

ATLAS

Tapak Lokal (vs30) Indonesia

Berdasarkan Klasifikasi Geomorfologi Teknik

Edisi Kedua – 2026

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral



ATLAS

Tapak Lokal (vs30) Indonesia

Berdasarkan Klasifikasi Geomorfologi Teknik

Edisi Kedua – 2026

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral



KEMENTERIAN
ESDM

ATLAS

Tapak Lokal (Vs30) Indonesia

Berdasarkan Klasifikasi Geomorfologi Teknik

Penyunting:

Lana Saria dan P. Hadi Wijaya

Penyusun:

Athanasius Cipta, Seniorwan, Akhmad Solikhin, Rahayu Robiana, Imam Catur Priambodo, Pandu Adi Minarno, Merry Christina Natalia, Haunan Afif, Arianne Pingkan Lewu, Fadlianto Nurfalalah, Ardy Setya Prayoga, Imun Maemunah, Amalfi Omang, Supartoyo, Yudhicara, Agus Budianto, Yoga Era Pamitro, M. Arifin Joko Pradipto, Gangsar Turjono, Heri Isep Rochmana, Aris Nur Zain, Girie M.P.F. Sugiharto, dan Tudi Untoro.

Penata Letak:

Akhmad Solikhin, Cika Sri Rahayu, Qeiylla Qur'anni Azzahra, Viona Nur Anisa, dan Wiwin Arlina.

Diterbitkan Oleh:

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Jl. Medan Merdeka Selatan No. 18, Jakarta Pusat 10110, Telp. 021 3804242, Fax. 021 3507210

Dikeluarkan Oleh:

Badan Geologi KESDM

Jl. Diponegoro No. 57, Bandung 40122; Telp: (+62) 22-7215297; Email: geologi@esdm.go.id)

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak seluruh maupun sebagian isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Sanksi Pelanggaran Pasal 72 Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

SAMBUTAN

Kepala Badan Geologi

Para pemangku kepentingan dan pegiat bencana yang saya banggakan, interaksi antar lempeng tektonik di wilayah Indonesia berkonsekuensi memberikan dampak positif berupa pembentukan sumber daya geologi seperti minyak, gas bumi, mineral, dan panas bumi. Sebaliknya, interaksi ini juga memberikan dampak negatif berupa bencana geologi, salah satunya adalah gempa bumi. Kondisi geologi lokal seperti sifat fisik tanah dan batuan serta kedalaman cekungan dapat menjadi faktor kerentanan dalam penilaian bahaya gempa bumi. Sebagai Kepala Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, dengan rendah hati dan kebanggaan yang tak terhingga, kami mempersembahkan Atlas Tapak Lokal (Vs30) Indonesia. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral merupakan wali data Peta Tapak Lokal Indonesia dengan Badan Geologi sebagai produsen utama.

Badan Geologi, sebagai satuan kerja di Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, menjadi ujung tombak pengetahuan geologi di Indonesia. Salah satu fungsi dari Badan Geologi adalah berkaitan dengan mitigasi bencana geologi, dan secara teknis diselenggarakan oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). Atlas ini disusun oleh PVMBG dengan penuh dedikasi guna menginformasikan faktor kerentanan tanah terhadap guncangan gempa bumi. Informasi pada atlas ini dapat digunakan sebagai masukan dalam membuat peta bahaya seismik atau peta kawasan rawan bencana gempa bumi, dan selanjutnya menjadi landasan dalam upaya mitigasi bencana gempa bumi serta penataan ruang berbasis kebencanaan.

Kami menyampaikan apresiasi setinggi-tingginya kepada PVMBG atas kerja keras dan komitmen dalam menyusun serta menyajikan Atlas Tapak Lokal (Vs30) Indonesia. Penghargaan kami sampaikan juga kepada seluruh pihak yang turut berperan dalam penyusunan karya berharga ini. Badan Geologi berkomitmen untuk berupaya memutakhirkan peta tapak lokal ini khususnya dalam skala yang lebih rinci. Semoga Atlas Tapak Lokal (Vs30) Indonesia ini menjadi landasan pengetahuan yang bermanfaat bagi kita semua.

Terima kasih.

Lana Saria

Plt. Kepala Badan Geologi

Kepala Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi

Wilayah Kepulauan Indonesia mempunyai risiko tinggi terhadap bencana geologi, sehingga peningkatan upaya mitigasi mutlak dilakukan guna mengurangi risiko bencana. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) merupakan unit eselon dua yang berada di bawah Badan Geologi - Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, dan mempunyai tugas untuk melaksanakan upaya mitigasi bencana geologi. Upaya mitigasi tersebut dilakukan melalui penyelidikan, pemetaan, pemantauan, pemberian rekomendasi mitigasi bencana geologi, dan penyebarluasan informasi bencana geologi. Sebagai salah satu implementasi tugas tersebut, khususnya dalam matra bencana gempa bumi, kami dengan bangga mempersembahkan Atlas Tapak Lokal (Vs30) Indonesia.

Atlas Tapak Lokal (Vs30) Indonesia berisi informasi sifat fisik tanah dan batuan untuk seluruh provinsi di Indonesia yang dapat berimplikasi terhadap penilaian bahaya gempa bumi. Contoh kejadian gempa bumi di Indonesia yang kerusakannya dikontrol oleh kondisi tapak lokal diantaranya Gempa Bumi Banjarnegara dan Gempa Bumi Palu-Donggala yang terjadi pada tahun 2018. Oleh karena itu, informasi tapak lokal ini perlu dipertimbangkan dalam analisis bahaya gempa bumi. PVMBG selama ini menyusun Peta Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi berdasarkan analisis bahaya gempa bumi secara probabilistik dengan memperhitungkan kondisi tapak lokal.

Saya menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada tim penyusun dan seluruh pihak yang telah memberikan dukungan sehingga atlas ini dapat dipublikasikan. Besar harapan kami, Atlas Tapak Lokal (Vs30) ini dapat menjadi rujukan yang bermanfaat bagi para pemangku kepentingan, peneliti, pemerintah daerah, perencana pembangunan, serta masyarakat luas dalam meningkatkan upaya mitigasi bencana gempa bumi di Indonesia.

Terima kasih dan salam mitigasi.

P. Hadi Wijaya

Kepala PVMBG

PENGANTAR

Bahaya gempa bumi selalu menghantui Indonesia yang terletak di daerah seismik aktif, di mana 12% hingga 15% gempa bumi di dunia terjadi di Wilayah Indonesia. Tingginya tingkat kerentanan wilayah Indonesia yaitu sekitar 77% penduduk Indonesia terpapar gempa bumi dengan potensi guncangan lebih besar dari 0,1 g, menjadi tantangan tersendiri bagi pelaku mitigasi gempa bumi di Indonesia. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), salah satu unit di Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, mempunyai tugas melaksanakan penelitian, penyelidikan, perekayasa dan pelayanan di bidang vulkanologi dan mitigasi bencana geologi, termasuk gempa bumi. Salah satu upaya mitigasi bencana gempa bumi yang dilakukan adalah penyusunan peta kawasan rawan bencana (KRB) gempa bumi. Peta KRB ini menjadi parameter sumber daya alam yang perlu dipertimbangkan sebagai batasan dalam perencanaan pembangunan nasional dalam mewujudkan arah kebijakan peningkatan ketahanan bencana.

PVMBG menyusun Peta KRB Gempa Bumi Indonesia berdasarkan analisis probabilistik bahaya guncangan gempa bumi. Selain karakteristik sumber gempa bumi, salah satu faktor lain yang menentukan besarnya potensi bahaya guncangan gempa bumi adalah tapak lokal yang merepresentasikan sifat fisik batuan. Pengukuran sifat fisik batuan pada daerah yang luas memerlukan waktu dan biaya tinggi, oleh sebab itu untuk keperluan pemetaan skala regional perlu dikembangkan metode yang cepat, murah dan berdaya guna. Salah satu metode pendugaan kecepatan gelombang permukaan (V_{s30}), sebagai dasar klasifikasi batuan, telah dikembangkan di Jepang dengan menggunakan klasifikasi geomorfologi teknik sebagai parameter. Terkait hal tersebut, PVMBG telah menyusun Atlas Tapak Lokal (V_{s30}) Indonesia yang dapat digunakan sebagai masukan dalam membuat peta bahaya seismik/gempa bumi. Peta-peta pada atlas edisi kedua memiliki resolusi yang lebih tinggi (30 m) dibandingkan dengan edisi pertama (300 m). Informasi nilai V_{s30} geomorfologi teknik dalam atlas ini ditujukan untuk kebutuhan skala kabupaten.

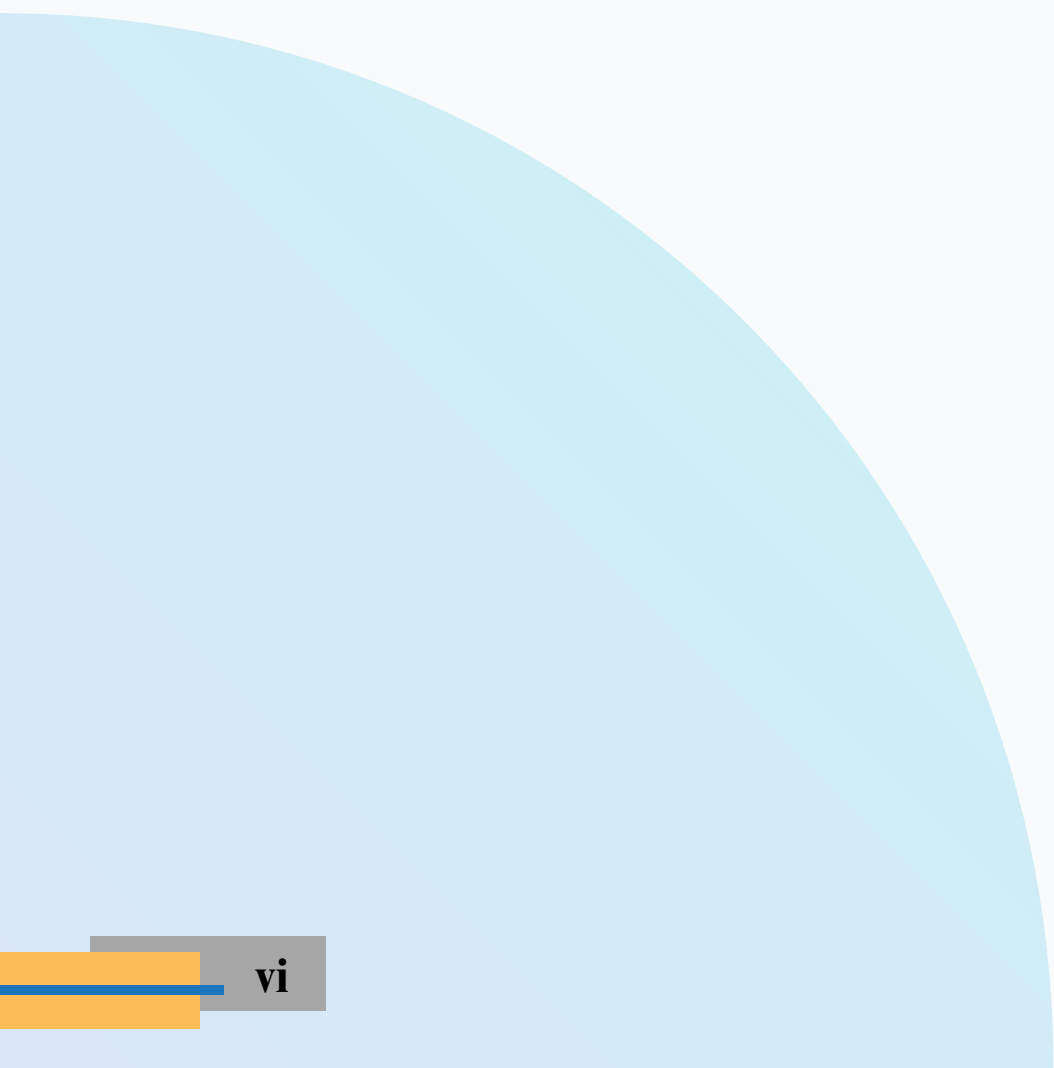
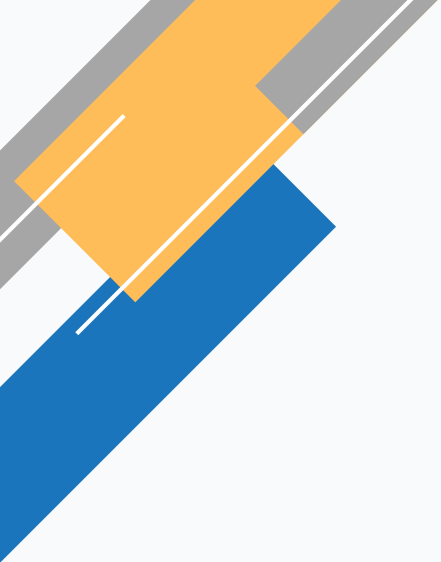
Tim Penyusun berterima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu selama proses penyusunan atlas ini. Harapan kami, segala informasi dalam atlas ini dapat memberikan pengetahuan umum dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, khususnya dalam mitigasi bencana gempa bumi di Indonesia.

Tim Penyusun



DAFTAR ISI

Tim Penyusun	ii
Sambutan Kepala Badan Geologi	iii
Sambutan Kepala Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi	iii
Pengantar Tim Penulis	iv
Daftar Isi	v
Kecepatan Gelombang Permukaan (Vs30)	1
Seputar Atlas Tapak Lokal	4
Daftar Pustaka	4
Peta Geomorfologi Teknik Indonesia	5
Peta Vs30 Indonesia	6
Peta Vs30 per Provinsi:	
1. Provinsi Aceh	7
2. Provinsi Sumatera Utara	8
3. Provinsi Sumatera Barat	9
4. Provinsi Riau	10
5. Provinsi Kepulauan Riau	11
6. Provinsi Bengkulu	12
7. Provinsi Jambi	13
8. Provinsi Sumatera Selatan	14
9. Provinsi Bangka Belitung	15
10. Provinsi Lampung	16
11. Provinsi Banten	17
12. Provinsi Jawa Barat	18
13. Daerah Khusus Jakarta	19
14. Provinsi Jawa Tengah	20
15. Daerah Istimewa Yogyakarta	21
16. Provinsi Jawa Timur	22
17. Provinsi Bali	23
18. Provinsi Nusa Tenggara Barat	24
19. Provinsi Nusa Tenggara Timur	25
20. Provinsi Kalimantan Barat	26
21. Provinsi Kalimantan Tengah	27
22. Provinsi Kalimantan Selatan	28
23. Provinsi Kalimantan Timur	29
24. Provinsi Kalimantan Utara	30
25. Provinsi Sulawesi Utara	31
26. Provinsi Gorontalo	32
27. Provinsi Sulawesi Tengah	33
28. Provinsi Sulawesi Barat	34
29. Provinsi Sulawesi Selatan	35
30. Provinsi Sulawesi Tenggara	36
31. Provinsi Maluku Utara	37
32. Provinsi Maluku	38
33. Provinsi Papua Barat Daya	39
34. Provinsi Papua Barat	40
35. Provinsi Papua Tengah	41
36. Provinsi Papua	42
37. Provinsi Papua Pegunungan	43
38. Provinsi Papua Selatan	44



KECEPATAN GELOMBANG PERMUKAAN (Vs30)

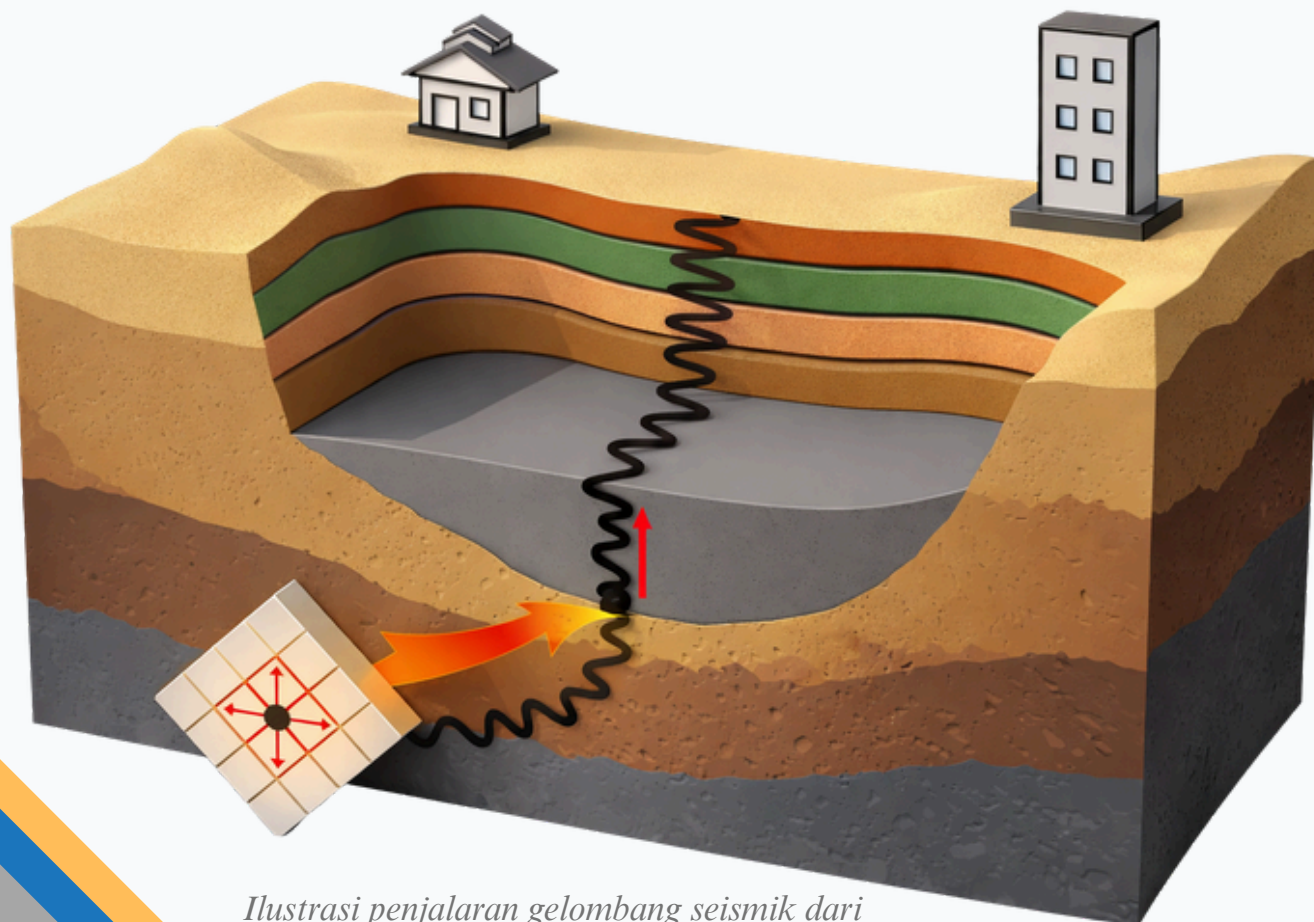
Vs30, Apa dan Bagaimana?

Guncangan gempa bumi dikontrol oleh berbagai variabel termasuk karakteristik sumber, medium penjalaran gelombang seismik dan geologi dekat permukaan. Amplifikasi gelombang seismik berhubungan erat dengan area dengan impedansi akustik yang kuat, yaitu daerah yang disusun oleh sedimen dengan kecepatan seismik rendah menutupi tanah keras atau batuan dasar dengan kecepatan seismik tinggi. Amplifikasi A berbanding terbalik dengan akar kuadrat dari hasil kali antara kecepatan gelombang geser V_s dengan densitas ρ (Aki & Richards, 2002).

$A \propto \frac{1}{\sqrt{V_s \cdot \rho}}$ dengan nilai ρ secara umum tetap pada kedalaman yang sama dan profil V_s menggambarkan kondisi tapak lokal. Parameter paling penting untuk menghitung respon tanah terhadap gelombang seismik adalah kecepatan gelombang geser rata-rata pada 30 meter teratas lapisan tanah yang dikenal sebagai **Vs30** (Roser & Gosar, 2010). Nilai **Vs30** digunakan dalam SNI 1726:2019 dan juga dalam kode bangunan Eurocode 8 (EC8) untuk mengklasifikasikan lokasi menurut jenis tanah ke dalam lima kategori utama, dan dua kategori spesifik yang sesuai dengan material yang sangat lepas atau dapat mengalami pelulukan.

Meskipun Vs30 adalah parameter kunci yang paling sering digunakan untuk mengklasifikasikan tanah, tidak ada konsensus mengenai keefektifannya sebagai proksi untuk amplifikasi lokasi (Castellaro dkk., 2008). Proksi lain yang juga kerap digunakan untuk klasifikasi tanah antara lain N-SPT dan periode dominan.

Kekerasan batuan sedimen klastik dipengaruhi oleh umur dan jenis batuan, makin tua suatu batuan makin terkompaksi dan dengan demikian makin keras batuan itu. Oleh karena itu aluvium, material sedimen permukaan yang belum terlitifikasi, jauh lebih lunak dibandingkan batuan berumur Tersier. Demikian juga makin keras material pembentuk batuan sedimen, makin keras batuan sedimen, maka batupasir lebih keras daripada batulempung dan breksi lebih keras daripada batupasir.



Ilustrasi penjalaran gelombang seismik dari batuan dasar menuju tanah permukaan.

Perhitungan Vs30

Berdasarkan penelitian Shen-Tu dkk. (2010), metode geologi memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan metode *slope-topography* dalam mengestimasi nilai Vs30, terutama untuk tanah kelas B dan C. Selanjutnya, pada tanah kelas D dan E, nilai Vs30 yang dideduksi dari data geologi juga mempunyai korelasi yang baik dengan Vs30 hasil pengukuran. Sementara nilai Vs30 yang dideduksi dari data *slope-topography* memiliki korelasi yang baik dengan Vs30 hasil pengukuran. Sebagai informasi, pengukuran Vs30 dilakukan dengan sensor strong-motion.

Matsuoka dkk (2006), Wakamatsu dkk (2006) dan Wakamatsu & Matsuoka (2006) menggabungkan kedua metode tersebut untuk mendapatkan estimasi Vs30 yang lebih baik sehingga hadirnya klasifikasi geomorfologi teknik. Pendekatan geomorfologi teknik inilah yang digunakan oleh Badan Geologi untuk mengestimasi nilai Vs30 yang kemudian akan digunakan untuk studi mikrozonasi maupun pemodelan ground motion. Nilai Vs30 yang didapatkan dengan metoda geomorfologi teknik selanjutnya ditulis sebagai **Vs30 geomorfologi teknik**.

KECEPATAN GELOMBANG PERMUKAAN (Vs30)

Tabel 1. Koefisien regresi untuk masing-masing kelas geomorfologi

No	Kelas Geomorfologi	Koefisien Regresi				Standar deviasi
		a	b	c	d	
1	Mountain Pre-Tertiary	2.900	0	0	0	0.139
2	Mountain Tertiary	2.807	0	0	0	0.117
3	Mountain Foothlope	2.602	0	0	0	0.092
4	Hill	2.349	0	0.152	0	0.175
5	Volcano	2.708	0	0	0	0.162
6	Volcanic foothlope	2.315	0	0.094	0	0.100
7	Volcanic hill	2.608	0	0	0	0.059
8	Rocky strath terrace	2.546	0	0	0	0.094
9	Gravelly terrace	2.493	0.072	0.027	-0.164	0.122
10	Terrace covered with volcanic ash soil	2.206	0.093	0.065	0	0.115
11	Valley bottom lowland	2.266	0.144	0.016	-0.113	0.158
12	Alluvial fan	2.350	0.085	0.015	0	0.116
13	Natural levee	2.204	0.100	0	0	0.124
14	Back marsh	2.190	0.038	0	-0.041	0.116
15	Abandoned river channel	2.264	0	0	0	0.091
16	Delta and coastal lowland	2.317	0	0	-0.103	0.107
17	Marine sand and gravel bars	2.415	0	0	0	0.114
18	Sand dune	2.289	0	0	0	0.123
19	Reclaimed land	2.373	0	0	-0.124	0.123
20	Filled land	2.404	0	0	-0.139	0.120

Pembentukan batuan dikontrol oleh lingkungan pengendapan, material lempung akan diendapkan di lingkungan berarus lemah sedangkan pasir akan terendapkan di lingkungan berarus lebih kuat, karena itu material sedimen halus akan diendapkan lebih jauh daripada sedimen klastika kasar. Lebih jauh, daerah lereng tidak ideal sebagai tempat pengendapan sedimen sementara cekungan sangat baik sebagai tempat berkumpulnya material sedimen. Oleh karena itu, pegunungan atau pebukitan terjal hanya ditutupi oleh tanah tipis sementara di pedataran terakumulasi tanah yang sangat tebal (dalam terminologi geologi, tanah adalah batuan, hasil akhir dari pelapukan batuan induk).

Secara singkat, kekerasan dan ketebalan sedimen permukaan dipengaruhi oleh faktor geologi (umur dan jenis batuan) dan morfologi (elevasi dan kemiringan lereng). Dengan demikian, nilai Vs30 dikontrol oleh faktor geologi dan morfologi. *Matsuoka dkk. (2006)*, *Wakamatsu dkk. (2006)*, dan *Wakamatsu & Matsuoka (2006)* telah membuat klasifikasi geomorfologi teknik yang digunakan untuk menaksir nilai Vs30 berdasarkan parameter geologi dan morfologi. *Wakamatsu & Matsuoka (2006)* menetapkan 20 kelas geomorfologi yang masing-masing memiliki koefisien regresi a, b, c, dan d, seperti yang tercantum dalam **Tabel 1**.

Persamaan umum untuk mendapatkan nilai Vs30 adalah sebagai berikut:

$$\log Vs30 = a + b \log Ev + c \log Sp + d \log Dm \pm \sigma$$

dengan **Ev**, **Sp** dan **Dm**, masing-masing adalah elevasi (dalam meter), 1000* tangen kemiringan lereng, dan jarak (dalam kilometer) terhadap gunung atau bukit yang disusun oleh batuan berumur Tersier atau Pra-Tersier. *Wakamatsu & Matsuoka (2006)* telah memberikan panduan terperinci tentang pengklasifikasian geomorfologi. Karena keterbatasan data yang tersedia, maka penyederhanaan telah dilakukan oleh *Cipta (2011)*, *Hidayati (2014)*, dan *Cipta dkk. (2017)* dalam menentukan kelas geomorfologi seperti tercantum dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. Kelas geomorfologi teknik diadaptasi dari *Wakamatsu & Matsuoka (2006)*

Slope (derajat)	Elev (meter)	Litologi	Satuan Geomorfologi (Matsuoka dkk, 2006; etc.)	Topography
> 15	> 700	batuan Pra-Tersier	Pre-Tertiary Mountain	Topografi curam dan terjal
		batuan Tersier	Tertiary mountain	Topografi curam dan terjal
> 15	< 700	Segala jenis batuan, lunak maupun keras	Hill	Topografi curam
> 15	< 700	Endapan piroklastik lepas seperti debu	Volcanic hill	Topografi tidak terlalu curam, terpotong oleh banyak aliran sungai
5 - 15		endapan talus, kolumium, debris, material longsoran	Mountain foothlope	Bagian bawah tekuk lereng
< 5		kerikil atau batu besar cukup padat hingga padat di pegunungan tetapi tanah berpasir lepas hingga tanah kohesif yang sangat lunak di dataran	Valley bottom lowland	dataran rendah panjang dan sempit yang dibentuk oleh sungai atau aliran antara lereng gunung, bukit, gunung berapi atau teras yang curam hingga terjal
< 5		kerikil padat dengan batu-batu besar hingga kerikil berpasir cukup padat	Alluvial fan	berbentuk setengah kerucut tersusun dari bahan-bahan kasar yang terbentuk pada batas antara pegunungan dan dataran rendah.
< 5		tanah kohesif sangat lunak yang mengandung gambut atau humus	Back marsh	dataran rendah berawa yang terbentuk di balik tanggul alam dan dataran rendah yang dikelilingi pegunungan, perbukitan dan terasering

Slope (derajat)	Elev (meter)	Litologi	Satuan Geomorfologi (Matsuoka dkk, 2006; etc.)	Topography
< 5		tanah berpasir yang sangat urai kadang-kadang ditutupi dengan tanah lunak-kohesif	Abandoned river channel	rawa depresi dangkal di sepanjang bekas aliran sungai dengan bentuk memanjang
< 5		tanah berpasir fluvial lepas terhampar di atas tanah kohesif yang sangat lunak	Delta and coastal lowland	delta: dataran rendah yang terbentuk di muara sungai oleh akumulasi endapan sungai. dataran rendah pesisir: dataran rendah datar yang terbentuk di sepanjang garis pantai dengan munculnya endapan laut dangkal, termasuk dataran rendah yang terputus-putus di sepanjang pantai laut atau danau
< 5		Endapan laut berupa pasir atau kerikil yang cukup padat hingga padat, kadang-kadang mengandung bongkah	Marine sand and gravel bars	topografi agak tinggi, terbentuk di sepanjang garis pantai, terdiri dari pasir aeolian halus sampai sedang, umumnya terhampar di atas dataran rendah berpasir
> 10		Batuan vulkanik	Volcano	topografi sedang hingga curam, terpotong aliran sungai
< 5		Batuan lunak hingga keras, batugamping dan terumbu karang	Rocky strath terrace	teras fluvial dan laut dengan permukaan datar dan bentuk seperti tangga termasuk teras kapur atau terumbu karang, tertutup tanah kurang dari 5 m.

Slope (derajat)	Elev (meter)	Litologi	Satuan Geomorfologi (Matsuoka dkk, 2006; etc.)	Topography
< 5		Tanah padat berkerikil	Gravelly terrace	teras fluvial dan laut dengan permukaan datar dan bentuk seperti tangga, tertutup lapisan kerikil atau tanah berpasir lebih dari 5 m
< 5		Abu vulkanik padat	Terrace covered by volcanic ash soil	teras fluvial dan laut dengan permukaan datar dan bentuk langkah, tertutup abu vulkanik kohesif lebih dari 5 m
5 - 10		Pasir aeolian berukuran halus-hingga sedang	Sand dune	topografi bergelombang biasanya terbentuk di sepanjang garis pantai atau sungai
< 5		Pasir lepas menutupi tanah kohesif sangat lunak	Reclaimed land	dasar laut, danau, laguna atau sungai yang telah direklamasi dengan cara pengeringan
< 5		Pasir lepas menutupi tanah kohesif sangat lunak	Filled land	Bekas sungai, laut, danau yang telah direklamasi dengan cara penimbunan
< 5		Tanah urai berpasir	Natural levee	daerah yang sedikit lebih tinggi terbentuk di sepanjang tepi sungai oleh pengendapan fluvial saat banjir

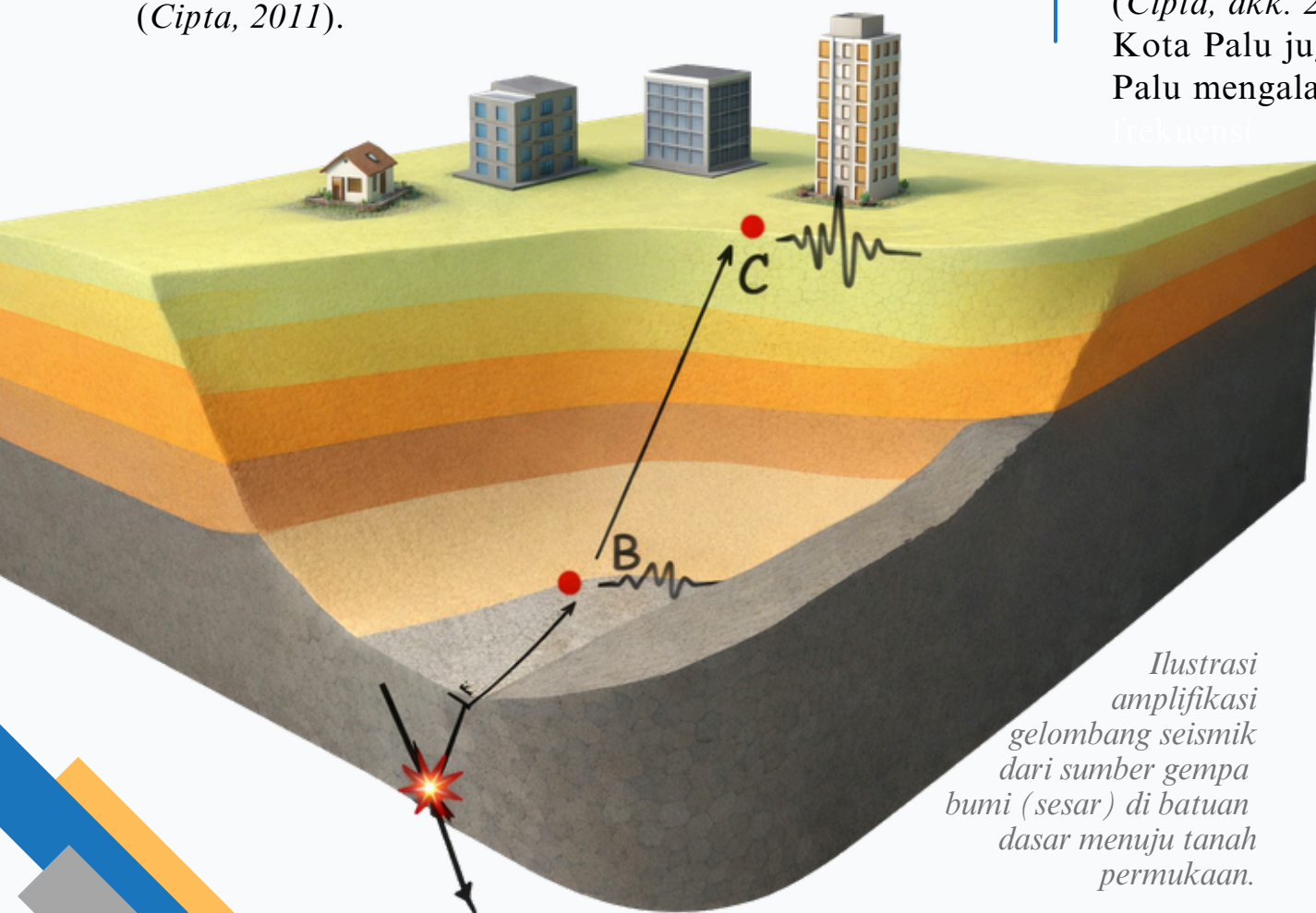
SEPUTAR ATLAS TAPAK LOKAL (VS30)

Amplifikasi Tanah

Amplifikasi tanah dapat dihitung berdasarkan nilai Vs30 seperti yang diungkapkan *Wakamatsu dkk. (2006)* dengan persamaan:

$$\log \text{Amp} = 2,367 + 0,852 \log \text{Vs30} \pm 0,166$$

Pendugaan Vs30 dan amplifikasi tanah di Sulawesi dengan metoda geomorfologi menunjukkan bahwa pedataran pantai, kipas aluvium, delta, back marsh dan lembah serta cekungan antar gunung memiliki amplifikasi 4 atau bahkan lebih, sementara daerah yang disusun oleh endapan hasil letusan gunungapi memiliki amplifikasi ≥ 2 hingga 4. Perbukitan yang disusun oleh batuan Tersier dan Pra-Tersier memiliki amplifikasi mendekati 1 atau nyaris tidak mengalami amplifikasi (*Cipta, 2011*).

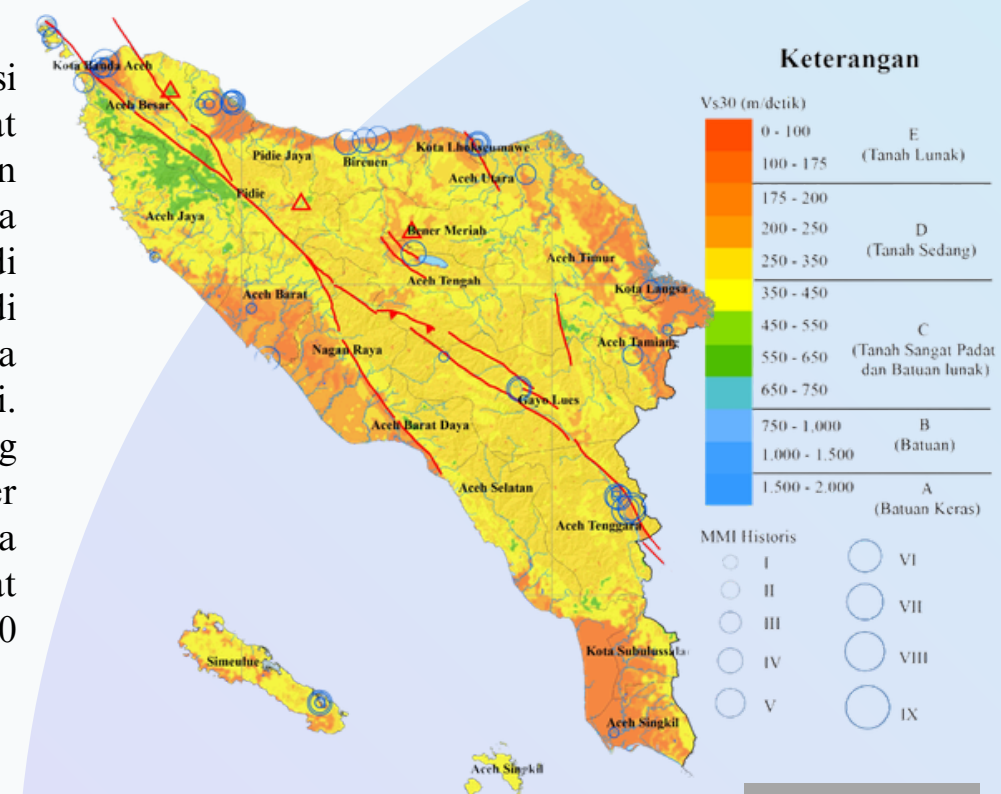


Penggunaan Peta Vs30

Data dasar yang digunakan untuk menghitung nilai Vs30 adalah peta geologi yang diterbitkan oleh Pusat Survey Geologi (d/h Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi), Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, dengan skala paling besar 1:100.000 dan DEM SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) dengan ukuran grid 90 meter. Data yang tersedia memungkinkan peta geomorfologi dibuat dengan grid spasial hingga 1 km. Dengan demikian nilai Vs30 dikalkulasi untuk setiap titik berjarak 1 km satu sama lain. Dengan kata lain, nilai Vs30 geomorfologi teknik dalam atlas ini ditujukan untuk kebutuhan regional (skala provinsi hingga skala kabupaten). Pada edisi kedua ini, dilakukan pendetilan data Vs30 dengan menggunakan metode regresi sehingga memungkinkan data Vs30 mempunyai resolusi spasial 30 meter/pixel.

Pemodelan guncangan gempa bumi di Sulawesi dengan pendekatan *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA), menggunakan Vs30 geomorfologi teknik sebagai parameter kekerasan tanah permukaan memberikan hasil yang memadai. Hasil pemodelan tersebut mampu mengenali Kota Palu sebagai daerah yang berpotensi terkena guncangan gempa dengan intensitas tinggi, longsor, likuefaksi dan tsunami lokal (*Cipta, dkk. 2017*). Kemudian, penggunaan Vs30 geomorfologi teknik dalam pemodelan guncangan gempa di Kota Palu juga mampu menjelaskan alasan banyaknya bangunan tinggi (jumlah lantai 4 - 6 lantai) di Kota Palu mengalami kerusakan berat. Pemodelan tersebut mengungkapkan bahwa gelombang gempa bumi pada frekuensi 0,5 detik mengalami amplifikasi yang besar sehingga membuat bangunan 4 - 5 lantai mengalami guncangan lebih kuat. Sementara untuk menjelaskan fenomena likuefaksi di Balaroa, perlu adanya profil tanah yang diukur langsung di lapangan karena Vs30 geomorfologi teknik tidak mampu untuk mengungkap stratigrafi bawah permukaan (*Cipta dkk, 2021*).

Peta di samping memperlihatkan lokasi kerusakan di Provinsi Aceh akibat gempa bumi yang ditumpang-susun dengan Vs30. Nampak bahwa beberapa titik kerusakan (lingkaran biru) di pantai timur, Aceh Tengah dan di pantai barat Aceh Selatan berada cukup jauh dari sumber gempa bumi. Kuat dugaan bahwa kerusakan yang terjadi di daerah yang jauh dari sumber gempa bumi diakibatkan adanya amplifikasi gelombang gempa akibat adanya lapisan tanah lunak (nilai Vs30 rendah) di atas batuan dasar.



Keterangan

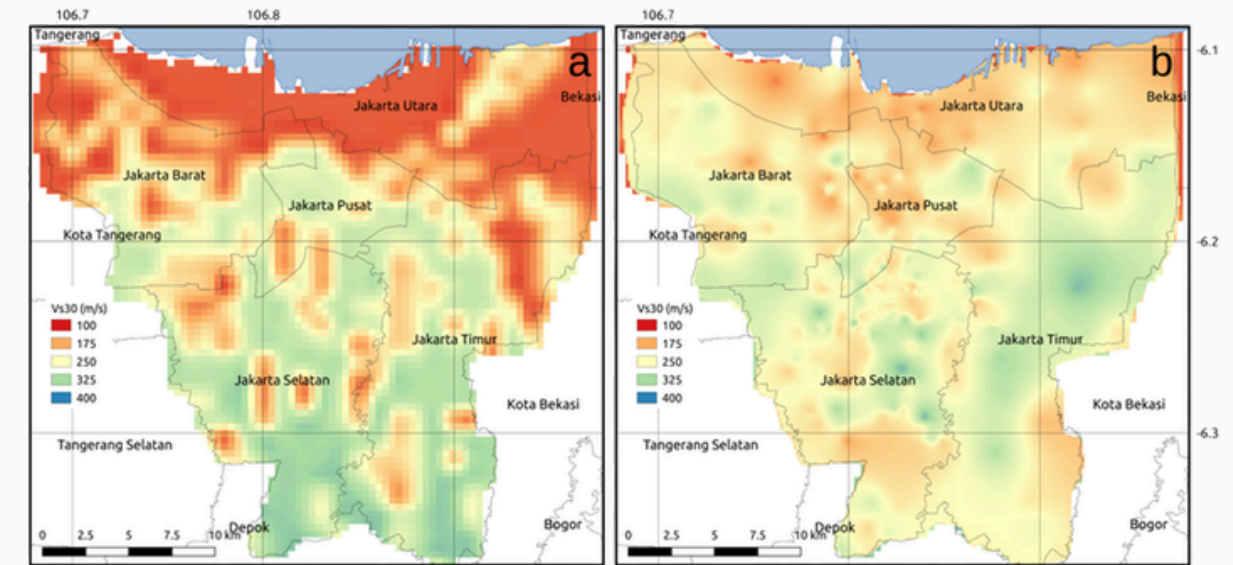
Vs30 (m/detik)	
0 - 100	E (Tanah Lunak)
100 - 175	
175 - 200	
200 - 250	D (Tanah Sedang)
250 - 350	
350 - 450	
450 - 550	C (Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak)
550 - 650	
650 - 750	
750 - 1.000	B (Batuan)
1.000 - 1.500	
1.500 - 2.000	A (Batuan Keras)

MMI Historis	
I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

SEPUTAR ATLAS TAPAK LOKAL

Seberapa akuratkah Vs30 Geomorfologi Teknik?

Gambar di samping menunjukkan bahwa peta Vs30 geomorfologi teknik dan Vs30 yang dihasilkan dari NSPT memiliki kemiripan pola namun pendekatan geomorfologi teknik menghasilkan Vs30 yang lebih rendah. Dengan peta geologi rinci dan topografi yang baik, secara regional dapat dibuat peta Vs30 yang memiliki pola menyerupai peta yang diturunkan dari hasil pengukuran SPT. Namun demikian, di Kota Jakarta, metode geomorfik, cenderung menghasilkan Vs30 yang sangat rendah di batuan sangat muda (aluvium, endapan pantai, etc.), dan Vs30 lebih tinggi di daerah yang disusun oleh kipas aluvium, jika dibandingkan dengan SPT. Selain itu, pada skala besar, penggunaan metode empiris menghilangkan banyak detail yang bisa jadi sangat berpengaruh terhadap bahaya seismik. Oleh karena itu untuk pemetaan skala detil, meliputi wilayah kota atau wilayah administrasi lebih kecil diperlukan nilai Vs30 yang didapat dari pengukuran langsung. Metoda paling murah untuk mendapatkan nilai Vs30 dengan akurasi yang baik adalah melalui inversi HVSR. Metoda ini dapat dilakukan nyaris disemua tempat selama masih ada akses untuk memasang seismometer (*El-Hady dkk, 2011*). Studi HVSR di Kota Jakarta sudah dilakukan antara lain oleh *Cipta, dkk (2018)* dan *Isburhan, dkk (2019)*.



Peta Vs30 Kota Jakarta yang dihasilkan dari metode geomorfologi teknik (a) dan yang diturunkan dari pengukuran SPT (b).

Daftar Pustaka

- Aki, K. & P.G. Richards. 2002. Quantitative Seismology. 2nd edition. University Science Books, 700 h.
- Castellaro, S., F. Mulargia, & P.L. Rossi. 2008. Vs30: Proxy for Seismic Amplification?. Seism. Res. Letters, Vol. 79, No. 4, 540-543 h.
- Cipta, A. 2011. Pendugaan Kecepatan Gelombang S di Pulau Sulawesi Berdasarkan Klasifikasi Geomorfologi dan Aplikasinya. Jurnal Gunungapi dan Bencana Geologi. Vol. 3, No. 2, 9-13 h.
- Cipta, A., R. Robiana, J.D. Griffin, N. Horspool, S. Hidayati, P.R. Cummins. 2017. A probabilistic seismic hazard assessment for Sulawesi, Indonesia. Geological Society, London, Special Publications, 441 (1), 133-152. DOI: <https://doi.org/10.1144/SP441.6>
- Cipta, A. P. Cummins, J. Dettmer, E. Saygin, M. Irsyam, A. Rudyanto, and J. Murjaya. 2018. Seismic velocity structure of the Jakarta Basin, Indonesia, using trans-dimensional Bayesian inversion of horizontal-to-vertical spectral ratios. Geophysical Journal International. 215 (1), 431-449. DOI: <https://doi.org/10.1093/gji/ggy289>
- Cipta, A., A. Rudyanto, H. Aff, R. Robiana, A. Solikhin, A. Omang, Supartoyo, S. Hidayati. 2021. Unearthing the buried Palu-Koro Fault and the pattern of damage caused by the 2018 Sulawesi Earthquake using HVSR inversion. Geological Society, London, Special Publications, 501 (1), 185-203. DOI: <https://doi.org/10.1144/SP501-2019-70>
- El-Hady S., E. A-A. Fergany, A. Othman. dan G.E.A. Mohamed. 2011. Seismic microzonation of Marsa Alam, Egypt using inversion HVSR of microtremor observations. Journal of Seismology. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10950-011-9249-4>
- Hidayati, S., A. Cipta, A. Omang, R. Robiana, dan J. Griffin. 2014. Earthquake hazard map of Papua, Indonesia. Proceedings of the Thematic Session, 49th CCOP Annual Session, 22-23 October 2013, Sendai, Japan
- Isburhan, R.W.P., G. Nuraeni, R.V. Ry, T. Yudistira, A. Cipta, & P. Cummins. 2019. Horizontal-to-vertical spectral ratio (HVSR) method for earthquake risk determination of Jakarta City with microtremor data. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, Volume 318, Issue 1
- Matsuoka, M., K. Wakamatsu, K. Fujimoto & S. Midorikawa, 2006, Average Shear-wave Velocity Mapping Using Japan Engineering Geomorphologic Classification Map, Structural Eng./Earthquake Eng., JSCE, Vol. 23, No.1, 57-68 h.
- Rošer, J. & A. Gosar. 2010. Determination of Vs30 for seismic ground motion in the Ljubljana area, Slovenia. Acta Geotechnica Slovenica. 61-76 h.
- Shen-Tu, B., M. Mahdyar, Y. Rong, K. Shabestari, dan J. Guin. 2010. On The Correlation of Site Classifications Estimated from Surface Geology, Topographic Slope, And Shear-Wave Velocity Measurements. Proceedings of the 9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering. July 25-29, 2010, Toronto, Ontario, Canada. Paper No 406
- Wakamatsu, K., & M. Matsuoka. 2006. Development of the 7.5-arc-second engineering geomorphologic classification database and its application to seismic microzoning. Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo. Vol. 81, 317-324 h.
- Wakamatsu, K., M. Matsuoka, & K. Hasegawa, 2006, GIS-based Nationwide Hazard Zoning Using the Japan Engineering Geomorphologic Classification Map, Proceedings of the 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering, Paper No. 849, California, USA

Ketersediaan Data

Data Vs30 dalam format raster dapat diunduh di:

- Website Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi: <https://vsi.esdm.go.id/>
- Portal Mitigasi Bencana Geologi - PVMBG: <https://vsi.esdm.go.id/portalmbg/>
- Portal Magma Indonesia - PVMBG: <https://magma.vsi.esdm.go.id/>
- https://github.com/cheathanasius/ATLAS_VS30_INA

Sitasi

Silahkan tulis sitasi sebagai berikut:

Cipta, A., Seniorwan, Solikhin, A., dkk. (2025). Atlas Tapak Lokal (Vs30) Indonesia Berdasarkan Klasifikasi Geomorfologi Teknik. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Bandung, 2025.

PETA GEOMORFOLOGI TEKNIK INDONESIA



PETA Vs30 INDONESIA



PETA VS30 PROVINSI ACEH

Keterangan

Vs30 (m/detik)

0 - 100	E
100 - 175	(Tanah Lunak)
175 - 200	
200 - 250	D
250 - 350	(Tanah Sedang)
350 - 450	
450 - 550	C
550 - 650	(Tanah Sangat Padat dan Batuan lunak)
650 - 750	
750 - 1.000	B
1.000 - 1.500	(Batuan)
1.500 - 2.000	A
	(Batuan Keras)

MMI Historis

I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

Simbol

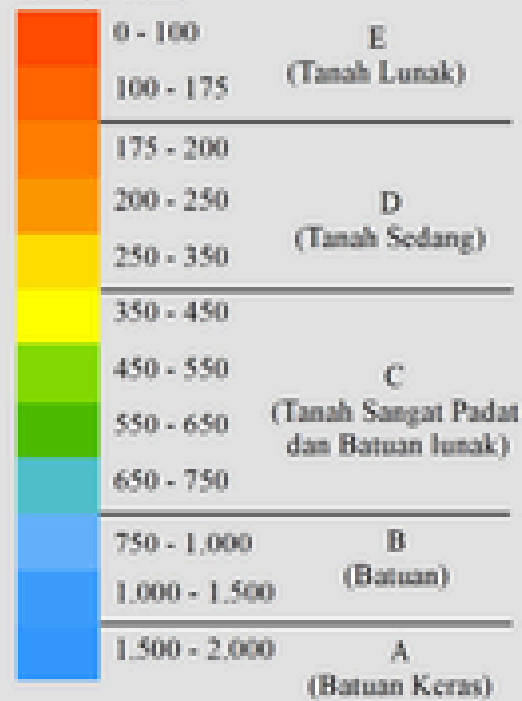
—	Batas Provinsi
—	Batas Kabupaten
—	Sesar Mendatar
▲	Sesar Naik
▲	Subduksi
△	Gunung Api
—	Sungai
—	Danau



PETA VS30 PROVINSI SUMATERA UTARA

Keterangan

Vs30 (m/detik)



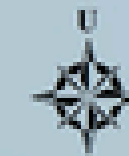
MMI Historis



Simbol



0 25 50 75 100 Km

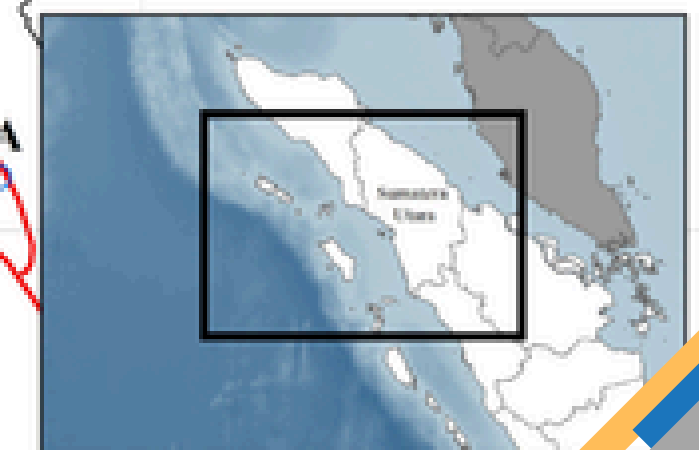


Selat Malaka

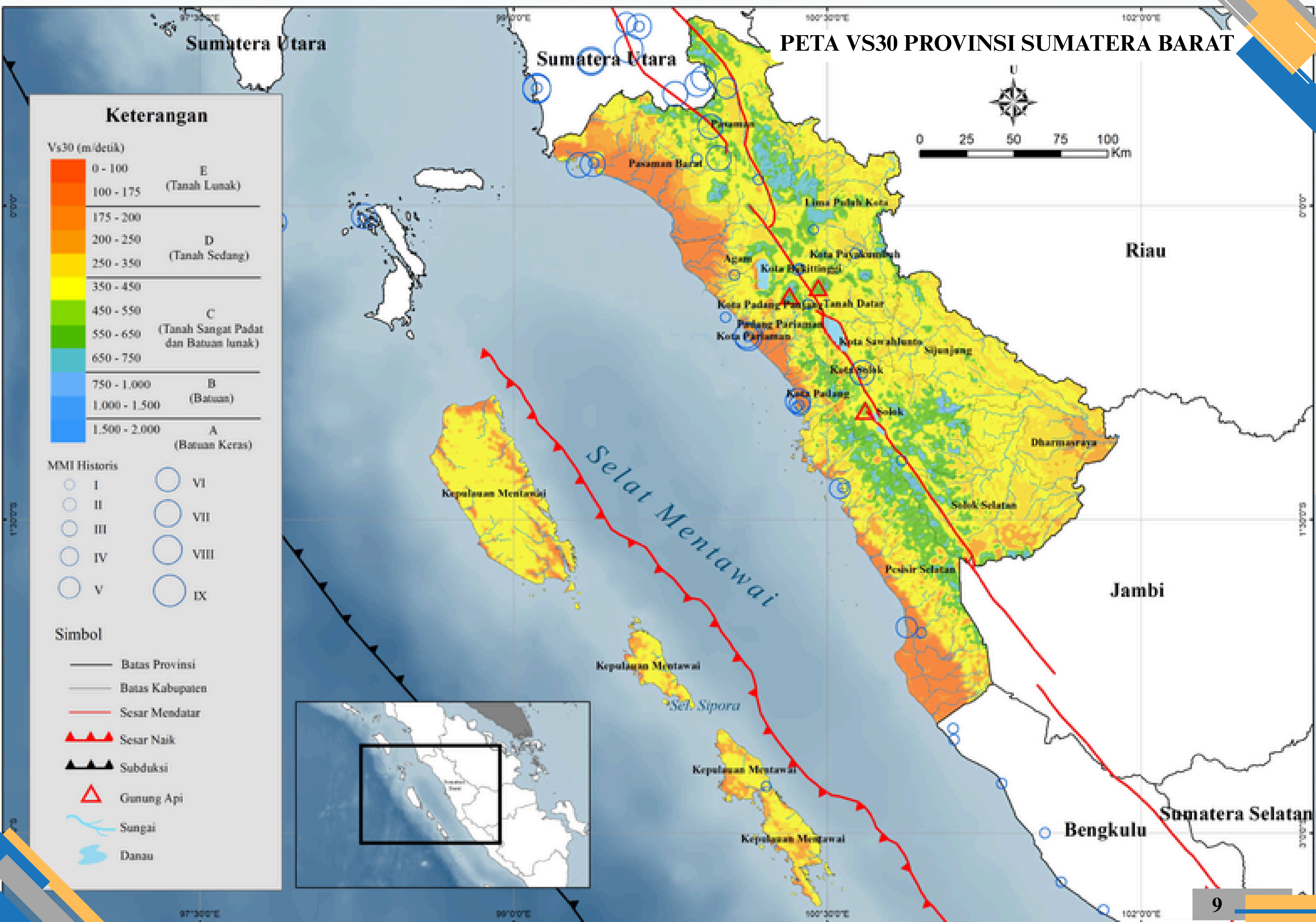
RIAU

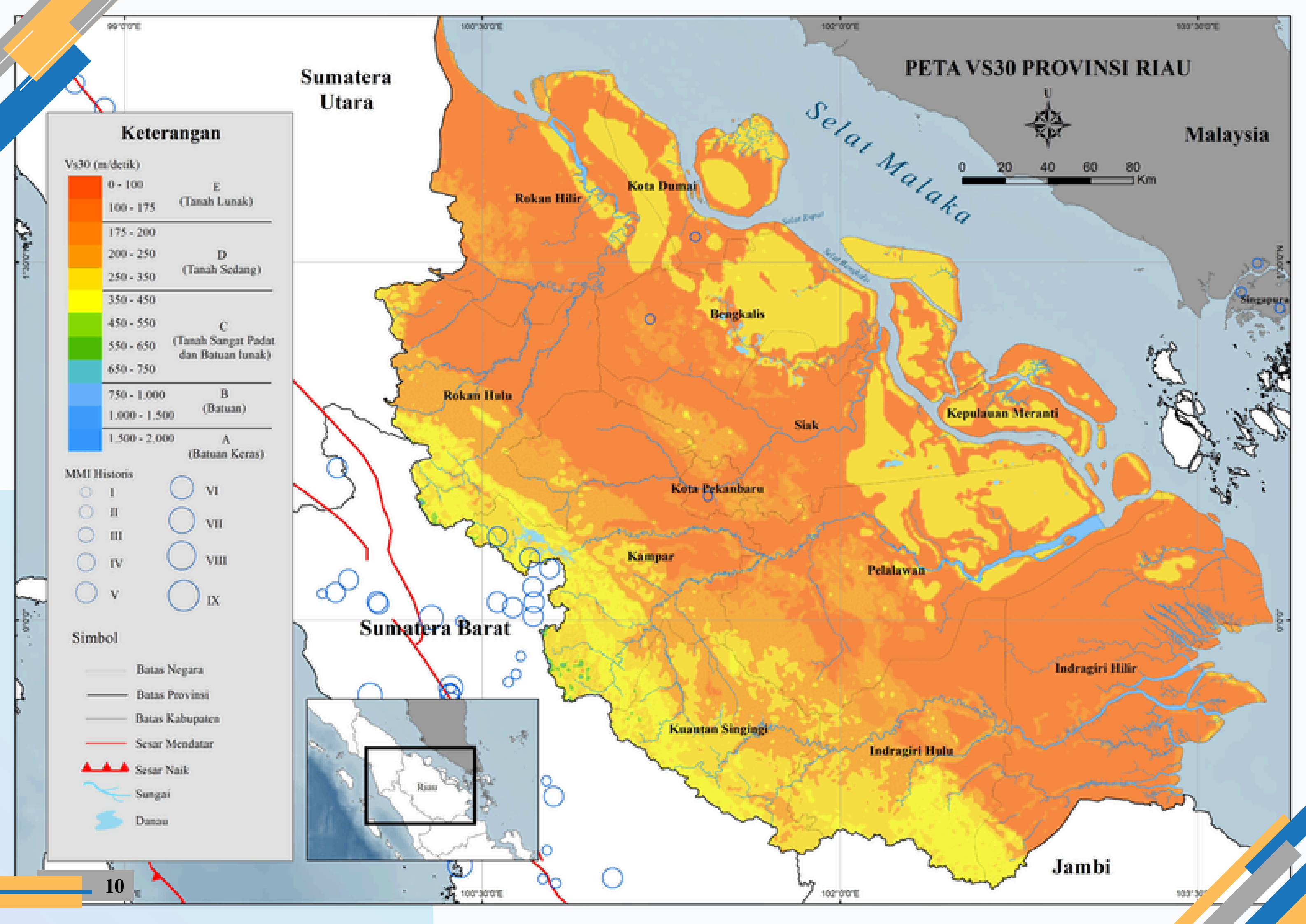
SUMATERA BARAT

SAMUDRA HINDIA

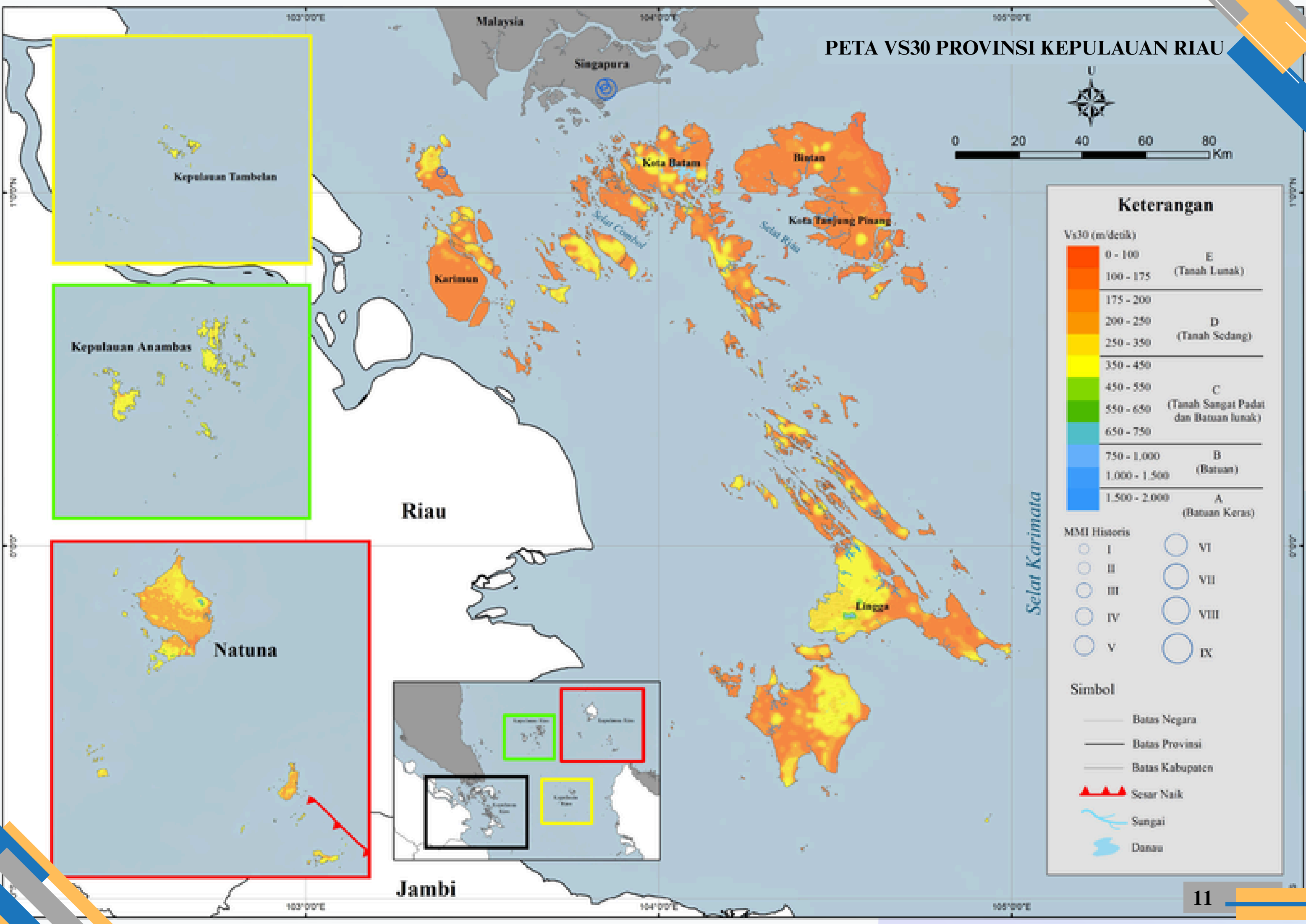


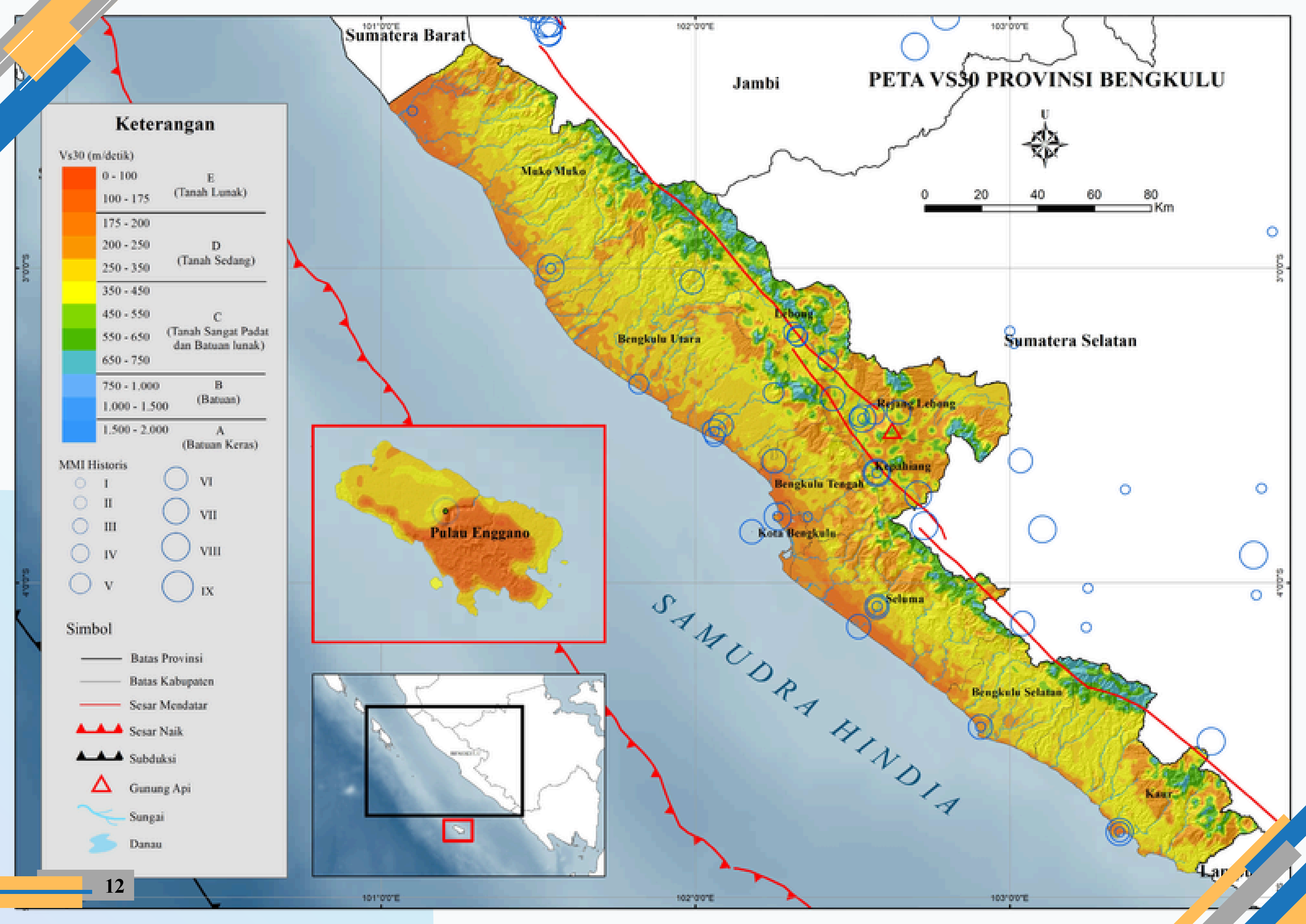
PETA VS30 PROVINSI SUMATERA BARAT





PETA VS30 PROVINSI KEPULAUAN RIAU





PETA VS30 PROVINSI JAMBI

RIAU

Sumatera Barat

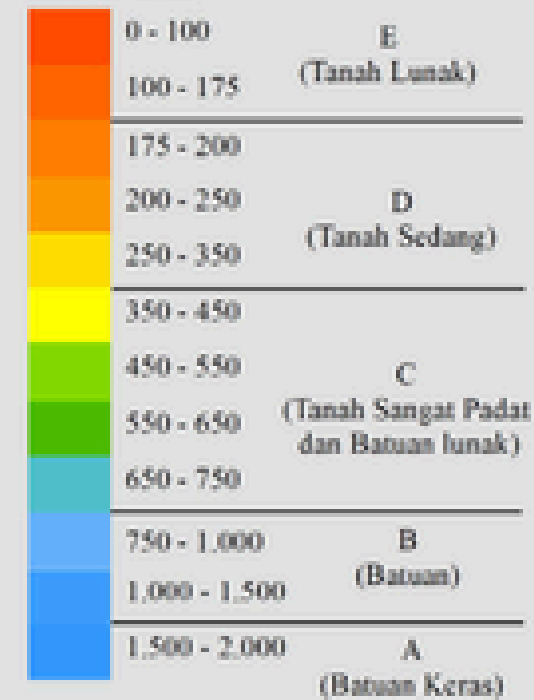
Sumatera Selatan

Bengkulu

Selat Berhala

Keterangan

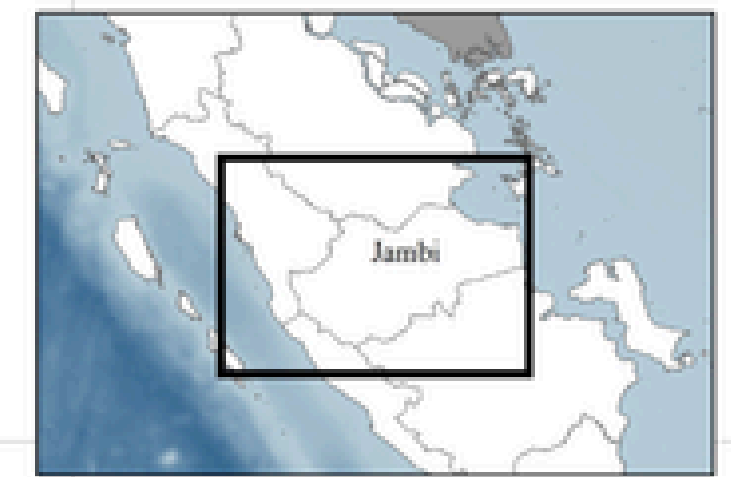
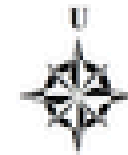
Vs30 (m/detik)



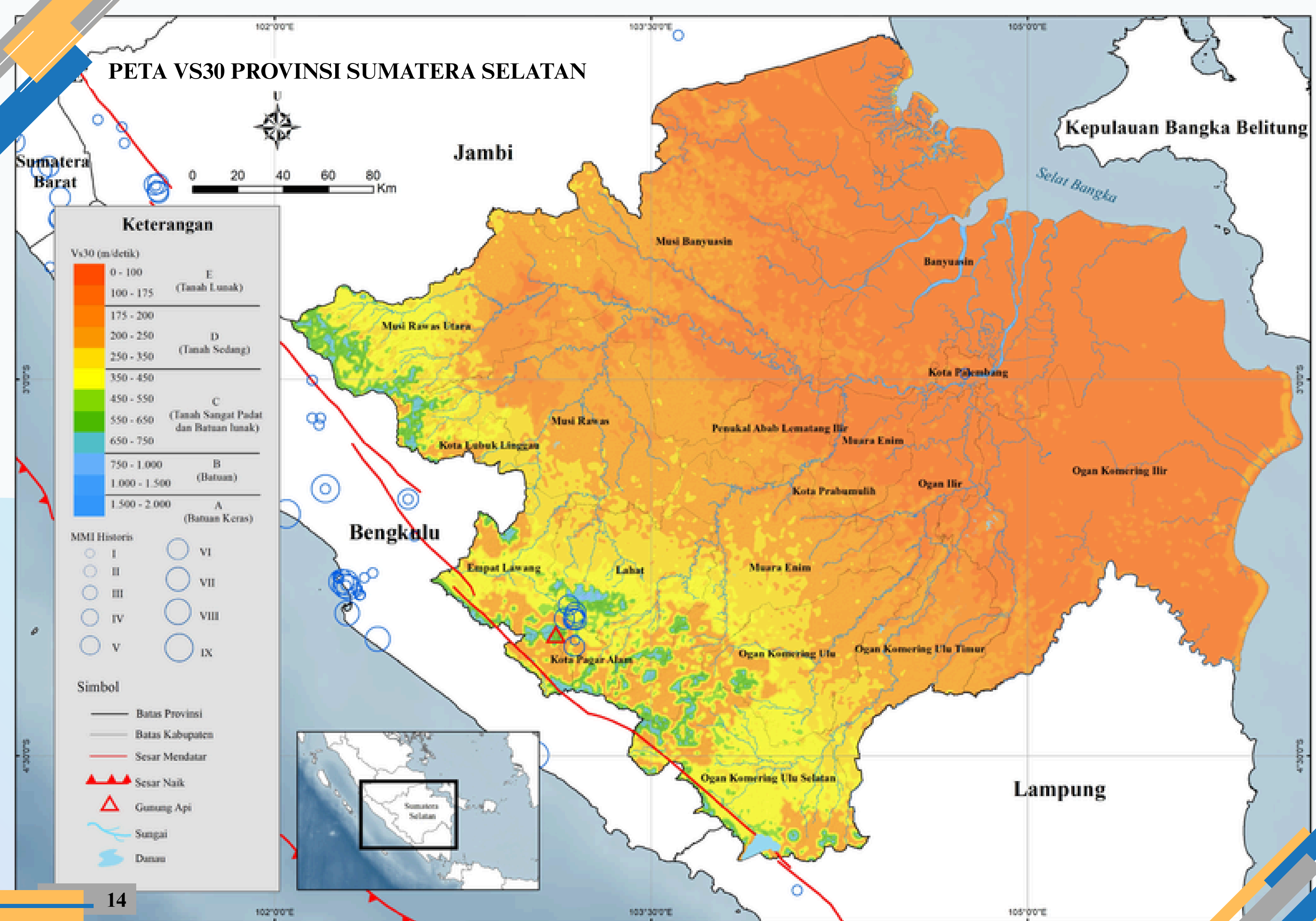
MMI Historis



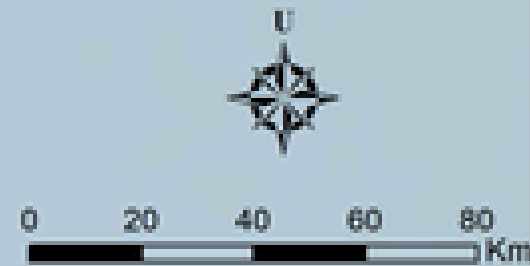
Simbol



PETA VS30 PROVINSI SUMATERA SELATAN



PETA VS30 PROVINSI KEPULAUAN BANGKA BELITUNG



Keterangan

Vs30 (m/detik)

0 - 100	E
100 - 175	(Tanah Lunak)
175 - 200	
200 - 250	D
250 - 350	(Tanah Sedang)
350 - 450	
450 - 550	C
550 - 650	(Tanah Sangat Padat dan Batuan lunak)
650 - 750	
750 - 1.000	B
1.000 - 1.500	(Batuan)
1.500 - 2.000	A
	(Batuan Keras)

MMI Historis

I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

Simbol

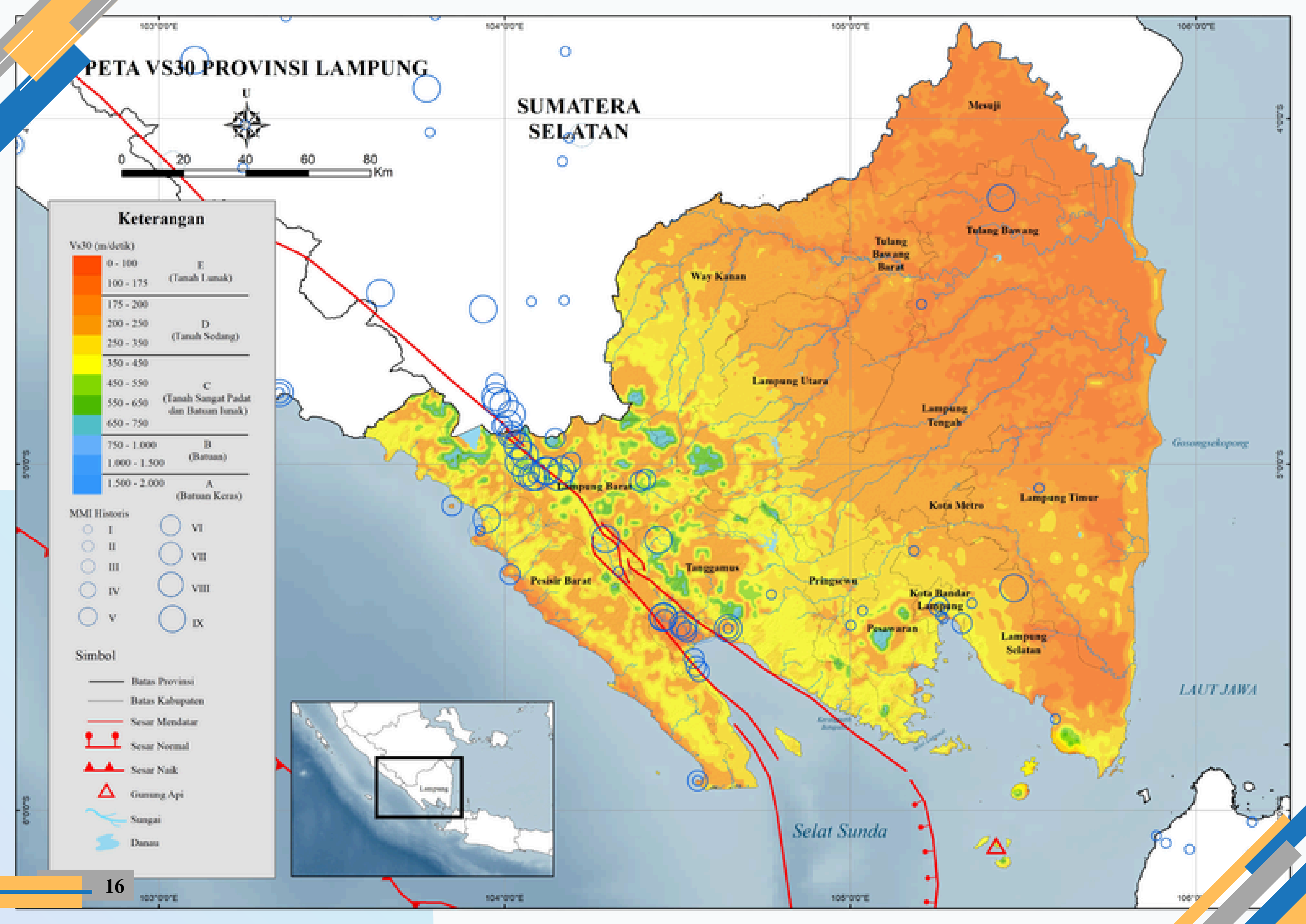
—	Batas Provinsi
—	Batas Kabupaten
	Sungai
	Danau

Sumatera Selatan



Lampung

LAUT JAWA



PETA VS30 PROVINSI BANTEN

Keterangan

Simbol

Vs30 (m/detik)

0 - 100	E
100 - 175	(Tanah Lunak)
175 - 200	
200 - 250	D
250 - 350	(Tanah Sedang)
350 - 450	
450 - 550	C
550 - 650	(Tanah Sangat Padat dan Batuan lunak)
650 - 750	
750 - 1.000	B
1.000 - 1.500	(Batuan)
1.500 - 2.000	A
	(Batuan Keras)

MMI Historis

I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

- Batas Provinsi
- Batas Kabupaten
- Sesar Mendatar
- Sesar Normal
- ▲▲▲ Sesar Naik
- ~ Sungai
- Danau

Lampung

LAUT JAWA

0 10 20 30 40 Km

Selat Sunda

DKI Jakarta

Kota Tangerang Selatan

Jawa Barat

SAMUDRA HINDIA

PETA VS30 PROVINSI JAWA BARAT

Keterangan

Vs30 (m/detik)

0 - 100	E
100 - 175	(Tanah Lunak)
175 - 200	
200 - 250	D
250 - 350	(Tanah Sedang)
350 - 450	
450 - 550	C
550 - 650	(Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak)
650 - 750	
750 - 1.000	B
1.000 - 1.500	(Batuan)
1.500 - 2.000	A
	(Batuan Keras)

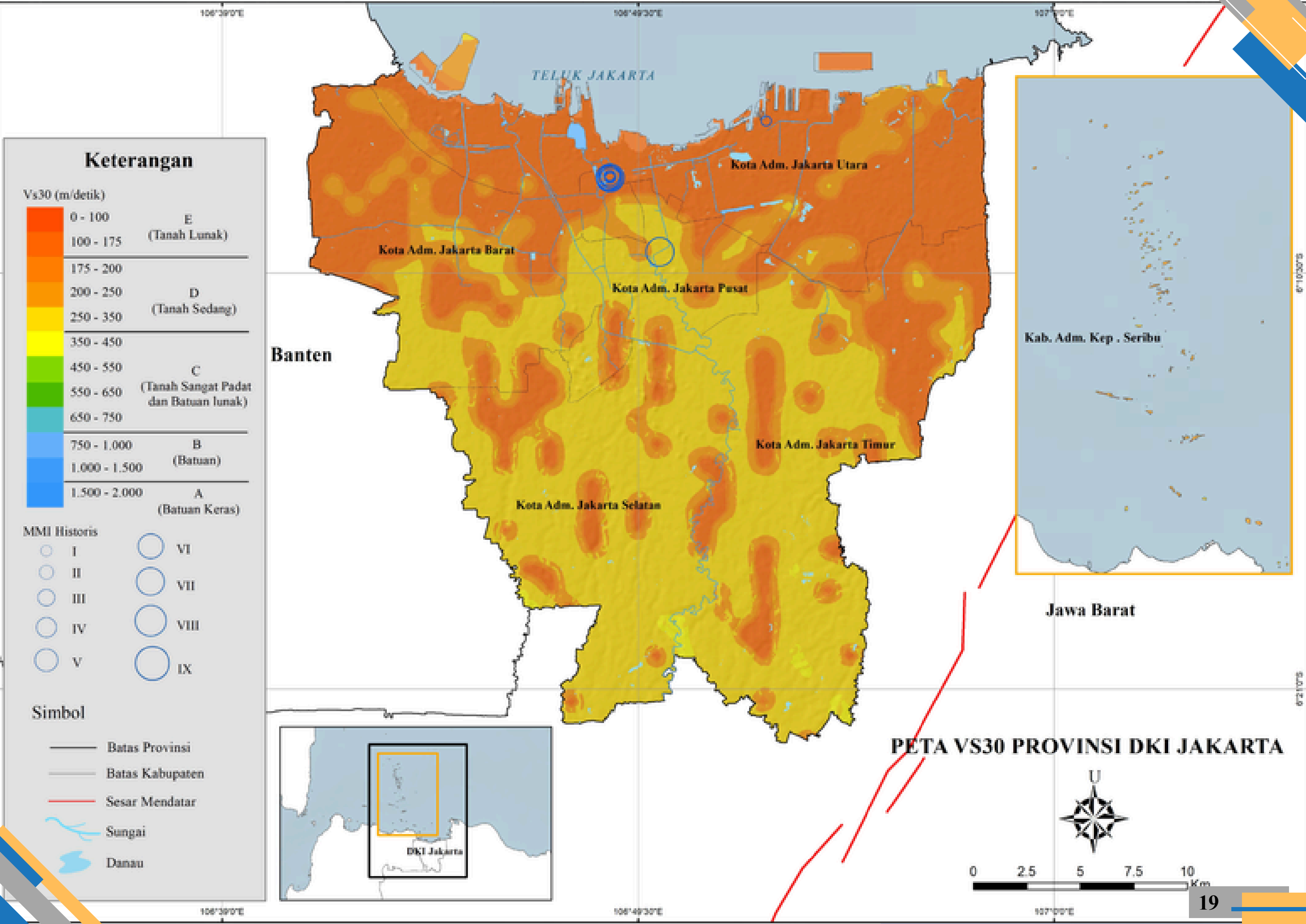
MMI Historis

I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

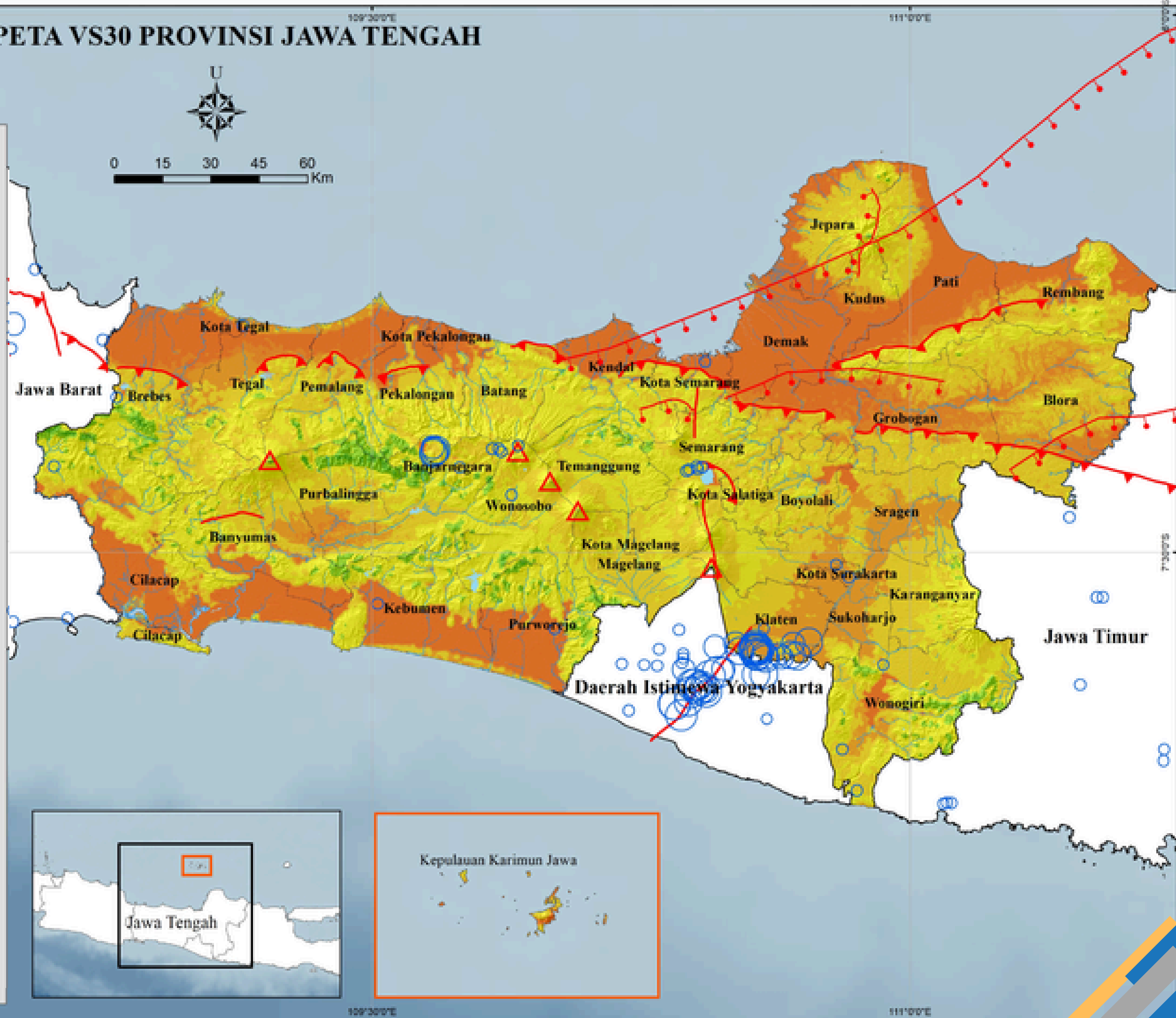
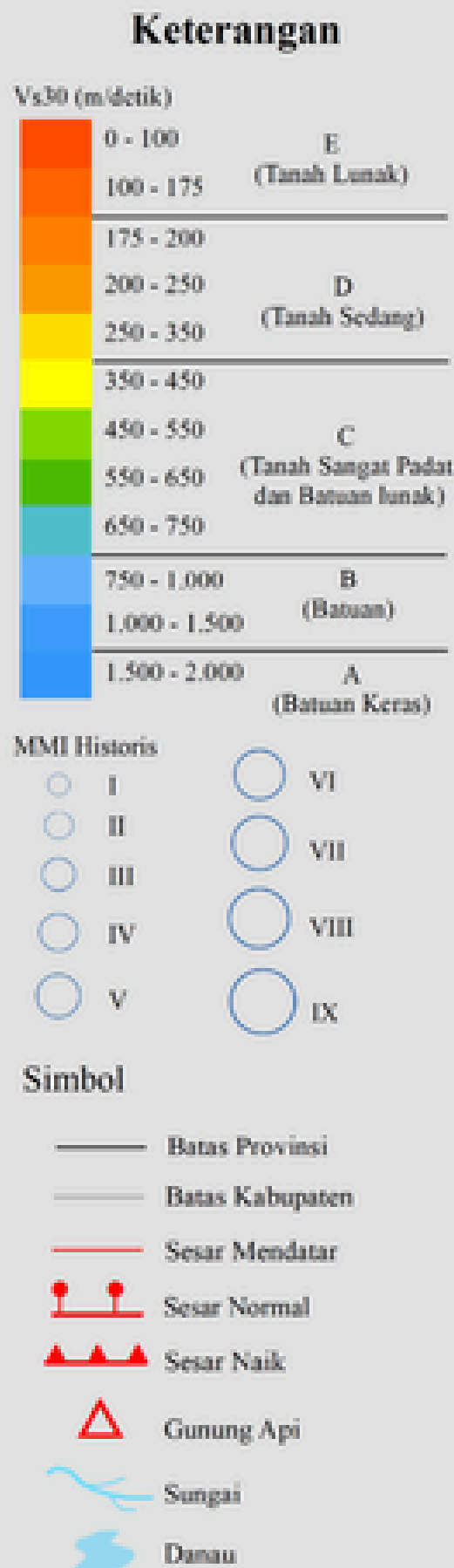
Simbol

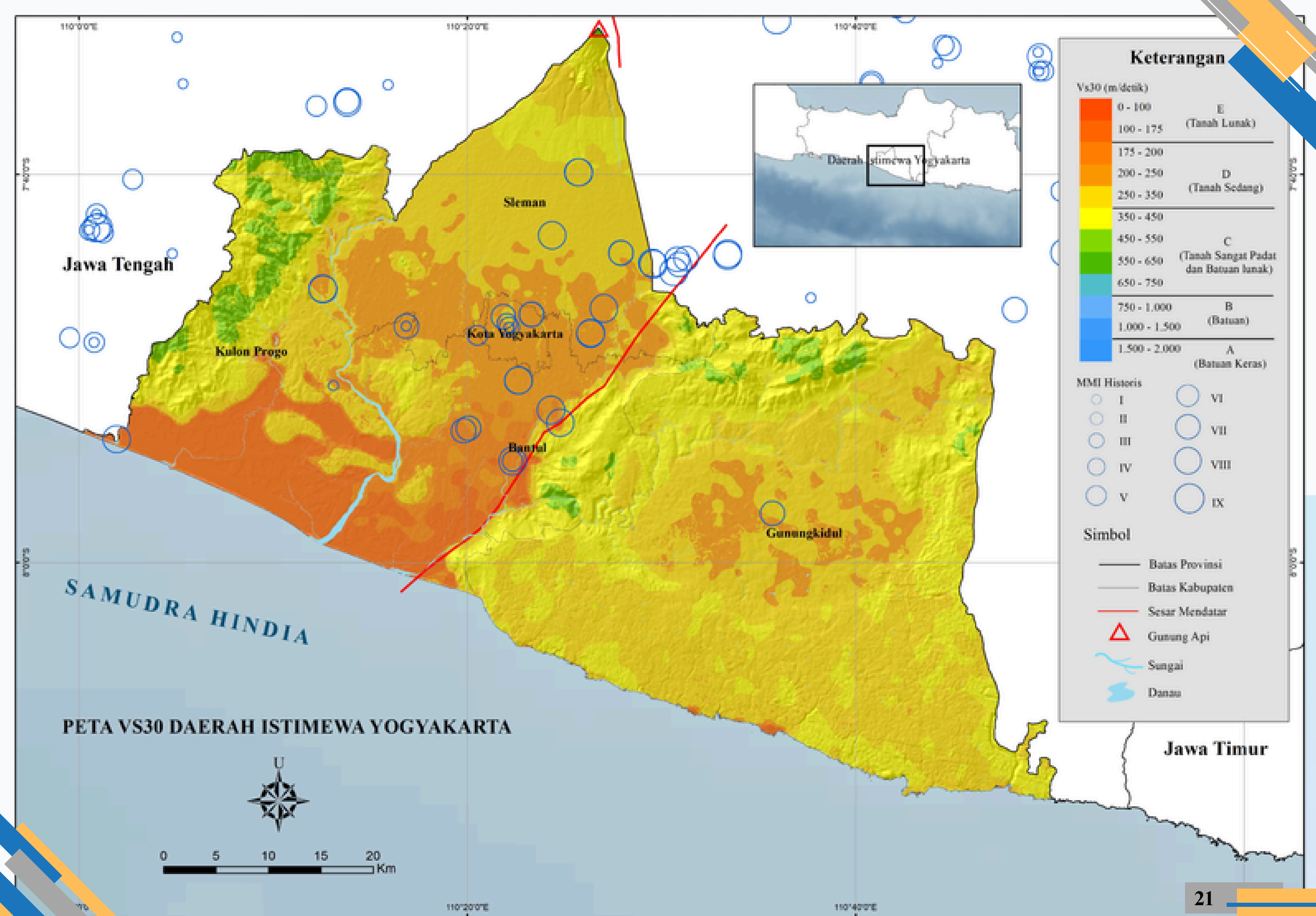
—	Batas Provinsi
—	Batas Kabupaten
—	Sesar Mendatar
—	Sesar Normal
—	Sesar Naik
△	Gunung Api
—	Sungai
—	Danau



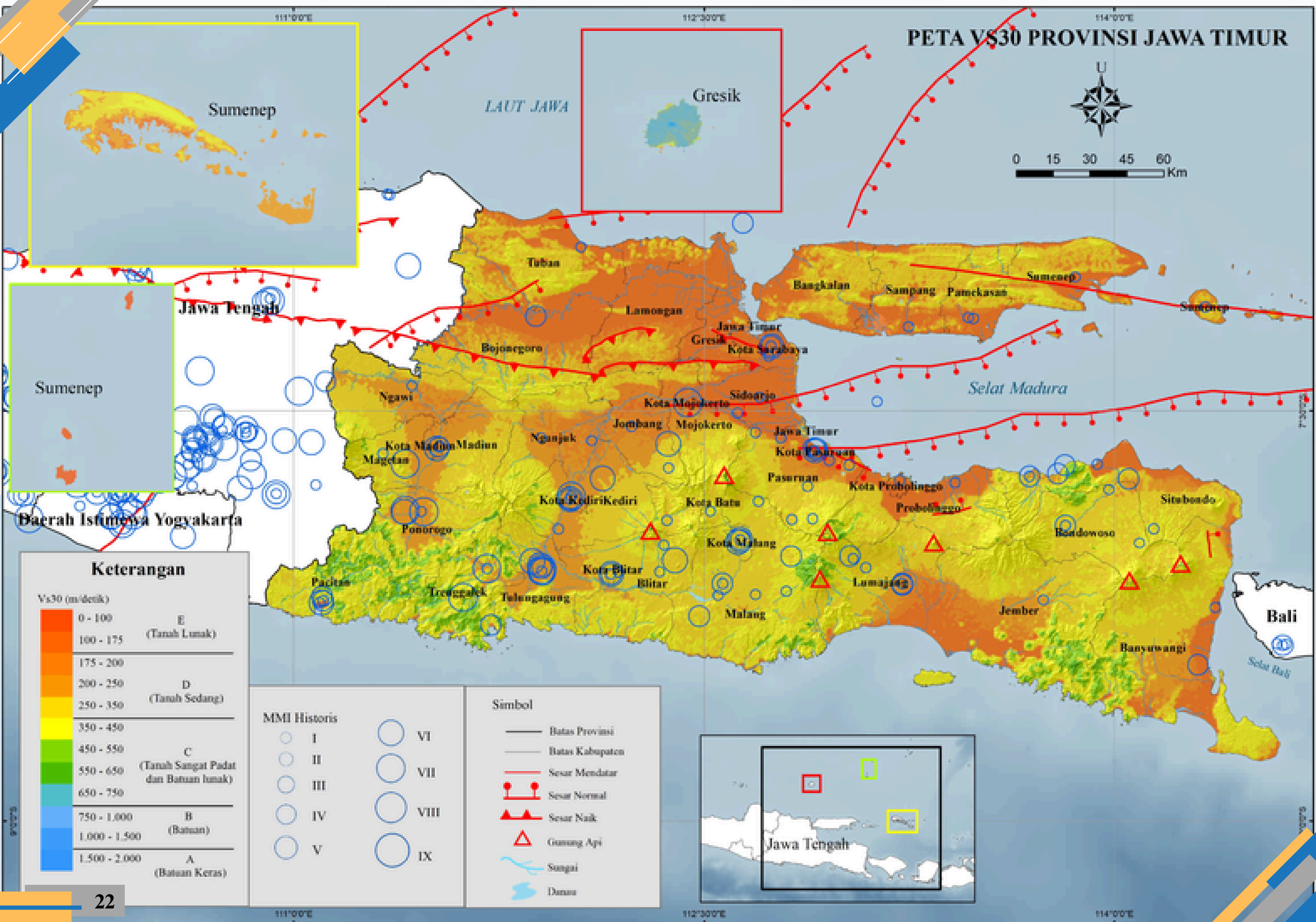


PETA VS30 PROVINSI JAWA TENGAH

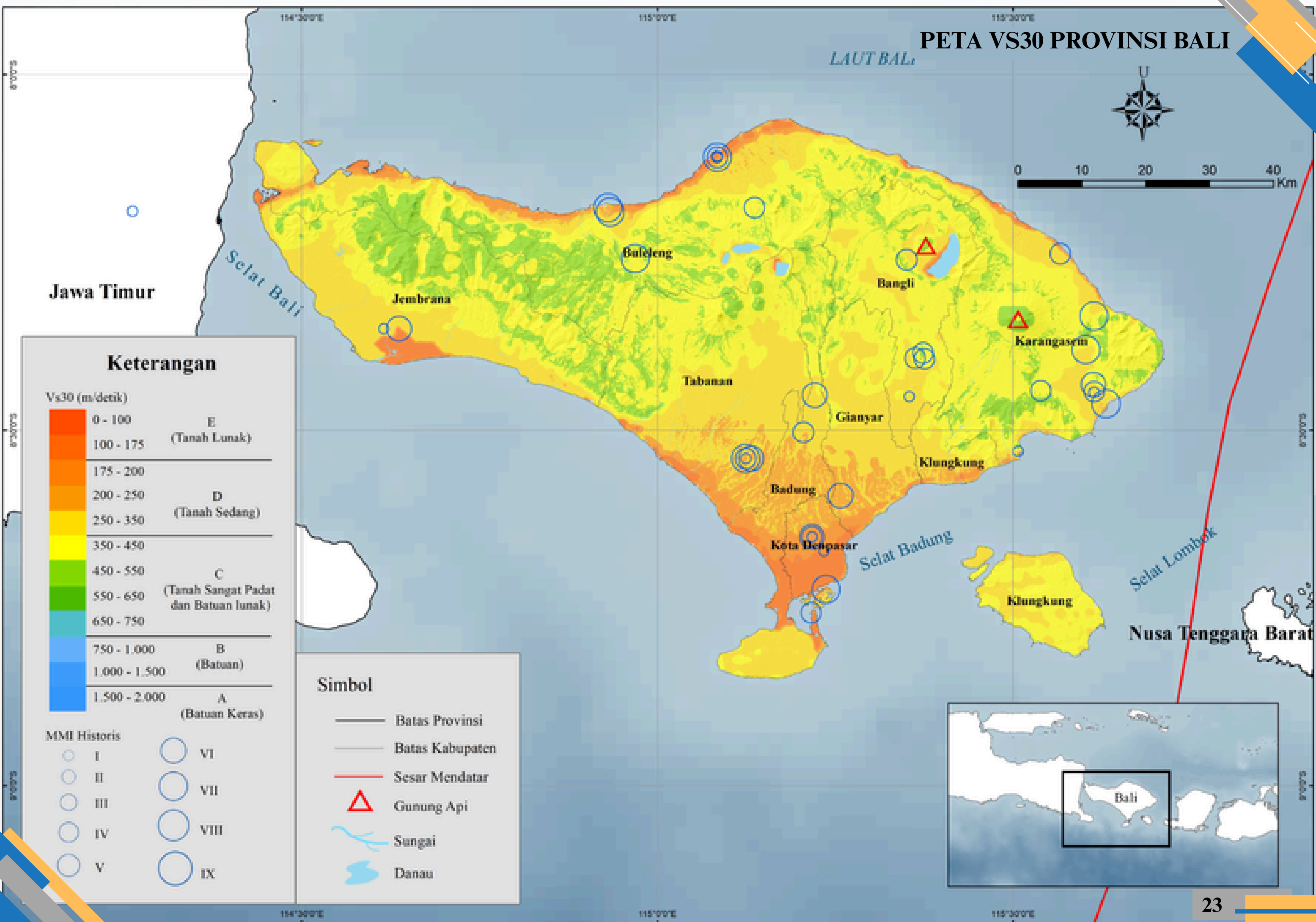


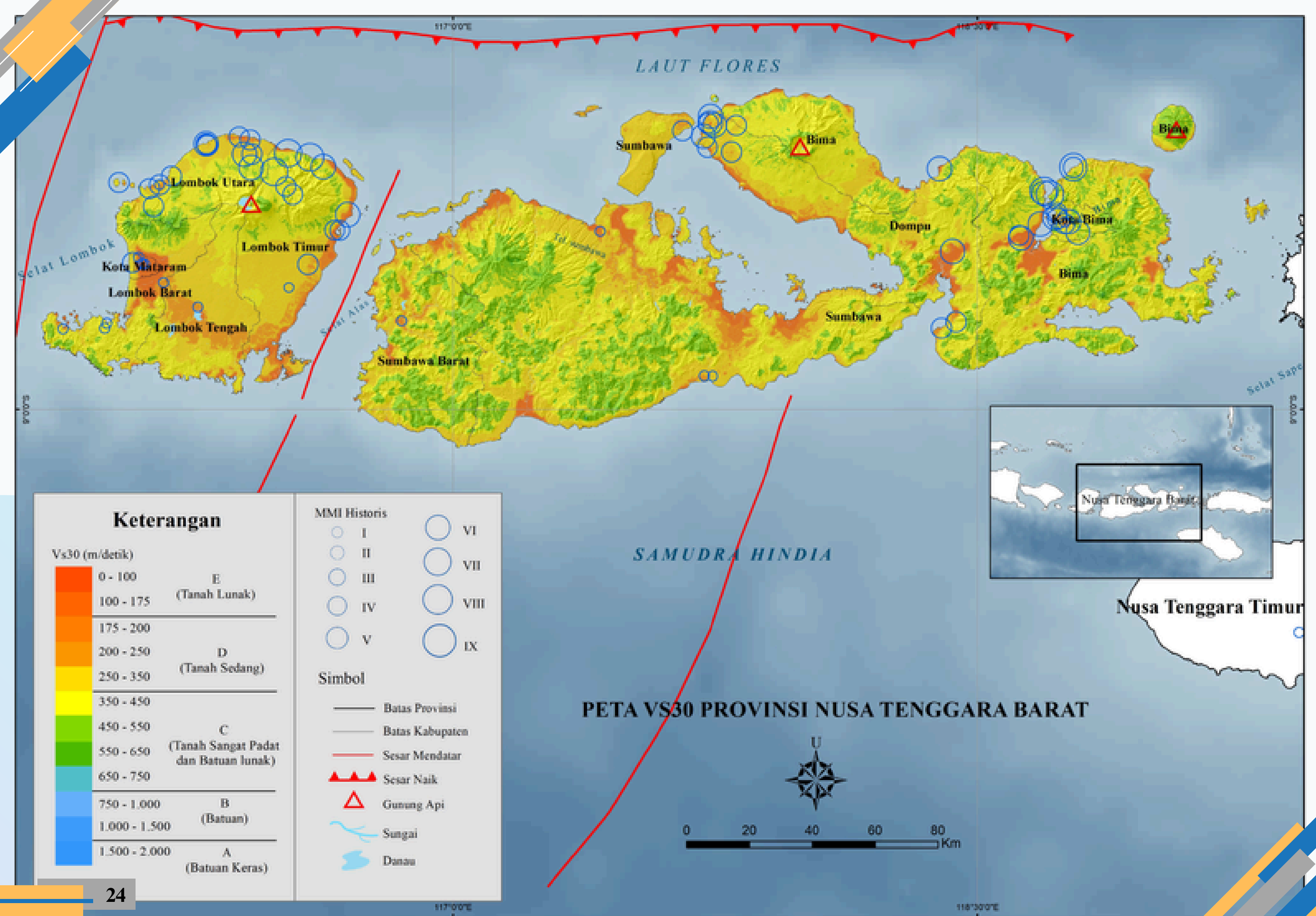


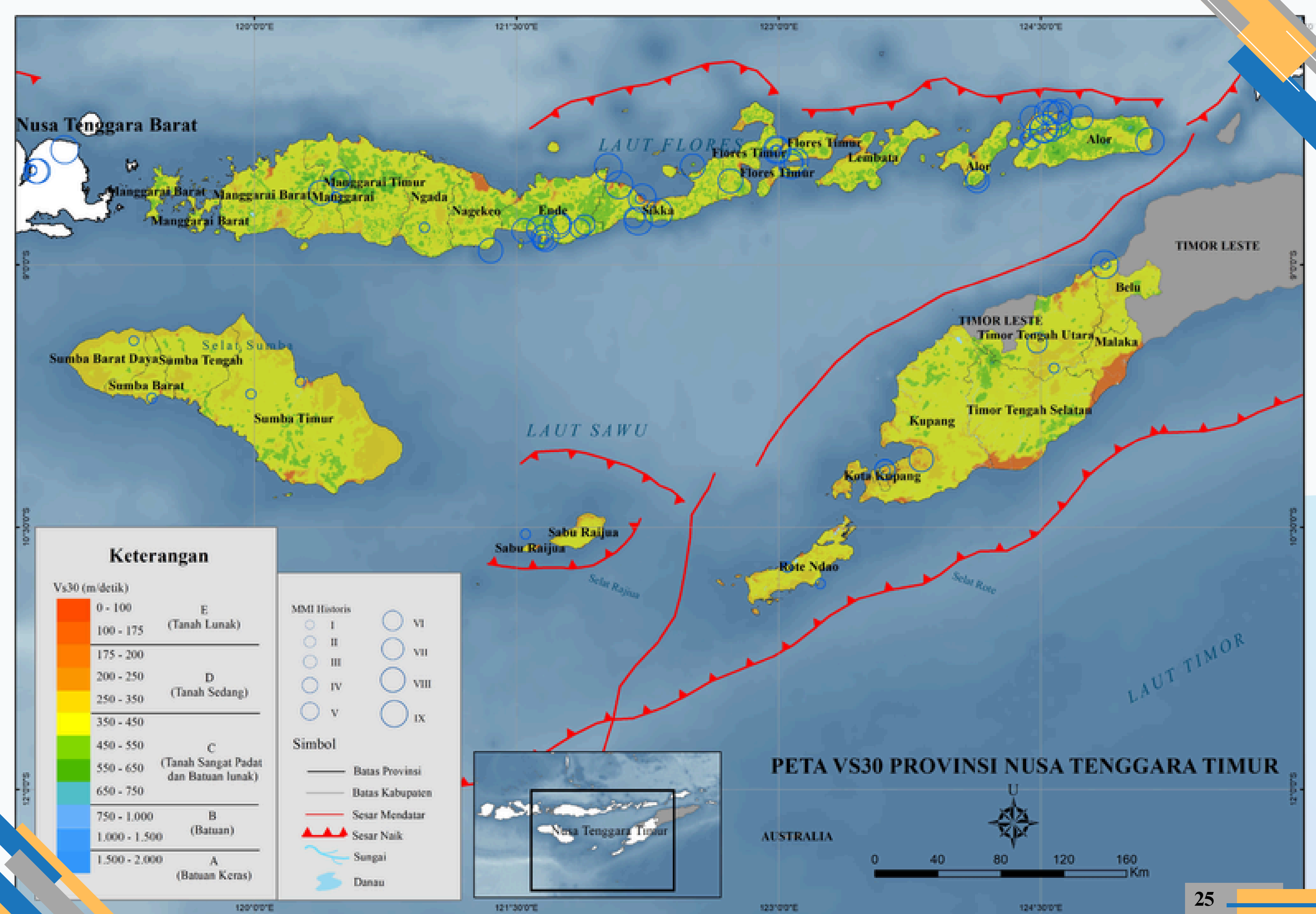
PETA VS30 PROVINSI JAWA TIMUR

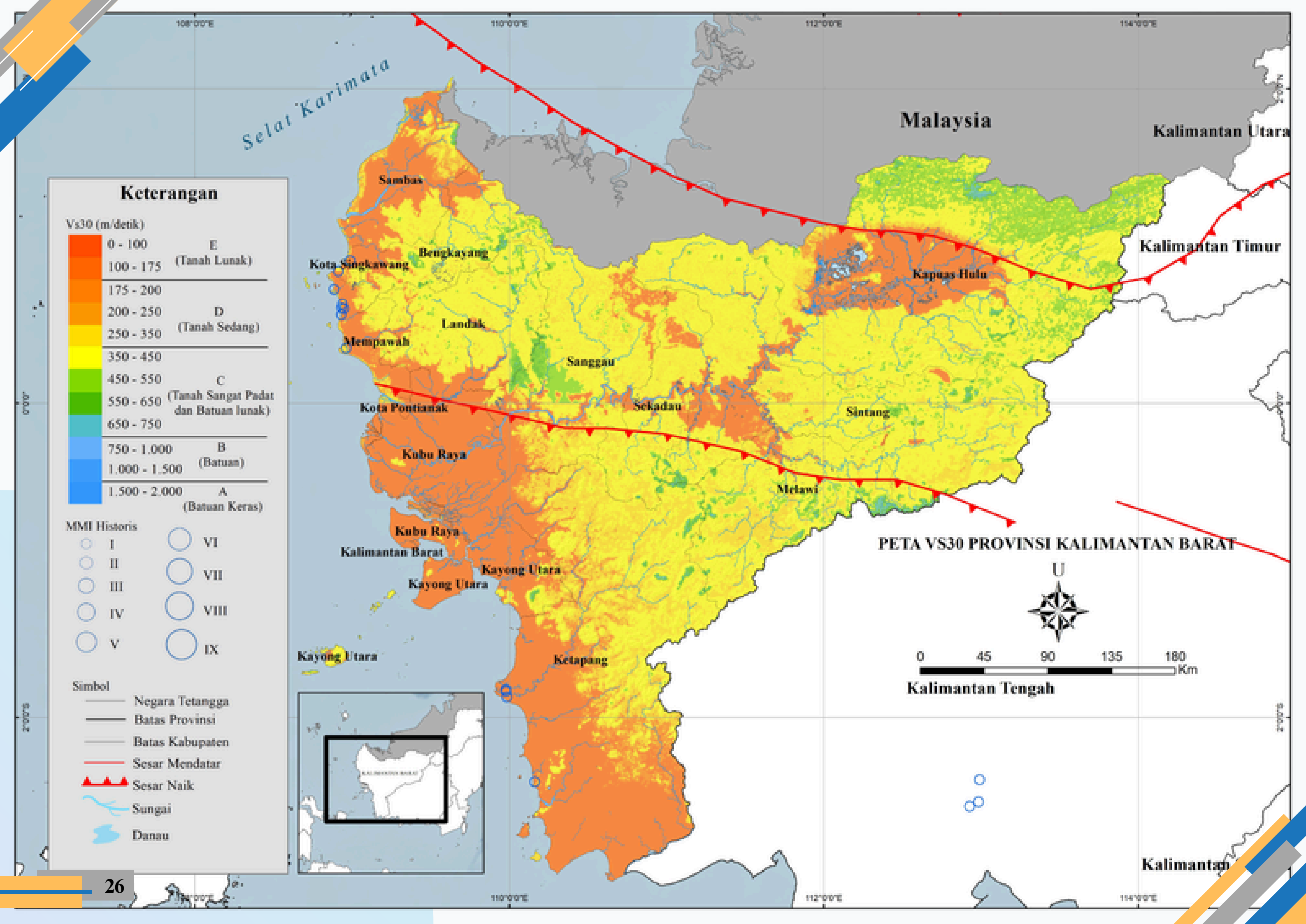


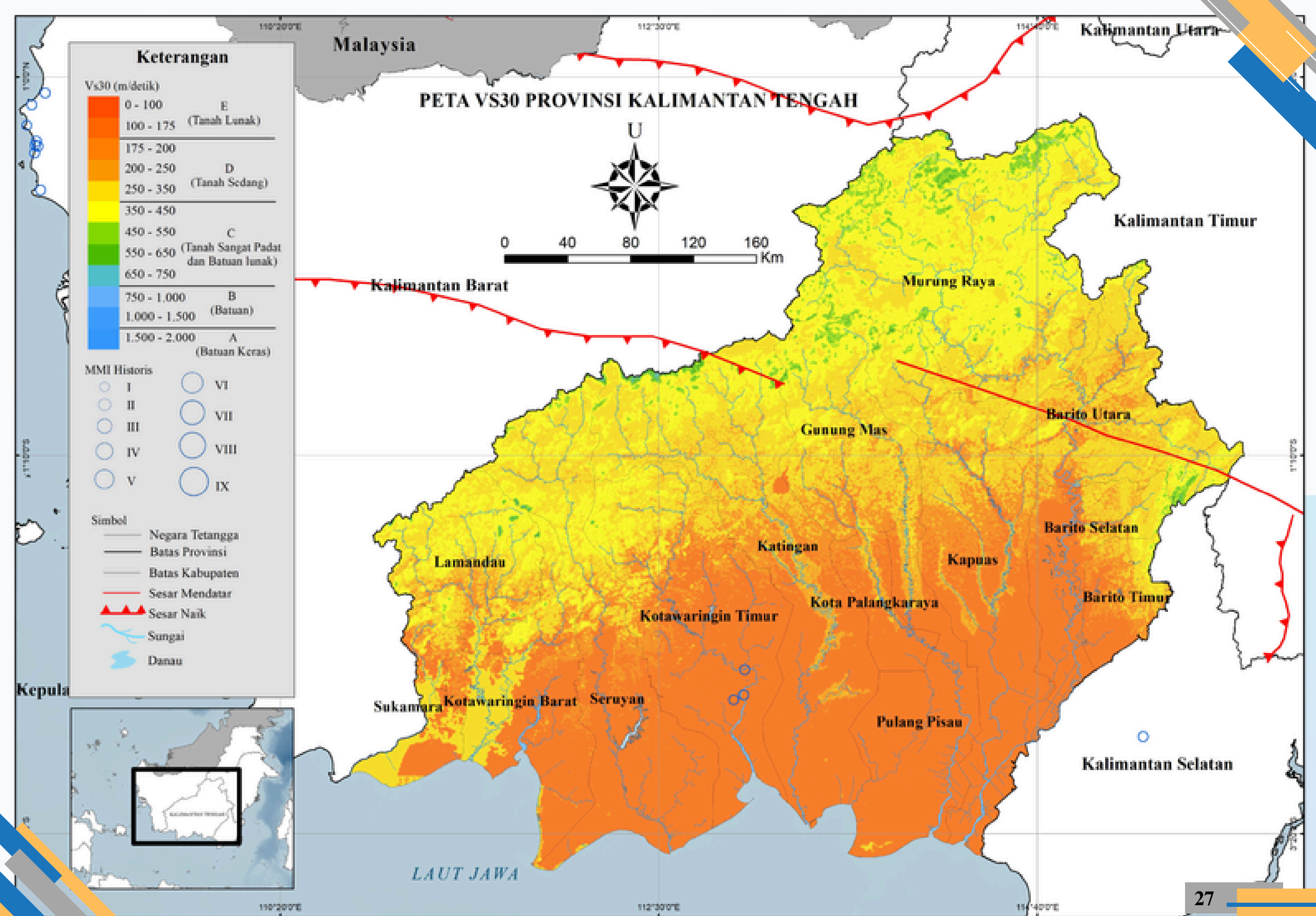
PETA VS30 PROVINSI BALI



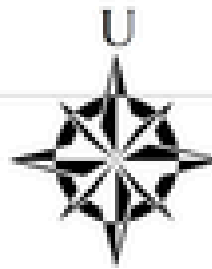








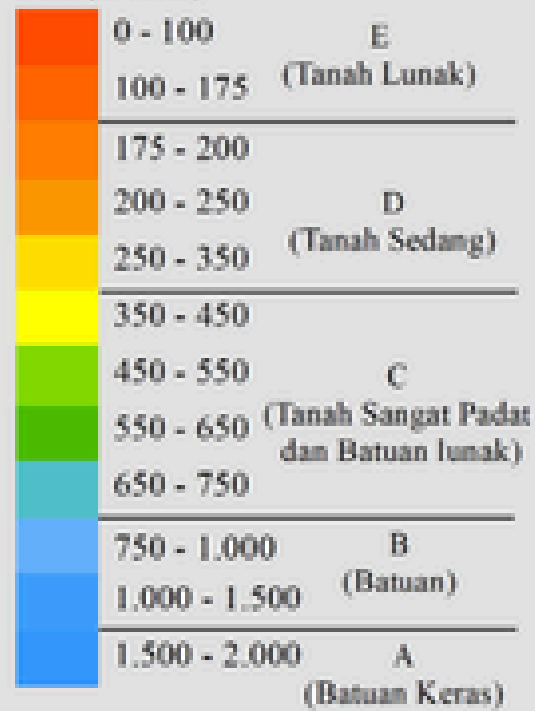
PETA VS30 PROVINSI KALIMANTAN SELATAN



0 25 50 75 100 Km

Keterangan

Vs30 (m/detik)



MMI Historis



Simbol



Kalimantan Tengah

Kalimantan Timur

Tabalong

Balangan

Hulu Sungai Utara

Hulu Sungai Tengah

Hulu Sungai Selatan

Kotabaru

Tapin

Barito Kuala

Kota Banjarmasin

Banjar

Kota Banjarbaru

Tanah Bumbu

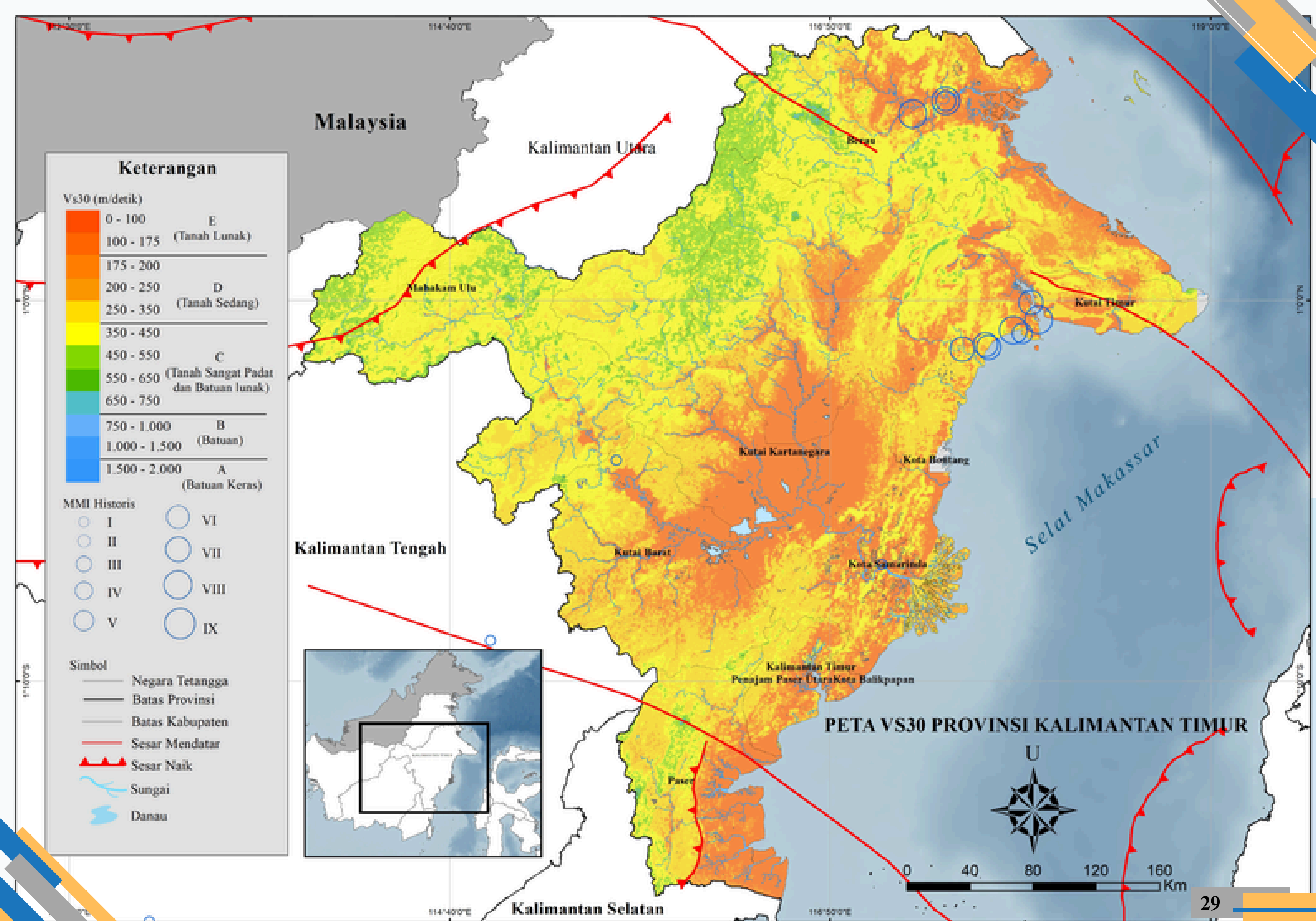
Tanah Laut

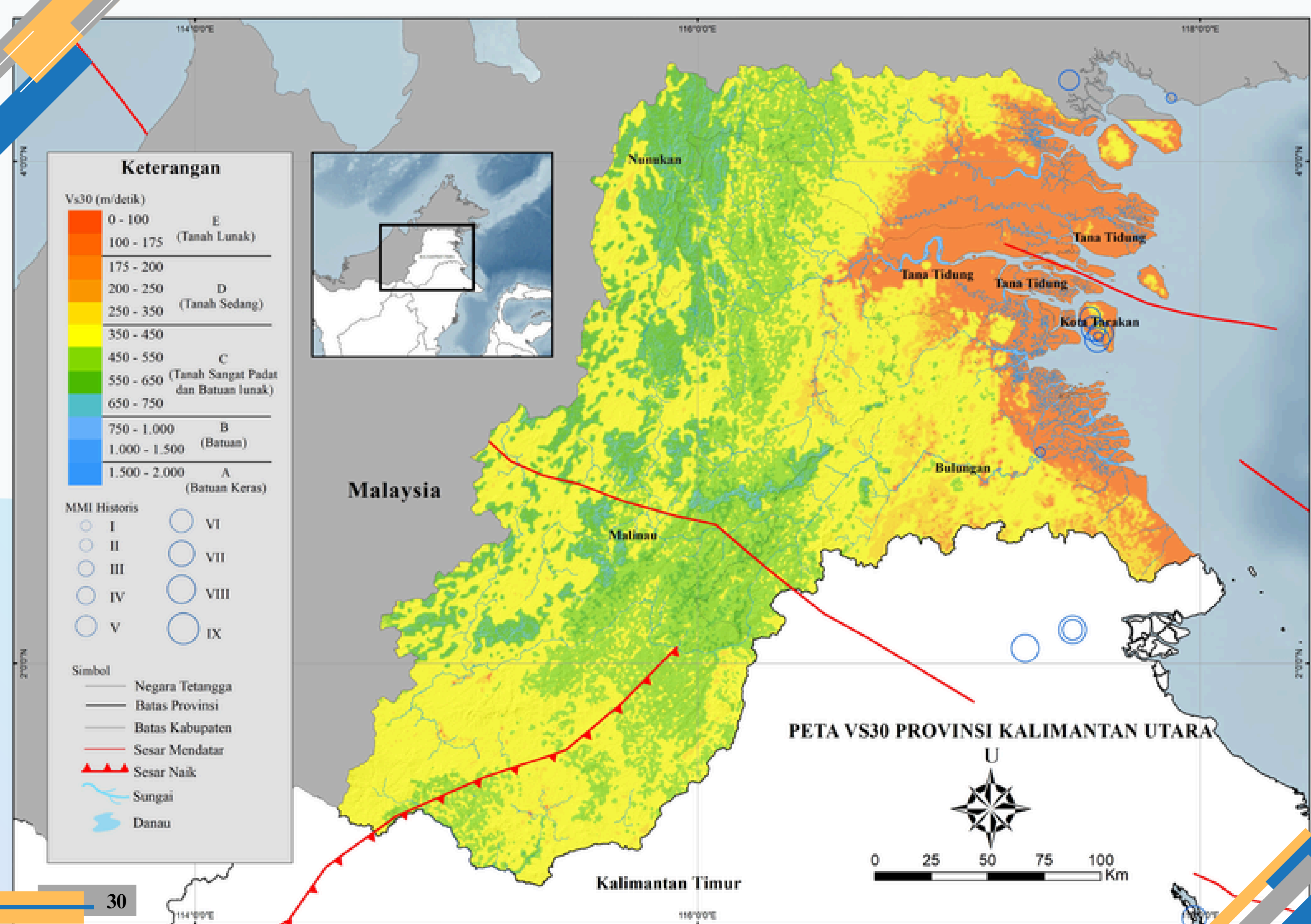
Kotabaru

Selat Makassar

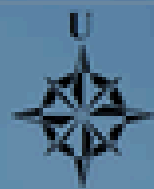
LAUT JAWA







PETA VS30 PROVINSI SULAWESI UTARA



0 15 30 45 60 km

Keterangan

Vs30 (m/detik)

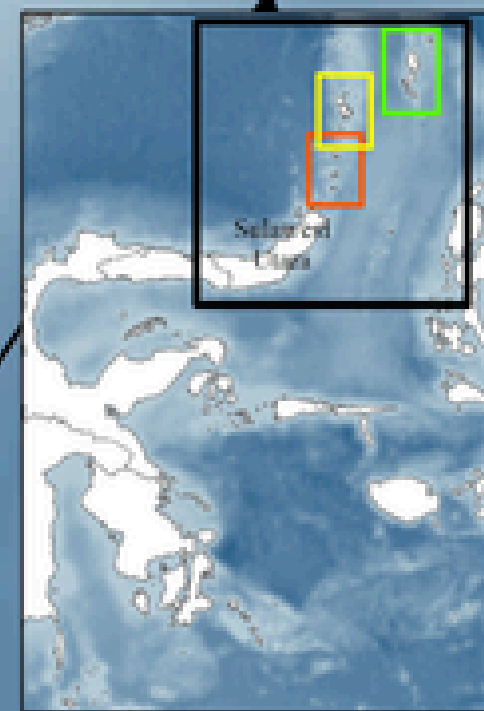
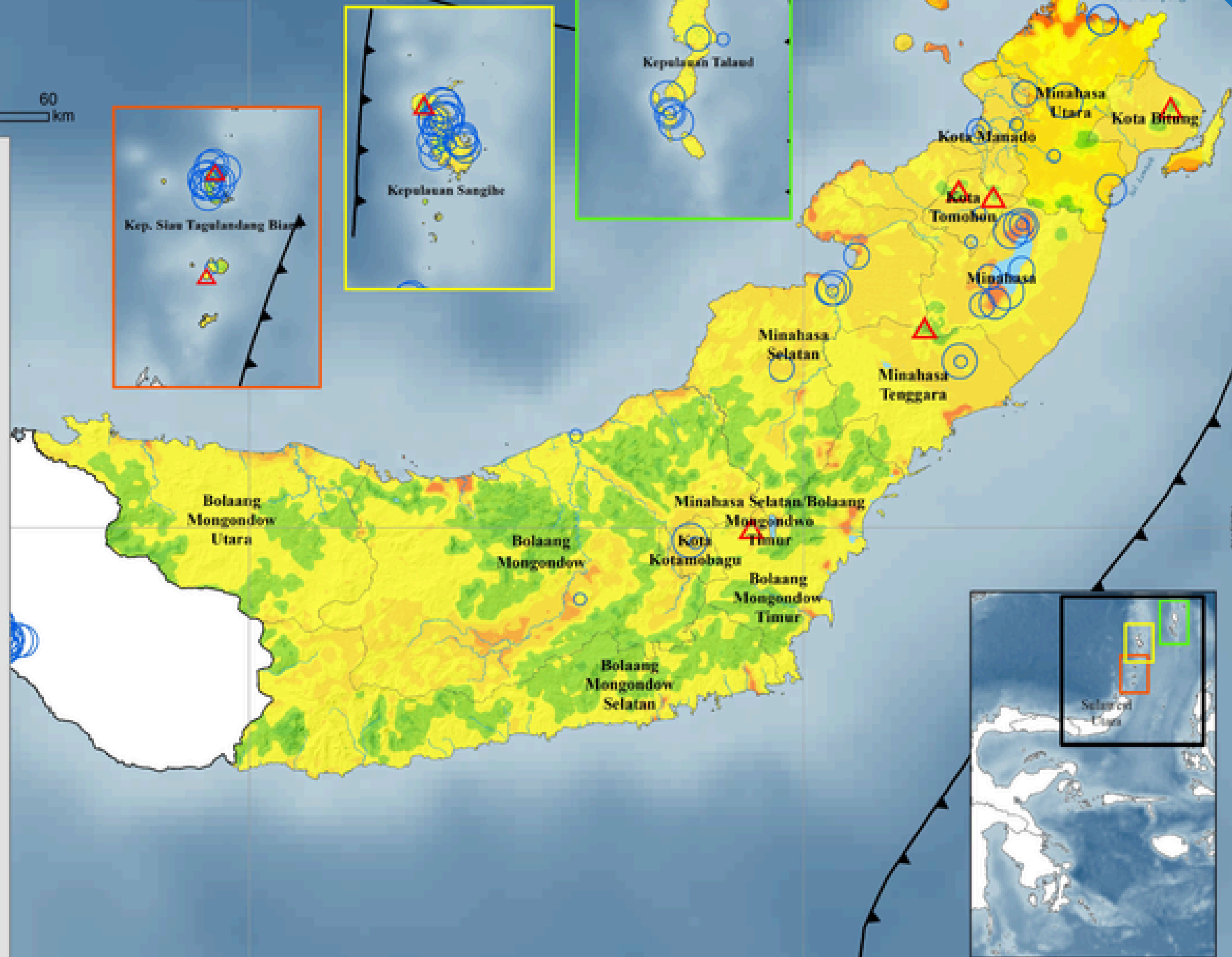
0 - 100	E
100 - 175	(Tanah Lunak)
175 - 200	D
200 - 250	(Tanah Sedang)
250 - 350	C
350 - 450	(Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak)
450 - 550	
550 - 650	
650 - 750	
750 - 1.000	B
1.000 - 1.500	(Batuan)
1.500 - 2.000	A
	(Batuan Keras)

MMI HISTORIS

I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

Simbol

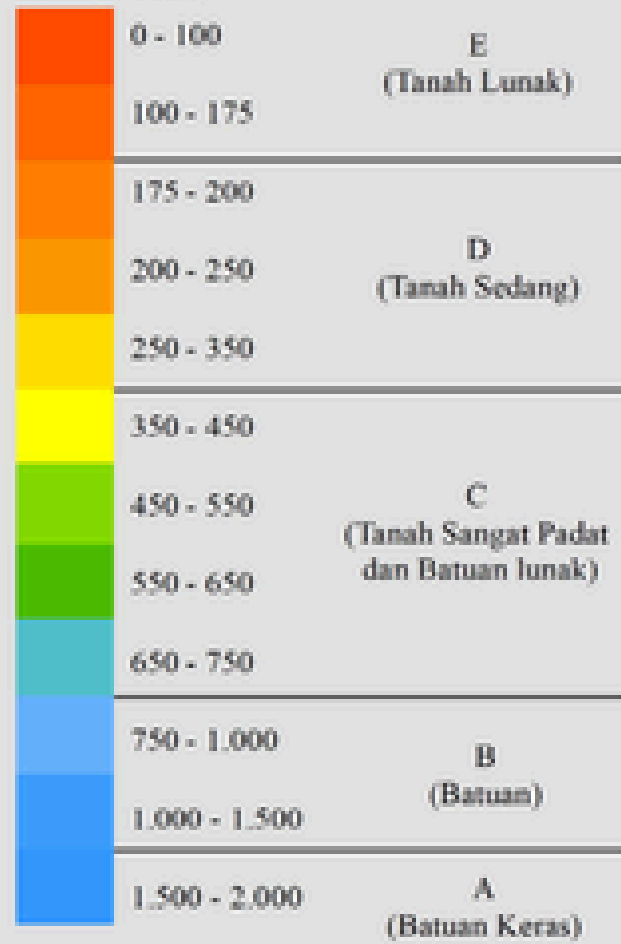
- Batas Provinsi
- Batas Kabupaten
- ▲ Subduksi
- ▲ Gunung Api
- Sungai
- Danau



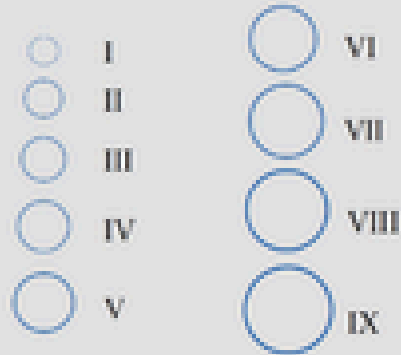
PETA VS30 PROVINSI GORONTALO

Keterangan

Vs30 (m/detik)



MMI HISTORIS



Simbol



LAUT SULAWESI

Sulawesi Tengah

Gorontalo Utara

Sulawesi Utara

Pohuwato

Boalemo

Gorontalo

Kota Gorontalo

Bone Bolango

PETA VS30 PROVINSI SULAWESI TENGAH

Kalimantan Timur

0 40 80 120 160 km

LAUT SULAWESI

Gorontalo

Sulawesi Utara

Keterangan

Vs30 (m/detik)

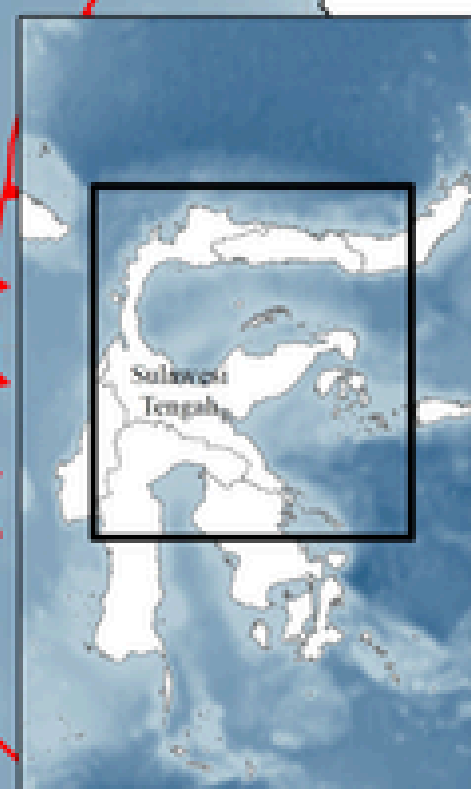
0 - 100	E
100 - 175	(Tanah Lunak)
175 - 200	
200 - 250	D
250 - 350	(Tanah Sedang)
350 - 450	
450 - 550	C
550 - 650	(Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak)
650 - 750	
750 - 1.000	B
1.000 - 1.500	(Batuan)
1.500 - 2.000	A
	(Batuan Keras)

MMI HISTORIS

I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

Simbol

- Batas Provinsi
- Batas Kabupaten
- Sesar Mendatar
- Sesar Normal
- Sesar Naik
- △ Gunung Api
- Sungai
- Danau



Sulawesi Selatan

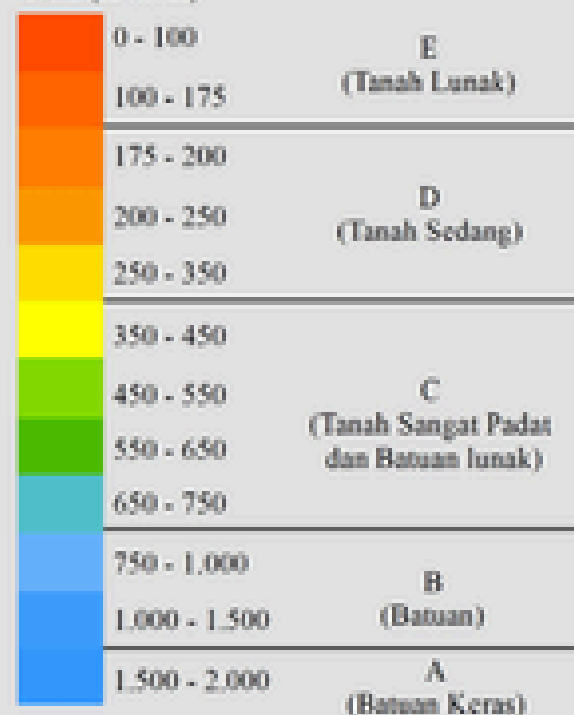
Sulawesi Tenggara

LAUT BANDA

PETA VS30 PROVINSI SULAWESI BARAT

Keterangan

Vs30 (m/detik)



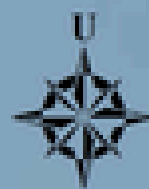
MMI HISTORIS



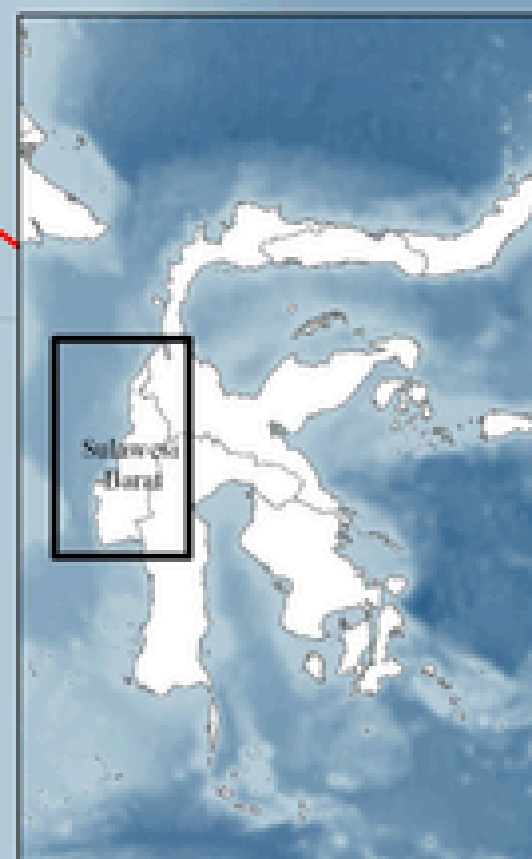
Simbol



0 20 40 60 80 km



Selat Makassar



Pasangkayu

Mamuju Tengah

Mamuju

Mamasu

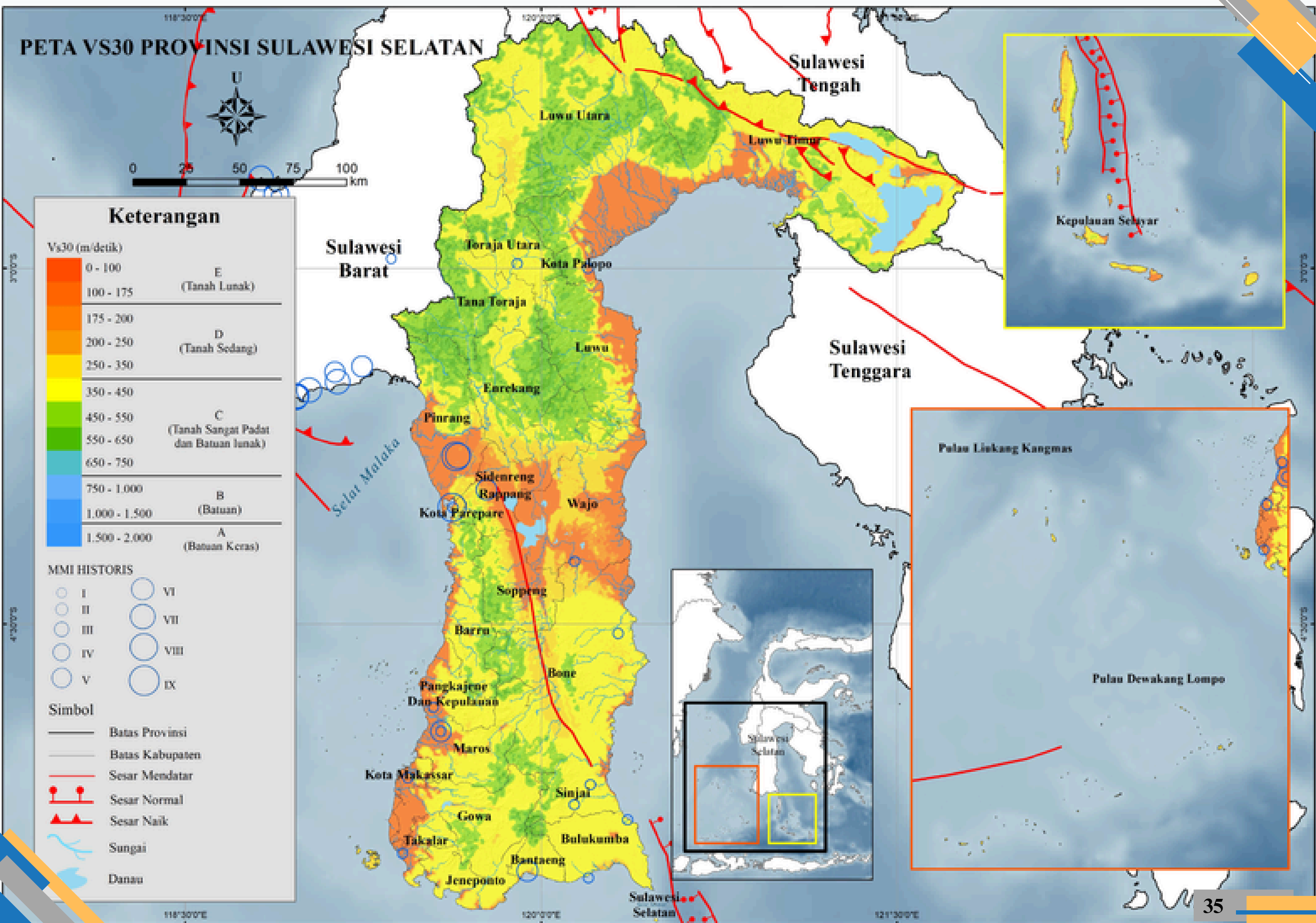
Majene

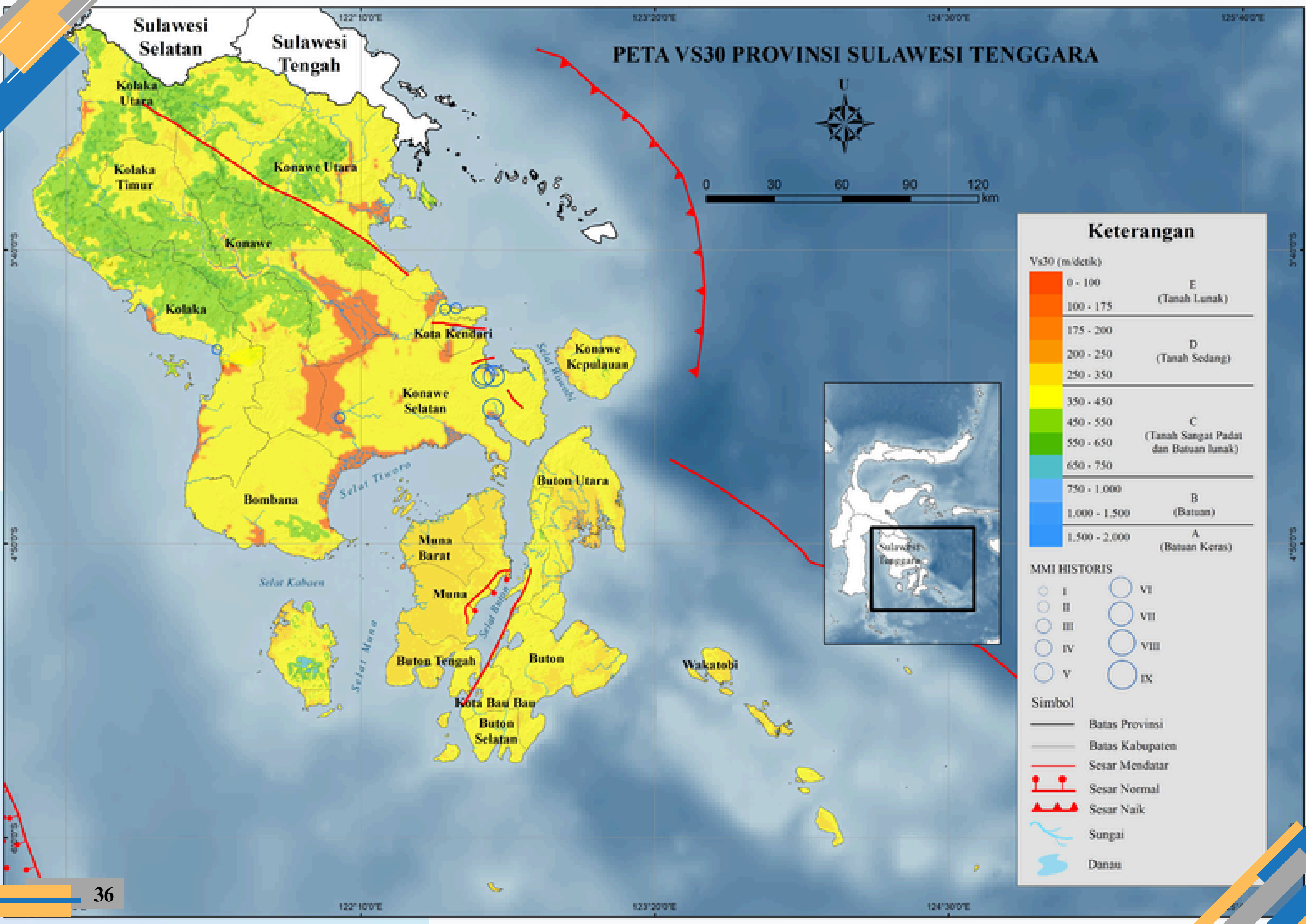
Polewali Mandar

Sulawesi Tengah

Sulawesi Selatan

PETA VS30 PROVINSI SULAWESI SELATAN





PETA VS30 PROVINSI MALUKU UTARA



Keterangan

Vs30 (m/detik)

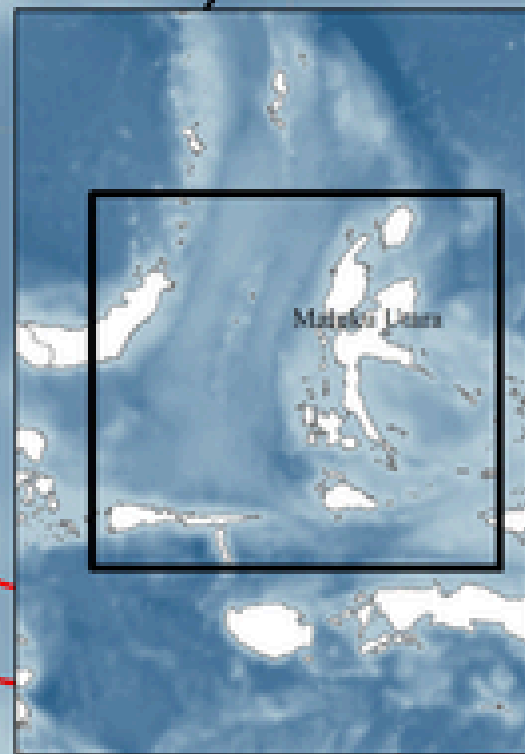
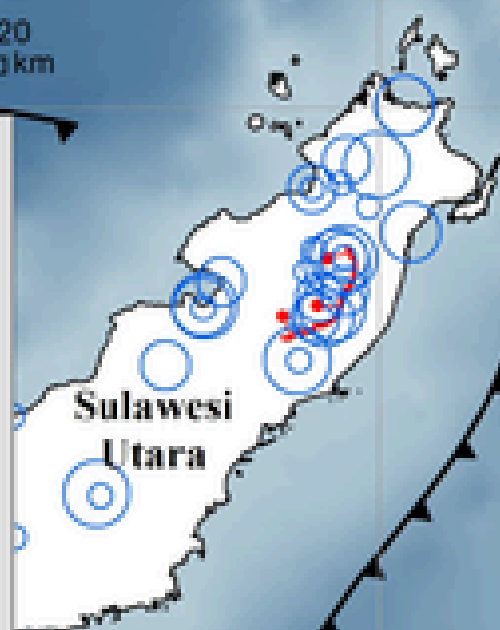
0 - 100	E
100 - 175	(Tanah Lunak)
175 - 200	D
200 - 250	(Tanah Sedang)
250 - 350	C
350 - 450	(Tanah Sangat Padat dan Batu Lunak)
450 - 550	
550 - 650	
650 - 750	
750 - 1.000	B
1.000 - 1.500	(Batu)
1.500 - 2.000	A
	(Batu Keras)

MMI HISTORIS

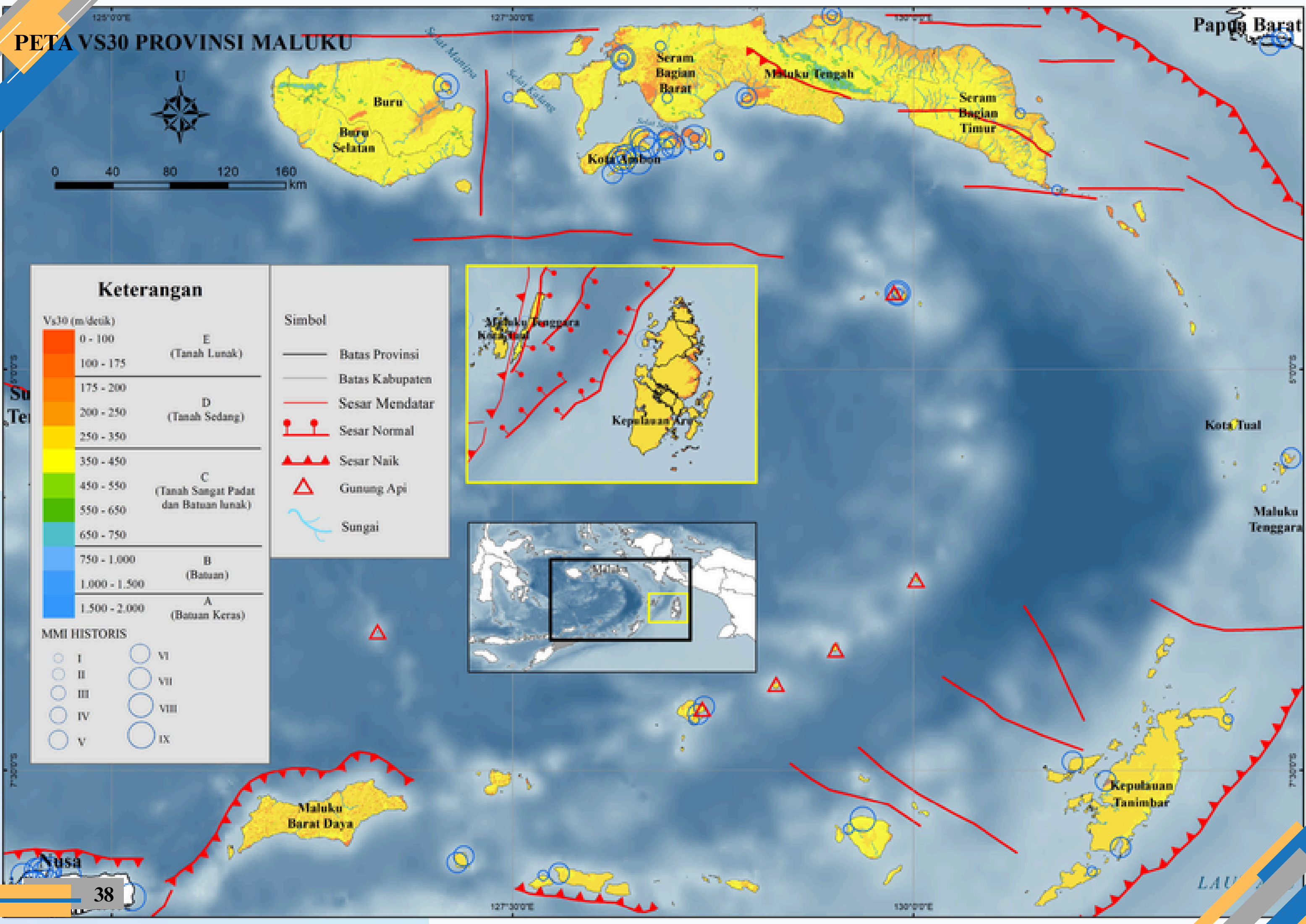
I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

Simbol

- Batas Provinsi
- Batas Kabupaten
- Sesar Mendatar
- Sesar Normal
- Sesar Naik
- Subduksi
- Gunung Api
- Sungai



PETA VS30 PROVINSI MALUKU



PETA VS30 PROVINSI PAPUA BARAT DAYA

Keterangan

Vs30 (m/detik)

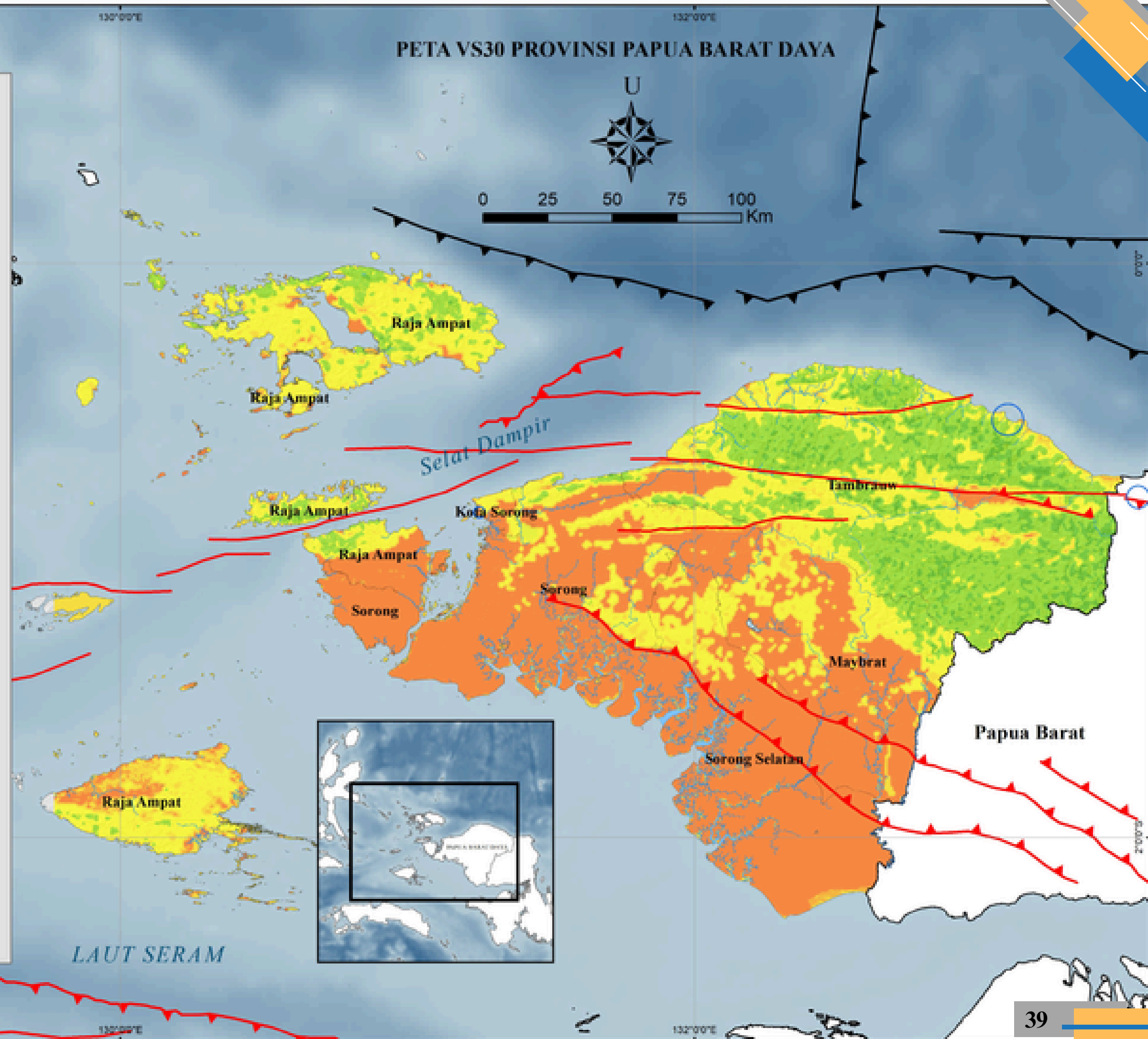
0 - 100	E
100 - 175	(Tanah Lunak)
175 - 200	
200 - 250	D
250 - 350	(Tanah Sedang)
350 - 450	
450 - 550	C
550 - 650	(Tanah Sangat Padat dan Batuan lunak)
650 - 750	
750 - 1.000	B
1.000 - 1.500	(Batuan)
1.500 - 2.000	A
	(Batuan Keras)

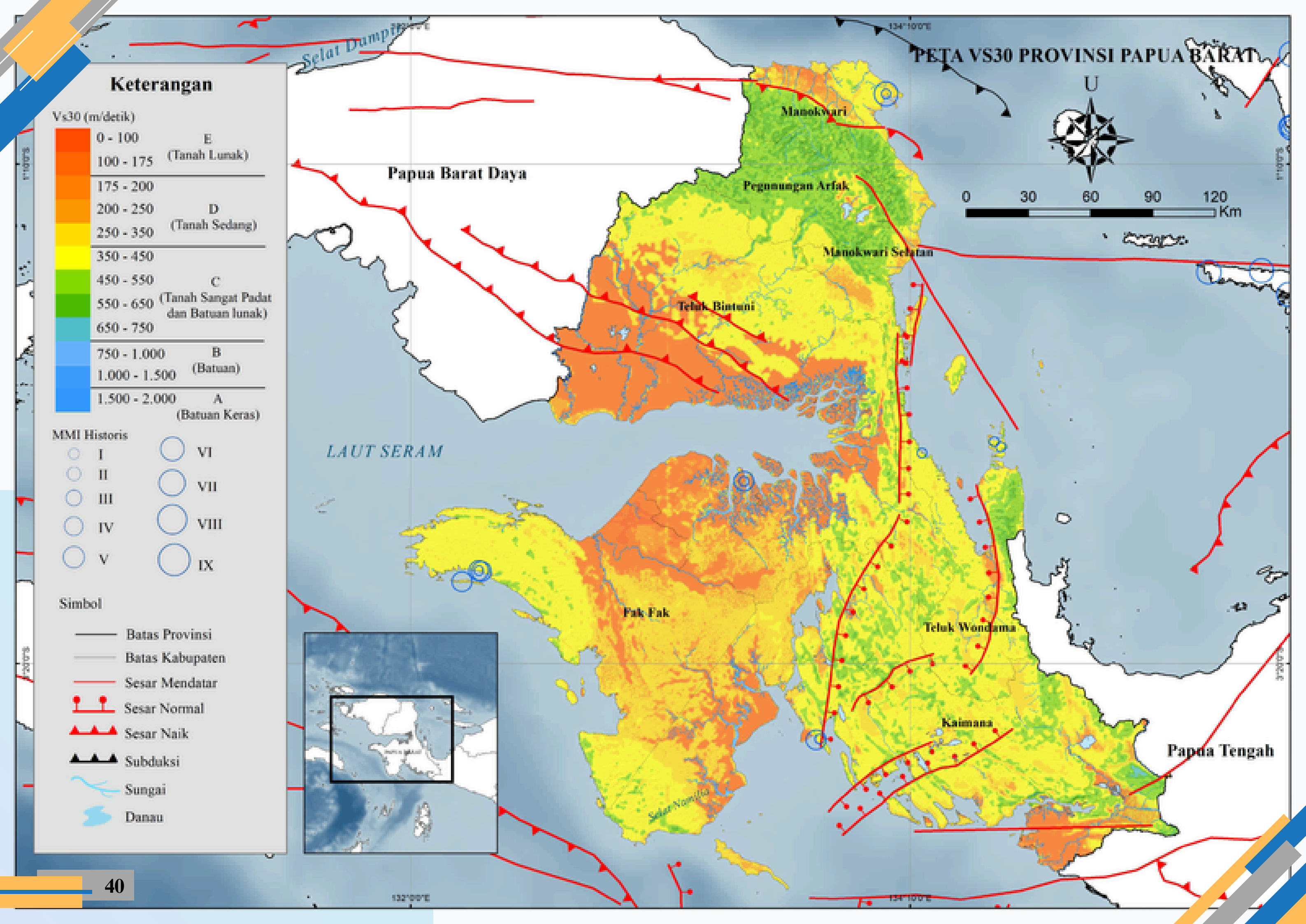
MMI Historis

I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

Simbol

—	Batas Provinsi
—	Batas Kabupaten
—	Sesar Mendatar
▲	Sesar Naik
▲	Subduksi
—	Sungai
—	Danau

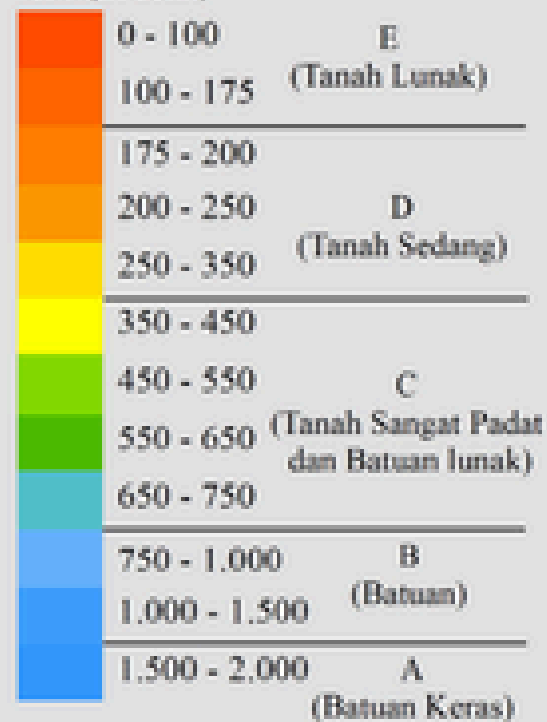




PETA VS30 PROVINSI PAPUA TENGAH

Keterangan

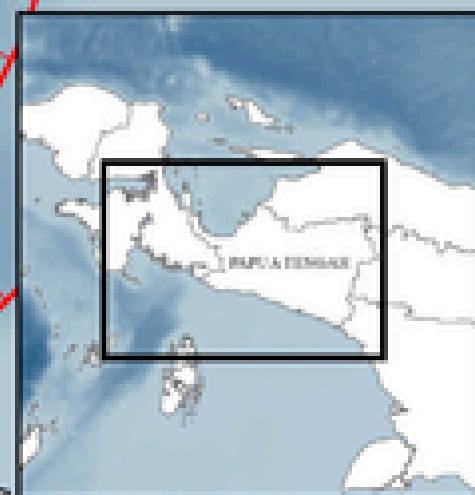
Vs30 (m/detik)



MMI Historis



Simbol



PETA VS30 PROVINSI PAPUA

Keterangan

Vs30 (m/detik)

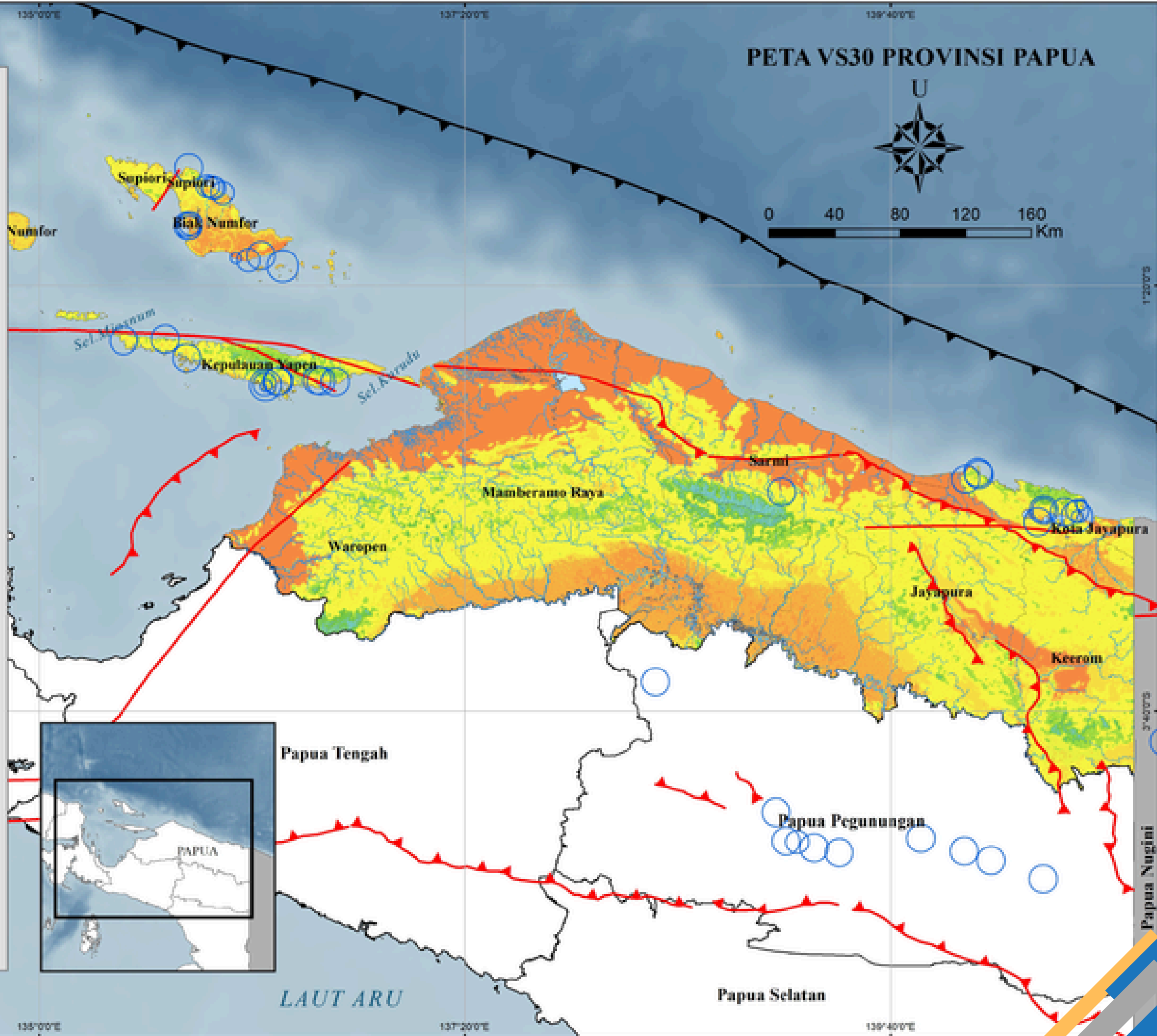
0 - 100	E
100 - 175	(Tanah Lunak)
175 - 200	
200 - 250	D
250 - 350	(Tanah Sedang)
350 - 450	
450 - 550	C
550 - 650	(Tanah Sangat Padat dan Batuan lunak)
650 - 750	
750 - 1.000	B
1.000 - 1.500	(Batuan)
1.500 - 2.000	A
	(Batuan Keras)

MMI Historis

I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

Simbol

—	Negara Tetangga
—	Batas Provinsi
—	Batas Kabupaten
—	Sesar Mendatar
▲	Sesar Naik
▲	Subduksi
—	Sungai
—	Danau



PETA VS30 PROVINSI PAPUA PEGUNUNGAN

Keterangan

Vs30 (m/detik)

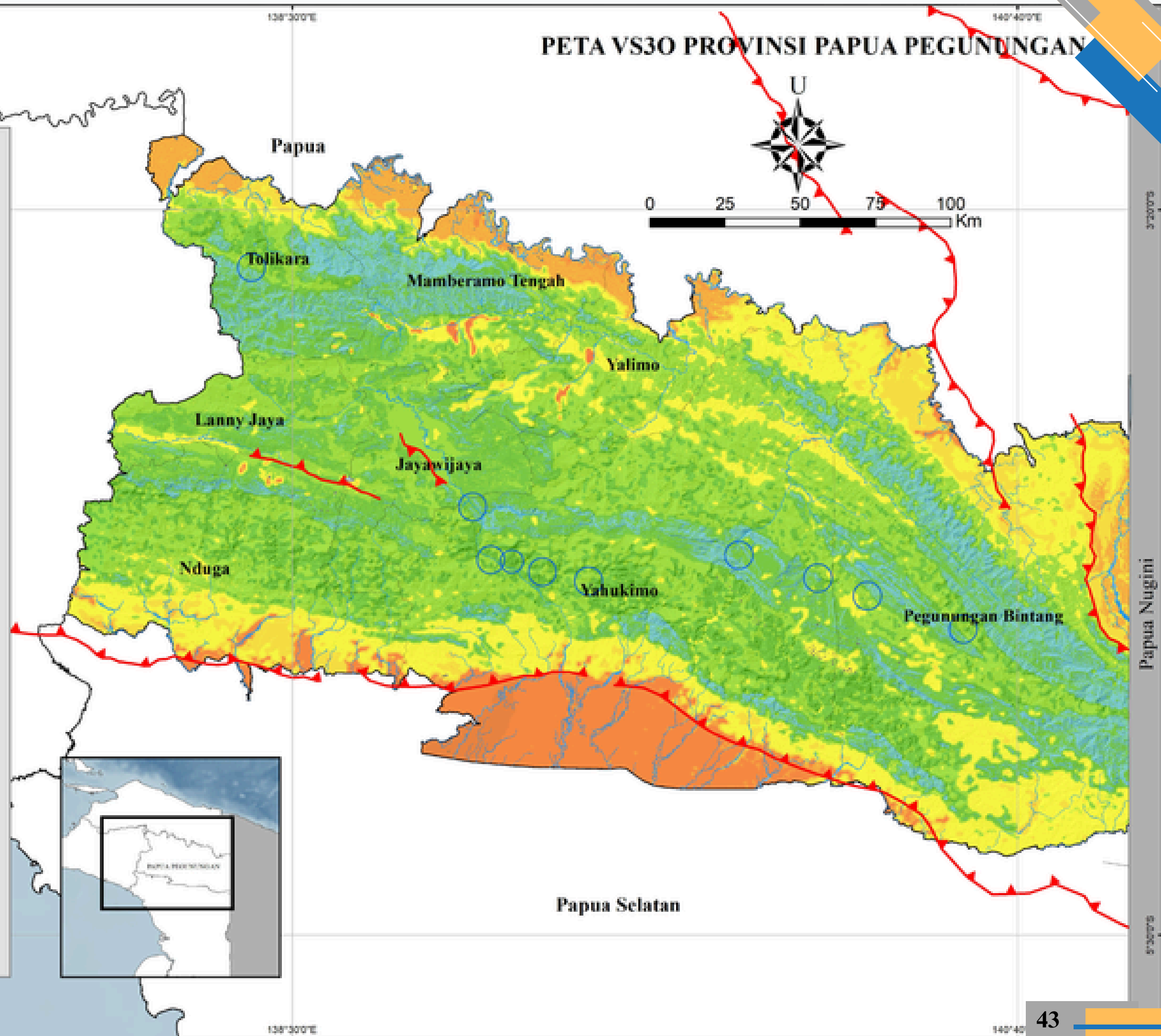
0 - 100	E
100 - 175	(Tanah Lunak)
175 - 200	
200 - 250	D
250 - 350	(Tanah Sedang)
350 - 450	
450 - 550	C
550 - 650	(Tanah Sangat Padat dan Batuan lunak)
650 - 750	
750 - 1.000	B
1.000 - 1.500	(Batuan)
1.500 - 2.000	A
	(Batuan Keras)

MMI Historis

I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

Simbol

—	Negara Tetangga
—	Batas Provinsi
—	Batas Kabupaten
▲▲▲	Sesar Naik
~	Sungai
●	Danau



Keterangan

Vs30 (m/detik)

0 - 100	E
100 - 175	(Tanah Lunak)
175 - 200	
200 - 250	D
250 - 350	(Tanah Sedang)
350 - 450	
450 - 550	C
550 - 650	(Tanah Sangat Padat dan Batuan lunak)
650 - 750	
750 - 1.000	B
1.000 - 1.500	(Batuan)
1.500 - 2.000	A
	(Batuan Keras)

MMI Historis

I	VI
II	VII
III	VIII
IV	VIII
V	IX

Simbol

	Negara Tetangga
	Batas Provinsi
	Batas Kabupaten
	Sesar Naik
	Sungai
	Danau

PETA VS30 PROVINSI PAPUA SELATAN





KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL

Jl. Merdeka Selatan No.18 Jakarta Pusat 10110 - Indonesia
Phone 021 3804242 Fax. 021 3507210