

GEMPA BUMI OUTER RISE DAN UPAYA MITIGASI



OLEH :
Dr. SUPARTOYO
(HP: 08562288410, email : supartoyo@gmail.com)

(DIPRESENTASIKAN PADA ACARA WEBINAR MAGETI IAGI, TANGGAL 21-5-2021)

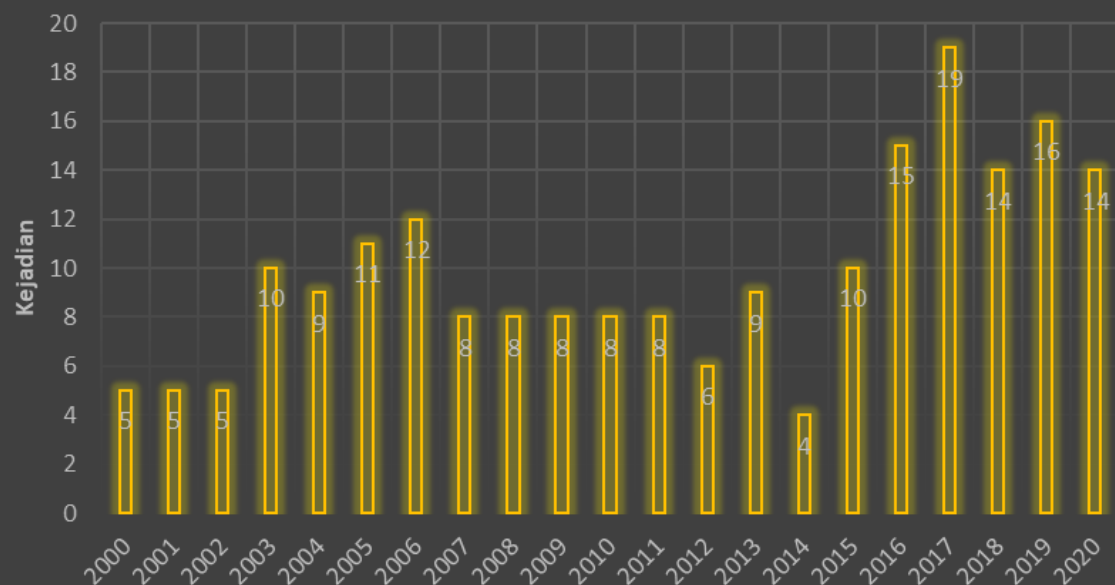
KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
BADAN GEOLOGI
PUSAT VULKANOLOGI DAN MITIGASI BENCANA GEOLOGI
Jln. Diponegoro no. 57 Bandung 40122
Telepon (022) 7272606, Fax (022) 7202761, Homepage :<http://www.vsi.esdm.go.id>

GEMPABUMI MERUSAK DI INDONESIA HINGGA BLN MEI 2021

NO.	PROVINSI	NAMA GEMPA	TGL KEJADIAN	PUSAT GEMPA	KDLM (KM)	MAG	MMI	FM	KORBAN & KERUSAKAN		
									M	L	KB
1	Sulawesi Tengah	Morowali	4/1/2021 02:13:59 WIB	122,2° BT 2,8° LS	10	M 4,9	V	SS	-	1	9 bangunan rusak di Desa Kurisa dan Fatufia, Kec. Bahodopi, Kab. Morowali.
2	Sulawesi Barat	Mamuju	15/1/2021 01:28:17 WIB	118,94° BT 2,98° LS	10	M 6,2	VII	Thrust	105	6489	3 org hilang, ktr Gubernur ambruk, ratusan bangunan rusak, retakan tanah, likuefaksi, longsor.
3	Sulawesi Utara	Talaud	21/1/2021 19:23 WIB	127,38° BT 4,98° LU	154	M 7,1	IV	Thrust	-	-	6 bangunan RS dan RR di Kec. Beo Utara, Beo, Tampan Amma, Melonguane, Kab. Kep. Talaud.
4	Maluku Utara	Labuha	26/2/2021 18:02:32 WIB	127,51° BT 0,54° LS	10	M 5,2	V	Normal	-	10	427 bangunan rusak di Kec. Bacan, Bacan Selatan, Bacan Barat, Bacan Timur, Bacan Barat Utara, Bacan Timur Tengah
5	Sumatera Barat	Siberut	5/3/2021 14:32:00 WIB	99,14° BT 1,76° LS	24	M 5,8	V	Thrust	-	-	Kerusakan ringan Puskesmas Peipei di Desa Pasakiat Tailelu, Kec. Siberut Barat Daya, Kepulauan Mentawai.
6	Jawa Timur	Jatim Selatan	10/4/2021 14:00:15 WIB	112,5° BT 8,83° LS	80	M 6,1	VI	Thrust	9	121	Kerusakan bangunan di Lumajang, Malang, Blitar, Kota Malang, Trenggalek, Tulungagung, Kediri, Gresik.
7	Jawa Barat	Sukabumi	27/4/2021 16:23:37 WIB	106,87° BT 7,86° LS	58	M 5,0	IV	SS	-	-	1 bangunan rusak di Ds Palasari, Kec. Cijeruk, Kab. Bogor 12 bangunan rusak di Ds Bantargadung, Kab. Sukabumi.
8	Sumatera Barat	Kep. Mentawai	5/5/2021 08:24:00 WIB	99,62° BT 2,04° LS	29	M 5,7	V	Thrust	-	-	Retakan dinding RSUD Kab. Mentawai di Tua Pejat.



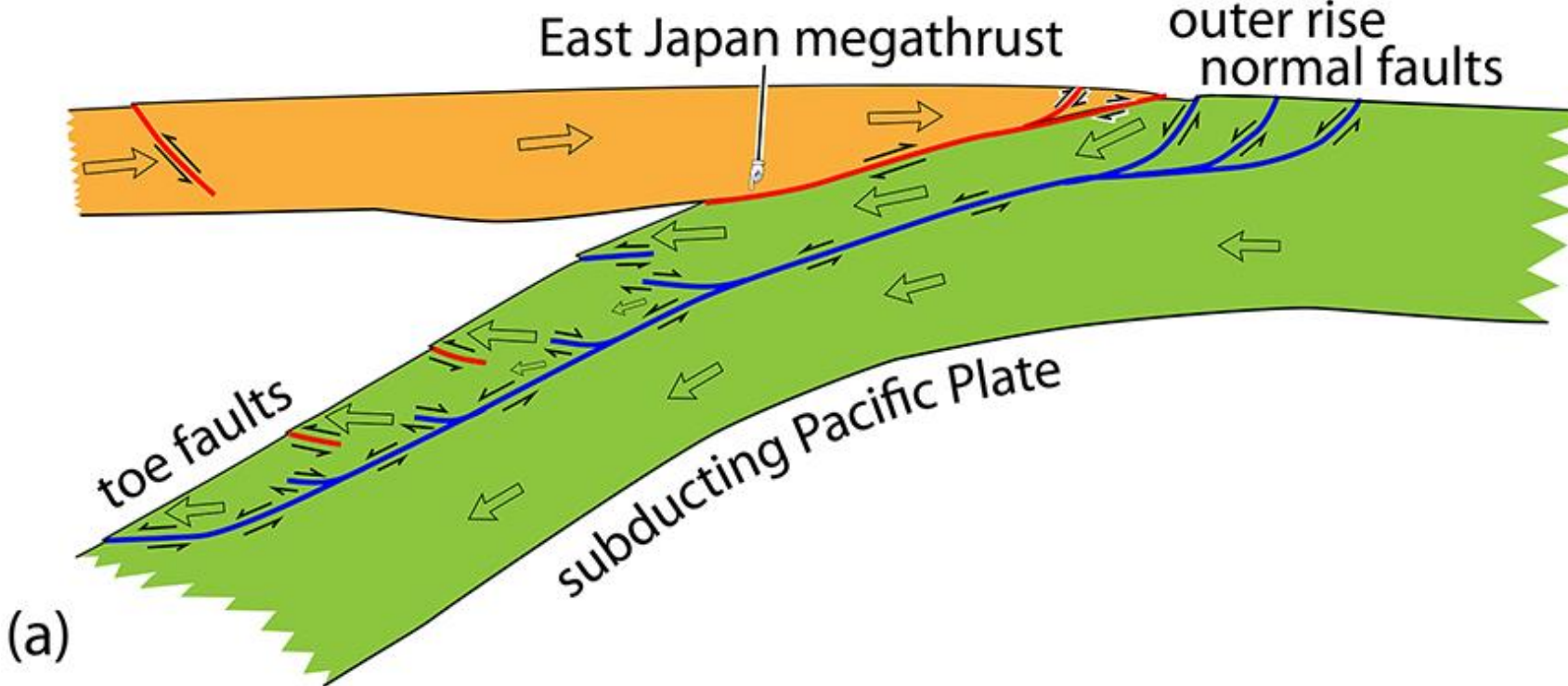
KEJADIAN GEMPABUMI MERUSAK DI INDONESIA



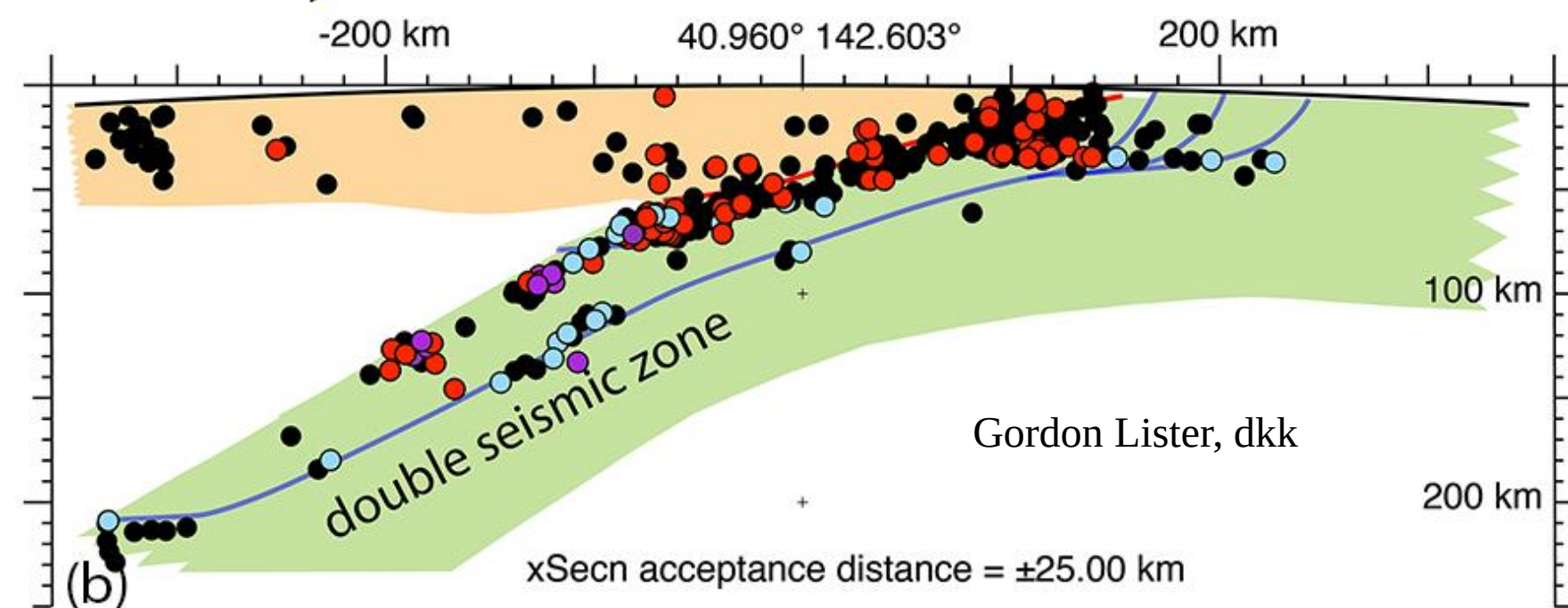
(PVMBG, Badan Geologi, 2020)

Kerugian kejadian gempabumi menurut data BNPB :

- Gempabumi Pidie Jaya 2016 : Rp. 1,7 Triliun.
- Gempabumi Lombok 2018 : Rp. 12,2 Triliun.
- Gempabumi Pasigala 2018 : Rp. 18,5 Triliun.
- Gempabumi Mamuju 2021 : Rp. 900 Miliar.



(a)



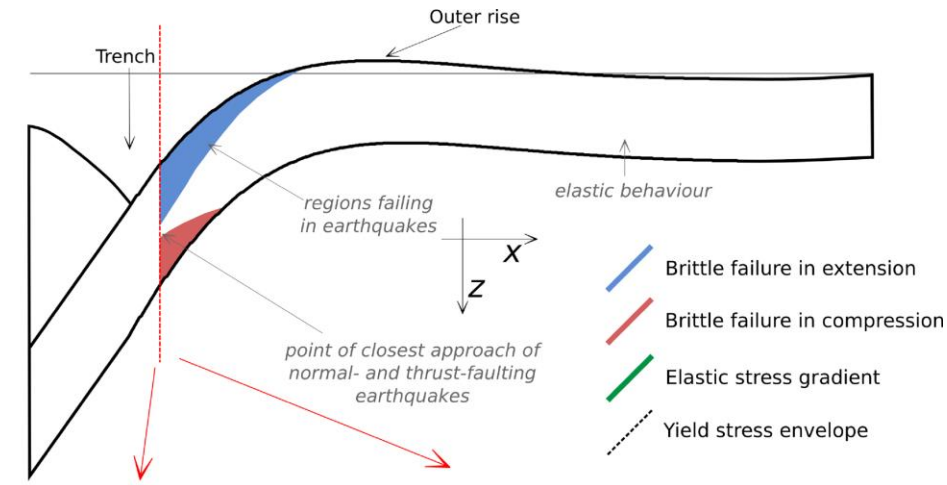
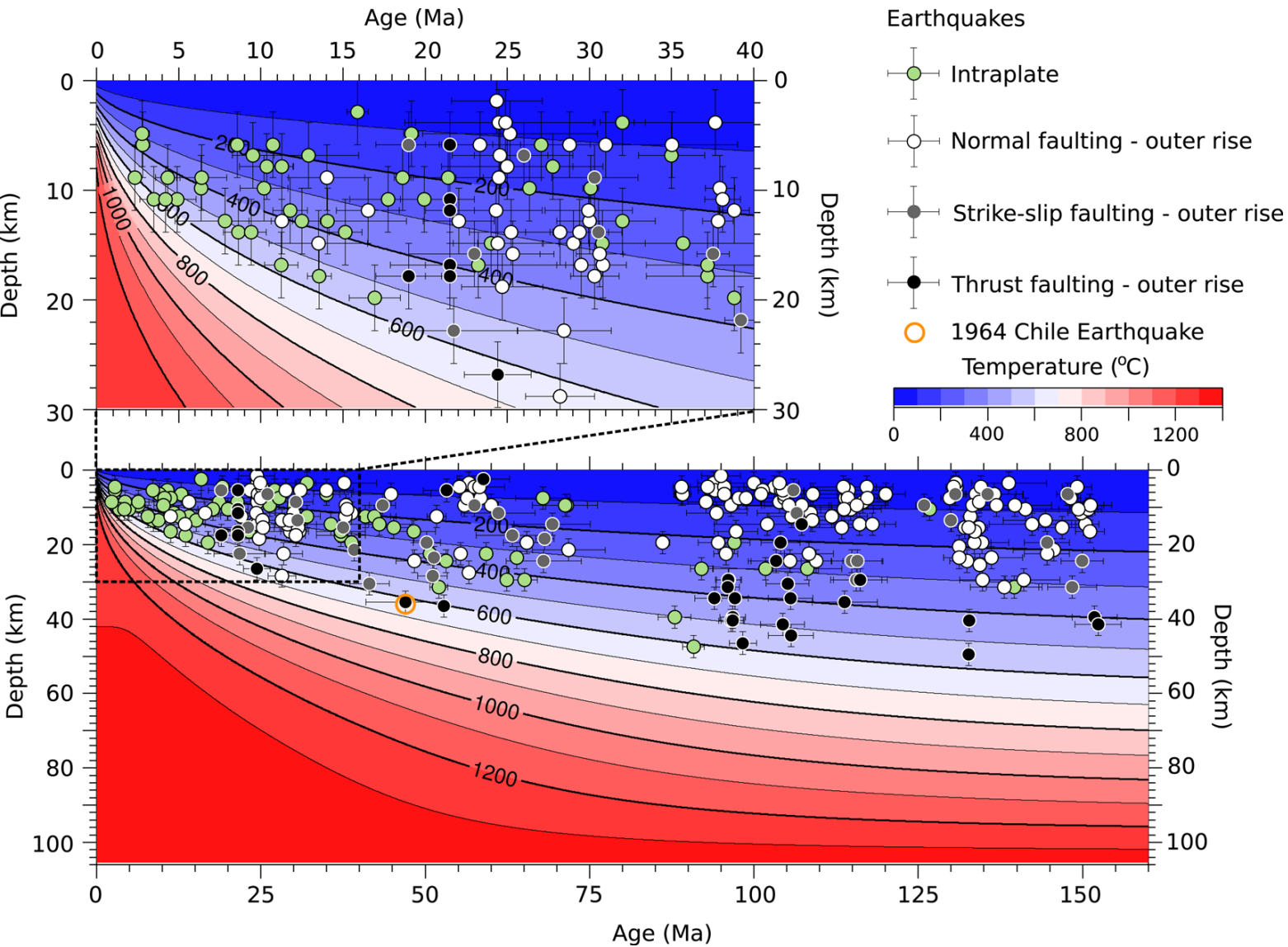
(b)

PENGERTIAN GEMPA BUMI OUTER RISE

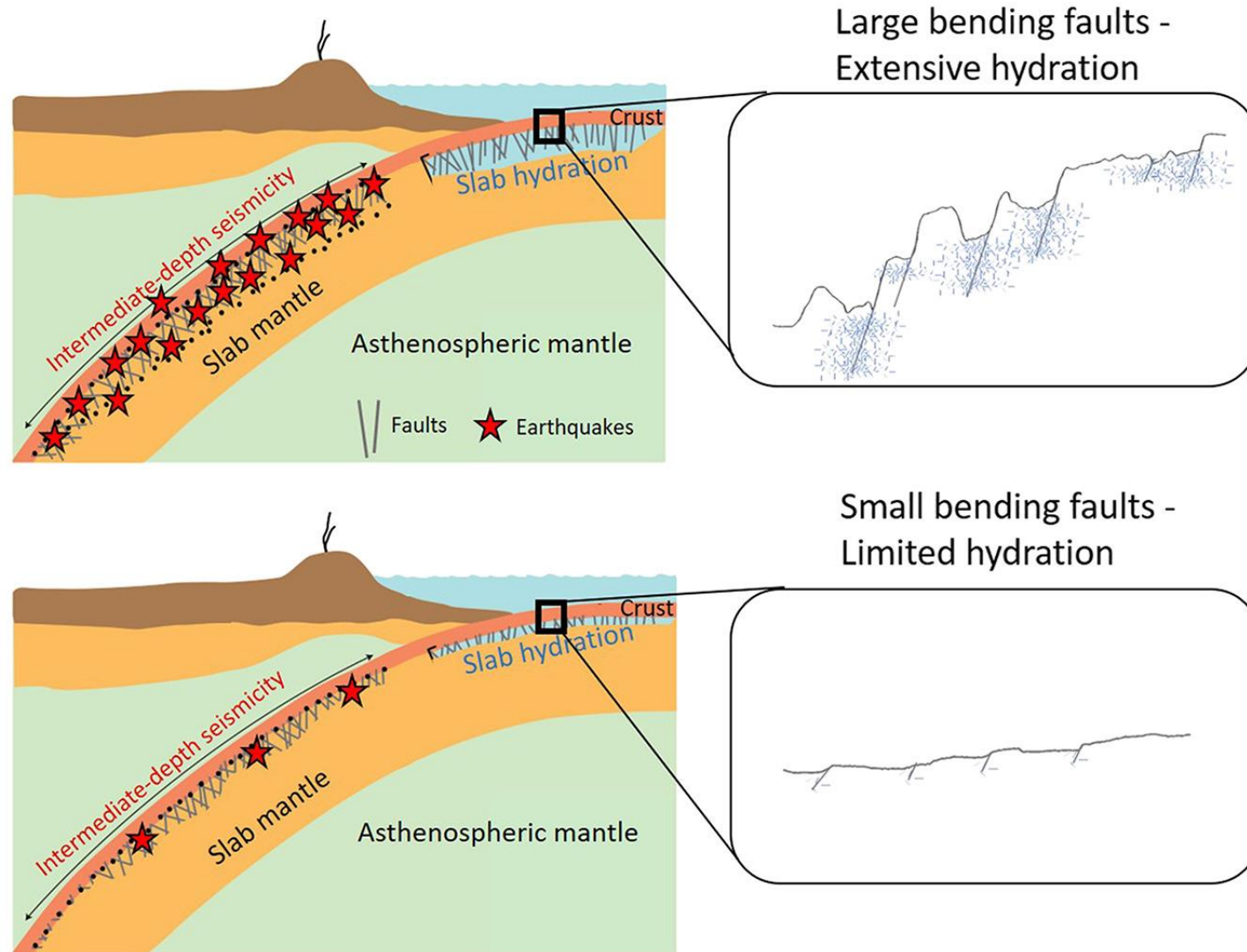
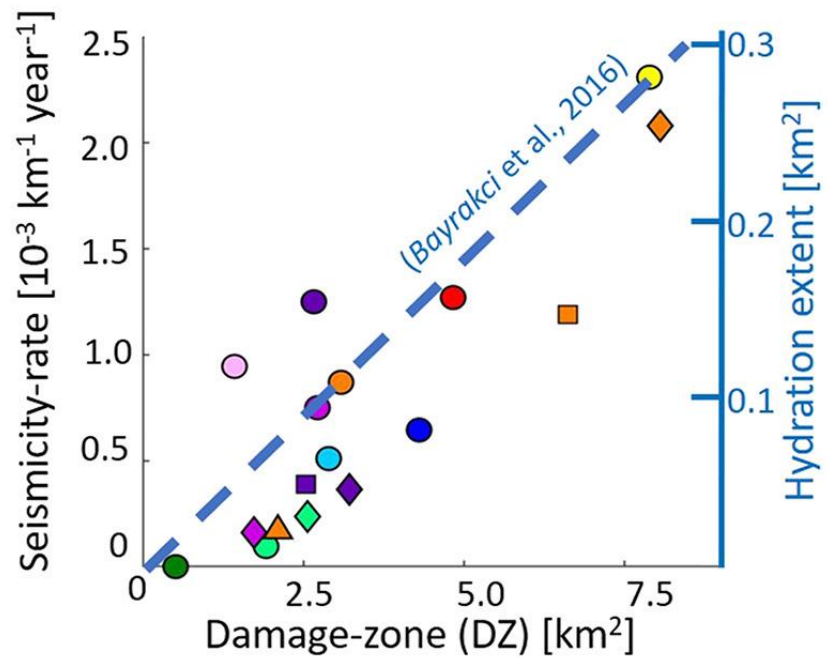
Outer-rise normal-fault earthquakes are a typical feature in the aftermath of large megathrust events. They may result from flexure of the lithospheric slab as it begins to subduct, and many outer-rise normal faults may commence life in this way (Gordon Lister, et.al).

Gempa bumi di luar/ belakang megathrust pd zona bending/ pelengkungan yang dicirikan mekanisme sesar normal, kedalaman dangkal, dan magnitudo bisa besar.

KEDALAMAN GEMPA BUMI OUTER RISE

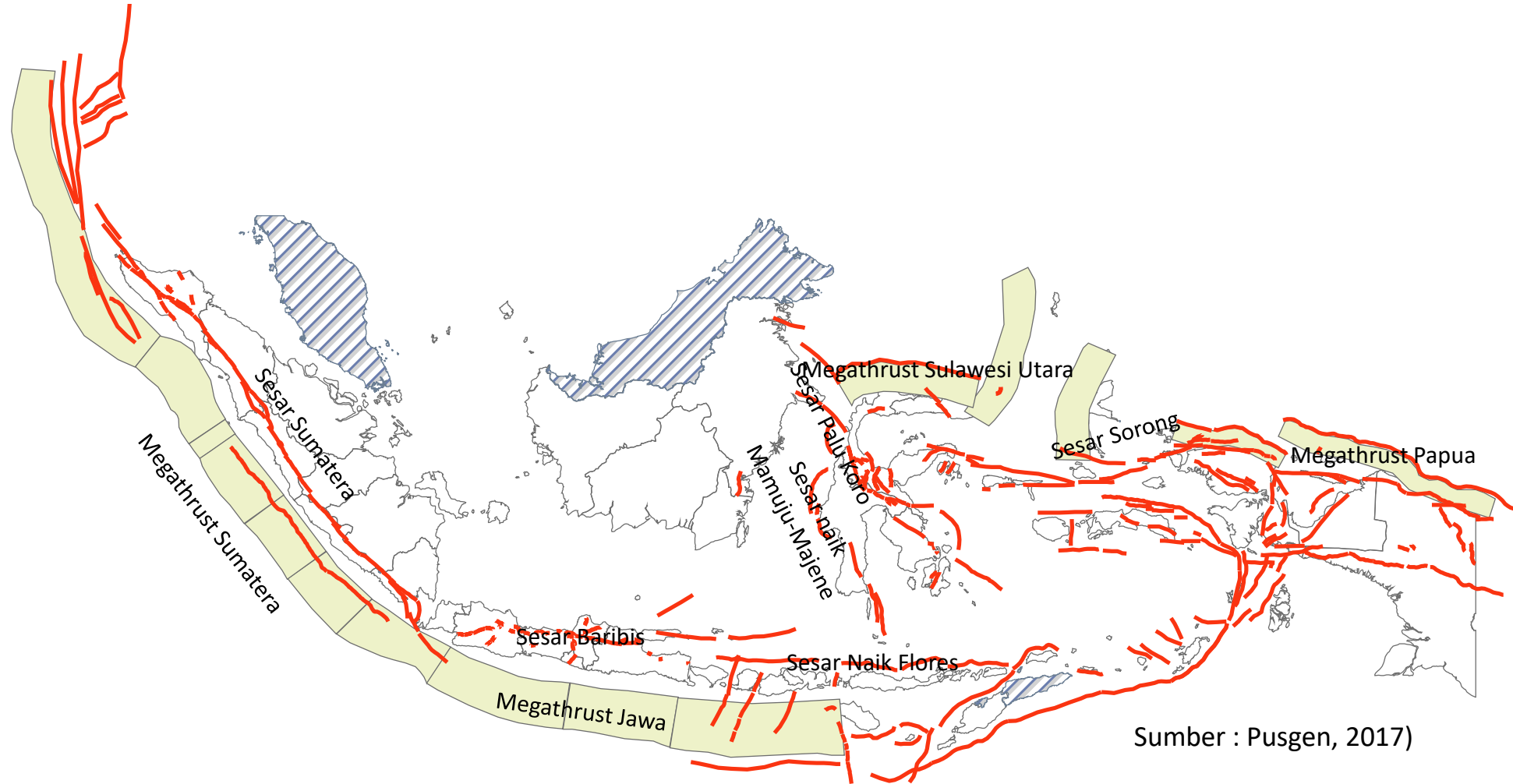


(Craig et al., 2014).



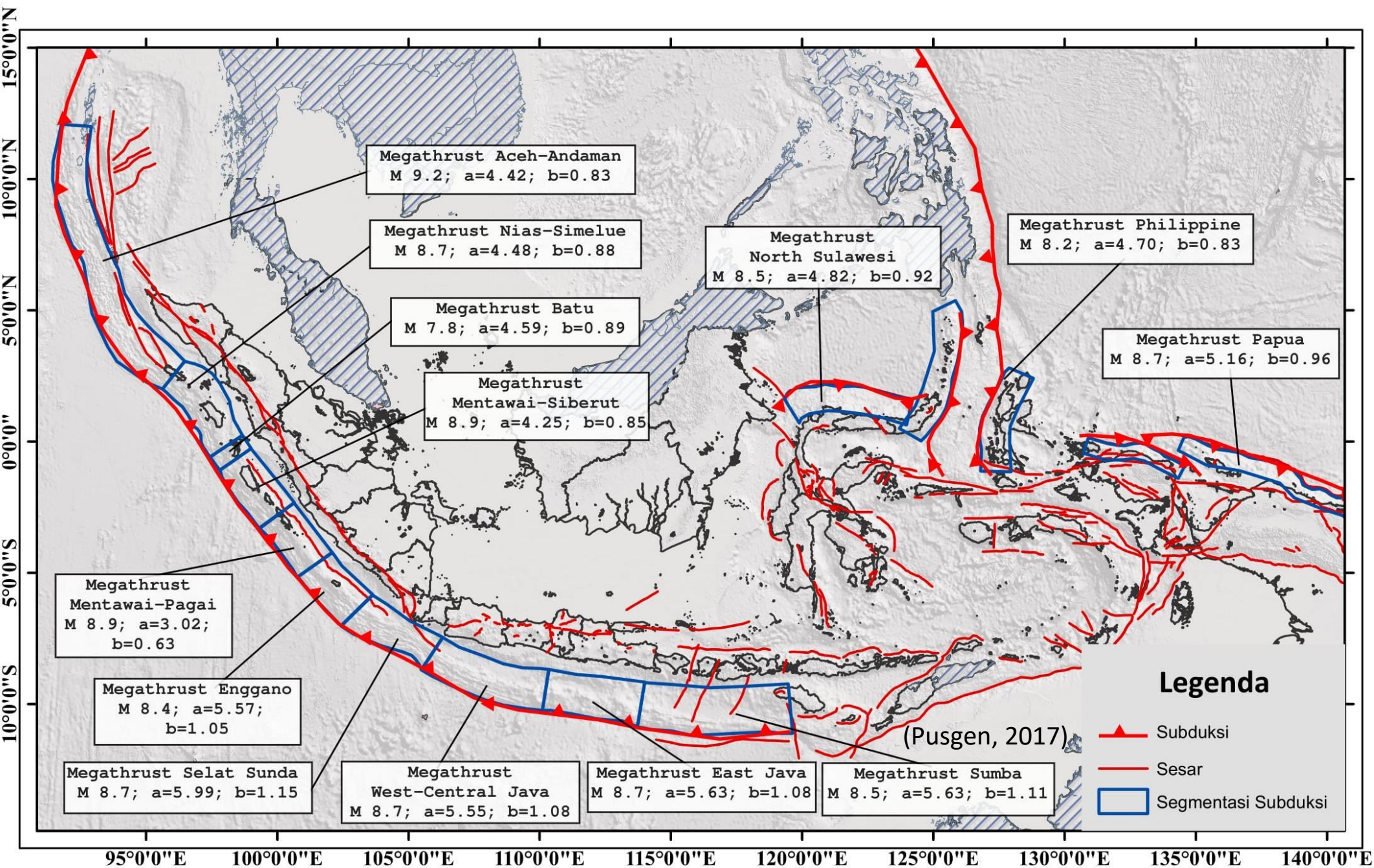
(Yuval Boneh et. al., 2019)

PETA SUMBER GEMPABUMI DI INDONESIA



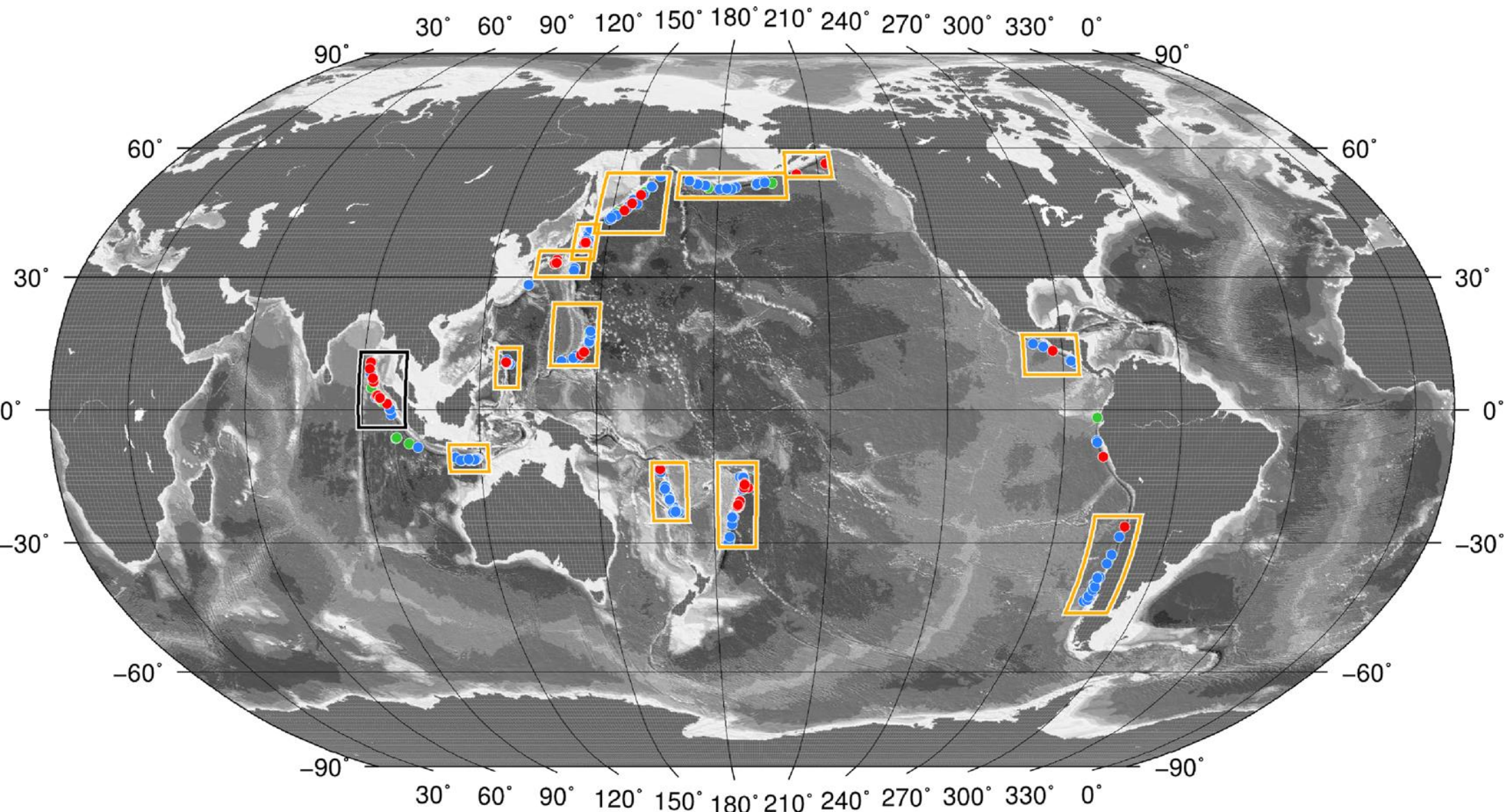
Sebaran sumber gempabumi di Indonesia :

- ✓ Zona megathrust.
- ✓ Zona intraplate/ Benioff.
- ✓ Shallow crustal earthquake/ Sesar aktif.

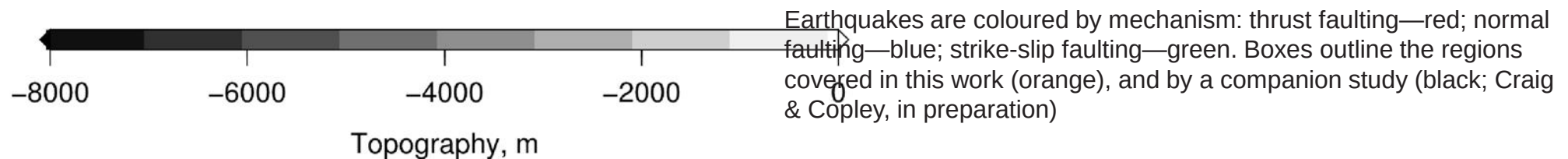


PETA SUMBER GEMPA BUMI ZONA MEGATHRUST DI INDONESIA

Belum ada sumber
gempabumi outer
rise.



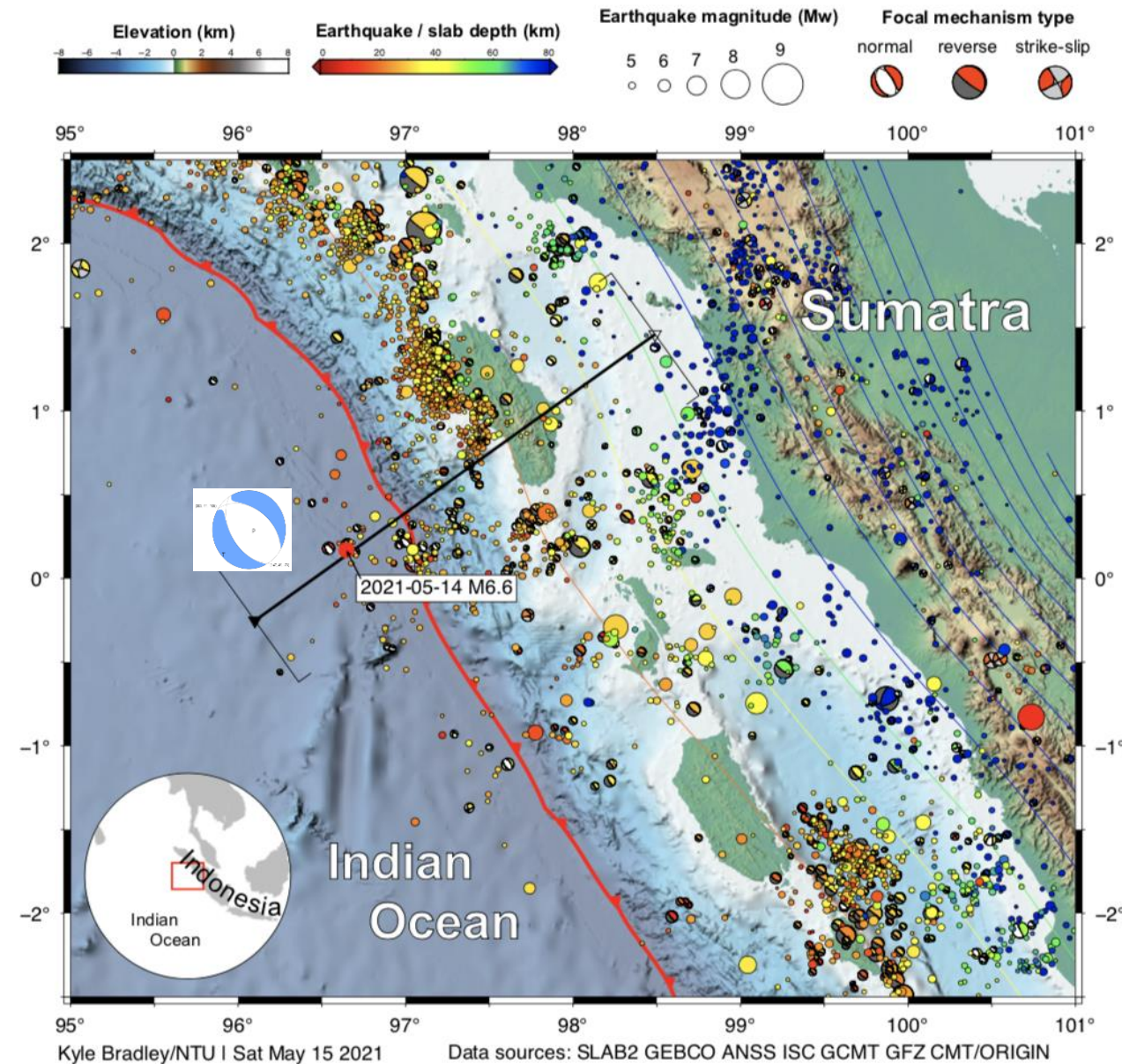
(Craig et al., 2014).



CIRI GEMPABUMI OUTER RISE

- ✓ Terdapat di luar megathrust pada zona pelengkungan
- ✓ Pada kerak samudera.
- ✓ Magnitudo besar, bisa mencapai $> M8,0$
- ✓ Mekanisme dominan sesar normal.
- ✓ Kedalaman dangkal.
- ✓ Berpotensi memicu tsunami.

May 14, 2021 Mw 6.6 earthquake, offshore of Nias, Sumatra



(Lauriane Chardot dkk., 2021)

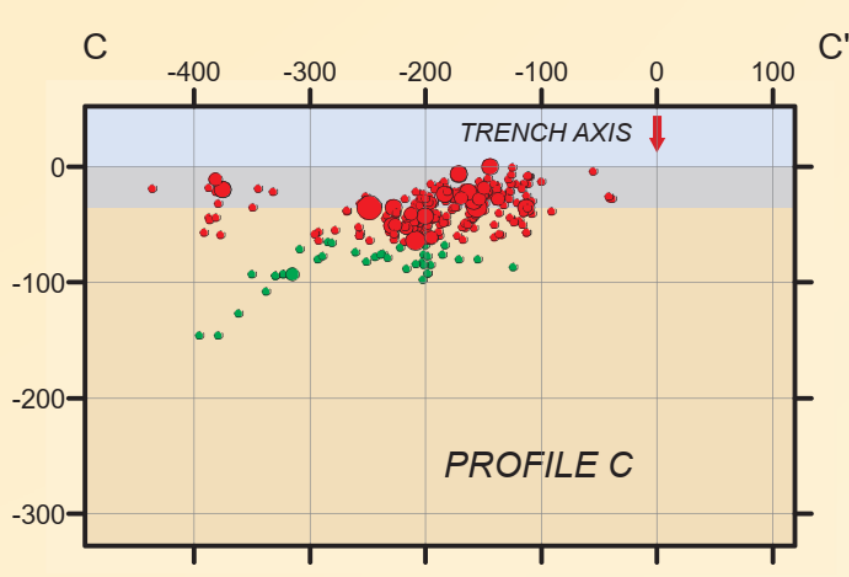
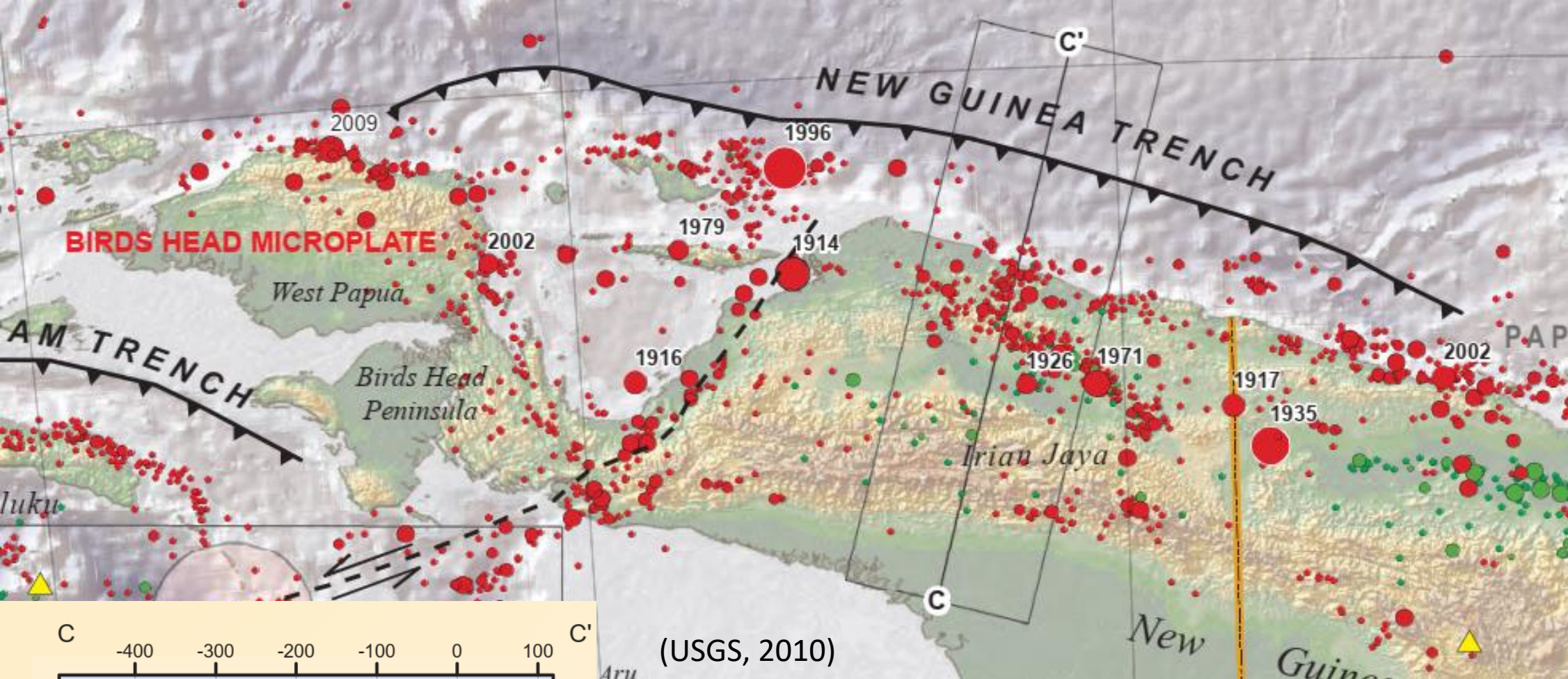
GEMPABUMI OUTER RISE DI INDONESIA

1. **Gempa selatan Jawa** berkekuatan M7,5 yang memicu tsunami di selatan Jawa pada 11 September 1921.
2. **Gempa selatan Sumbawa** berkekuatan M8,3 yang memicu tsunami destruktif di selatan Sumbawa pada 19 Agustus 1977.
3. **Gempa selatan Bali** berkekuatan M6,0 pada 9 Juni 2016 yang mengguncang Pulau Bali.
4. **Gempa selatan Jawa Barat** M5,1 pada 15 Juli 2016 yang mengguncang pesisir selatan Jawa Barat.
5. **Gempa Bengkulu dan Lampung** berkekuatan M 5,4 yang mengguncang pesisir Bengkulu hingga Lampung pada 23 Juli 2016.
6. **Gempa selatan Bali** berkekuatan M5,3 yang mengguncang Bali Selatan pada 17 Maret 2017.
7. **Gempa selatan Bali** berkekuatan M5,1 yang mengguncang Bali Selatan pada 9 Juni 2019.
8. **Gempa selatan Bali** berkekuatan M6,5 pada 19 Maret 2020 yang dirasakan hampir di seluruh Bali dan Lombok dengan skala intensitas mencapai IV MMI.
9. **Gempa Nias** berkekuatan M 6,7 pada 14 Mei 2021 yang dirasakan di Pulau Nias, Sumatra Utara, Aceh dan Sumatra Barat.

Terdapat dua kejadian tsunami yang diakibatkan oleh gempa bersumber di zona outer rise, yaitu :

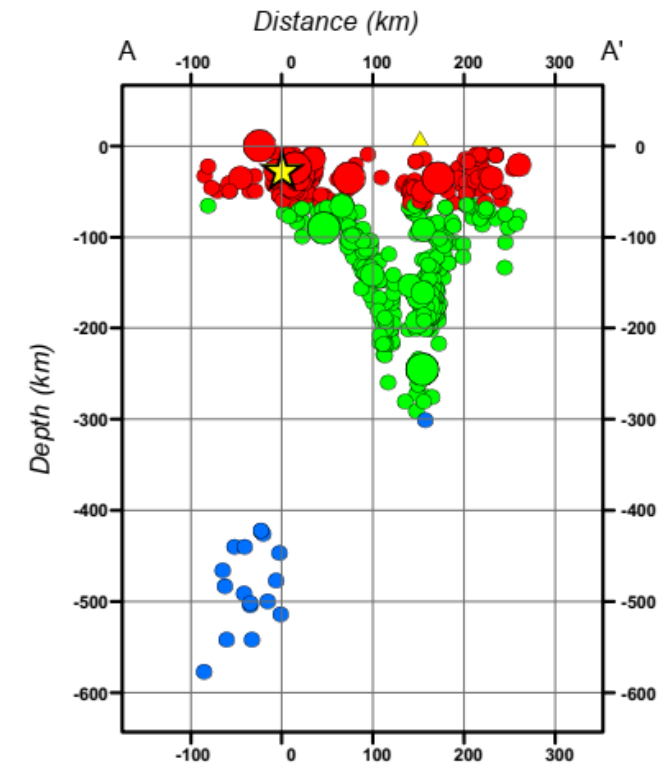
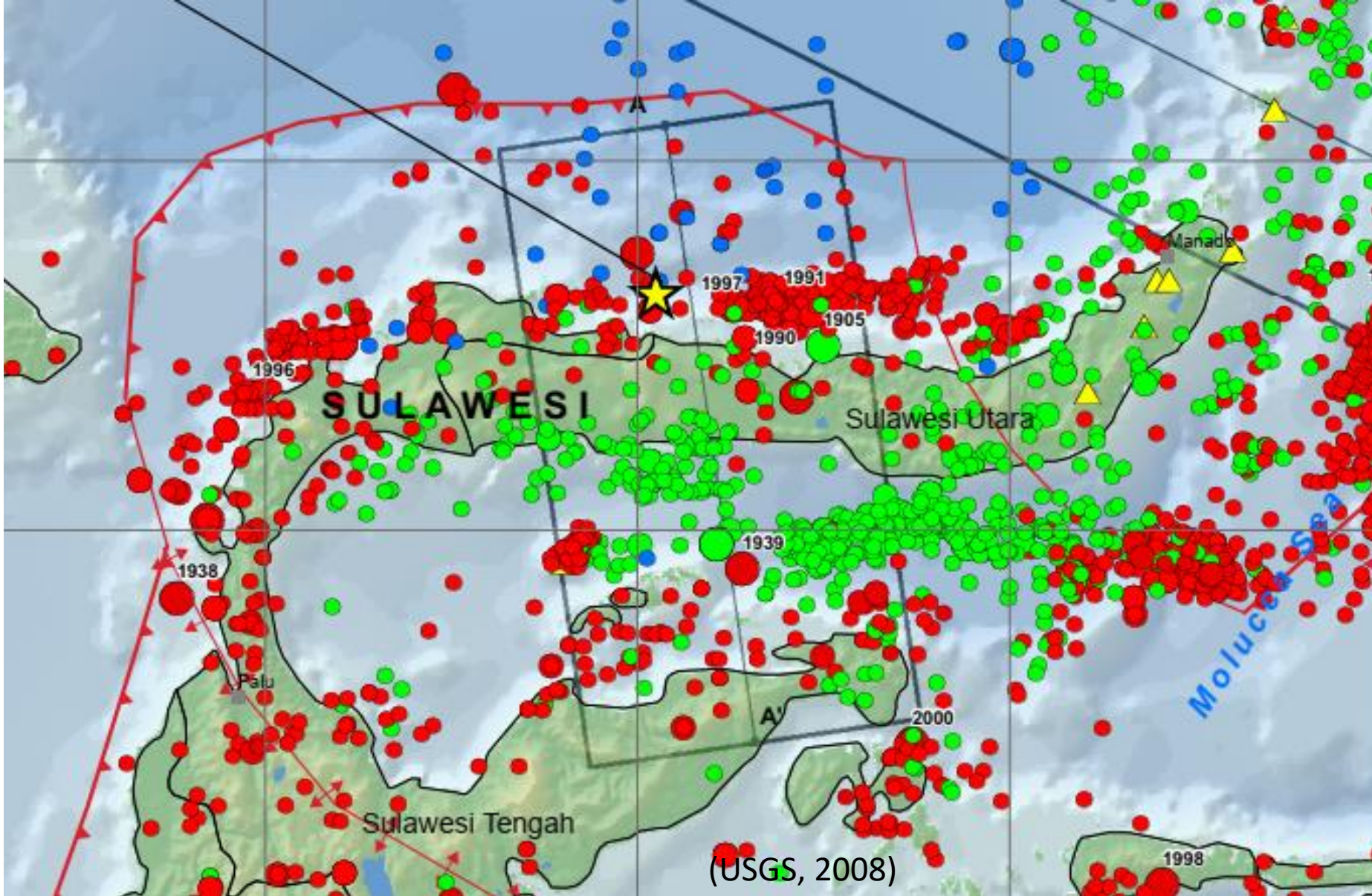
1. Tsunami di Sumba, Sumbawa, Lombok, Bali 1977.
2. Tsunami Jawa 1921.

(Daryono, 2021 dalam <https://www.kompas.com/sains/read/2021/05/15/100200623/apa-itu-zona-outer-rise-sumber-gempa-di-nias-barat>)



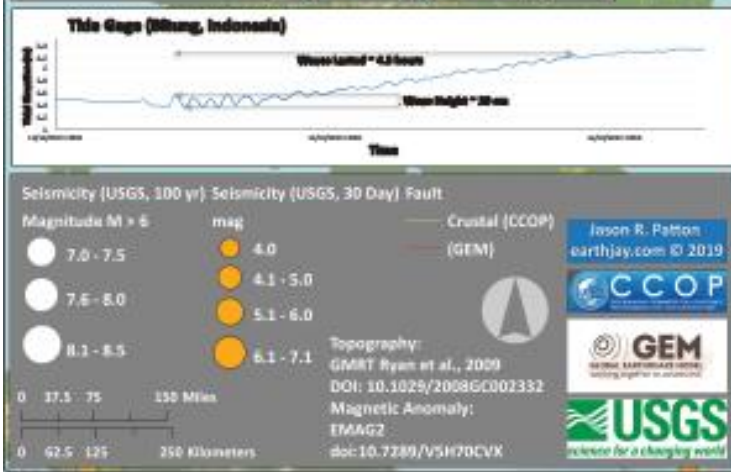
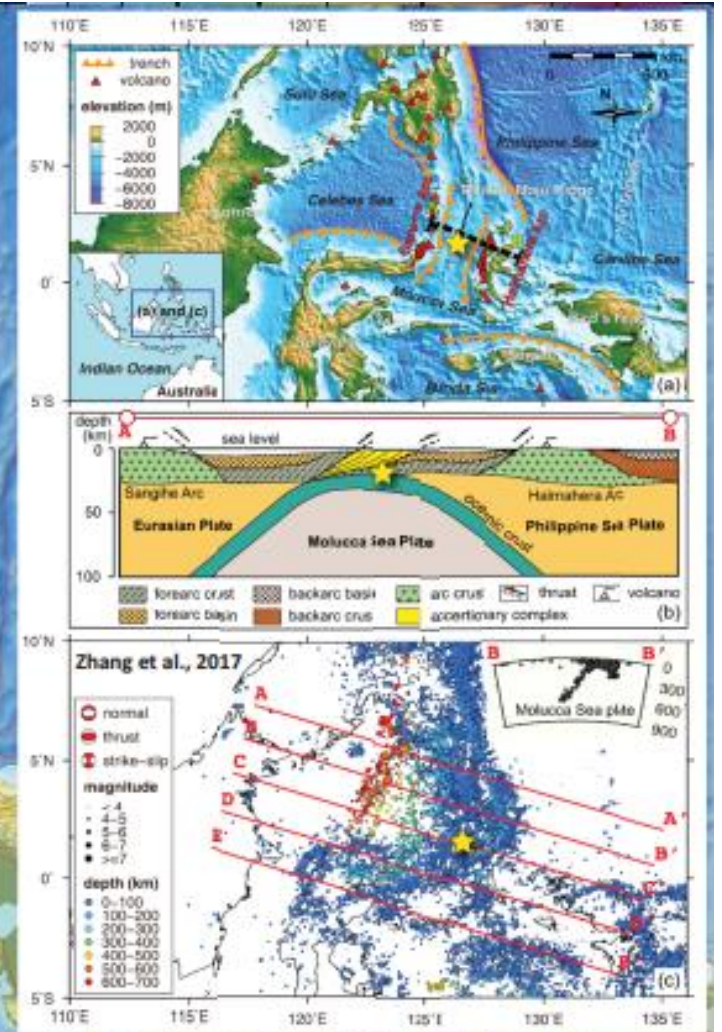
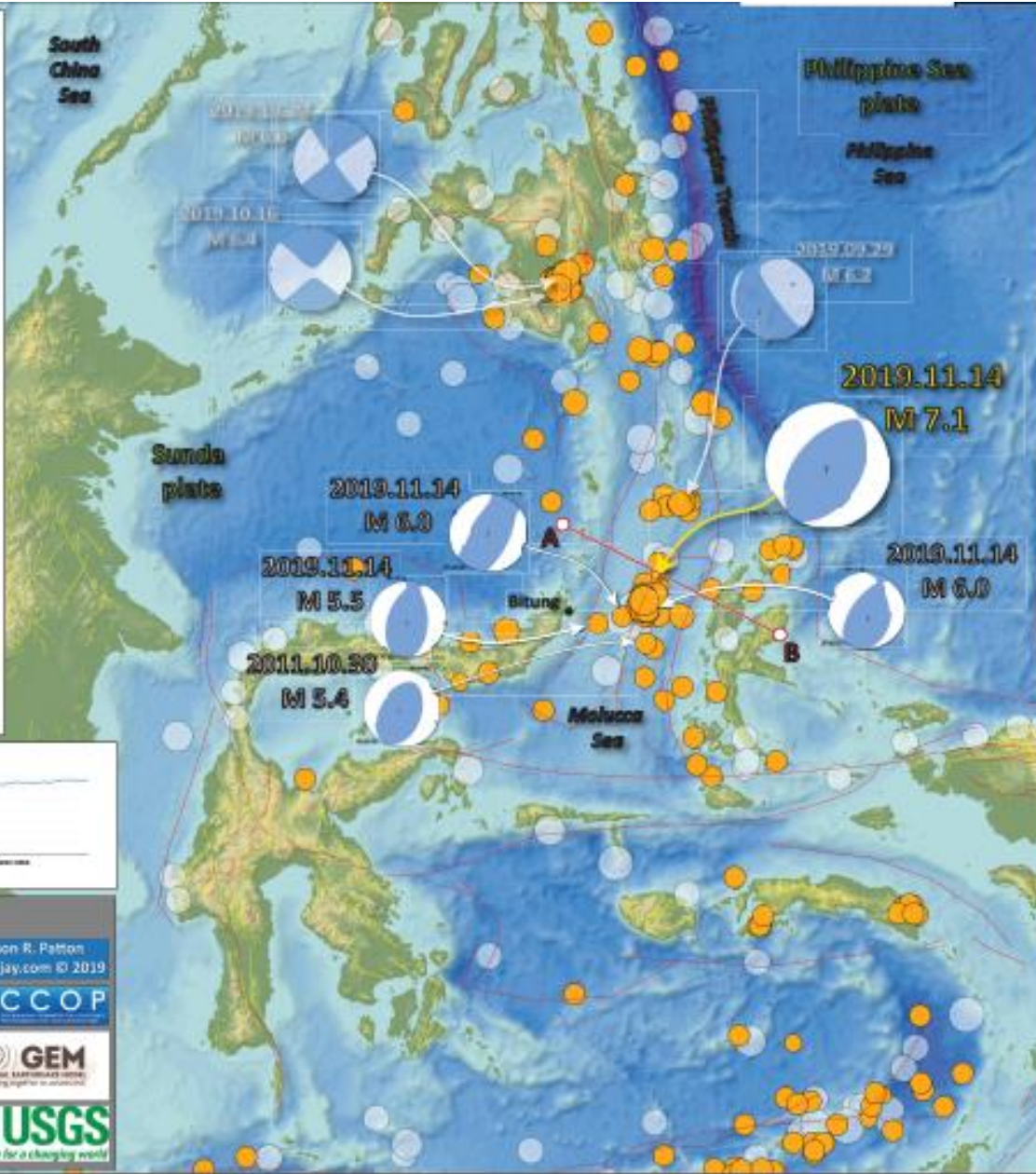
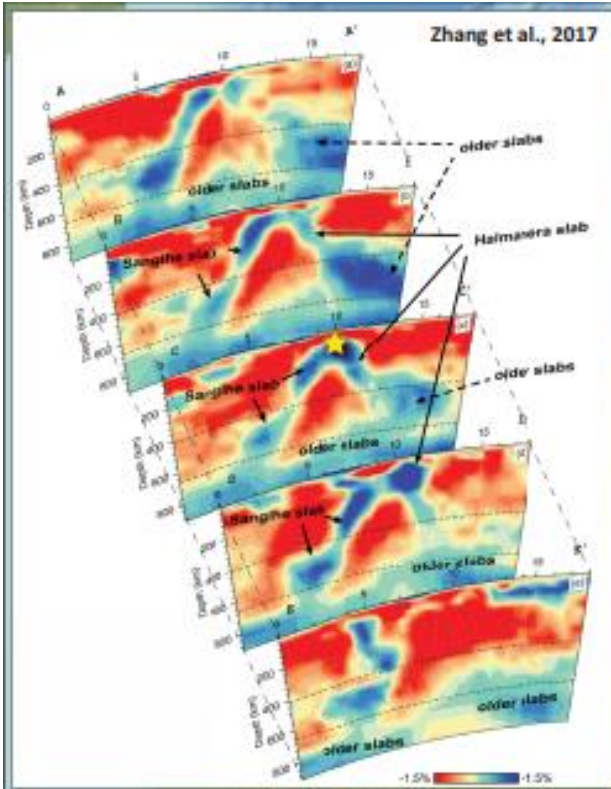
KEGEMPAAN DI PAPUA TAHUN 1900 – 2010 :

- ✓ Gempa bumi *megathrust* relatif jarang, kecuali di sekitar P. Biak).
- ✓ Tidak ada gempa bumi *outer rise*.



KEGEMPAAN DI SULAWESI TAHUN 1900 – 2008 :

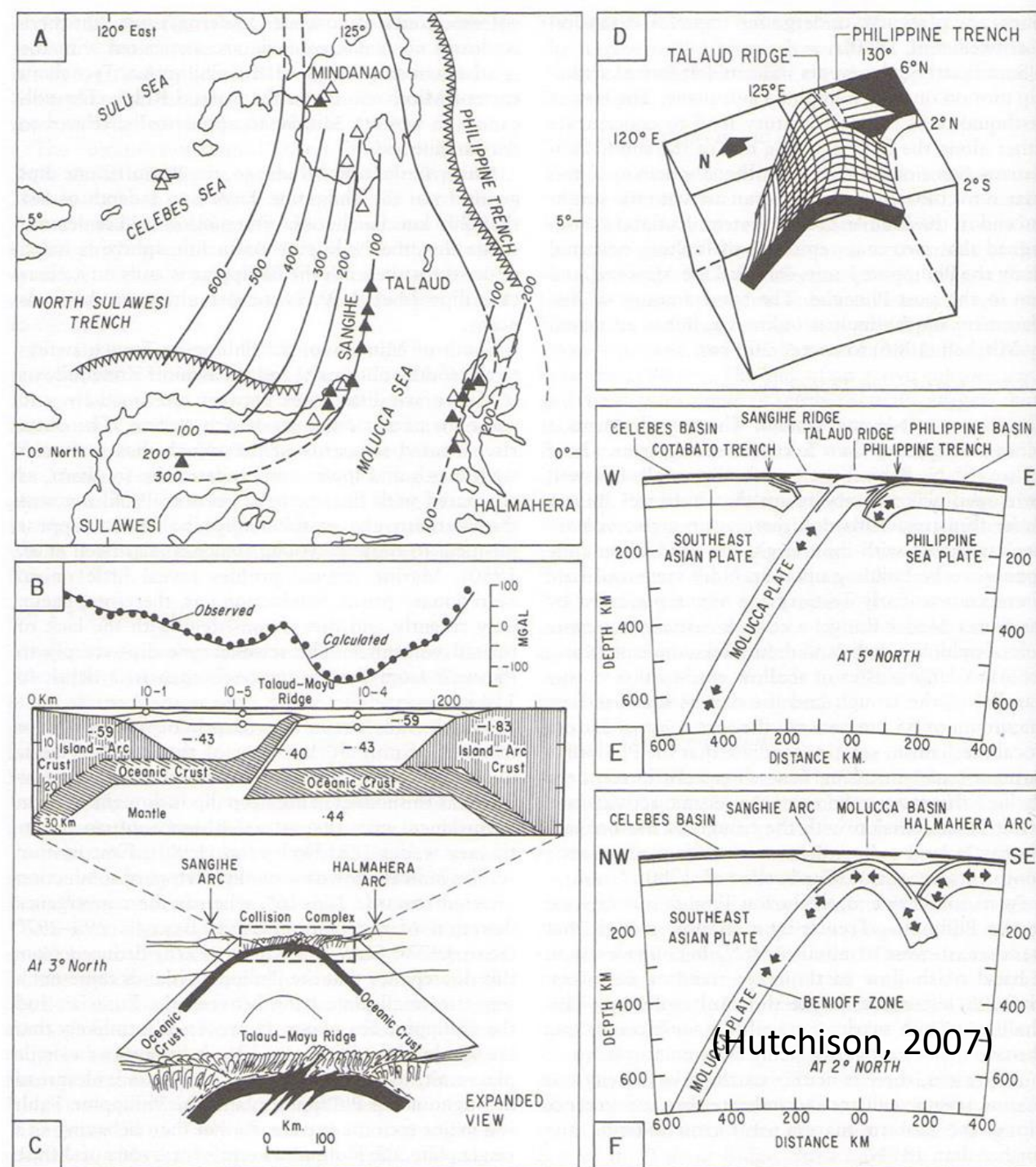
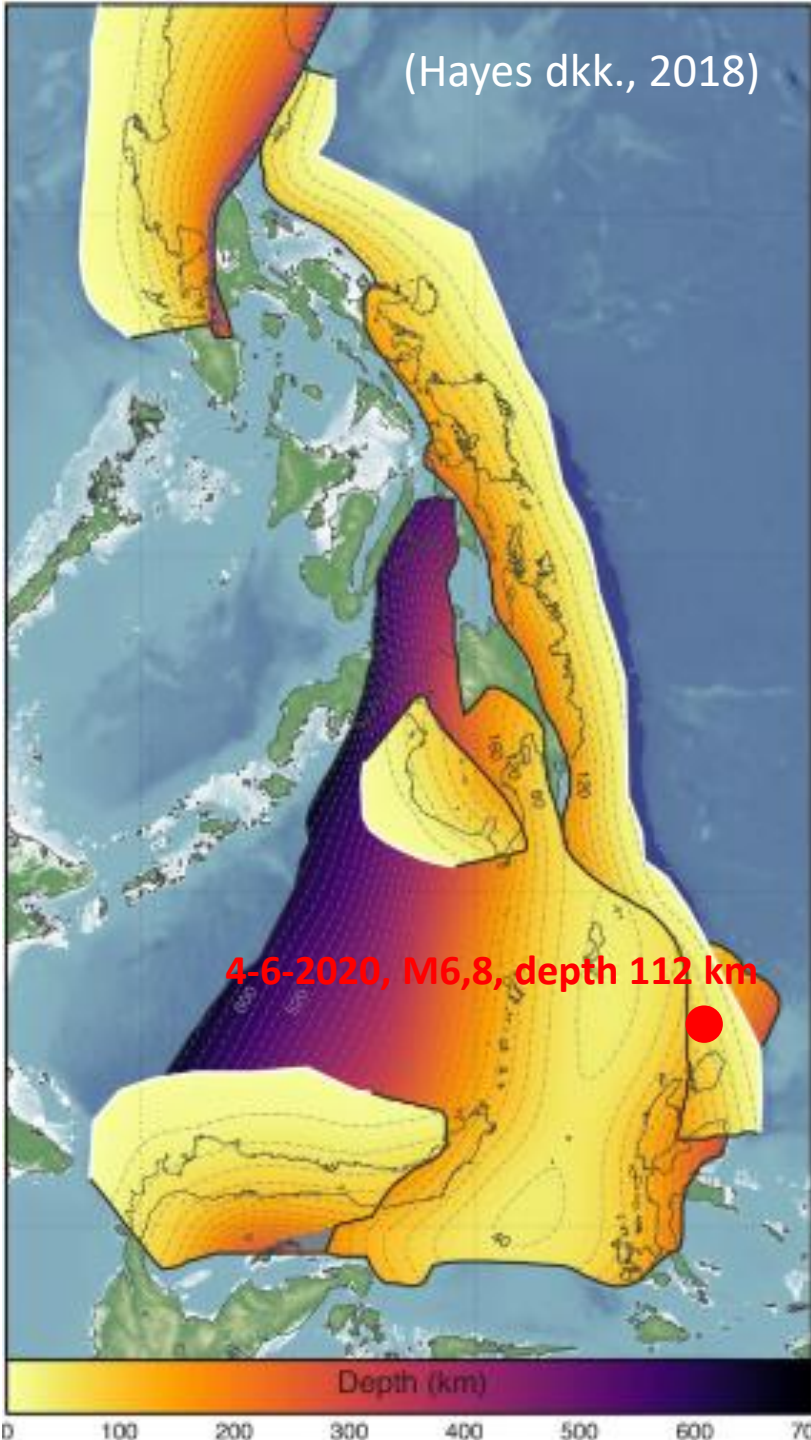
- ✓ Sebaran gempa bumi *megathrust*.
- ✓ Tidak ada gempa bumi *outer rise*.

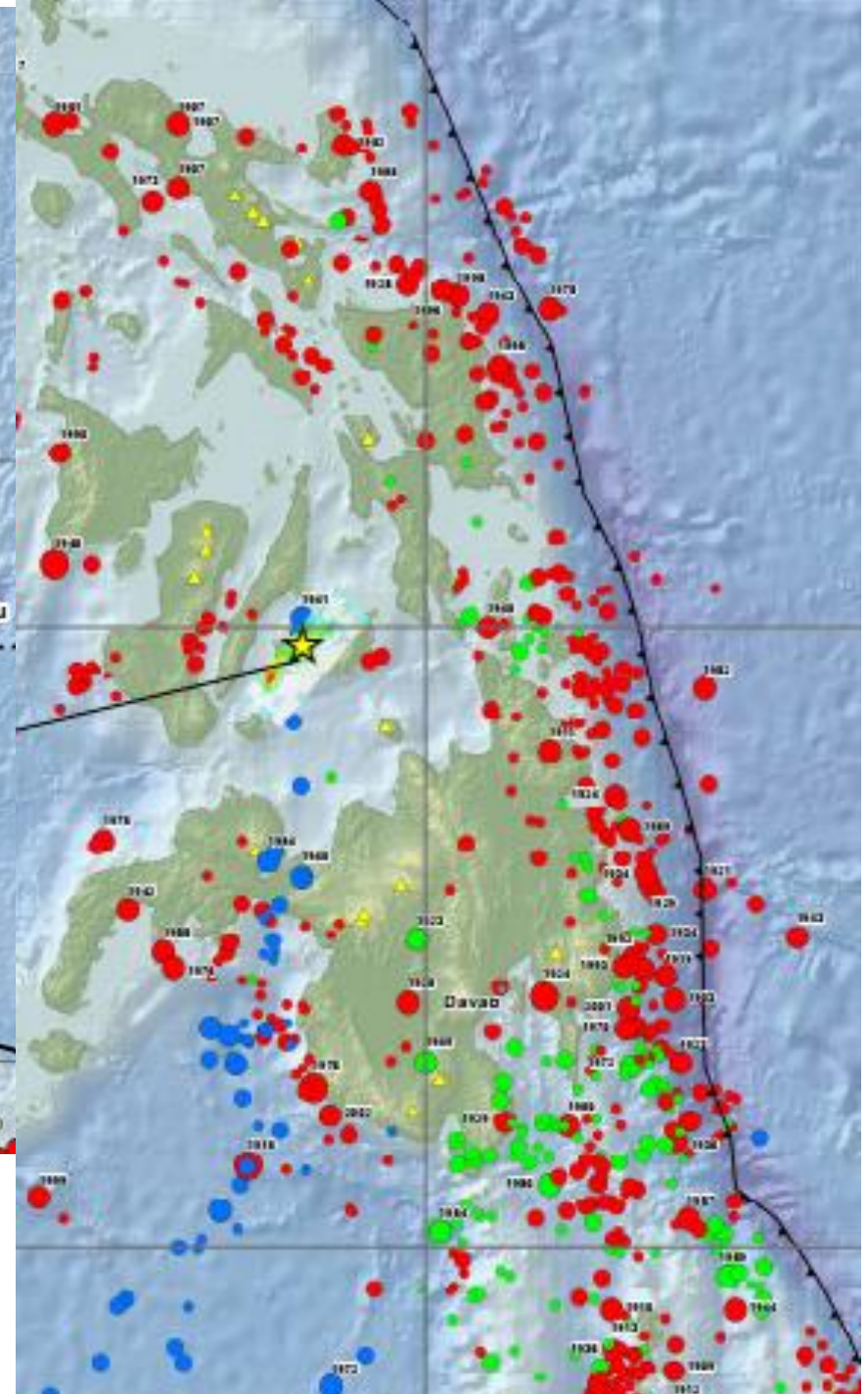
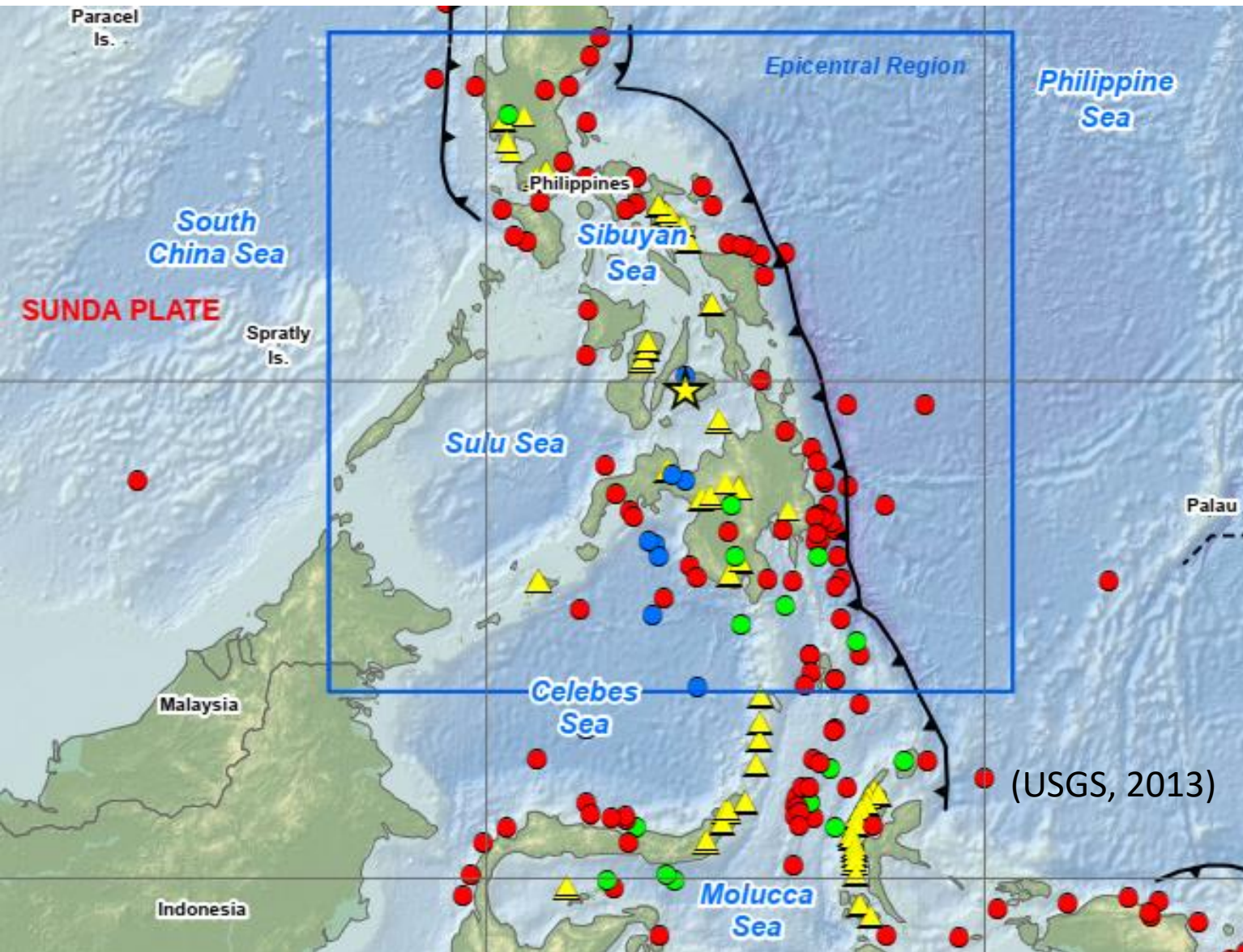


(USGS, 2019)

(Hayes dkk., 2018)

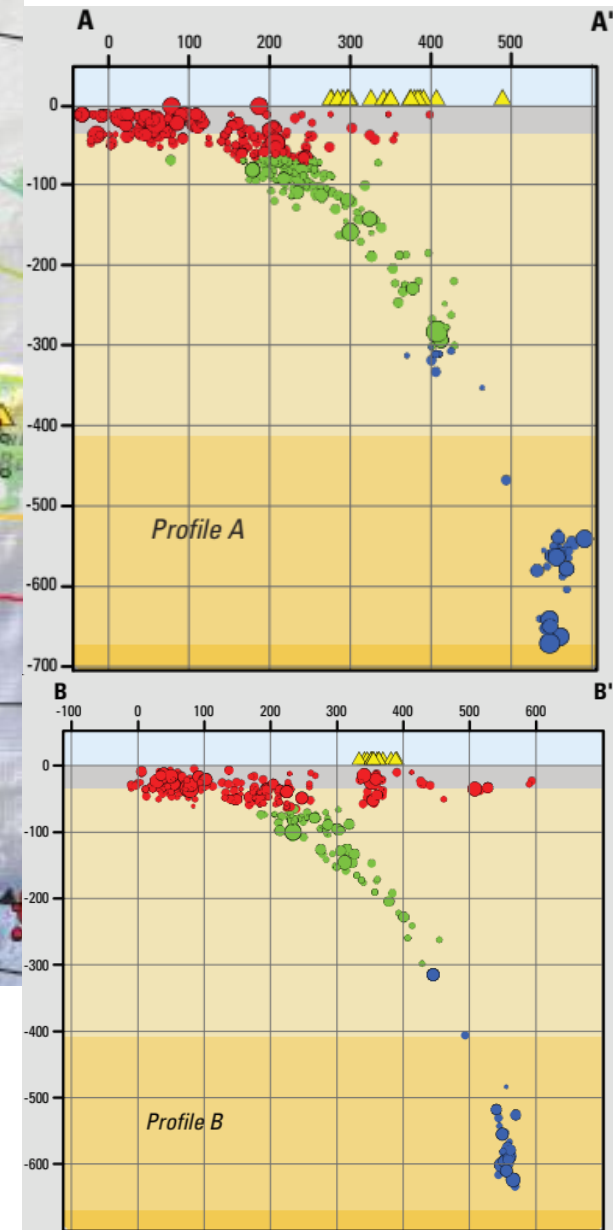
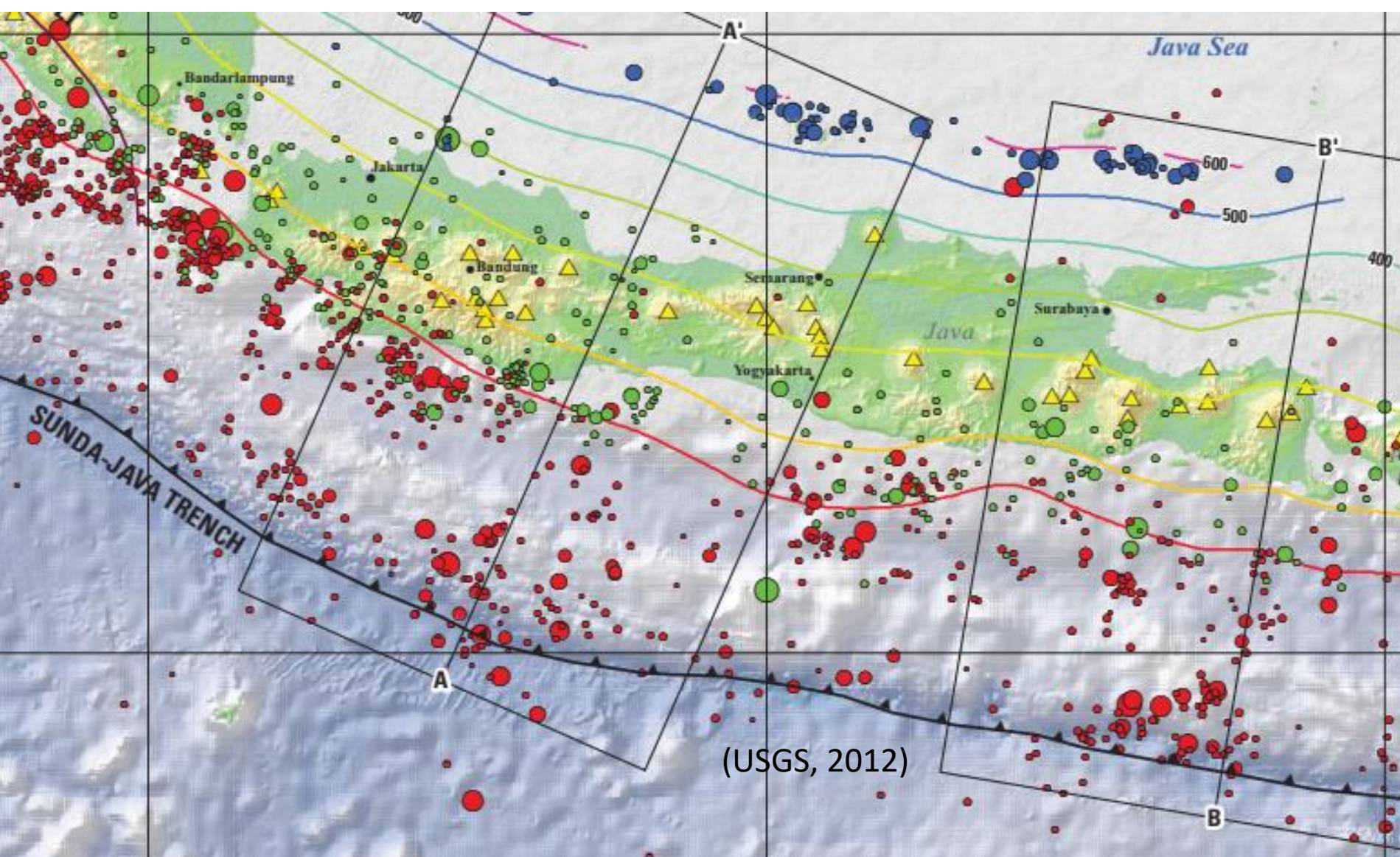
4-6-2020, M6,8, depth 112 km





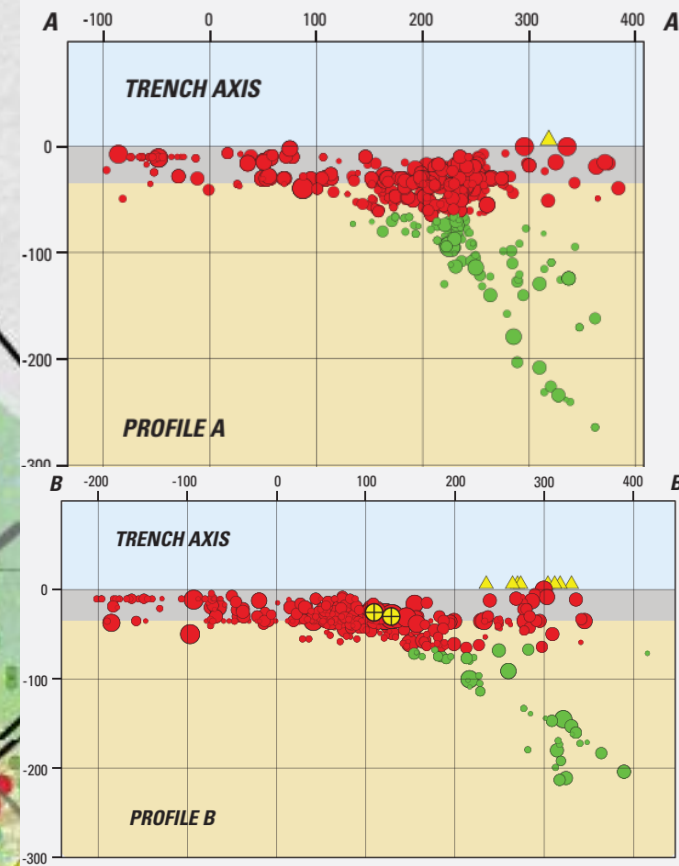
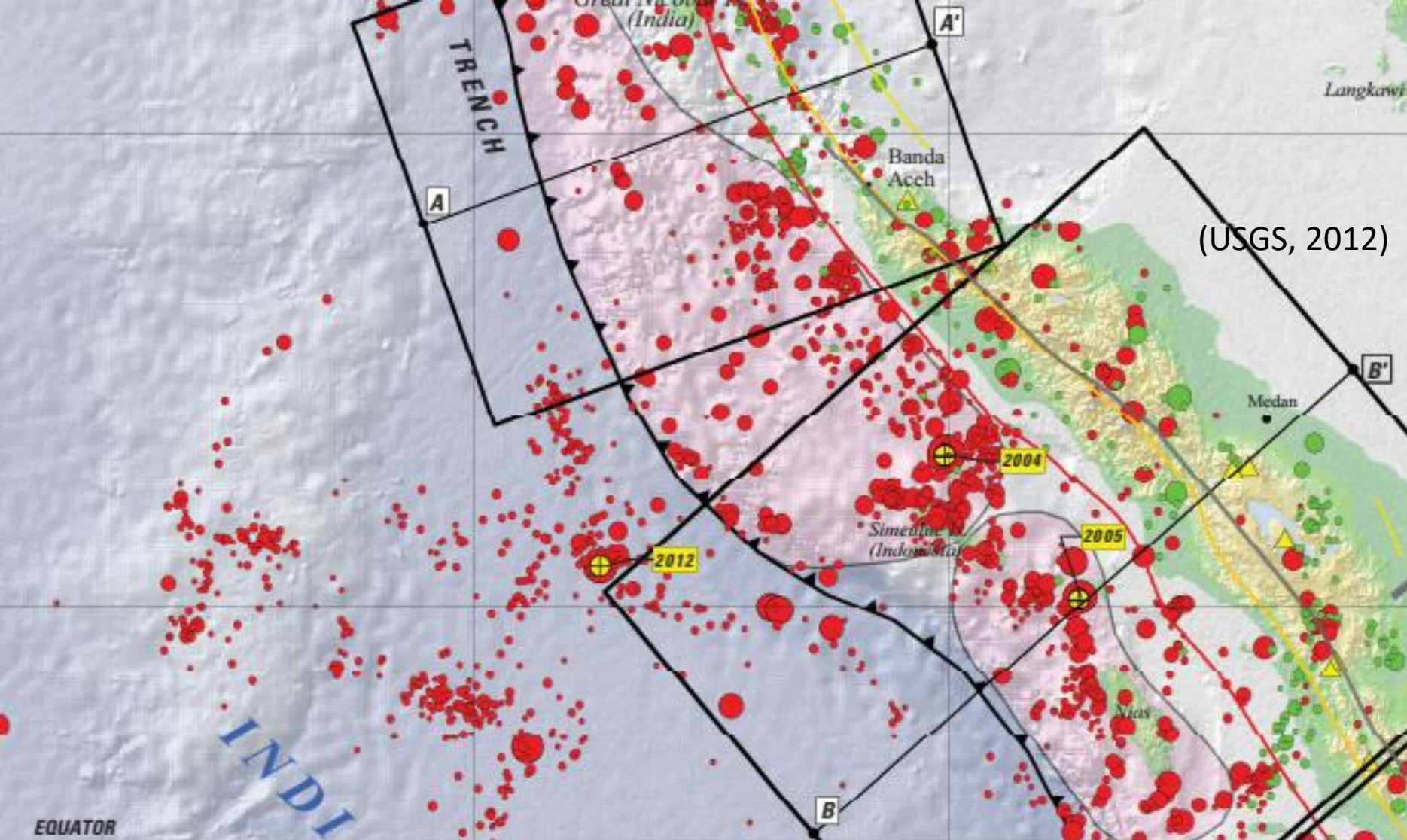
KEGEMPAAN DI PENUNJAMAN FILIPHINA TAHUN 1900 – 2013 :

- ✓ Sebaran gempa bumi *megathrust*.
- ✓ Gempa bumi *outer rise* di timur Filiphina.



KEGEMPAAN DI PULAU JAWA TAHUN 1900 – 2012 :

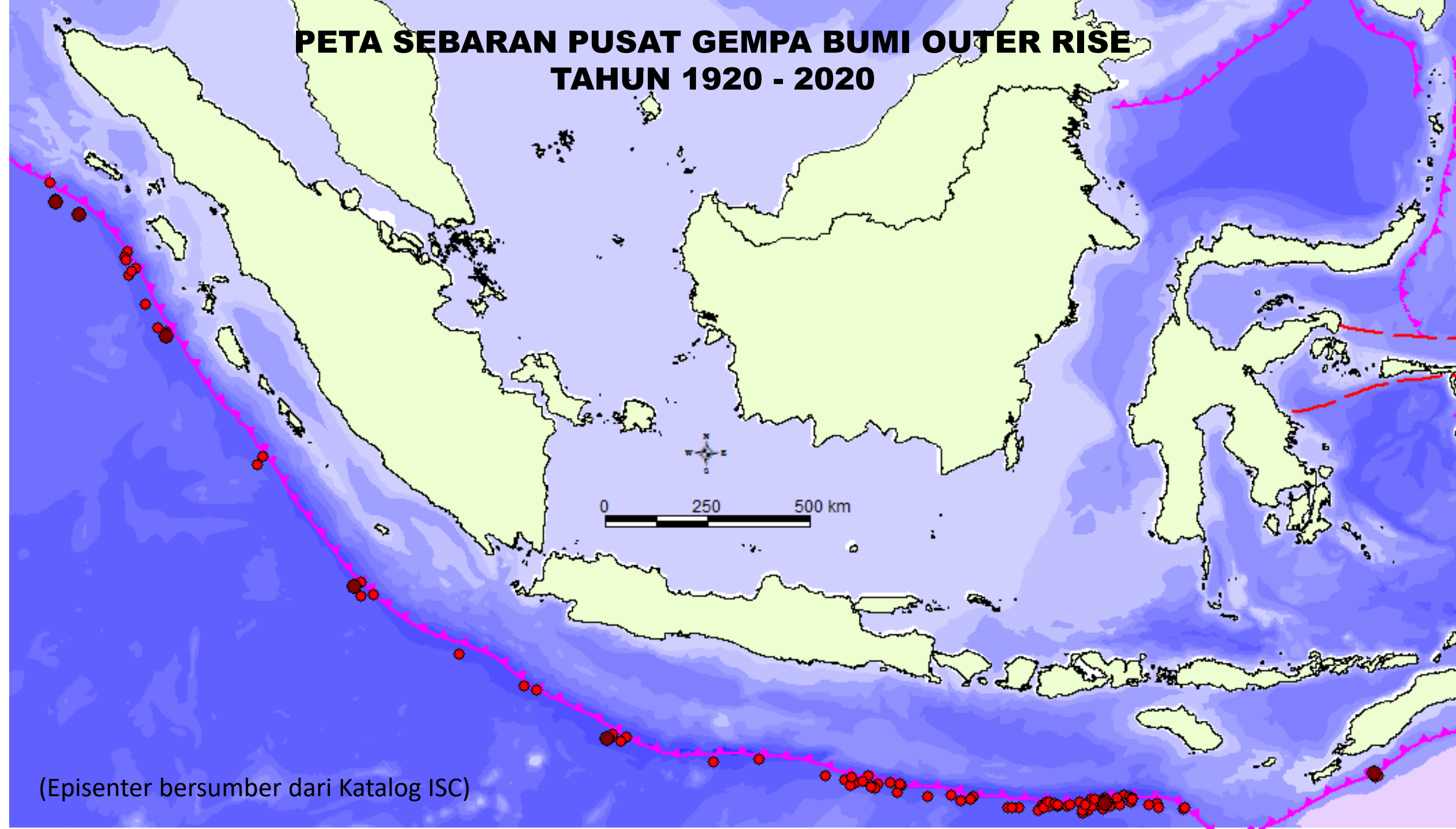
- ✓ Sebaran gempa bumi *megathrust*.
- ✓ Terdapat gempa bumi *outer rise*.



KEGEMPAAN DI PULAU SUMATERA TAHUN 1900 – 2012 :

- ✓ Sebaran gempa bumi *megathrust*.
- ✓ Terdapat gempa bumi *outer rise*.
- ✓ Terdapat sebaran gempa bumi di Kerak Samudera. Pernah terjadi thn 2012, M8,6 mekanisme strike slip.

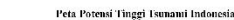
PETA SEBARAN PUSAT GEMPA BUMI OUTER RISE TAHUN 1920 - 2020



(Episenter bersumber dari Katalog ISC)

UPAYA MITIGASI SUMBER GEMPA BUMI OUTER RISE

- ✓ Upaya mitigasi gempa bumi dan tsunami pada prinsipnya menghindari hingga mengurangi bahaya gempa bumi (guncangan, FSR, collateral hazard) dan bahaya tsunami (TH, FD, ID, kecepatan, material/ debris tsunami, scouring).
- ✓ Mengidentifikasi karakteristik sumber gempa bumi *outer rise* meliputi sebaran, M_{maks} (dari MCE, MPE), slip rate, perulangan. Sumber gempabumi *outer rise* belum masuk dalam sumber gempa bumi nasional.
- ✓ Mengidentifikasi wilayah yang berpotensi terdampak bahaya gempa bumi dan juga potensi tsunami bersumber zona *outer rise*, yaitu Kepulauan di barat Sumatera, daerah selatan Jawa, Bali, Nusa Tenggara.
- ✓ Meningkatkan upaya mitigasi gempa bumi dan tsunami di daerah-daerah tsb melalui mitigasi struktural dan mitigasi non struktural (sosialisasi, simulasi, wajib latih yang dilakukan secara rutin).



Peta ini menyajikan gambaran mengenai kerusakan tsunami yang direpresentasikan oleh ketinggian tsunami di garis pantai saja. Dengan demikian informasi dalam peta ini tidak dapat digunakan secara langsung untuk menyimpulkan mengenai pengaruh maupun luas landasan tsunami serta fenomena di daratan. Peta yang disusun ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh para pemangku kebijakan dan masyarakat, khususnya untuk:

- *Assessing potential tsunami potential in order to plan business based mitigation*

This map highlights that high tsunami hazard area in Indonesia consists of the western coast of Sumatra, the southern coast of Java, Bali, West and East Nusa Tenggara, northern Papua, Sulawesi, Maluku and North Maluku. Areas with low tsunami hazard are the northern coast of Java, the east coast of Sumatra, the West and South coast of Kalimantan, and the southern coast of Papua.

Map of Potential Tsunami Height in Indonesia

represented by the tsunami height on the coastline. Therefore, the information in this map cannot be used to directly infer inundation extents, run-ups, damage or other coastline phenomena. This map is expected to be used by stake holders and the community, including for:

- Assessing general tsunami potential in order to plan tsunami hazard mitigation;

This map highlights that high tsunami hazard area in Indonesia consist of the western coast of Sumatra, the southern coast of Java, Bali, West and East Nusa Tenggara, northern Papua, Sulawesi, Maluku and North Maluku. Areas with low tsunami hazard are the northern coast of Java, the east coast of Sumatra, the West and North coast of Kalimantan, and the southern coast of Papua.

Pemodelan Tsunami dan Sumber Data / *Tsunami Modeling and Data Source*

3. Peta dasar menggunakan Batimetri Nasional dari Badan Informasi Geospasial (BIG)

Data used for modeling and maps:

1. GLBCO 89 one-second spatial data as bathymetry data.

Legenda / Legend

Topografi / Topography (m)

Legend for Topography (m):

- 0-500
- 500-1000
- 1000-1500
- 1500-2000
- 2000-2500
- 2500-3000

Legend for Administrative Boundaries:

- Batak District
Capital of the Province
- Batas Provinsi
Provincial Boundary
- Negara Tetangga Indonesia
Indonesian Neighbor Country

Daftar Acuan / Reference

Horspool, S., Pranantyo, I.R., Griffin, J., Lanier, H., Saevarsdottir, D.H., Komgo, W., Cipta, A., Busmanan, Anugrah, S.D., & Ihio, J.K. (2017). *Kajian Nasional Bahaya Tsunami untuk Indonesia*. Australia: Indonesia Facility for Disaster Reduction.

Tim Pusek Studi Gejala Nasional (2017). *Peta sumber dan bahaya gempa Indonesia tahun 2017*. Bandung, Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemetaan dan Pemukiman, Kementerian PUPR.

Tim Revisi Peta Gejala Indonesia (2019). *Ringkasan Hasil Studi*. 2019. Bandung, Indonesia.

Descurainia (L.) Koch: Shepherdia

Acta ini dapat diperoleh di:
 1. Perpustakaan dan Mitigasi Bencana Geologi (PMBG)
 Gedung B, Jl. Kaula Jawa Barat 43/22, Lingsar

Tel: +359 2 727 2606, 7271 402 | Fax: +359 2 720 2761
 E-mail: info@euro-paid.com
 Web: www.euro-paid.com

Copyright © 2020

(Robiana dkk. 2020)

KESIMPULAN

- ✓ Gempa bumi *outer rise* merupakan sumber gempa bumi di luar/ belakang *megathrust* pada zona *bending*/ pelengkungan.
- ✓ Gempa bumi *outer rise* dicirikan terdapat pada kerak samudera, mekanisme sesar normal, kedalaman dangkal, dan magnitudo bisa besar (berpotensi terjadi tsunami).
- ✓ Sebaran gempa bumi *outer rise* di Indonesia adalah di barat pulau Sumatera, selatan Jawa-Bali-Nusa Tenggara. Selain itu di barat pulau Sumatera terdapat gempa bumi di kerak Samudera yang berpotensi menghasilkan gempa bumi $> M8,0$.
- ✓ Harus meningkatkan upaya mitigasi gempa bumi dan tsunami di daerah yang terletak dekat sumber gempa bumi *outer rise* melalui mitigasi struktural dan mitigasi non struktural.



CATATAN PENUTUP

Untuk Bapak/ Ibu yang tinggal dan beraktivitas di KRBG/ KRBT : kenali sumber gempabumi/ sumber pembangkit tsunami, kenali bahaya gempabumi/ tsunami, kenali tempat dan jalur evakuasi, ikuti pelatihan dan simulasi bencana gempabumi/ tsunami, dan tingkatkan kapasitas dalam menghadapi kemungkinan kejadian perulangan gempabumi/ tsunami.

~ TERIMA KASIH ~



KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
Ministry of Energy and Mineral Resources

BADAN GEOLOGI
GEOLOGICAL AGENCY

PUSAT VULKANOLOGI DAN MITIGASI BENCANA GEOLOGI
Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation

✉ Jalan Diponegoro, No. 57
Bandung 40122, Indonesia
☎ +62 22 7271402; +62 22 7272606
📠 +62 22 7202761
@ pvmbg@esdm.go.id
🌐 <http://www.vsi.esdm.go.id/>



www.geologi.esdm.go.id



[@kabargeologi](https://twitter.com/kabargeologi)



Badan Geologi



Badan Geologi



[@kabargeologi](https://www.instagram.com/kabargeologi)