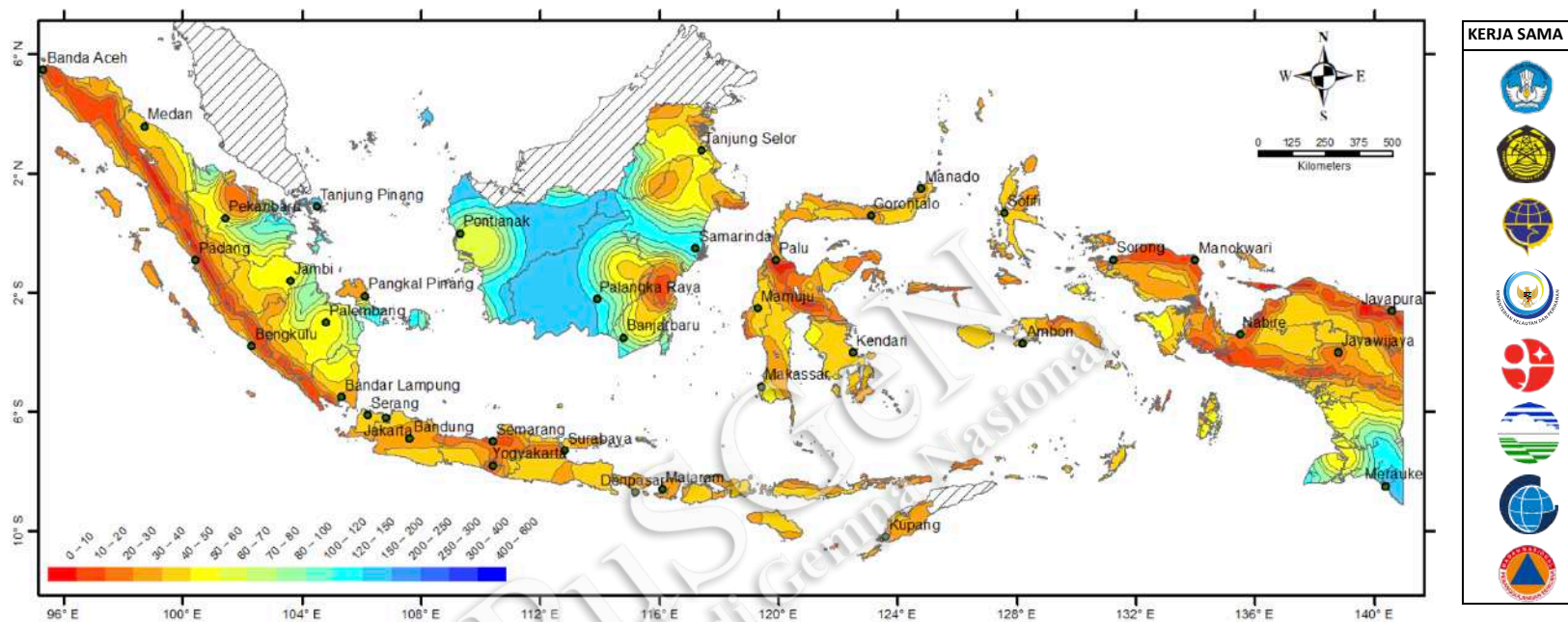
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.48 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



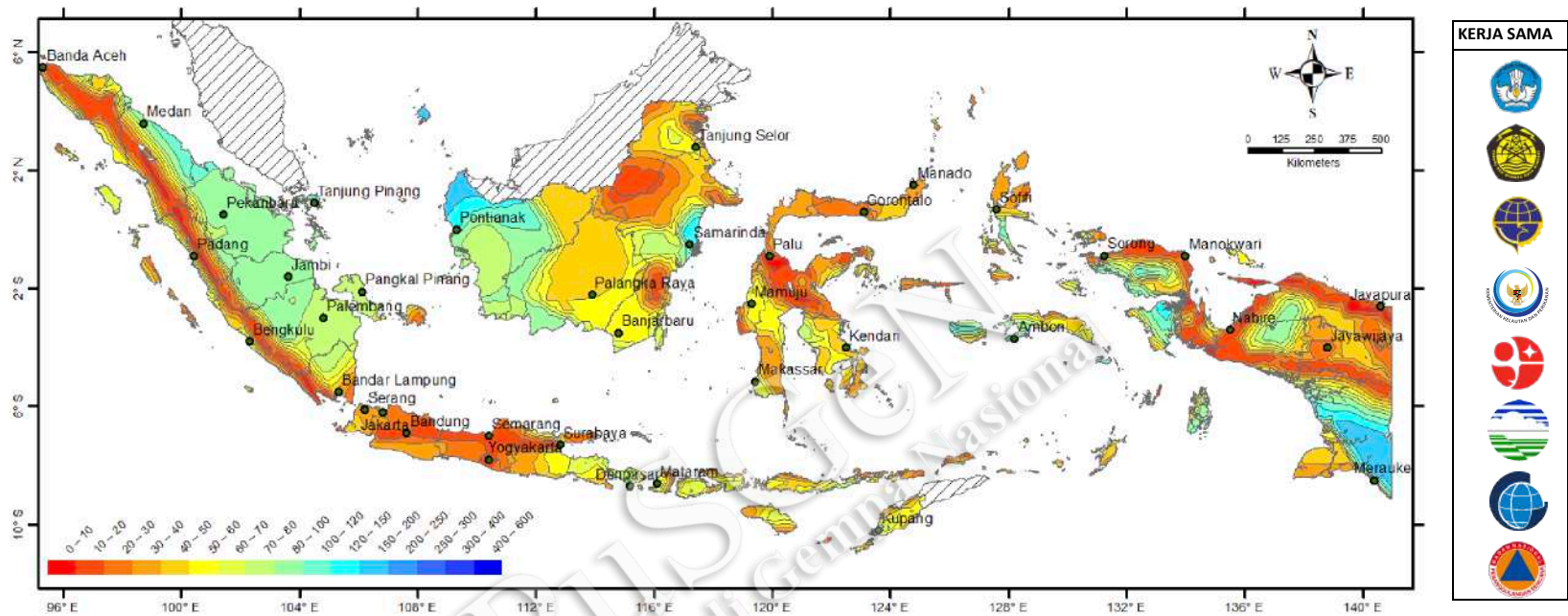
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.49 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun



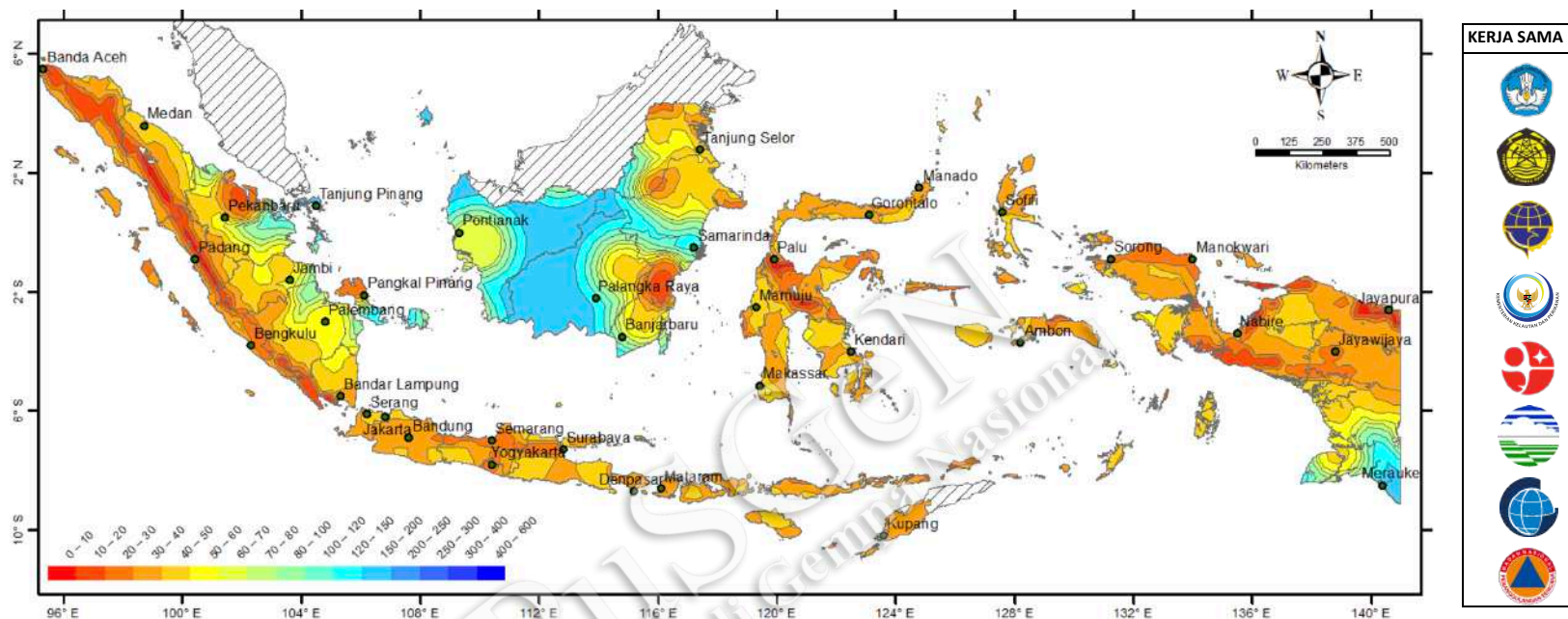
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.50 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



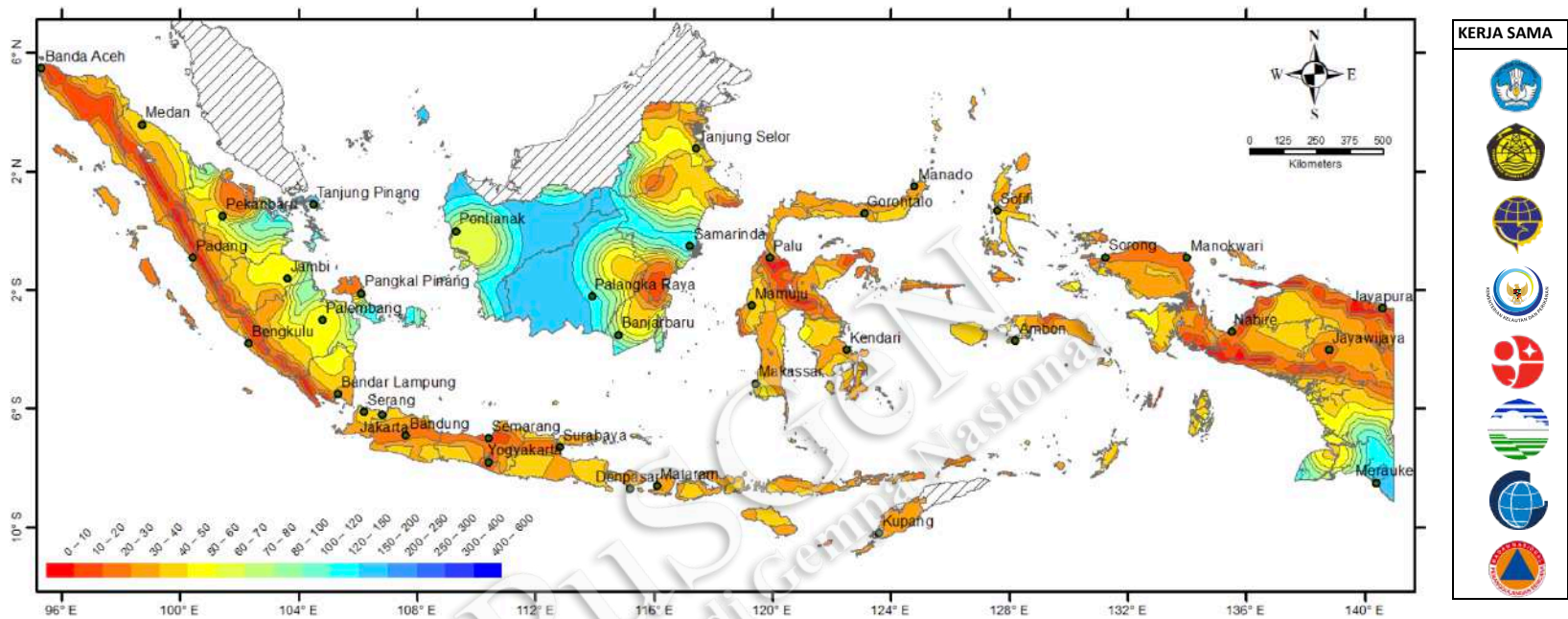
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.51 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



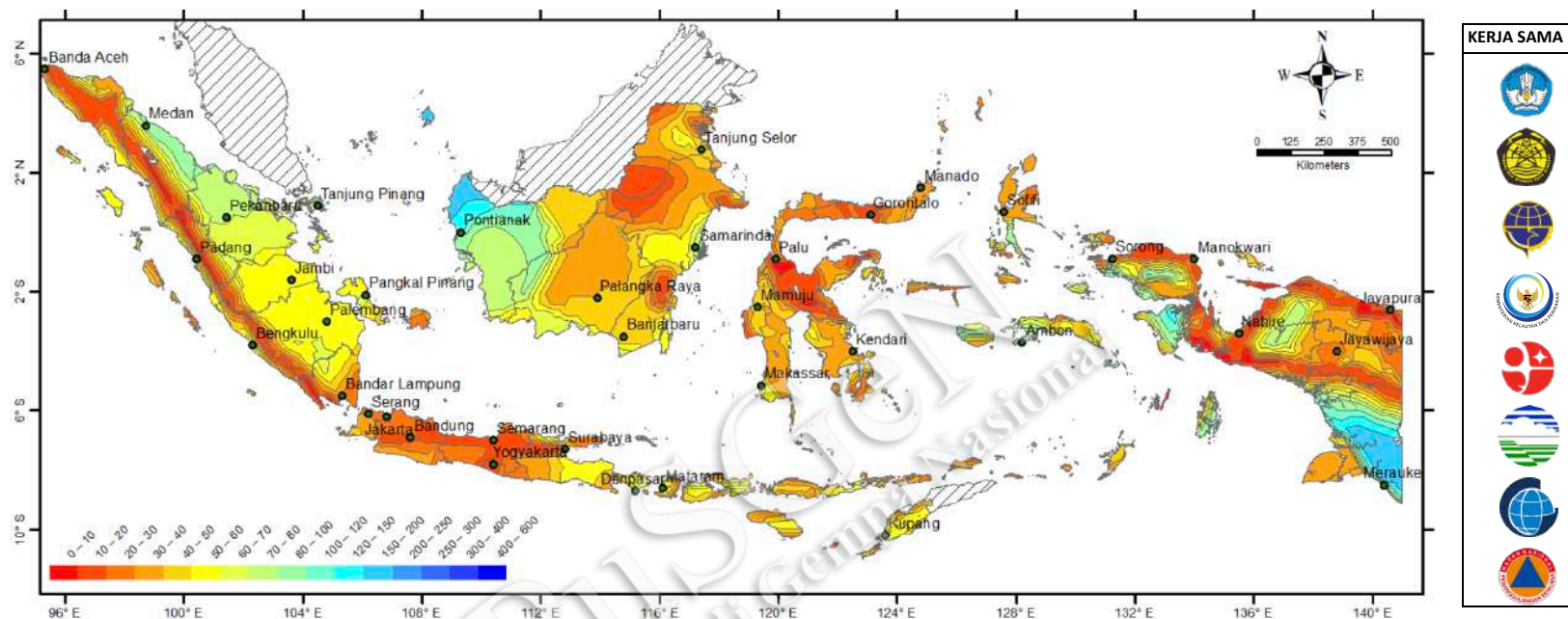
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.52 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun



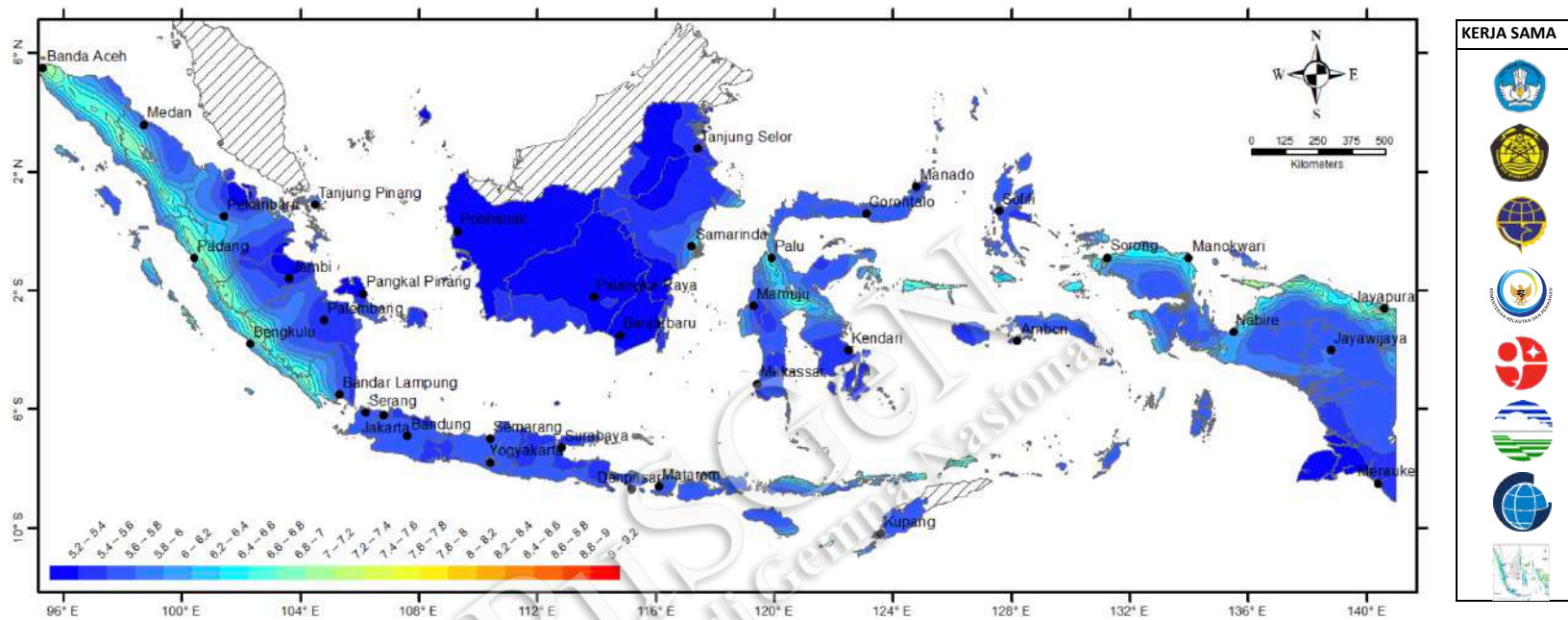
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.53 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



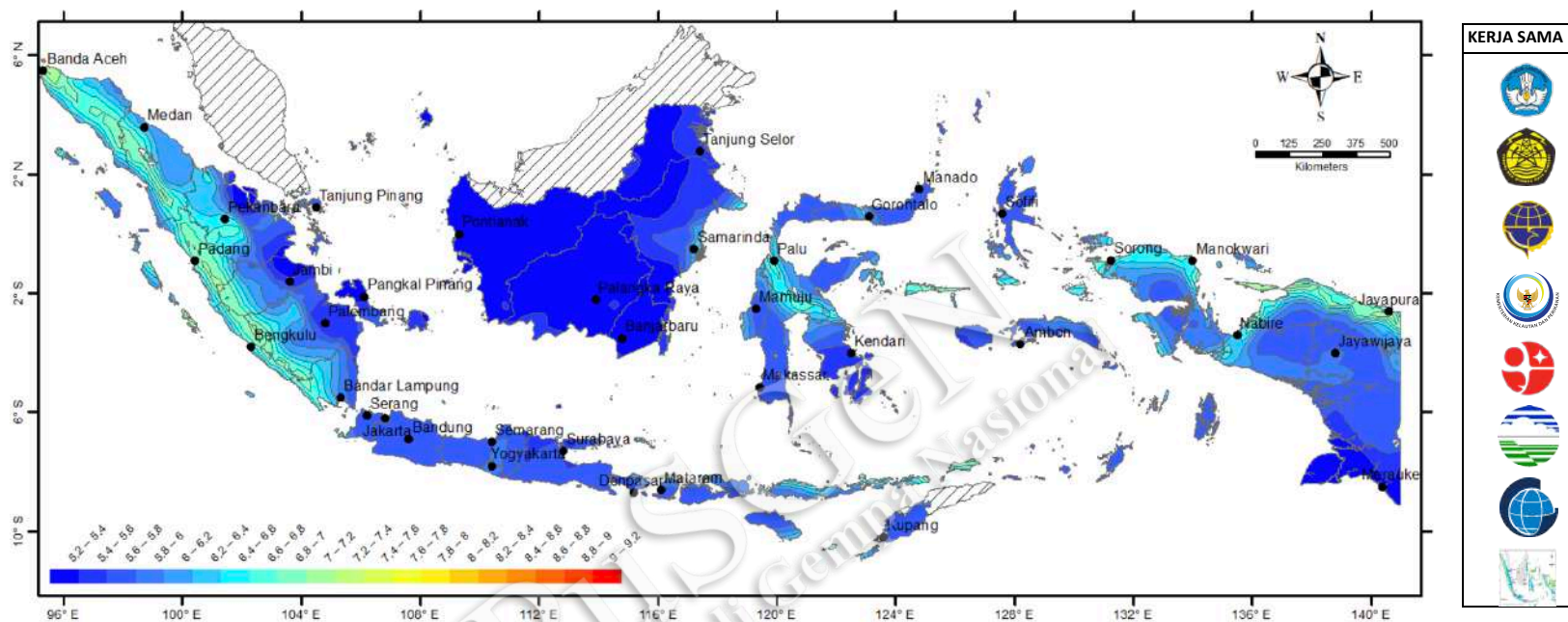
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.54 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



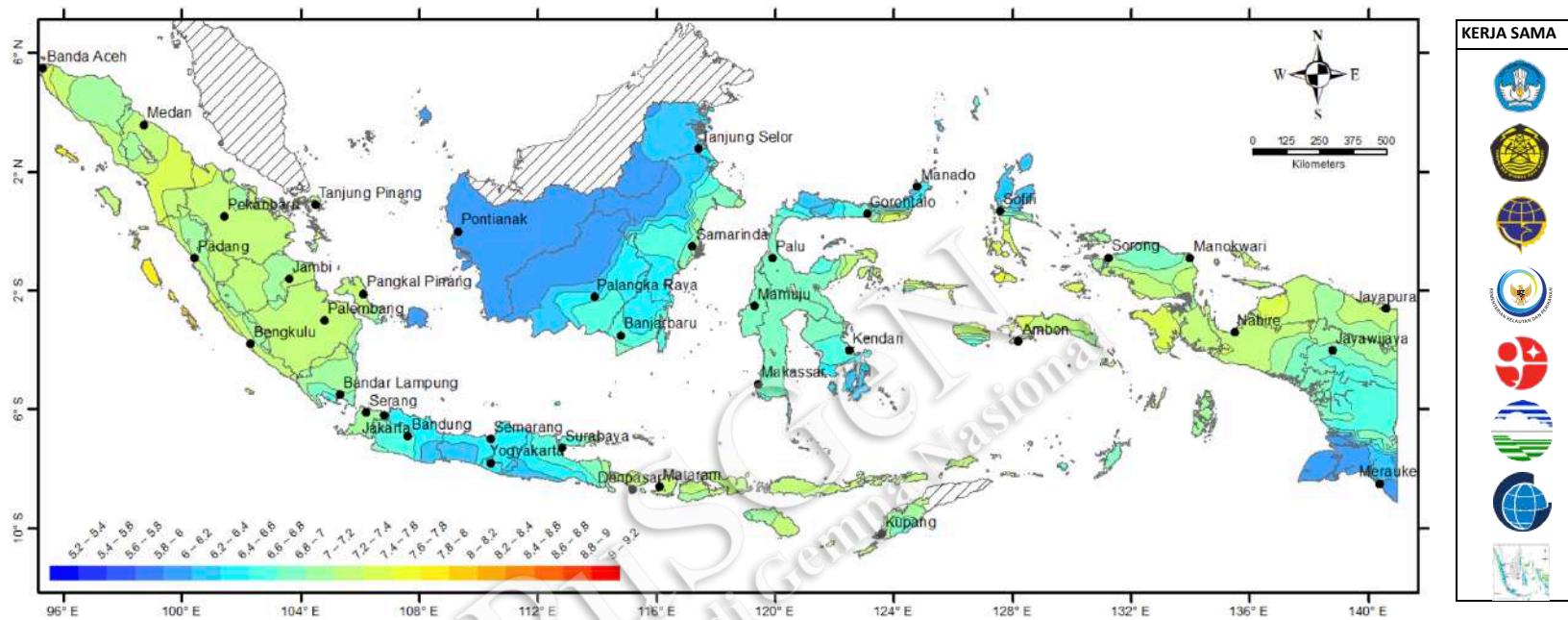
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.55 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun



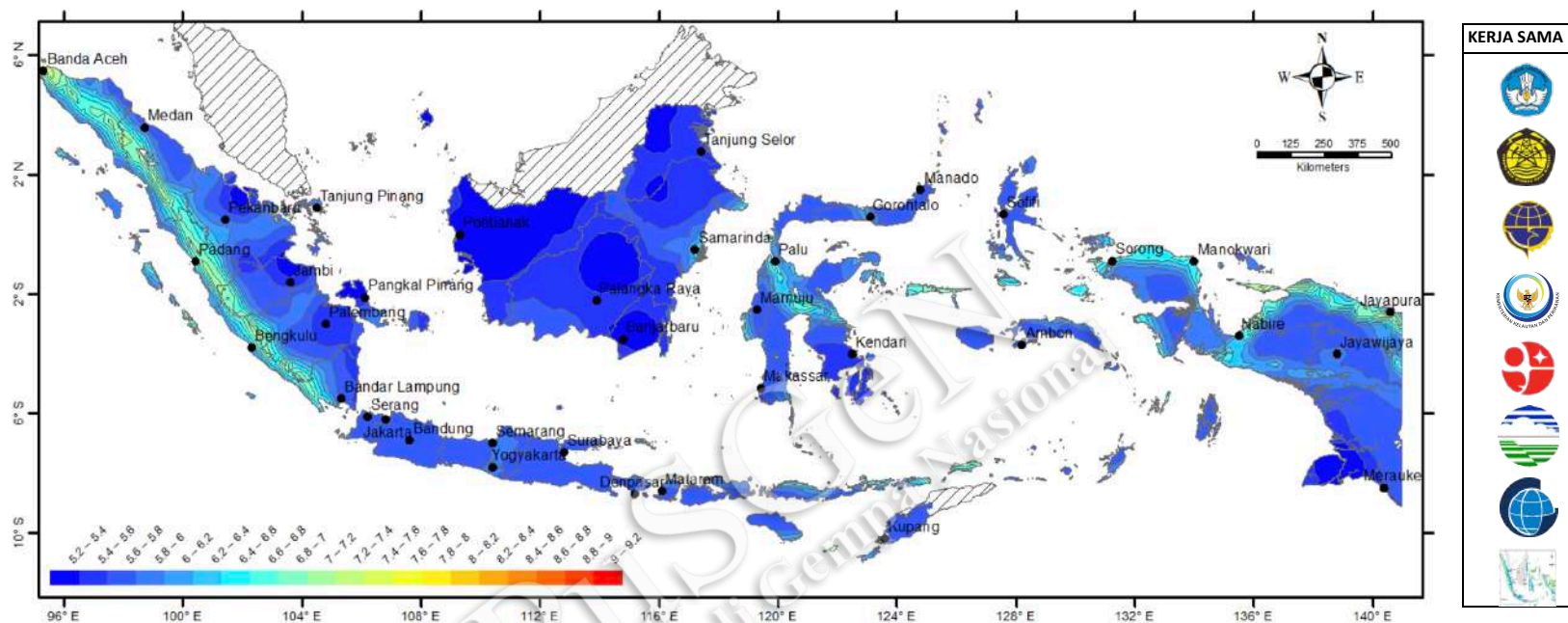
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.56 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



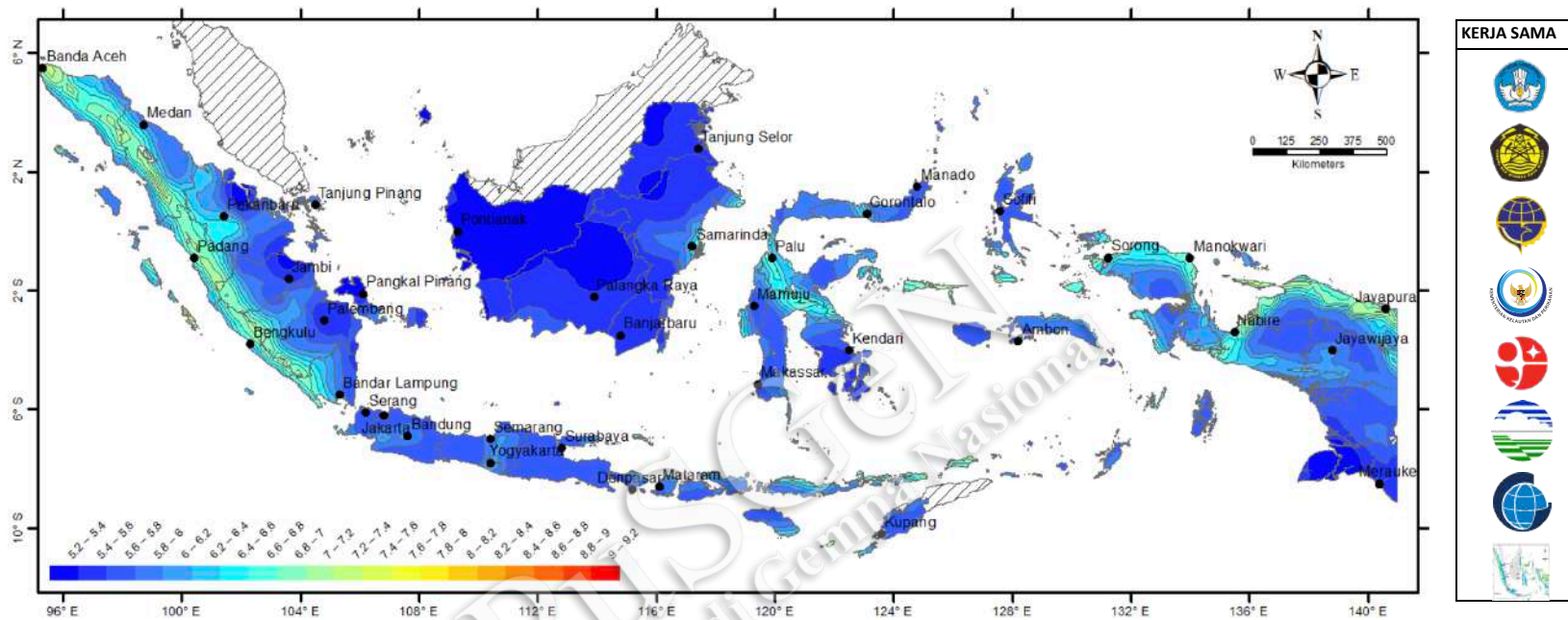
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.57 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



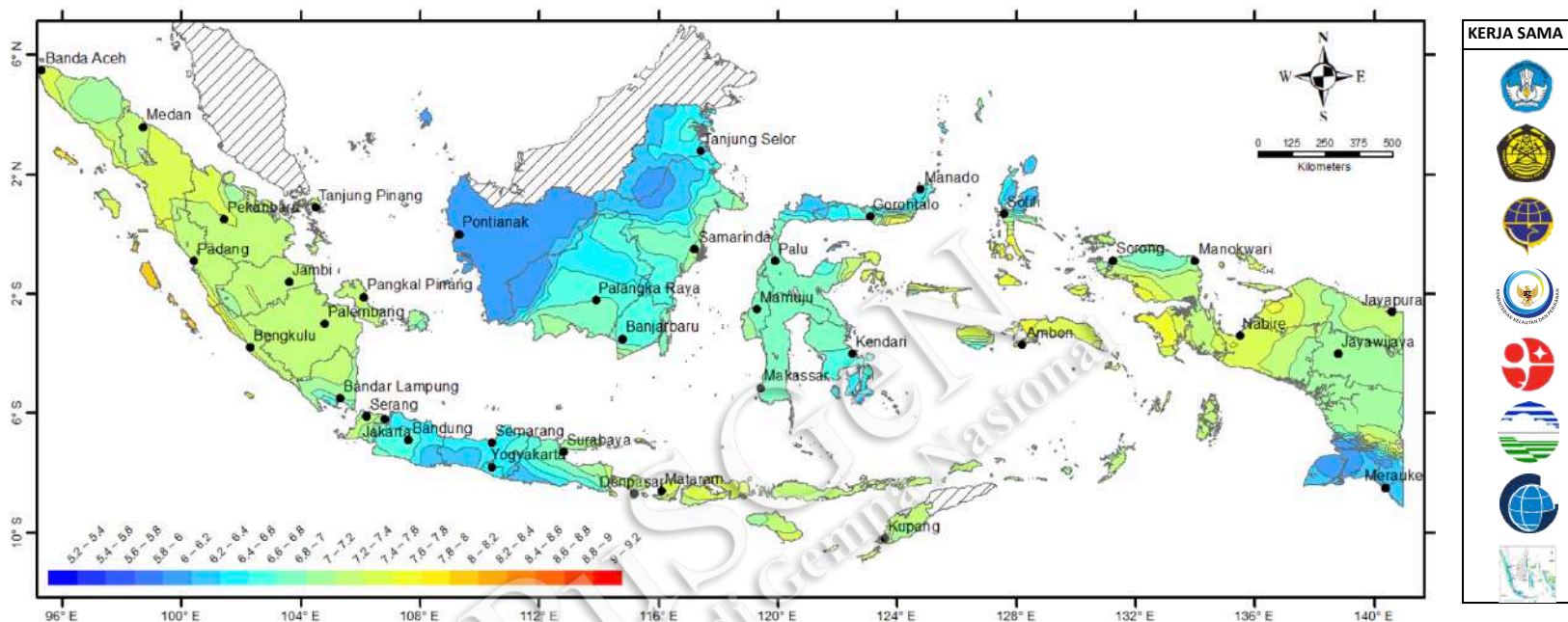
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geophysical Research Center	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
---	---	--	---

Gambar L2.58 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun

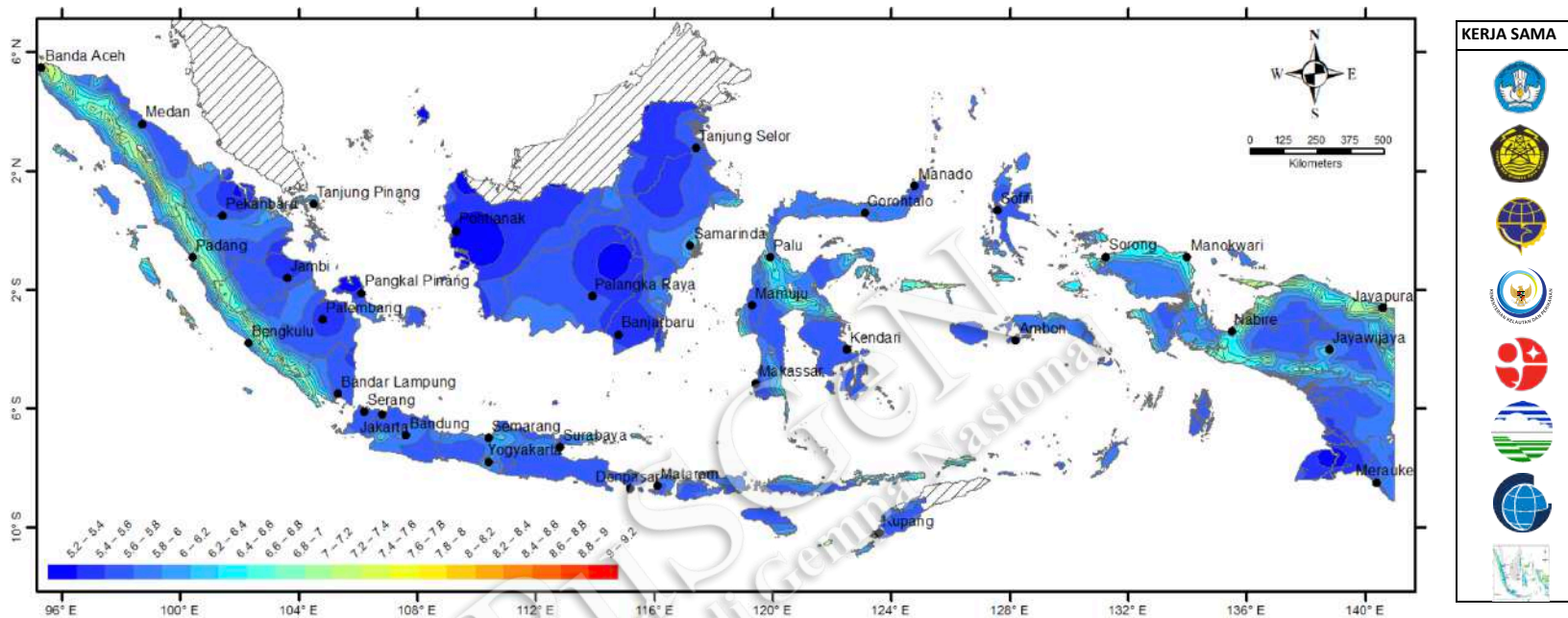


PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.59 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun

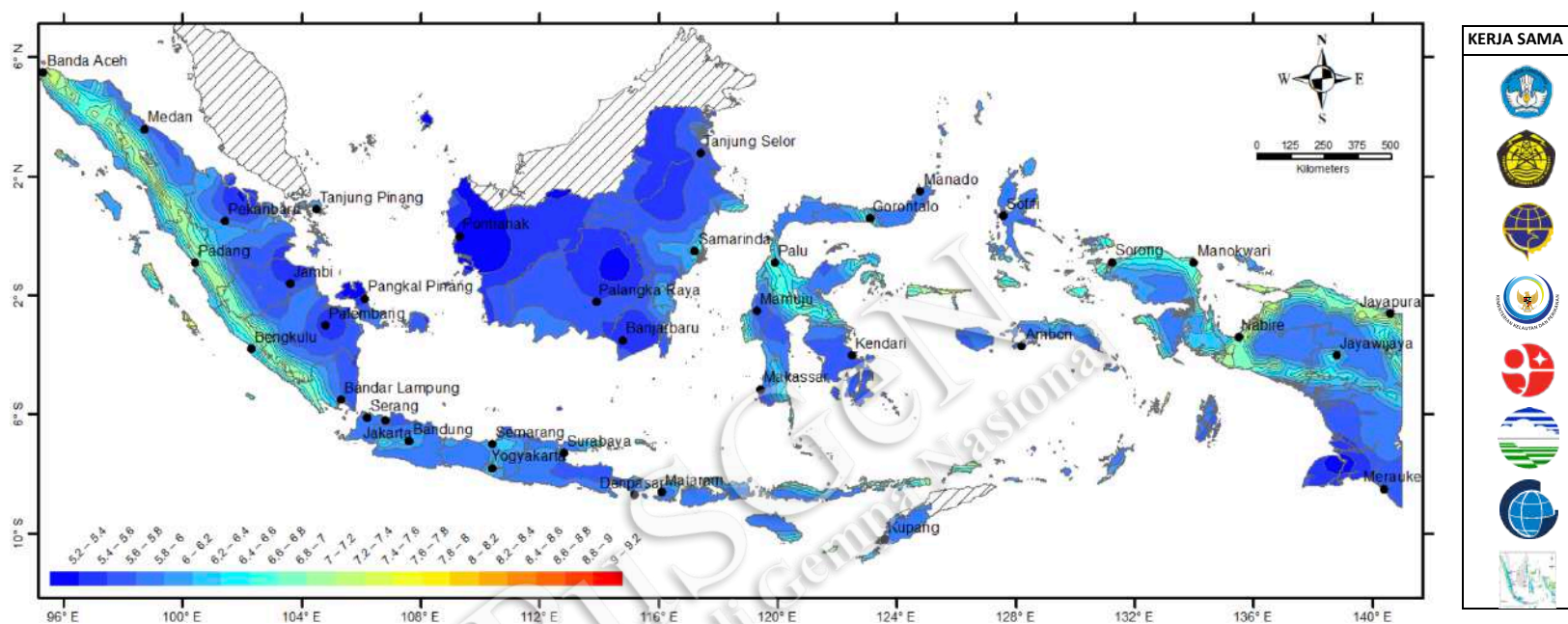


Gambar L2.60 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



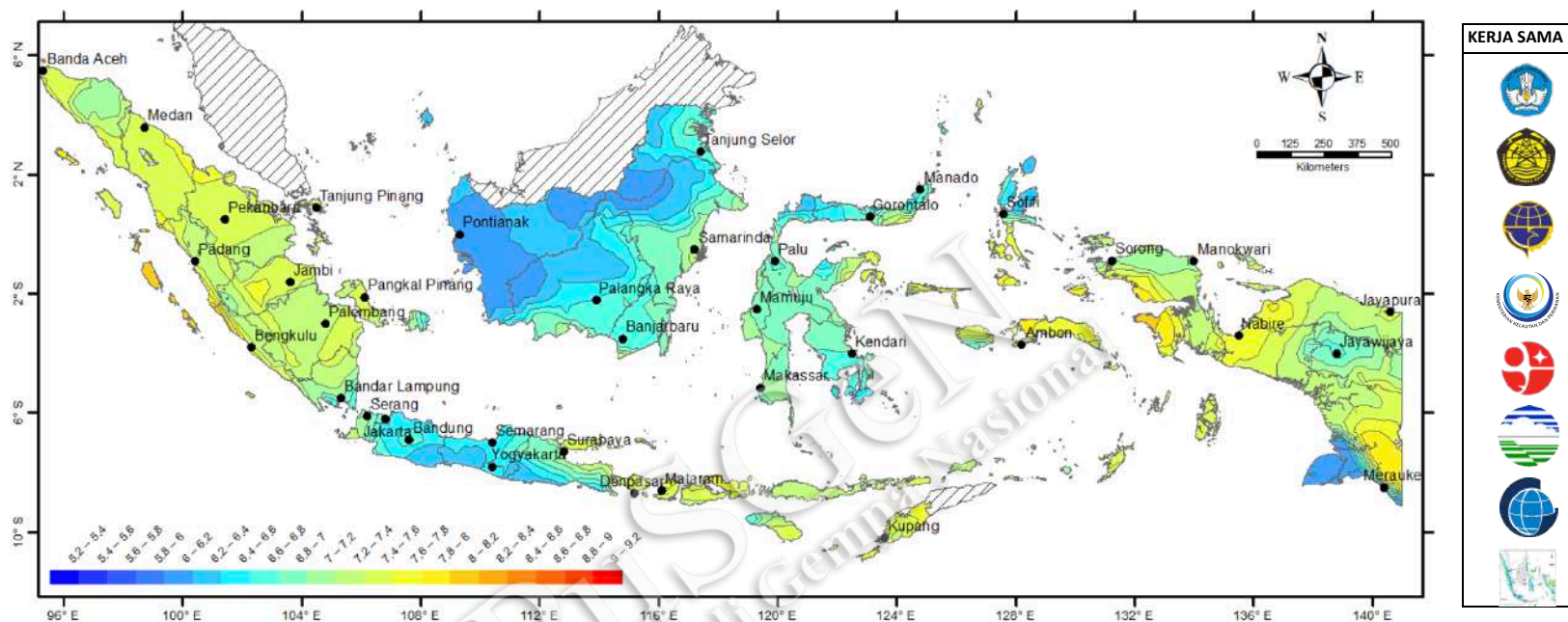
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.61 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun



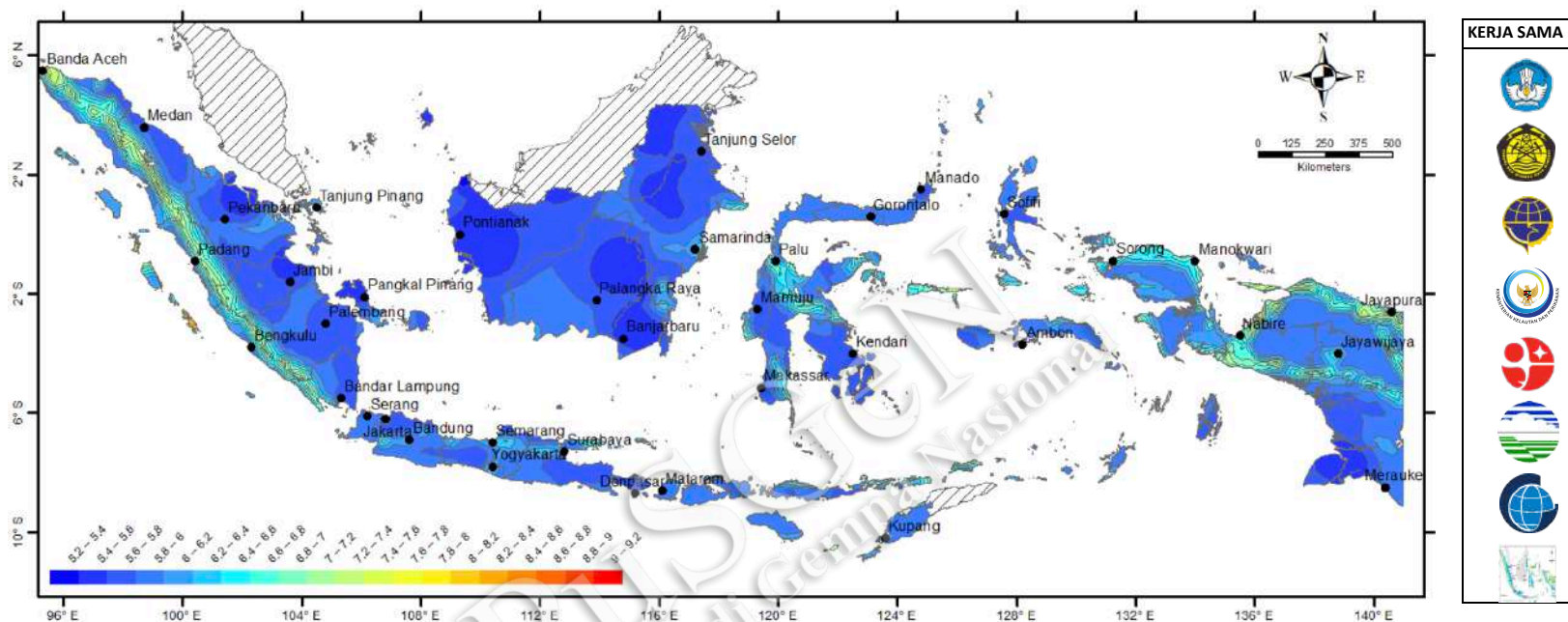
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.62 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun



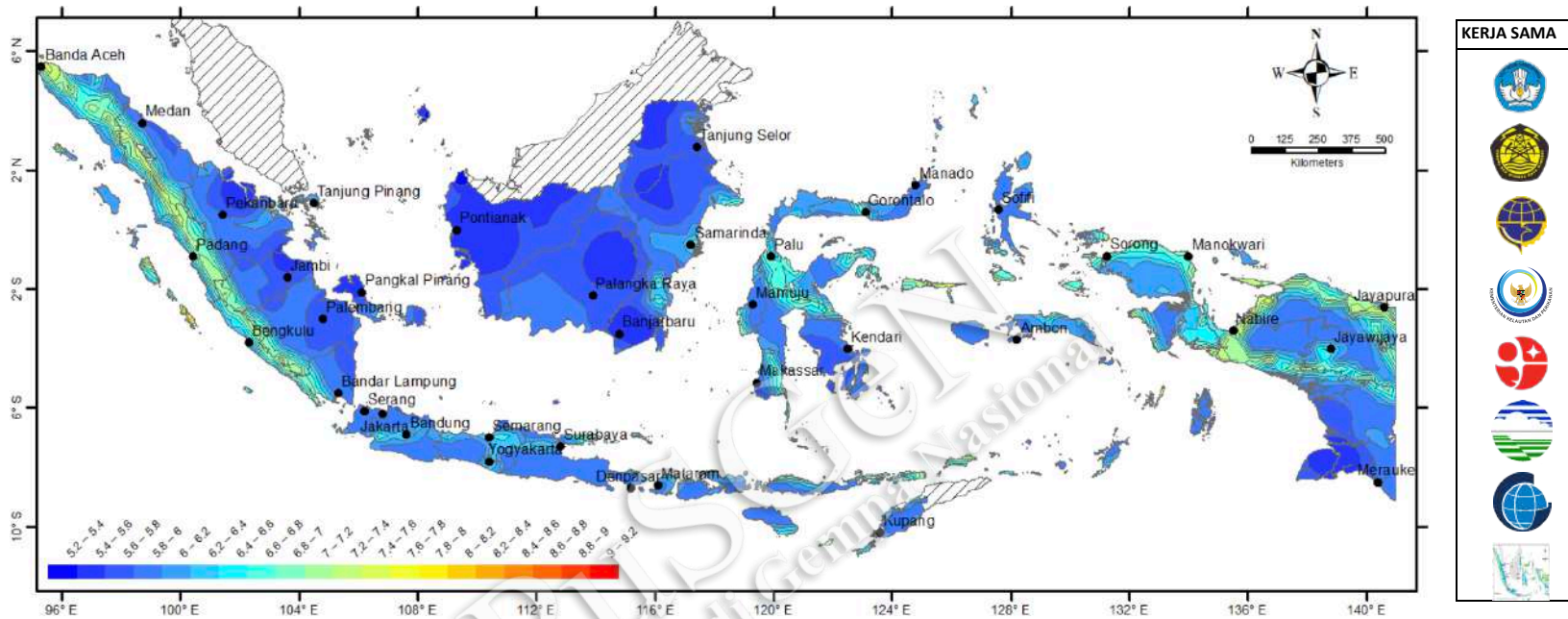
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.63 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun



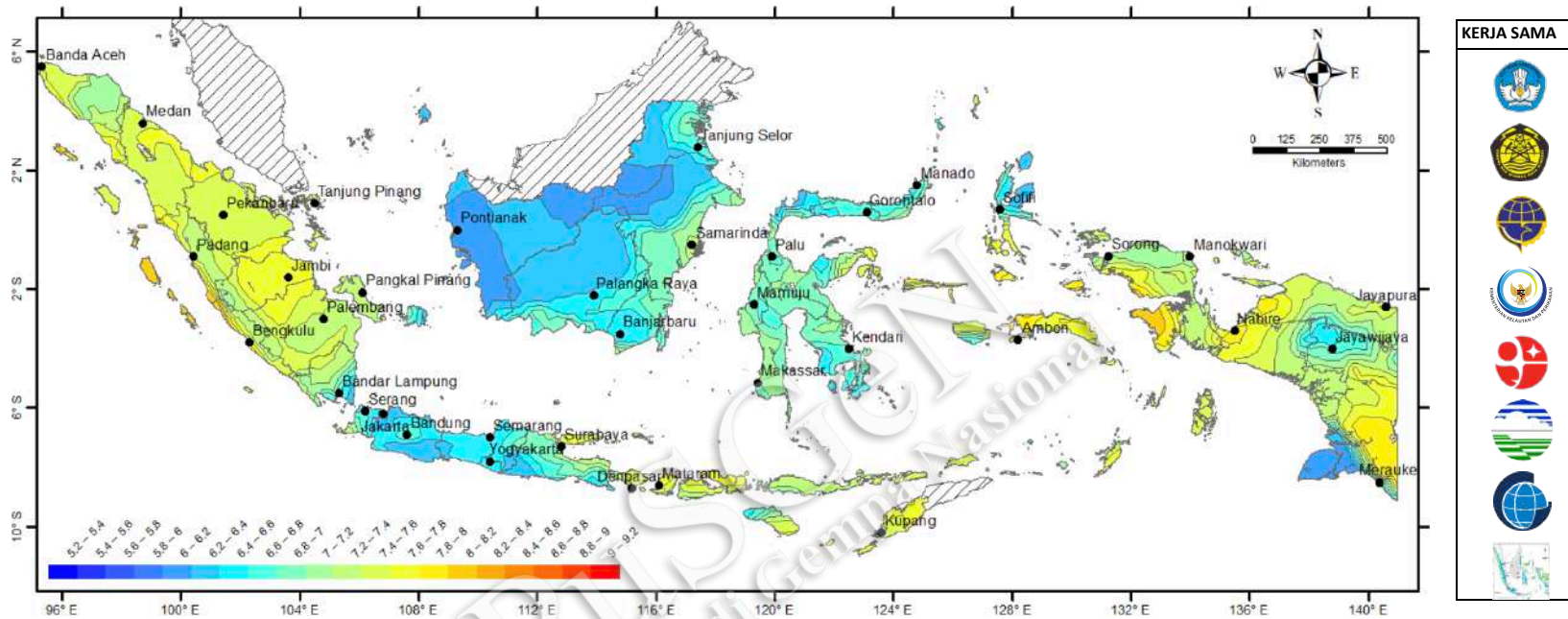
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.64 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun



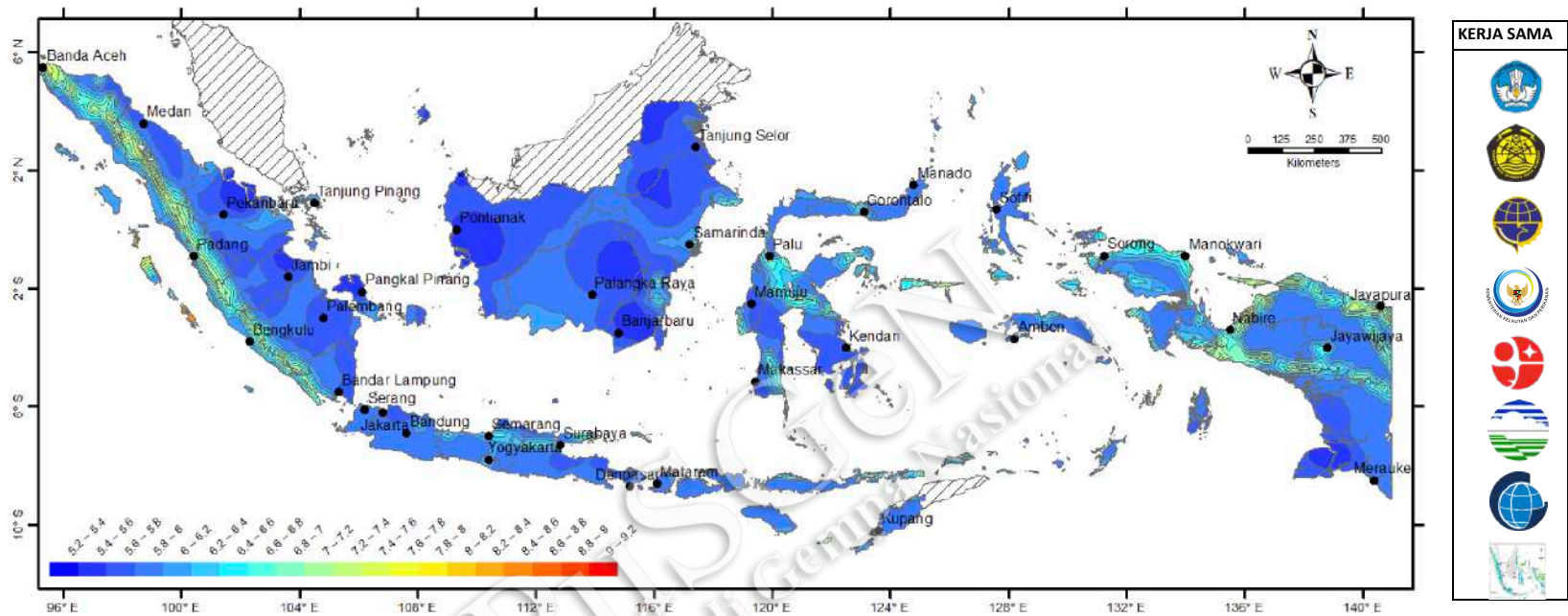
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.65 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



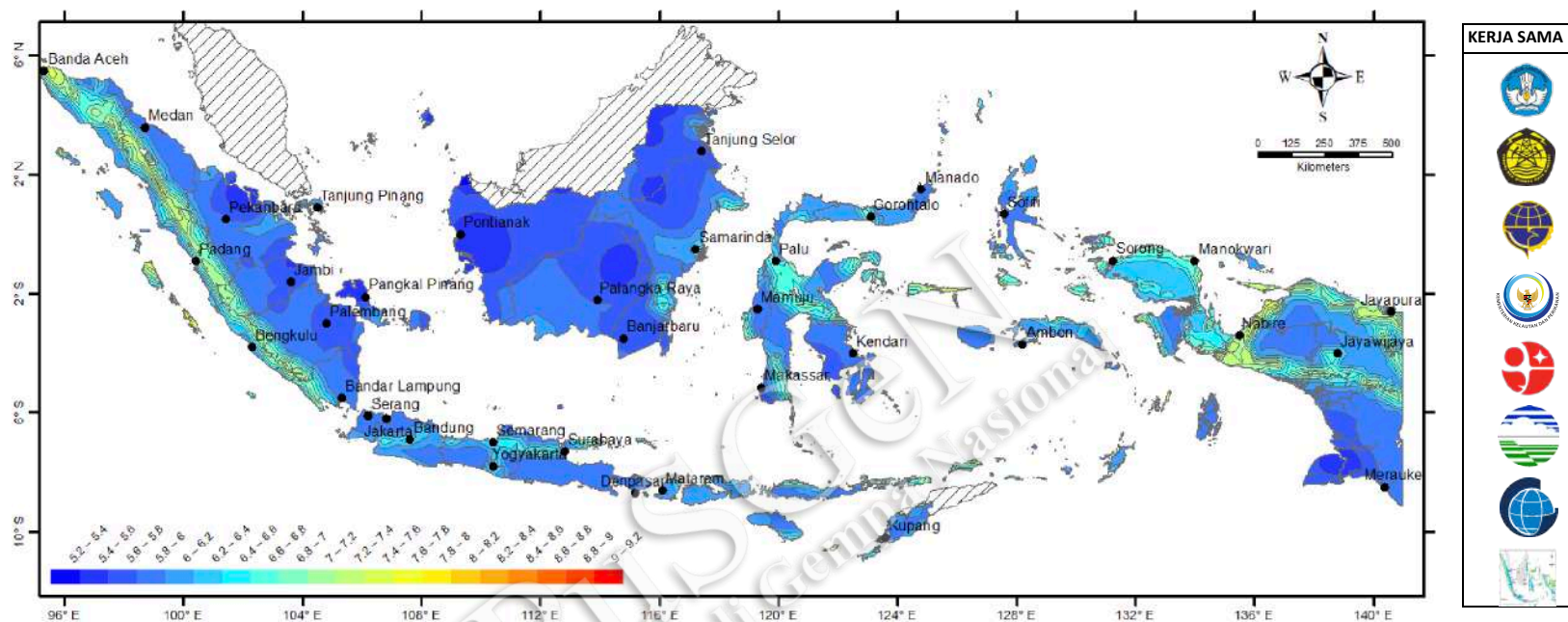
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.66 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



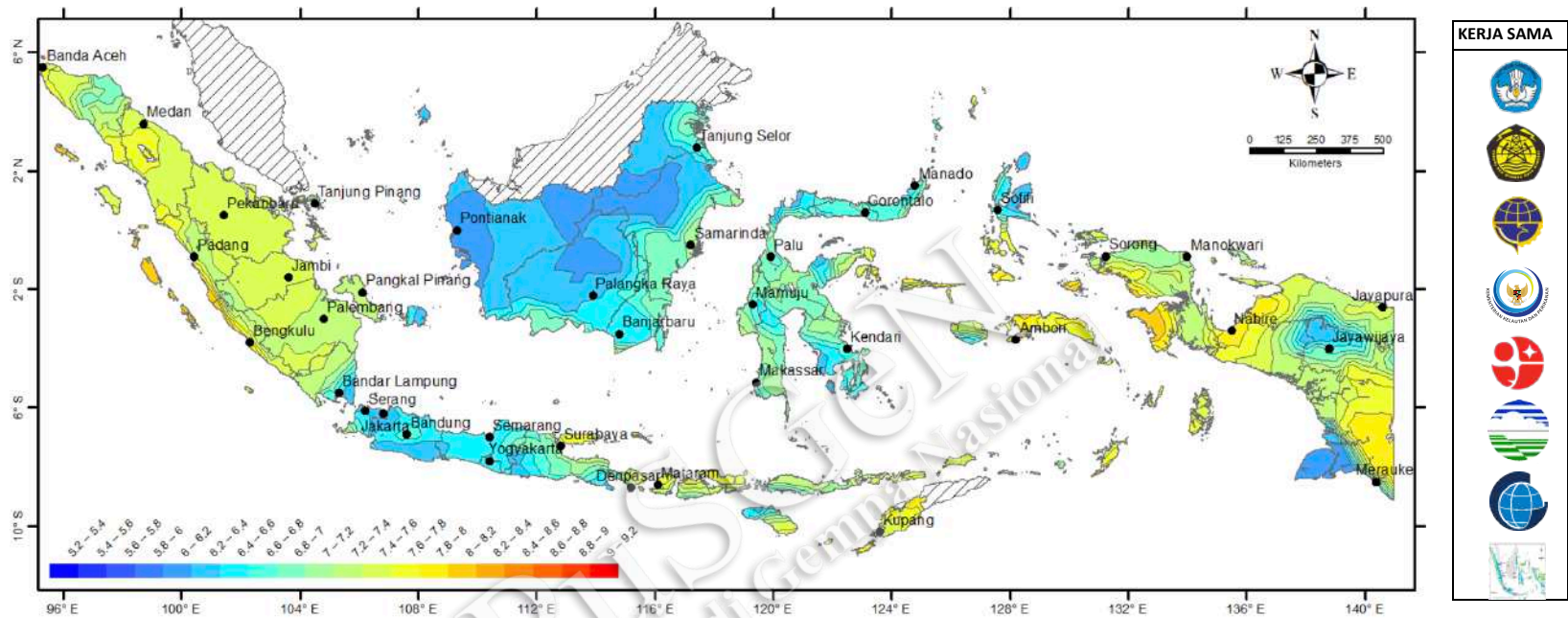
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.67 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun



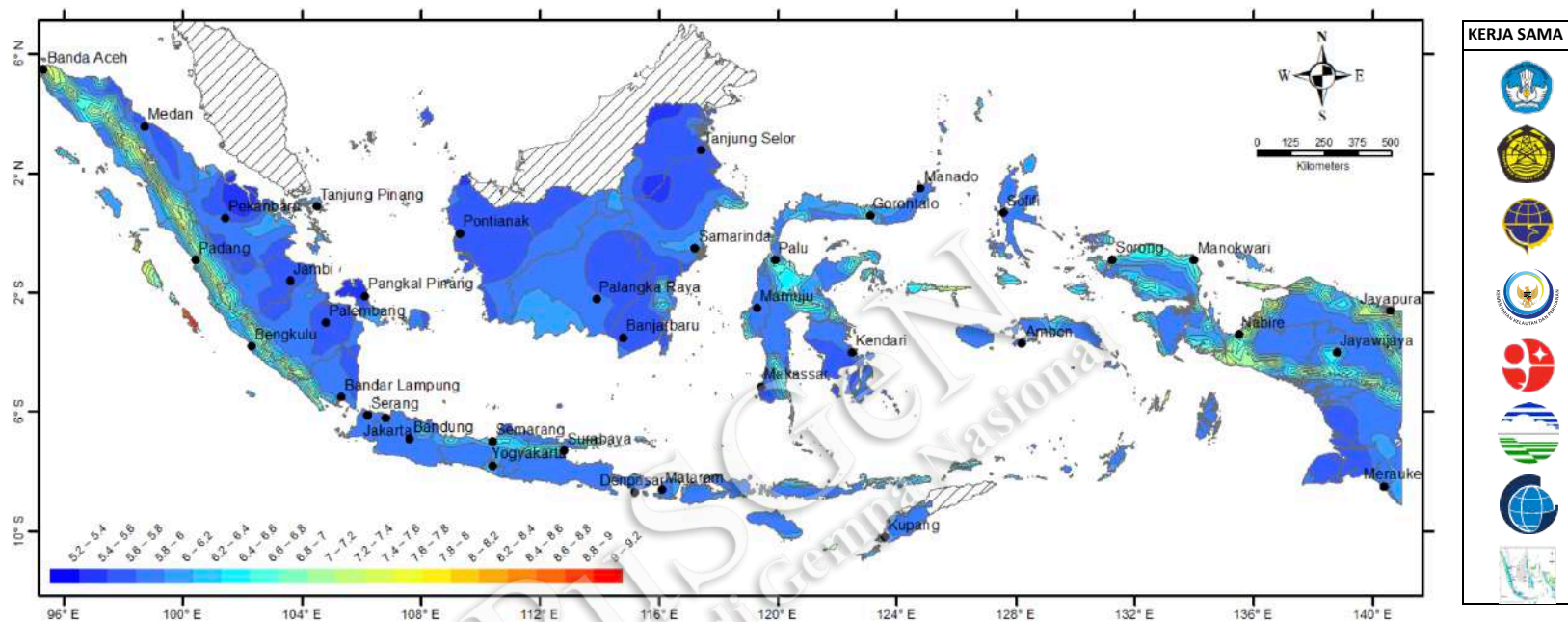
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.68 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



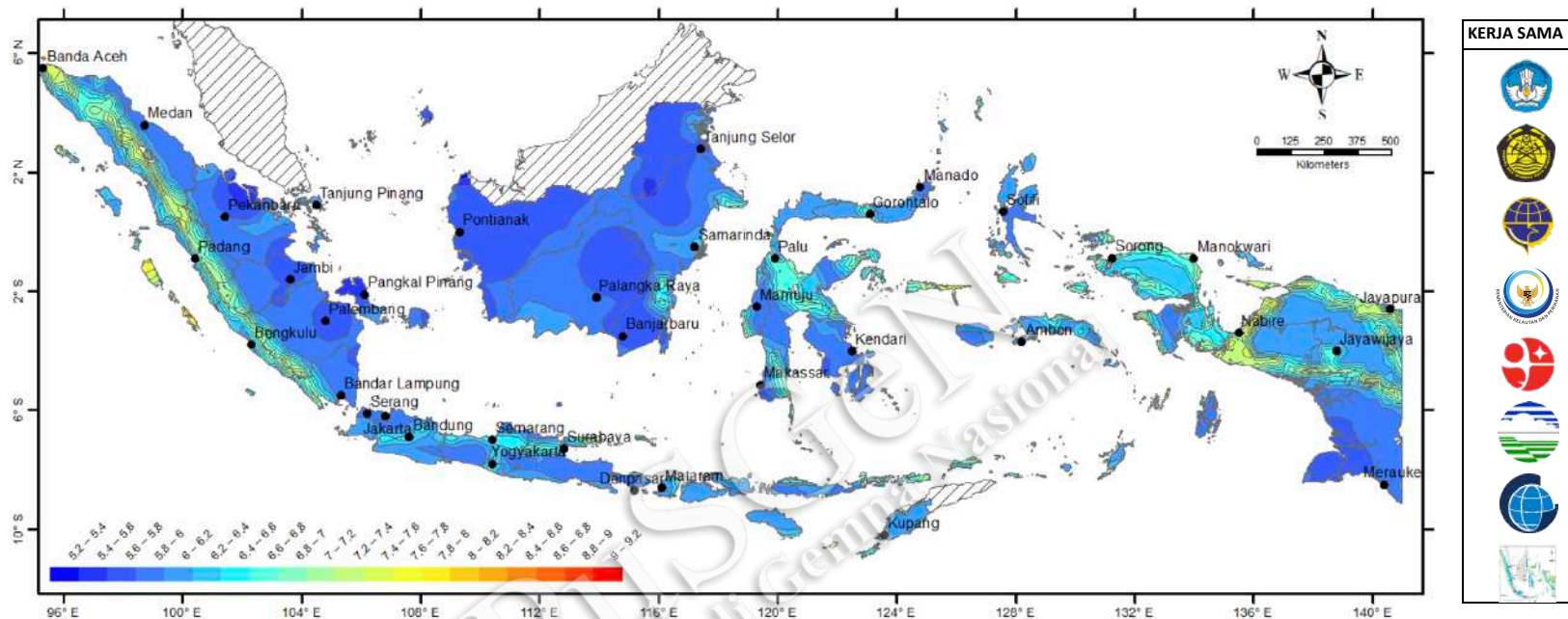
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.69 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



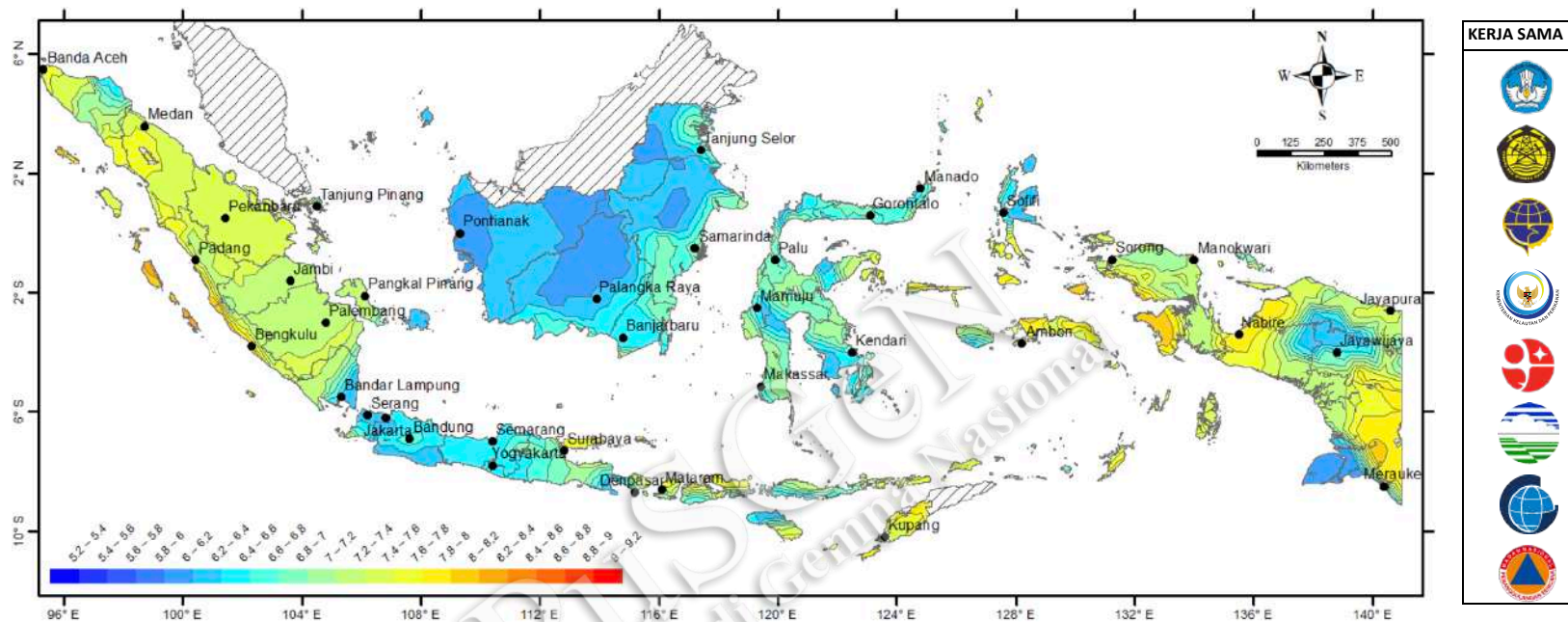
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.70 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun



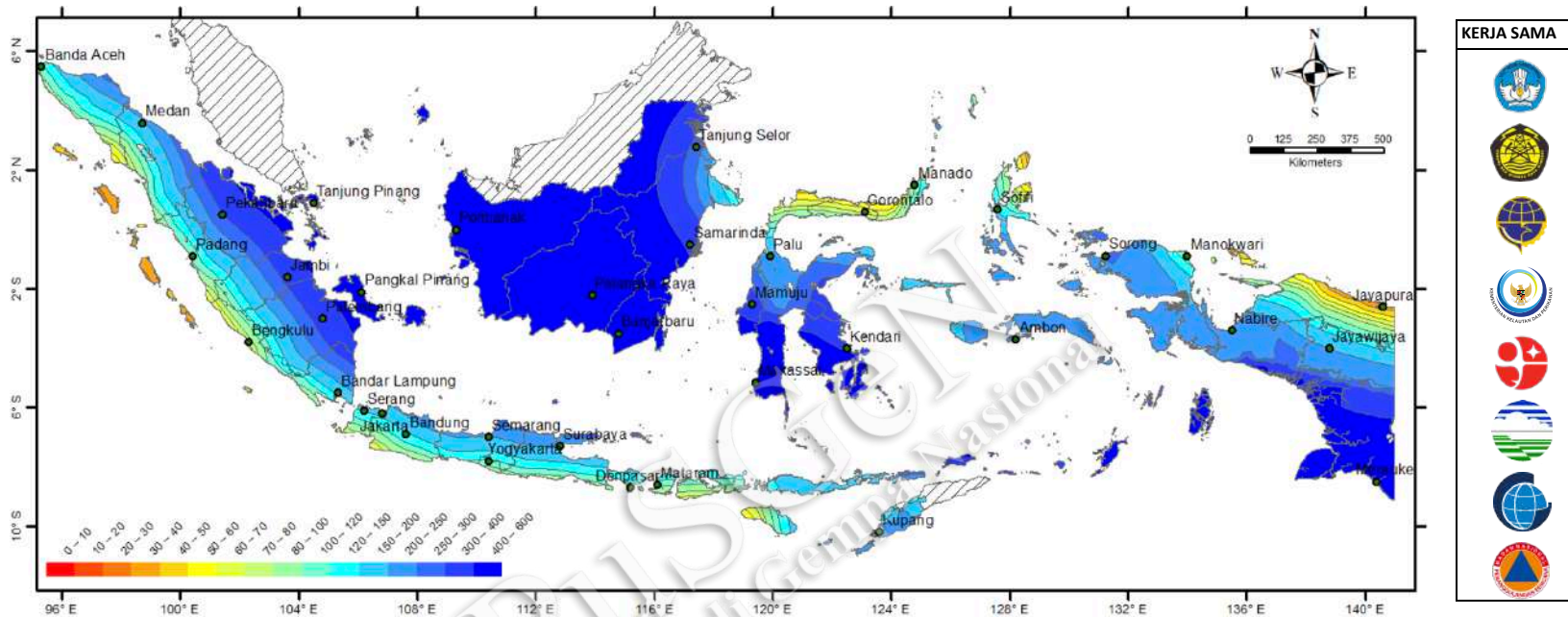
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.71 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



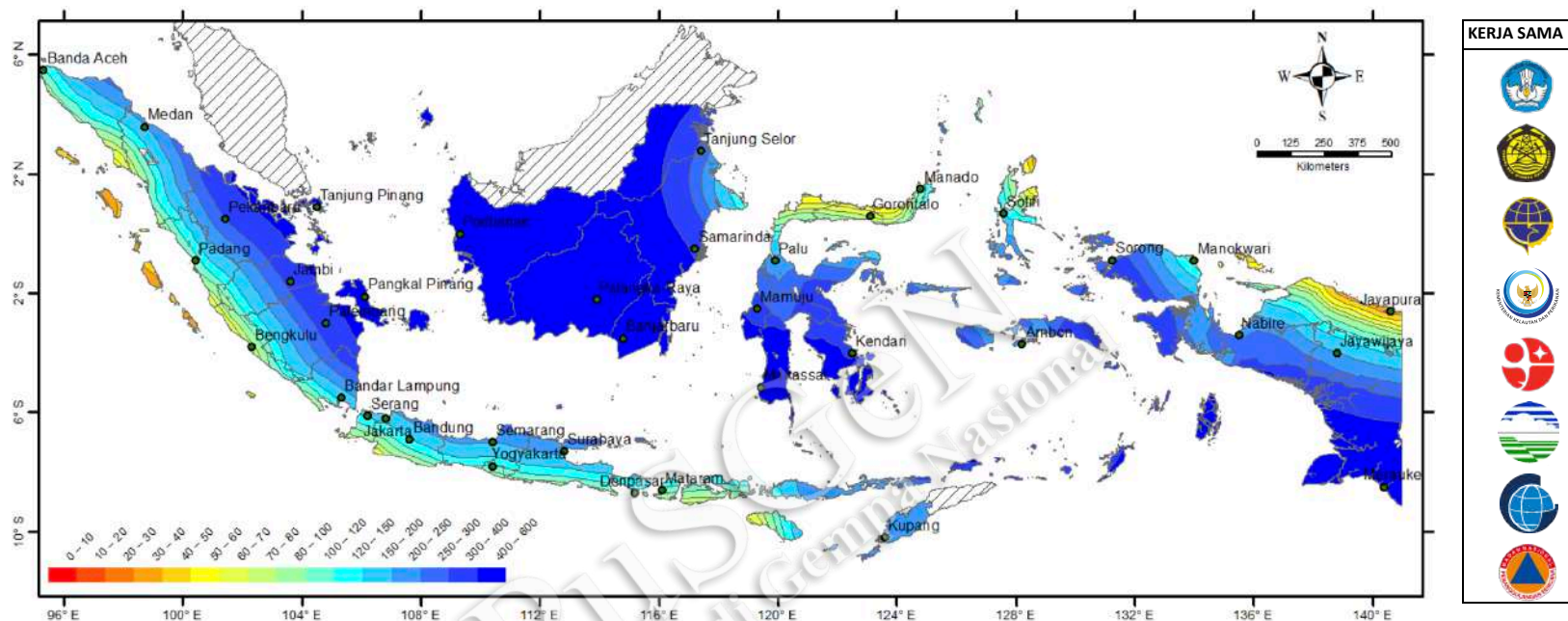
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.72 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa Sesar Dangkal pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



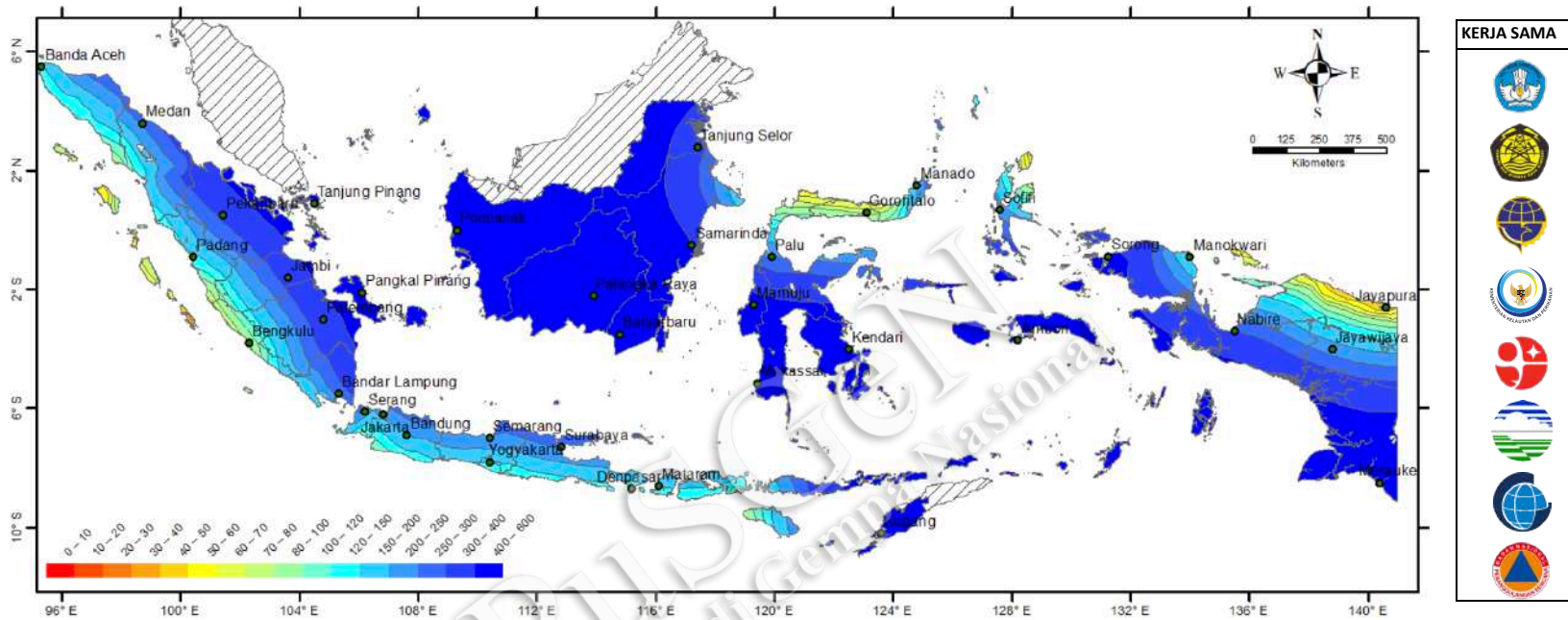
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.73 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun



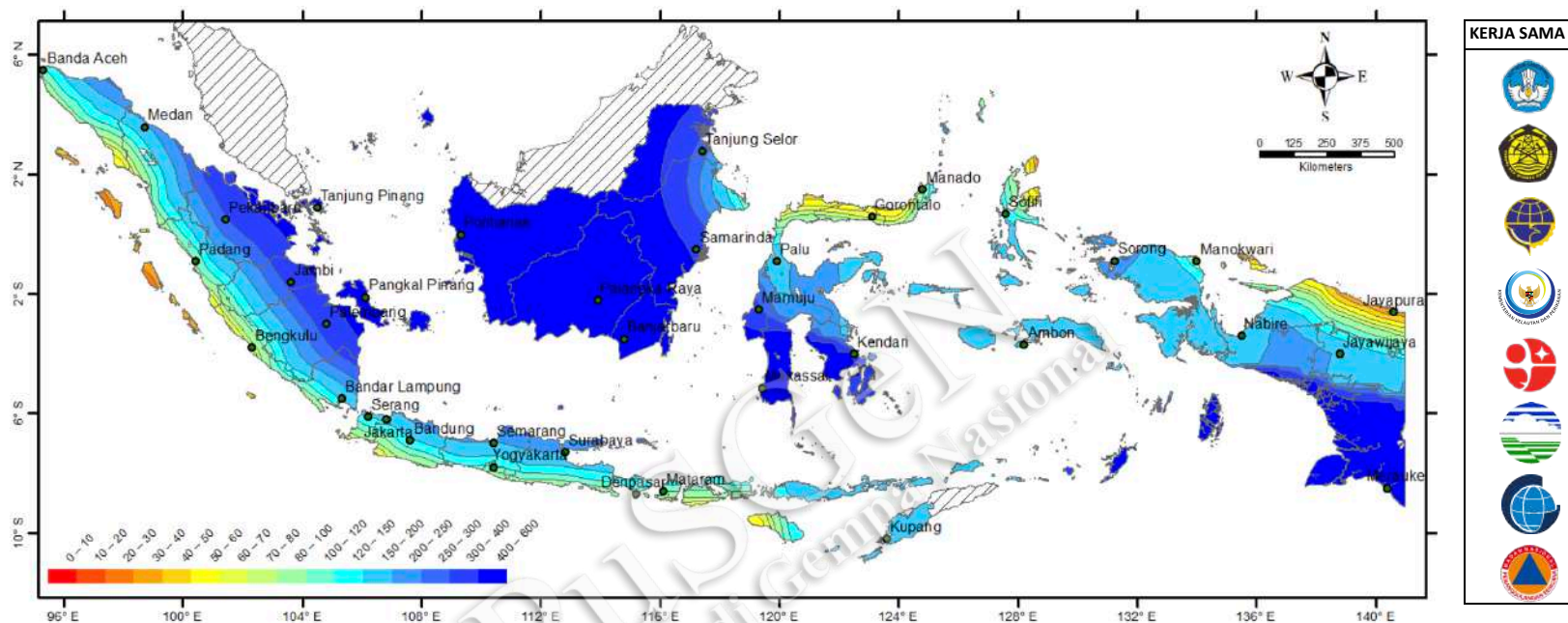
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geophysical Research Center	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.74 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



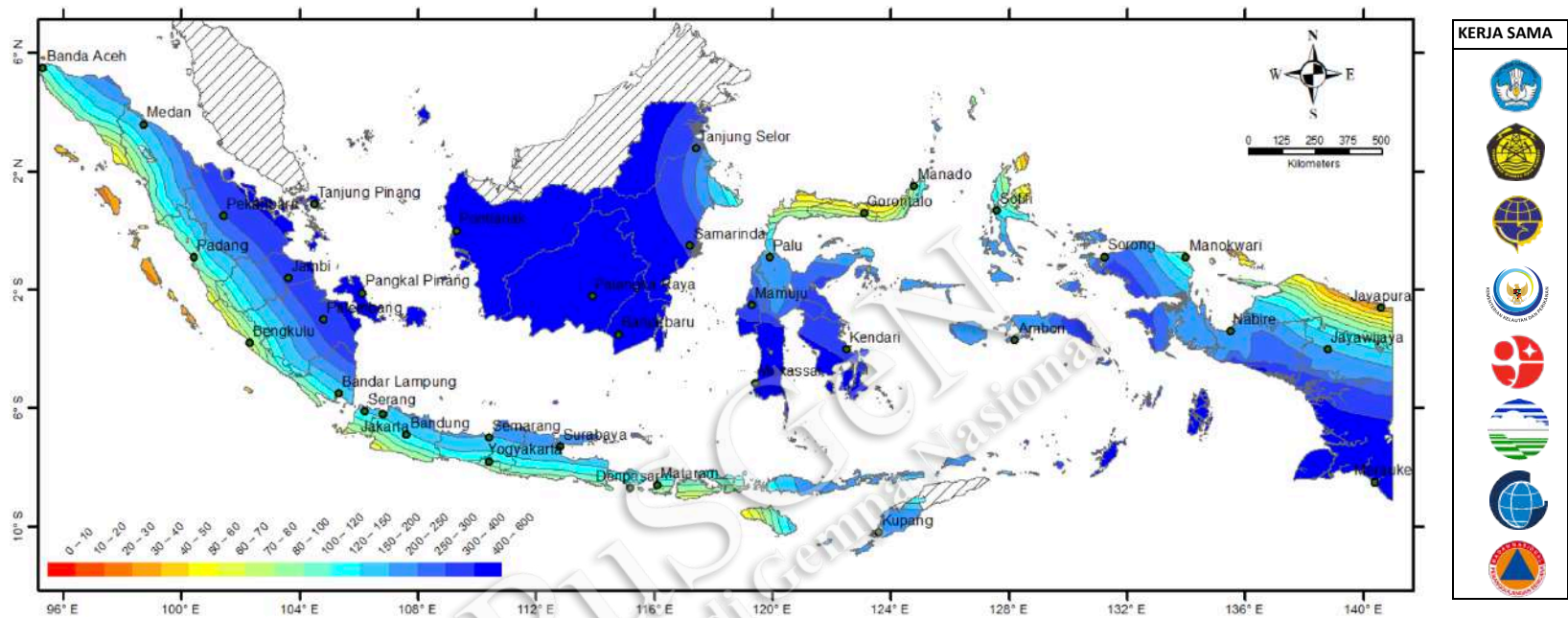
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.75 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



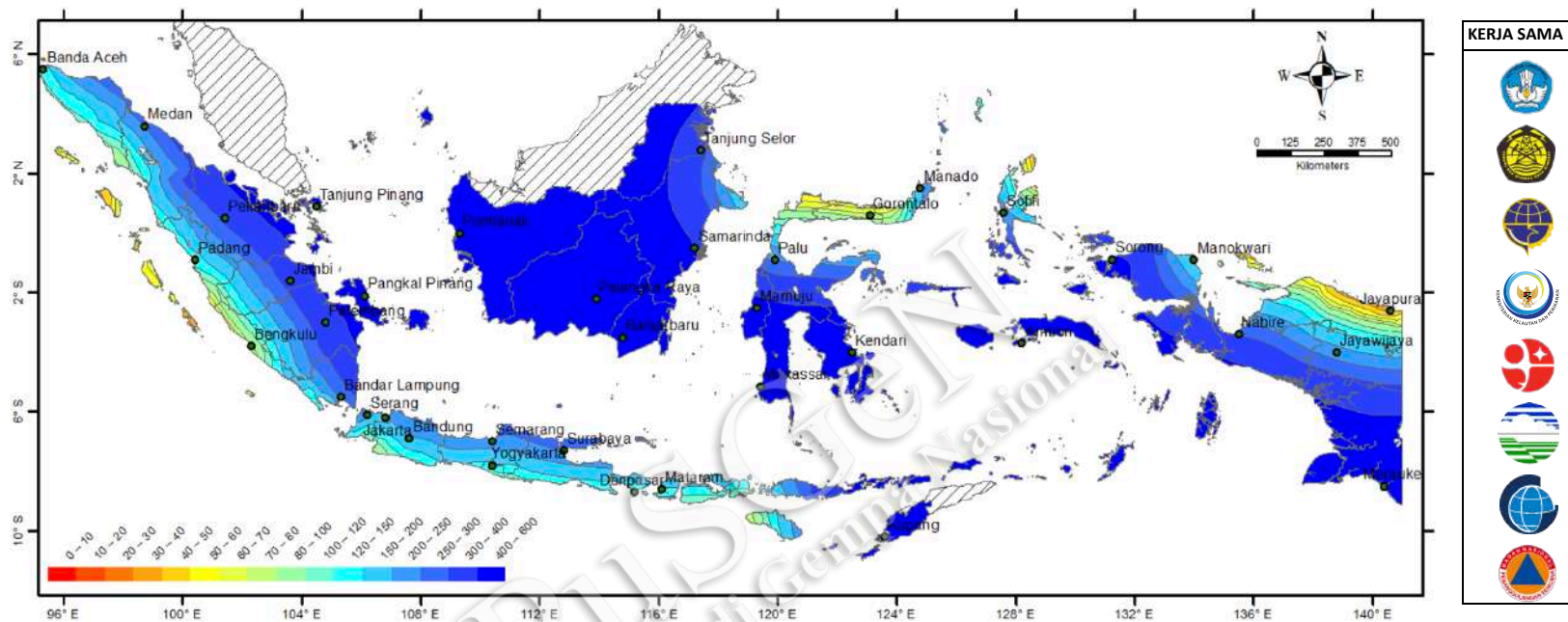
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.76 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun



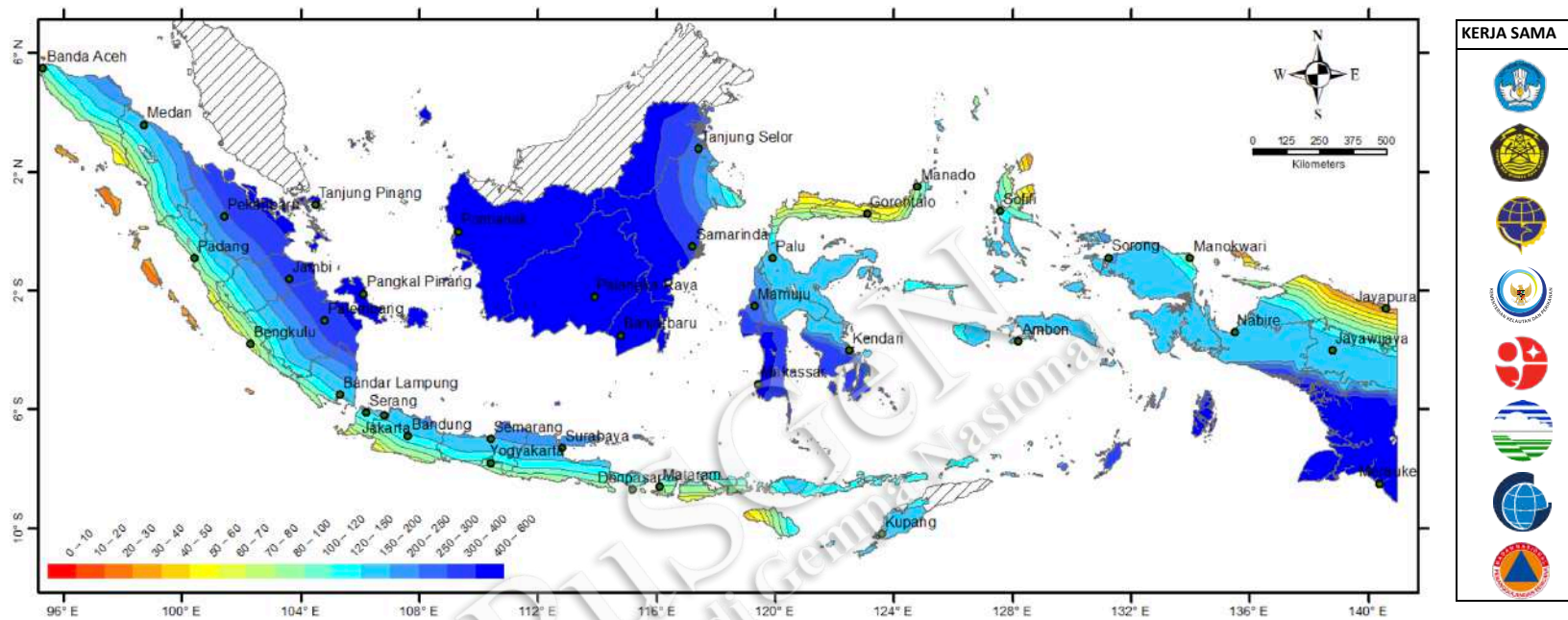
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.77 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



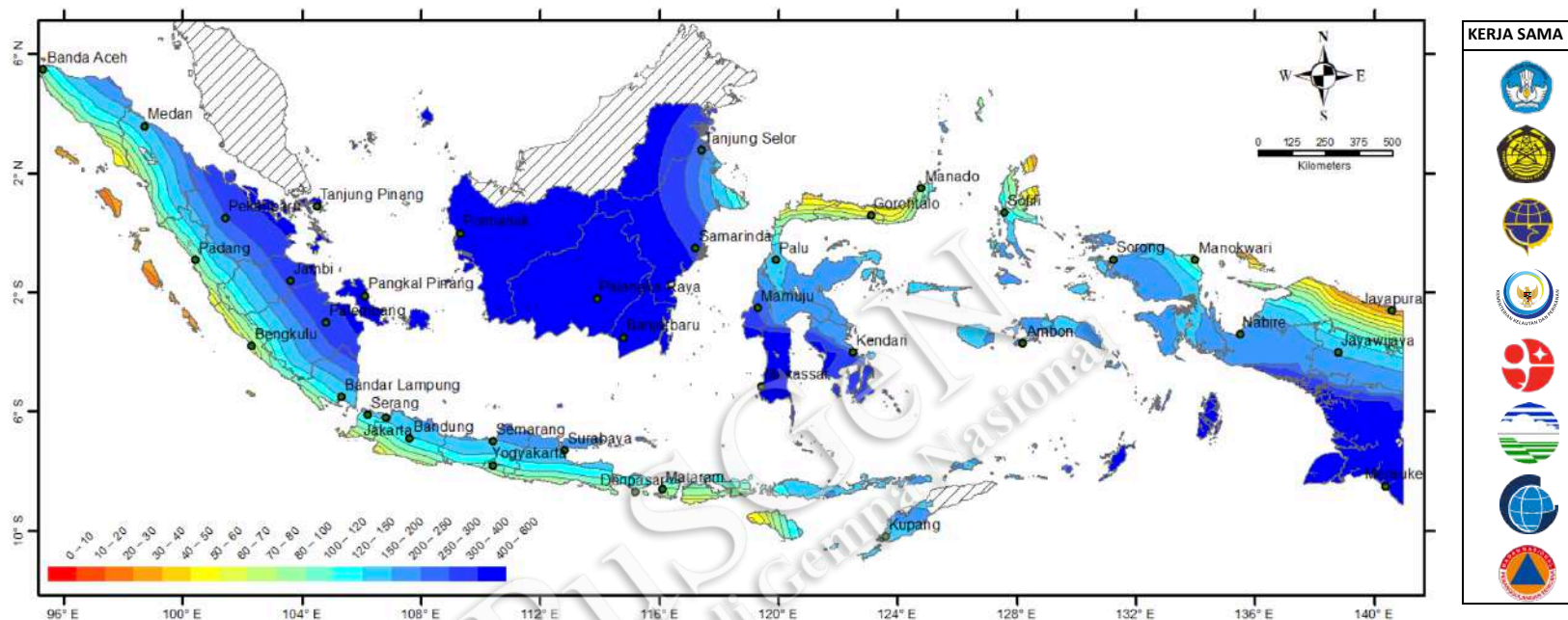
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.78 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



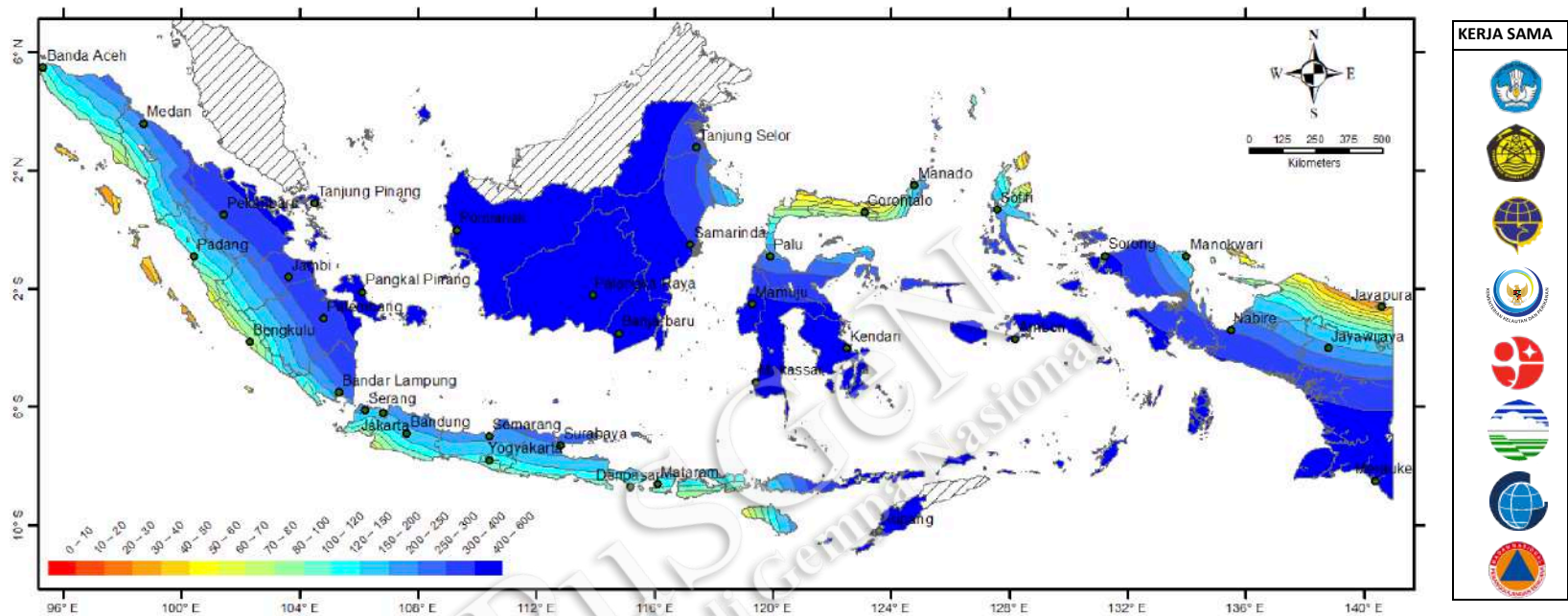
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.79 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun



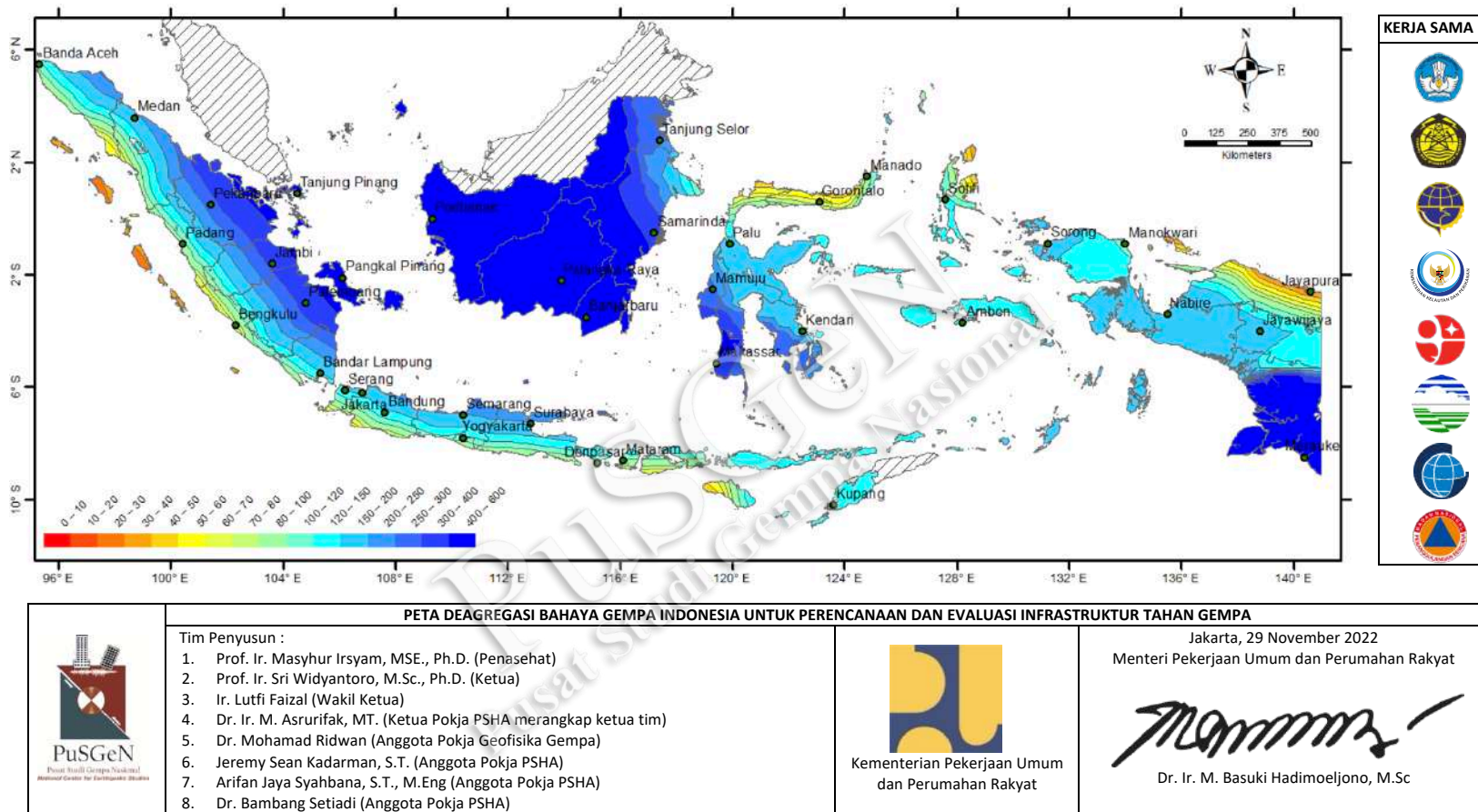
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.80 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun

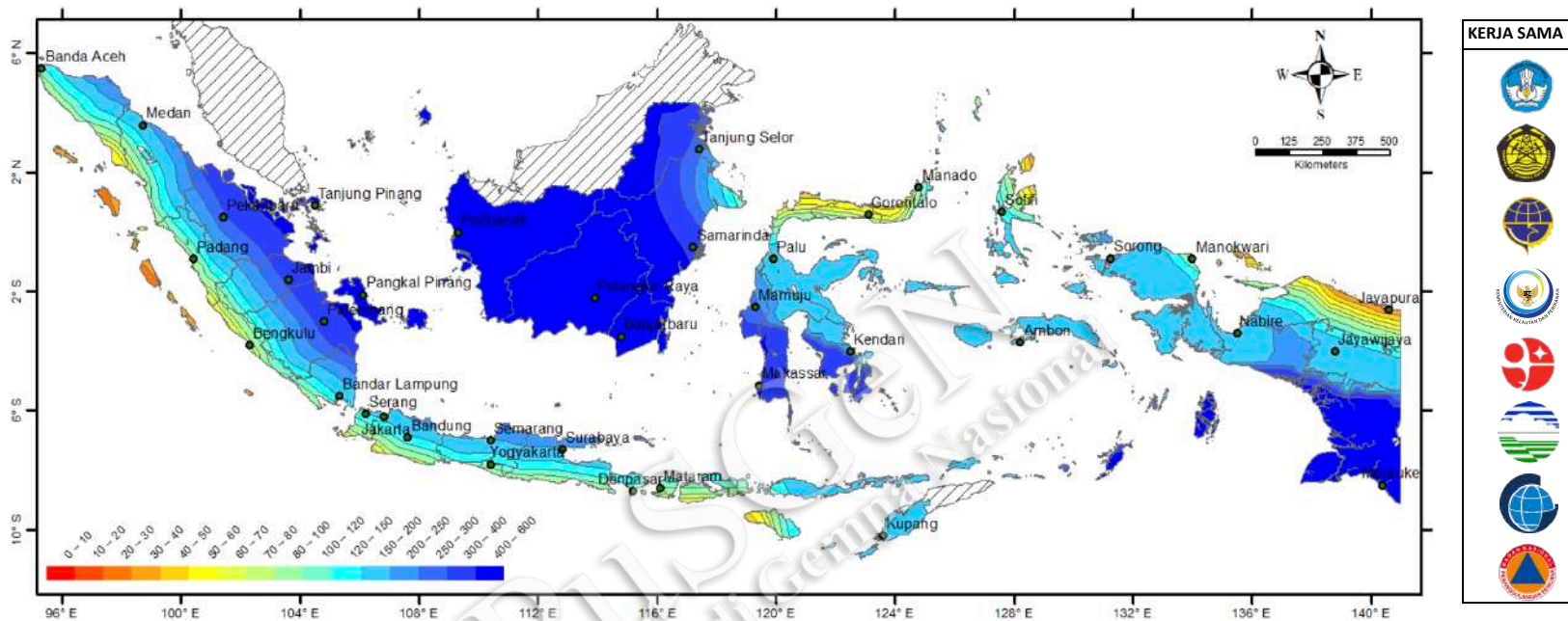


PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.81 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun

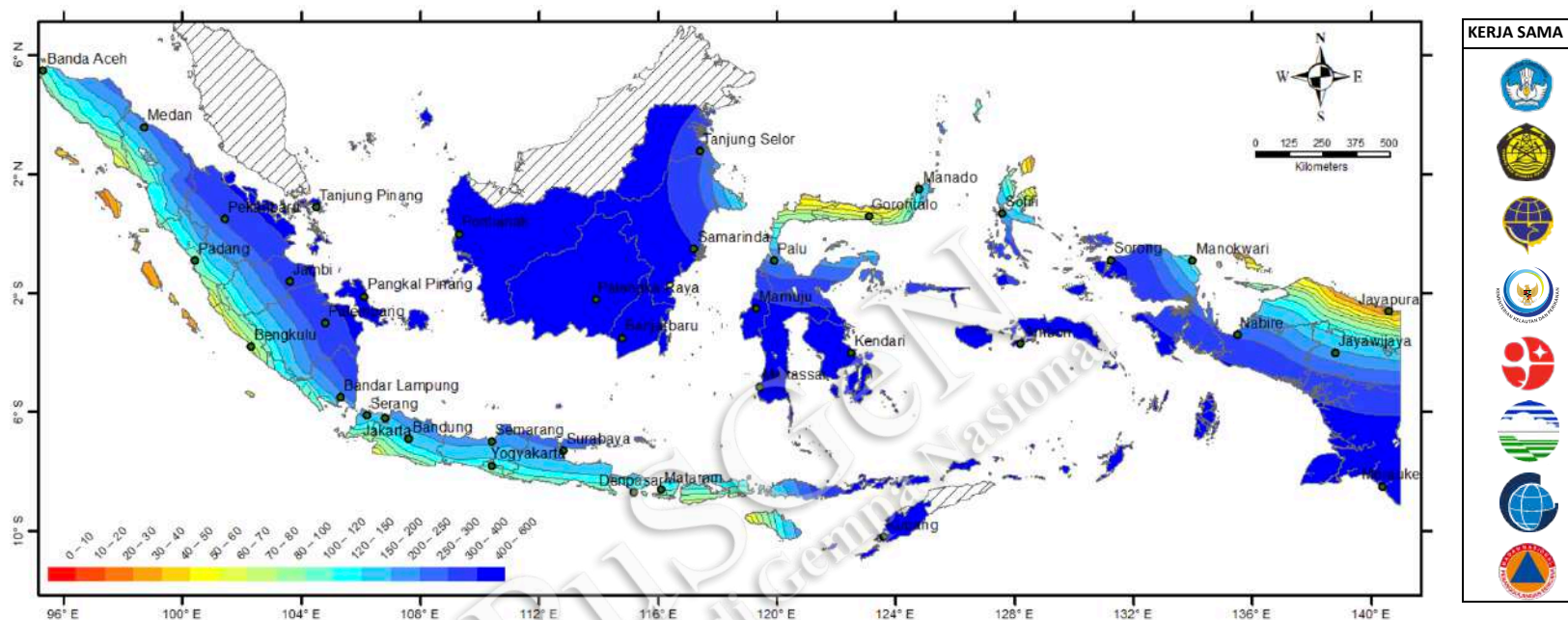


Gambar L2.82 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun



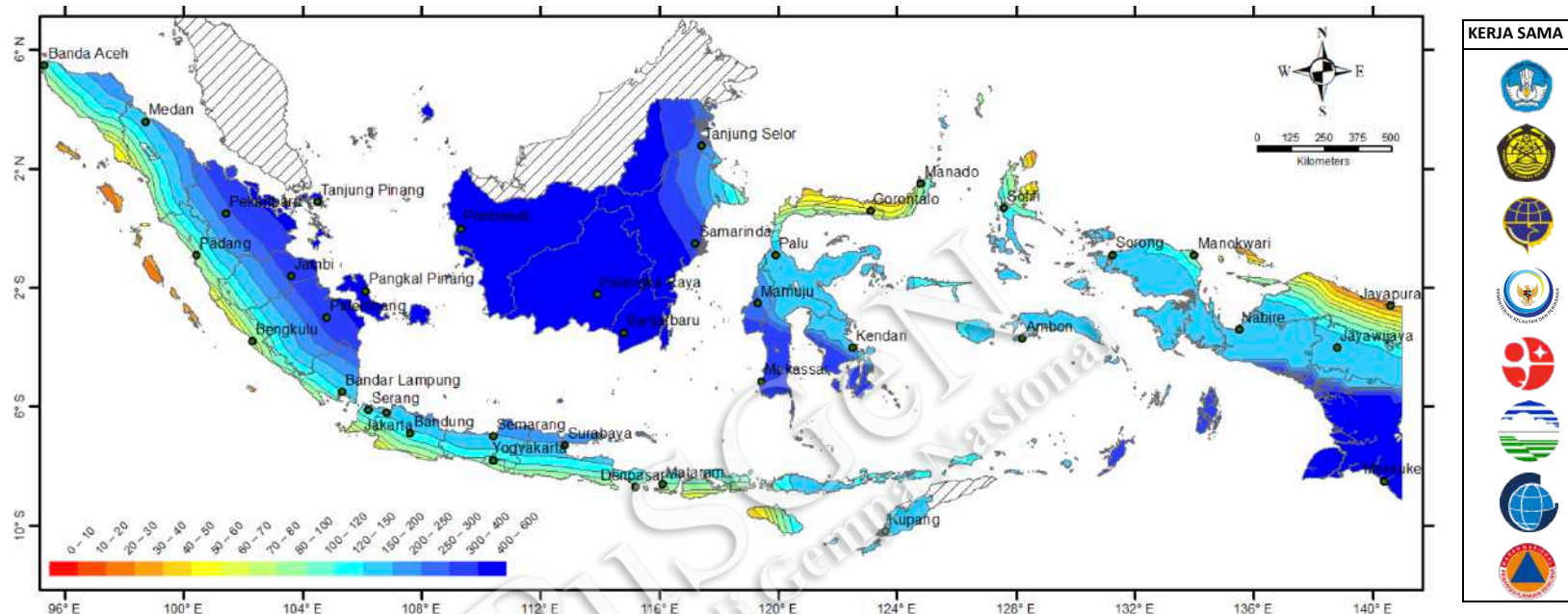
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.83 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



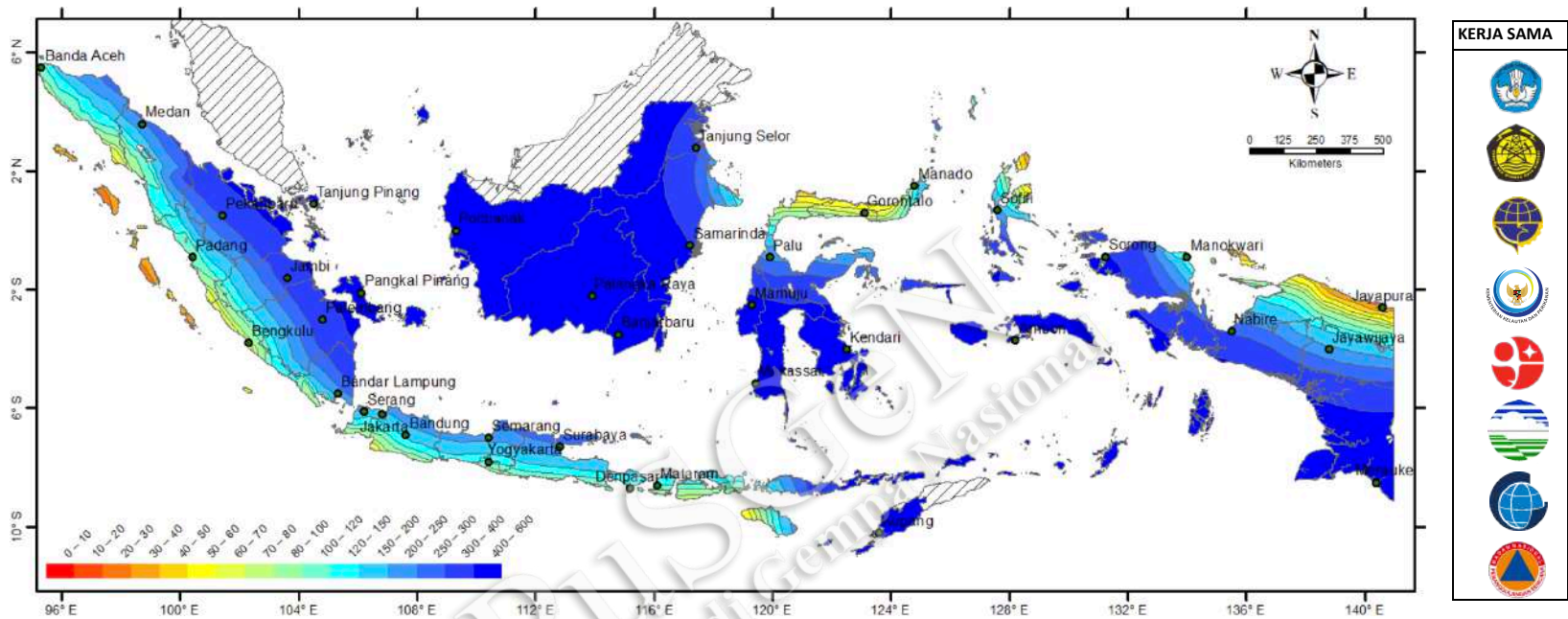
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.84 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



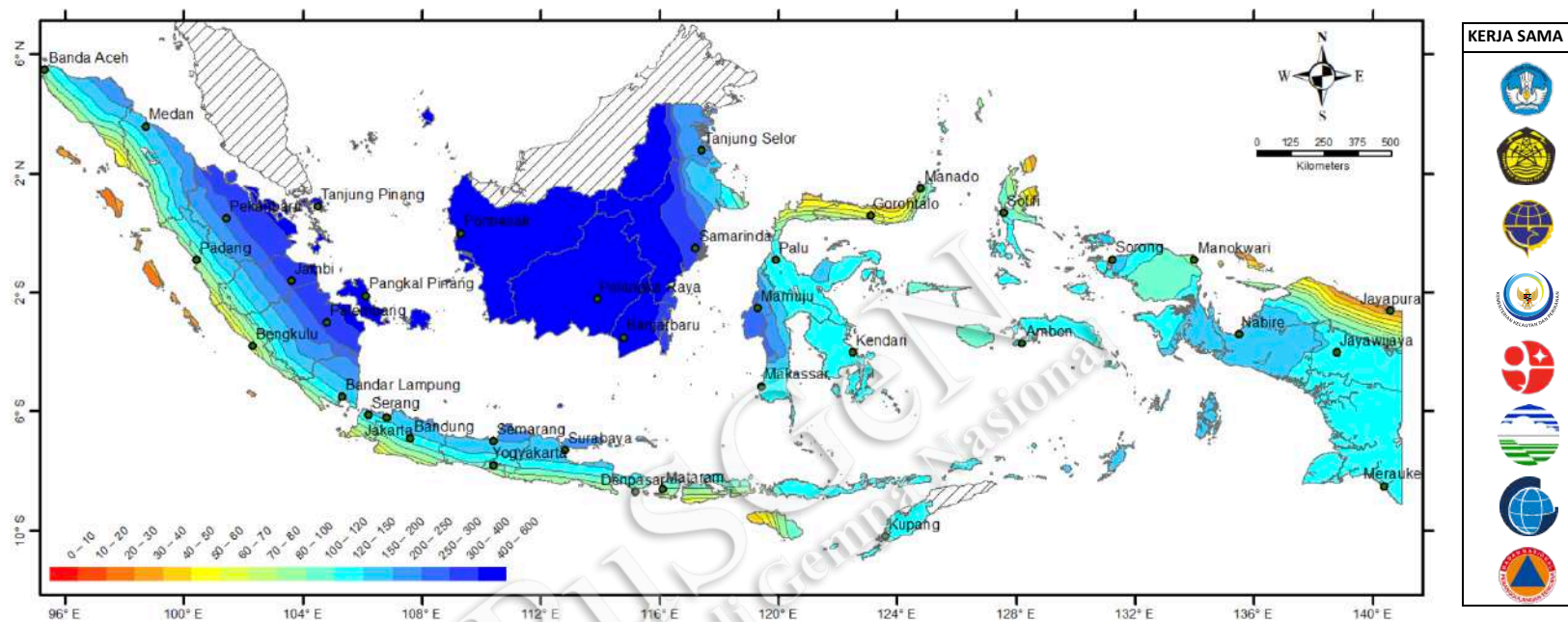
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geophysical Research Center	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.86 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



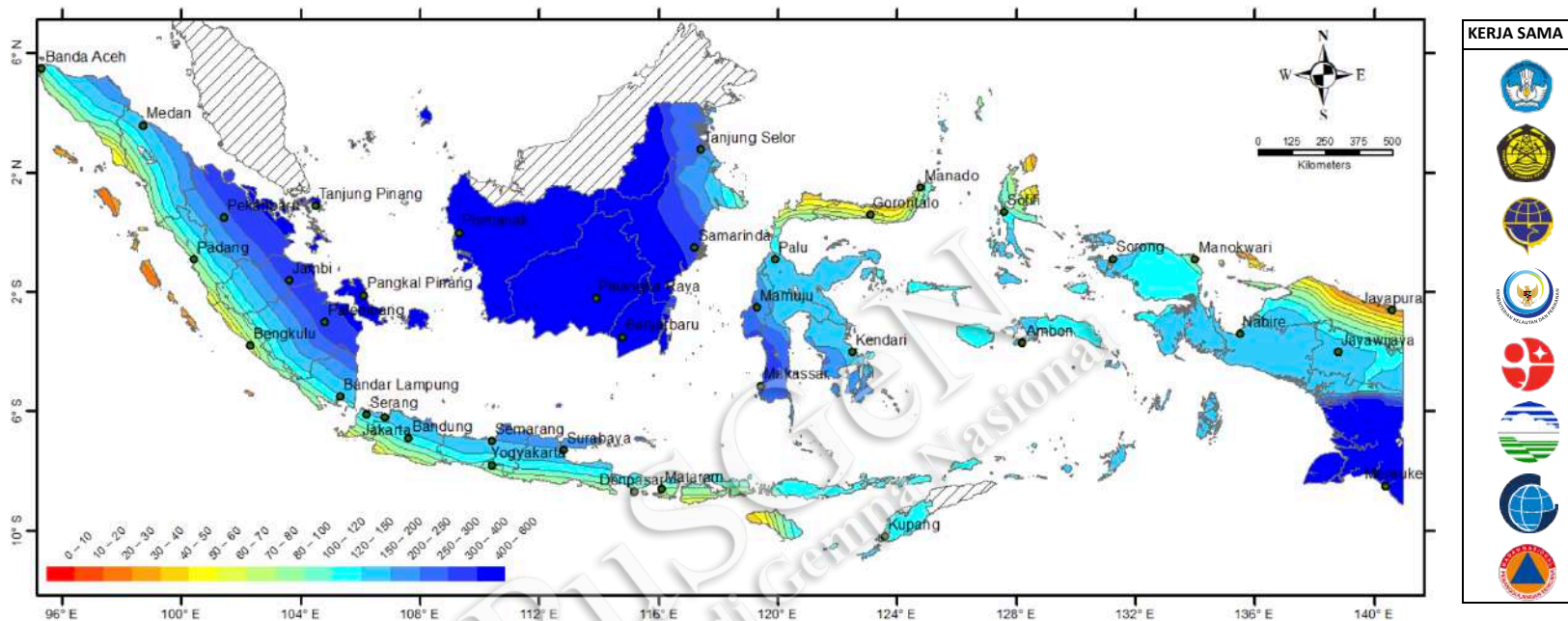
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.87 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



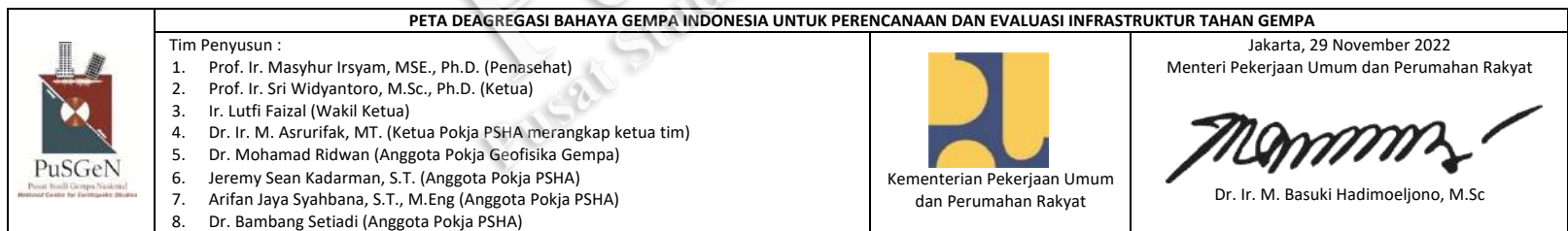
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.88 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun

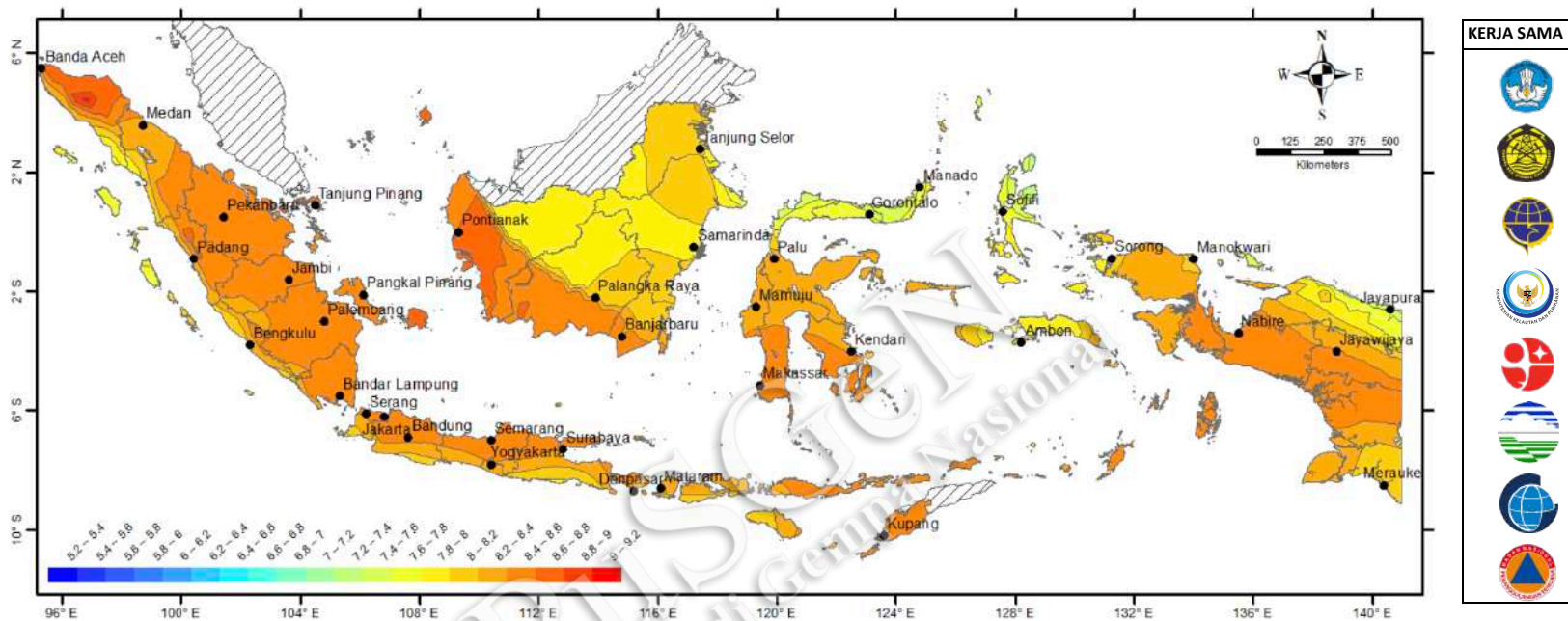


PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.89 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun

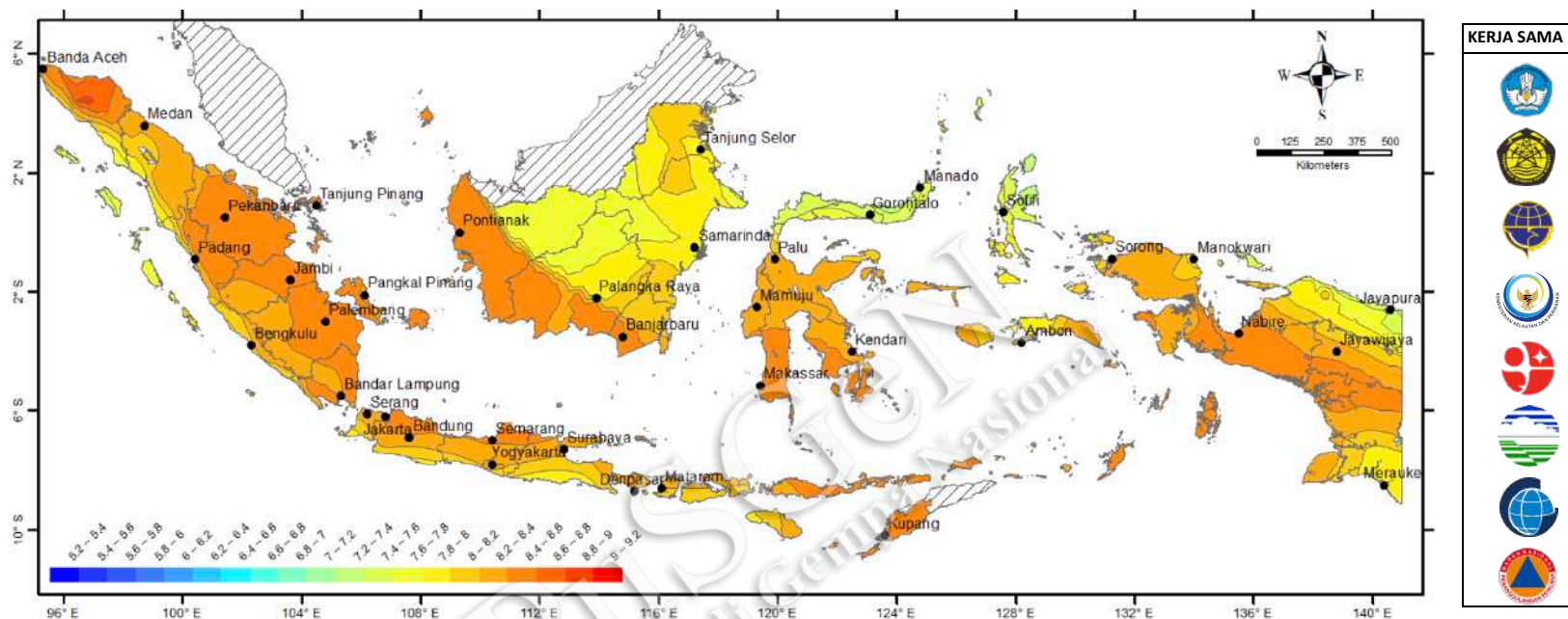


Gambar L2.90 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



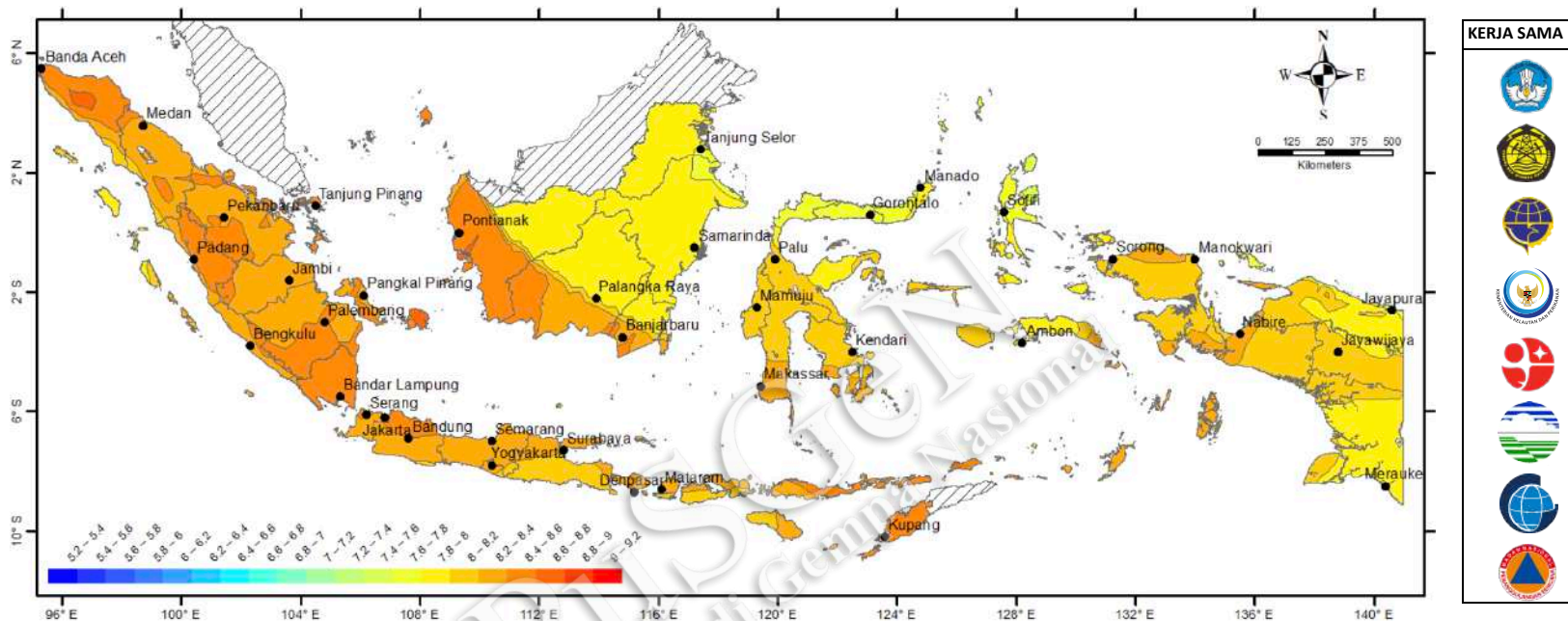
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geophysical Research Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.91 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun



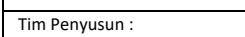
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.92 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun

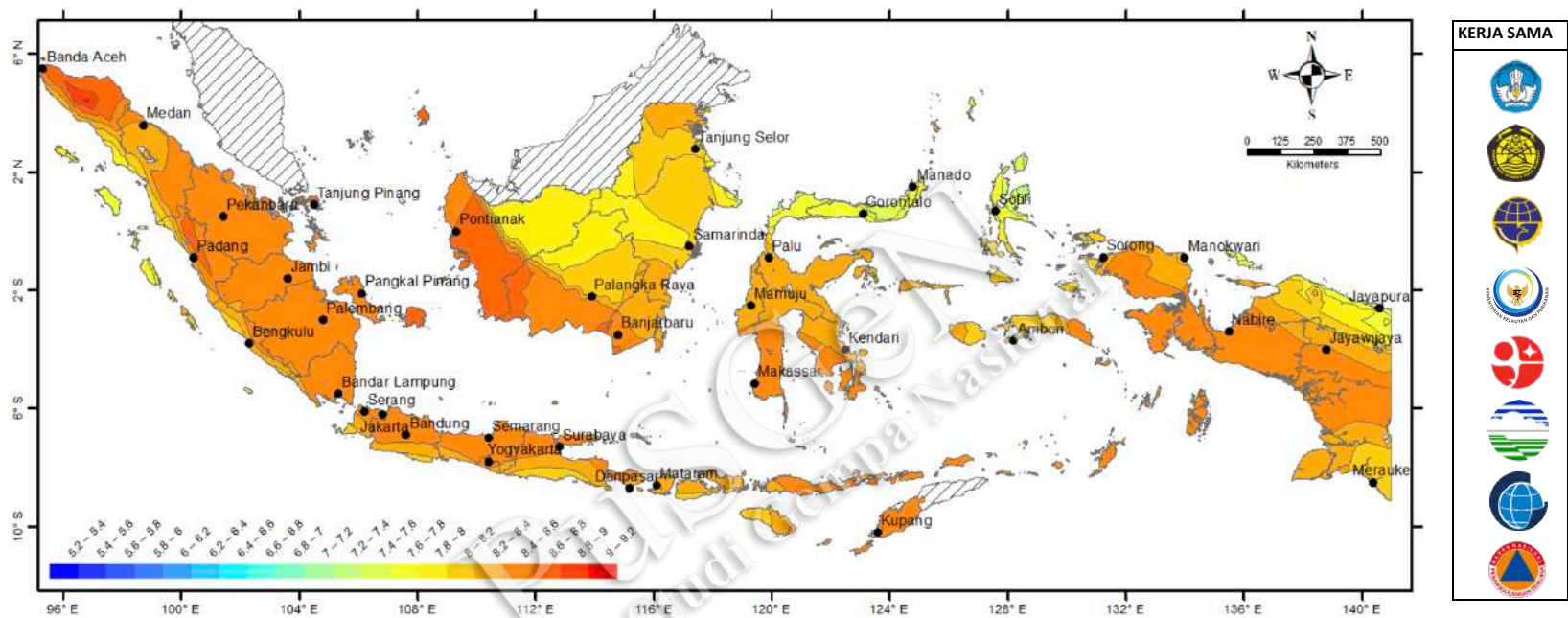


PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.93 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun

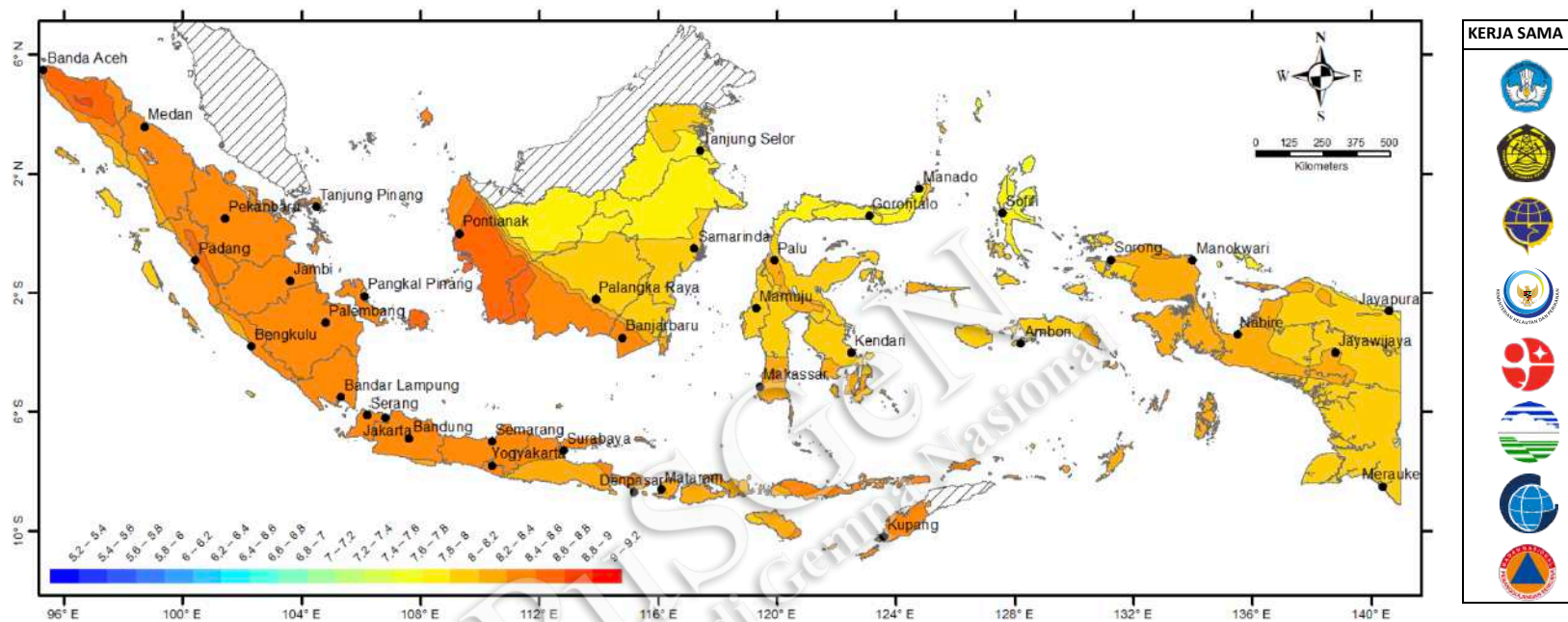
	PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
---	---	---	---

Gambar L2.94 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun

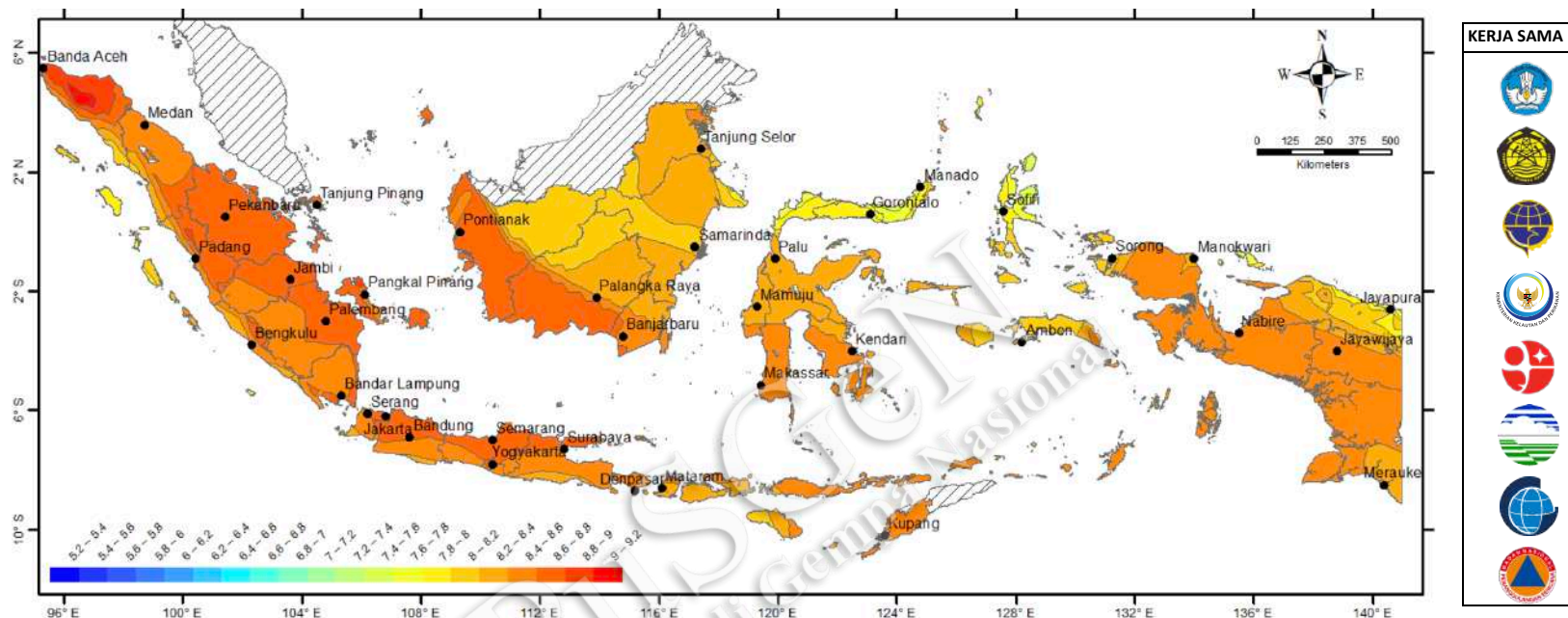


PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.95 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun

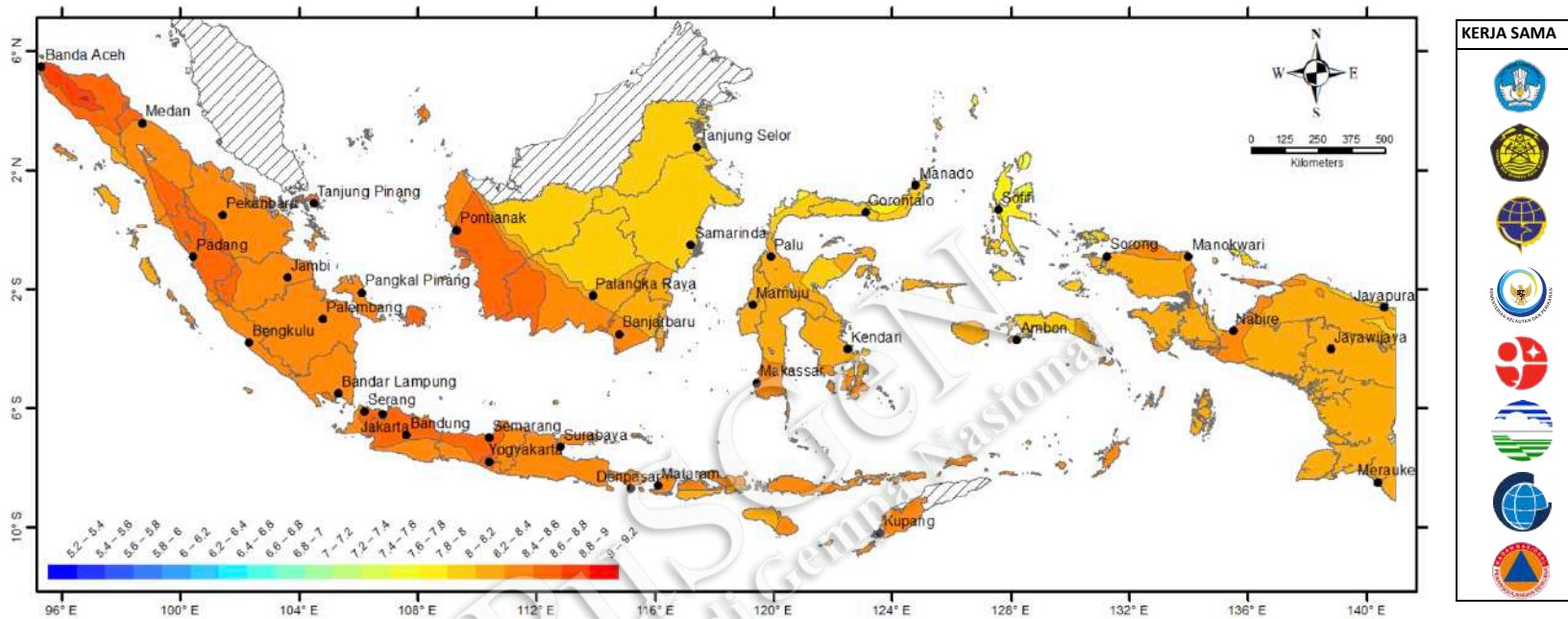


Gambar L2.96 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



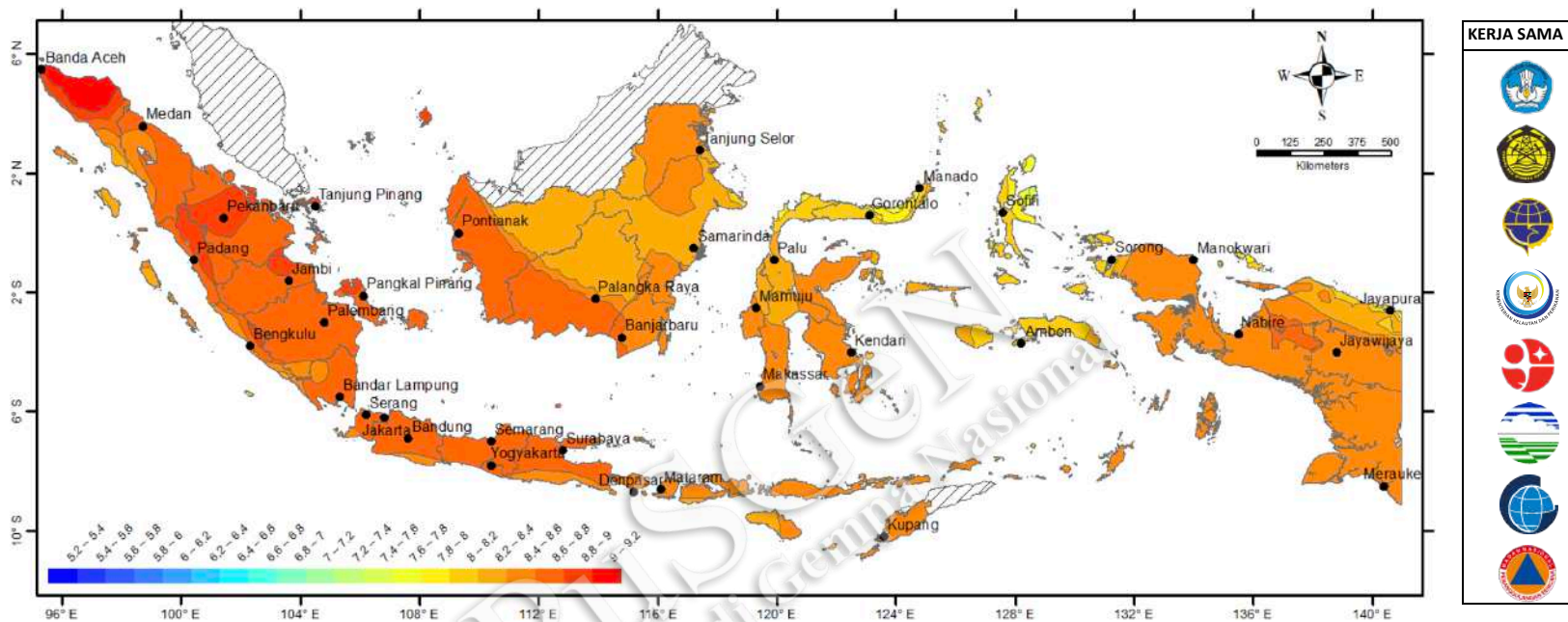
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.98 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun

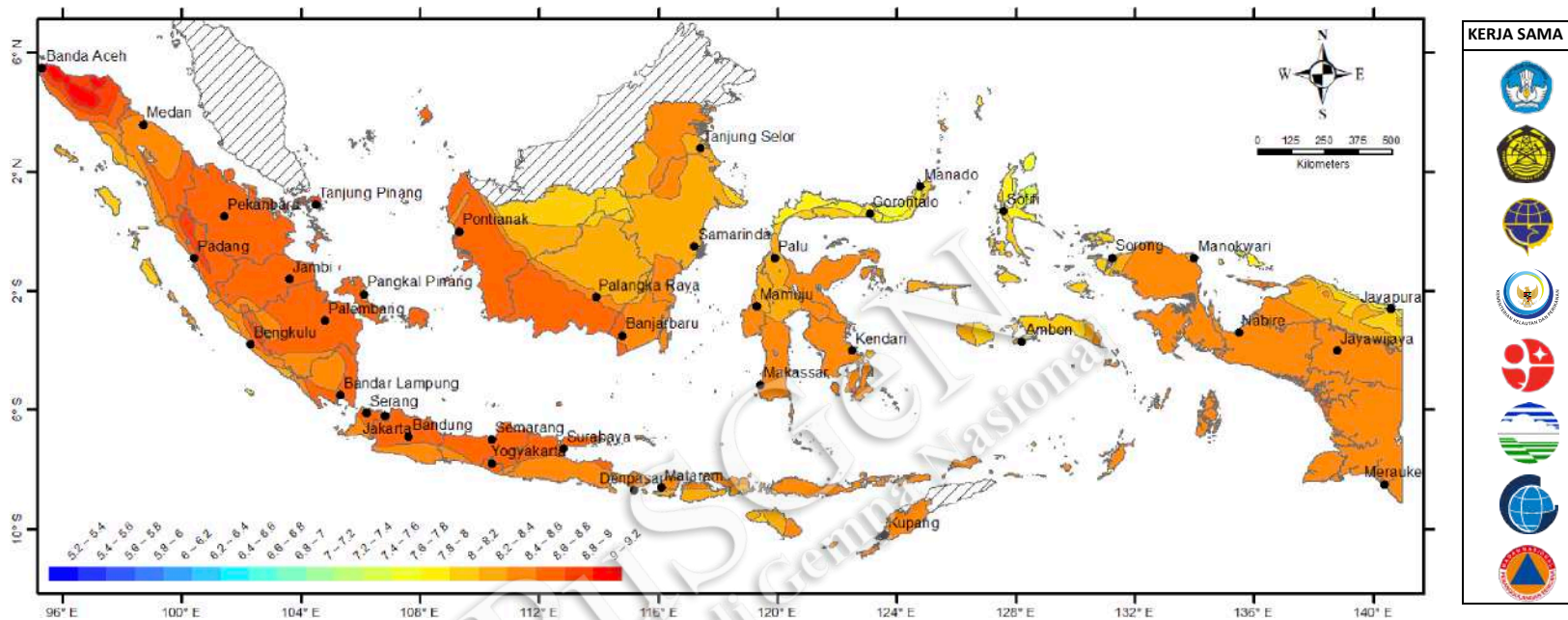


PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.99 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun

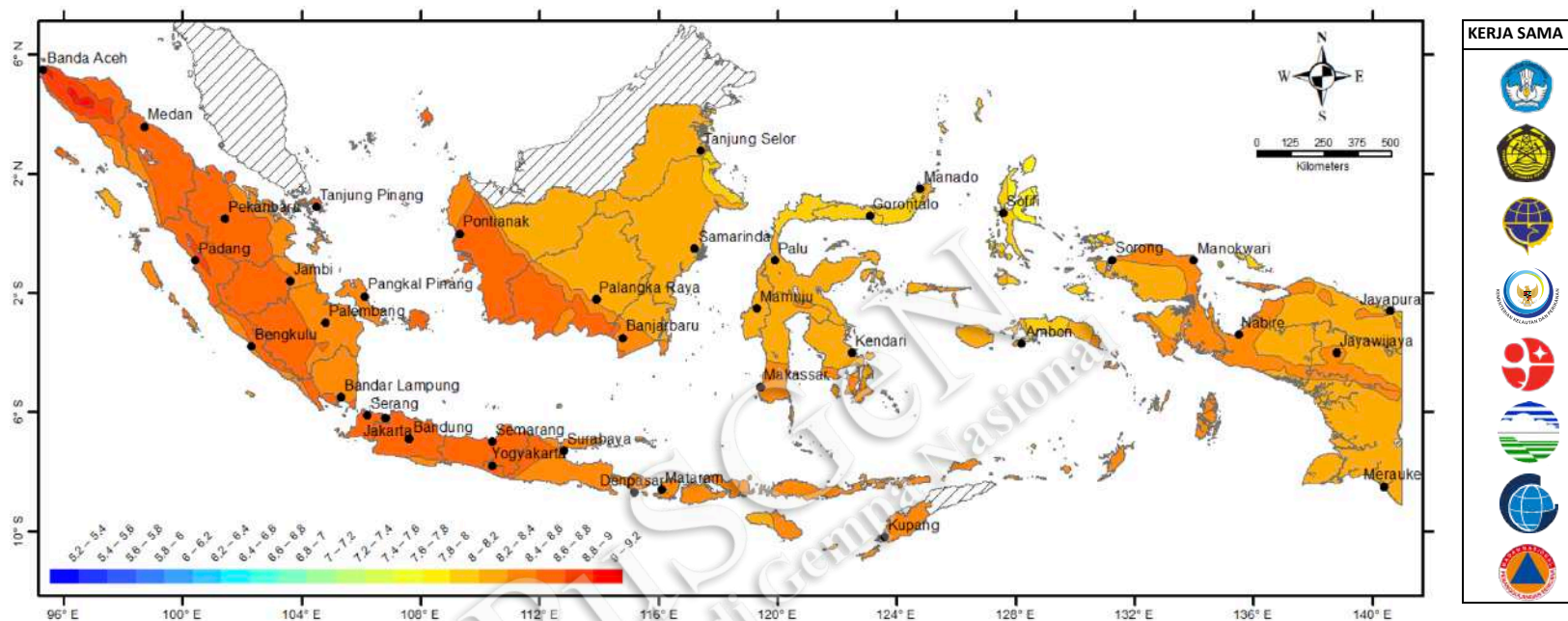


Gambar L2.100 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun



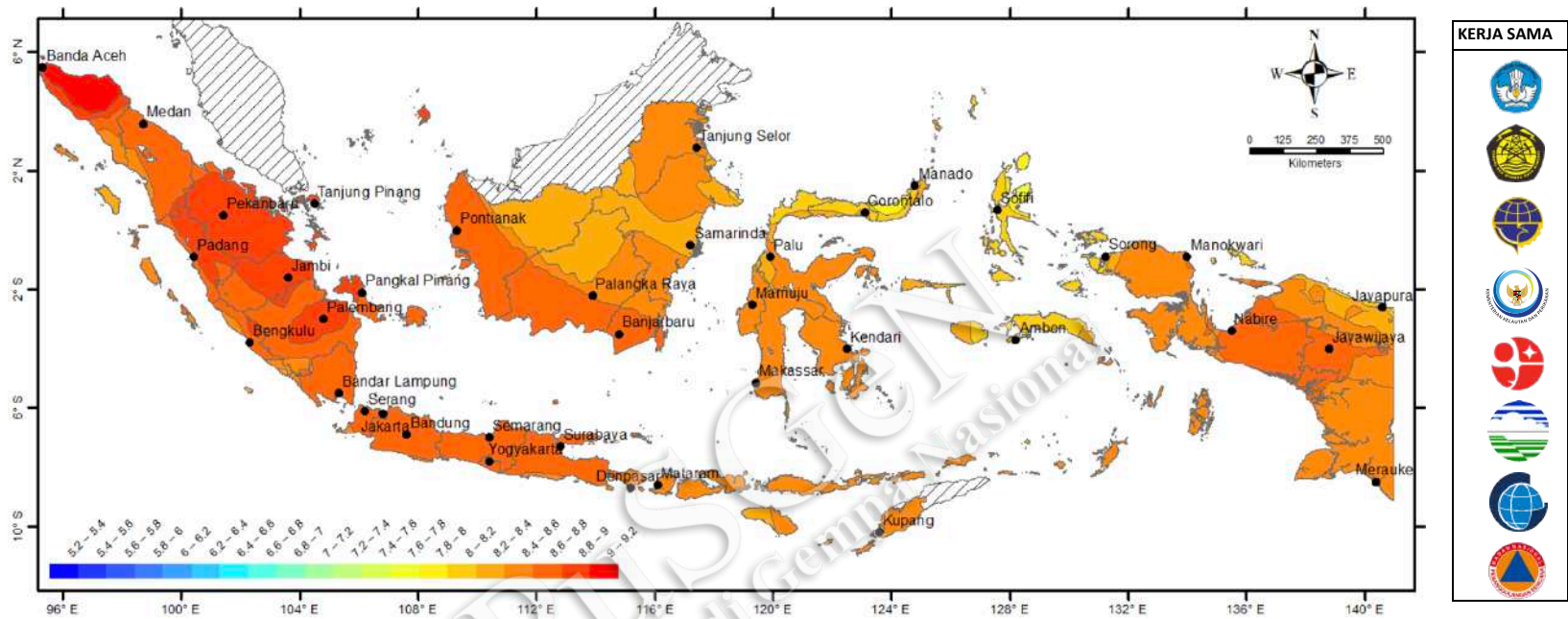
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.101 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



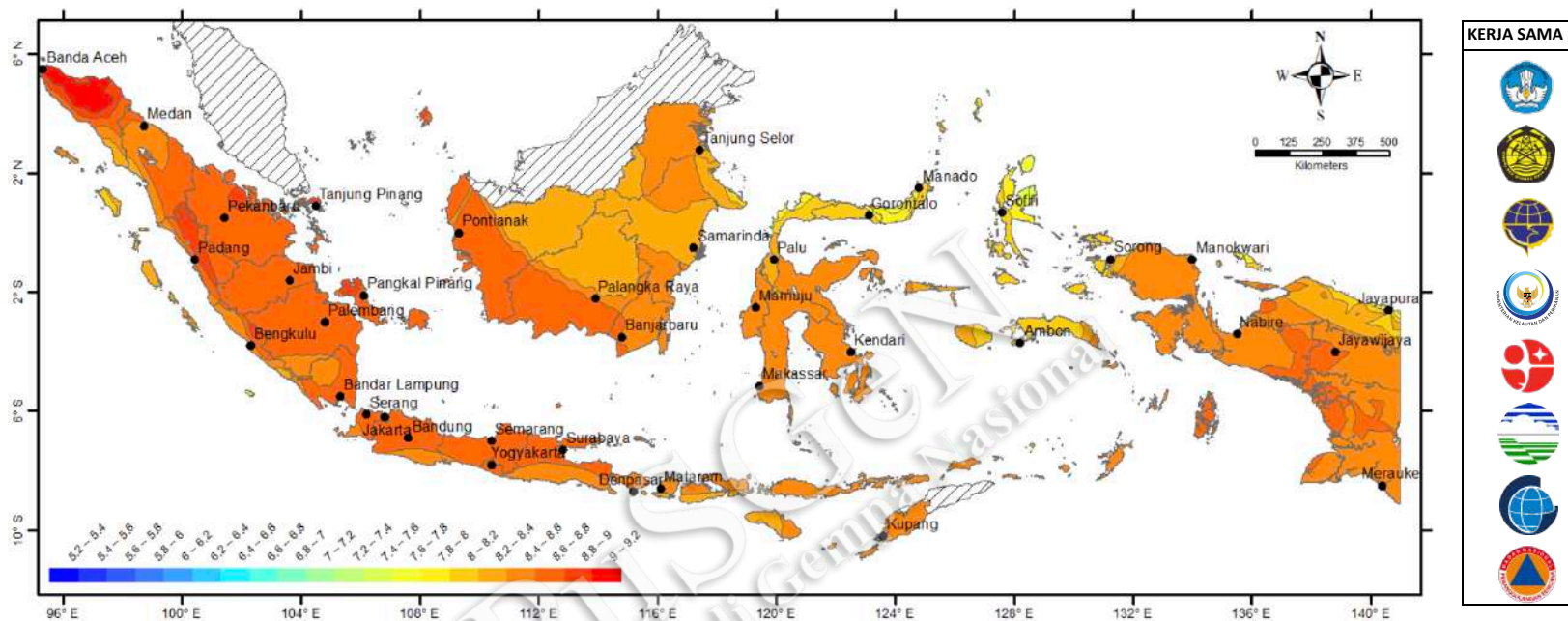
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geophysical Studies Center	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.102 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



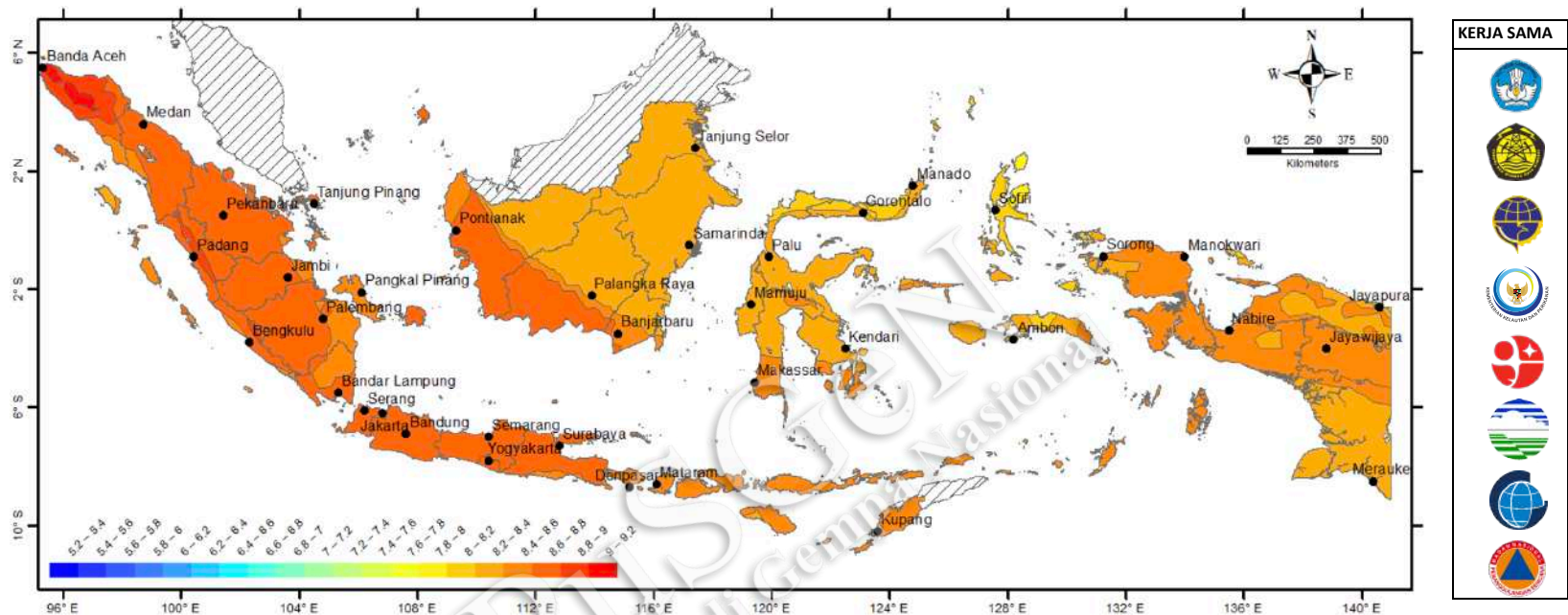
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.103 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun



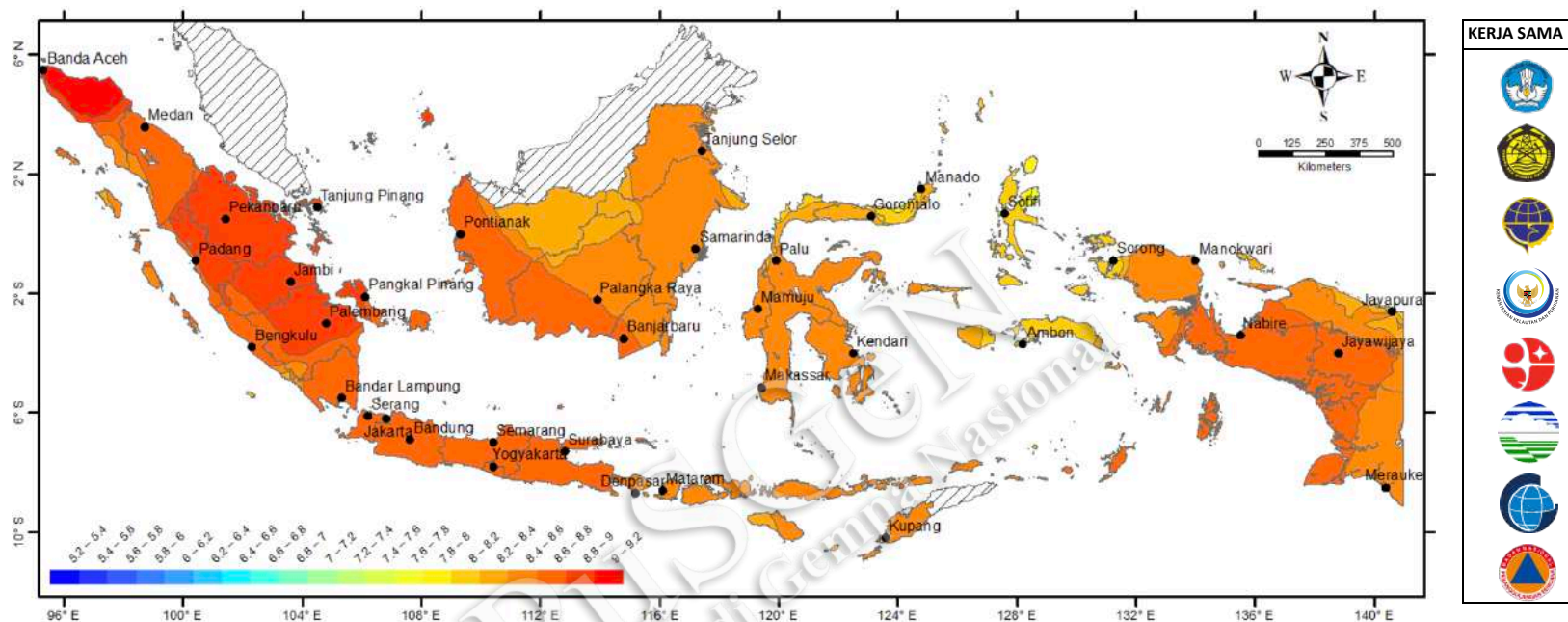
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.104 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.105 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



KERJA SAMA



PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA



Tim Penyusun :

1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat)
2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua)
3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua)
4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim)
5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa)
6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA)
7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA)
8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)

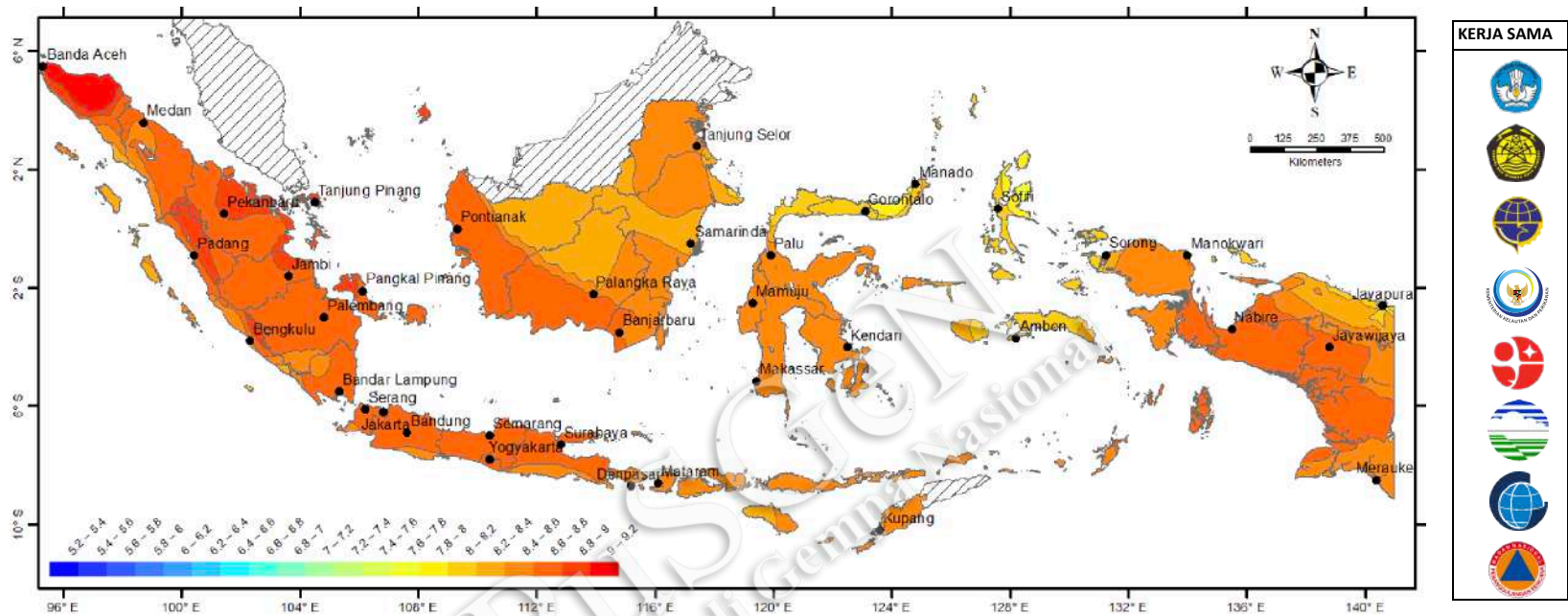


Kementerian Pekerjaan Umum
dan Perumahan Rakyat

Jakarta, 29 November 2022
Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

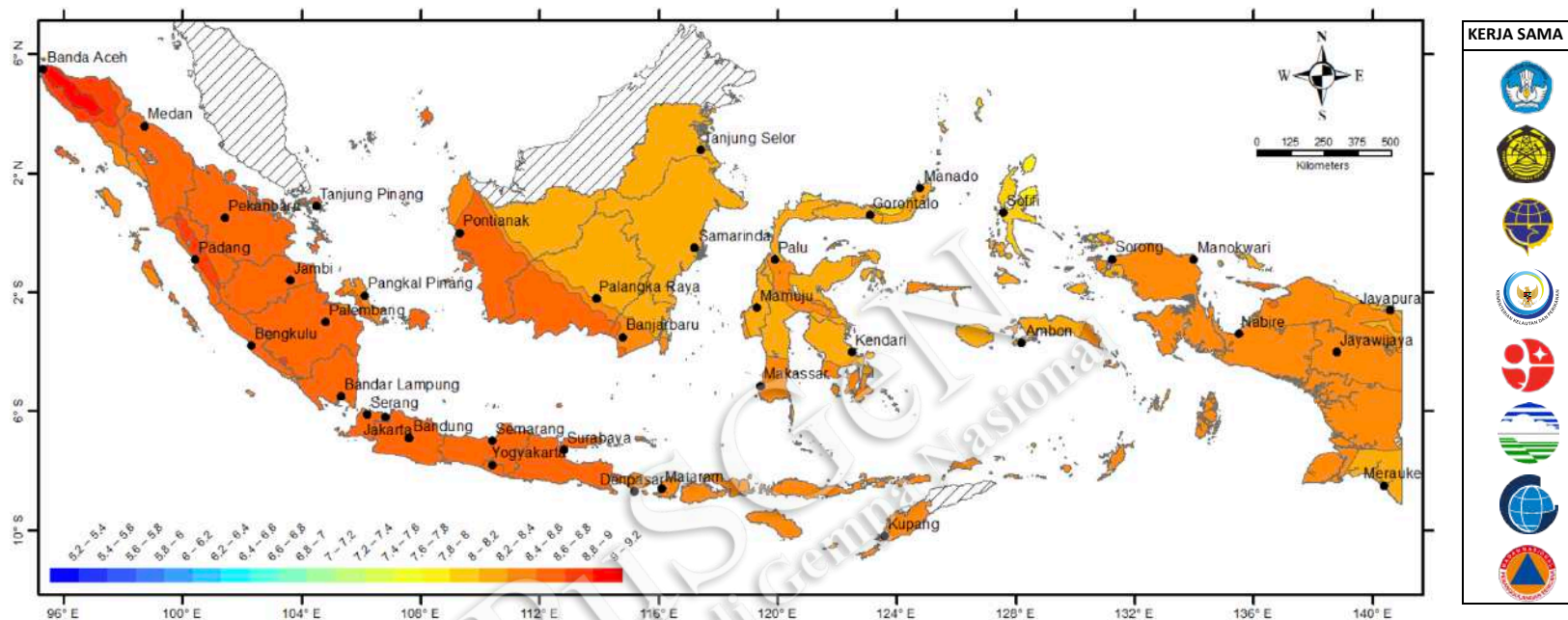
Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.106 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun



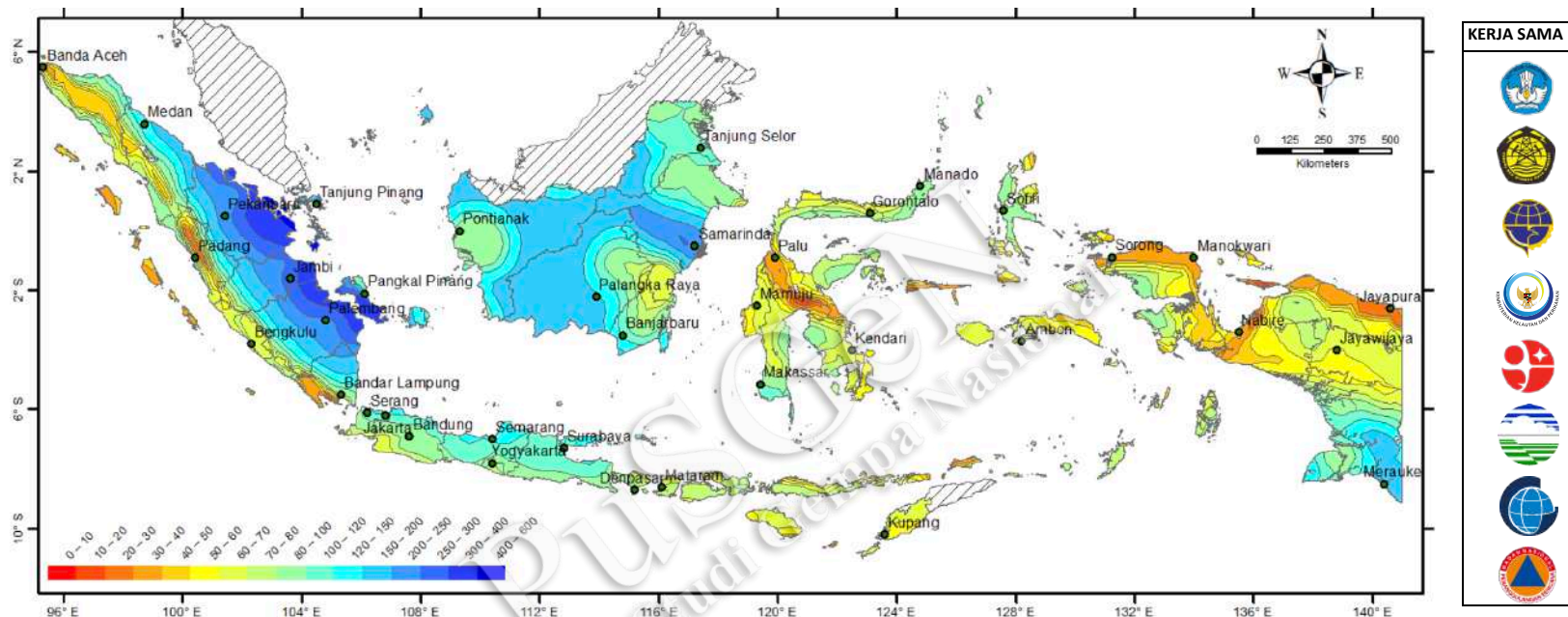
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.107 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



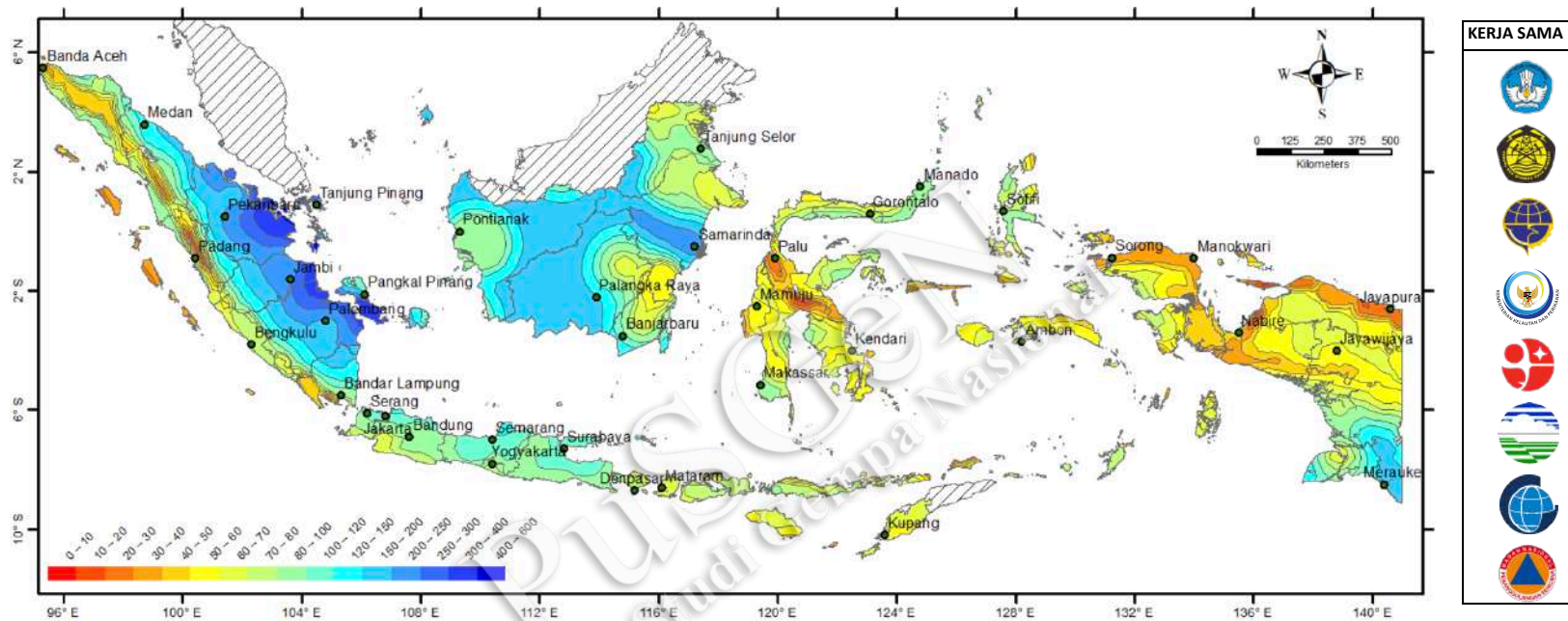
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geophysical Research Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.108 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *Megathrust* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



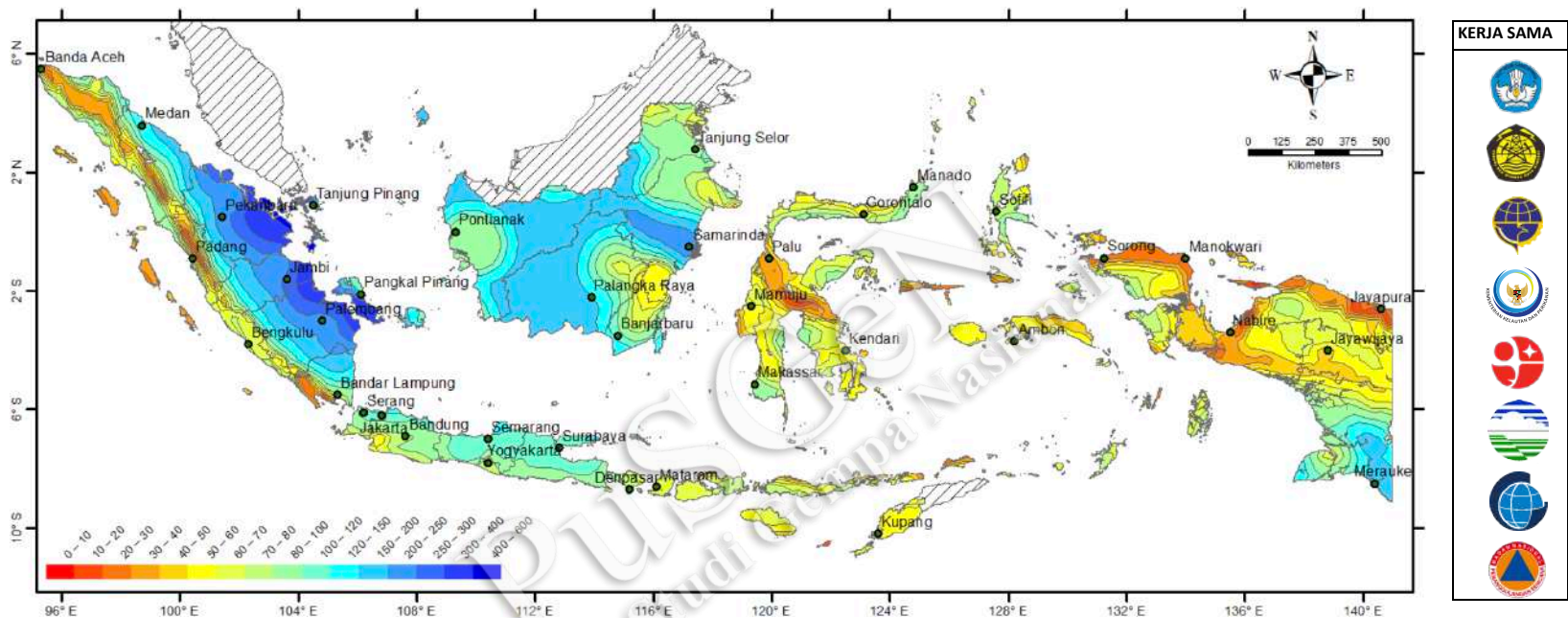
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.110 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



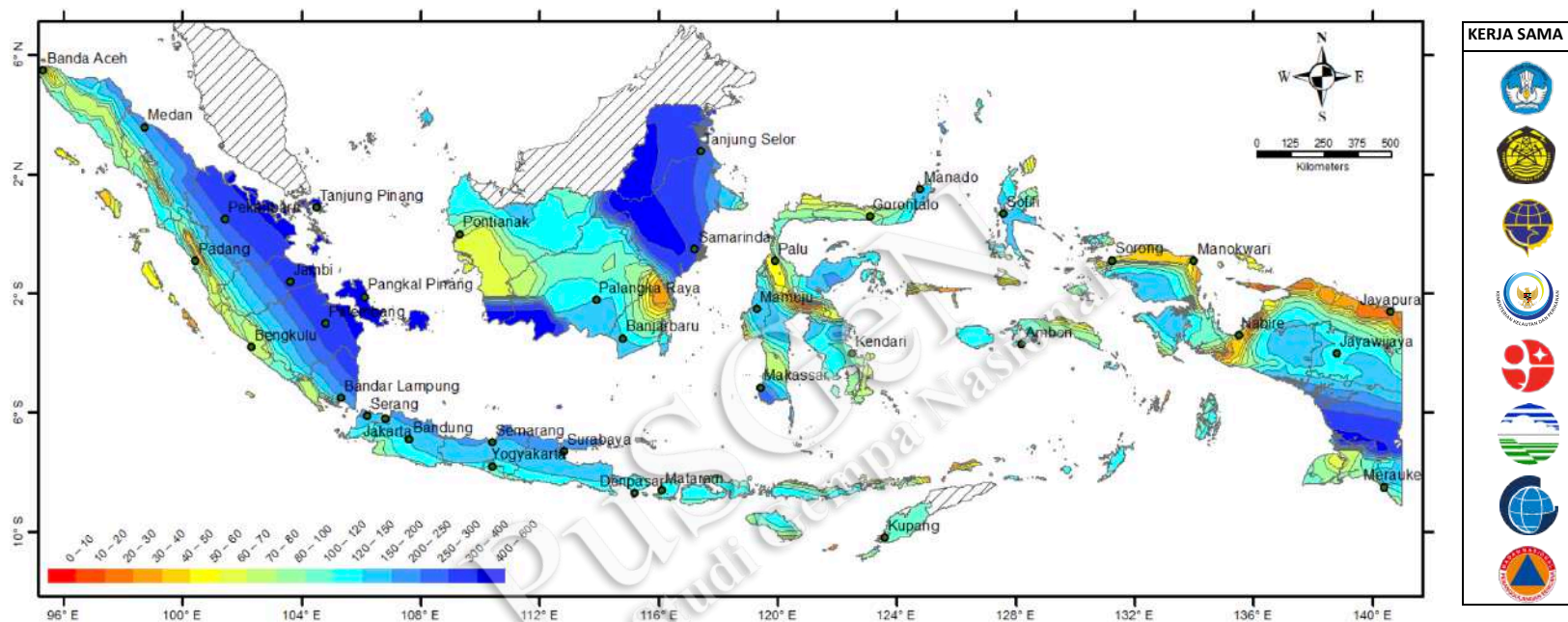
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.112 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun



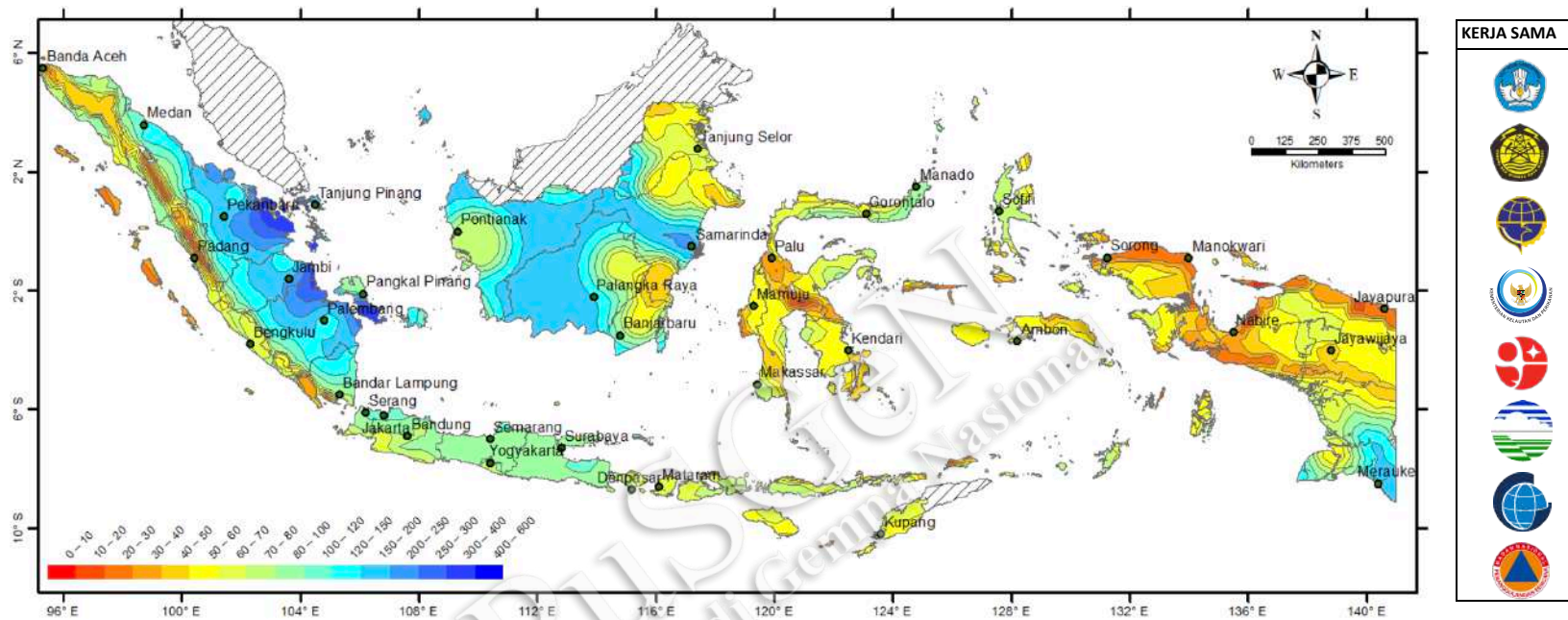
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.113 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



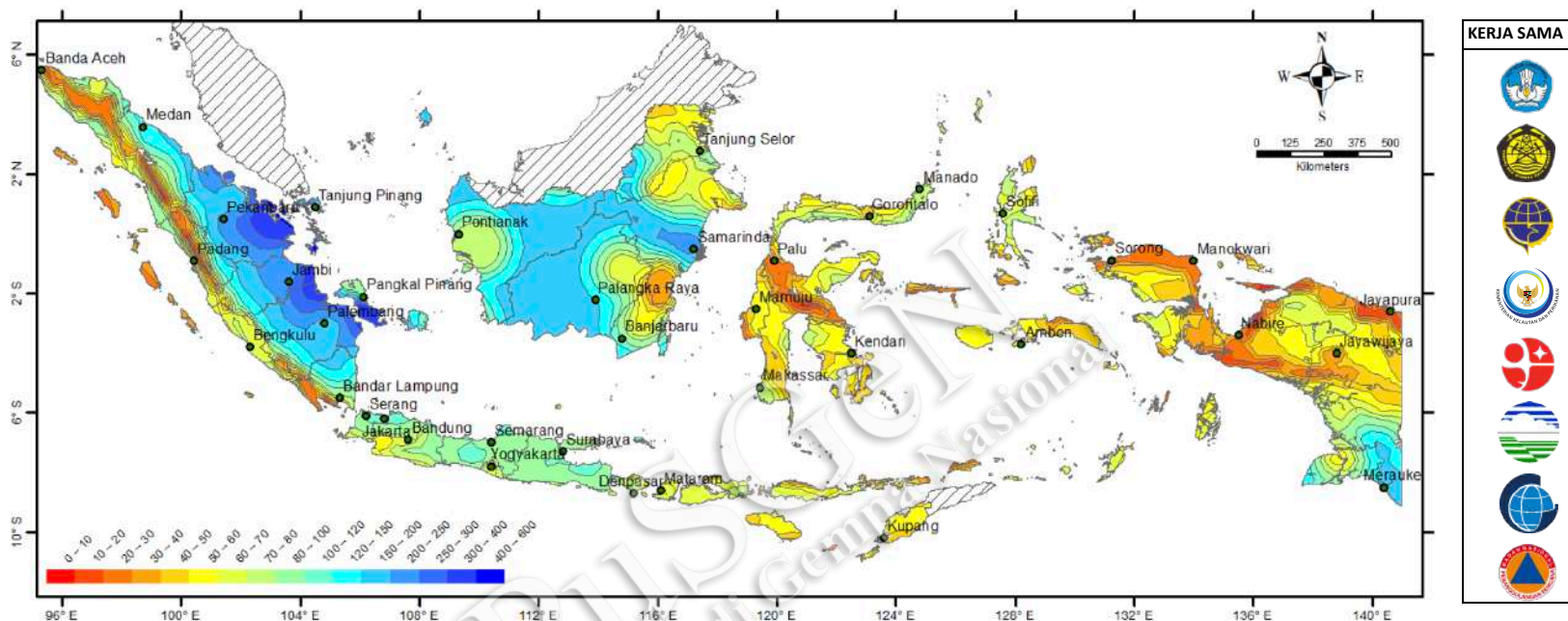
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.114 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



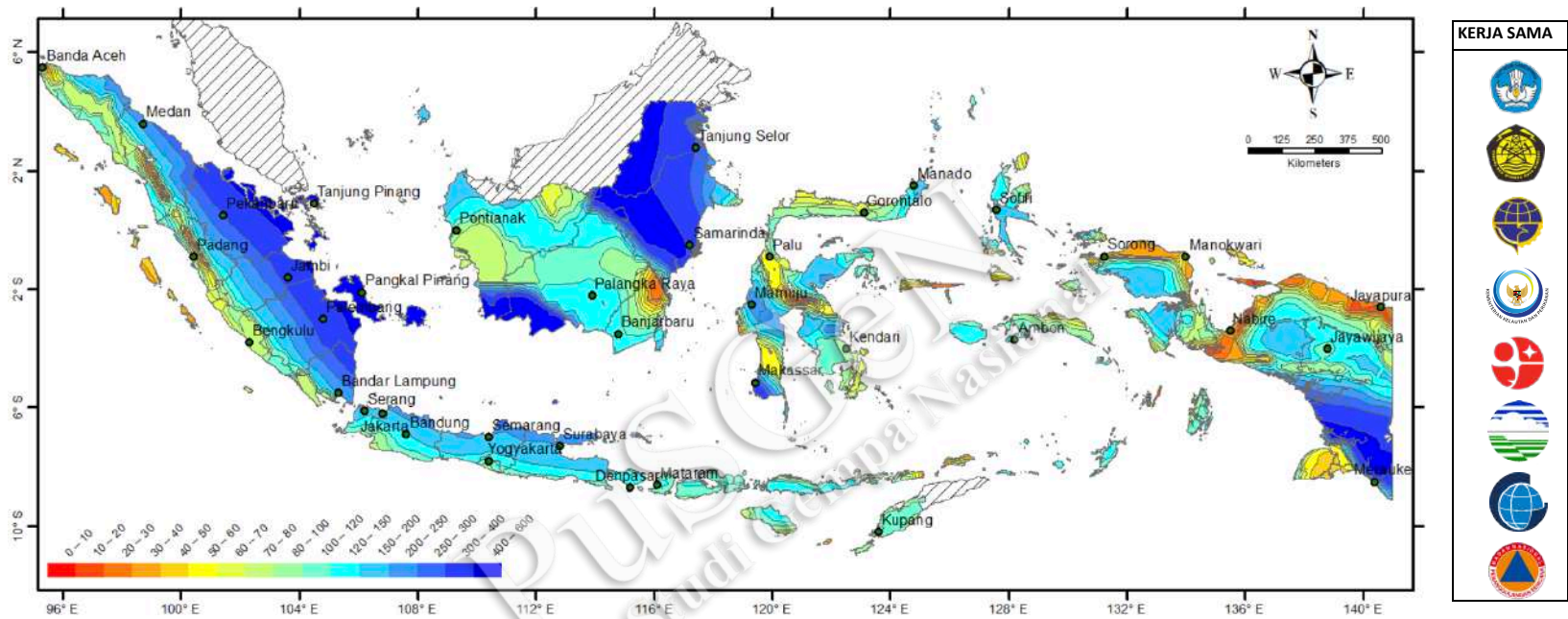
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.115 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun



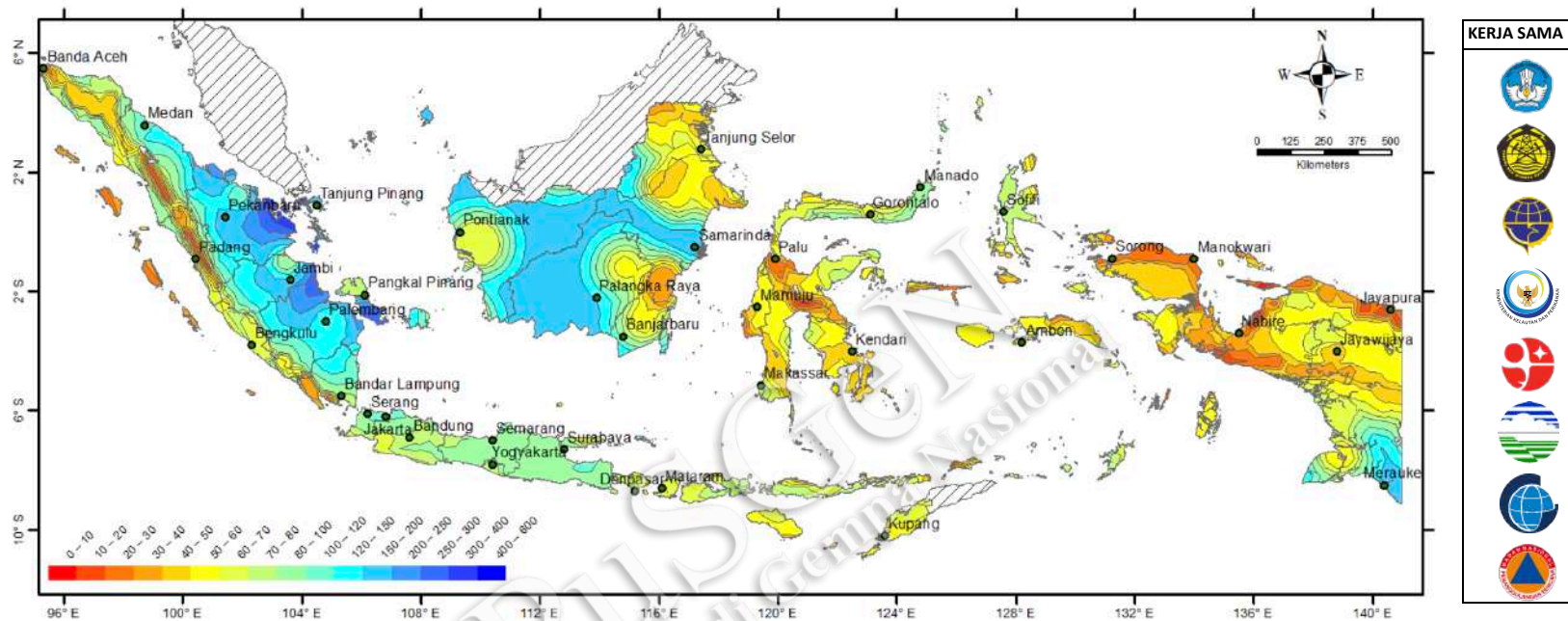
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc.
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.116 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun

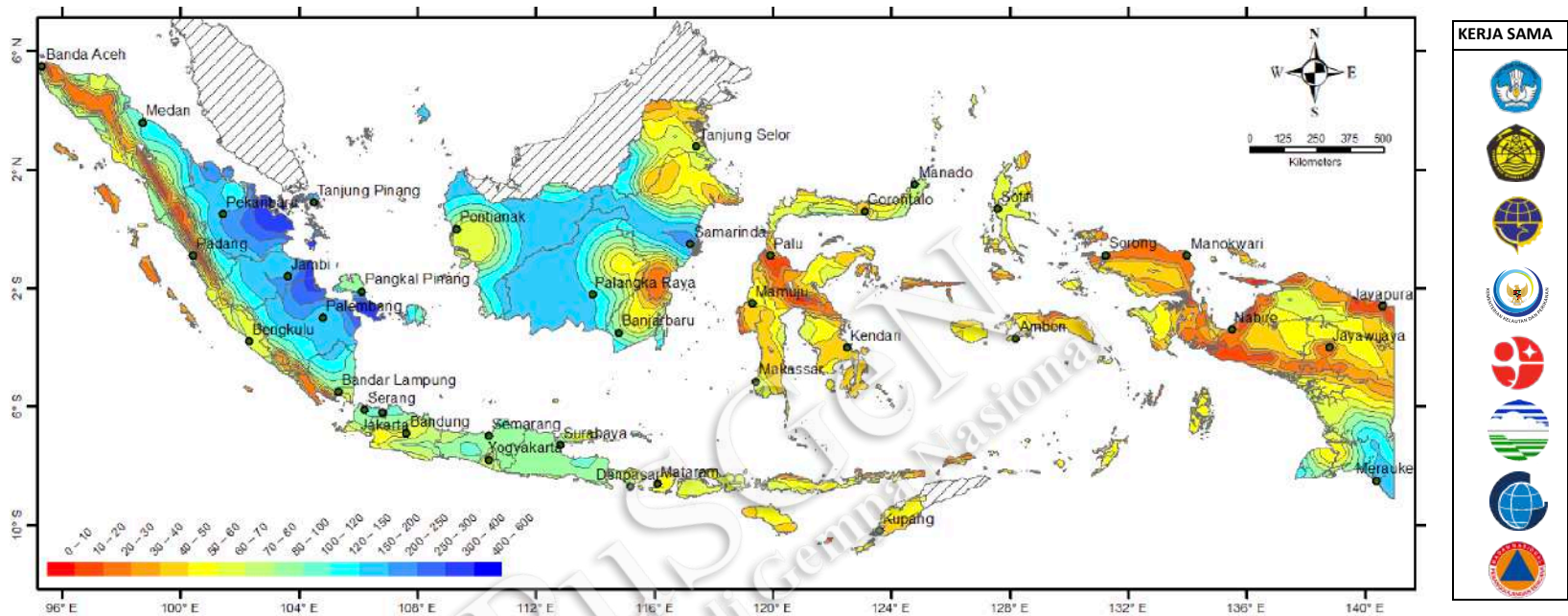


PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.117 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun

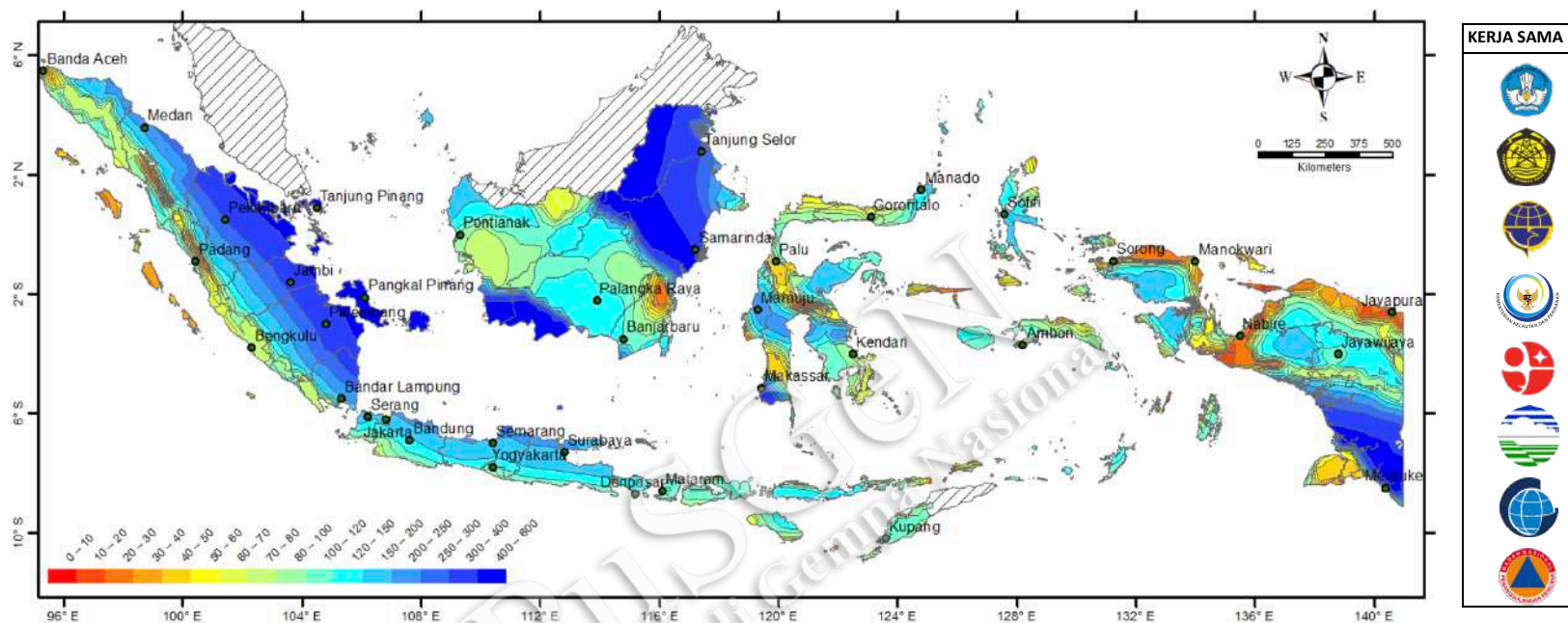


Gambar L2.118 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun



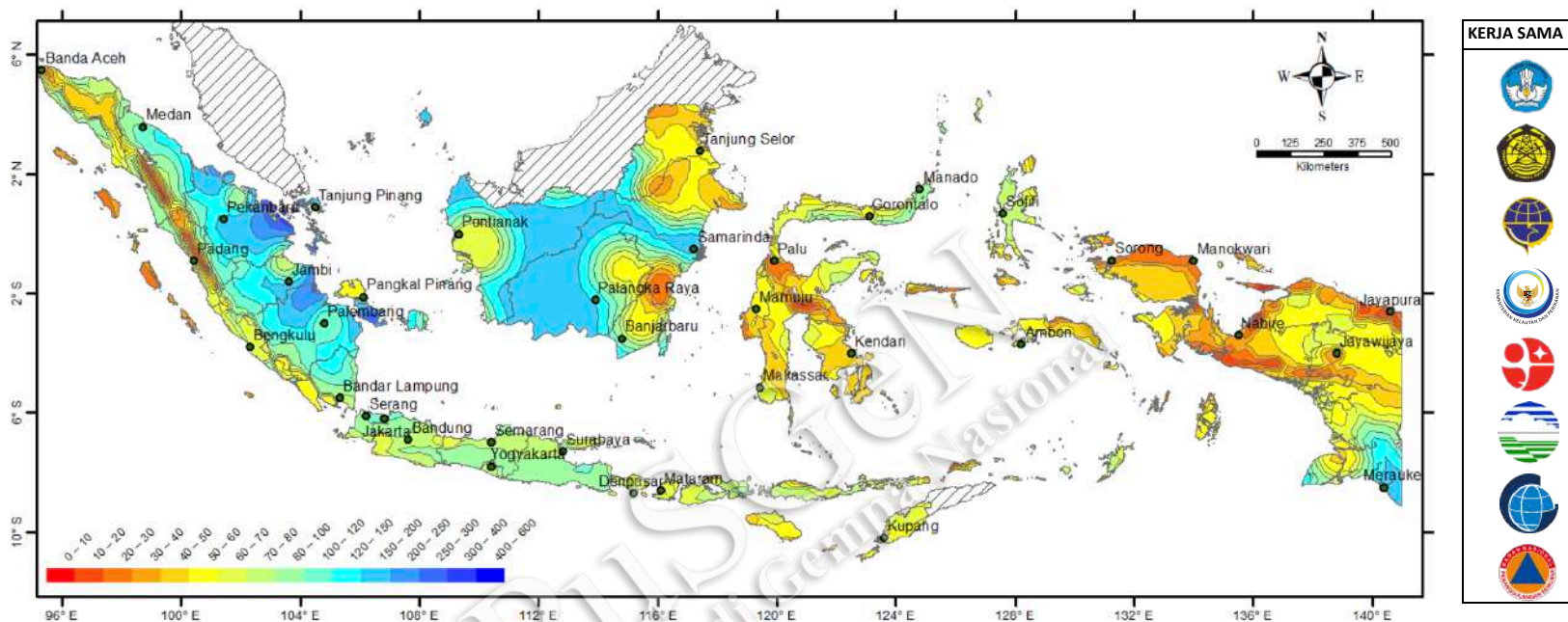
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Penelitian Gempa Nasional National Geophysical Research Institute	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.119 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



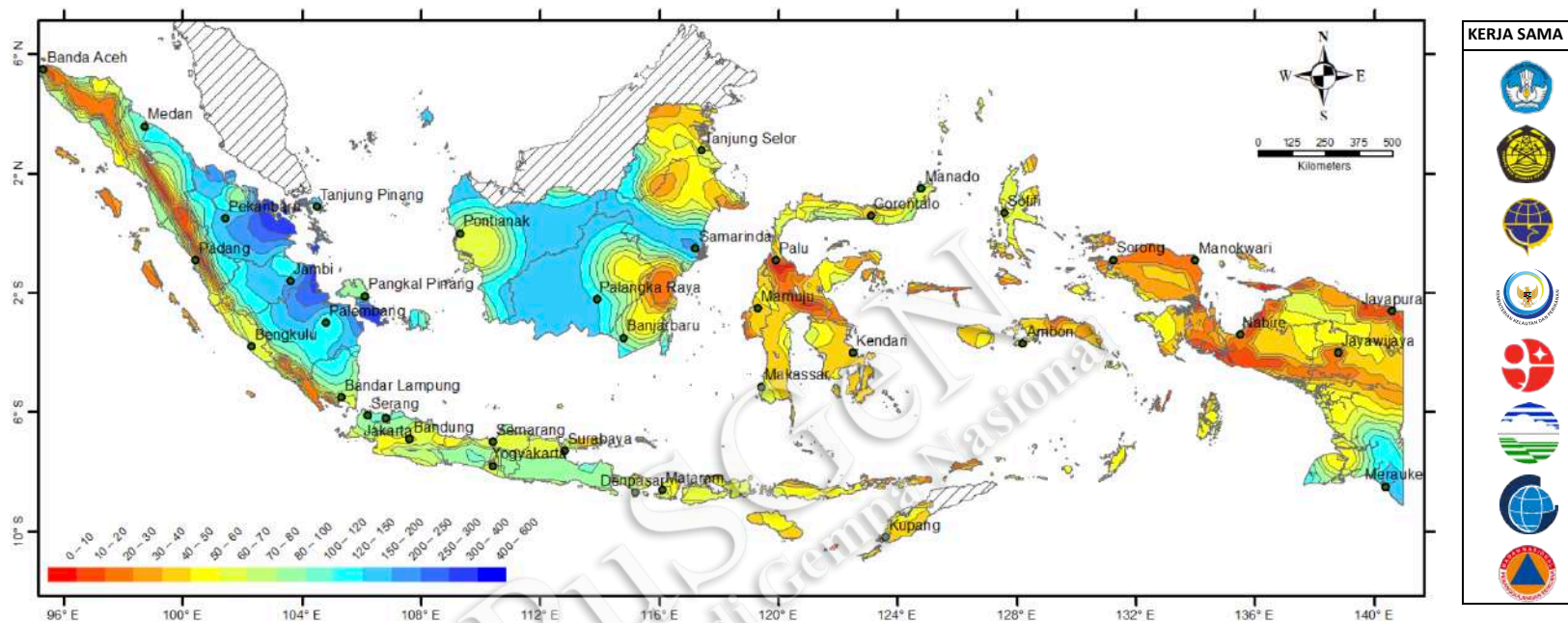
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.120 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



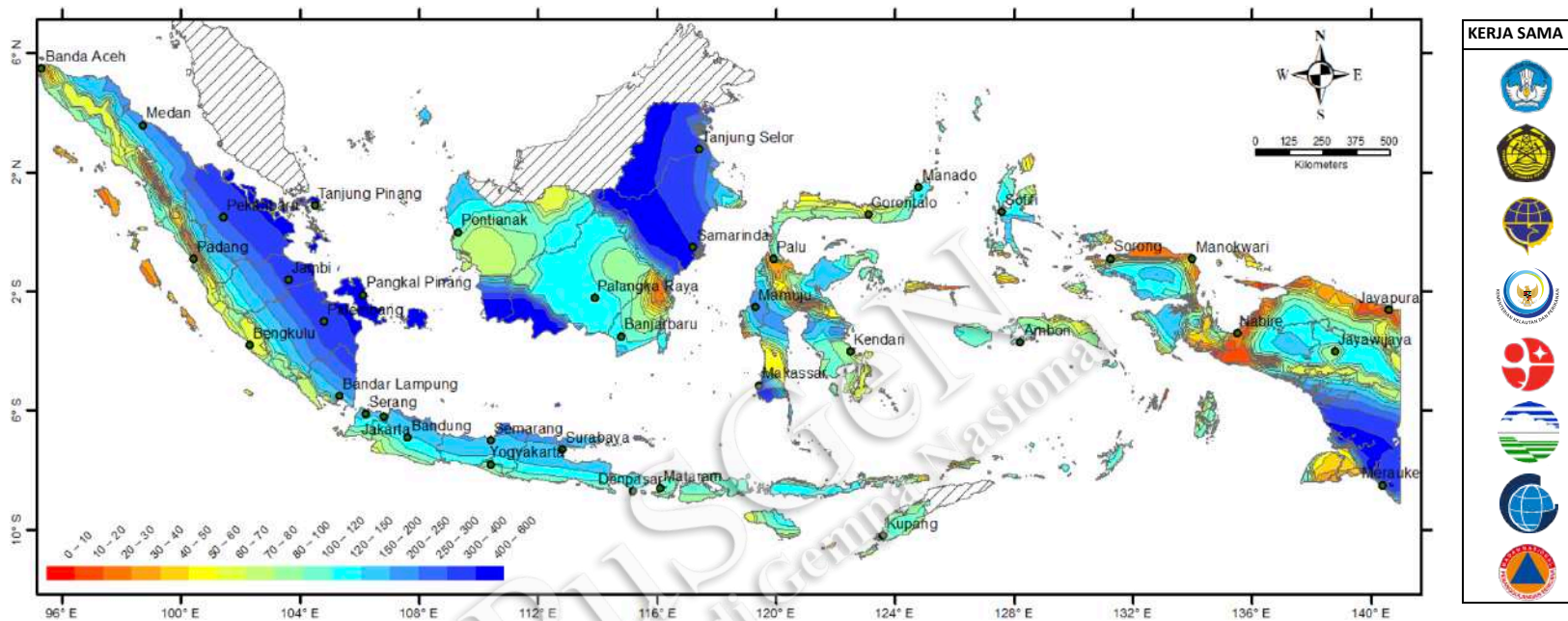
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.121 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun



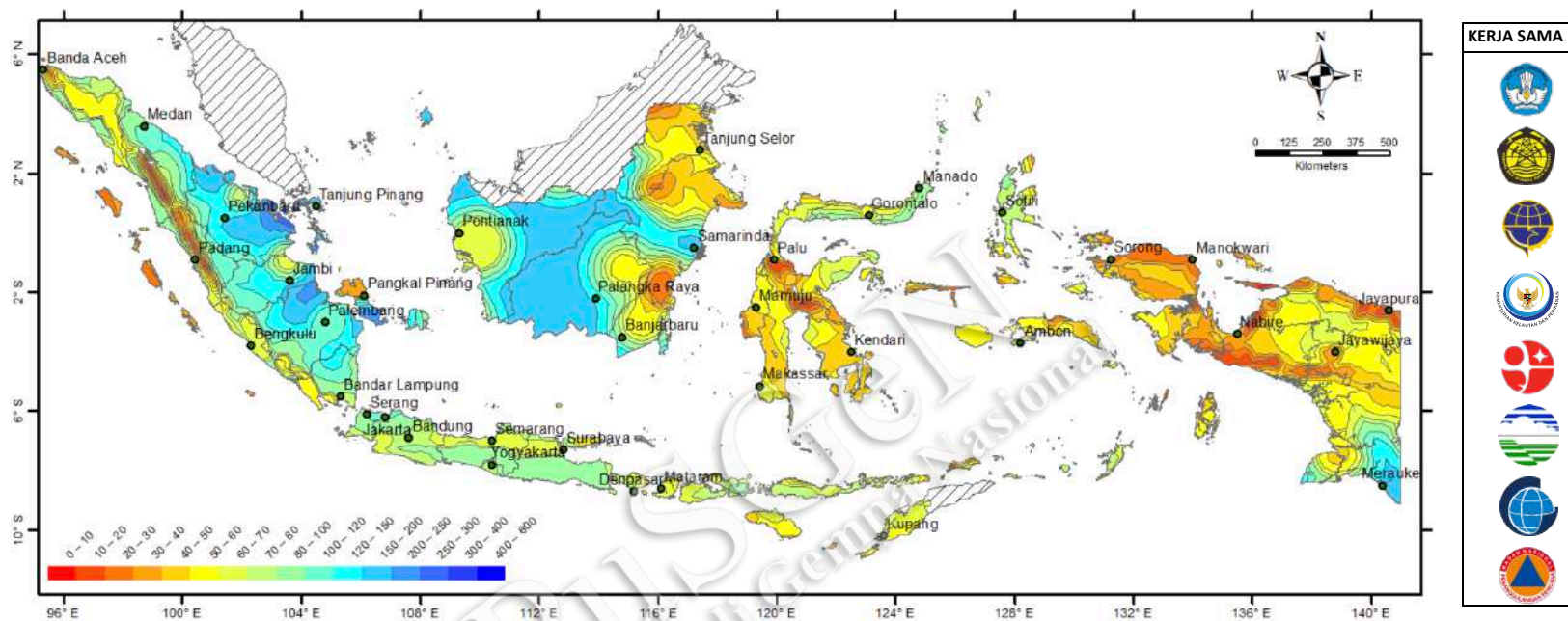
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc.
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.122 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun

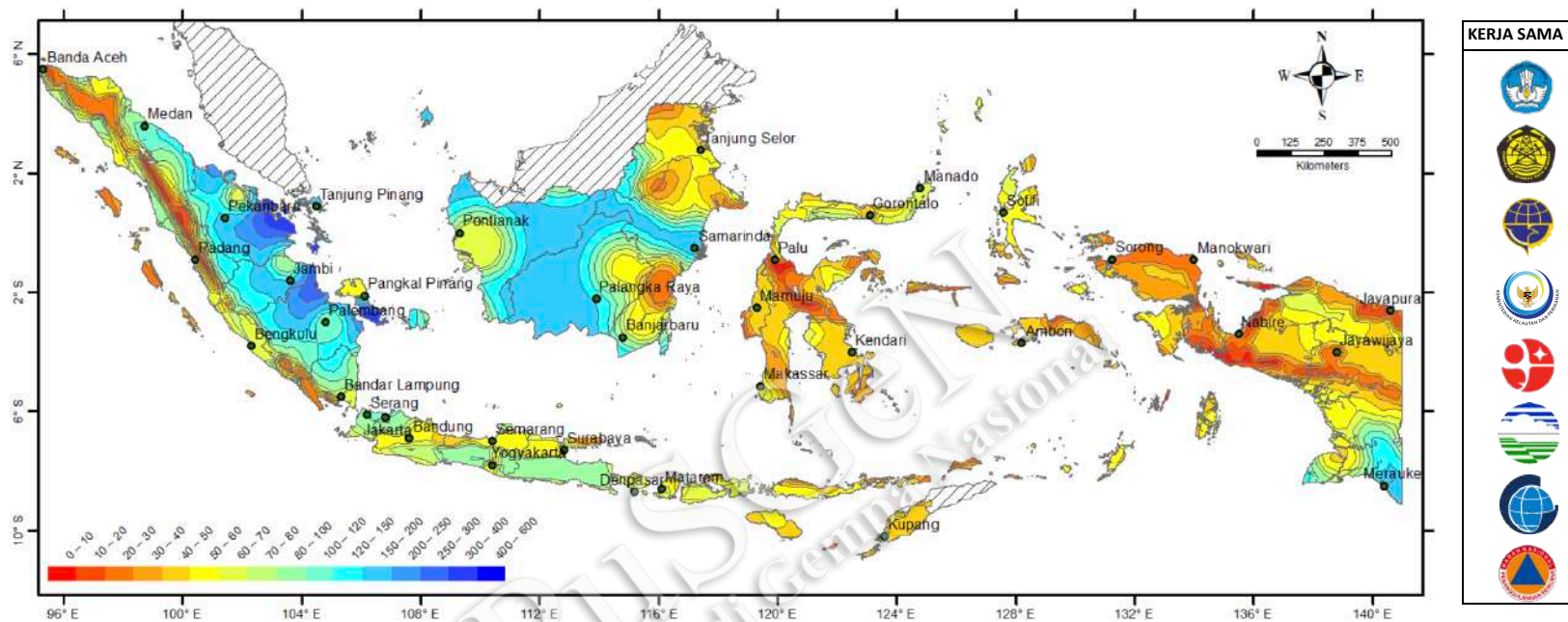


PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.123 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun

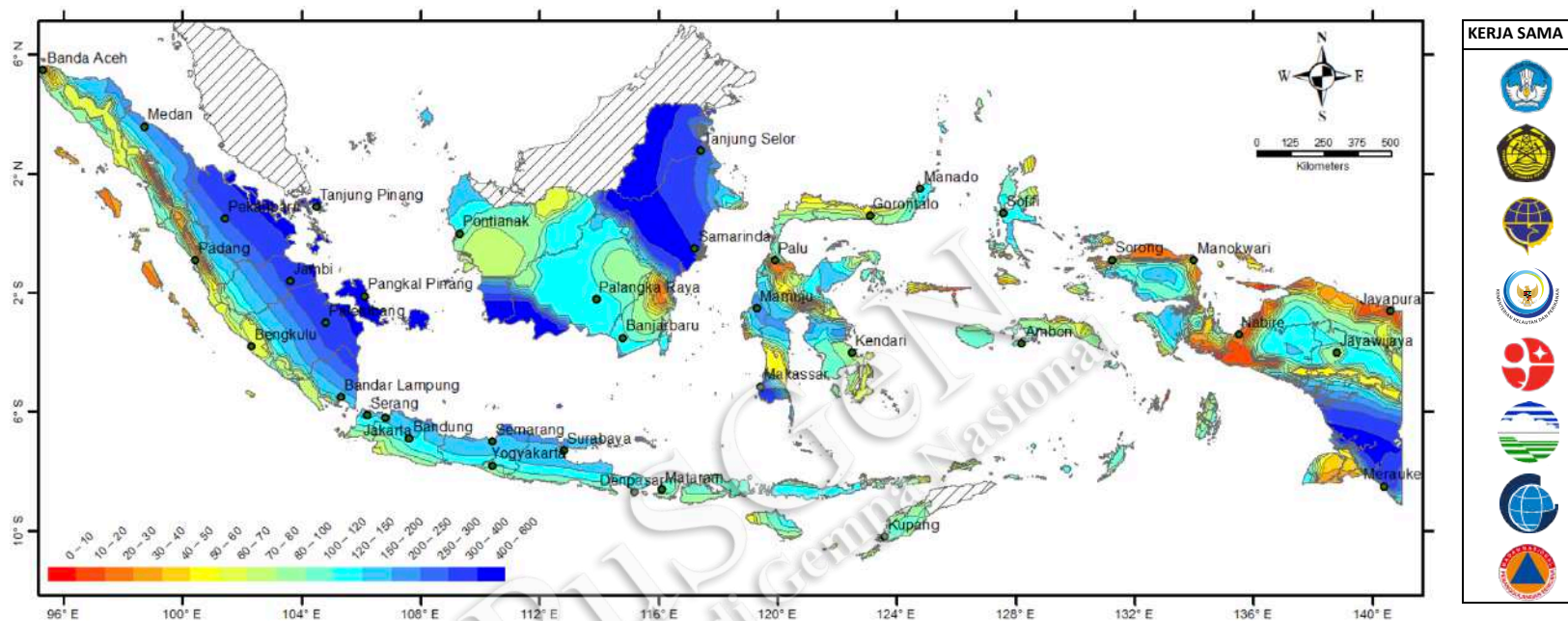


Gambar L2.124 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun



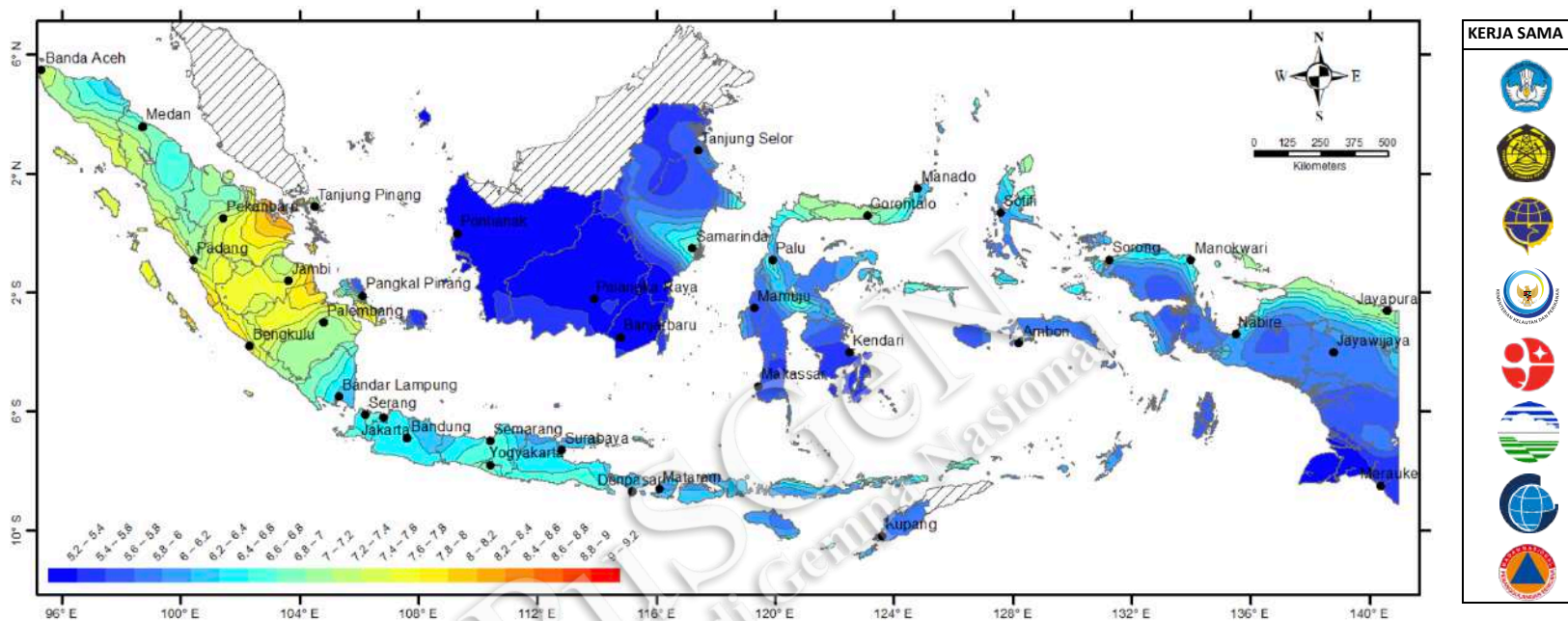
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.125 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



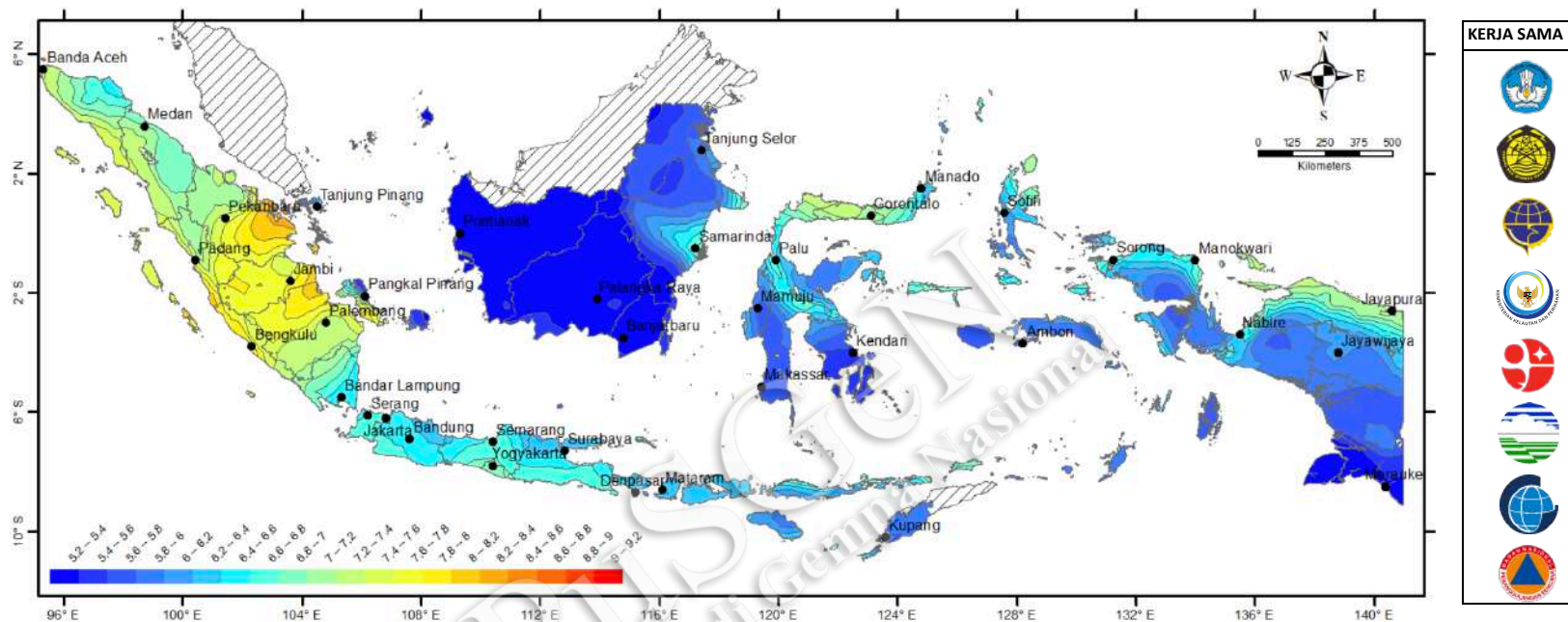
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geophysical Research Center	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.126 Peta deagregasi Jarak (R) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



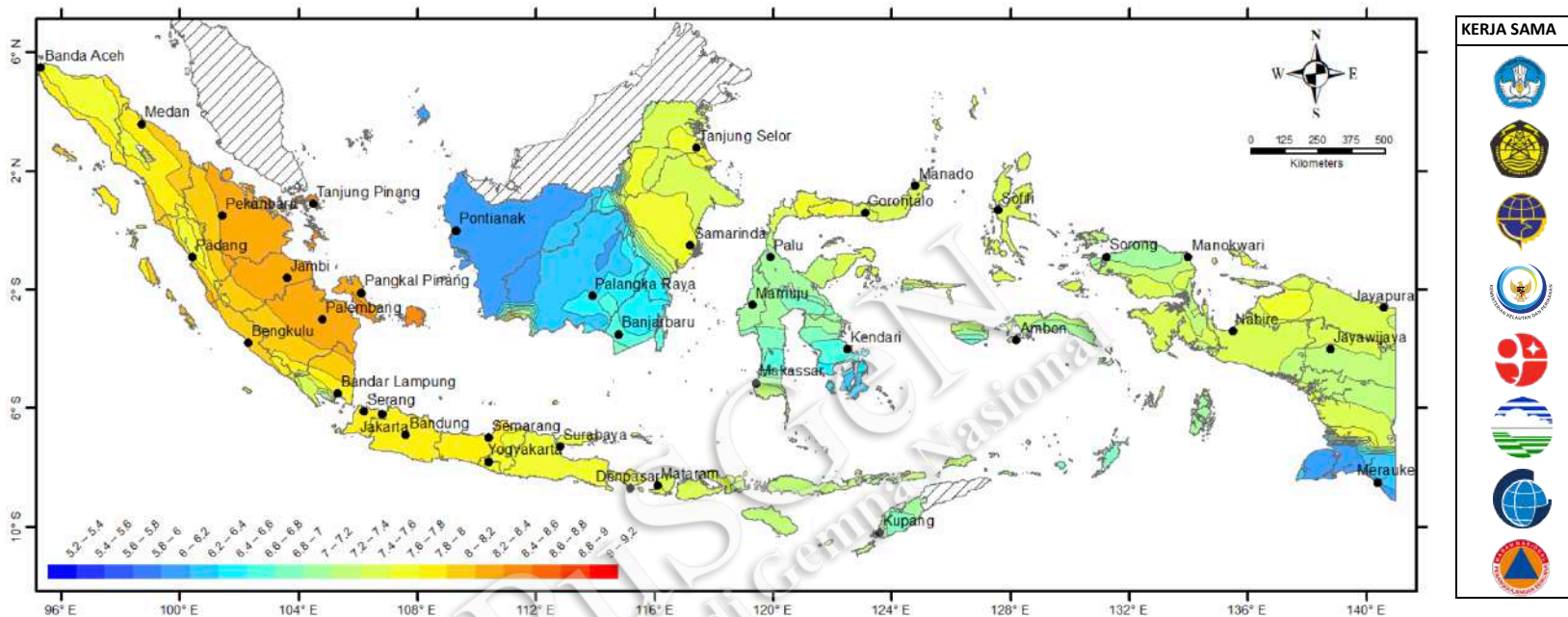
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.127 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 100 tahun



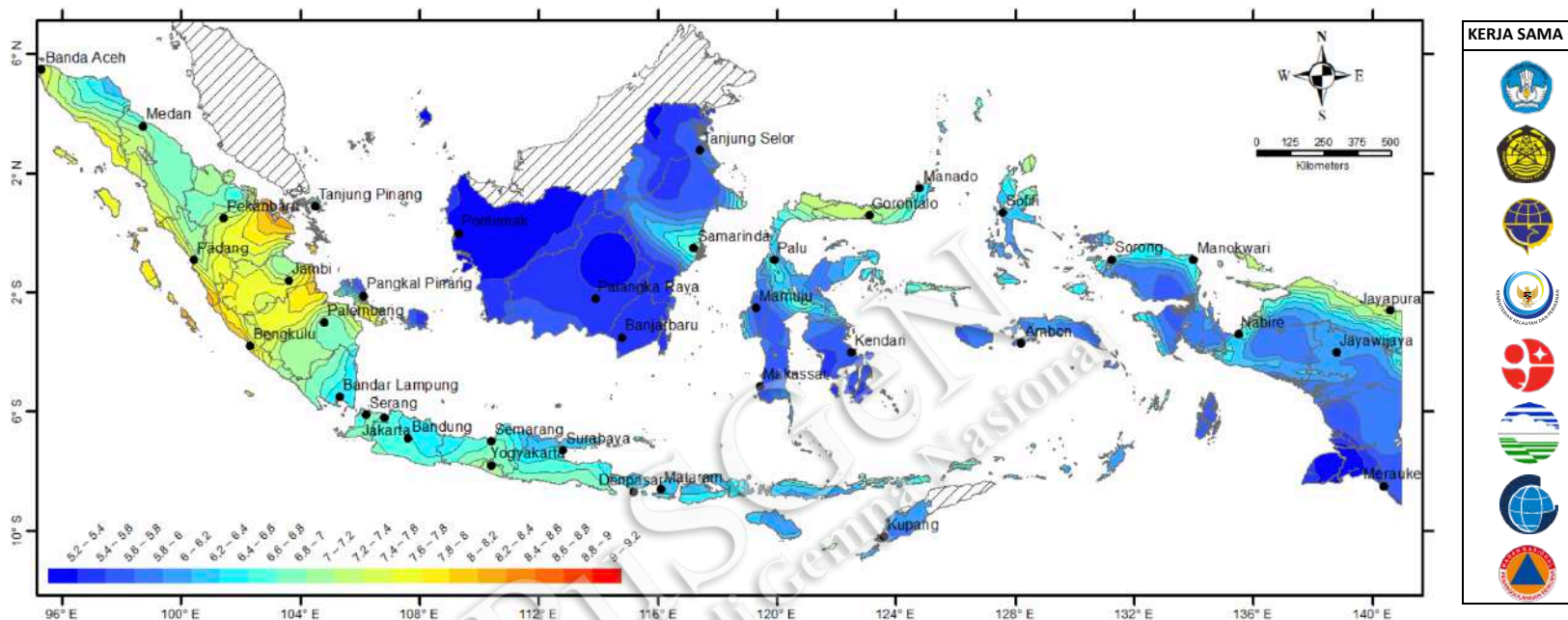
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.128 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



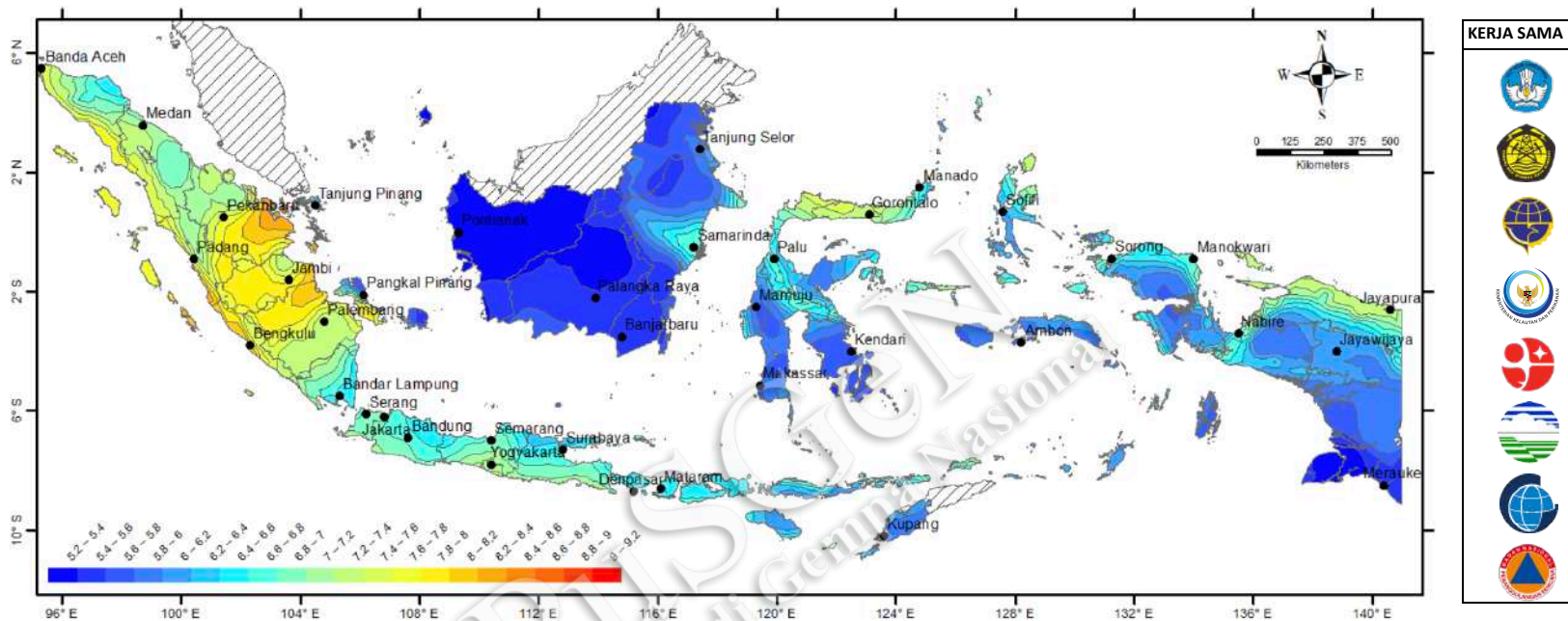
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.129 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 100 tahun



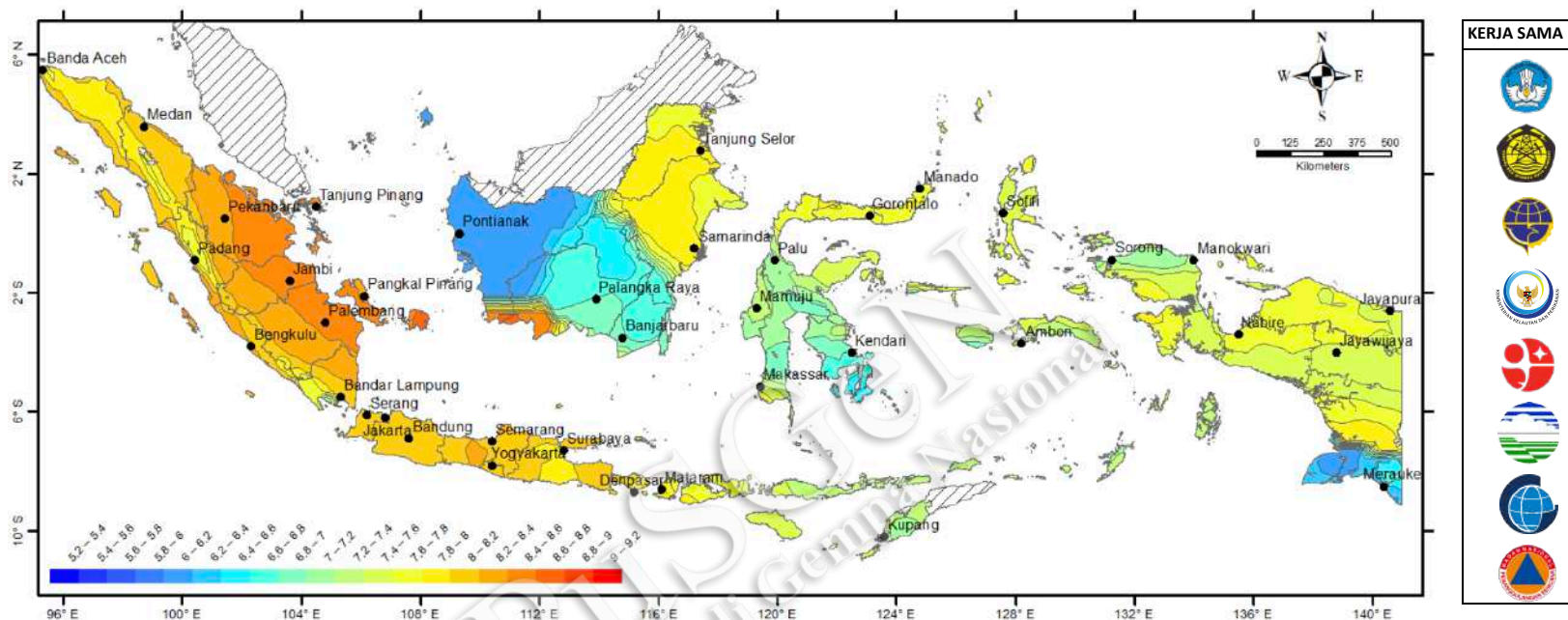
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun :		Jakarta, 29 November 2022
	1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat)		 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua)		
	3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua)		
	4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim)		
	5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa)		
	6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA)		
	7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA)		
	8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		
		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.130 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 250 tahun



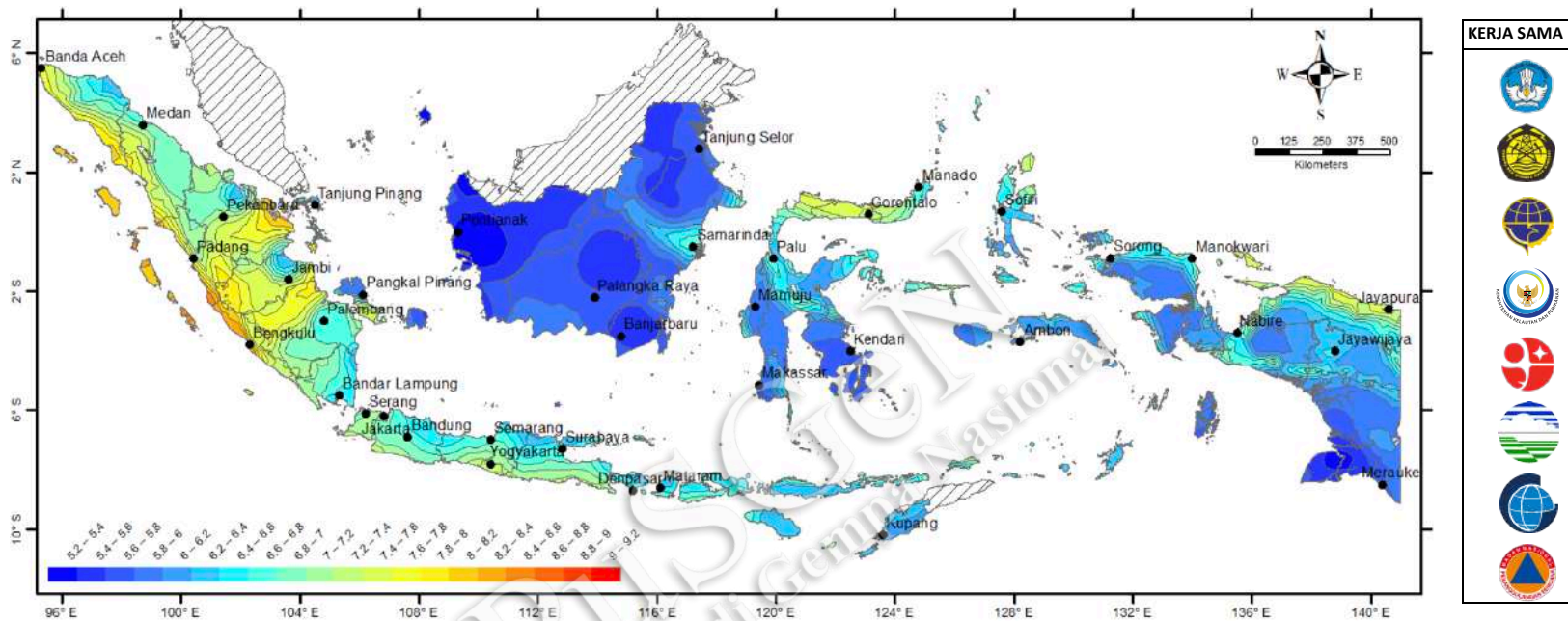
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
			 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.131 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



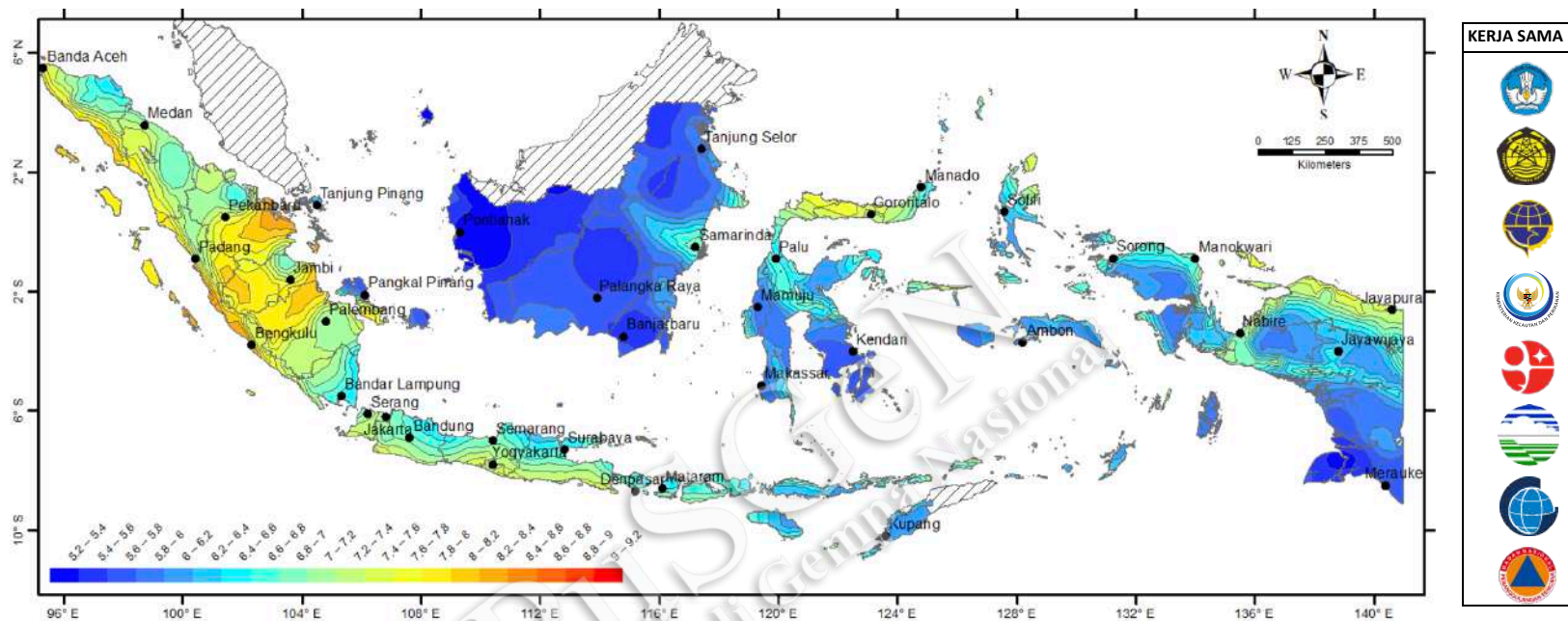
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.132 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 250 tahun



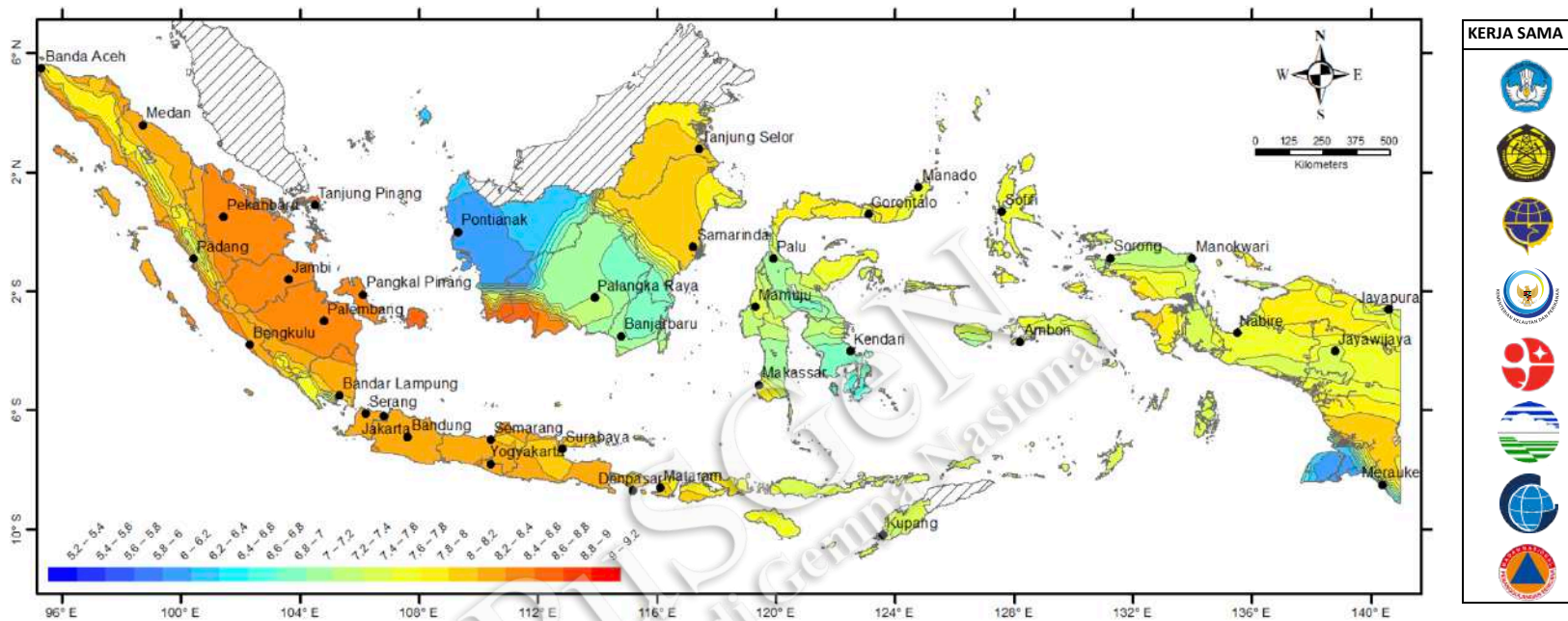
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.133 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 1000 tahun



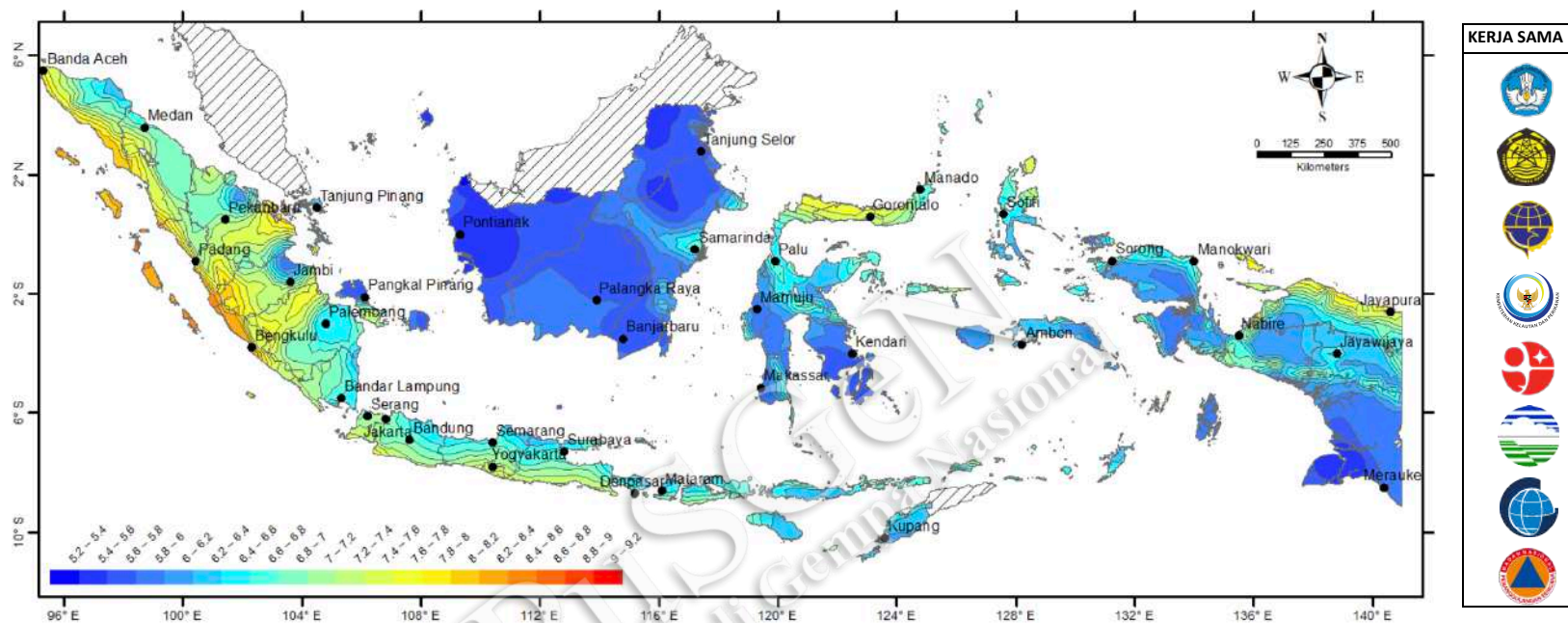
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.134 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun



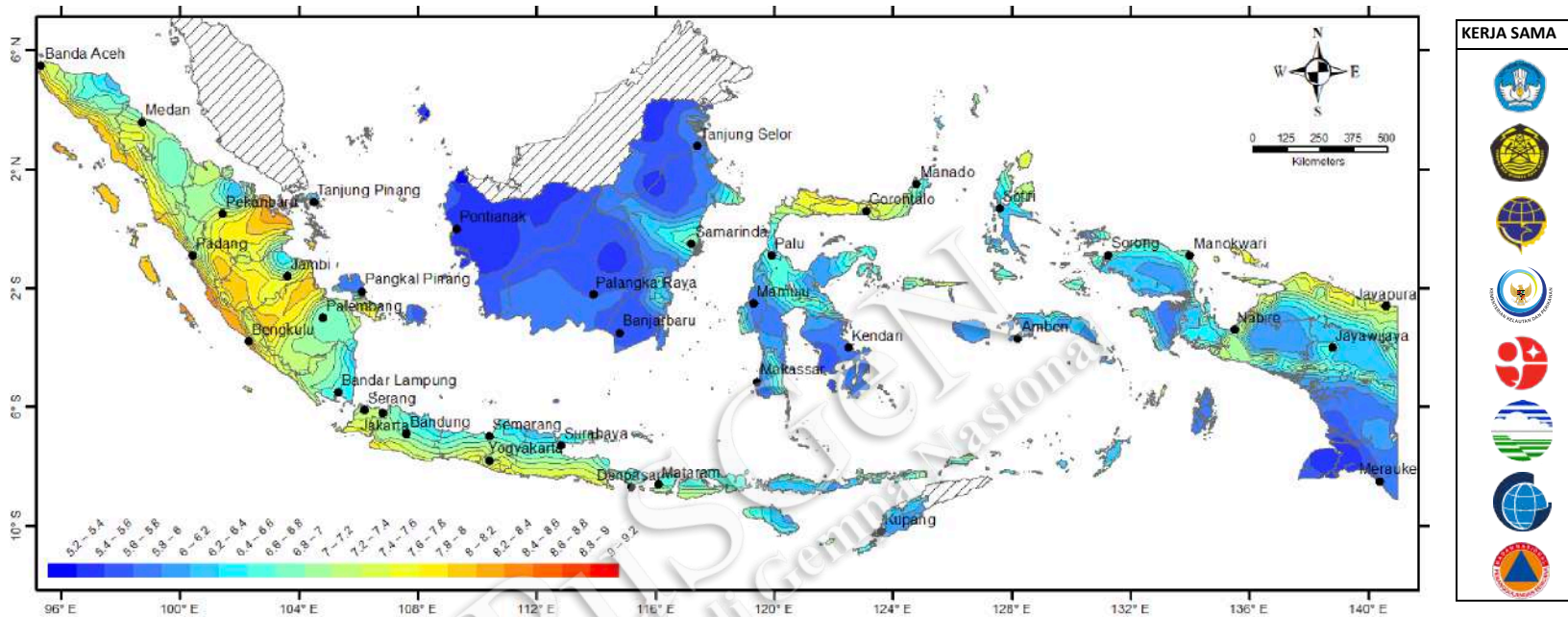
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc	

Gambar L2.135 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 1000 tahun



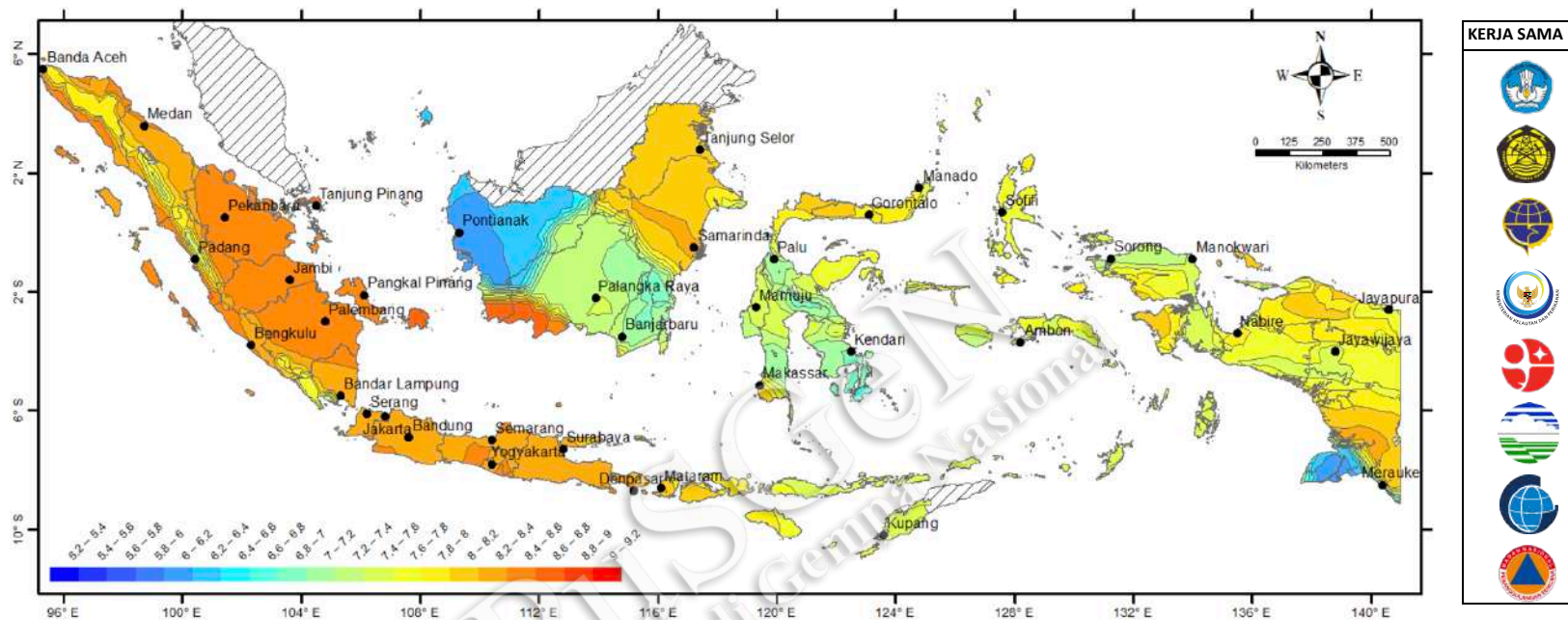
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.136 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 2500 tahun



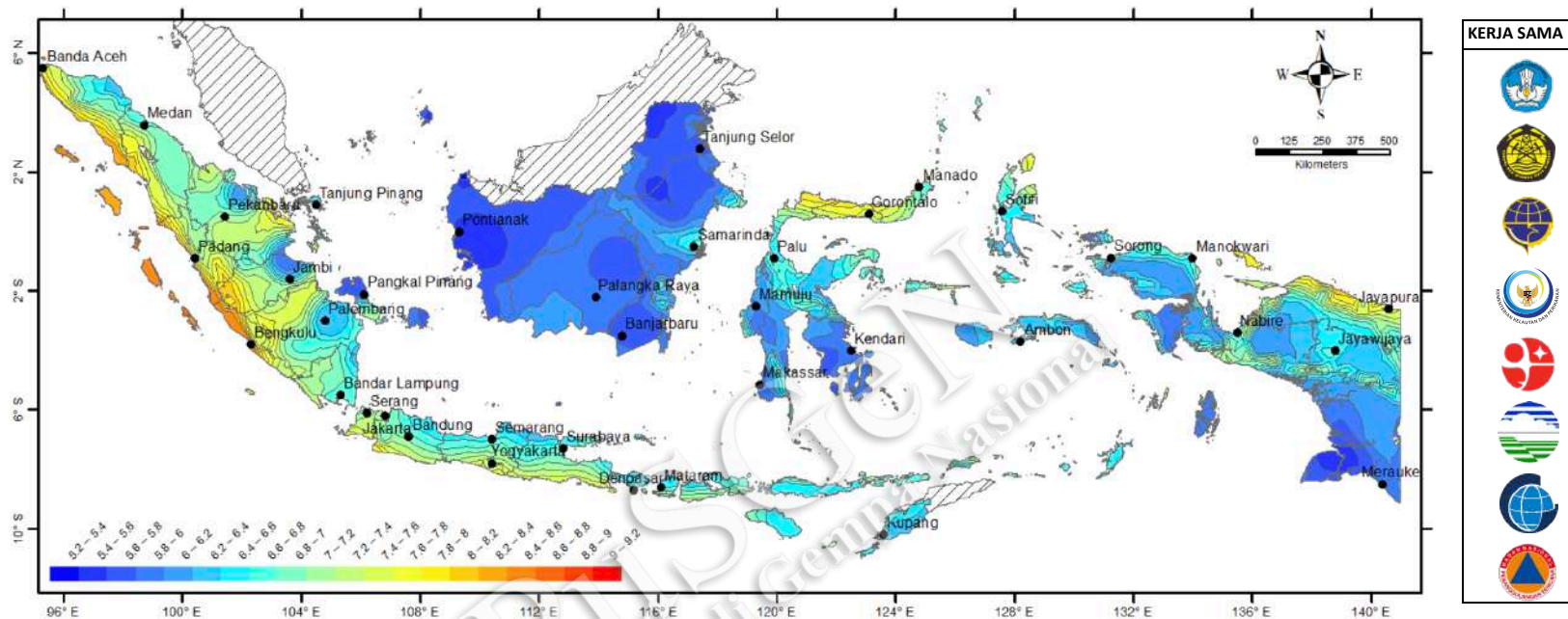
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.137 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



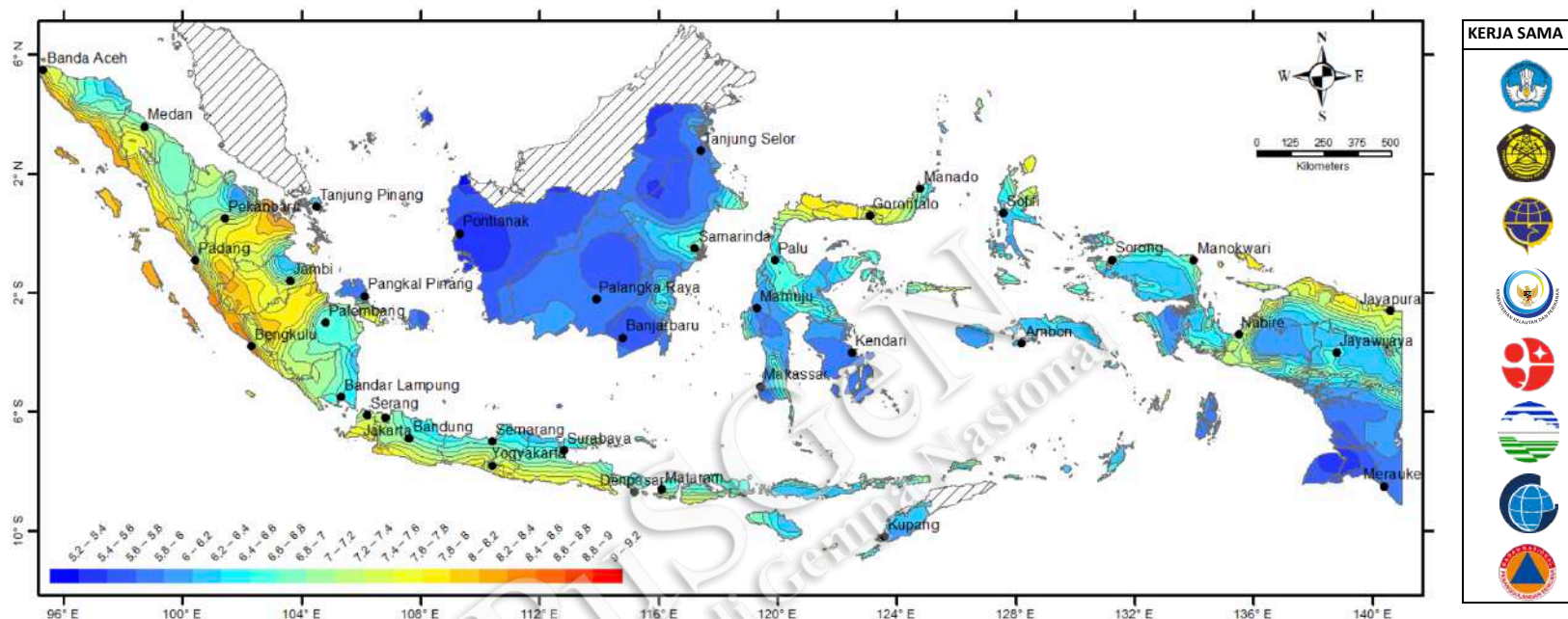
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.138 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 2500 tahun



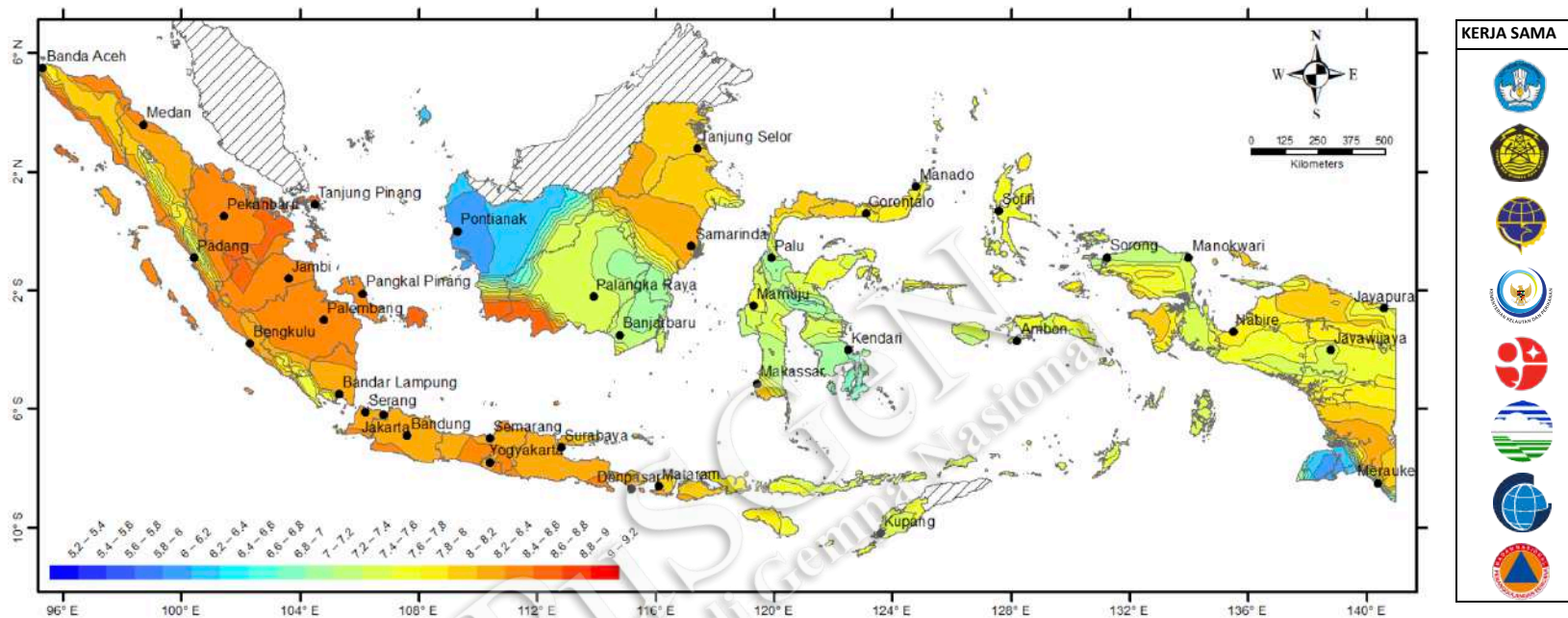
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.139 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 5000 tahun



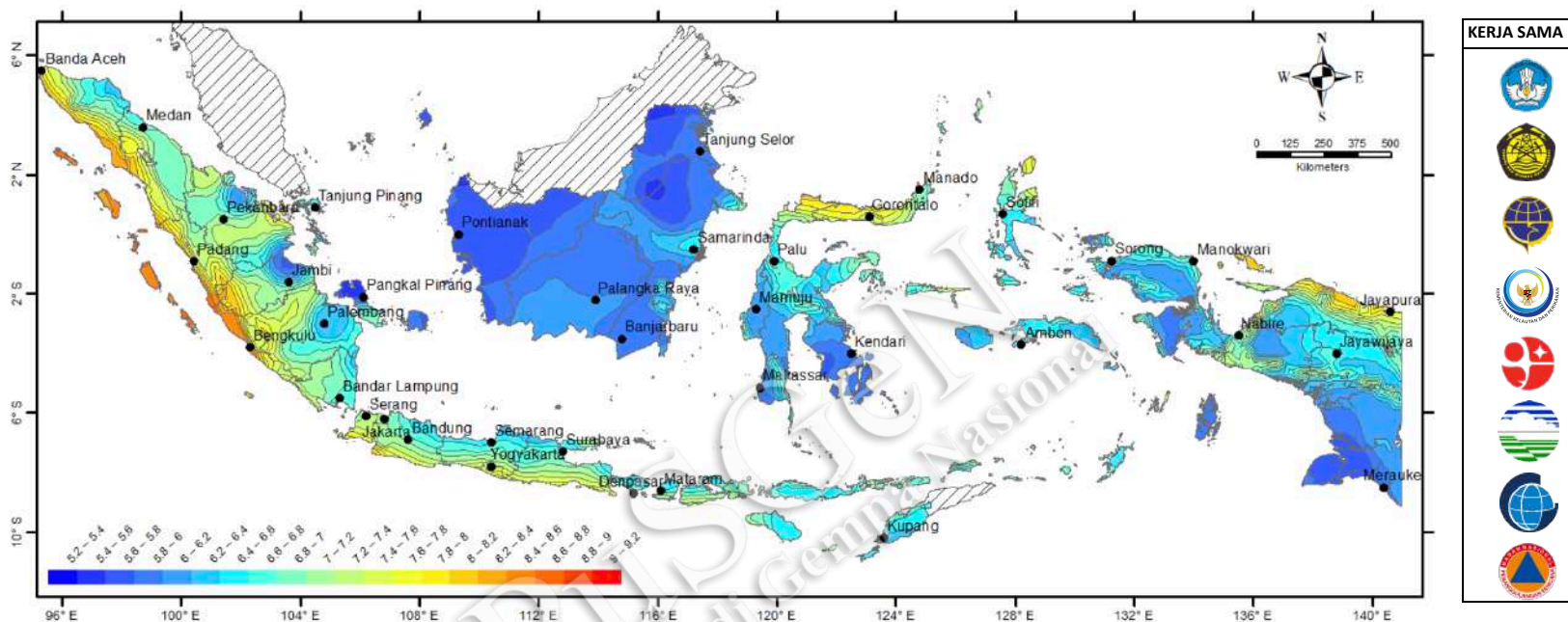
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Geophysical Research Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.140 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



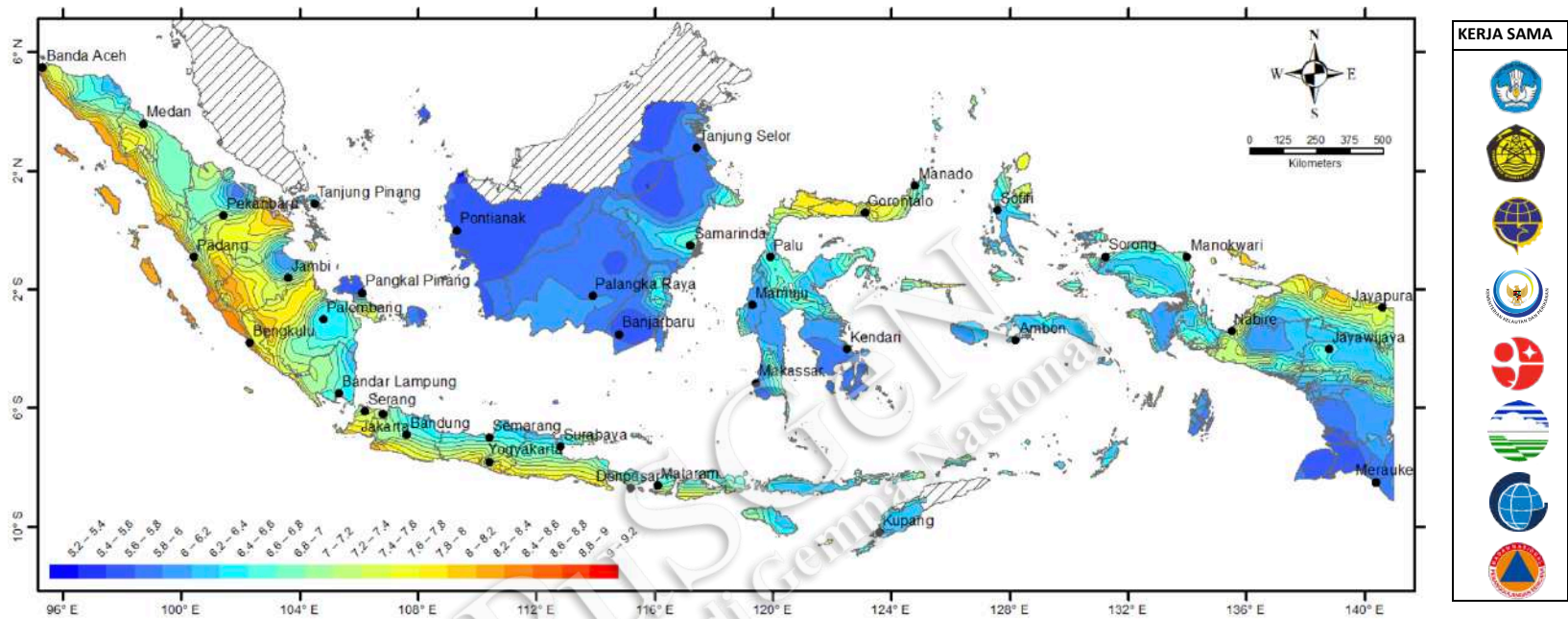
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.141 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 5000 tahun



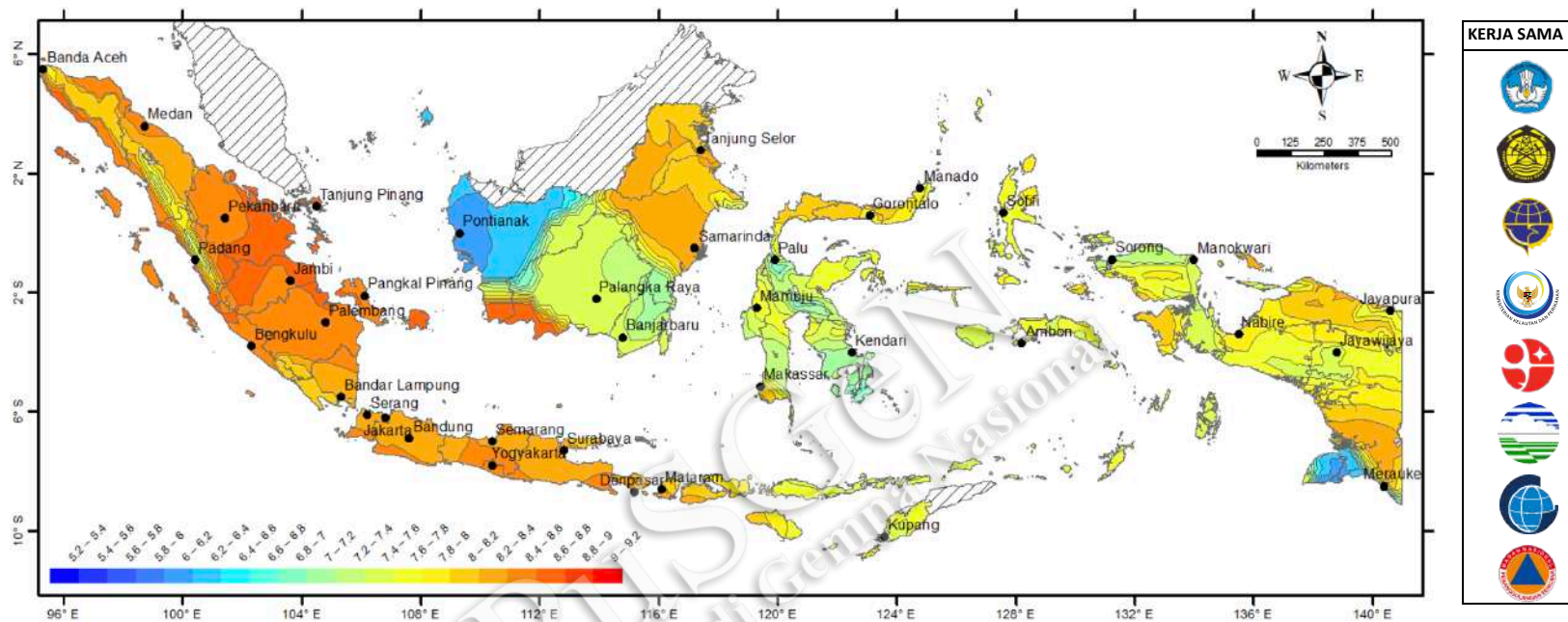
PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGen Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		 Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.142 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan puncak untuk periode ulang 10000 tahun



PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)		Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc
	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

Gambar L2.143 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 0,2-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun



PETA DEAGREGASI BAHAYA GEMPA INDONESIA UNTUK PERENCANAAN DAN EVALUASI INFRASTRUKTUR TAHAN GEMPA			
 PuSGeN Pusat Studi Gempa Nasional National Center for Earthquake Studies	Tim Penyusun : 1. Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D. (Penasehat) 2. Prof. Ir. Sri Widyantoro, M.Sc., Ph.D. (Ketua) 3. Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) 4. Dr. Ir. M. Asrurifak, MT. (Ketua Pokja PSHA merangkap ketua tim) 5. Dr. Mohamad Ridwan (Anggota Pokja Geofisika Gempa) 6. Jeremy Sean Kadarman, S.T. (Anggota Pokja PSHA) 7. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng (Anggota Pokja PSHA) 8. Dr. Bambang Setiadi (Anggota Pokja PSHA)	 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	Jakarta, 29 November 2022 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  Dr. Ir. M. Basuki Hadimoeljono, M.Sc

Gambar L2.144 Peta deagregasi Magnitudo (M) sumber gempa *All Sources* pada percepatan spektrum respon 3-detik dengan redaman 5% untuk periode ulang 10000 tahun

PUSGeN
Pusat Studi Gempa Nasional