



GEMPA PALU- DONGGALA : PENGAJARAN KEPADA KITA

PROF. IR. DR. RAMLI NAZIR
CENTRE OF TROPICAL GEOENGINEERING
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA.

Dengan kerja sama

**Pusat Gempa Nasional Indonesia (PusGen),
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan
Rakyat, Indonesia.**



PuSGeN
Pusat Studi Gempabumi Nasional
The National Research Center for Earthquake

Preliminary Survey Team, in collaboration with:

(1) The National Research Center for Earthquake



(2) Team for Updating of Seismic Hazard Maps of Indonesia 2017



(3) The Indonesian Society for Geotechnical Engineering (HATTI)



(4) Tropical Geoengineering Centre (GEOTROPIK) UTM - Malaysia



BAHAGIAN 1

BAGAIMANA SAYA TERLIBAT

TEAM KAJIAN KESAN GEMPA PALU DAN TUGASAN (8/10 – 13/10/2018)

- KEJURUTERAAN GEOTEKNIK- LIKUIFAKSI, ASAS DAN KEKUATAN TANAH
- KEJURUTERAAN STRUKTUR- PENILAIAN STRUKTUR
- KEJURUTERAAN JALAN DAN JAMBATAN – PENILAIAN JALAN DAN JAMBATAN
- KEJURUTERAAN PANTAI – TSUNAMI DAN PELABUHAN
- GEODESI – LOKASI SEMULA SESAR DAN PEMETAAN SEMULA
- GEOPHYSIC – PENILAIAN SEISMIK
- GEOLOGY – PENCARIAN SESAR DAN PERGERAKAN BUMI

HEAD OF TEAM MEETING (PUSGEN)





DOKUMENTASI TIM BALITBANG SAAT MENYELESAIKAN ASSESMENT BANDARA DAN KANTOR BWS

Badan Penelitian dan Pengembangan: Balitbang

Status 06 Oktober 2018

8 Oct 2018 – 13 Oct 2018



Selasa tgl 9 Oktober ...Balitbang akan mengirim Tim Studi Gempa, untuk melakukan kajian likuifaksi ...dan memberikan advis terkit dengan rencana relokasi perumahan ...agar perencanaannya aman dari bencana lanjutan

Berikut list Tim yang diutus Balitbang yg akan berangkat ke palu

1. Prof Masyhur Irsyam
2. Prof. I Gde Widiadnyana
3. Dr. Danny Hilman N
4. Dr. Hamzah Latief
5. Dr. Mudrik R Daryono
6. Andhika Sahadewa Ph.D
7. Dr. Adrin Tohari
8. Yoga Megantara ST
9. Ibu Diah Affandi (pusjatan)
10. Bapak Ihwan Fauzi (pusjatan)
11. Prof. Ramli (UTM, Malaysia)
12. Dr. Moh. Ridwan (puskim)

TEAM NO.1 (LIKUIFAKSI, GEMPA BUMI DAN TSUNAMI) TUGASAN : SURVEY KAWASAN TERKESAN



TEAM NO: 2
TUGASAN : KAJIAN TERPERINCI
KAWASAN TERKESAN)
14/11/2018 – 19/11/2019

**In collaboration with HATTI, GEER
and Tropical Geoengineering
Centre**



SURAT TUGAS

Nomor: 077/SPT/LP/2018

Sehubungan dengan adanya *site visit* dan penelitian di Palu akibat gempa berkekuatan M7.4 bersama para ahli kegempanan *Geotechnical Extreme Event Reconnaissance* (GEER) dari USA, HATTI dan PuSGeN, dengan ini kami menugaskan nama-nama dalam tim survei pada tanggal 13-18 November 2018 ke Palu, Sulawesi Tengah sebagai berikut:

1. Prof. Masyhur Irsyam (PuSGeN, HATTI)
2. Prof. Widjoyo Adi Prakoso (Universitas Indonesia, HATTI)
3. Dr. Idrus M. Aletas (HATTI)
4. Dr. Didiek Djarwadi (HATTI)
5. Ir. Dandung Sri Haminto, MT (HATTI)
6. Dr. Aaron Gallant (University of Maine)
7. Dr. Ben Mason (Oregon State University)
8. Daniel Hutabarat (HATTI and University of California, Berkeley)
9. Dr. Jack Montgomery (Auburn University)
10. Prof. Joe Wartman (University of Washington)
11. Ir. Agus Himawan, MT (HATTI)
12. Prof. Ramli Nazir (Universiti Teknologi Malaysia)
13. Dr. Nuraini Rahma Hanifa (PuSGeN).

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dilaksanakan dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 9 November 2018
Kepala Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman

Prof. Dr. Ir. Arief Sabaruddin, CES
NID. 19651130 100003 1 004





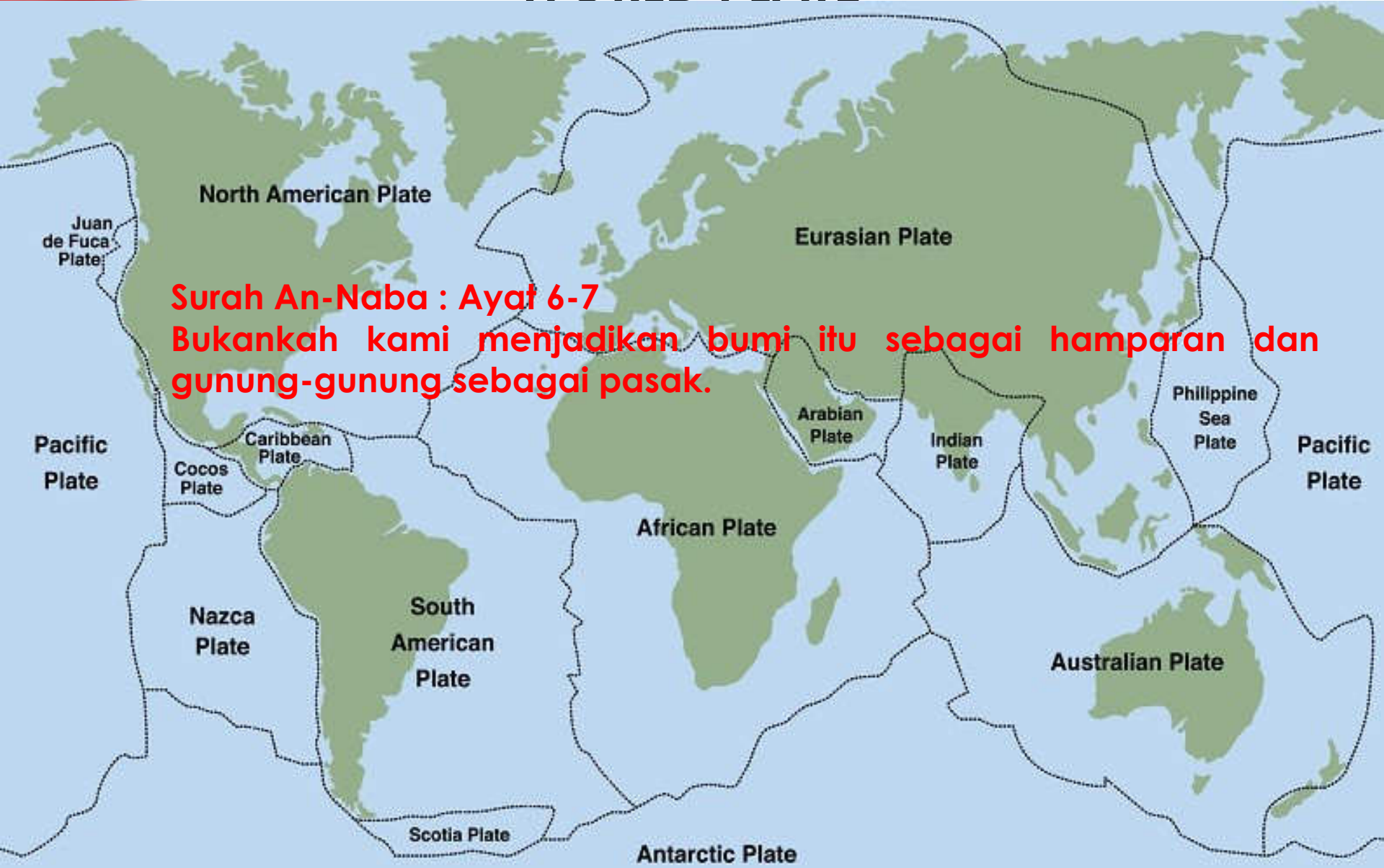
HATTI-PUSGEN-GEER-PUPERA PALU 2018



Bahagian 2

BAGAIMANA GEMPA BUMI BERLAKU?

WORLD PLATE



Surah An-Naba : Ayat 6-7

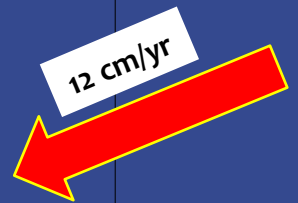
Bukankah kami menjadikan bumi itu sebagai hamparan dan gunung-gunung sebagai pasak.

PERGERAKAN TEKTONIC MUKA BUMI

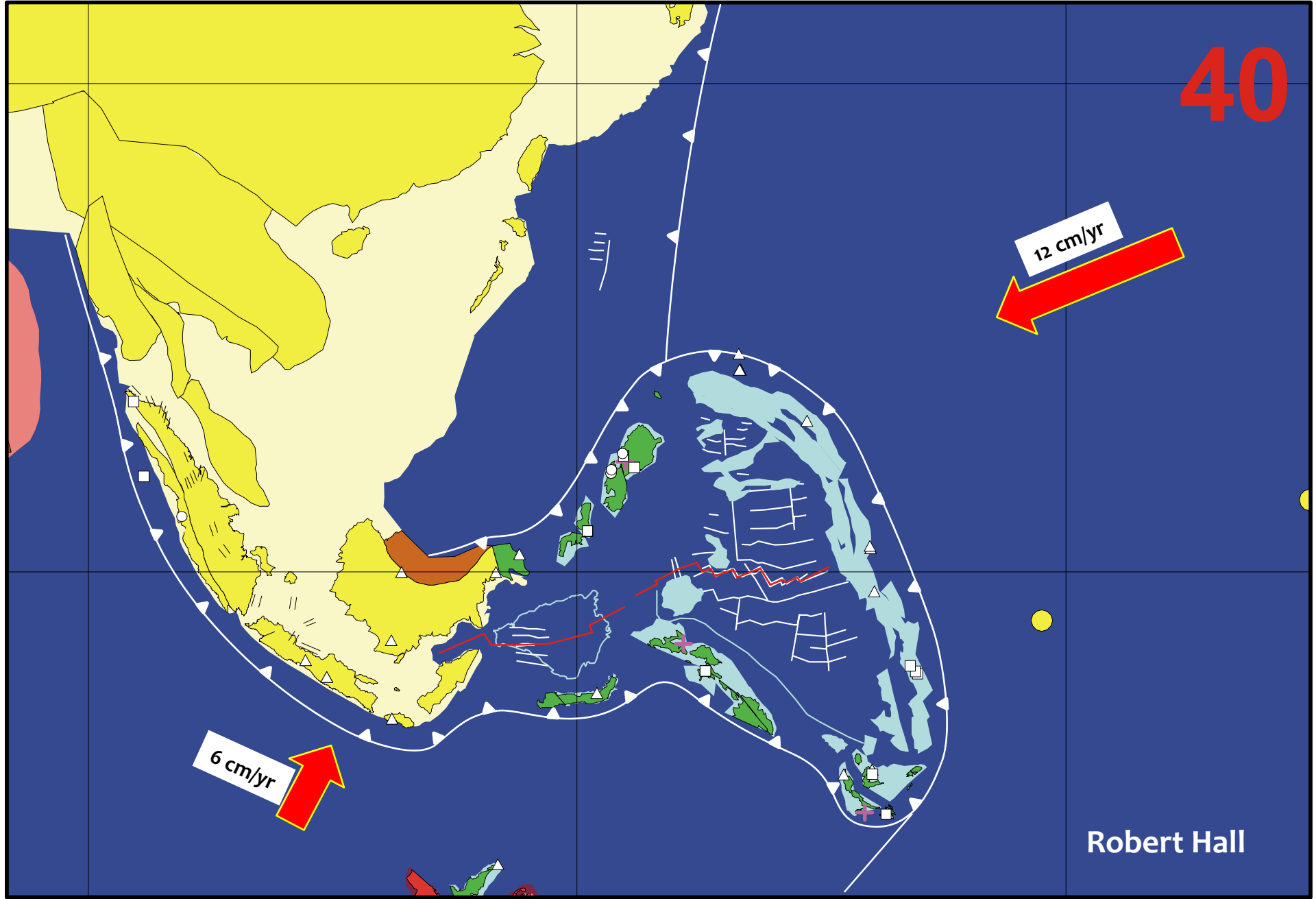
Surah An Naml Ayat 88:

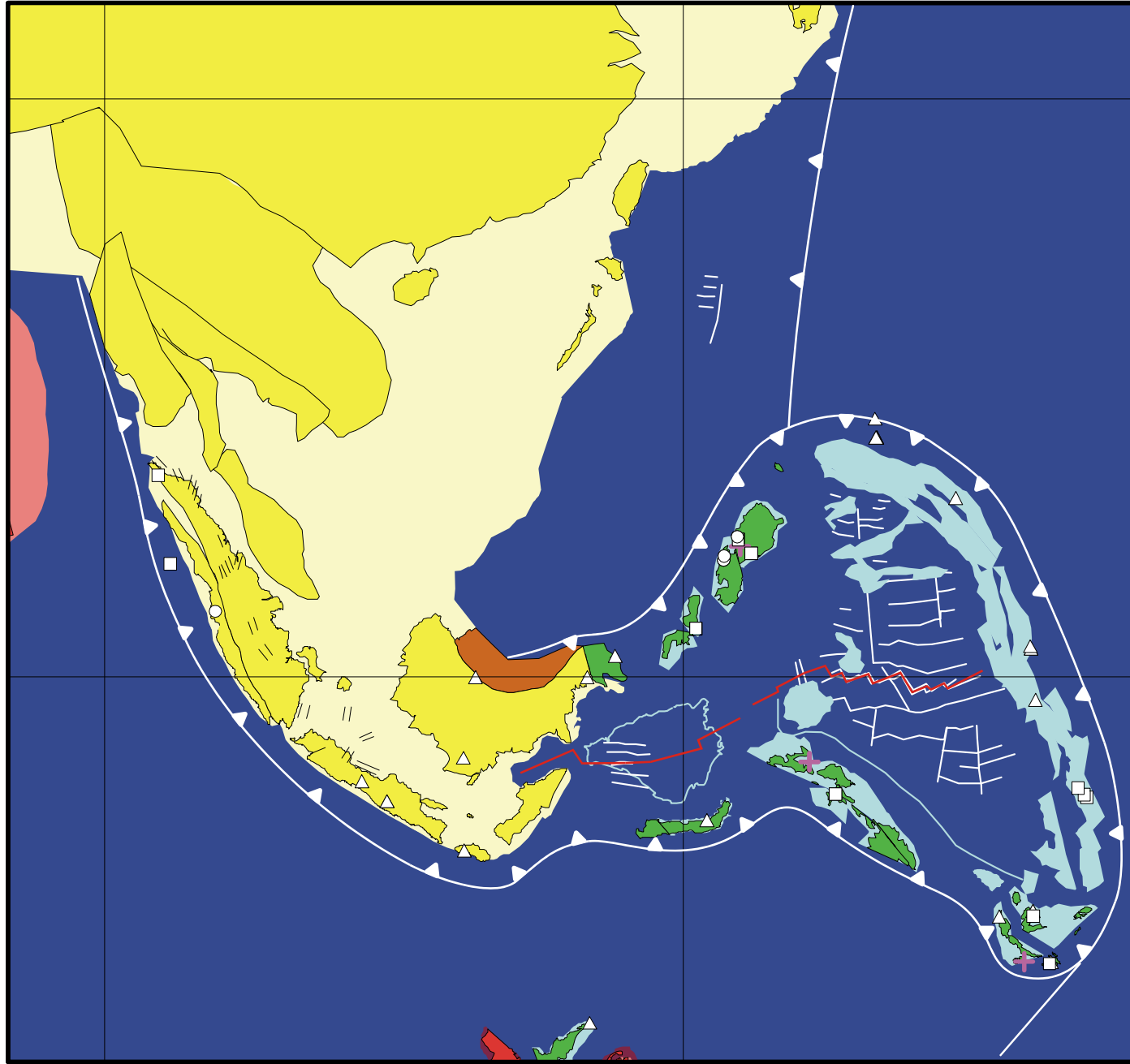
Dan engkau melihat gunung-ganang, engkau menyangkanya tetap membeku, padahal ia bergerak cepat seperti Bergeraknya awan; (demikianlah) perbuatan Allah yang telah membuat tiap - tiap sesuatu dengan serapi-rapi dan sebaik-baiknya; sesungguhnya Ia Amat mendalam PengetahuanNya akan apa yang kamu lakukan.

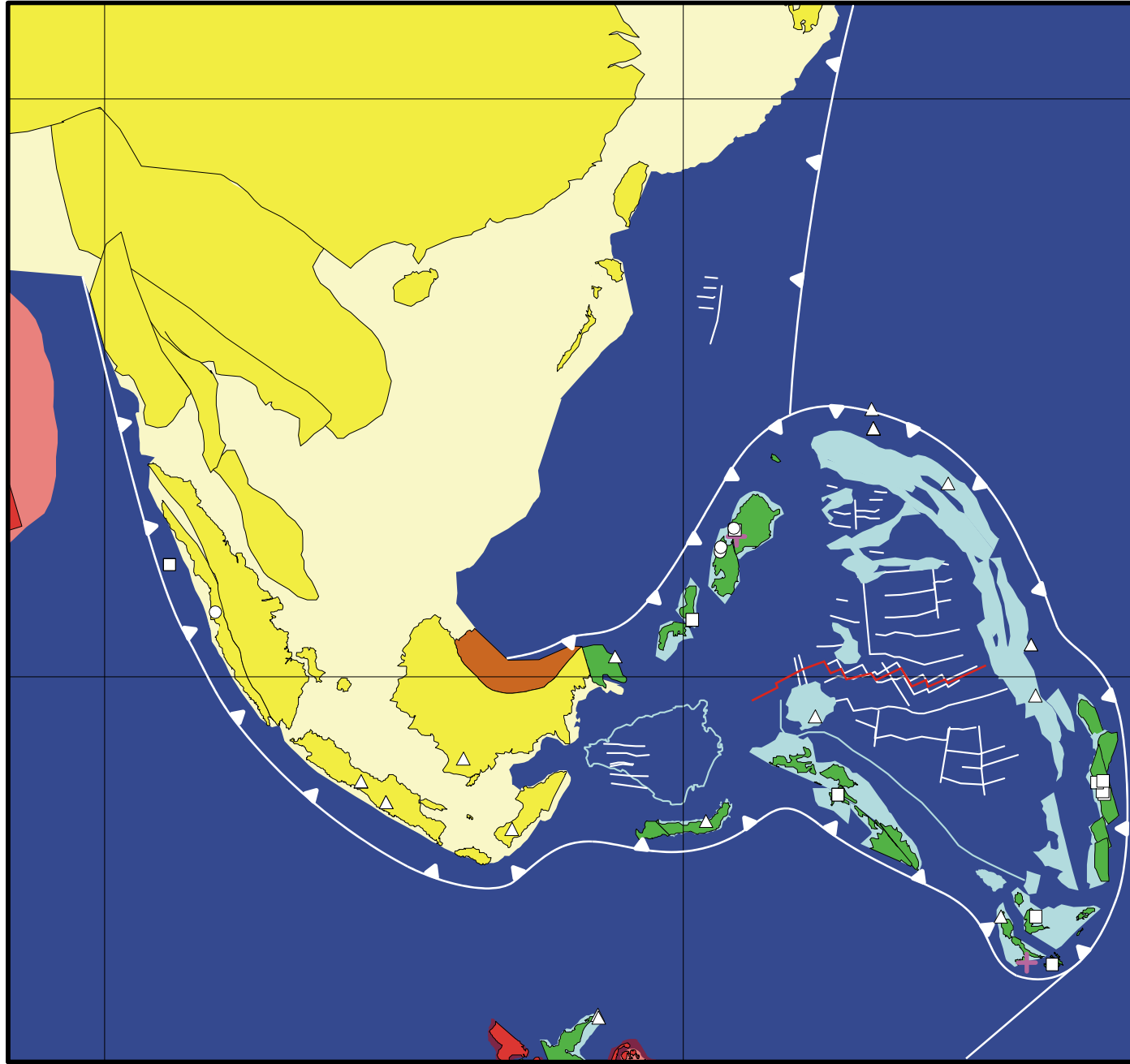
40

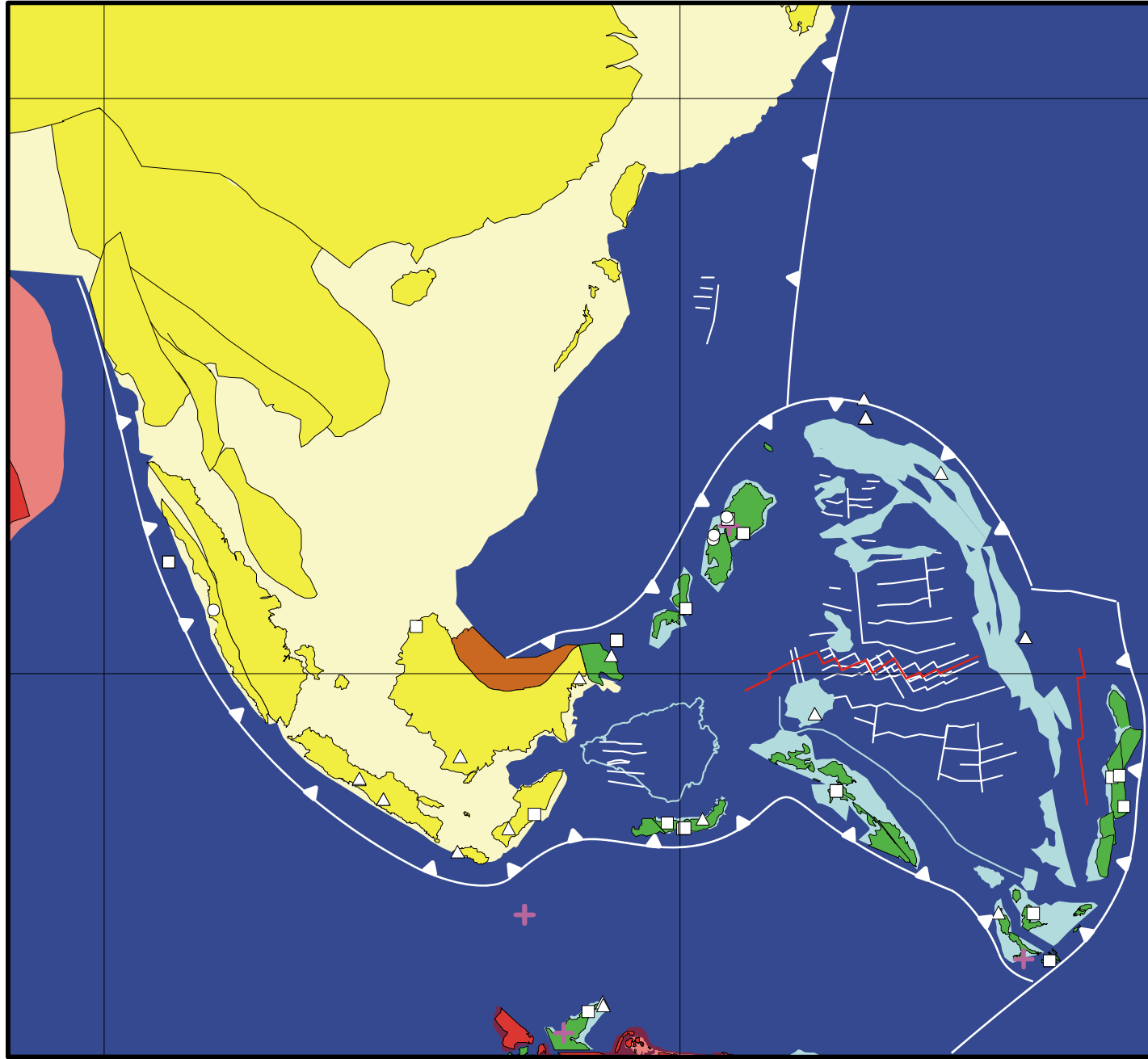


Robert Hall

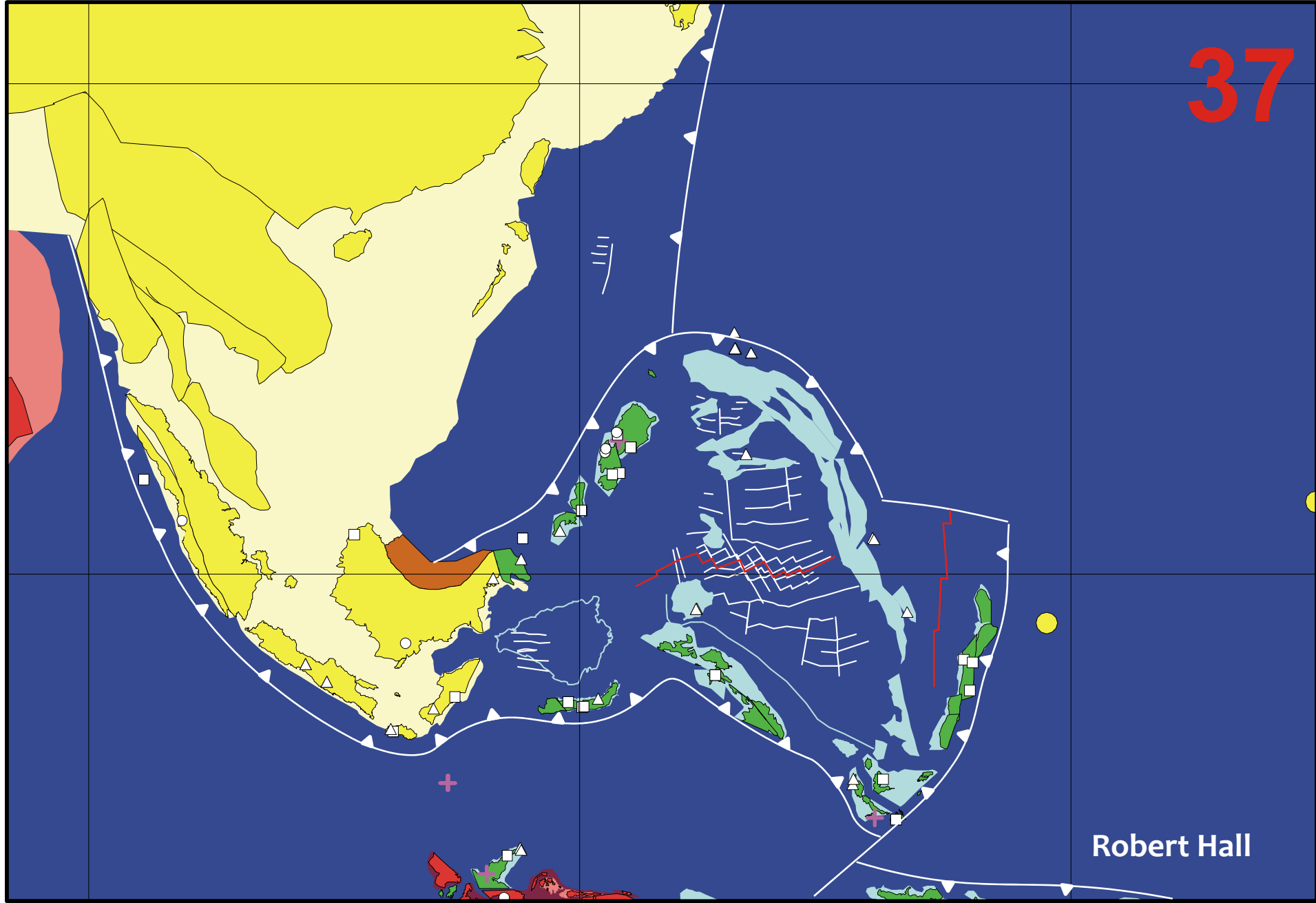


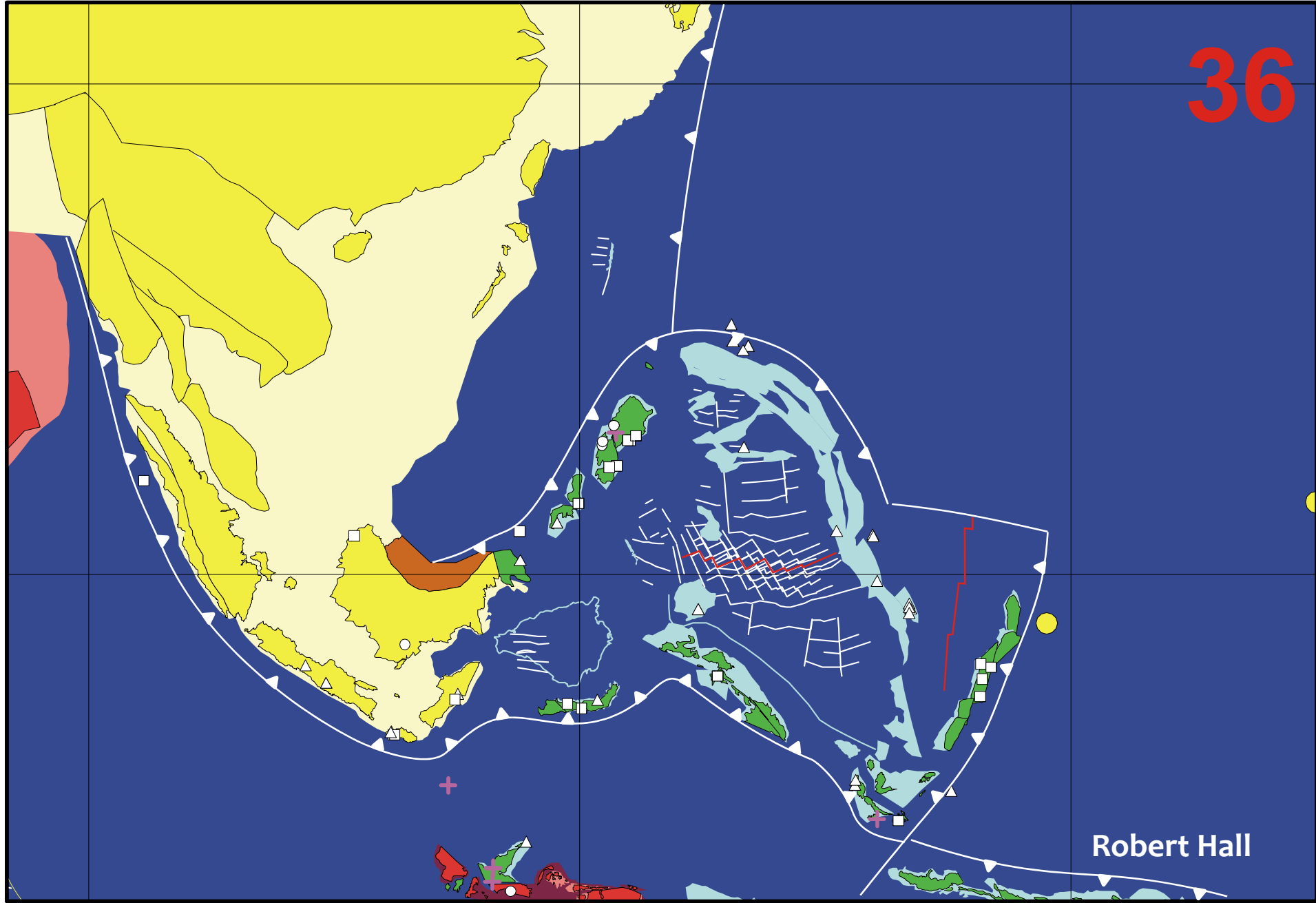




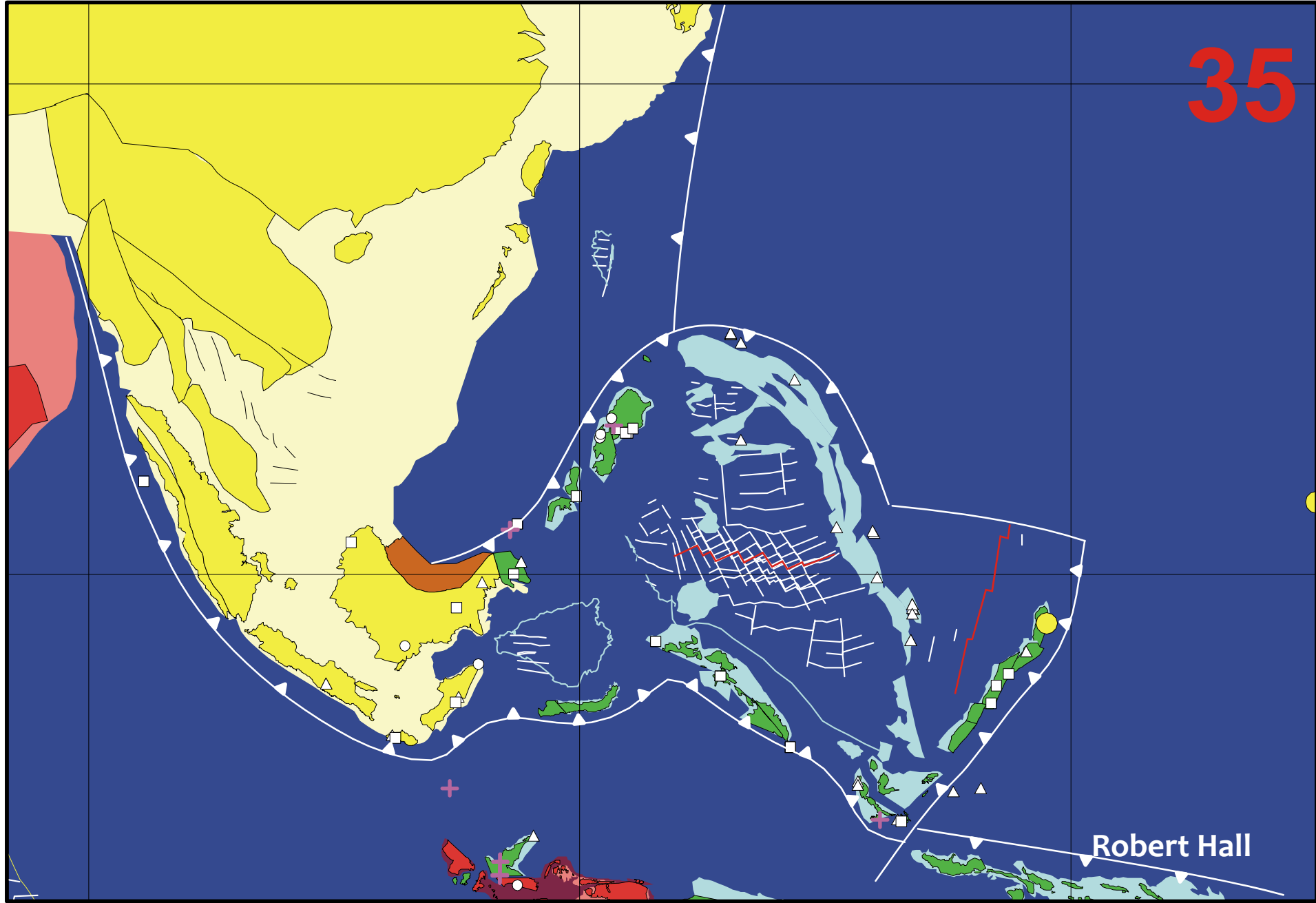


Robert Hall

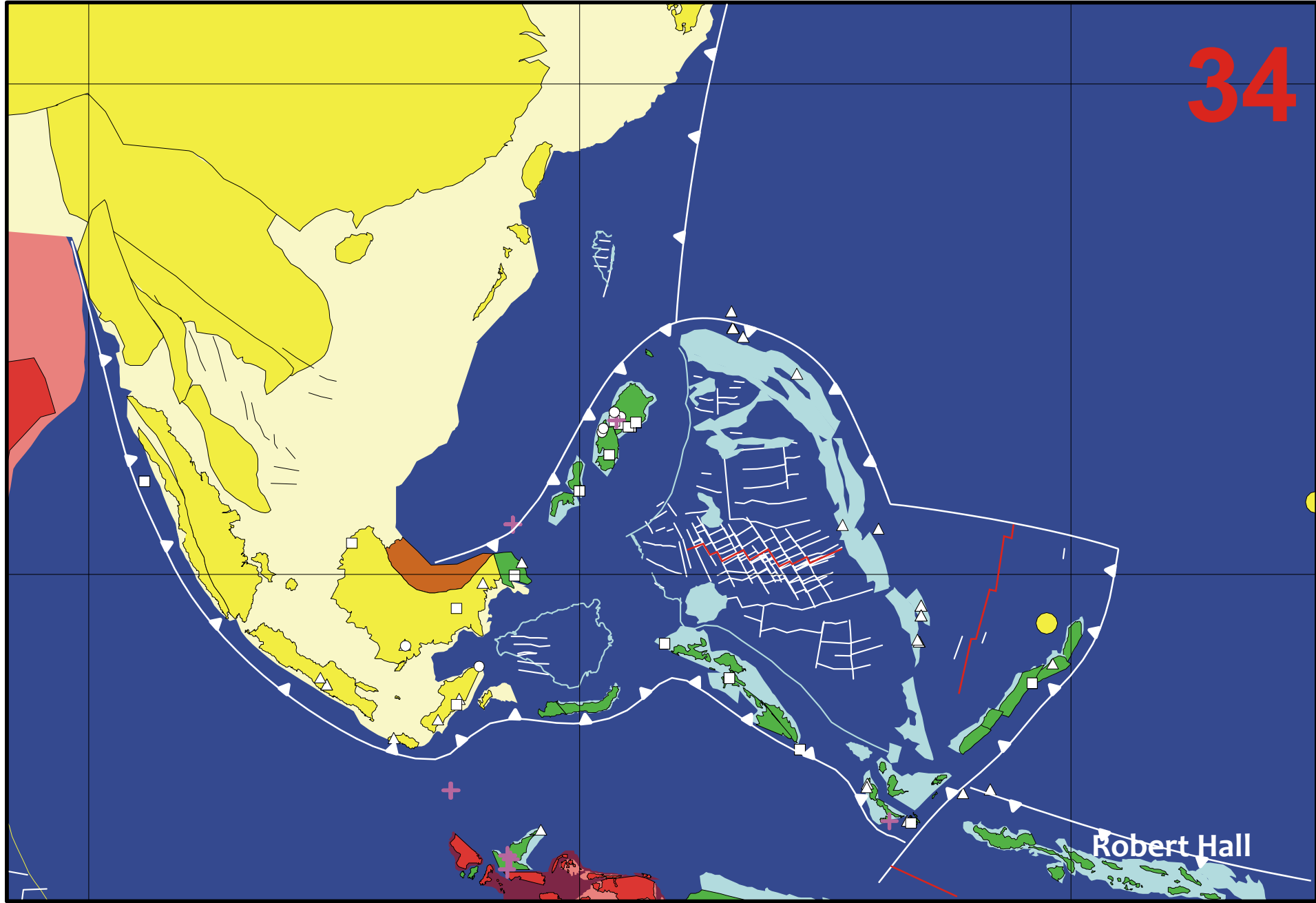




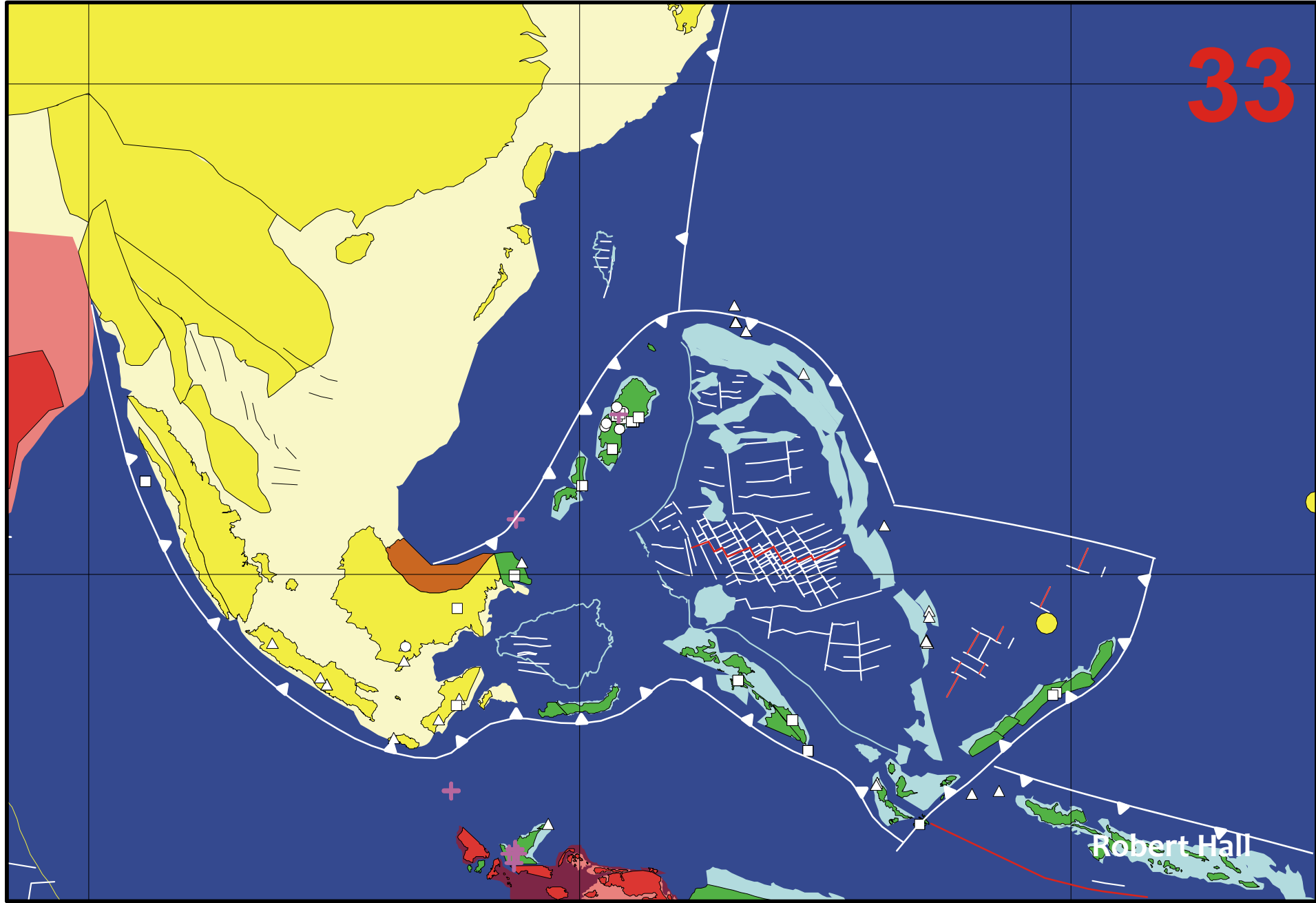
Robert Hall

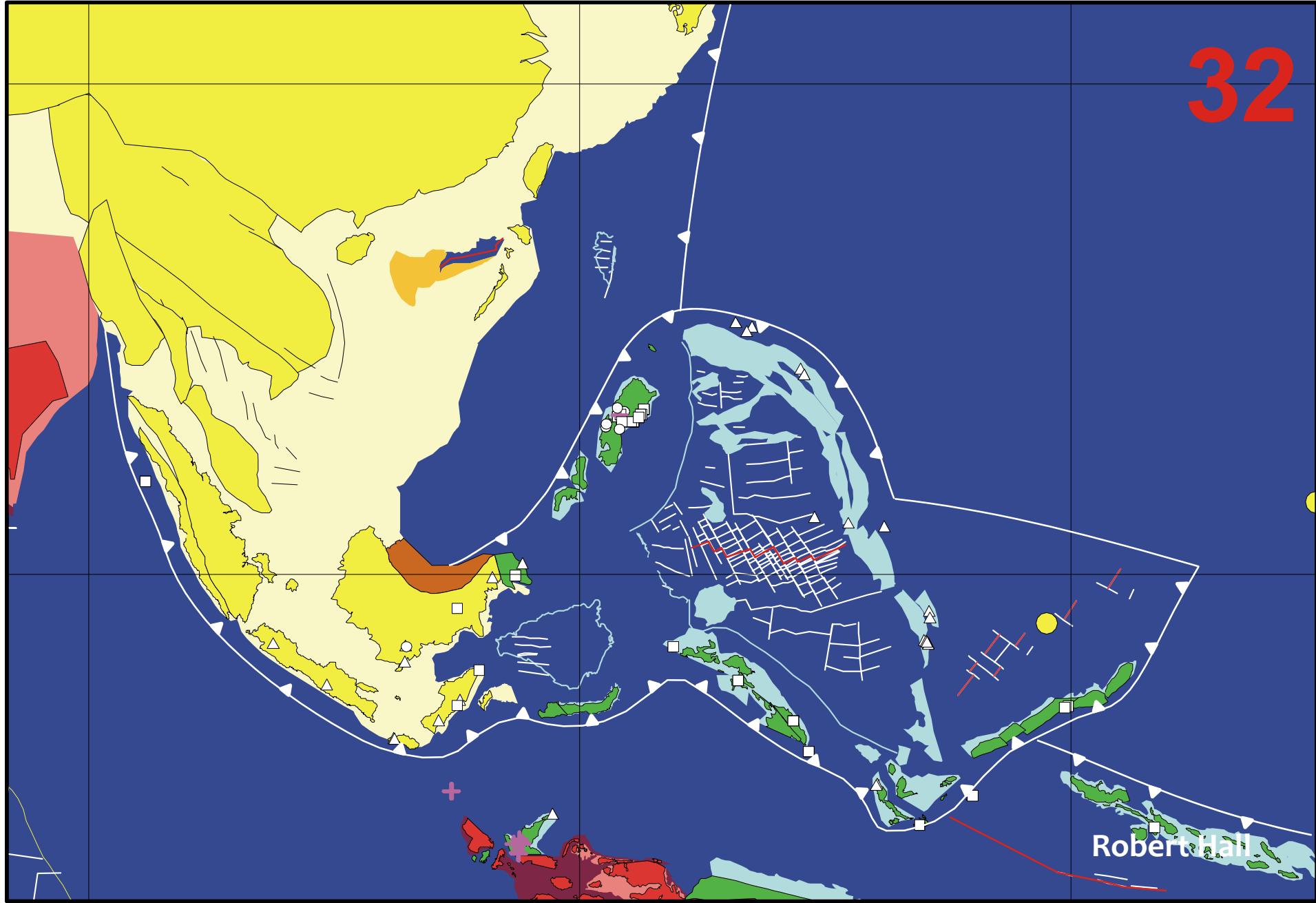


Robert Hall

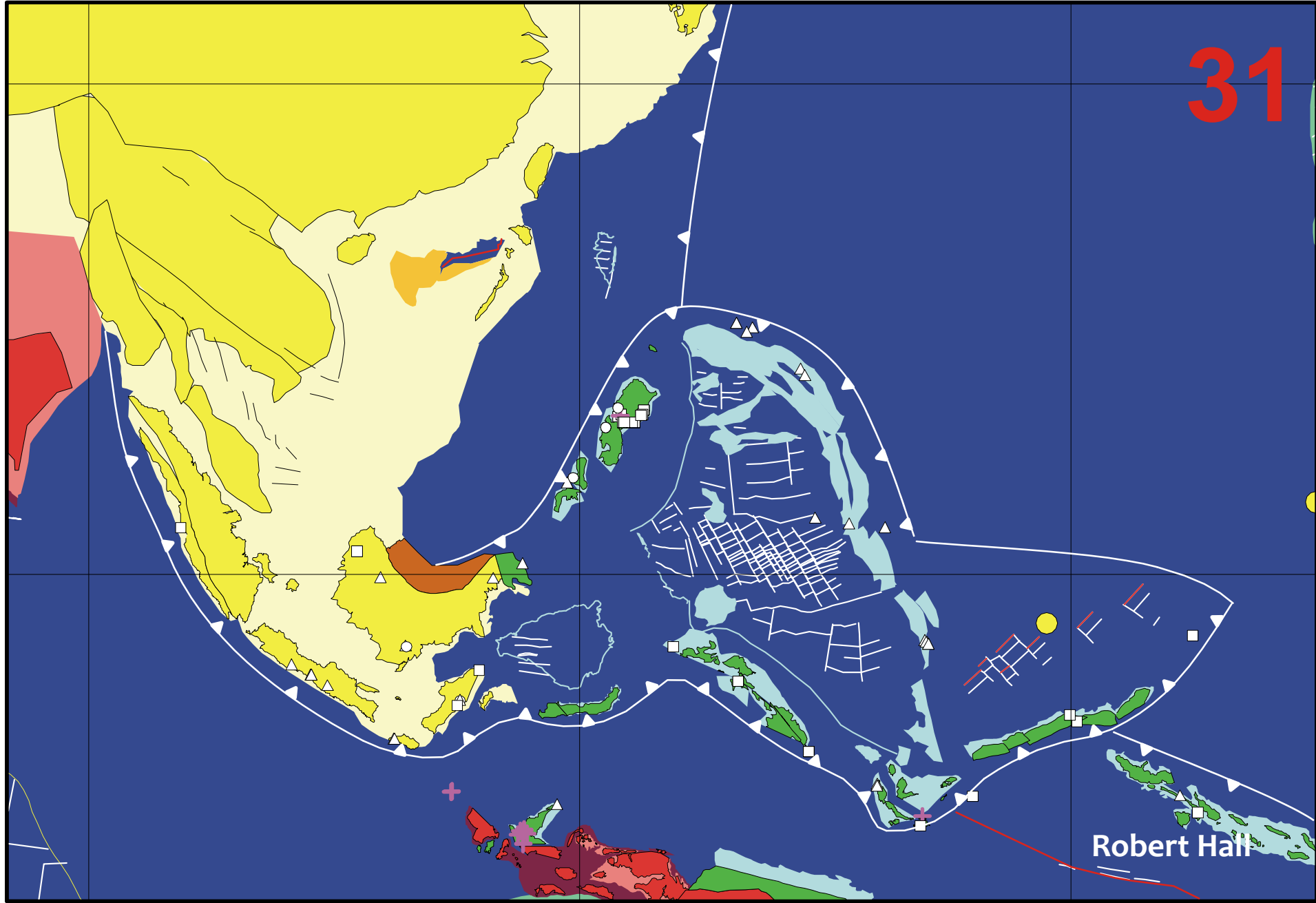


Robert Hall

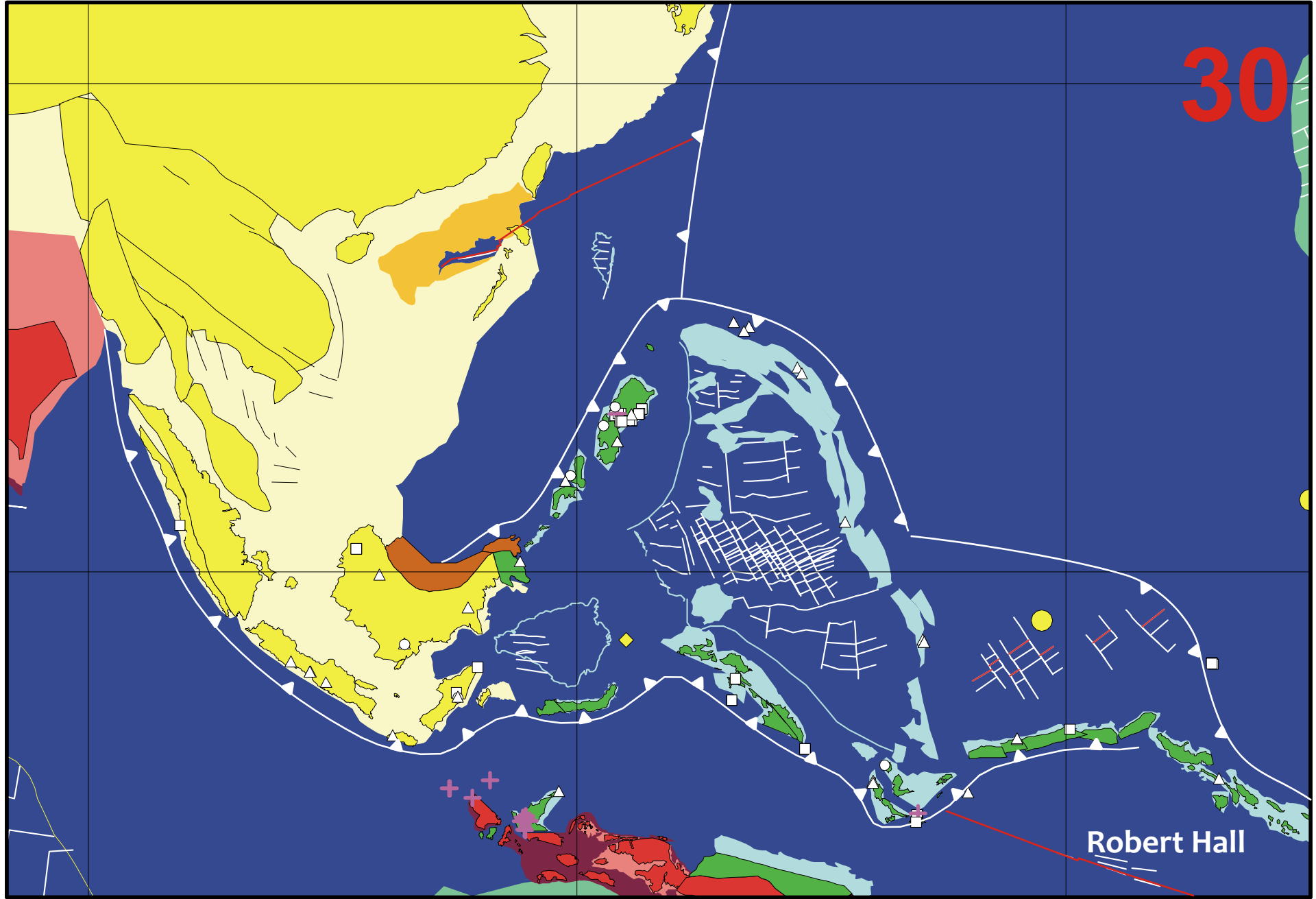




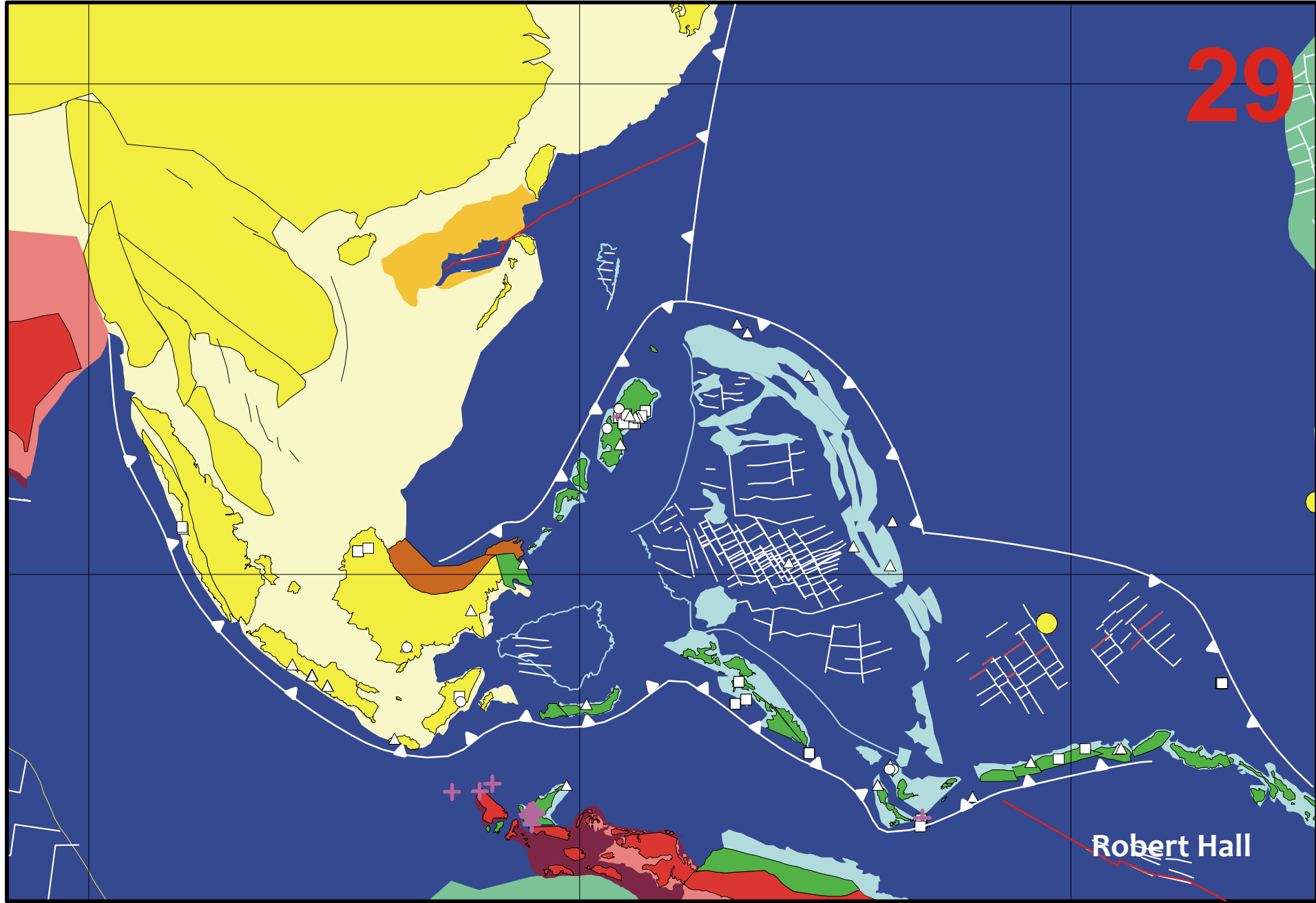
Robert Hall



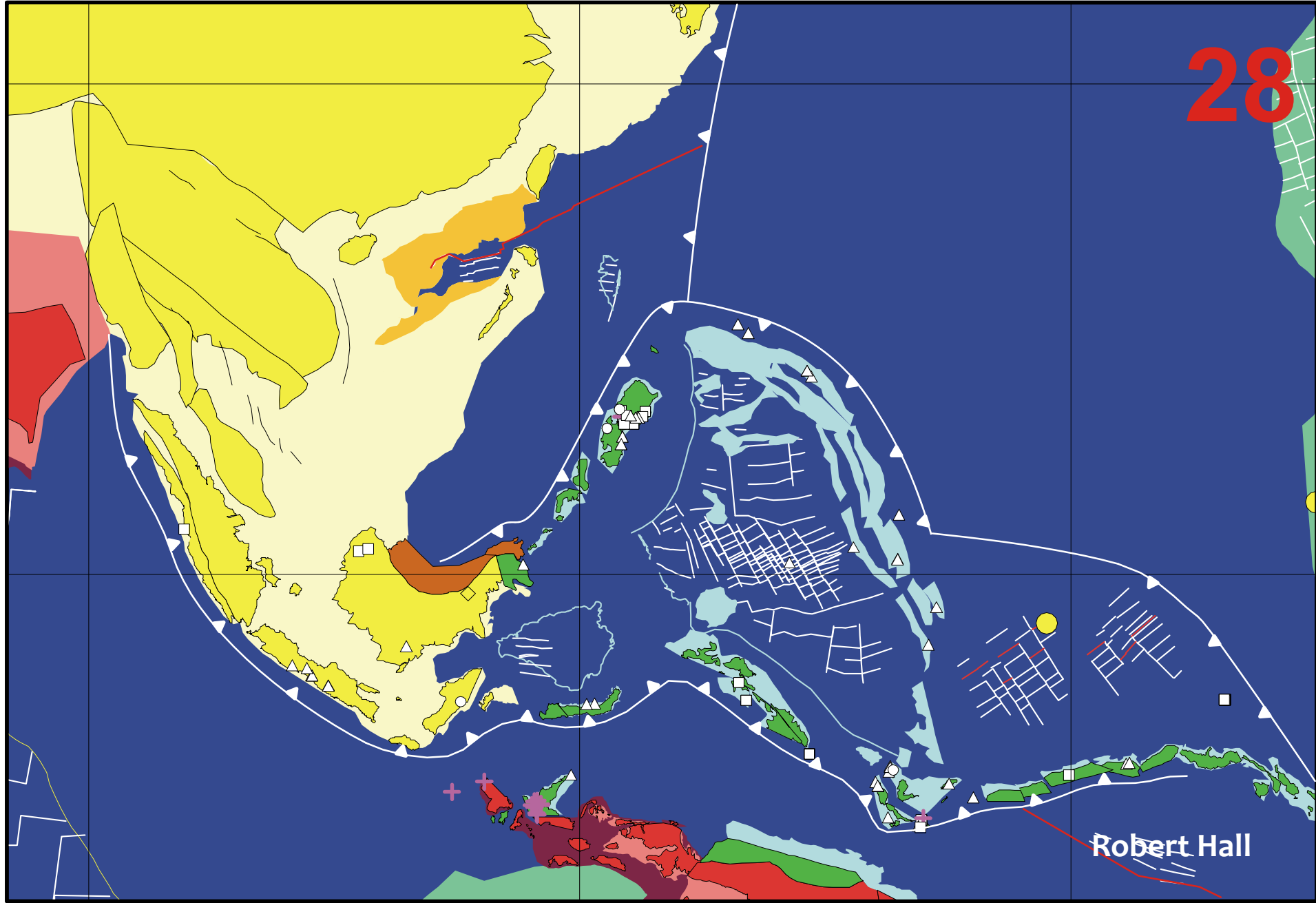
Robert Hall



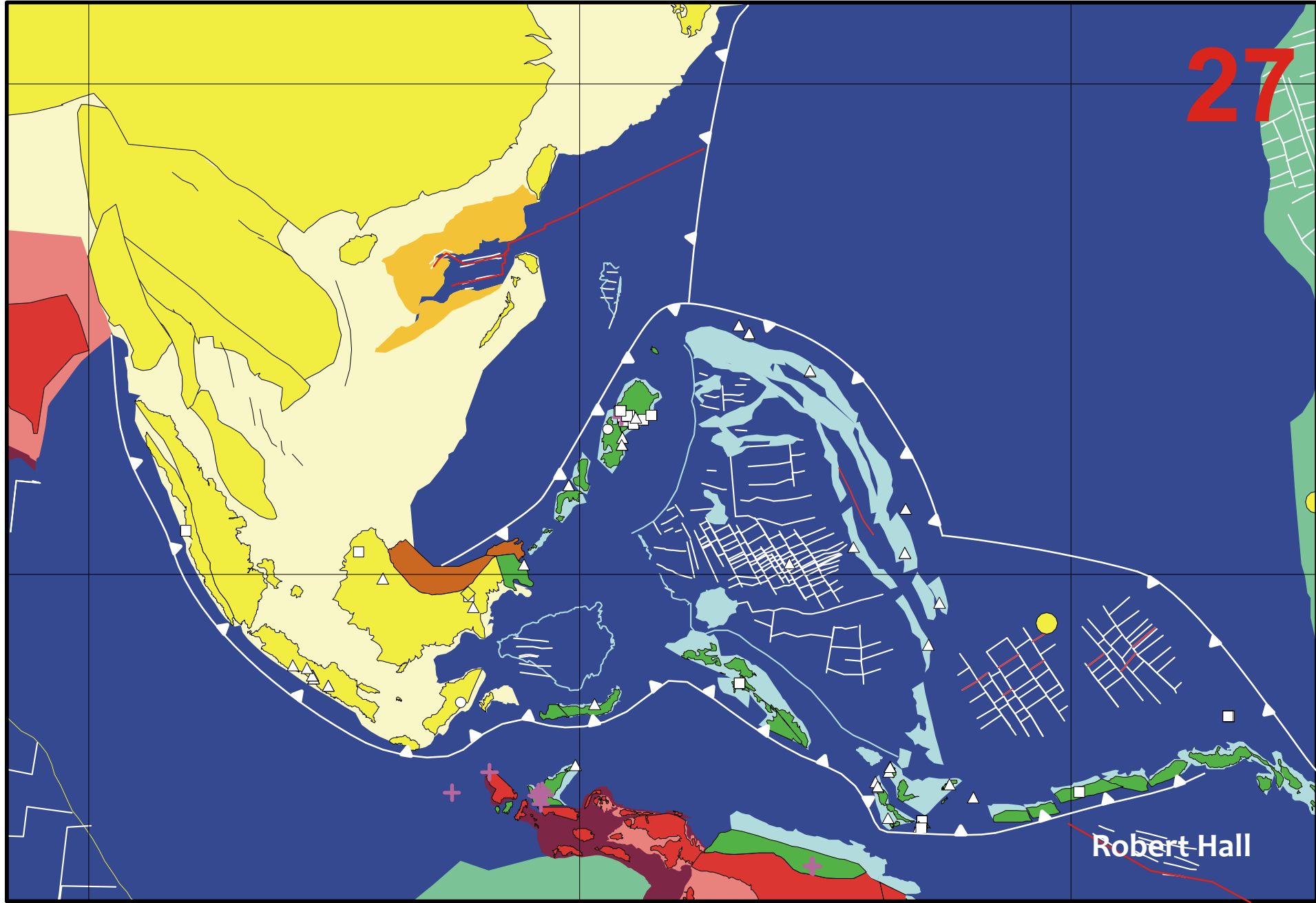
Robert Hall



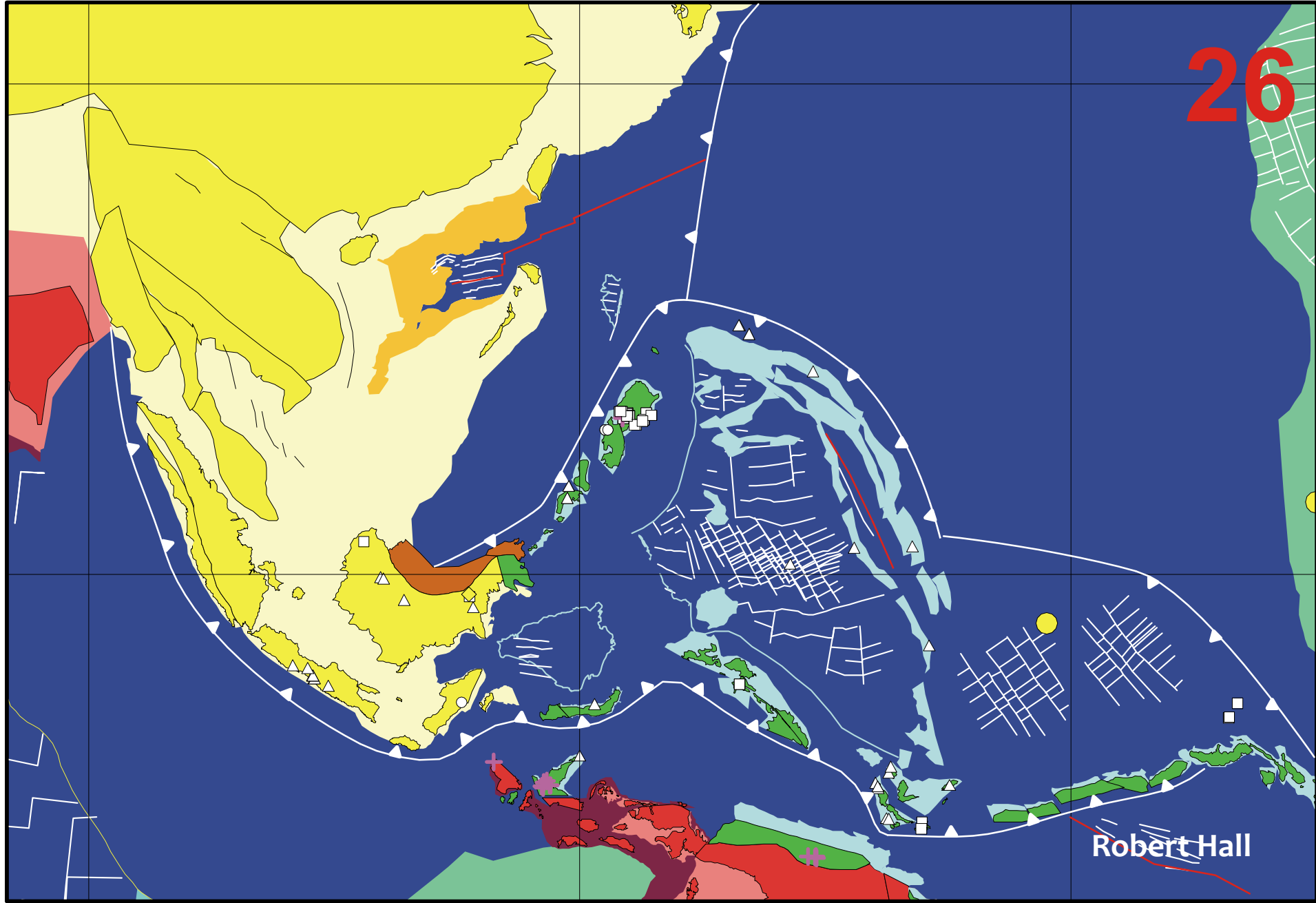
Robert Hall



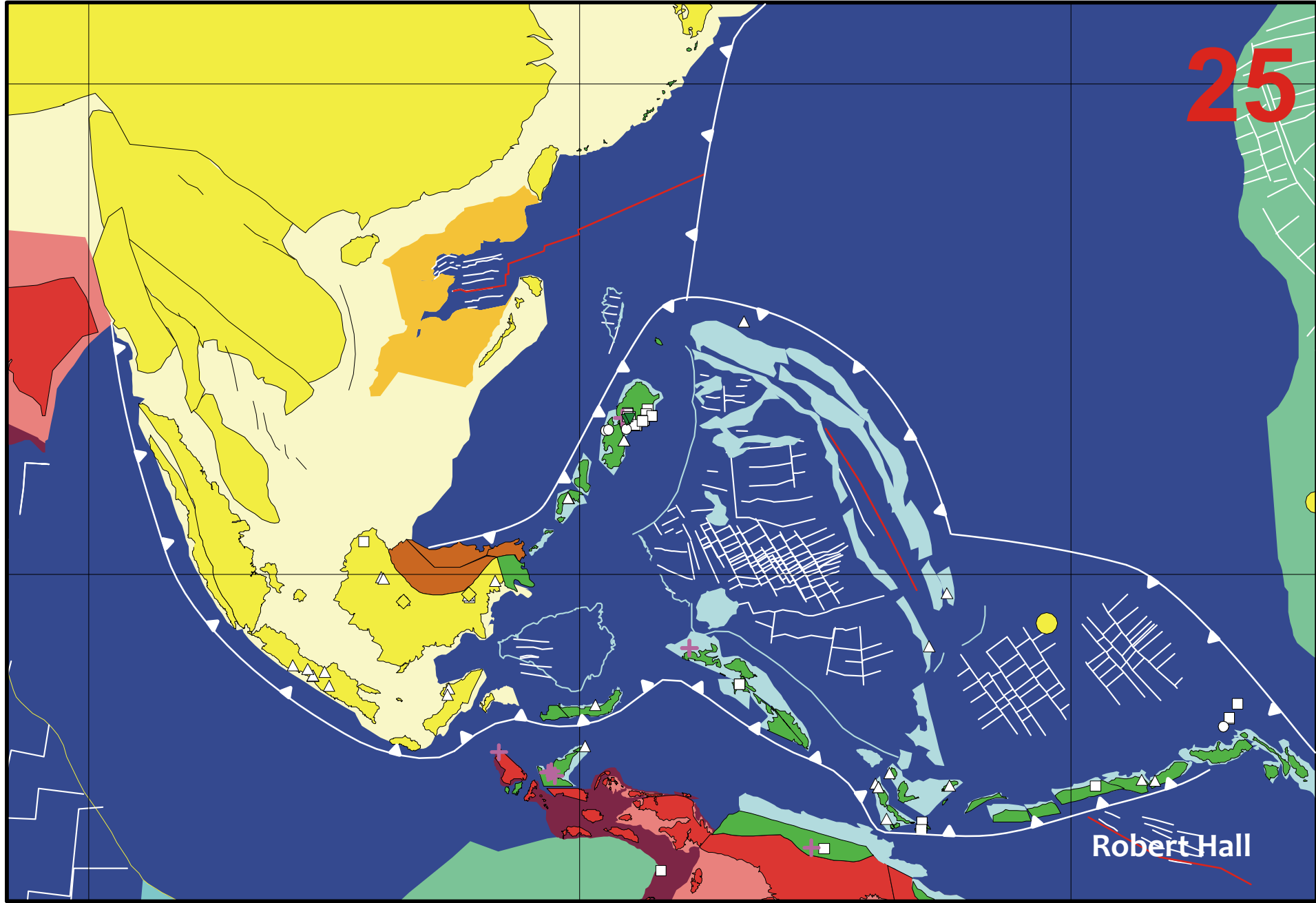
Robert Hall

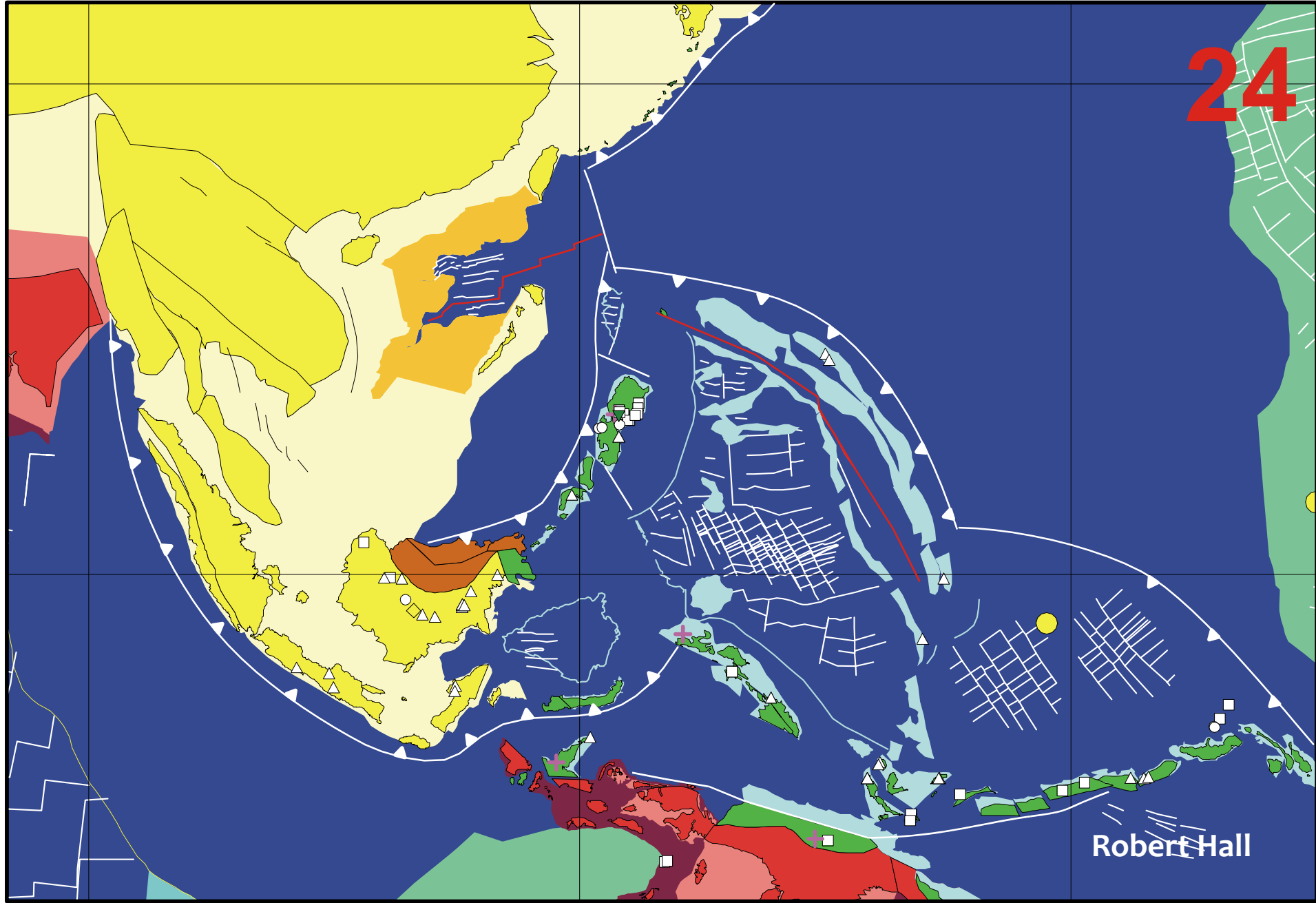


Robert-Hall

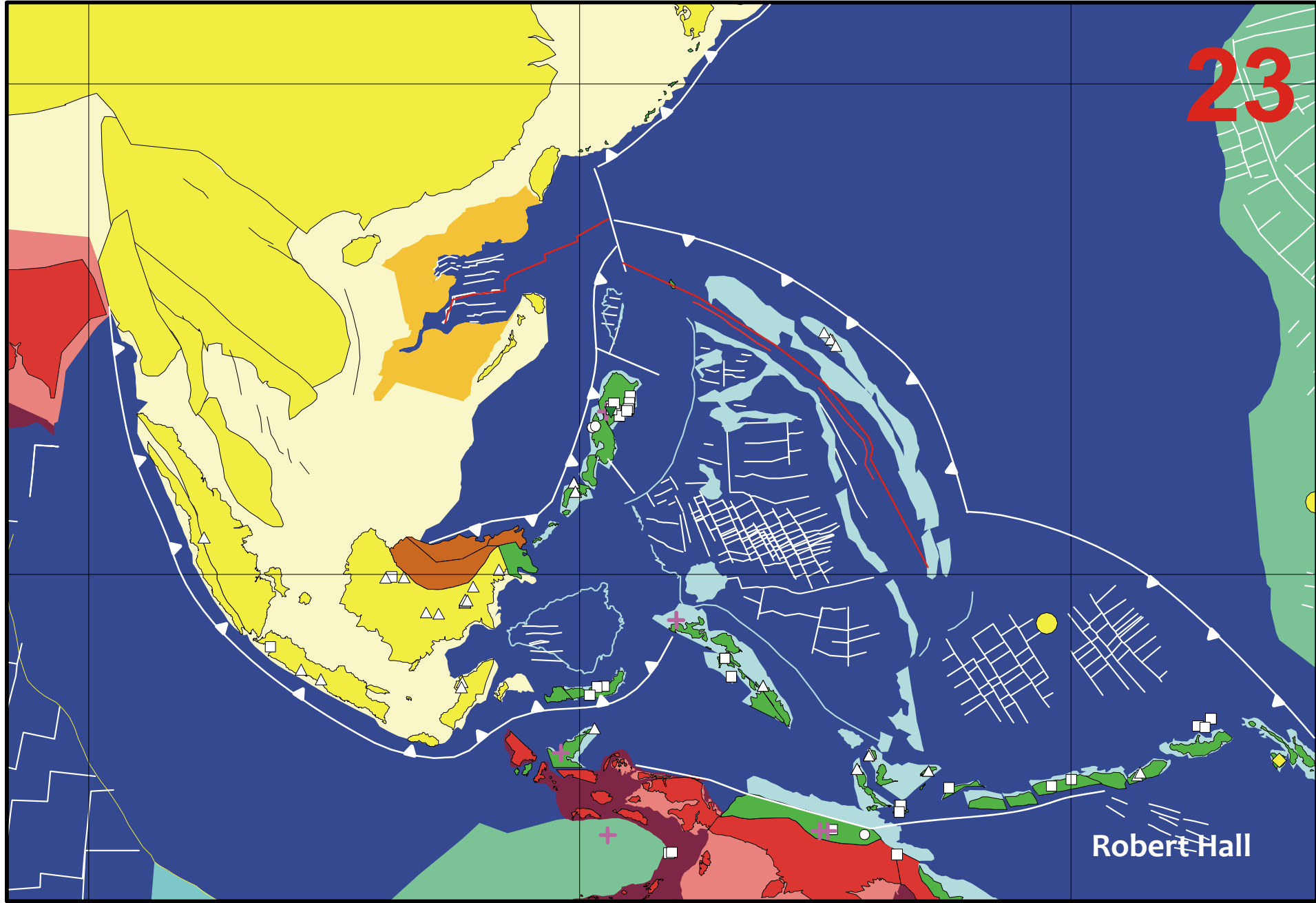


Robert Hall

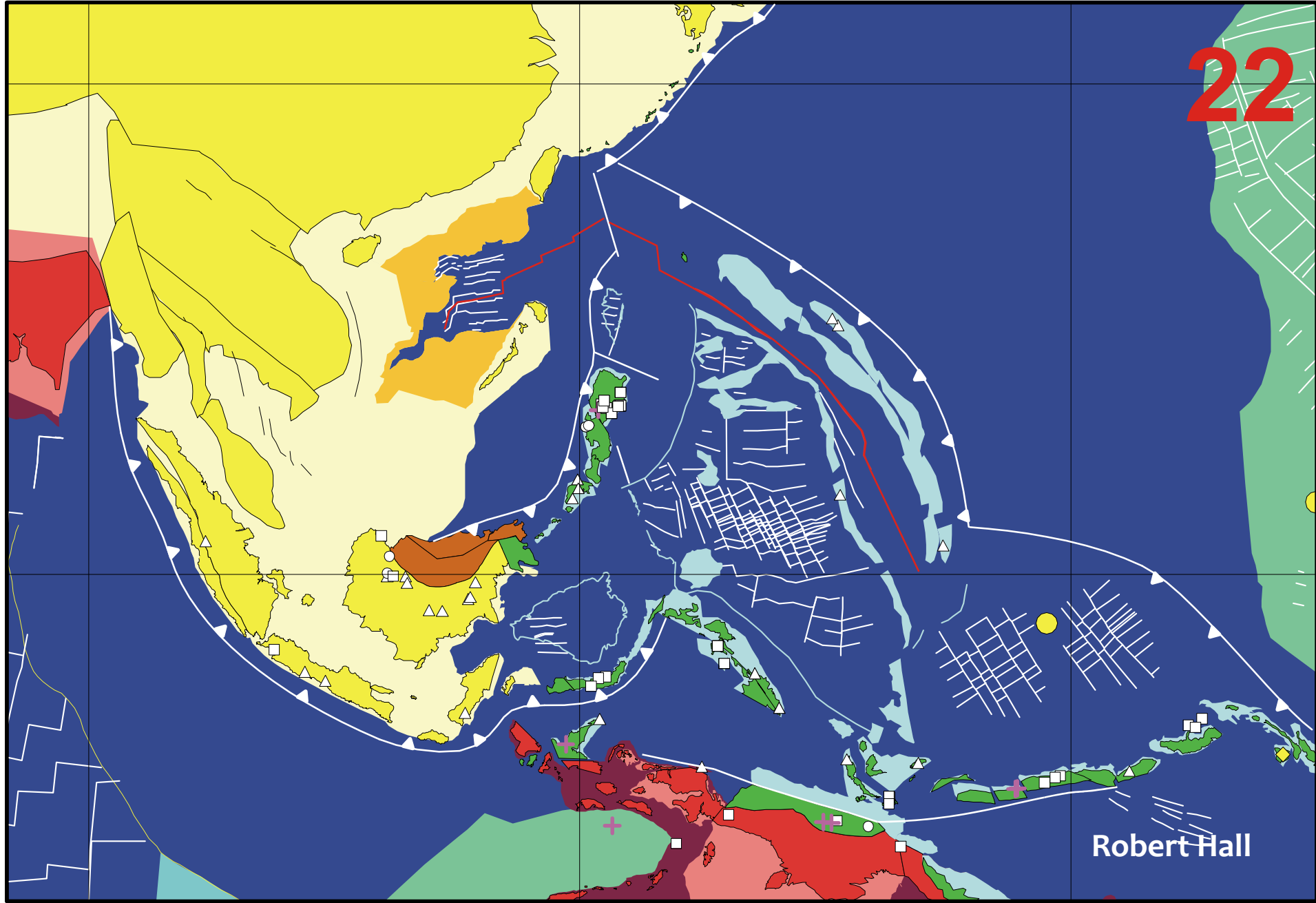




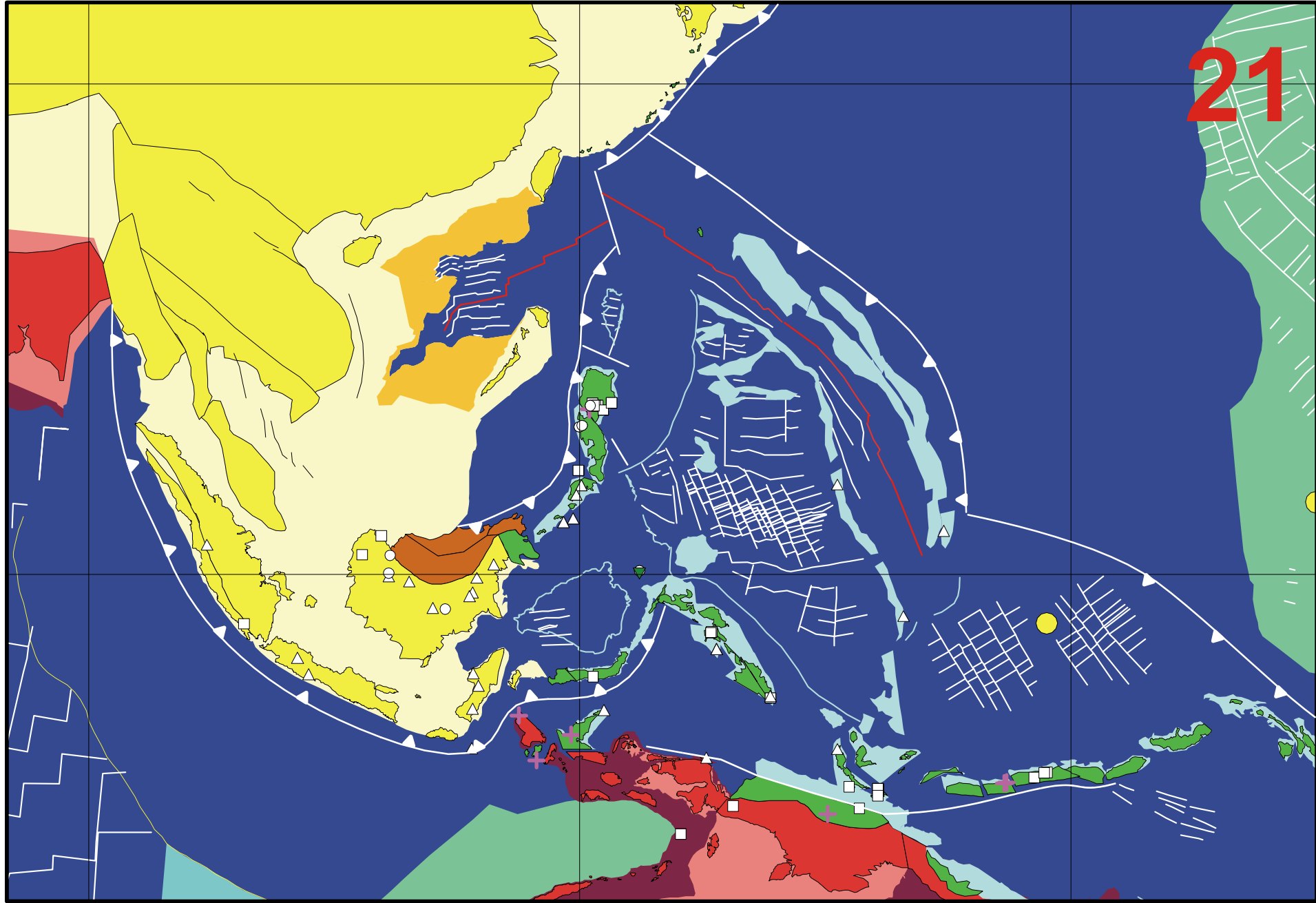
Robert Hall

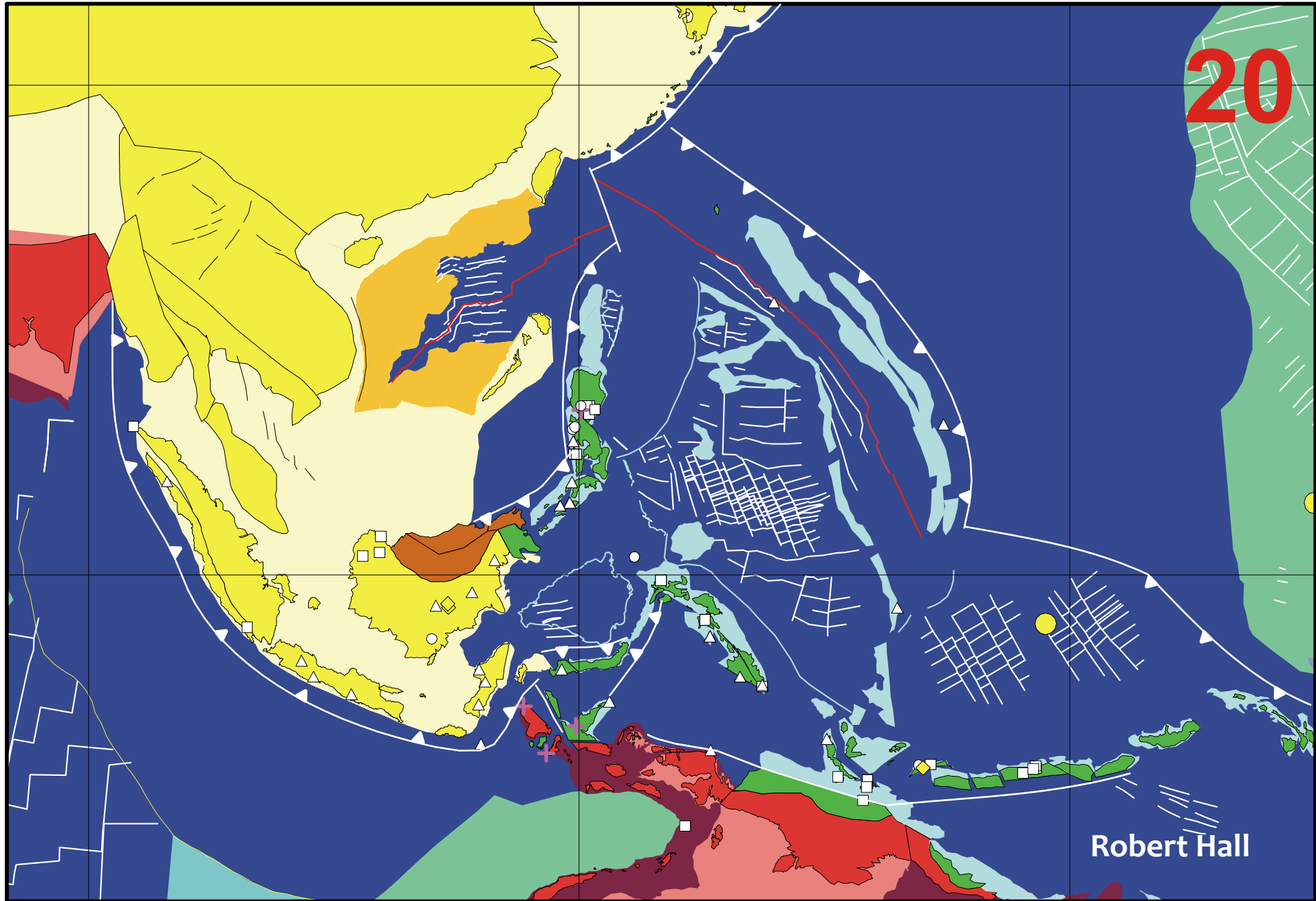


Robert Hall

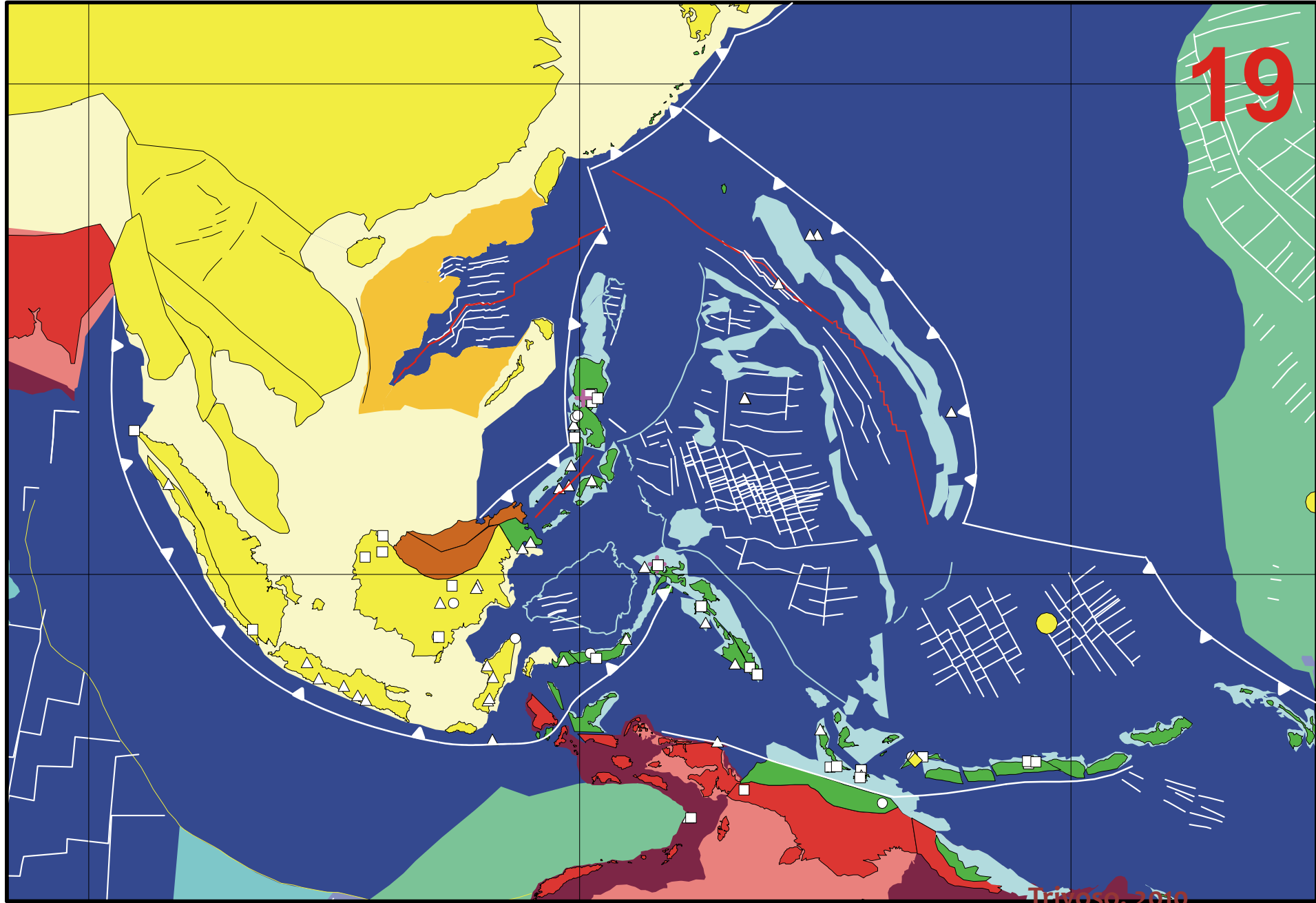


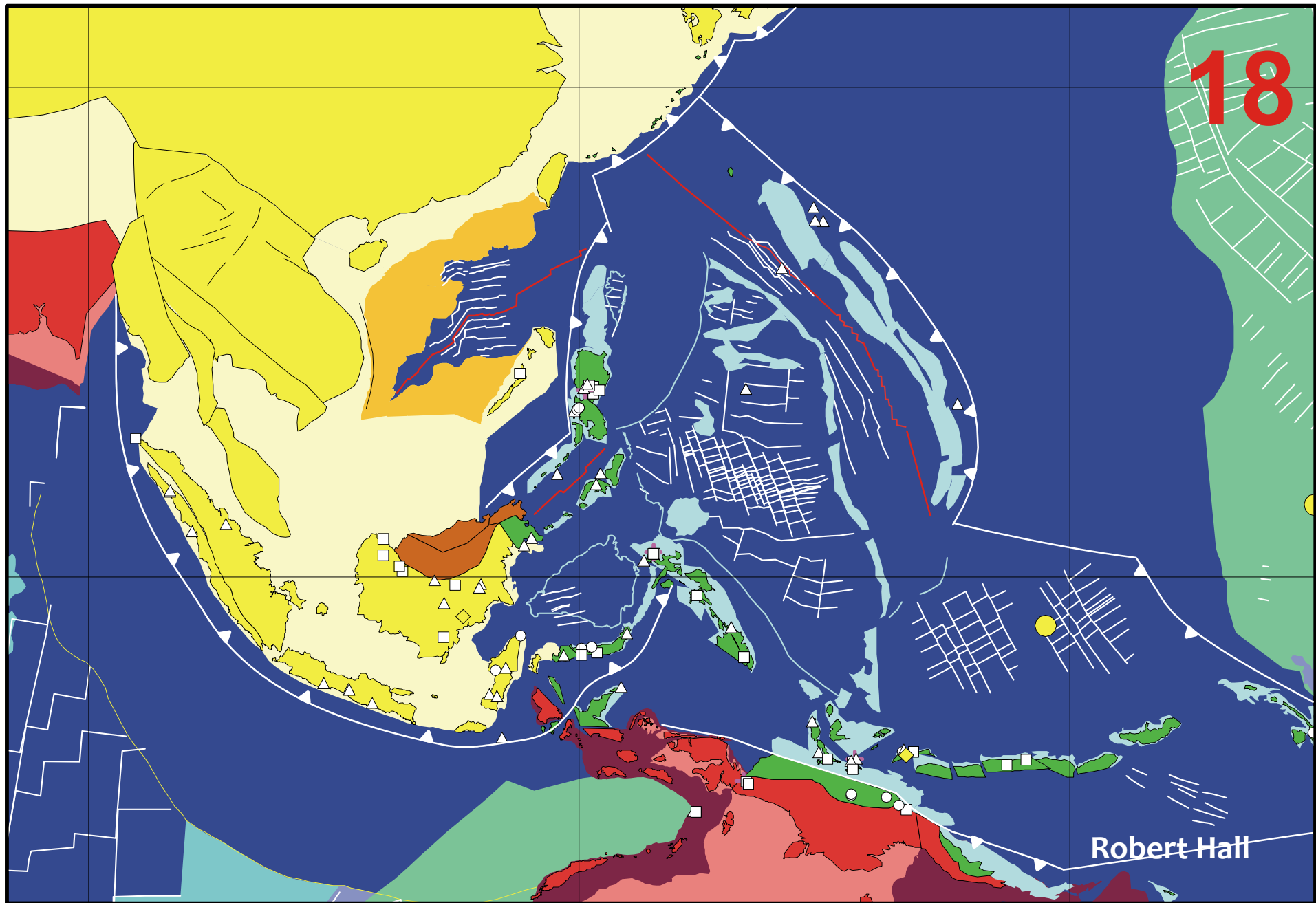
Robert Hall





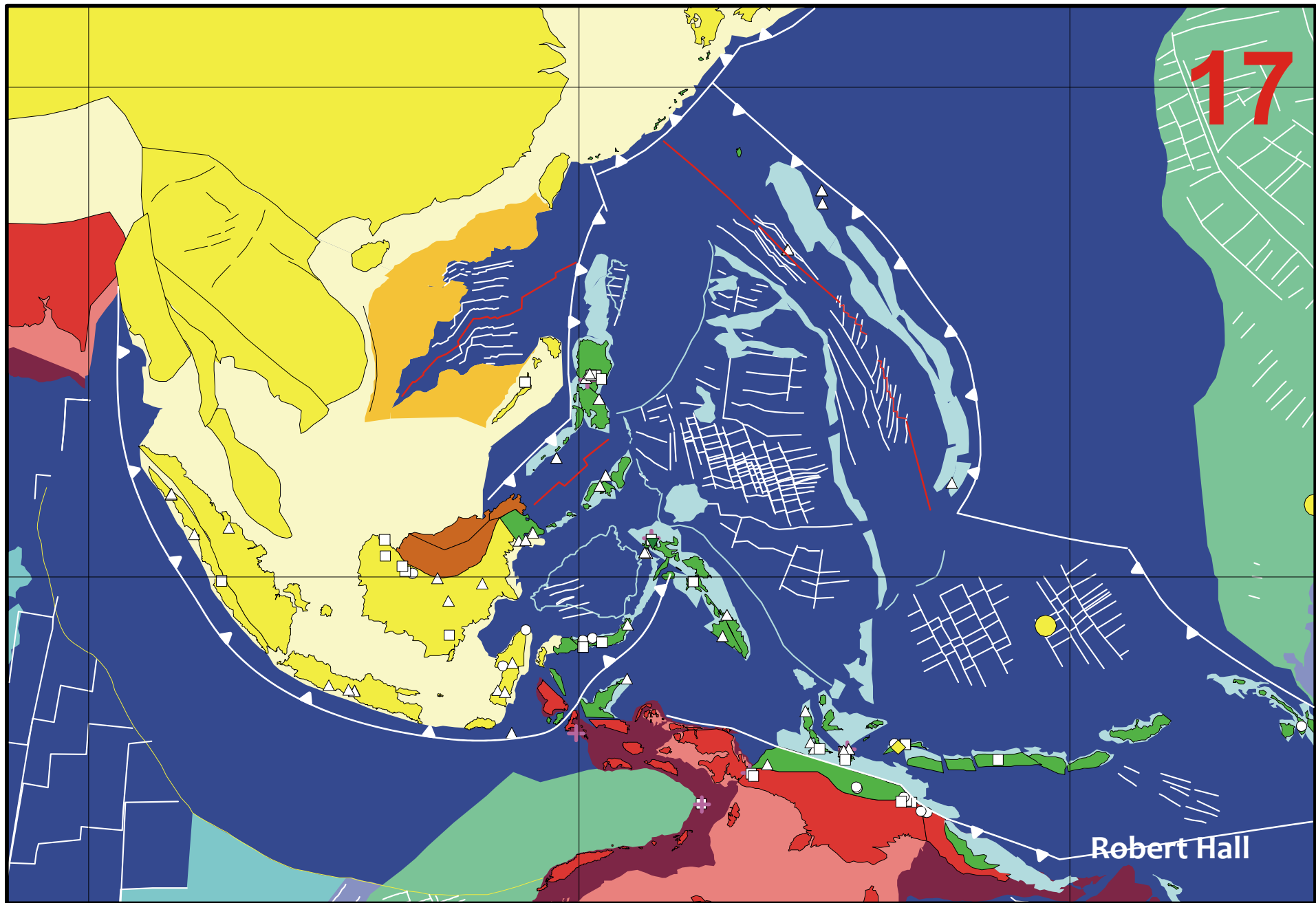
Robert Hall



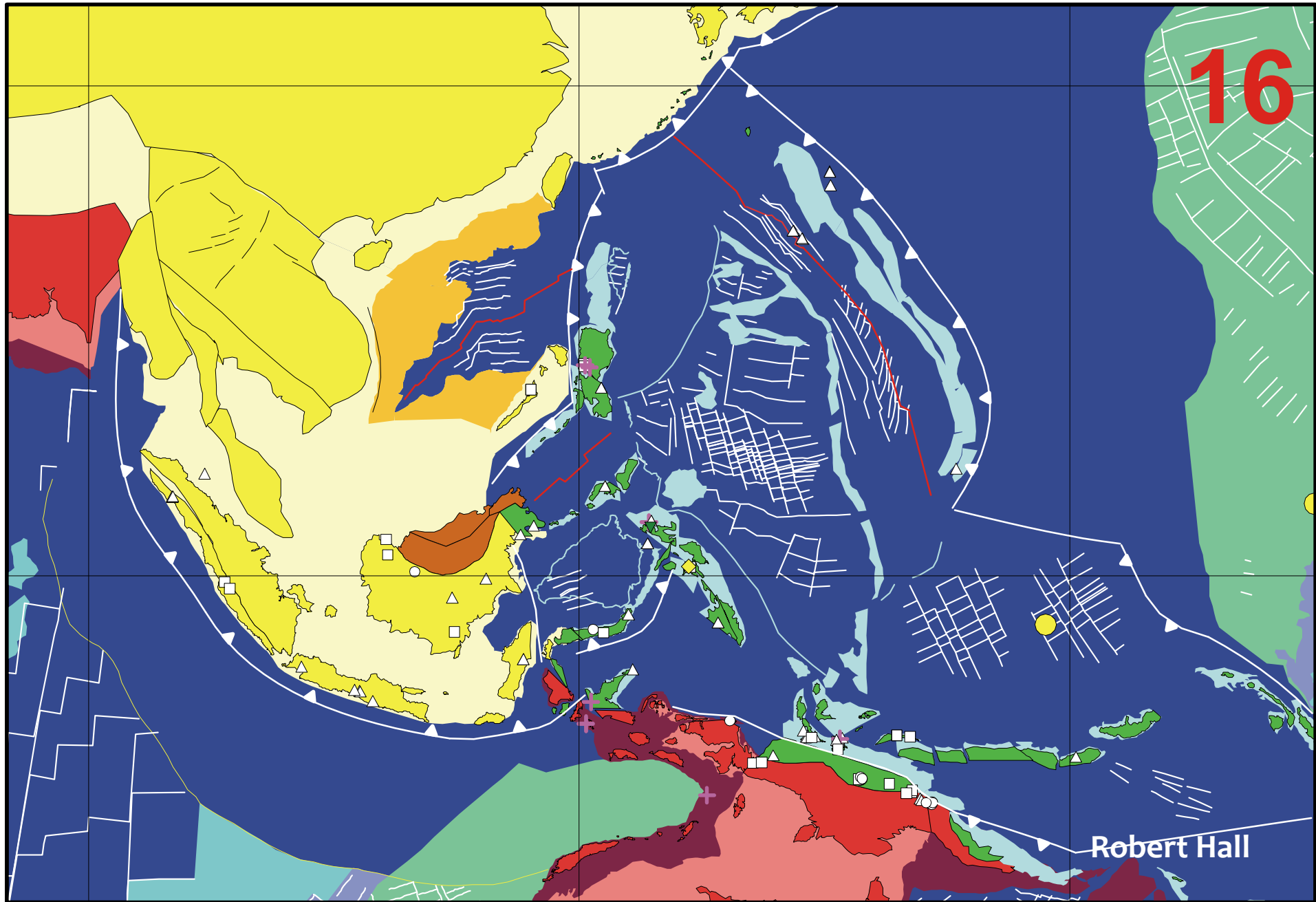


17

Robert Hall

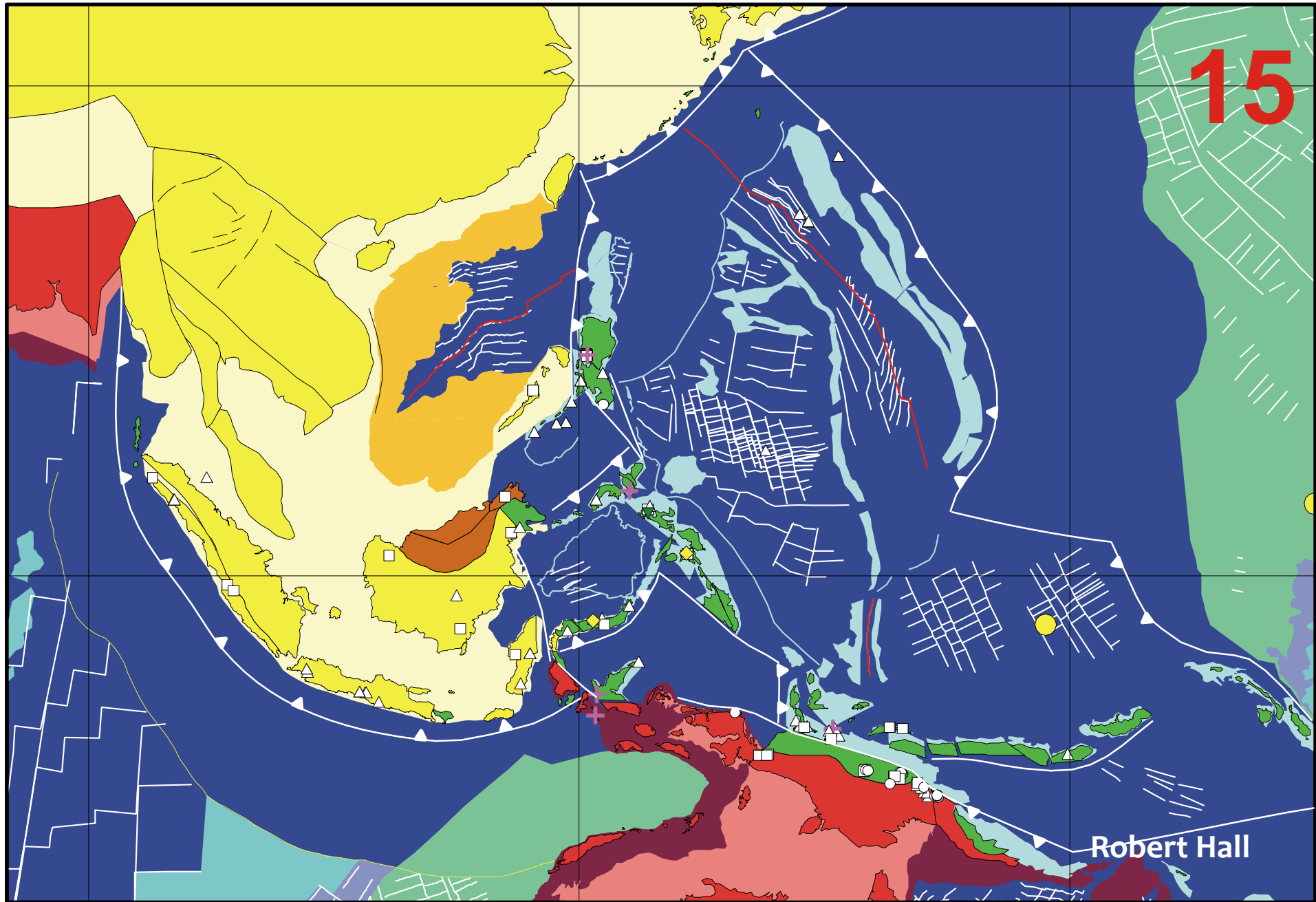


16



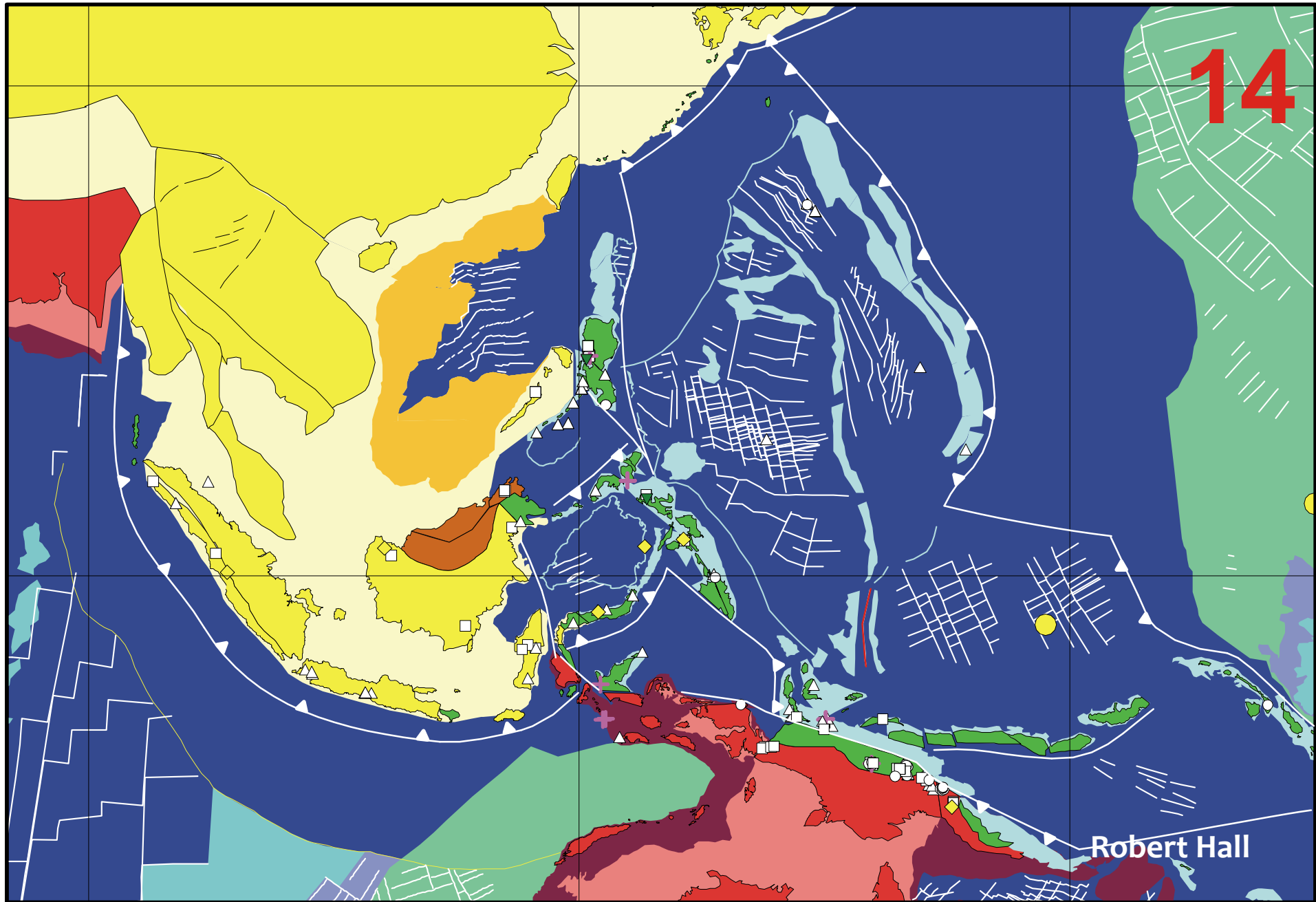
Robert Hall

15



Robert Hall

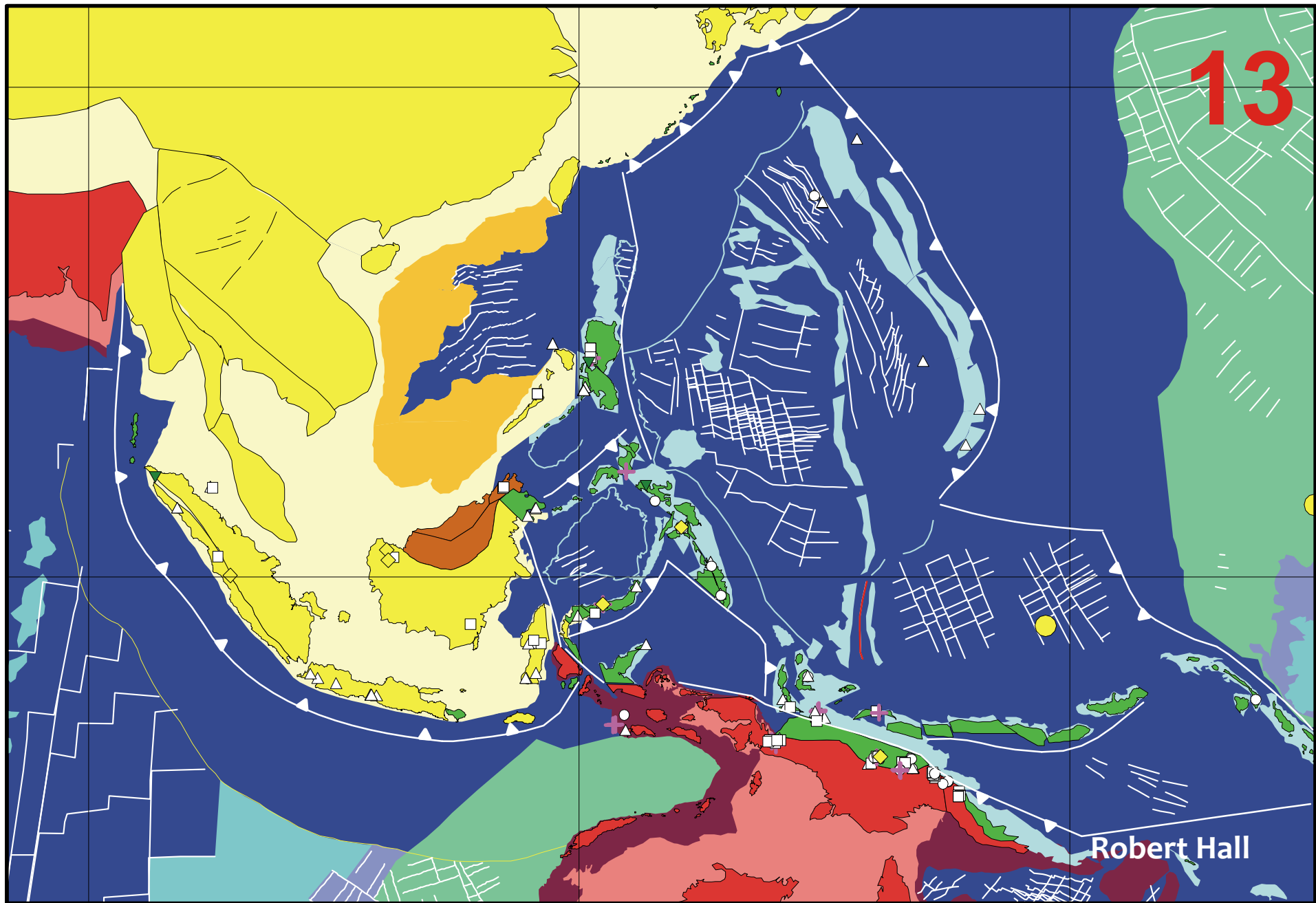
14

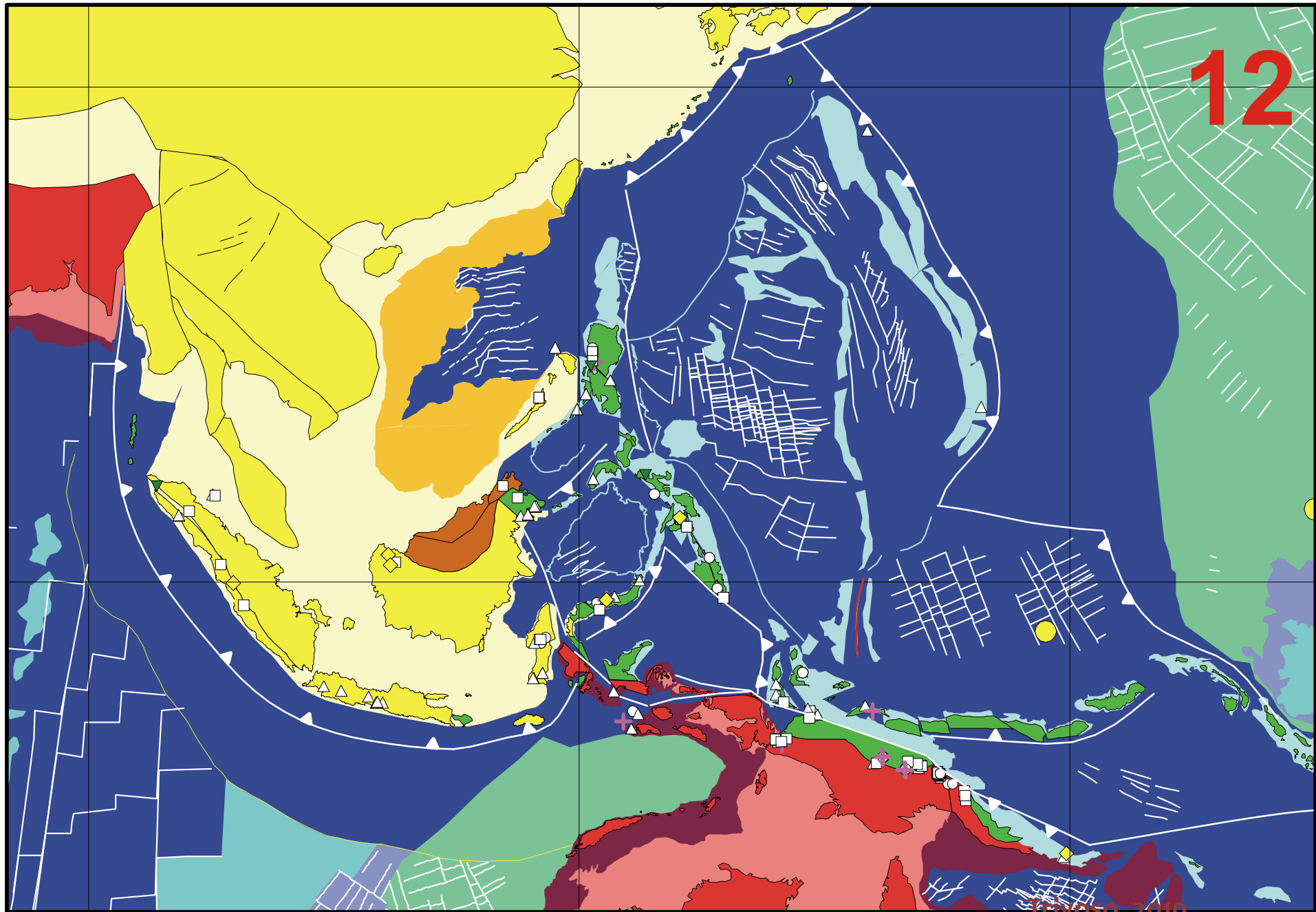


Robert Hall

13

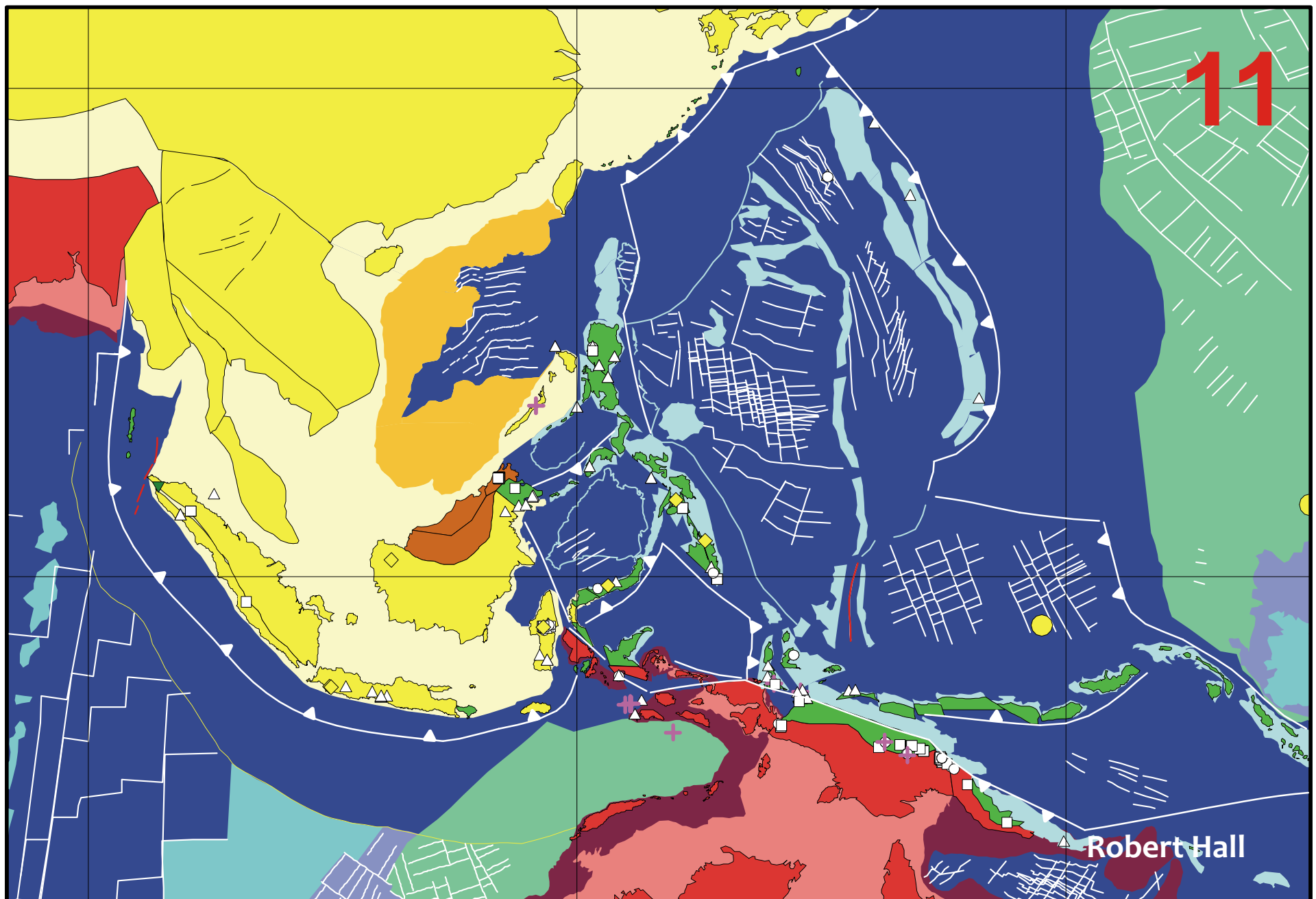
Robert Hall



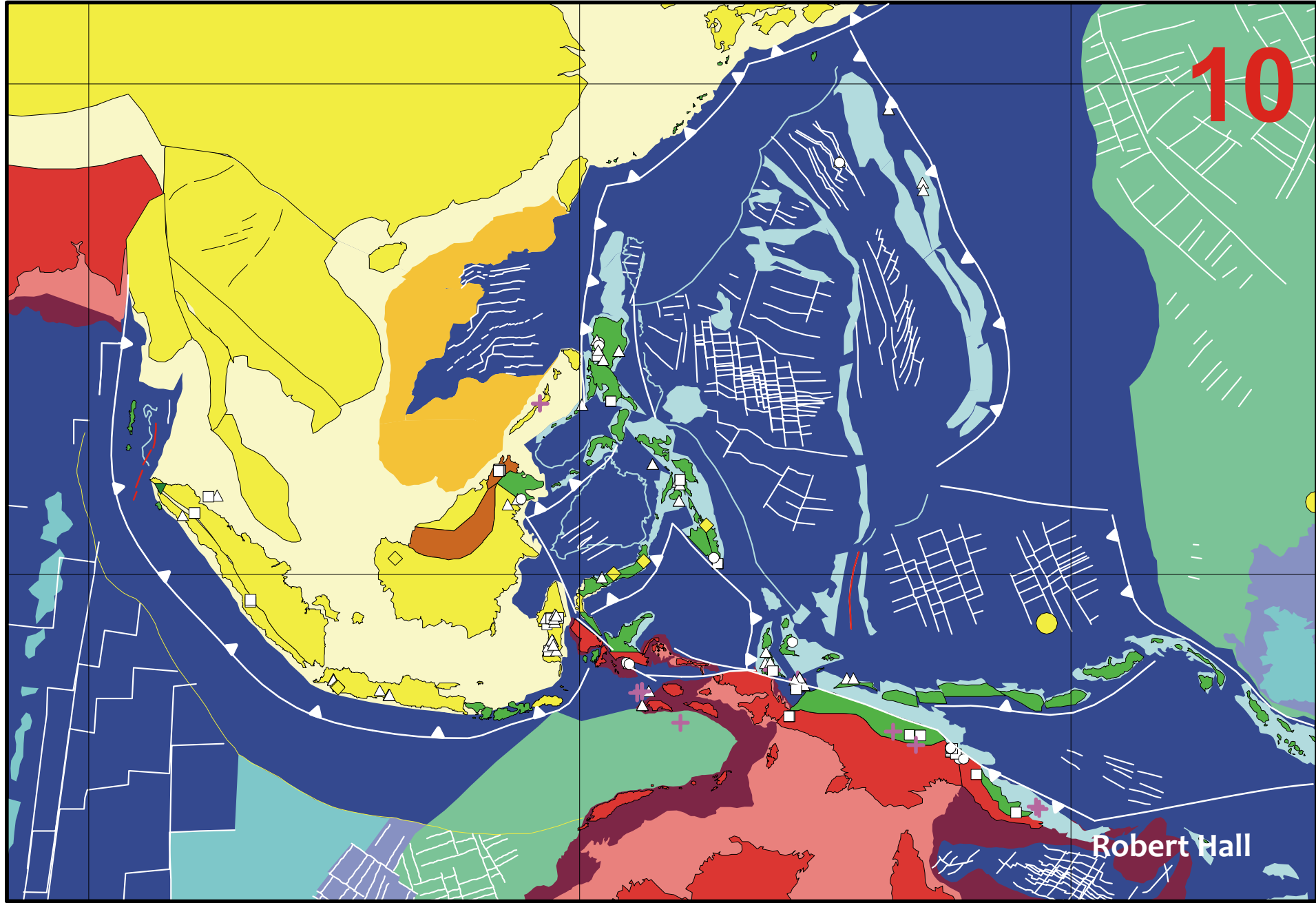


11

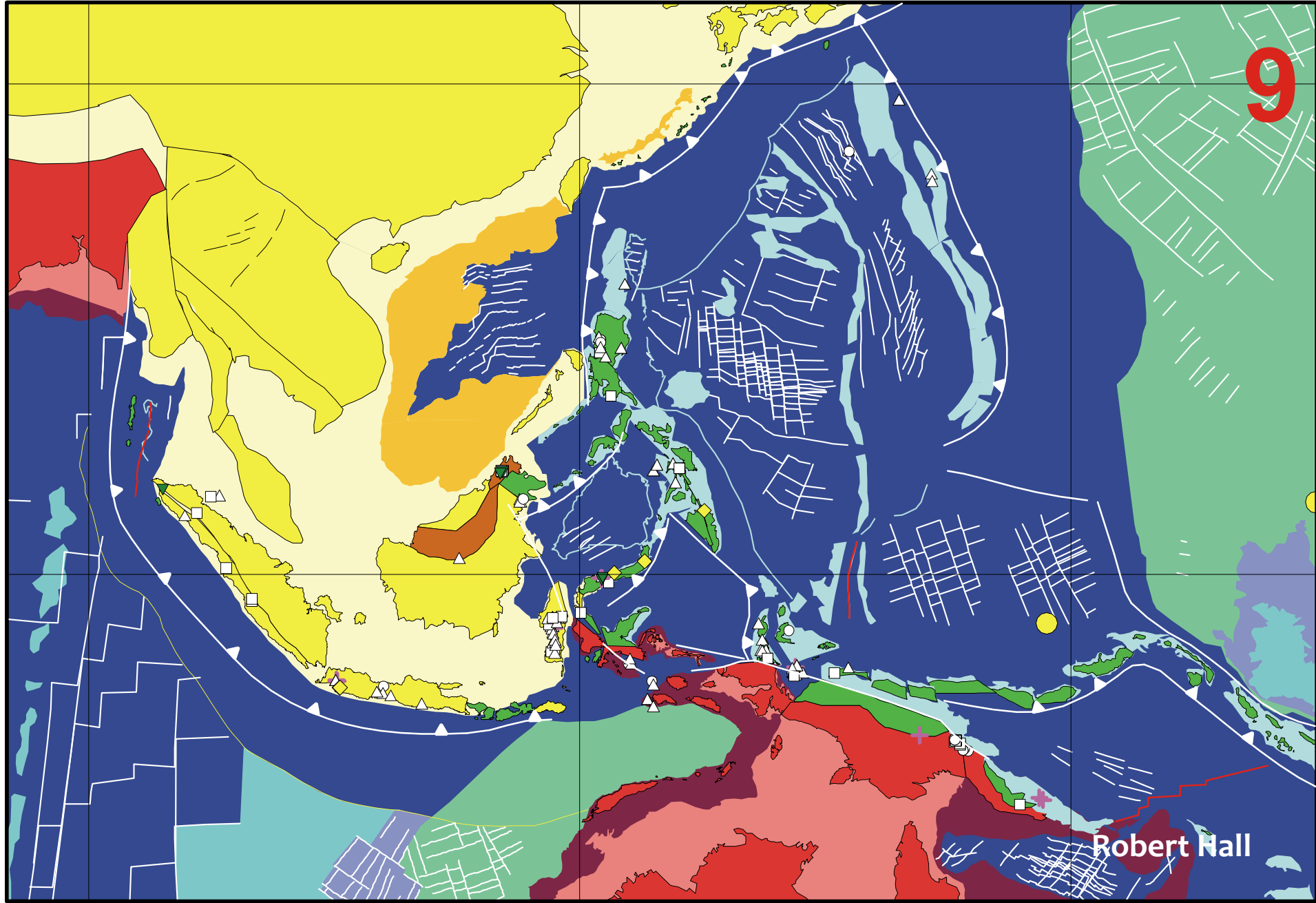
Robert Hall



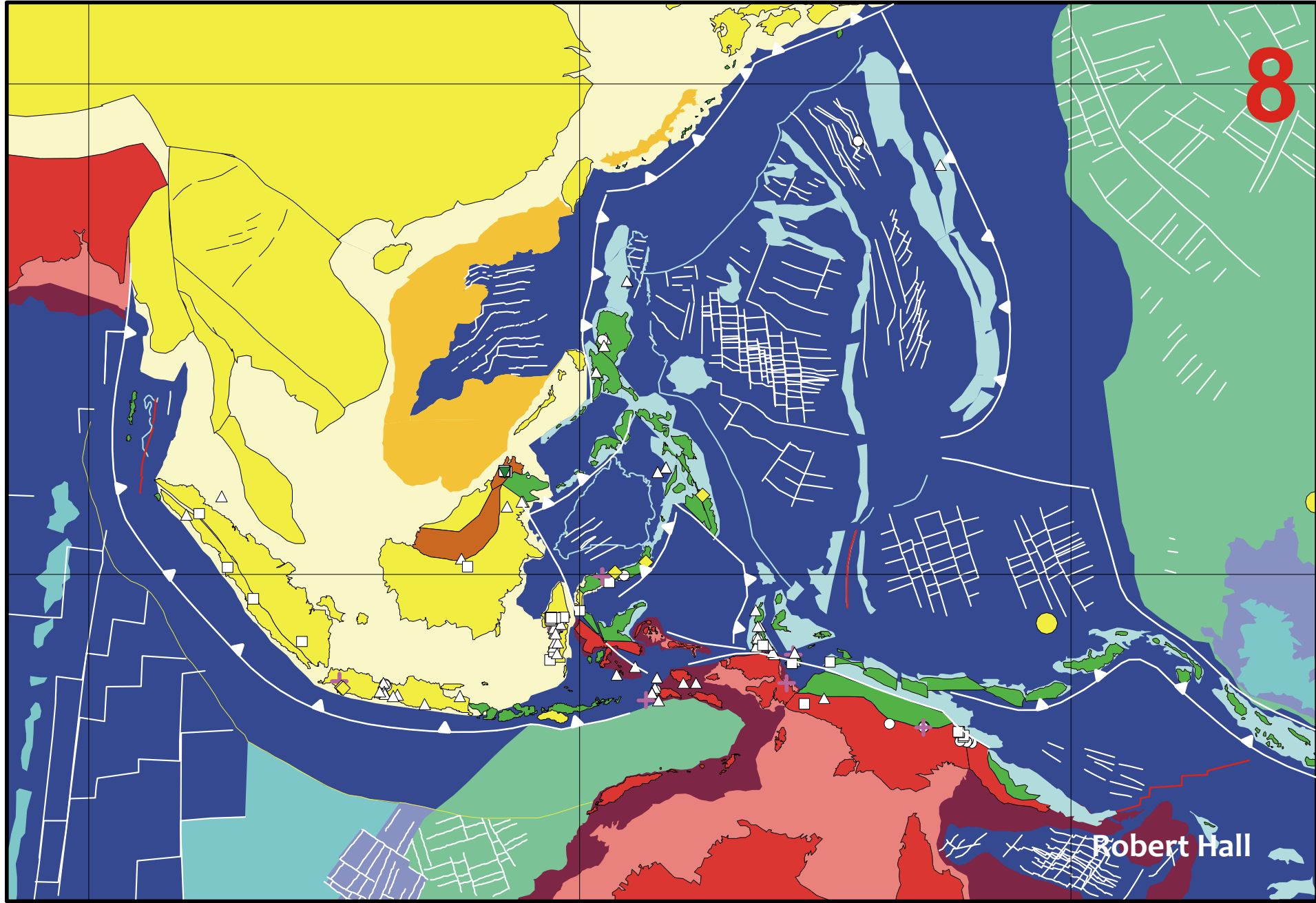
10



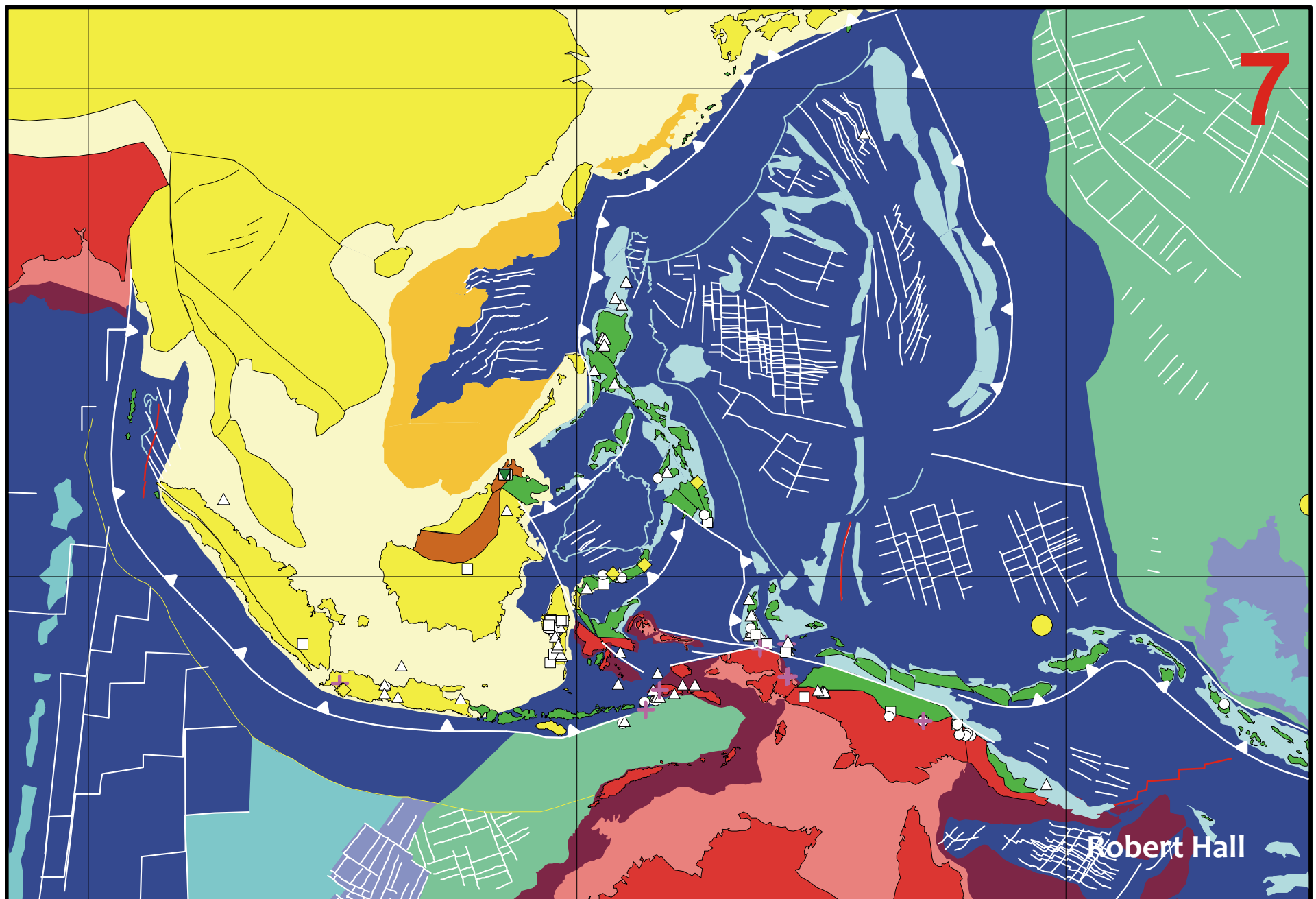
Robert Hall



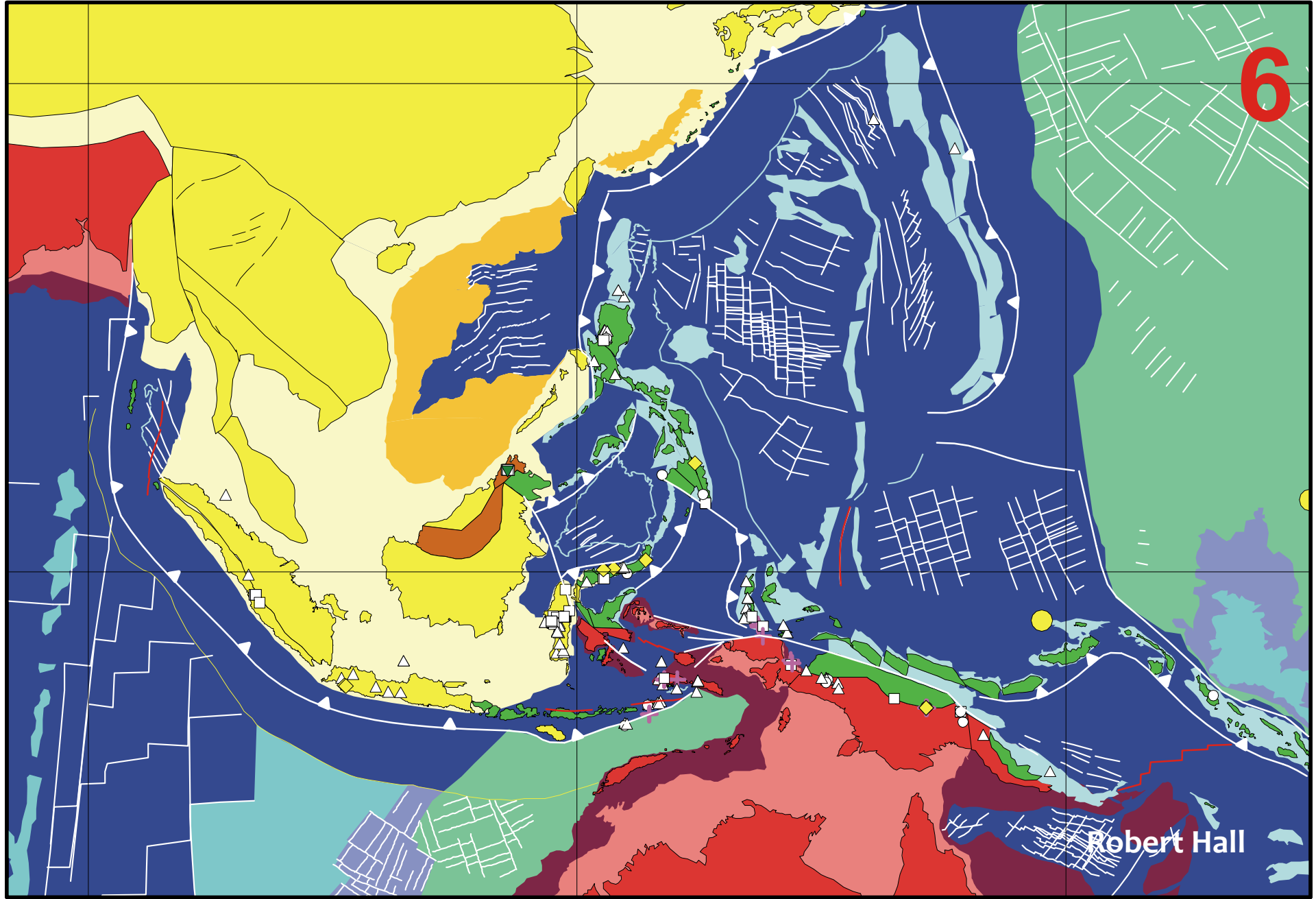
Robert Hall



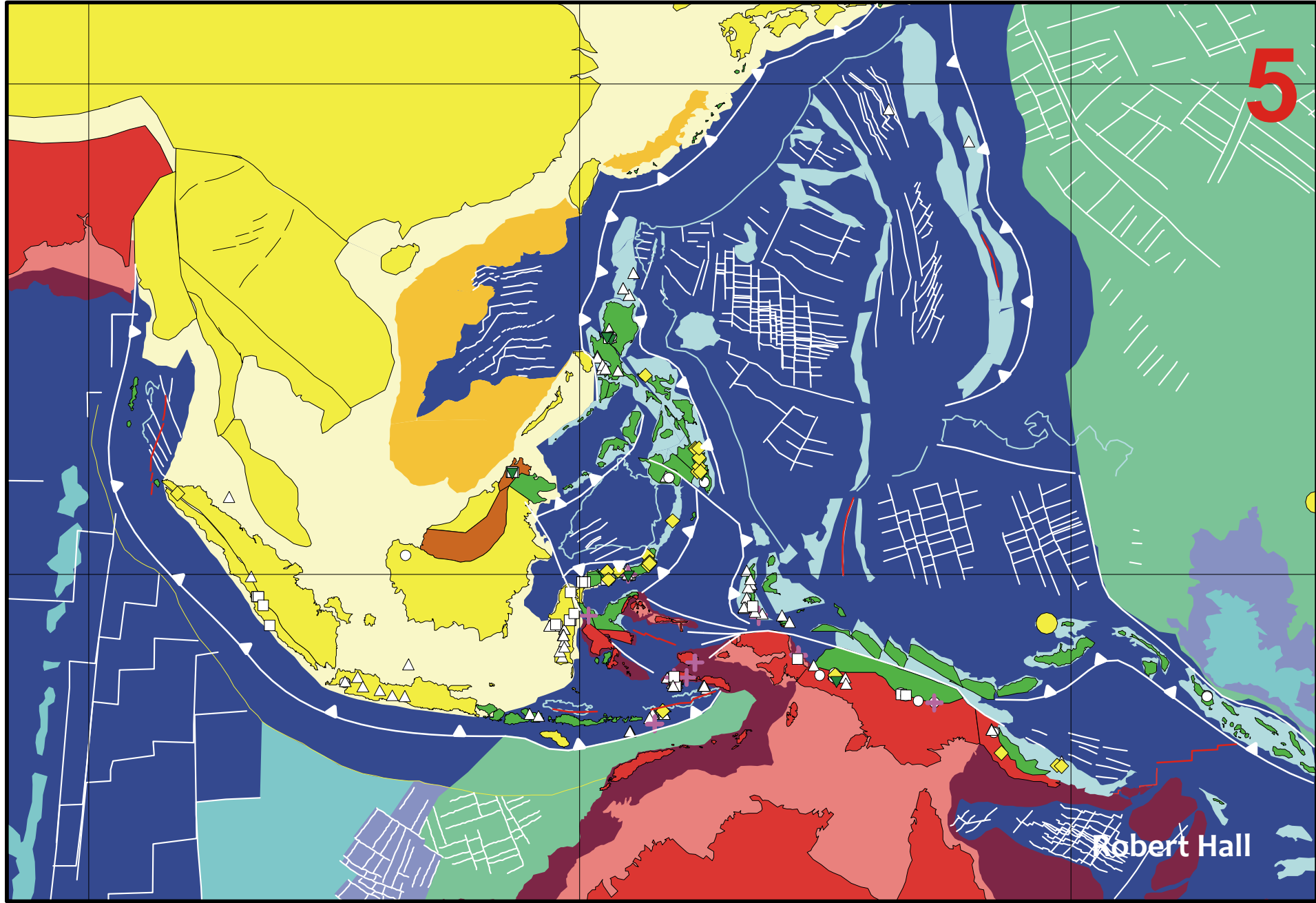
Robert Hall



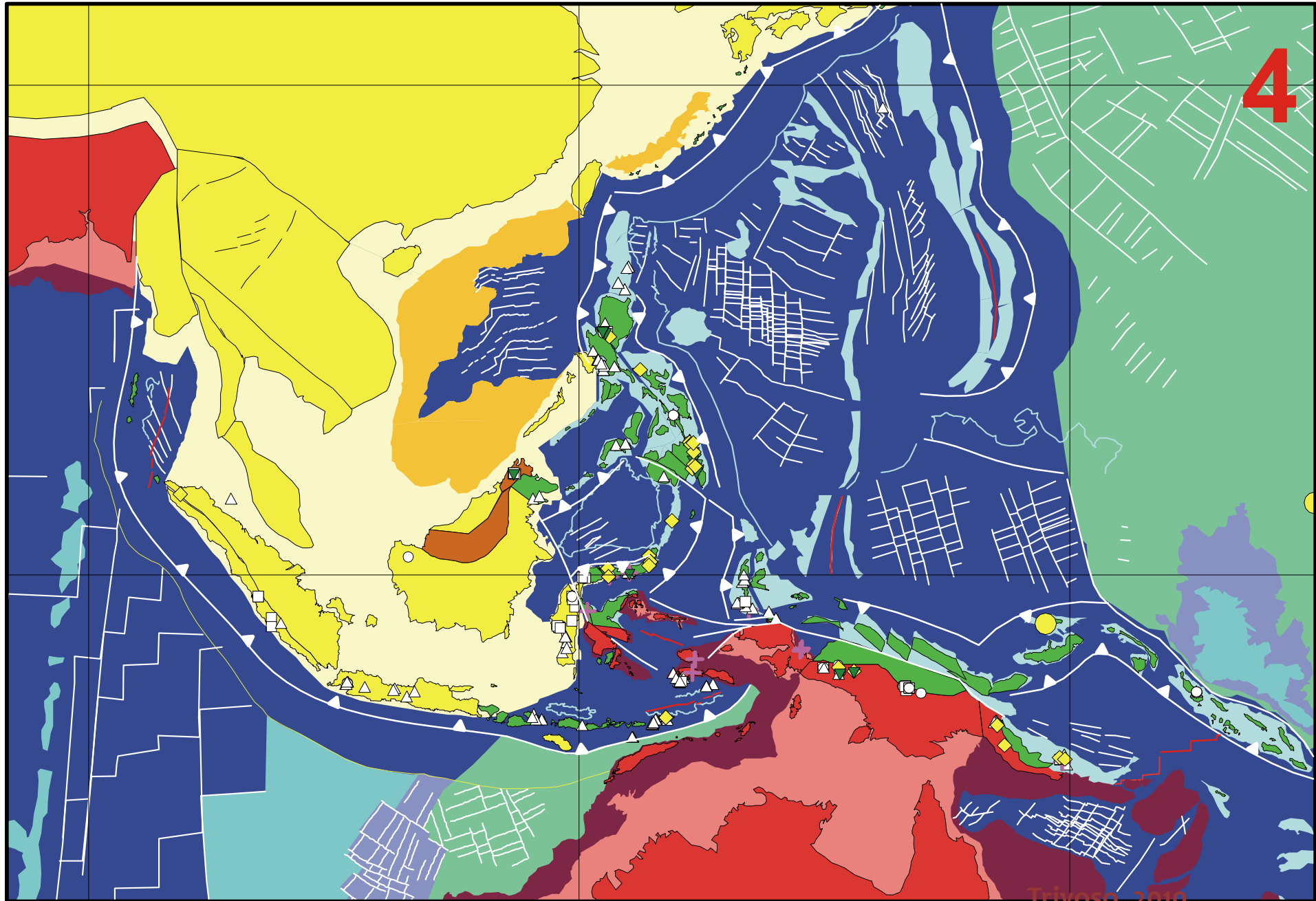
Robert Hall

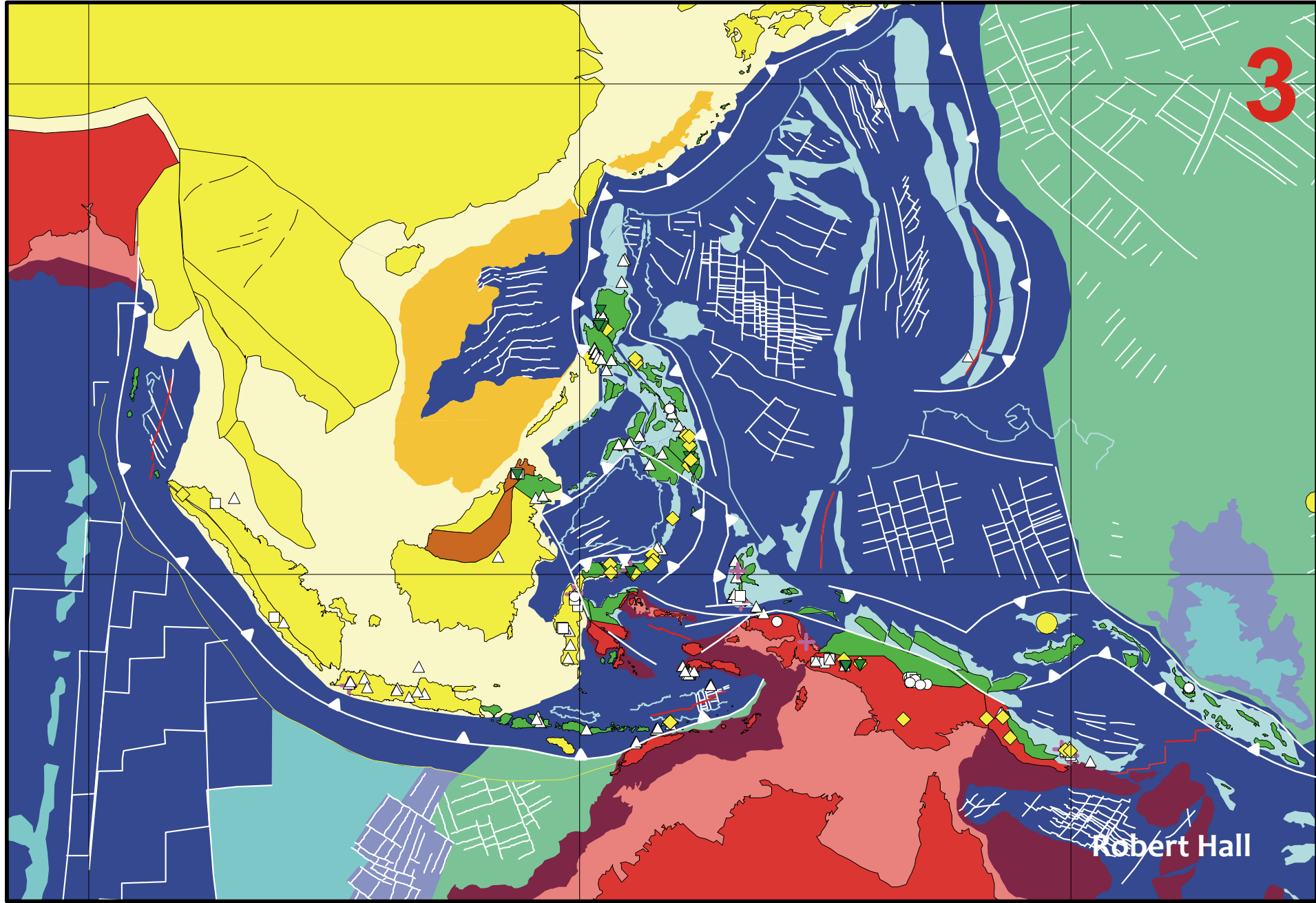


Robert Hall

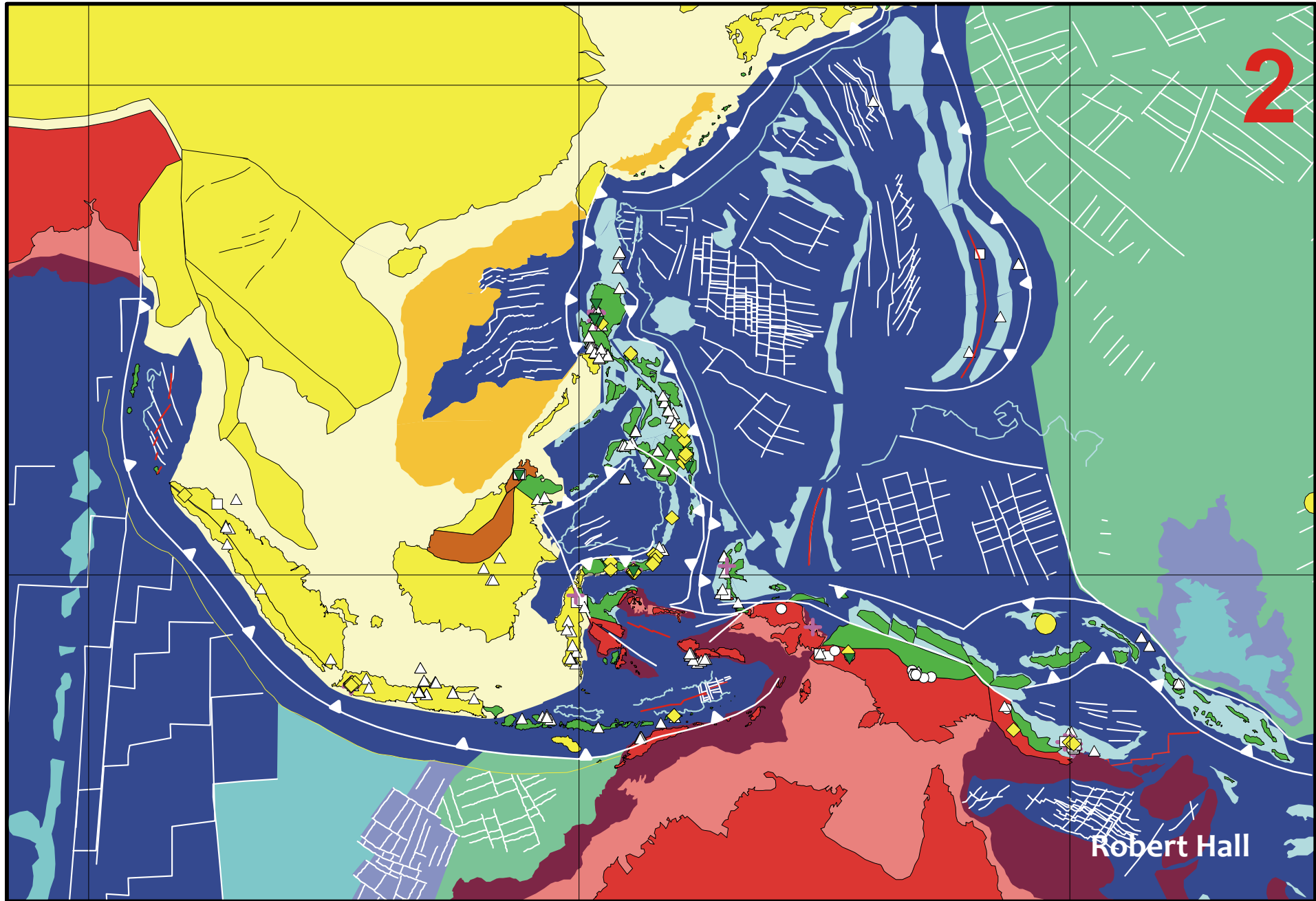


Robert Hall

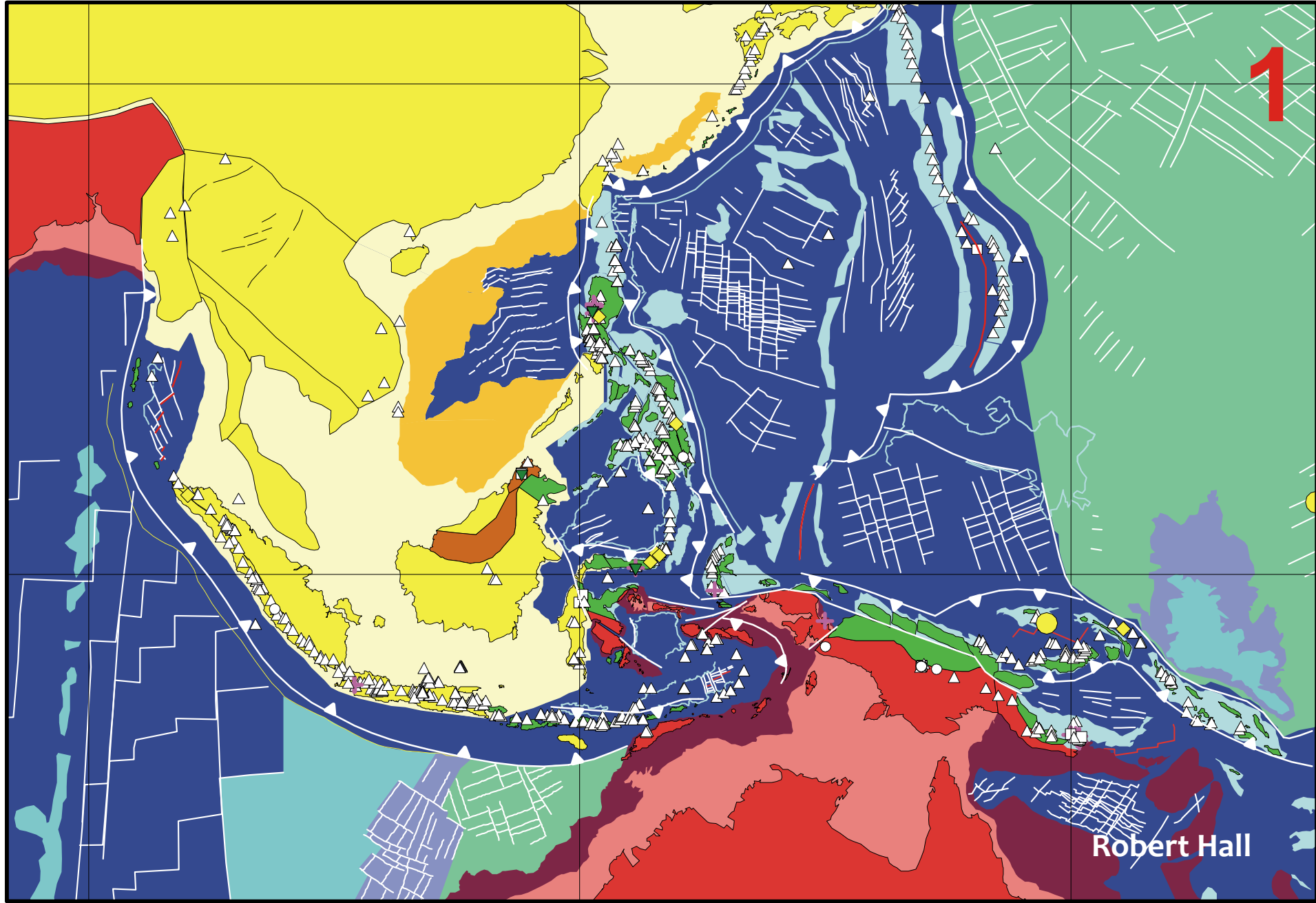




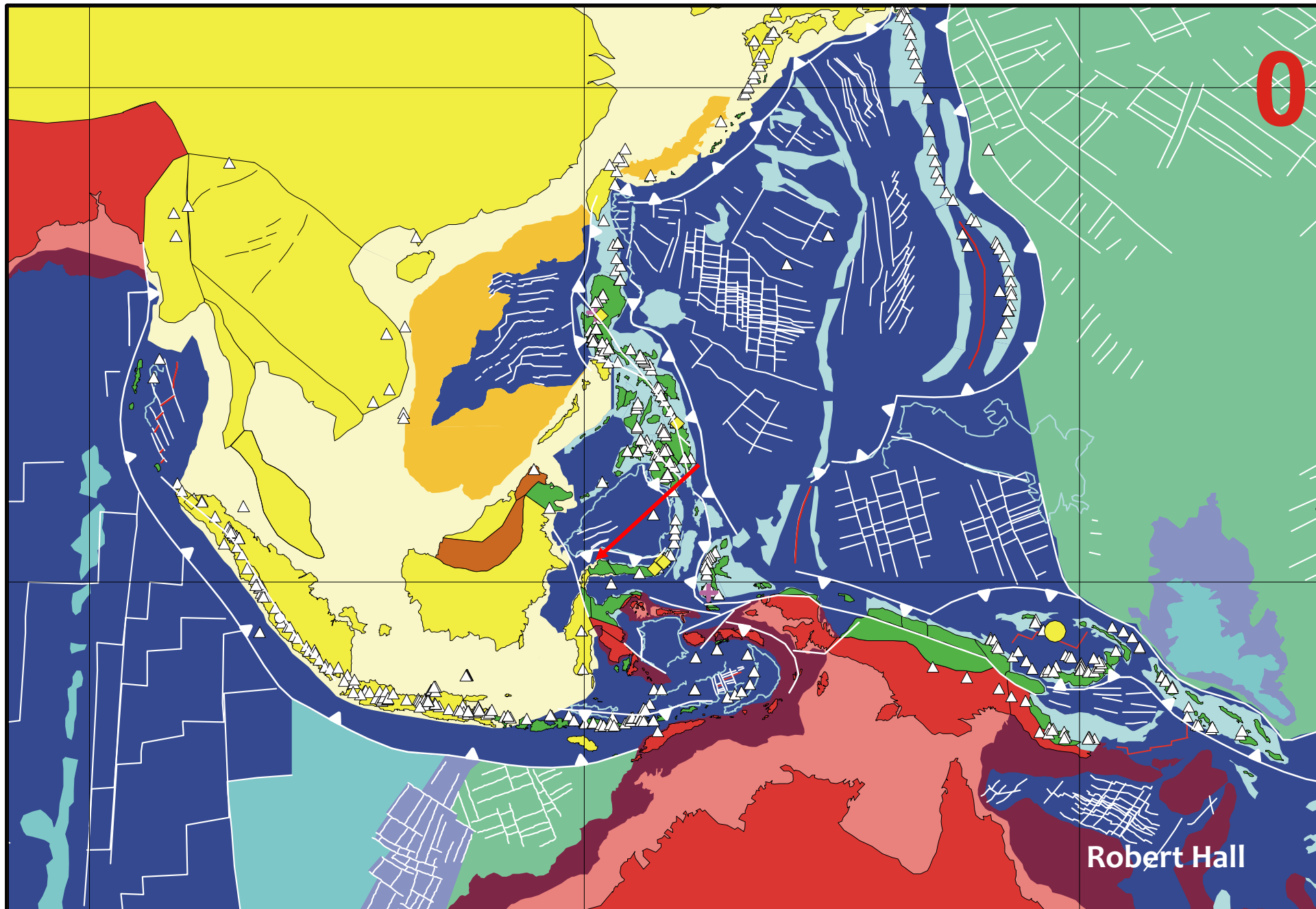
Robert Hall



Robert Hall

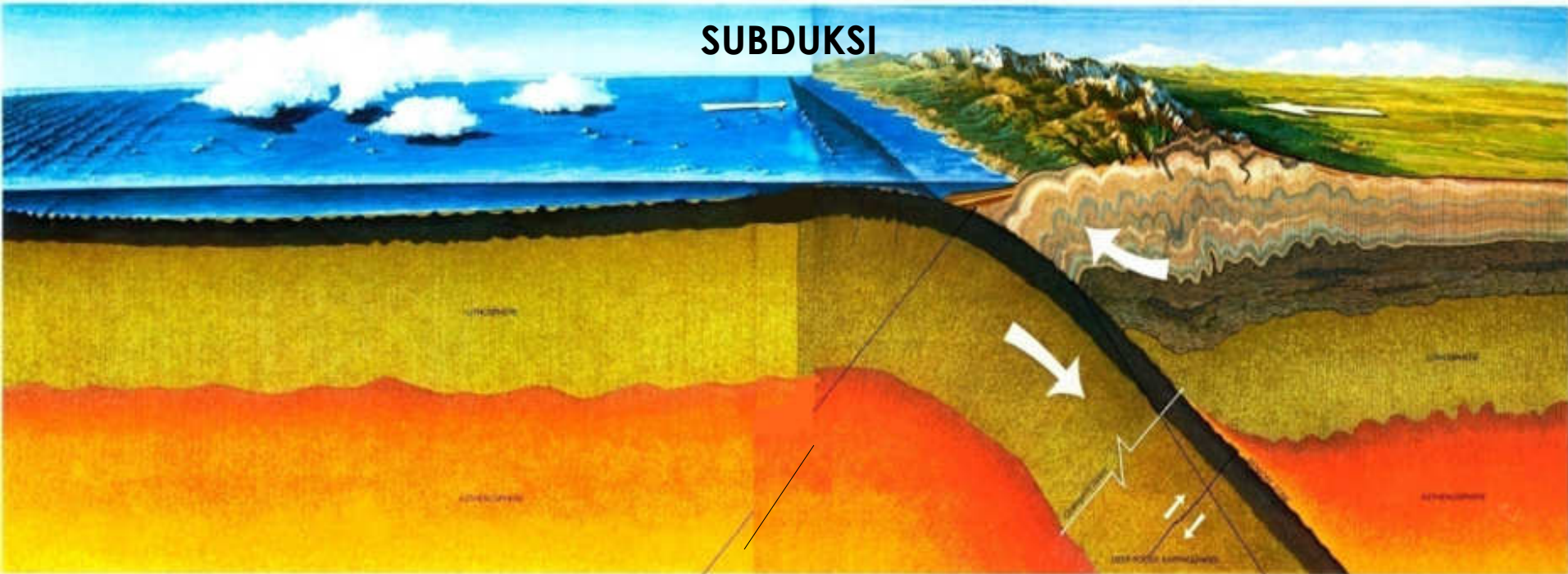


Robert Hall



Robert Hall

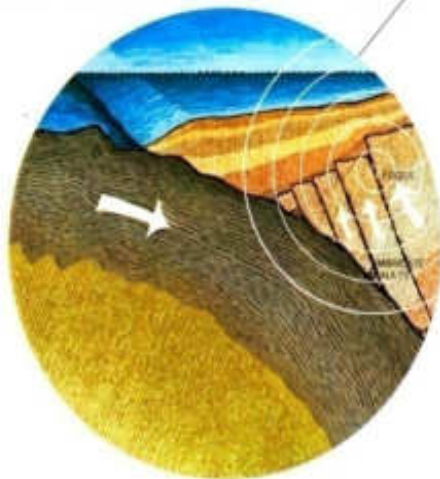
SUBDUKSI



Almost 90 per cent of the seismic energy released by tectonic plate movement comes from earthquakes in subduction zones, the deep ocean trenches lying off island arcs and continental coastlines where one tectonic plate plunges beneath another. As the cold, rigid slab of lithosphere descends into the asthenosphere, it endures enormous deforming stresses that keep it seismically alive to tremendous depths.

Most of the world's great earthquakes occur under the trench itself, where the oceanic plate grinds beneath the plate carrying the island or continent. These ruptures, generally no more than 30 miles deep, propagate upward, and often touch off other lower-magnitude tremors in a system of overlapping cracks in rock called *infrathrust* faults.

As the slab sinks into the asthenosphere, it endures still further deformation in a remarkably well-defined seismic area called the Benioff zone, after one of its discoverers, American seismologist Hugo Benioff. Here, at depths of 70 to more than 400 miles, heat and compressional forces cause deep-focus earthquakes in the still-brittle slab.



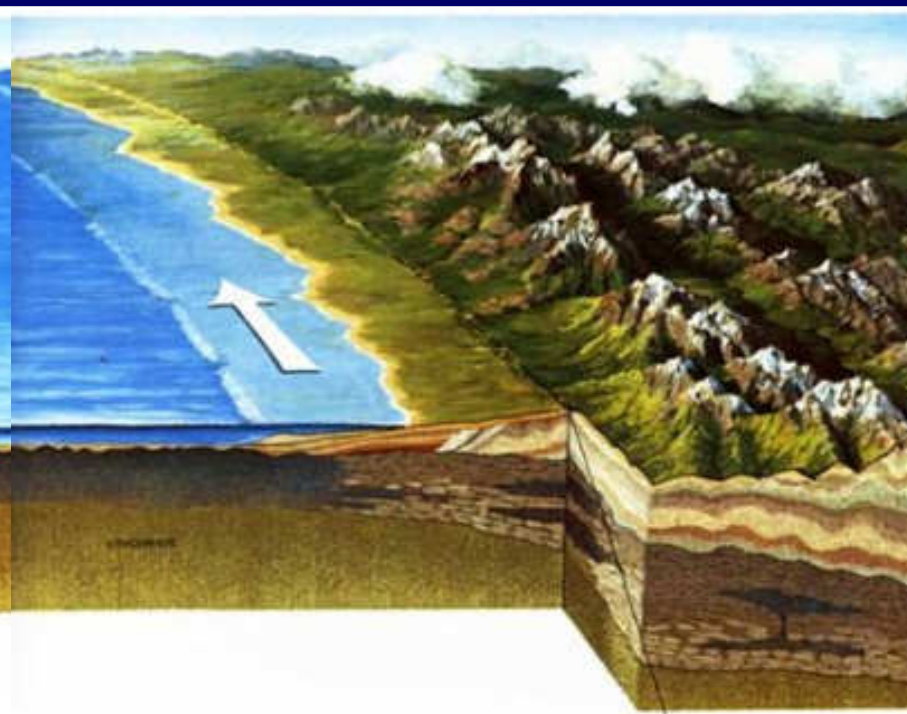
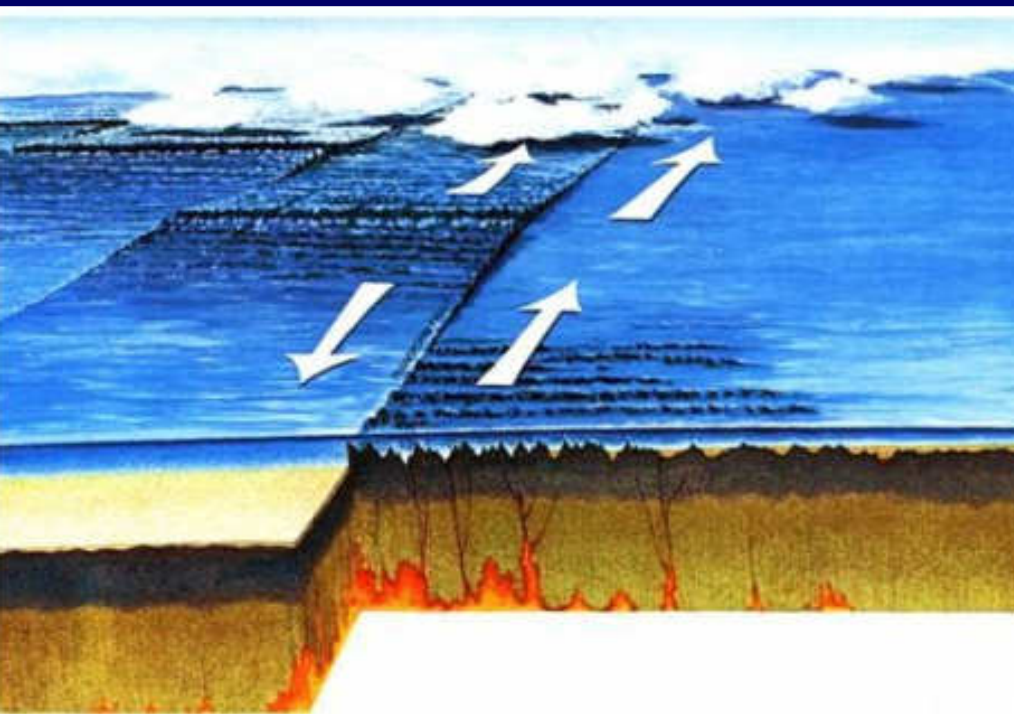
Bending into a deep ocean trench, an oceanic plate plunges beneath a converging continental plate toward the earth's interior, where it is consumed and recycled. This tectonic process, called subduction, accompanied by intense earthquake activity, is a journey that takes approximately seven million years.

Above the subducting slab of lithosphere, earthquakes occur in intricate faults—a complex of weak, lateral zones in the continental plate. These secondary earthquakes are a direct consequence of the major slips along the tectonic plate boundaries.

The bending and jamming of the converging plates generate tremendous stress along the plate boundaries beneath the trench, resulting in a major vertical slip and a correspondingly great earthquake. Ocean trench quakes have been recorded at 8.9 on the Richter scale and are among history's most awesome. *Source: The Six Great Continental Forces of Geology*



SESAAR

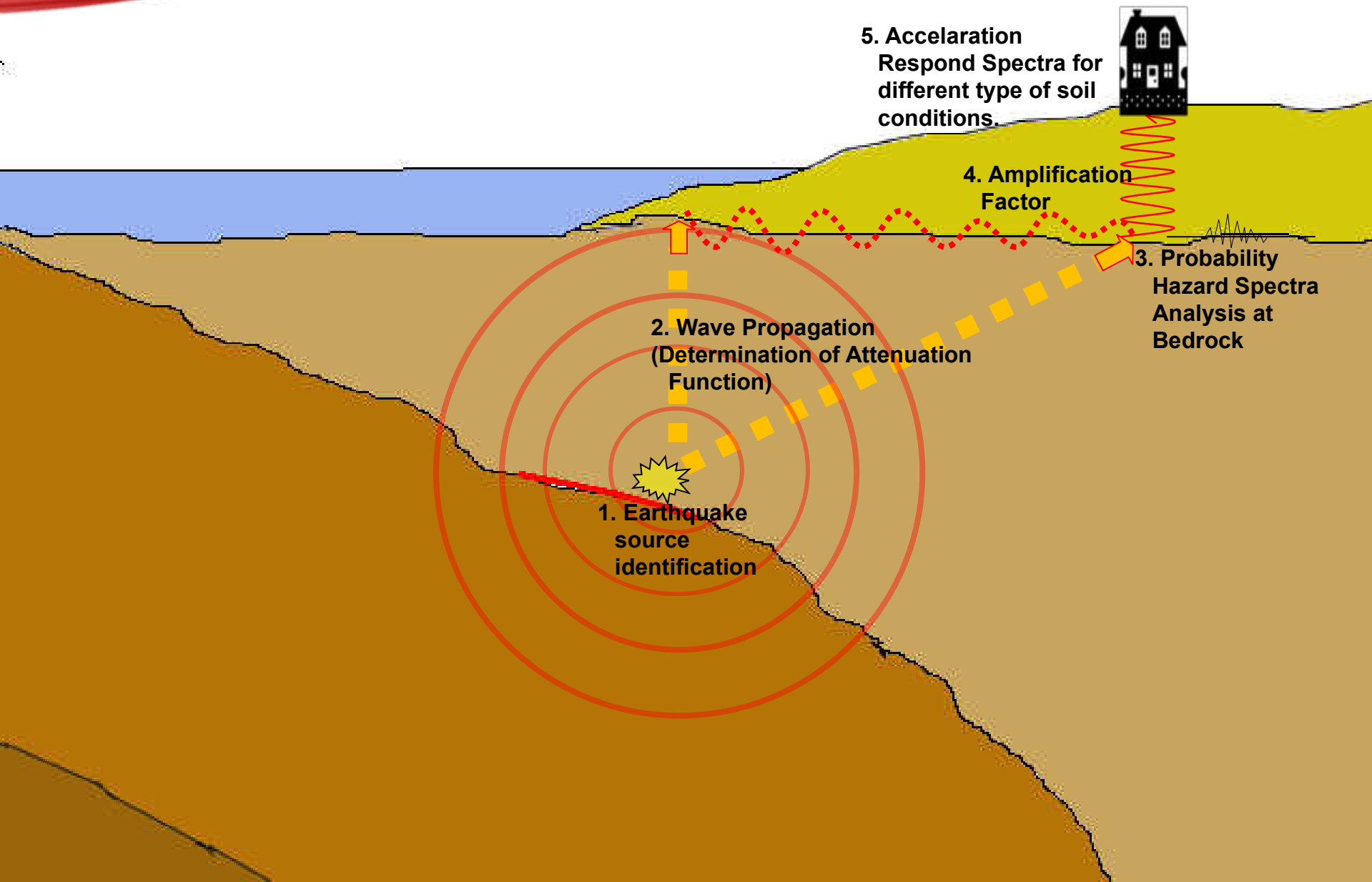


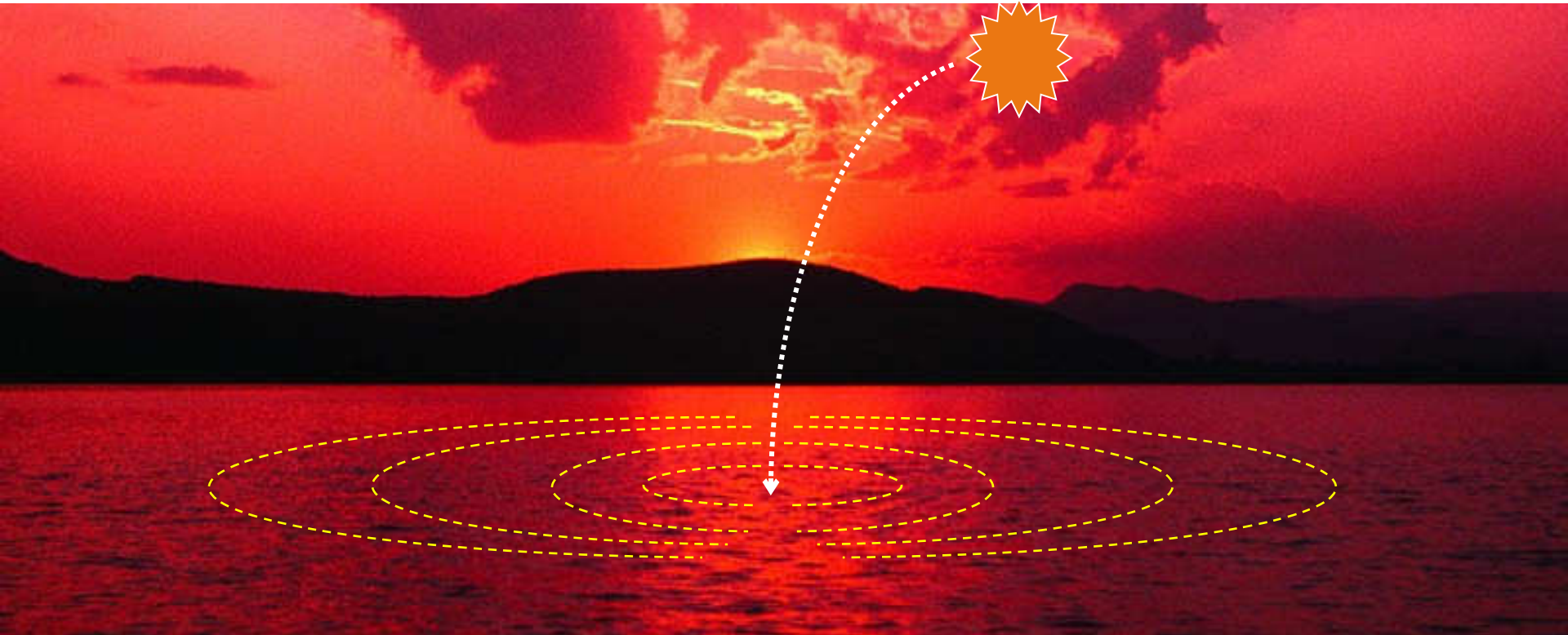
As adjacent tectonic plates shear past each other along transform faults on land and under water, earthquakes release the strain caused by jagged bedrock. Transform faults sometimes control the strand faulted ridges and control other sections of the ocean ridge.



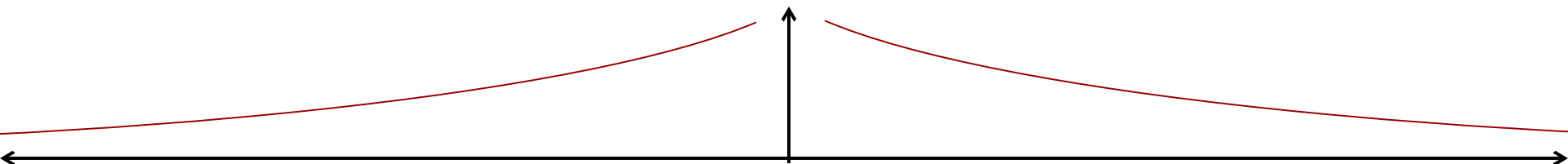
When an earthquake releases the strain along a transform fault, the two segments of each slide past each other horizontally with only slight, if any, vertical displacement. Such displacement is always transformed or absorbed by trench subduction and on-floor growth—important facts that persuaded scientists to accept the theory of plate tectonics.

PROCEDURE FOR EARTHQUAKE HAZARD ANALYSIS (MASYHUR ET.AL)





AMPLITUD

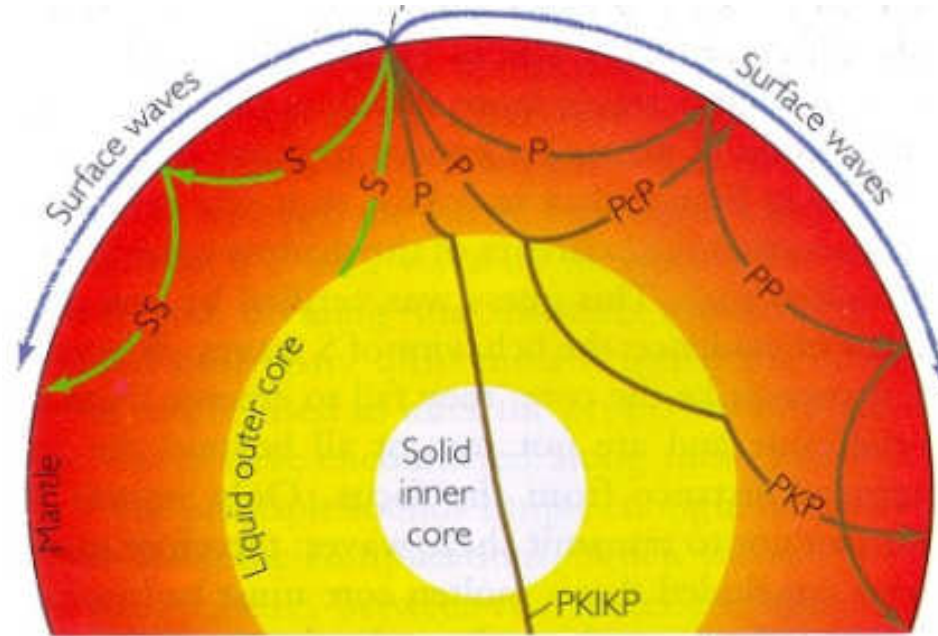


JARAK

inovatif • entrepreneurial • global

JARAK

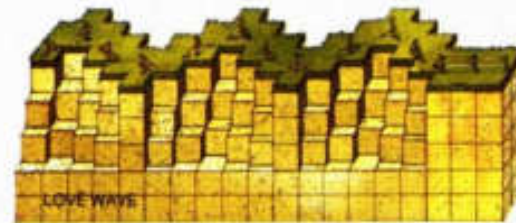
PERGERAKAN GELOMBANG GEMPA BUMI



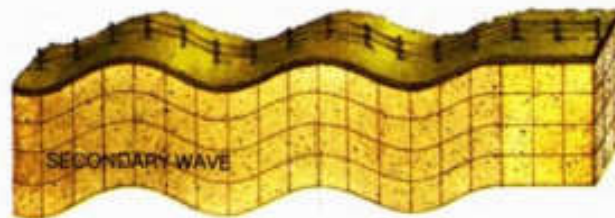
P-Wave



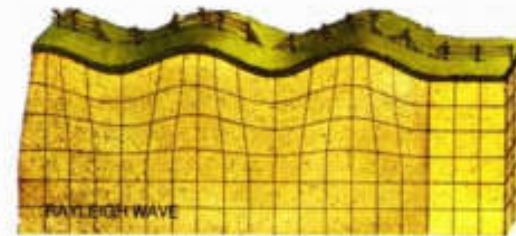
Love-Wave



S-Wave



Rayleigh-Wave



COLA-Z

PFO-Z

SSPA-Z

CTAO-Z

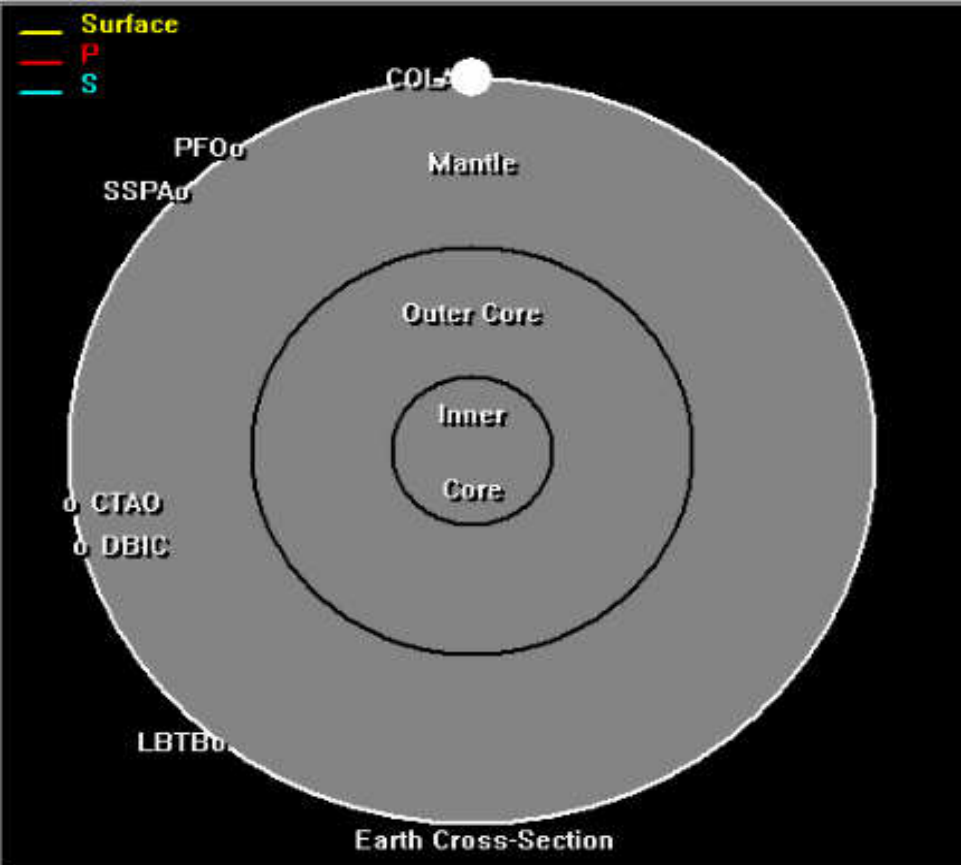
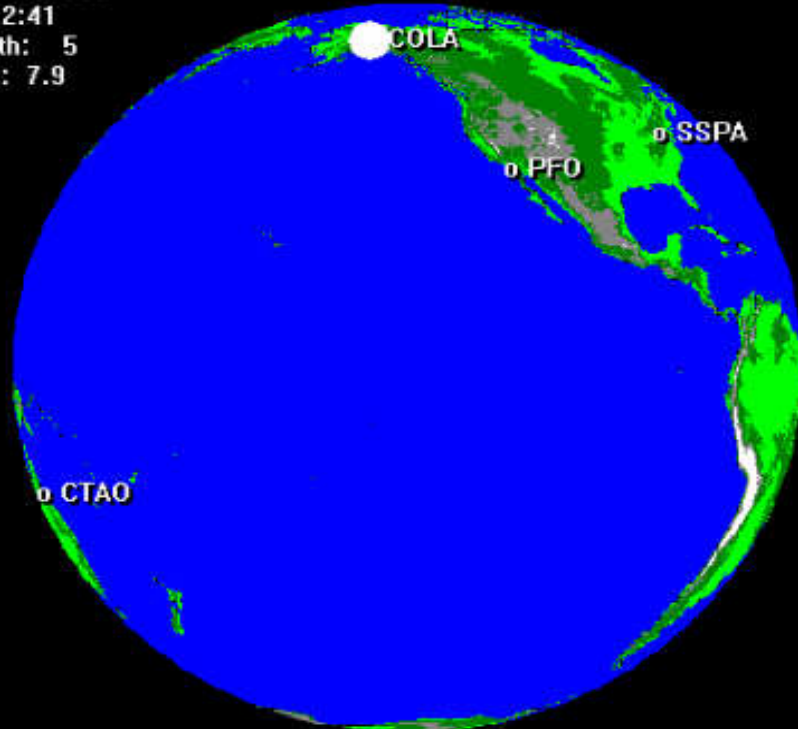
DBIC-Z

LBTB-Z

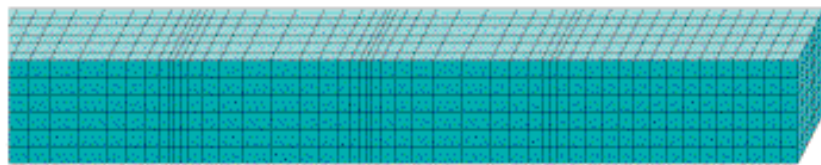
Seismic Waves generated by the 2002 Denali Fault, Alaska, Earthquake

Screen capture from Alan Jones' Seismic Waves program, which is freely available from his web site.

AK: 2002 Denali Earthquake, Alaska
Nov. 3, 2002
22:12:41
Depth: 5
Mag: 7.9

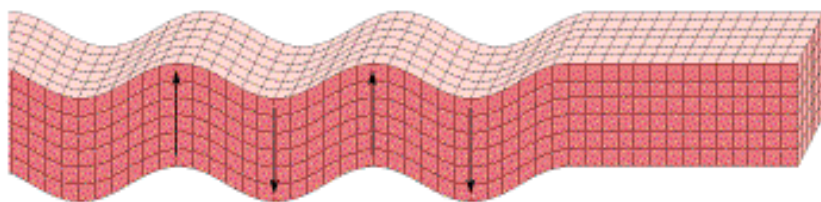


Compression Expansion Compression Undisturbed material



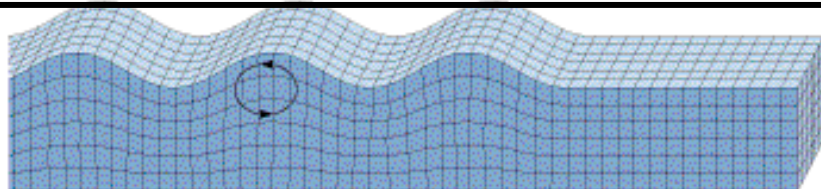
(b) Primary wave

Direction of wave movement →



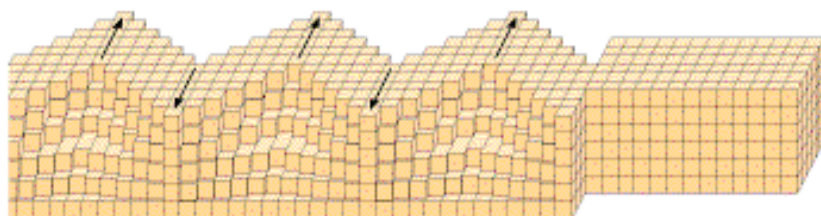
(c) Secondary wave

→



(d) Rayleigh wave

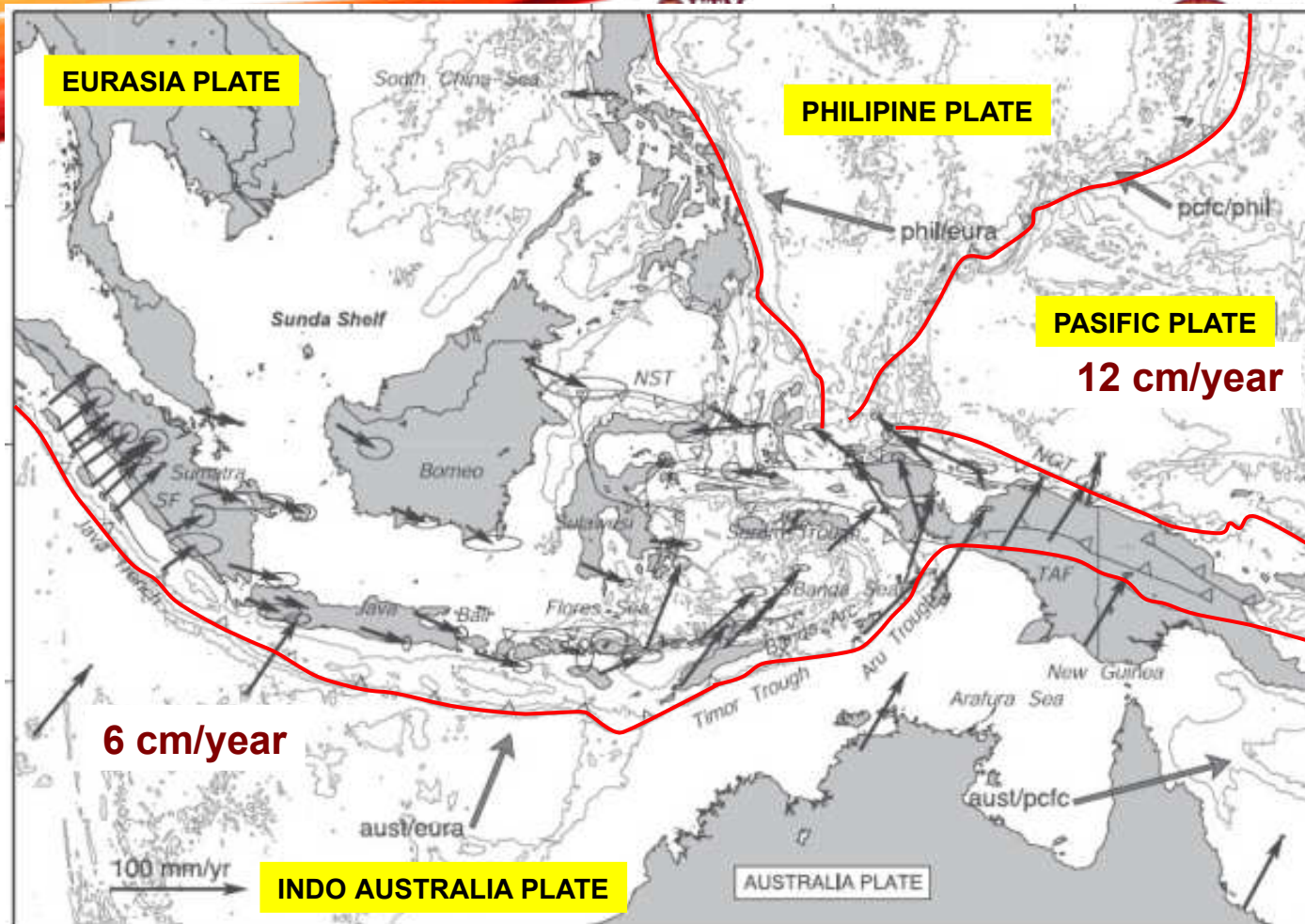
→



(e) Love wave

→

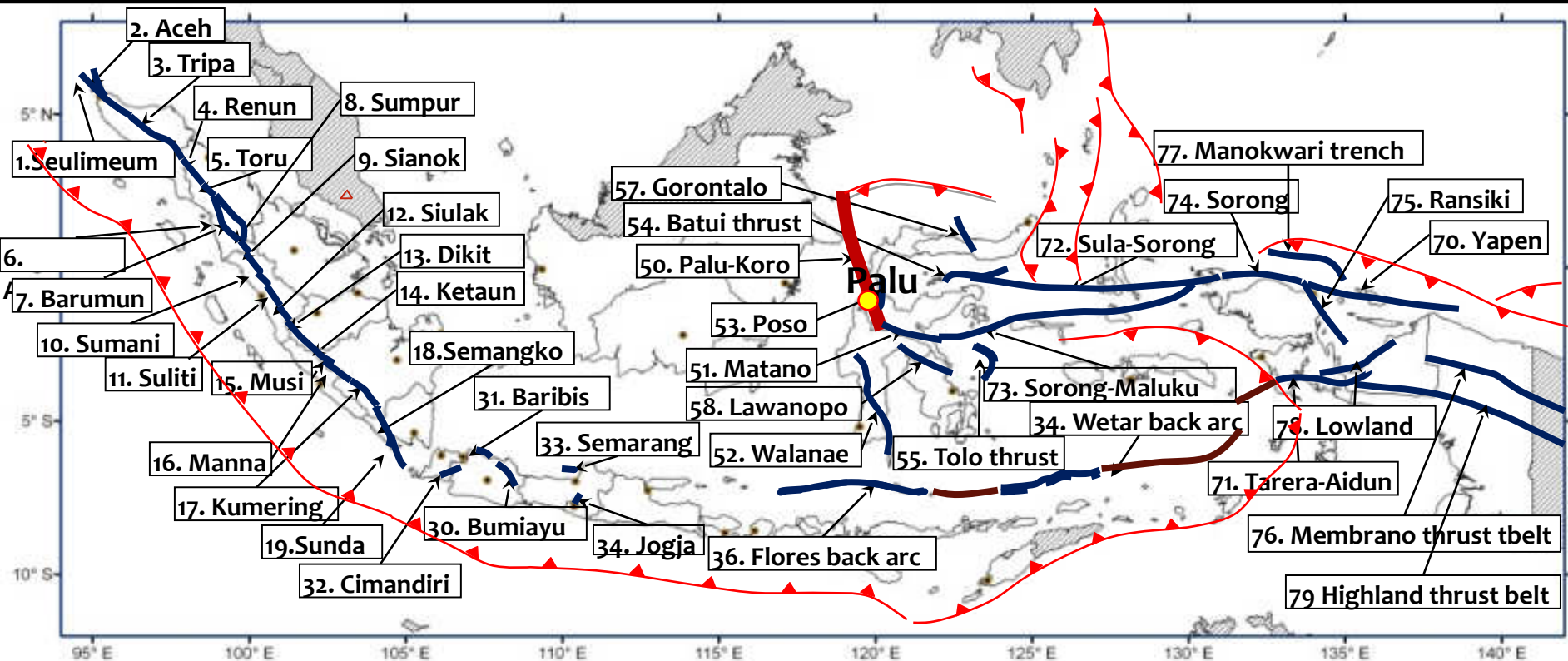




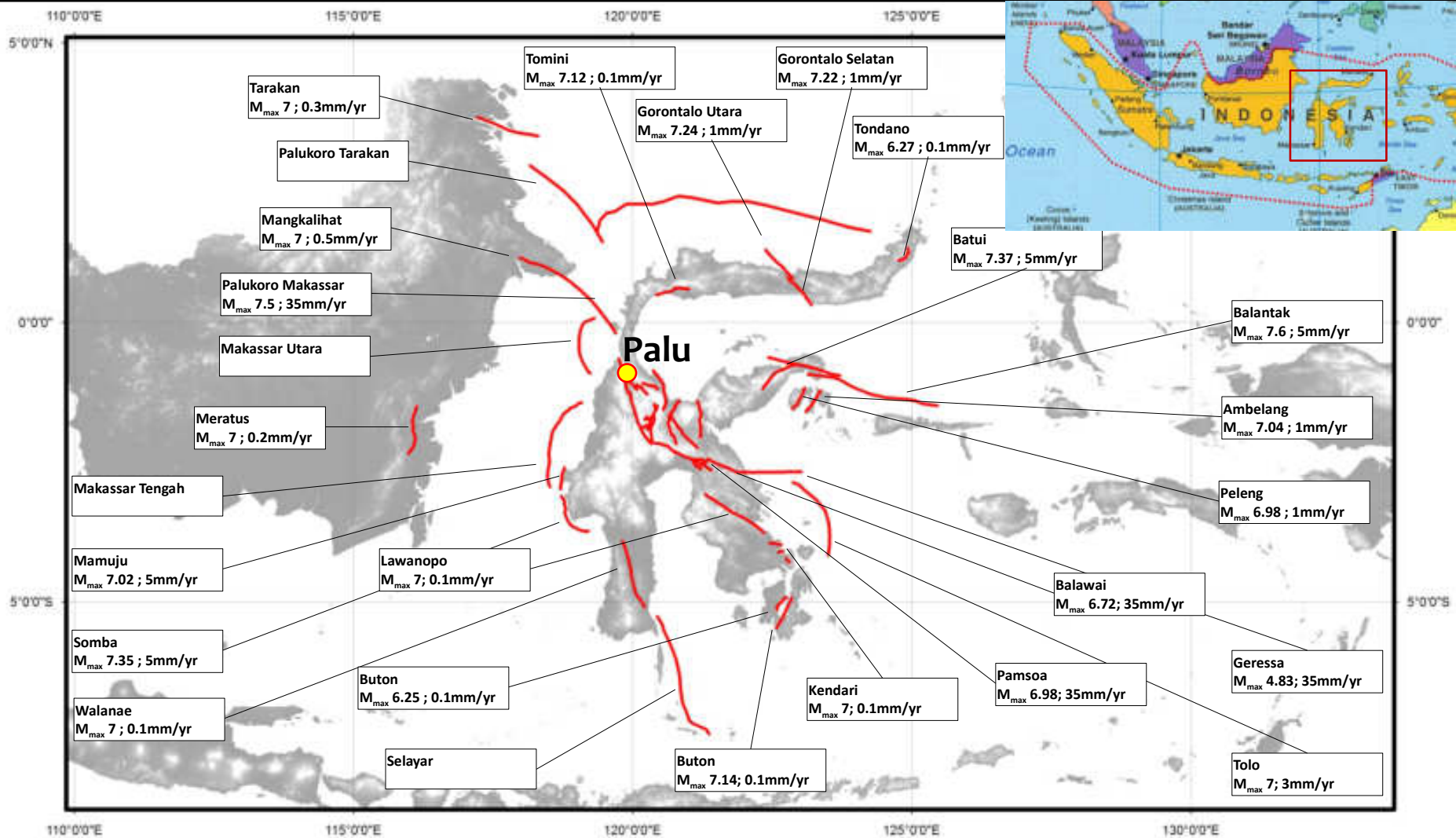
Tektonik besar sekitar Indonesia (Bock et al., 2003)

- Terdapat 4 plat tectonic di sekitar kita : Eurasia, Indoaustralia, Pacific and Philipine.
- Plat Indoaustralia and Philipine/pacific menurun di bawah plat Eurasia dengan kadar pergerakan 6cm/tahun and 12 cm/tahun

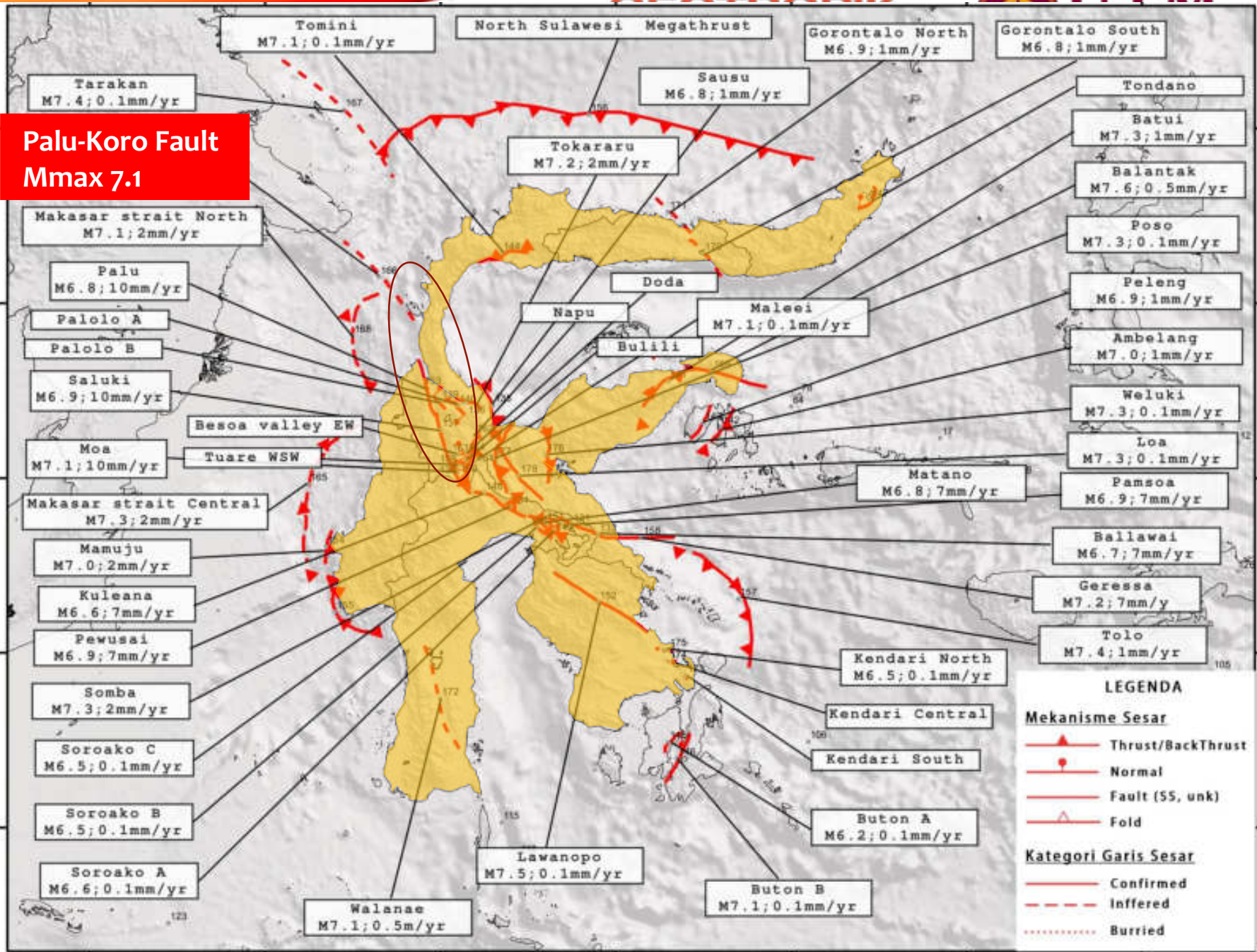
Kekar Aktif pada tahun 2010 (Masyhur et.al)



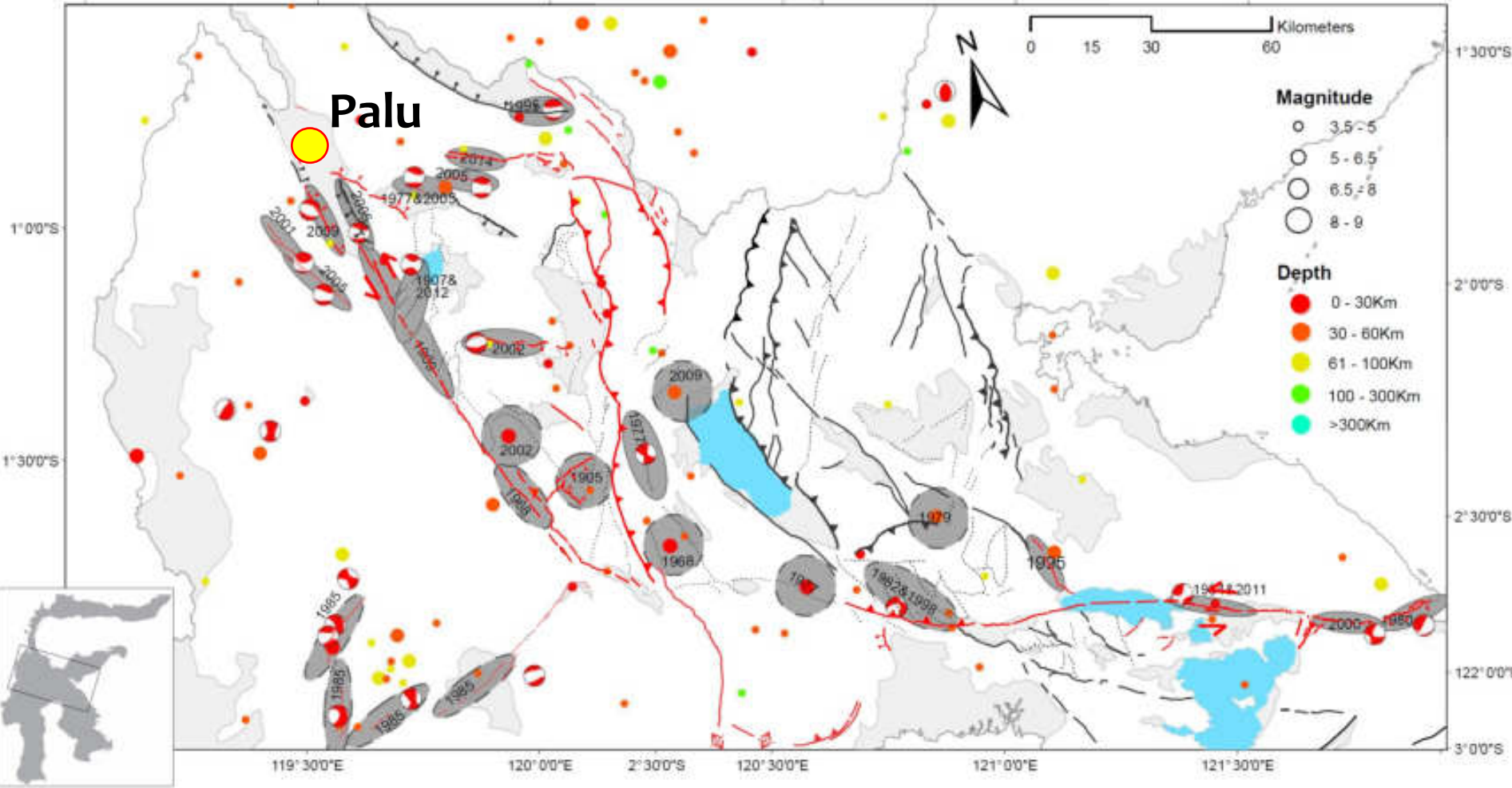
KEKAR AKTIVE DI KALIMANTAN-SULAWESI 2017 (Masyhur et.al)



Sesar Aktif di Sulawesi (Masyhur et.al)



KEDUDUKAN KOTA PALU

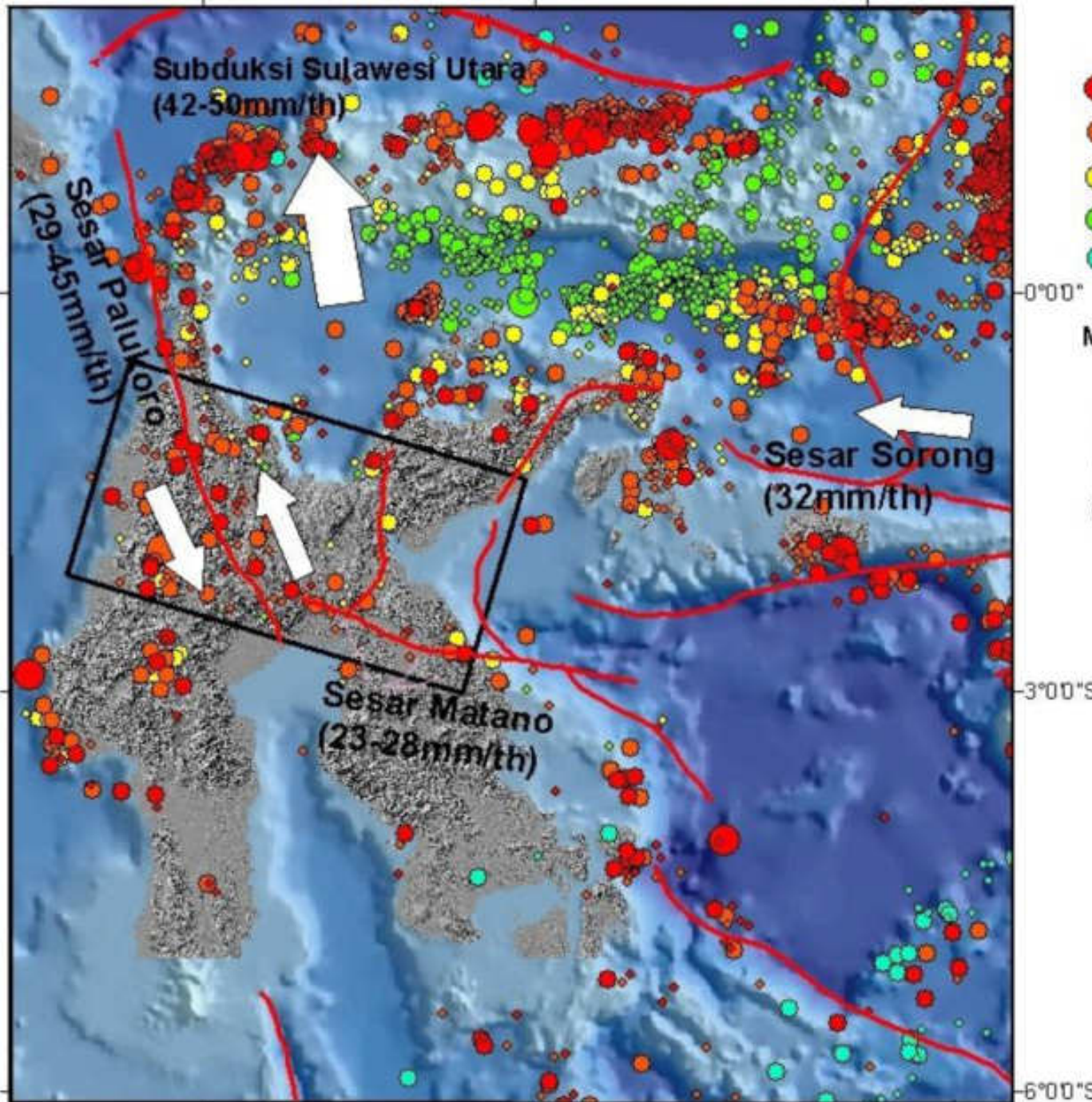


Gambar IV-4. Sebaran sumber gempa bumi dan sumber sesar penghasil gempa bumi tersebut. Peta ini menyajikan data *focal mechanism* katalog CMT dengan titik lokasi berdasarkan katalog relokasi Engdahl (2007).

120°0'0"E

122°30'0"E

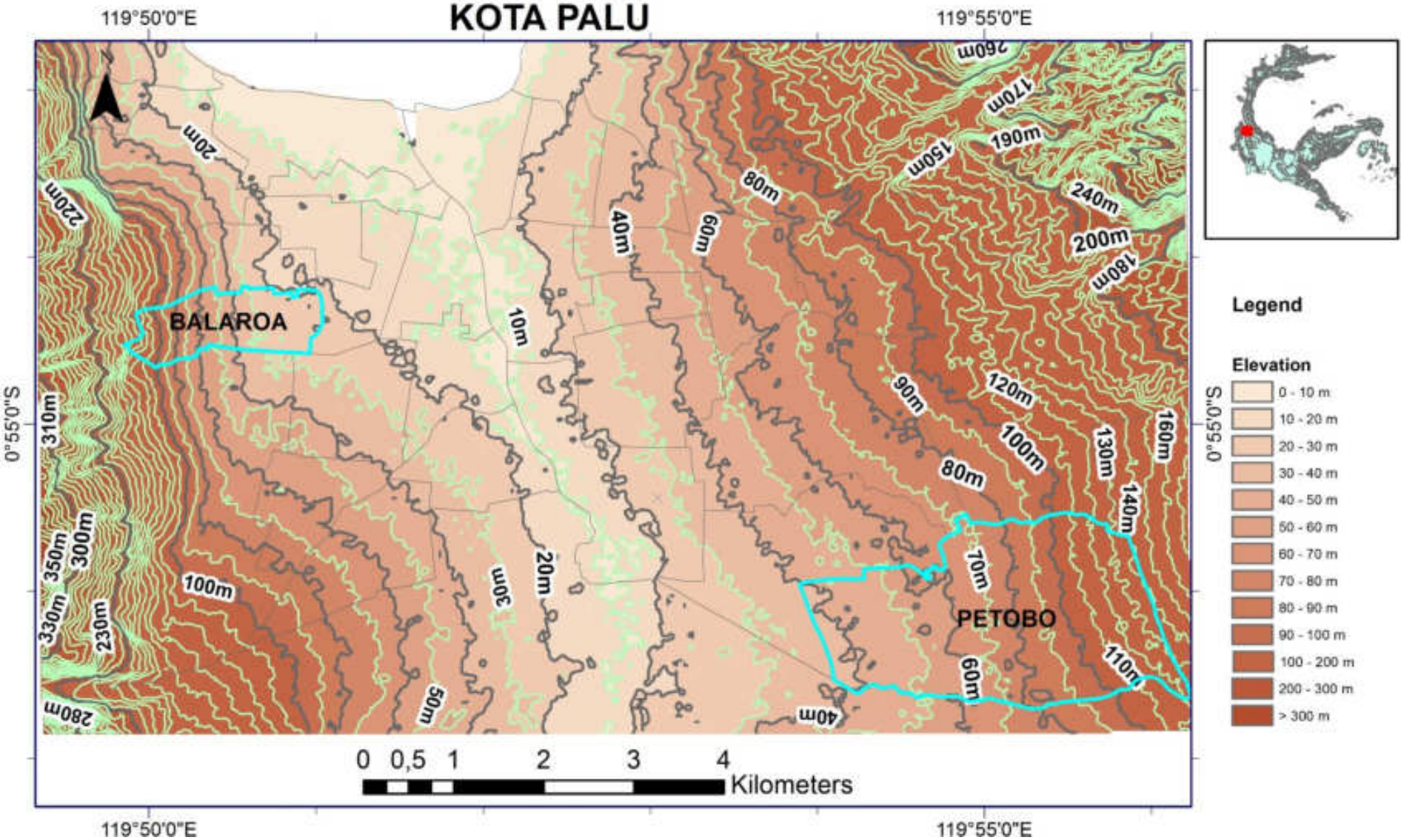
125°0'0"E



0°0'0"

3°0'0"S

6°0'0"S



BAHAGIAN 3

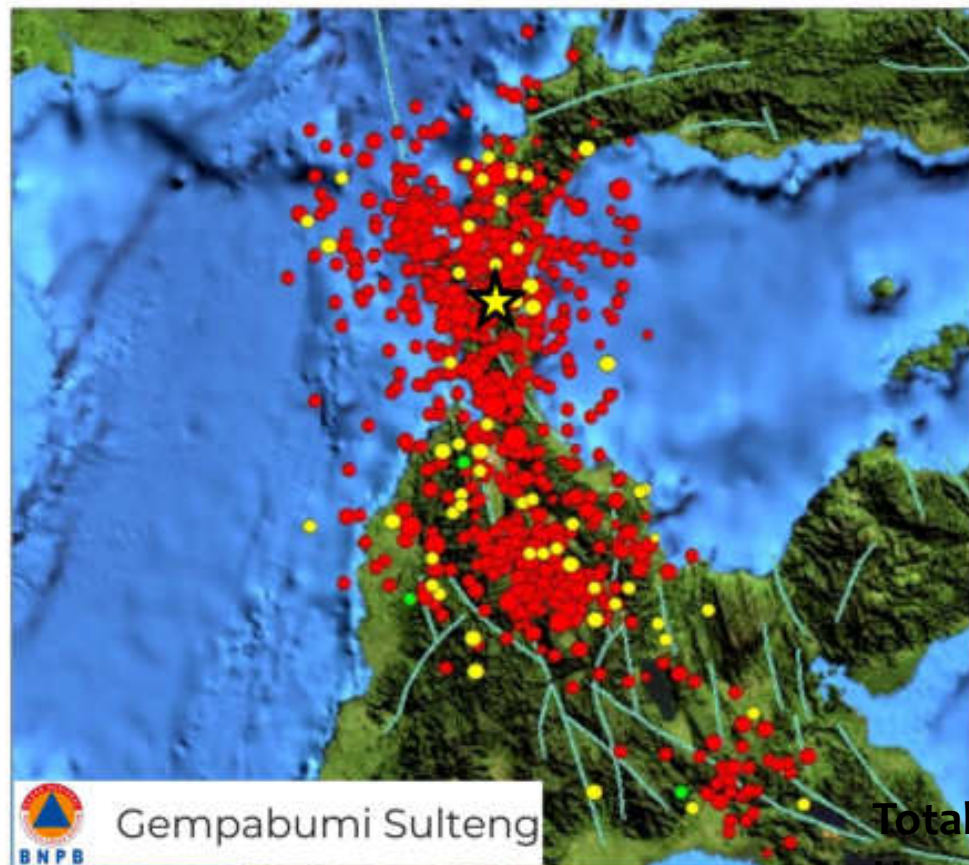
KESAN GEMPA PALU DONGGALA

KRONOLOGI GEMPA PALU

- 28th Sept 2018 1702:45 (WIB) Gempa Utama 7.5 – 7.7.
- Jenis sesar mendatar
- Hypocentre 10km dan epicenter 28km Timur Laut Donggala.
- Amaran Tsunami di keluarkan berdasarkan ramalan ketinggian ombak 0.58m dan di anggarkan sampai ke pantai sekitar Palu pada 17:22:43 (WIB)
- 17:13 (WIB) kenaikan ombak setinggi 6cm dan oleh kerana gempa dari jenis sesar mendatar amaran di panggil semula pada 17:36:12.(WIB)
- 17:14 (WIB) selepas gempa susulan sebesar 6.1.
- 18:03-18:05 (WIB) – Petobo, Balaroa, Sigi, Sibulaya and Palu Beach di timpa bencana.
- Tempat-tempat lain mengalami anjakan mendatar sebesar 5m dan ada berlaku pergerakan pugak setinggi 4m

30	28-Sep-18 17:50:28 WIB	-0.76	120.04	5.9	10 Km	23 km TimurLaut PALU-SULTENG
31	28-Sep-18 17:47:45 WIB	-0.46	119.91	5.0	10 Km	9 km Tenggara DONGGALA-SULTENG
32	28-Sep-18 17:39:05 WIB	-0.54	119.86	5.5	11 Km	13 km Tenggara DONGGALA-SULTENG
33	28-Sep-18 17:02:45 WIB	-0.2	119.89	7.4	11 Km	25 km TimurLaut DONGGALA-SULTENG
34	28-Sep-18 17:25:07 WIB	-0.93	119.99	5.9	10 Km	12 km Tenggara PALU-SULTENG
35	28-Sep-18 17:14:25 WIB	0.09	119.94	6.1	10 Km	58 km TimurLaut DONGGALA-SULTENG
36	28-Sep-18 17:02:44 WIB	-0.18	119.85	7.7	10 Km	27 km TimurLaut DONGGALA-SULTENG
37	28-Sep-18 15:25:00 WIB	-0.35	119.91	5.3	10 Km	11 km TimurLaut DONGGALA-SULTENG
38	28-Sep-18 14:28:37 WIB	-0.34	119.87	5.0	10 Km	10 km TimurLaut DONGGALA-SULTENG
39	28-Sep-18 14:00:00 WIB	-0.35	119.82	5.9	10 Km	8 km BaratLaut DONGGALA-SULTENG

**PETA DISTRIBUSI GEMPABUMI SUSULAN AKIBAT
GEMPABUMI DONGGALA 28 SEPTEMBER 2018 (M 7.4)
SAMPAI DENGAN 27 OKTOBER 2018 PUKUL 07.00 WITA**



Total casualties : 2.081
Heavily injured : 4.438
Missing/buried : 1.309

10 cm/yr →



KAWASAN YANG TERLIBAT

- PALU PINGGIRAN PANTAI – Tsunami
- PETOBO – Pelbagai (LIQUIFACTION, LANDSLIDE)
- BALAROA – Pelbagai (SE SAR, LANDSLIDE)
- SIGI – Pelbagai (LIQUIFACTION, ALIRAN)
- SIBALAYA – Pelbagai (LIQUIFACTION, RELIC JOINT, LATERAL SPREADING)
- Lain-lain tempat – sesar mendatar dan pugak



BNPB

BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA

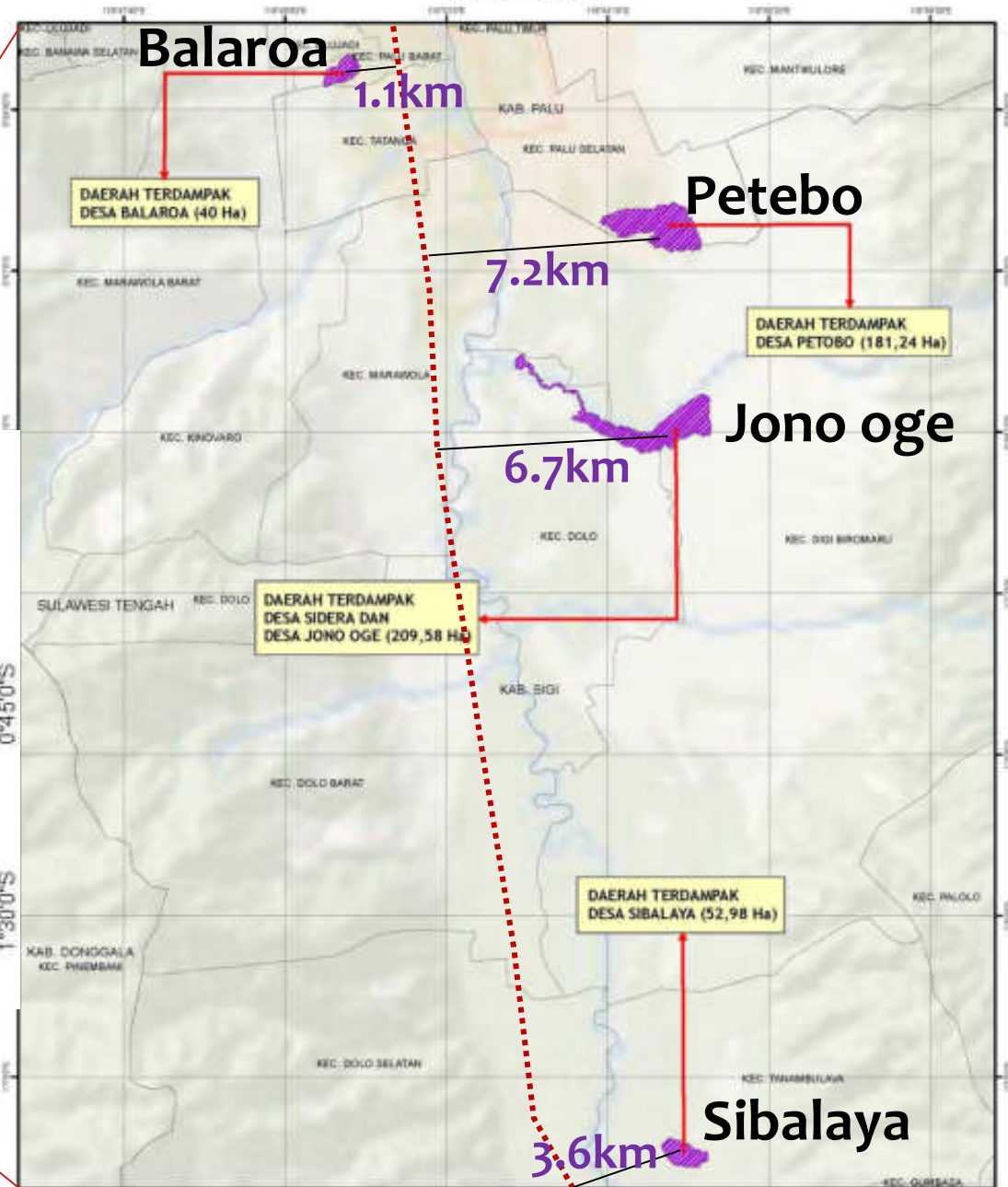
Diolah & Diinformasikan Oleh :
POS PENDAMPING NASIONAL (POSPENAS)
Kantor Gubernur Provinsi Sulawesi Tengah
Jl. Dr. Sam Ratulangi, Bersusu, Palu Timur, Kota Palu
Email: gempasuluteng.bnpp@gmail.com
Call Center Pospenas: (0451) 8203019

INSET :



PETA SEBARAN LIKUIFAKSI BENCANA GEMPA SULAWESI TENGAH

UPDATE PETA: 10 OKTOBER 2018



Balaroa

1.1km

DAERAH TERDAMPAK
DESA BALAROA (40 Ha)

Petebo

7.2km

DAERAH TERDAMPAK
DESA PETOBO (181,24 Ha)

Jono oge

6.7km

DAERAH TERDAMPAK
DESA SIDERA DAN
DESA JONO OGE (209,58 Ha)

DAERAH TERDAMPAK
DESA SIBALAYA (52,98 Ha)

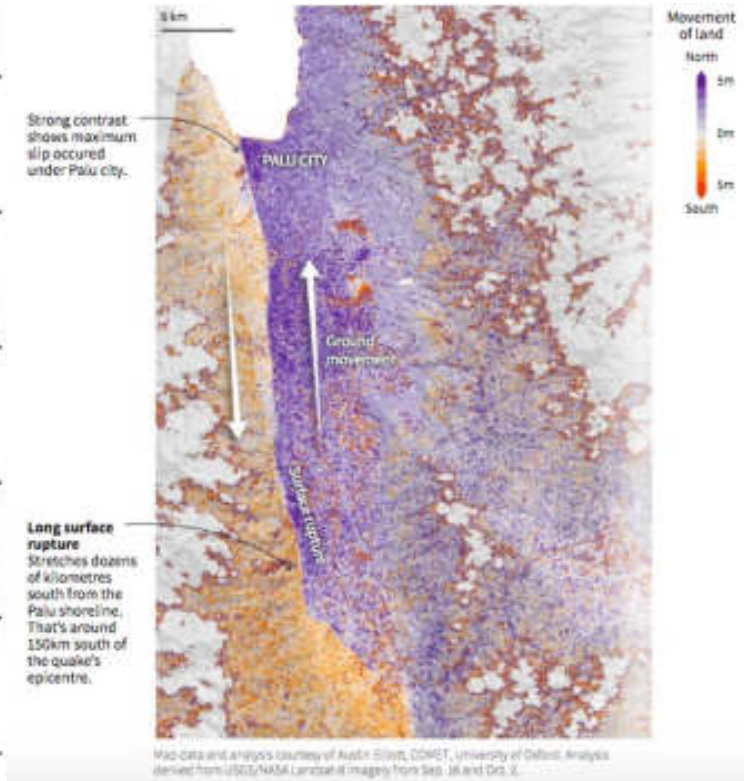
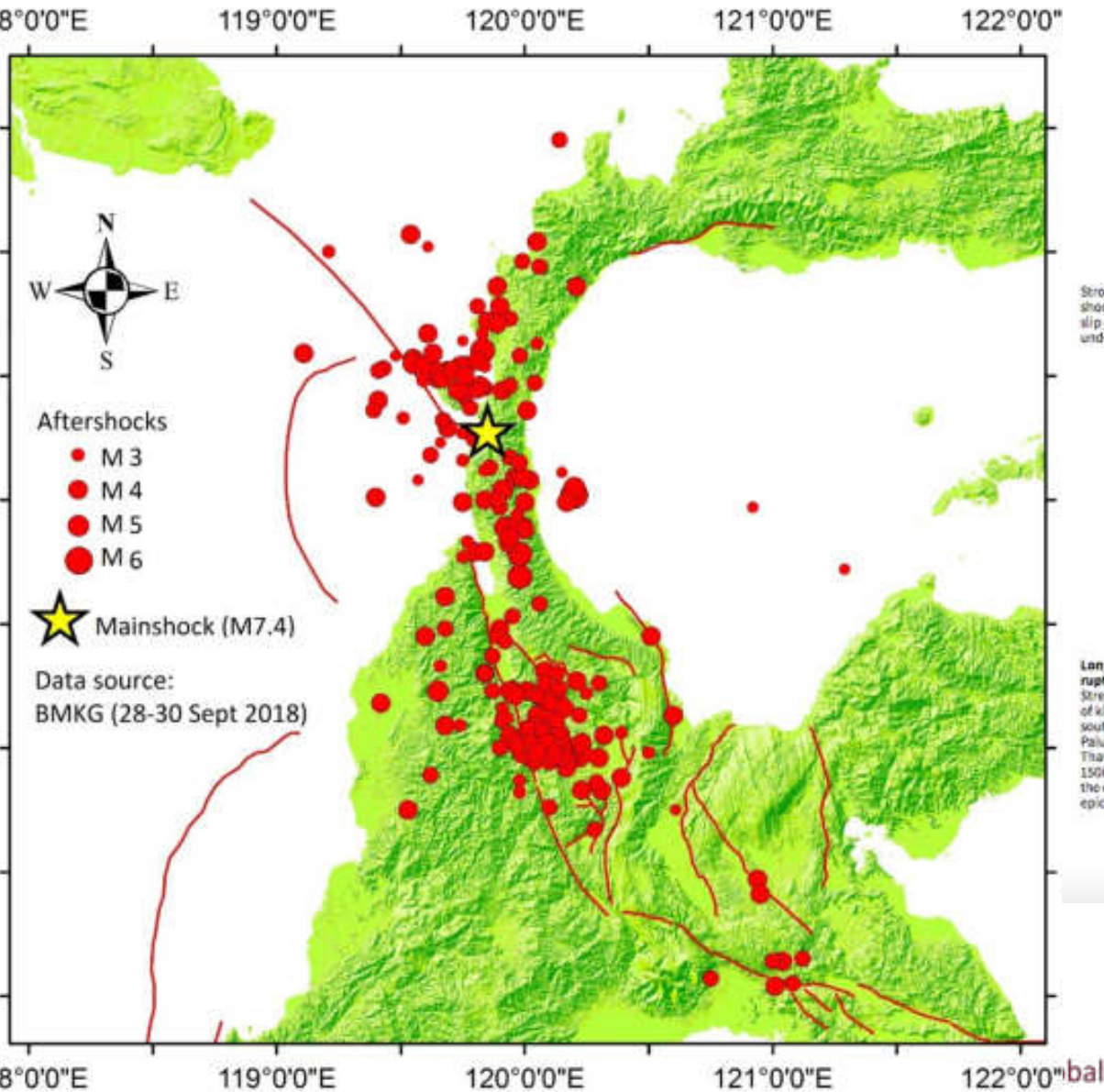
Sibalaya

3.6km

SESAR

PERGERAKAN SESAR

- Pergerakan sesar berlaku sebesar 5m anjakan mendatar dan 4m anjakan pugak.
- Panjang sesar yang berlaku adalah 100km bermula dari arah laut menuju ke Telok Bone.
- Sesar Palu-Koro memanjang sekitar 500 kilometer mulai dari Selat Makassar sampai Pantai Utara Teluk Bone.



119°45'0"E

120°0'0"E

Peta Observasi Offset Gempa Palu 2018



Coordinate System: GCS WGS 1984
Datum: WGS 1984
Units: Degree

1:280,000

Legenda

- Observasi offset gempa Palu 2018
- Sesar Palukoro segmen Palu (Pusgen, 2017)
- Lahan Milik Negara
- HGU Hasfarm
- HGU Duyu
- KRB Tsunami Tinggi
- Terdampak Likufaksi
- Likufaksi Sangat Tinggi
- Likufaksi Tinggi
- Likufaksi Rendah

Sumber Data :

Peta Kepemilikan Lahan: Pusdatin Kementerian ATR/BPN
 Peta EX HGU: Kamwil ATR/BPN Sulteng
 KRB Tsunami: PVMBG 2016
 Sesar: Pusat Studi Gempa Nasional 2017
 Diperbaharui : 11 Oktober 2018



© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

119°45'0"E

120°0'0"E

1°00'1

1°00'1

1°15'1

1°15'1



Peta Observasi Offset Gempa Palu 2018



N
1:130,000

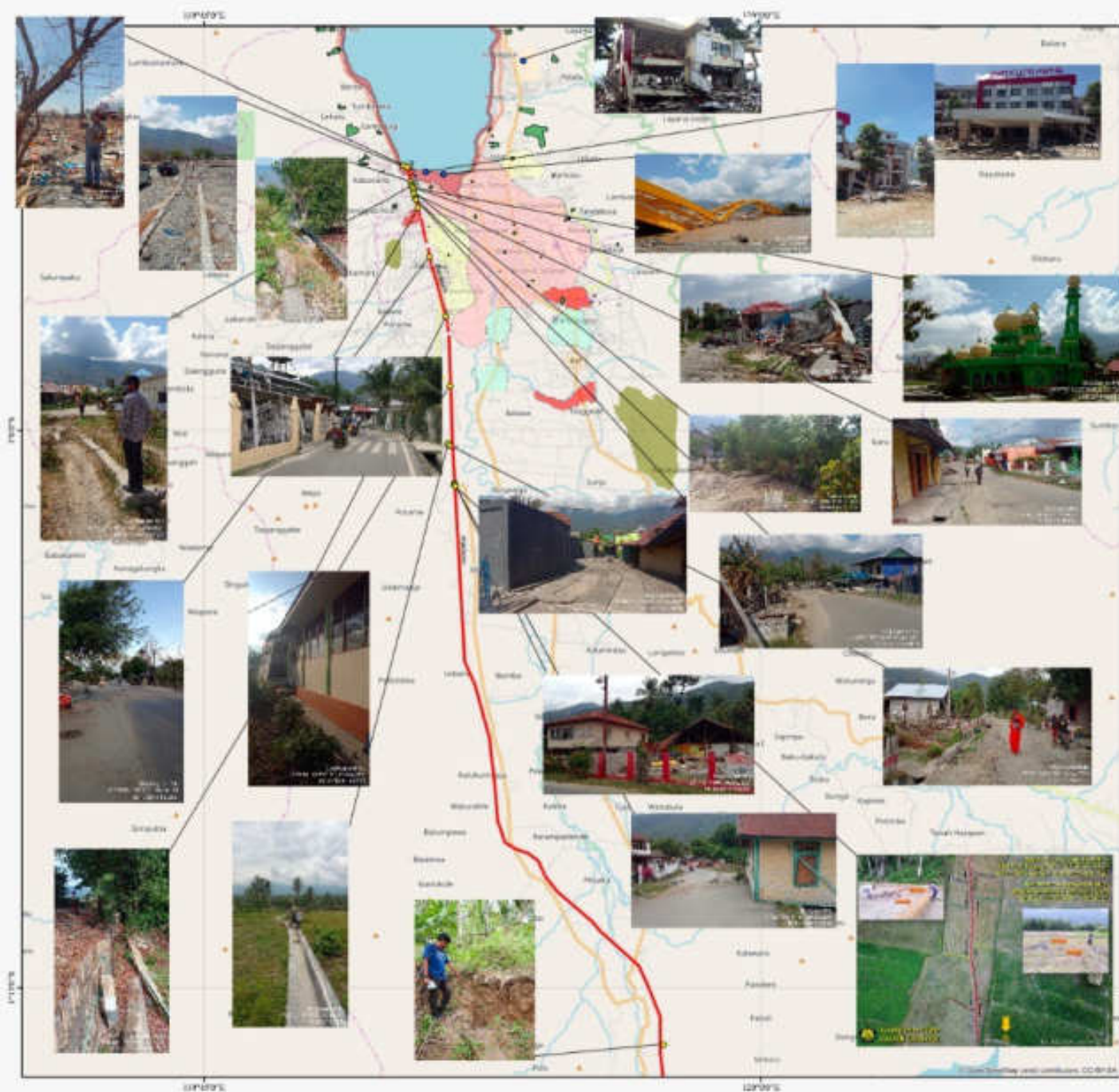
Coordinate System: GCS WGS 1984
Datum: WGS 1984
Units: Degree

Legenda

- Observasi offset gempa Palu 2018
- Sesar Palukoro segmen Palu (Pusgen)
- Lahan Milik Negara
- HGU Hasfarm
- HGU Duyu
- KRB Tsunami Tinggi
- Terdampak Likuifaksi
- Potensi Likuifaksi Sangat Tinggi
- Potensi Likuifaksi Tinggi
- Potensi Likuifaksi Rendah

Sumber Data :

Peta Kepemilikan Lahan: Pusdatin Kementerian ATR/BPN
Peta EX HGU: Kanwil ATR/BPN Sulteng
KRB Tsunami: PVMBG 2016
Sesar: Pusat Studi Gempa Nasional
Diperbaharui : 12 Oktober 2018









Ground Cracking at Palu Airport









EGC

-1°1'28", 119°51'45"

11/10/20



10 10 2018



11 10 2018









NGARAI SIHANOK – PATAHAN SEMANGKO



AIR TERJUN SIPISO-PISO

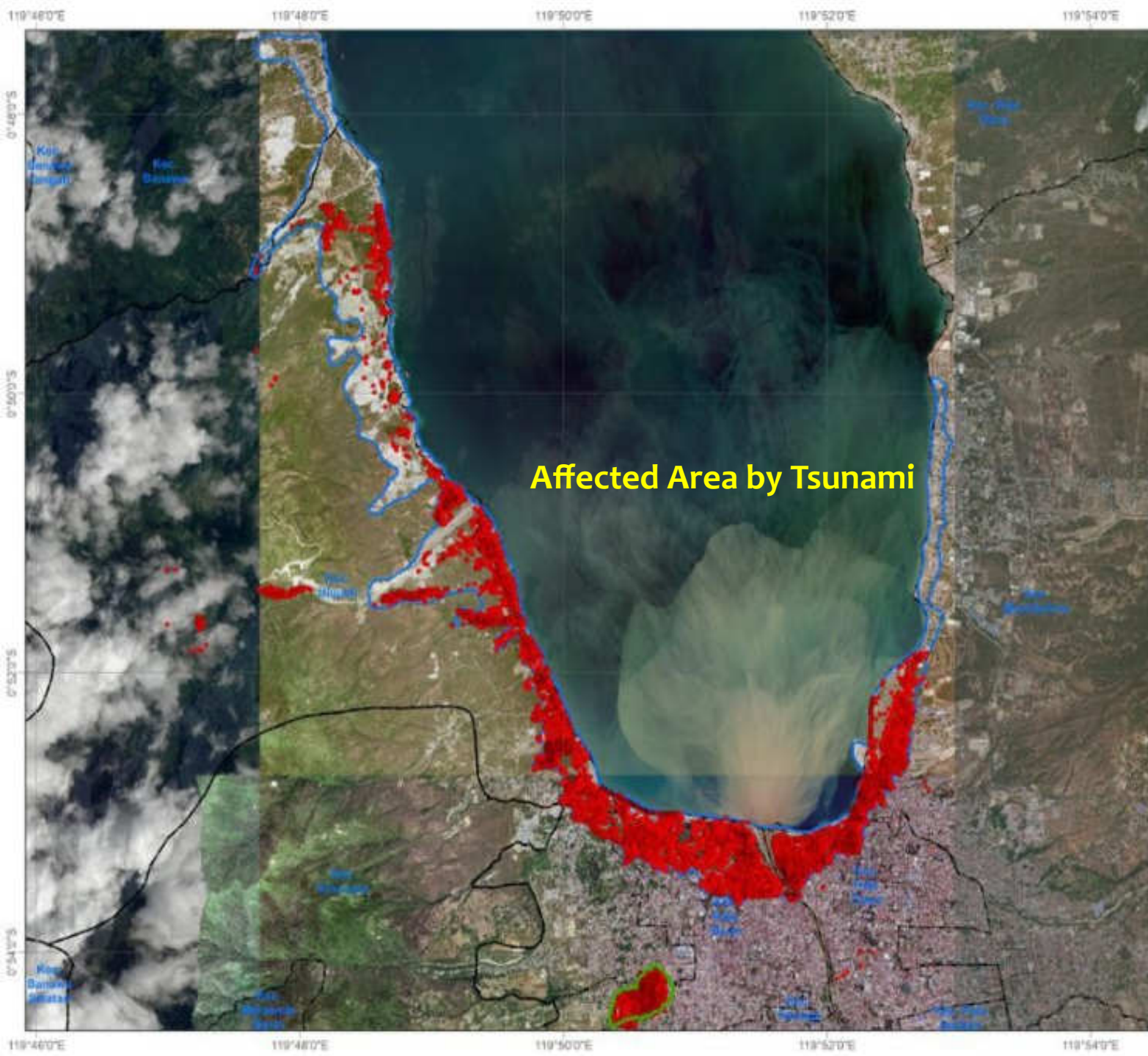


KESAN GEMPA DAN TSUNAMI

PALU PINGGIRAN LAUT (PALU BARAT DAN PALU TIMUR)

- Kawasan yang terlibat sehingga 300m dari pinggir pantai.
- Keseluruhan bangunan2 ringan dan tanaman di pinggir pantai rosak
- Bangunan-bangunan besar dari jenis RC, kompleks perniagaan dan sebagainya separa atau rosak terus.
- Kerosakkan akibat Tsunami dan pergerakan tanah.
- Kematian di anggarkan 1500 orang

Tsunami



Affected Area by Tsunami

**PETA DAERAH TERDAMPAK
GEMPABUMI DAN TSUNAMI
KOTA PALU**



Inset



Keterangan

- Bangunan terdampak
- Batas kabupaten
- Batas kecamatan indikatif
- Daerah terdampak likuifaksi
- Daerah terdampak gempa dan tsunami

Sumber

1. Peta RBI skala 1:50.000 tahun 2017
Badan Informasi Geospasial (BIG)
2. Citra Satelit Resolusi Tinggi
Sumber planet.com dan DigitalGlobe
3. Data bangunan terdampak
Sumber copernicus.eu
4. Data daerah likuifaksi Balora
Sumber Pastigana BNPB
5. DEMNAS
Badan Informasi Geospasial
6. Citra SPOT 6
Sumber LAPAN

BADAN INFORMASI GEOSPASIAL (BIG)
 Jl. Raya Jakarta-Bogor KM. 46,
 Cibinong, Bogor
 Telp : (021) 8753115/ 8752062
 Fax : (021) 87908068/ 87916647



TIM SURVEI BMKG 2018



Donggal, house slid



Donggala, Road Shoulder was eroded

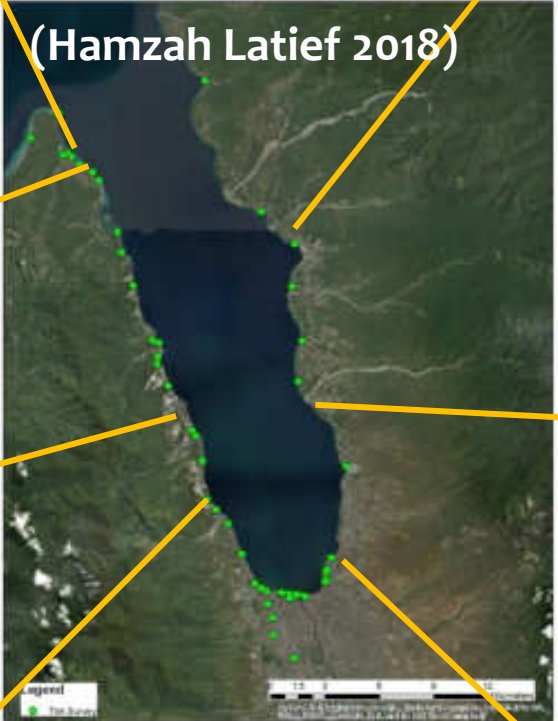


SURVEY OF PALU TSUNAMI

© PUSGEN 2018



(Hamzah Latief 2018)



Port Wani 2



Tondo Maboro



Lolipesua



Citra land



Buluri



Landslide Talise Beach

SURVEY OF PALU TSUNAMI

© PUSGEN 2018



(Hamzah Latief 2018)



Wood and car transported by Tsunami



Datokarama Beach



Yellow Bridge

Mosque in front of the Gas Station

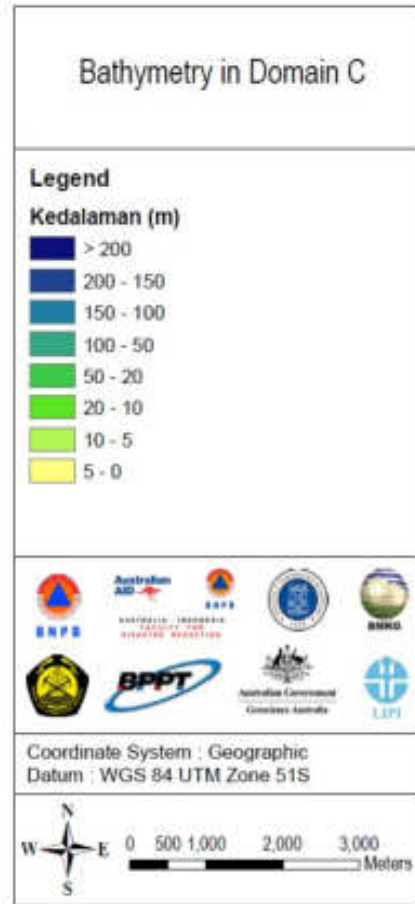
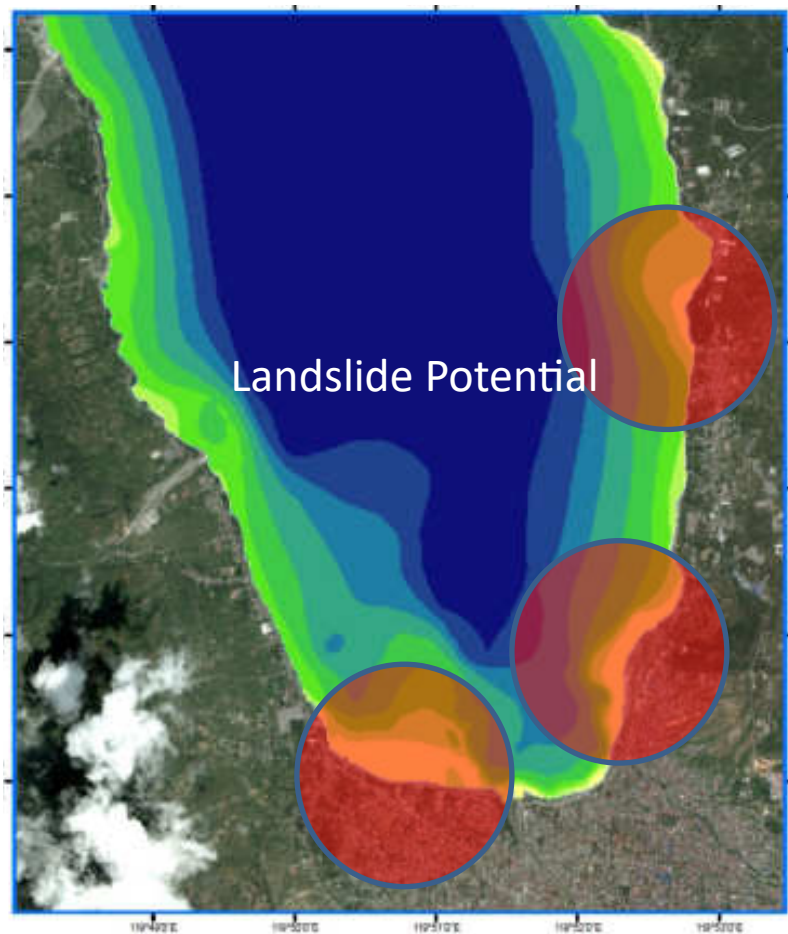




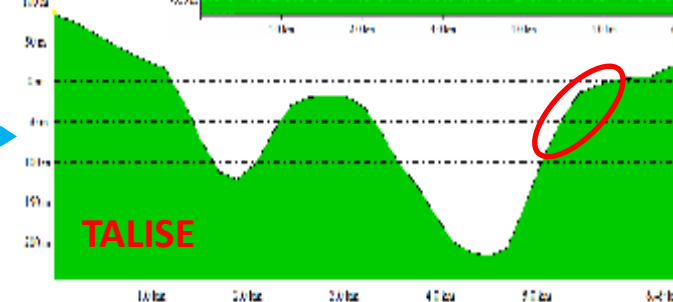
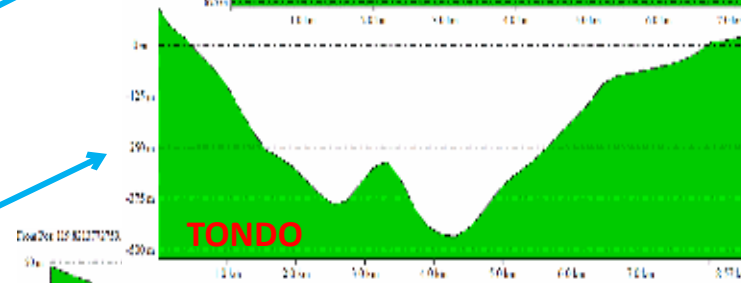
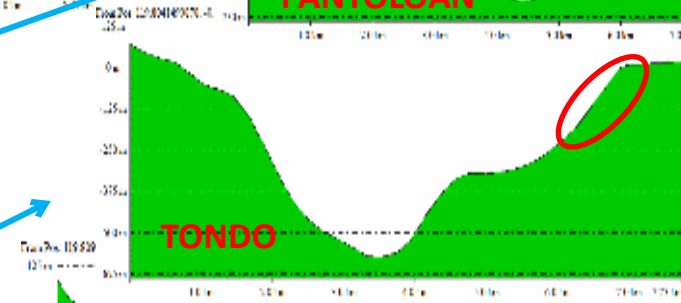
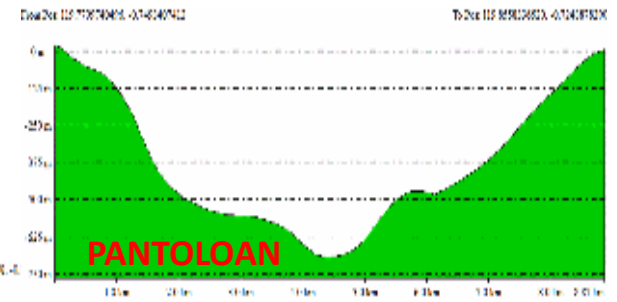
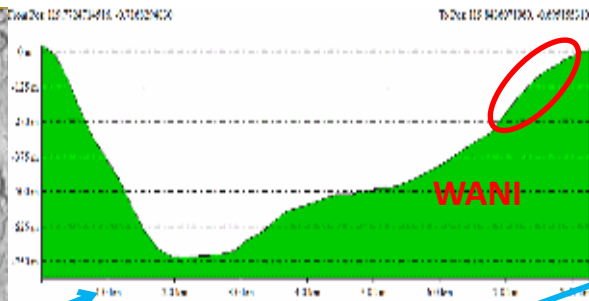
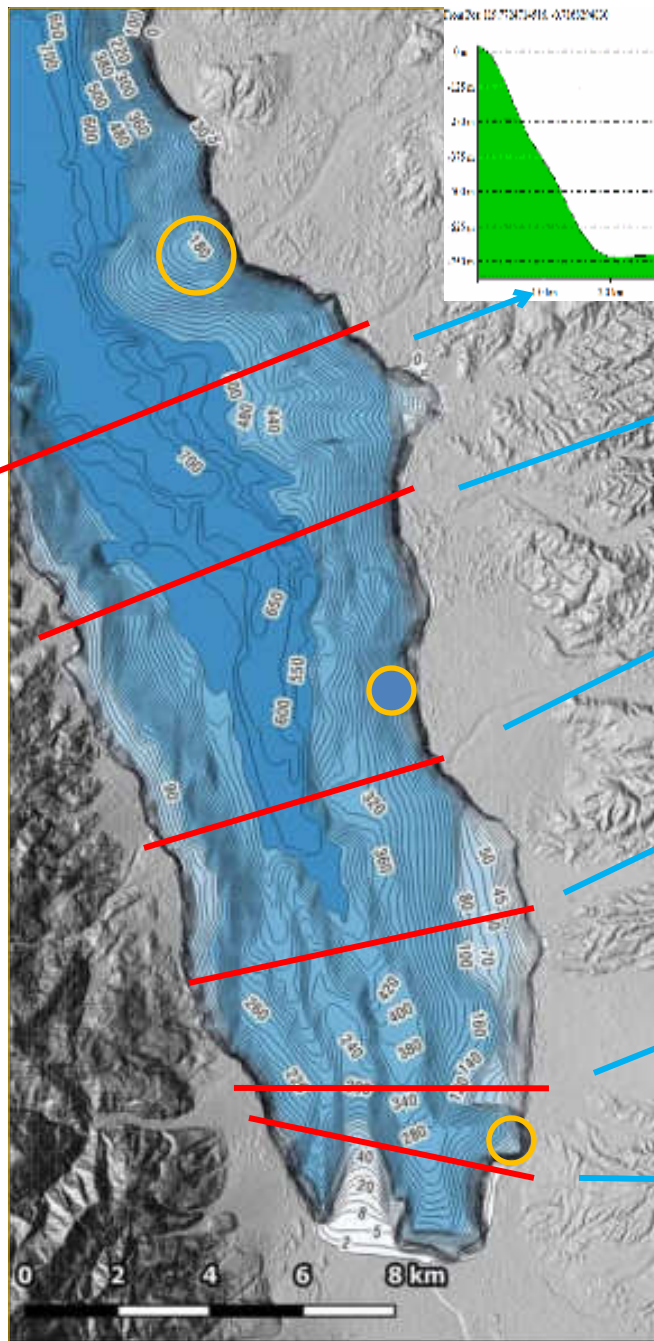
Subduction/ Reverse fault → significant Tsunami



Palu-Koro fault is Strike-slip



(Hamzah Latief, 2018)





KAWASAN KOTA PALU





















10 10 2018

MERCURE HOTEL SEBELUM







mercure HOTEL



 Hotel





KOMPAS.com
JERAMH MELIHAT DUNIA



Hotel Roa Roa di kawasan Maesa di Kelurahan Lolu Timur, Kota Palu, luluh lantak dihantam rangkaian gempa yang melanda Sulawesi Tengah. Puluhan tamu belum diketahui nasibnya. (KOMPAS.com/ROSYID A AZHAB)

Tim SAR menemukan salah satu korban meninggal dunia dari reruntuhan Hotel Roa Roa Palu akibat gempa, Minggu (30/9/2018). (Dok Humas Kantor SAR Palu)



EG@SegmenPalu
-0°52'53", 119°50'23", 25.5m, 129°
10/10/2018 10:15:16



EG@SegmenPalu
-0°53'3", 119°50'59", 18.4m, 166°
10/10/2018 10:30:16



EG@SegmenPalu
-0°53'0", 119°50'30", 18.2m, 330°
10/10/2018 13:07:00









10 10 2018



10 10 2018





10 10 2018

JAMBATAN PALU IV- PONULELE (M)

- Terletak di Teluk Talise di Besusu dan Lere, menghubungkan wilayah Palu Timur dan Palu Barat
- Jambatan mengalami kerosakan total tapi asas tidak rosak.
- Rasuk besi jambatan bergerak sejauh 1.5m dari tempat asal akibat gempa.
- Kerosakan akibat dari pergerakan bumi dan Tsunami.

JAMBATAN PALU SEBELUM GEMPA



SELEPAS GEMPA

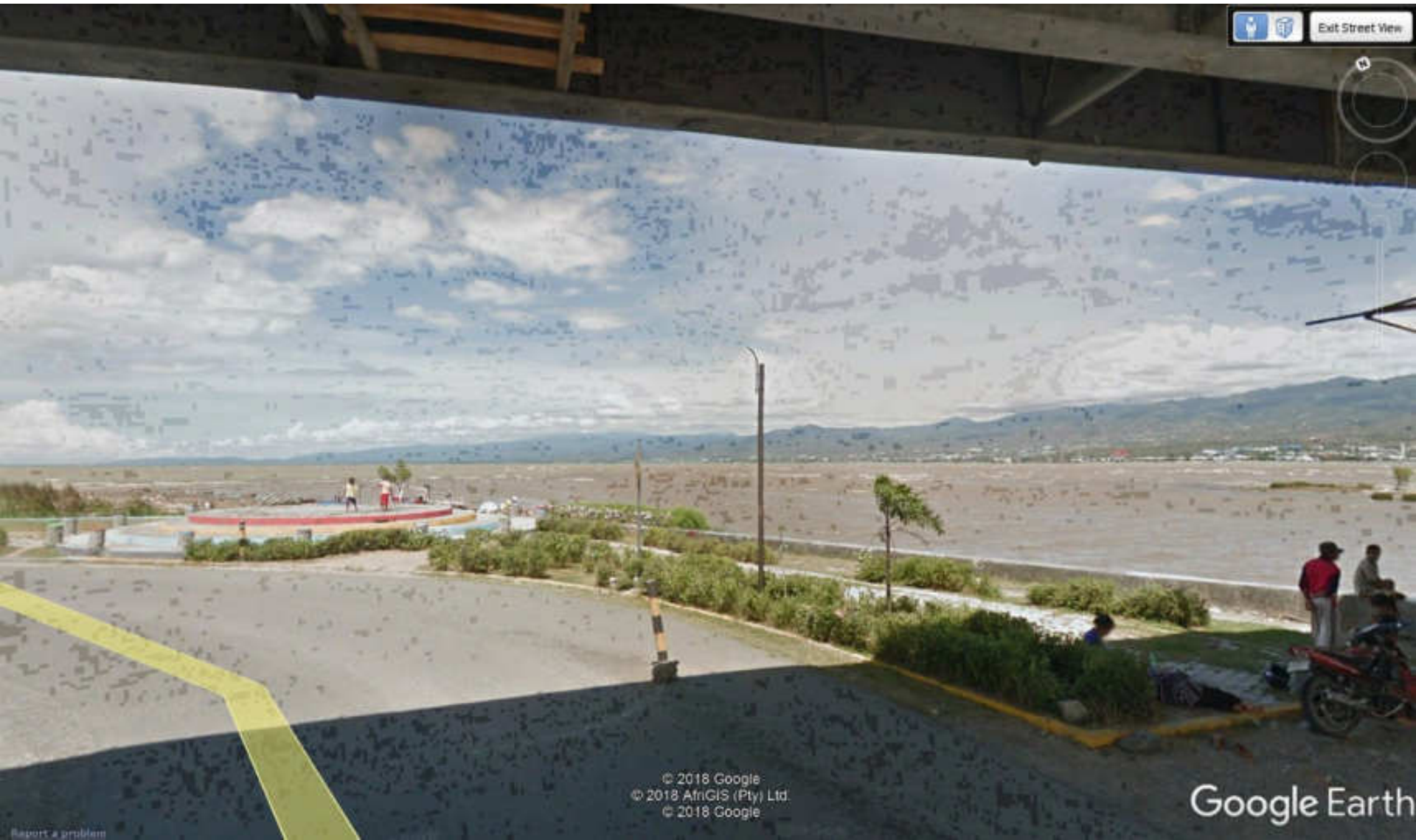


10 10 2018





10 10 2018



  Exit Street View







Tsunami mark



10 10 2018



Tsunami mark

10 10 2018

PETOBO (PALU SELATAN) 10KM DARI KOTA PALU

- Kompleks Perumahan Nasional dan perkampungan berhampiran lapangan terbang Palu.
- Kecerunan kawasan < 5%
- Daripada laporan tak rasmi terdapat 1920 unit rumah.
- Kawasan terlibat 181.2 Ha.
- Korban akibat dari pergerakan tanah dalam bentuk cecair.





119°54'0"E

119°54'30"E

119°55'0"E

© 2018 DigitalGlobe
NextView License

Courtesy USGS 2018

Legend

-  building movement
-  disturbed area

0°56'0"S

0°56'0"S

0°56'30"S

0°56'30"S

travel distance = 2.2 km

0.4 km

0.6 km

0.6 km

0.7 km

disturbed area
= 1.7 km²

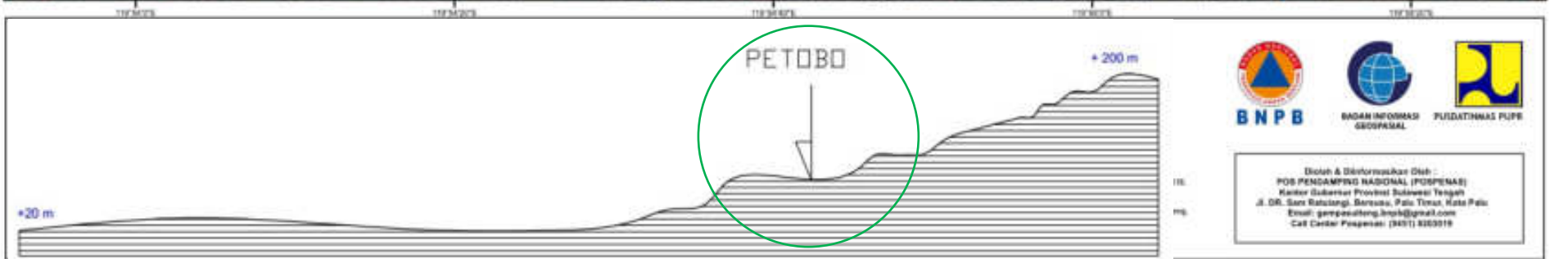
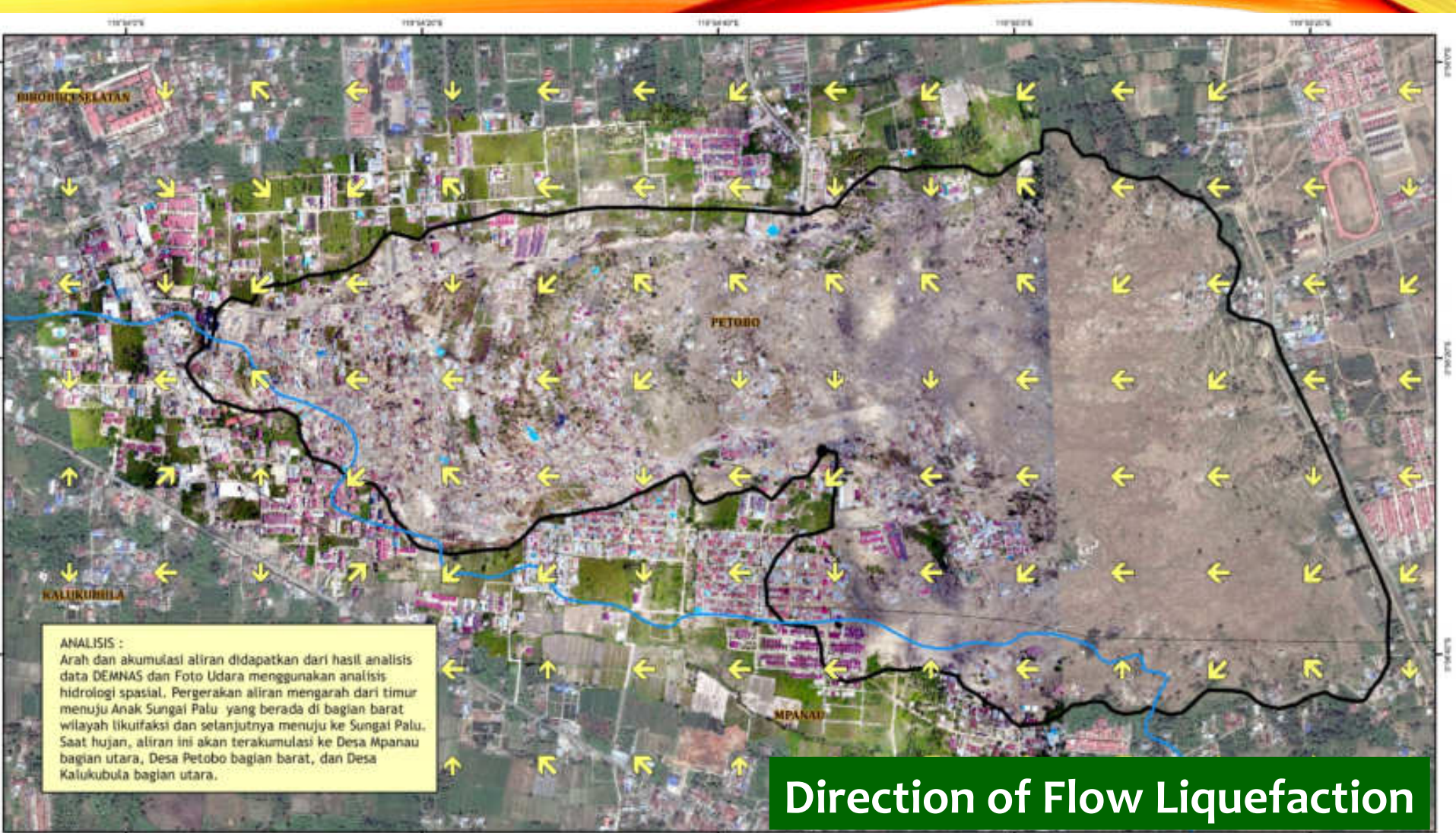
travel distance = 1.2 km



119°54'0"E

119°54'30"E

119°55'0"E



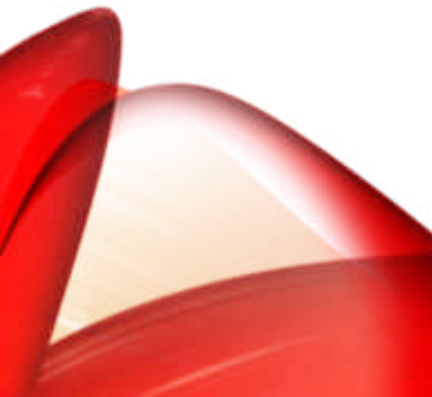








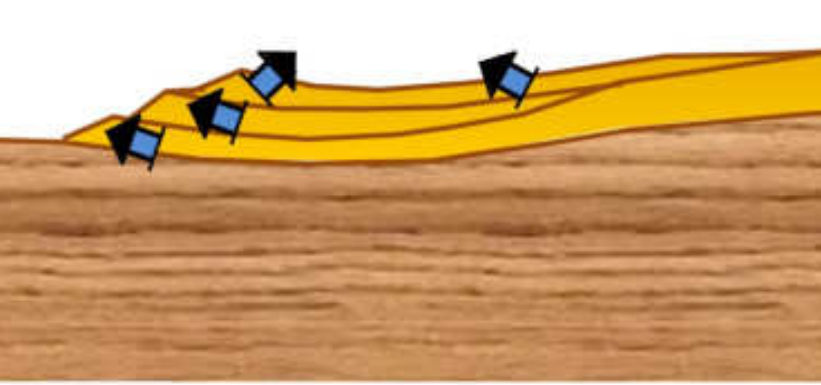
TROPIK
tical Geoengineering



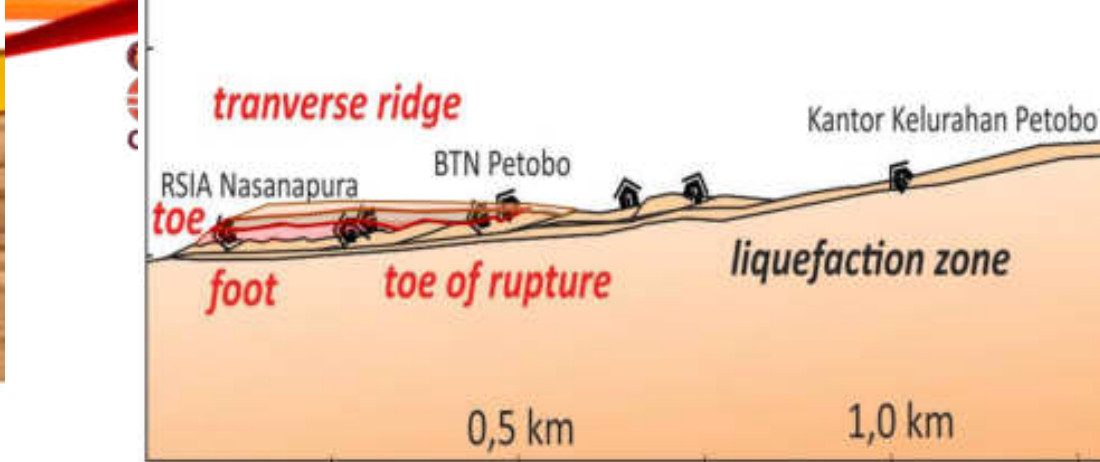








Toe of failure



Local people: 5 layers of soil and houses at the toe of the landslide



inc





15 11 2



PETUGO
BANGKIT

KORBAN
PALU
NOMONI
CUKI



17 11



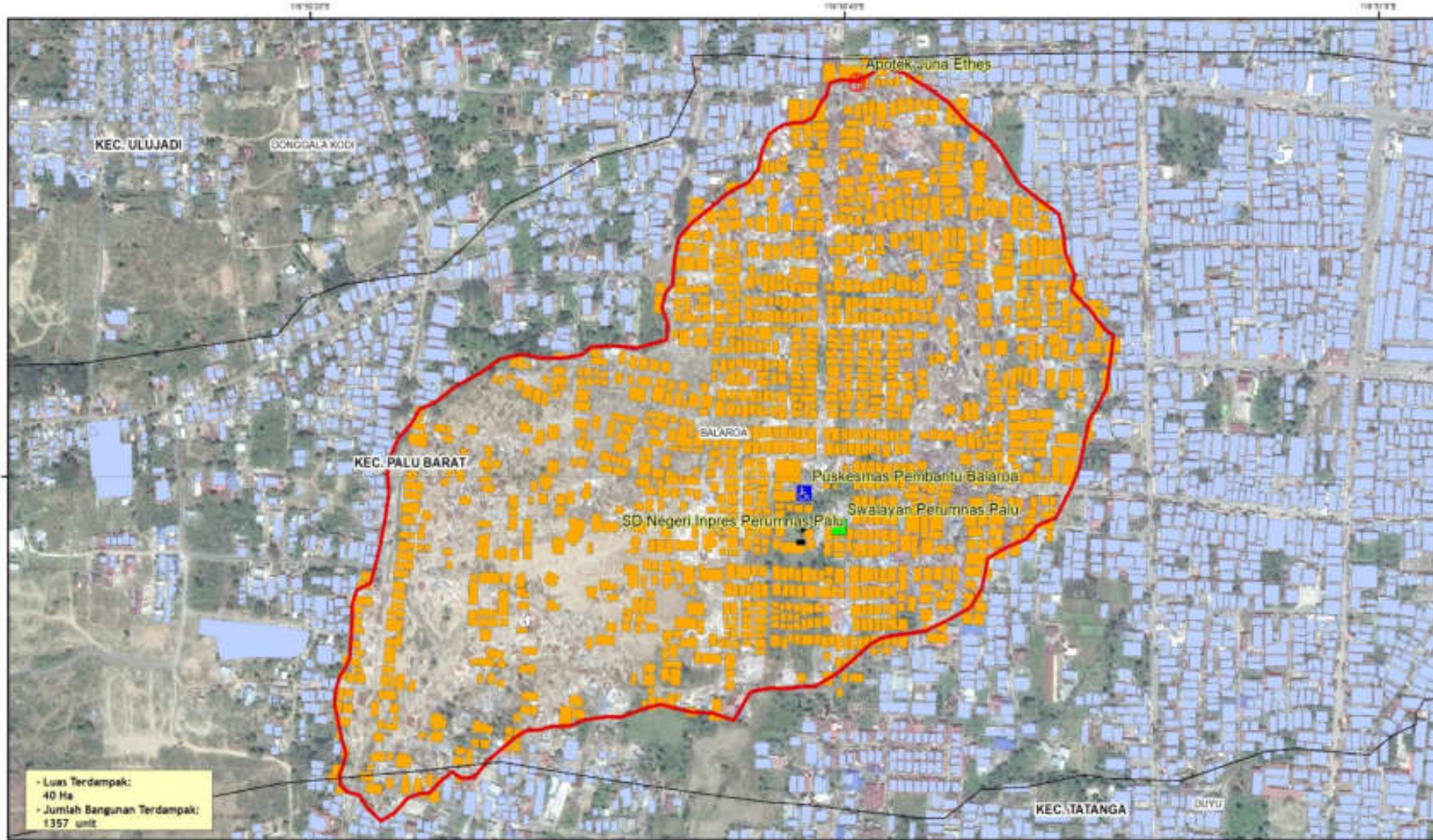
17 11 2

PENEMUAN TERKINI

- Sistem pengairan pada sempadan pergerakan tanah.
 - Kesan kepada ketepuan tanah.
- Faktor mnyebabkan berlakunya likuifaksi
 - Tanah berpasir halus
 - Kurang mampat
 - Tepu sepenuhnya
 - Mencapai had kecepatan maksima $> 0.2g$
- Kecerunan kawasan $< 3\%$. Apa yang menyebabkan berlaku pergerakan?
- Mengikut laporan ketebalan pasir sehingga 40m. Keadaan akuifer menyebabkan berlaku pencecairan dan pergerakan.

BALAROA

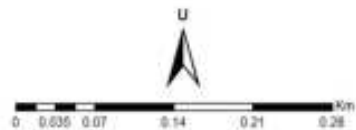
- 1357 Kawasan Perumahan Nasional (Perumnas) dan perkampungan musnah termasuk 2 buah sekolah, masjid dan mini stadium.
- Kawasan terkesan 40Ha
- Kawasan terletak di kaki gunung.
- Paras air di bahagian atas cerun melebihi 18m bgl dan di bahagian kaki cerun adalah 0.7m bgl.
- Kecerunan cerun > 15%
- Profile tanah kawasan berpasir.



- Luas Terdampak:
40 Ha
- Jumlah Bangunan Terdampak:
1357 unit

LEGENDA :

Batas Administrasi	Apotek
Batas Kabupaten	Puskesmas
Batas Kecamatan	Sekolah Dasar
Batas Desa/Kelurahan	Swalayan
Facilitas Terdampak	Zona Likuifaksi
Apotek Juna Ethes	Bangunan Terdampak Likuifaksi
Puskesmas Pembantu Balaroo	Bangunan Tidak Terdampak Likuifaksi
SDN Inpres Perumnas Palu	
Swalayan Perumnas Palu	



**PETA SEBARAN BANGUNAN TERDAMPAK LIKUIFAKSI
DESA BALAROA, KECAMATAN PALU BARAT, KOTA PALU
DAN SEKITARNYA**

Proyek:
Litbang-Buget
Unit/Departemen:
MPS - 1994
Sumber Data:
Dit. Balasra, MPS, Data Lahan Service
Batas Administrasi:
MPS 2013
Sumber Peta:
1. Batas Admin. MPS, 2013
2. Balasra, DOK, 2018
3. PDI online, 2018
4. Citra DigitalSatellite tanggal 01 Oktober 2018

BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA

Ditah & Diformulasikan Oleh
PUSAT ANALISIS SETUJAI BANGSA BENCANA (PASTIGANA)
Kedepan Bidang Perencanaan dan Kesiapsiagaan
Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)
Graha BNPB Lt.14, Jl. Pemuda Kav.38 Jakarta 15210
Telp. (021) 29827795, ext 6143
Fax. (021) 2126 1200



ANALISIS :
 Arah dan akumulasi aliran didapatkan dari hasil analisis data DEMNAS dan Foto Udara menggunakan analisis hidrologi spasial. Pergerakan aliran mengarah dari barat daya menuju ke daerah yang lebih rendah di bagian timur laut wilayah likuifaksi. Aliran akan terakumulasi di bagian timur wilayah Desa Balaroo dan Desa Donggala Kodi.

- LEGENDA |**
- Batas Desa/Kelurahan
 - Sungai
 - ▭ Area Likuifaksi
 - Arah Aliran
 - Arah Aliran



**PETA ANALISIS ARAH DAN AKUMULASI ALIRAN
 WILAYAH LIKUIFAKSI - DESA BALAROO
 KECAMATAN PALU BARAT, KOTA PALU**
 UPDATE PETA : 12 Oktober 2018

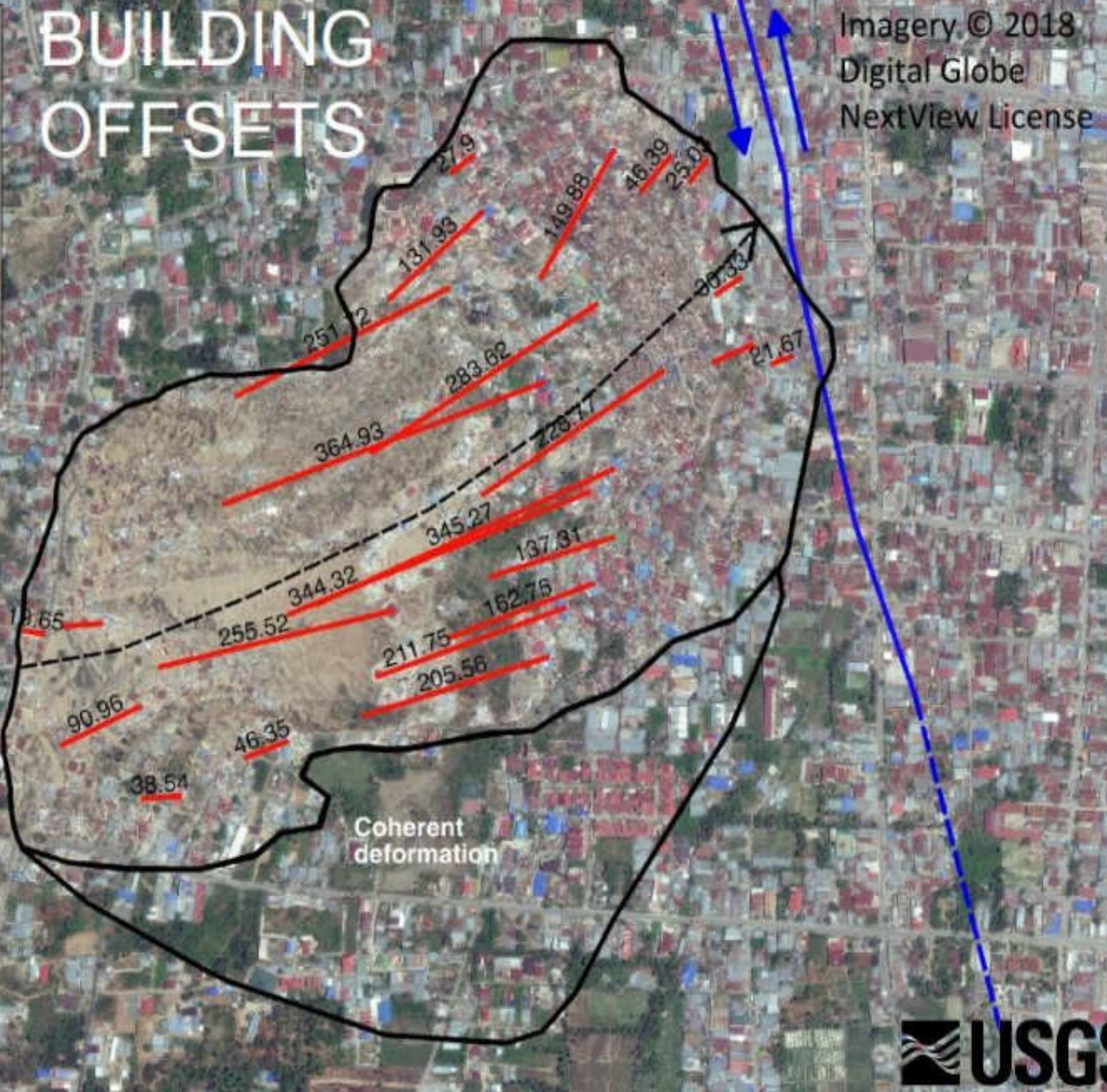
Wakil
 Linkang Rujat
 Unit Dalam :
 W03 - 1984
 Sumber Data :
 1. Data Sarnit Digital Elevation Model (DEM)
 2. Data Sarnit Digital Vector
 3. Data Sarnit Digital Ortho Layer Sarnit
 4. Data Sarnit Digital Aerial Photograph (SAP)
 5. Data Sarnit Digital Aerial Photograph (SAP)
 6. Data Sarnit Digital Aerial Photograph (SAP)
 7. Data Sarnit Digital Aerial Photograph (SAP)
 8. Data Sarnit Digital Aerial Photograph (SAP)
 9. Data Sarnit Digital Aerial Photograph (SAP)
 10. Data Sarnit Digital Aerial Photograph (SAP)



Disdik & Diformasidasi Dik
 PGG PANGSAKSIAN NASIONAL (PUSPENAS)
 Kantor Gubernur Provinsi Sulawesi Tengah
 Jl. DR. Sam Ratulangi, Berau, Palu Timur, Kota Palu
 Email: gempasaksiang.bnpp@gmail.com
 Call Center Pospasnas: (0451) 820319

BUILDING OFFSETS

Imagery © 2018
Digital Globe
NextView License





It's me.....

SIMPANG JALAN GAWALISE SEBELUM



SIMPANG JALAN GAWALISE SESUDAH



JALAN MENORA SEBELUM



SESUDAH GEMPA



11 10 2018



11 10 2018







11 10 2018



11 10 2018



11 10 2018



11 10 2018







11 10 2018



11 10 2018





16 11 2011



PENEMUAN TERKINI

- Punca kegagalan akibat dari gelongsoran tanah berpunca dari gegaran gempa dan perlembutan tanah di kaki cerun.
- Keadaan kawasan tepu
- Kawasan terkesan 40Ha
- Apa punca gelongsoran tanah sehingga menyebabkan berlaku pergerakan sehingga 500m dari tempat asal ?
- Tiada kesan Likuifaksi.
- Paras air bumi bahagian atas cerun 18m bgl dan kaki cerun 0.5m.
 - Takungan air berlaku akibat dari paip pecah dan air menyerap masuk ke dalam tanah menyebabkan tanah basah.
 - Dari maklumat penduduk kawasan, gelongsoran berlaku sebaik sahaja gempa berlaku dan berlaku dalam 30 minit.
 - Kedudukan Balaroa yang terletak di dalam kawasan sesar.

JONO OGE DAN JALAN POROS-PALU-PALOLO (KABUPATEN SIGI)

- Jalan sepanjang 1km dengan rumah-rumah di hanyutkan.
- Lebih kurang 496 rumah hilang dan di jumpai 3-5km dari tempat asal. (Desa Jono Oge)
- Kawasan terbabit adalah 209.5 Ha
- Pergerakan kebun-kebun jagung 2km dari kawasan hulu ke kawasan jalan putus.



10/24/2018



Image © 2018 DigitalGlobe

Jalan Poros Palu-Pallo

Google Earth

Imagery Date: 10/2/2018 0°59'10.39" S 119°54'46.23" E elev 0 m eye alt 2.94 km





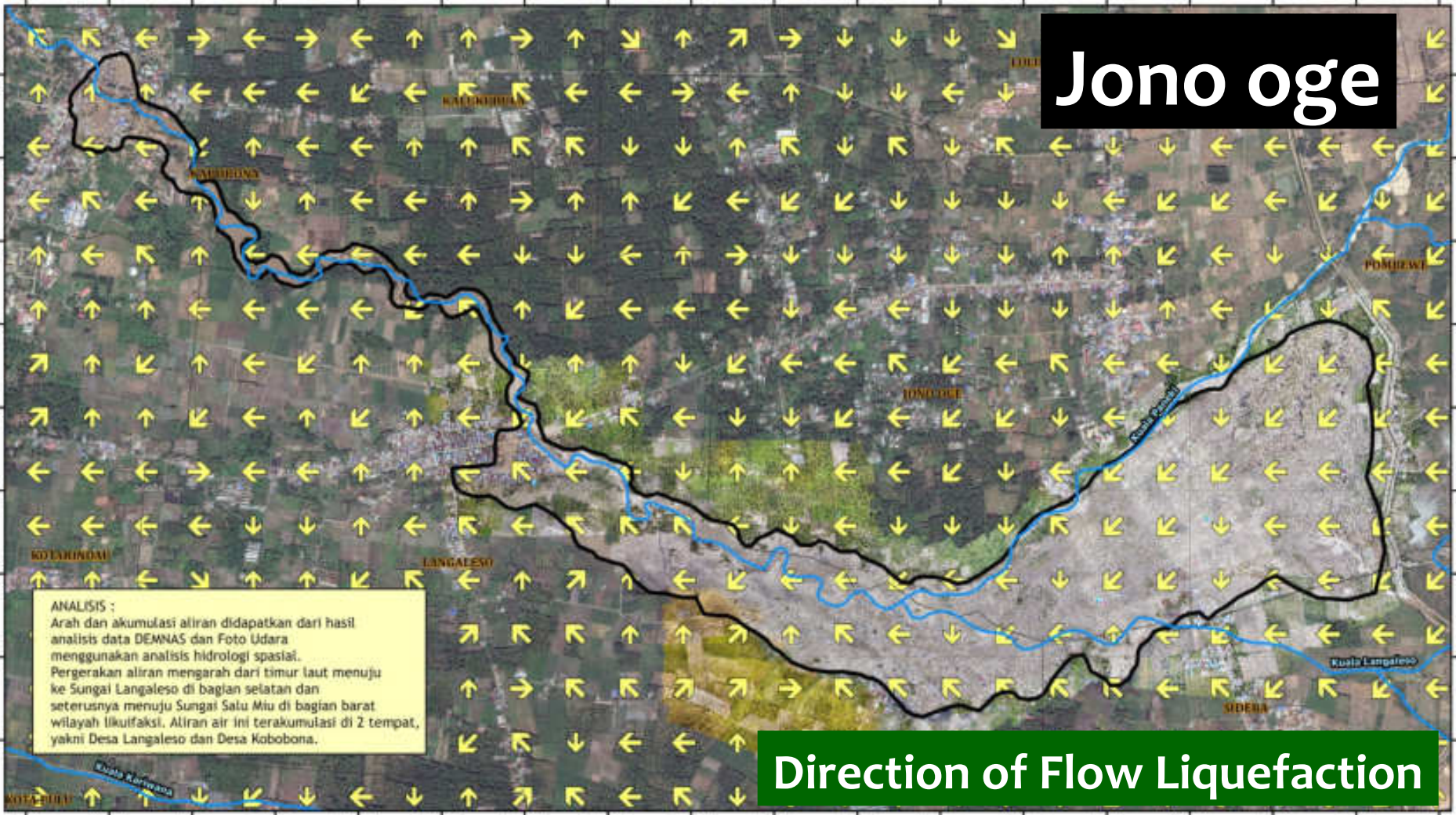
Building Displacements

Courtesy USGS 2018



250 0 250 500 750 1000 m

Jono oge



ANALISIS :
Arah dan akumulasi aliran didapatkan dari hasil analisis data DEMNAS dan Foto Udara menggunakan analisis hidrologi spasial. Pergerakan aliran mengarah dari timur laut menuju ke Sungai Langaleso di bagian selatan dan seterusnya menuju Sungai Salu Miu di bagian barat wilayah Likuifaksi. Aliran air ini terakumulasi di 2 tempat, yakni Desa Langaleso dan Desa Kobobona.

Direction of Flow Liquefaction

LEGENDA :

- Batas Desa/Kelurahan
- Sungai
- Area Likuifaksi
- Arah Aliran
- Arah Aliran

INSET :

U

0 185 370 740 1110 Meter

PETA ANALISIS ARAH DAN AKUMULASI ALIRAN WILAYAH LIKUIFAKSI - DESA SIDERA JONO OGE KECAMATAN SIGI BIROMARU, KABUPATEN SIGI

UPDATE PETA : 12 Oktober 2018

Proyeksi : UTM
Unit Dimensi : Meter
Datum : WGS - 1984

Gambar Dasar : Top, Gelombang, SRTM, Citra Layar Satelit

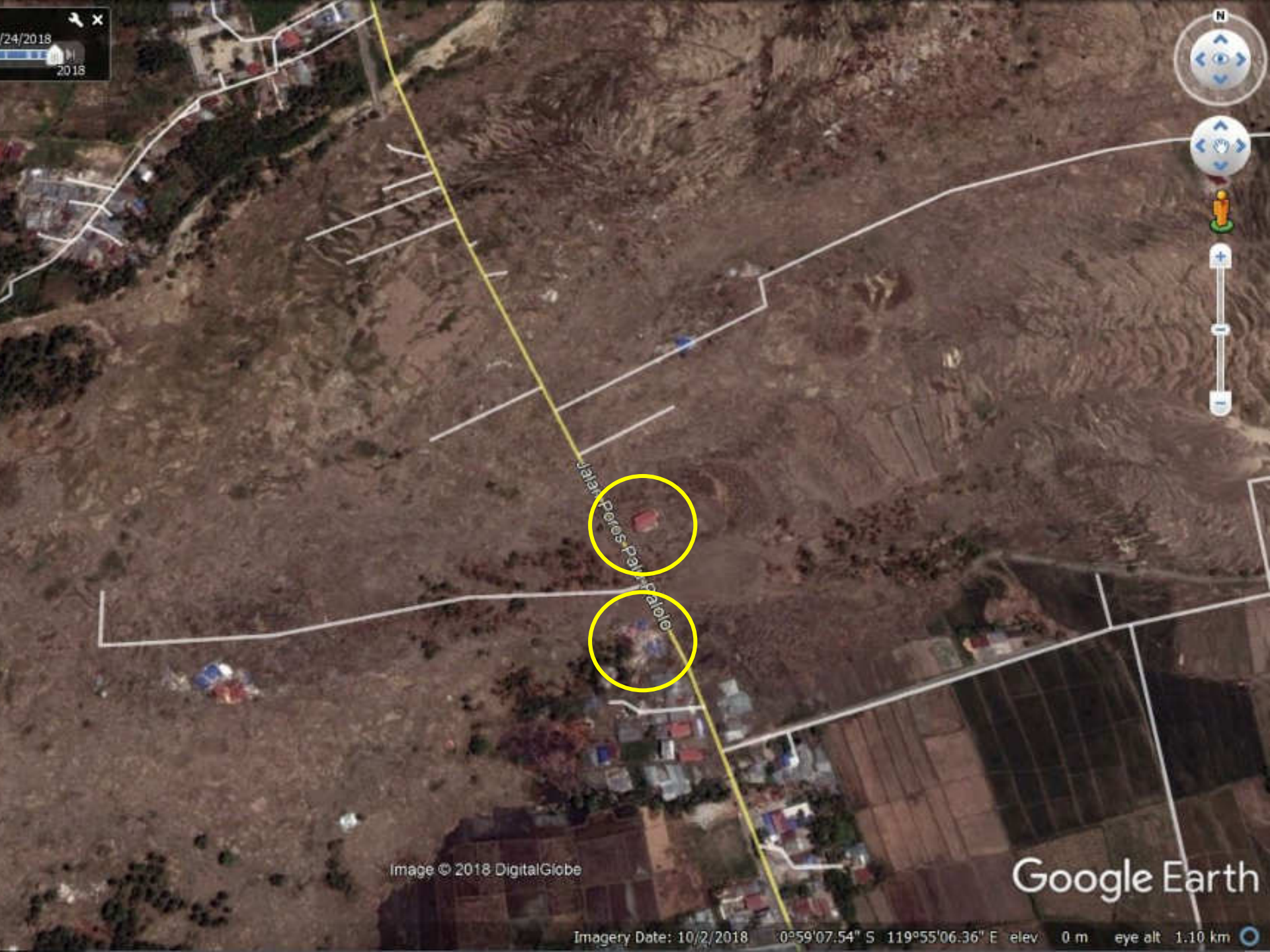
Batas Administrasi : SRTM 2011

Sumber Data :
1. Foto Udara, SRTM dan PDRS
2. Citra Satelit Digital Globe tanggal 1 Oktober 2018
3. Dokumen Badan Informasi Geospasial (BIG)
4. Analisis arah aliran, Program Topogra Satelit
5. Analisis akumulasi aliran, Program Topogra Satelit

BNPB **BADAN INFORMASI GEOSPASIAL** **PLUSTRATIMNAS PLUP**

Statistik & Disinformasikan Oleh
POS PENDAMPING NASIONAL (POSPENAR)
Kantor Subervisi Provinsi Sulawesi Tengah
Jl. DR. Sam Ratulangi, Bontosa, Palu Timur, Kota Palu
Email: gempawiteng1964@gmail.com
Call Center Pospenar: (0451) 8201019







Jl. Poros Palu-Palolo





15 11 2018













15 11 2





17 11 2





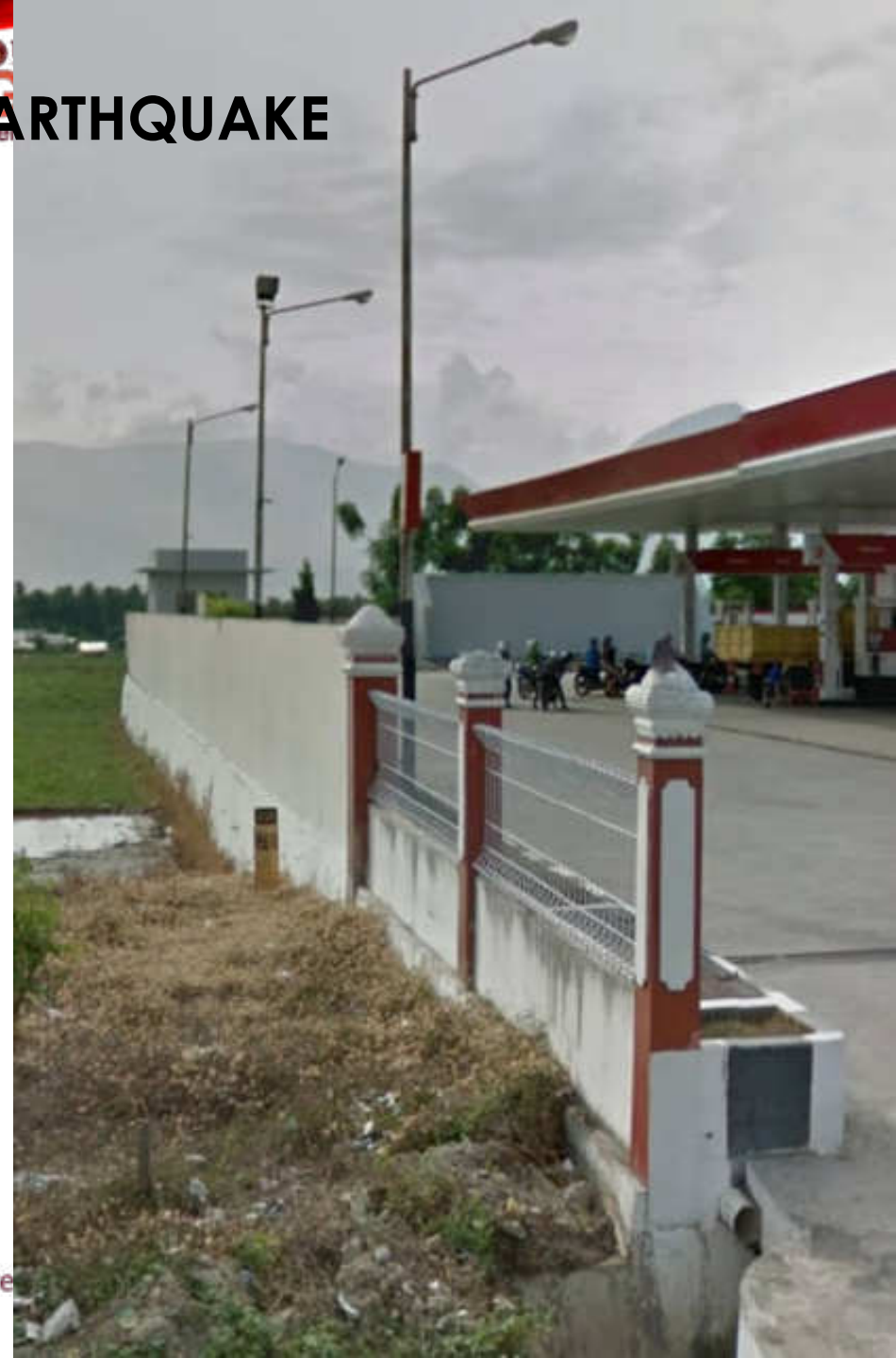


15 1

KAMPONG LOLU



BEFORE EARTHQUAKE







10/2/2018

2018

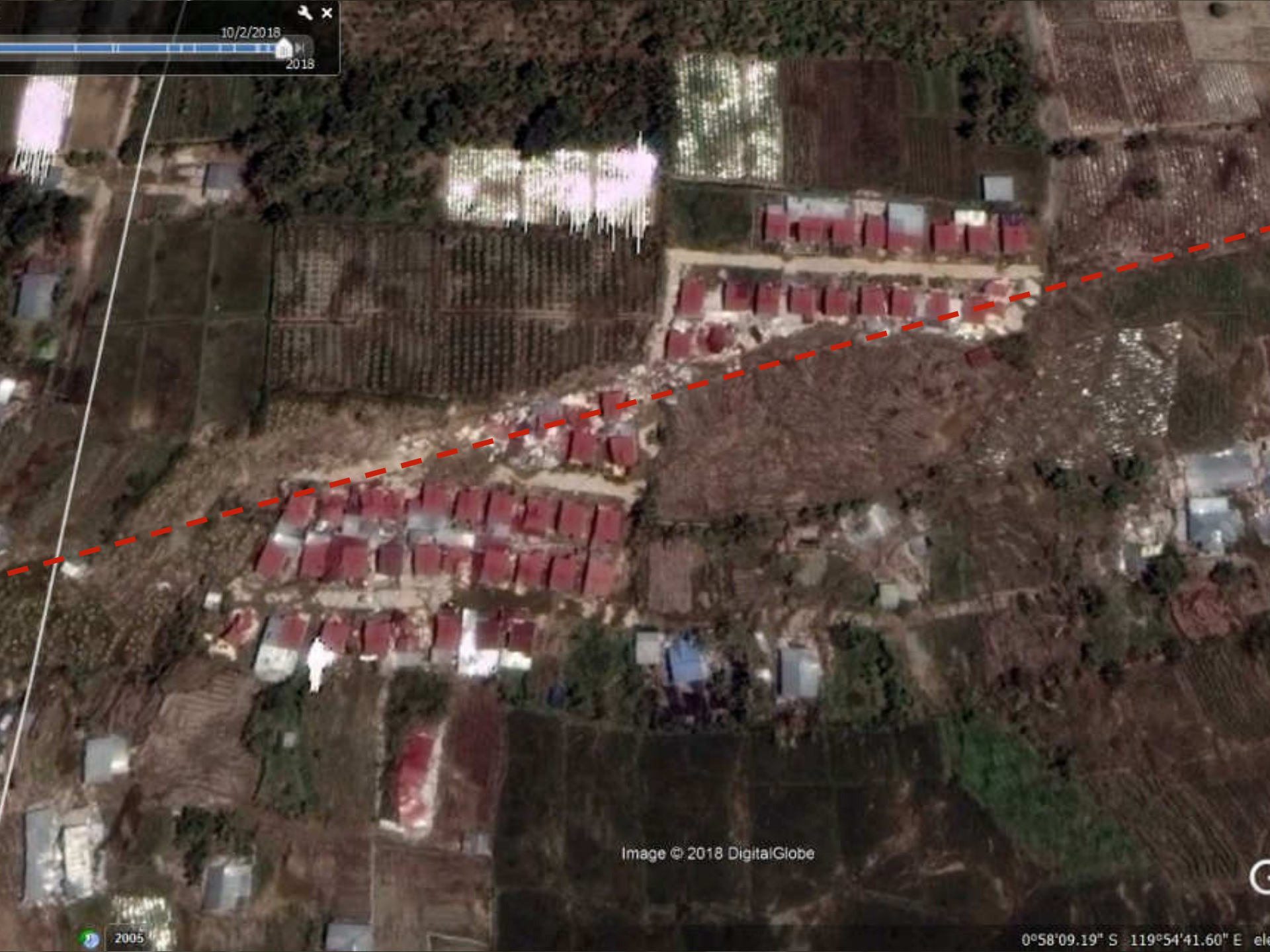


Image © 2018 DigitalGlobe



2005

0°58'09.19" S 119°54'41.60" E ele







16 11



16 11



16 11



16 11

PENEMUAN TERKINI

- Punca bencana akibat dari likuifaksi dan tebing terusan pecah.
- 496 buah rumah dan jalan di anjak sejauh 3 – 5km dari tempat asal pada kawasan seluas 209.5 Ha.
- Tiada rekod kematian di perolehi tetapi mengikut saksi melebihi 1000 orang termasuk mereka yang melalui jalan tersebut pada masa itu.
- Jalan terputus sejauh 1km.
- Garis sesar kelihatan di perkampungan Lolu dan sepanjang jalan Poros Palu Palolo.

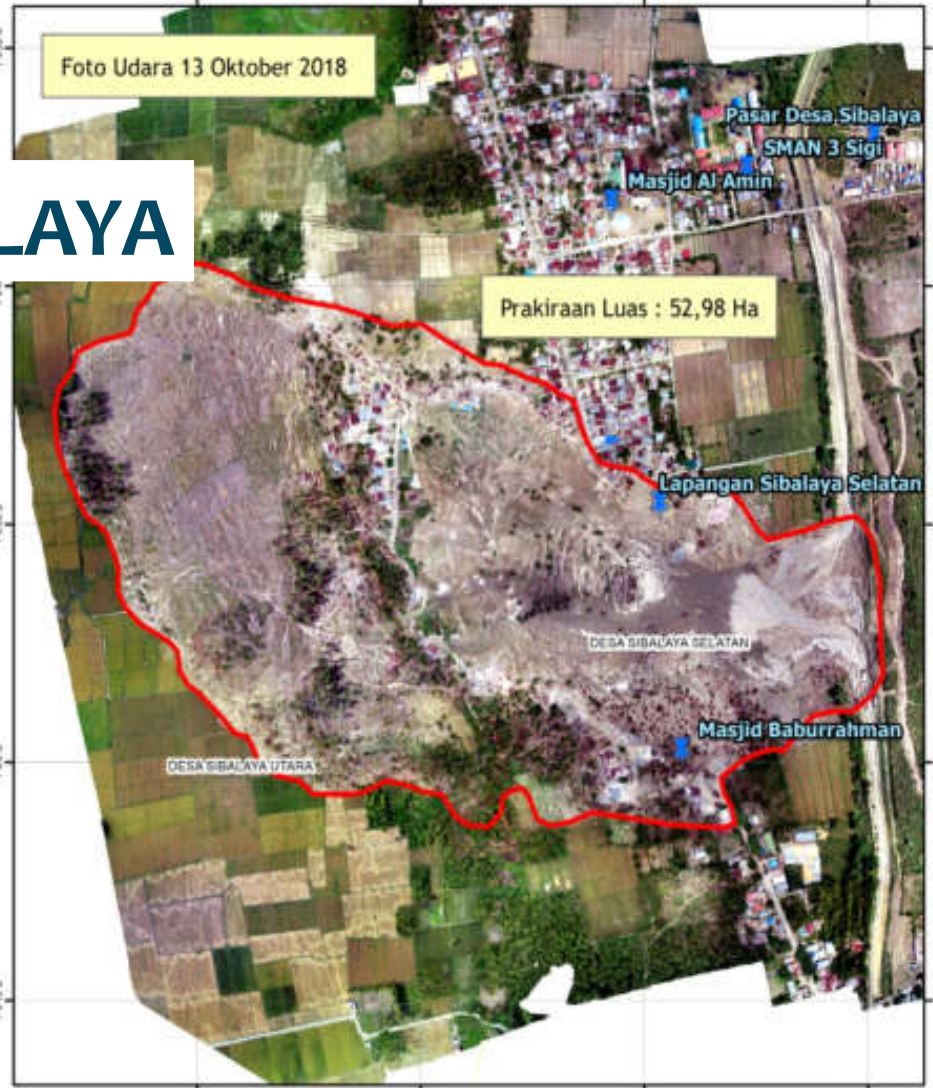
SIBALAYA UTARA DAN SELATAN

- Jalan yang menghubungkan Sibalaya Utara dan Selatan sejauh 0.5m – 0.7m di hanyutkan.
- Rumah-rumah di anjakkan sejauh 400m-600m dari tempat asal.
- Kawasan sawah tertimbus oleh tanah yang bergerak dari 500m ke 700m di bahagian ulu.

Citra Planet 7 Juli 2015

Foto Udara 13 Oktober 2018

SIBALAYA

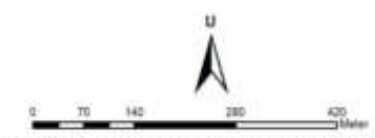


Prkiraan Luas : 52,98 Ha

LEGENDA :

Batas Administratif

- Titik Istimewa
- Batas Desa/Kelurahan
- Area Likuifaksi



PETA TERDAMPAK LIKUIFAKSI DESA SIBALAYA
KECAMATAN TANAMBULAVA
KABUPATEN SIGI
 UPDATZ PETA : 17 Oktober 2018

Wujud
 Lembar Bujur
 Unit Datum :
 WGS - 1984
 Gambar Dasar :
 ERI, DeLorme, NPS, Ortho Layer Service
 Badan Administrasi :
 BPS 2013

BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA

Ditiah & Diformasikan Oleh :
POS PENDAMPING NASIONAL (POSPENAS)
 Kantor Gubernur Provinsi Sulawesi Tengah
 J. DR. Sam Ratulangi, Benuas, Palu Timur, Kota Palu
 Email : geomaps@bnpb@gmail.com
 Call Center Pospenas : (0451) 8203019

SIBALAYA

400m

DESA SIBALAYA UTARA

Lapangan Sibalaya Selatan

DESA SIBALAYA SELATAN

Masjid Baburrahman

Prakiraan Dampak :

- Luas area : 52.98 Ha
- Bangunan : 125 unit
- Fasos Fasum :
Lapangan Sibalaya Selatan
Masjid Baburrahman

LEGENDA :

- Batas Administrasi
- Titik-titik Penting
 - Batas Desa/Kelurahan
 - Area Likuifaksi
 - Bangunan Terdampak
 - Bangunan tidak terdampak

INSET :



PETA SEBARAN BANGUNAN TERDAMPAK LIKUIFAKSI DESA SIBALAYA, KECAMATAN TANAMBULAYA KABUPATEN SIGI

UPDATE PETA : 14 Oktober 2018

Proyek :
Lingkup Kerja :
Unit Kerja :
MCS - 184
Sumber Data :
Zeri, Bekasari, WPS, Orkla Laser Service
Batas Administrasi :
BPS 2011

Sumber Peta :
1. Atlas Indonesia, The Indonesian BNPB
2. Atlas Likuifaksi, The Indonesian BNPB
3. Bangunan, OpenStreetMap



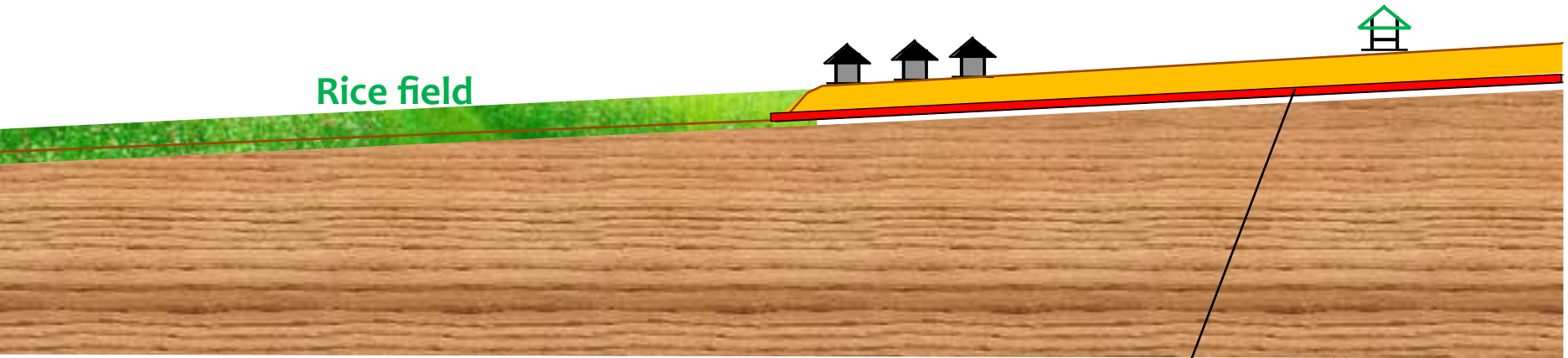
BNPB

BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA

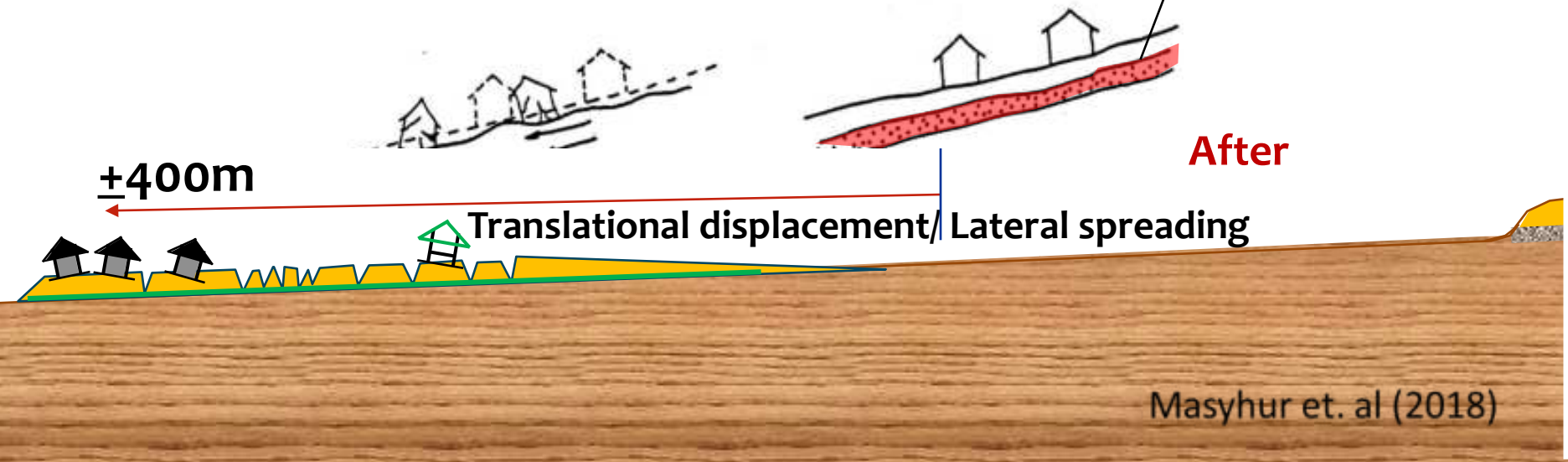
Dititik & Diberikan oleh :
POS PENDAMPING NASIONAL (POSPENAS)
Kantor Gubernur Provinsi Sulawesi Tengah
Jl. DR. Sam Ratuang, Berau, Palu Timur, Kota Palu
Email: genpusleng.bnpg@gmail.com
Call Center Pospenas : (0461) 8233018

SIBALAYA

Before



After



Masyhur et. al (2018)





11 10 2018



11 10 2018







11 10 2018



















SIBALAYA SELATAN





11 10 2018



11 10 2018

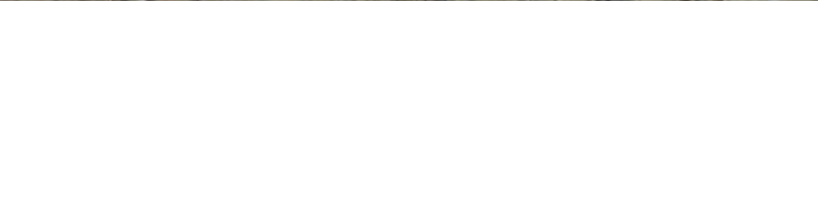


Sand Bedding

11 10 2018









11 10 2018



11 10 2018



TROPIK
tropical Geoengineering



l • global





PENEMUAN TERKINI

- Penduduk tempatan memberitahu kawasan sudah beberapa hari tidak hujan semasa gempa berlaku.
- Kegagalan berbentuk translasi cetek. Bagaimana berlaku?
- Terdapat 2 lapisan pasir (sand bedding) pada keratan tanah. (relic joint).
- Bahan berpasir dan porous terbentuk di antara tanah liat.
- Dari mana air datang sehingga menyebabkan berkau likuifaksi di sesetengah tempat?
- Terusan (Takungan air Gumbasa) – Kunci air pecah akibat gempabumi. Air terlepas keluar dan menyerap ke dalam tanah.
- Air menyerap ke dalam 'porous relic joint' dan membentuk tekan liang.
- Berlaku pergerakan translasi tanah akibat dari penyebaran sisi

- Akibat berlaku gegaran yang menghasilkan kecepatan yang melebihi had likuifaksi tanah menjadi cair dan seterusnya menyebabkan berlaku penyebaran sisi serta menggerakkan tanah.
- Baki tanah liat menunjukkan terdapatnya lapisan nipis pasir di antara tanah liat.
- Penyebaran sisi akibat likuifaksi menyebabkan pergerakan translasi yang cetek di mana tanah terangkat semasa mengalir dan membentuk secara tersusun.
- Tanah dibahagian hadapan akan tertimbus dari tanah bahagian belakang apabila pergerakan terhenti.

- Bencana tidak boleh di elakkan. Itu adalah fenomena alam(sunnatullah). Banyak rahsia Allah tersimpan dan tidak dapat di jangkau oleh akal kita.
- Penyelesaiannya adalah dengan menjadikan masyarakat setempat mampan kepada bencana.
- Menjadikan masyarakat setempat itu mampan adalah satu masalah lain.

APA YANG BOLEH KITA BELAJAR DARI GEMPA DI PALU?

- Dari Ilmu Kejuruteraan
 - Secara mekanisma bagaimana bencana berlaku?
 - Cukup kah ilmu kita untuk meramalkan berlaku sesuatu bencana?
 - Bagaimana kita nak mengurangkan kemalangan jiwa apabila berlaku sesuatu bencana?
 - Apakah spesifikasi yang sedia ada cukup untuk mengatasi kemalangan jiwa di dalam menghadapi bencana?

- Secara spiritual?

- *Apakah ini merupakan Bencana, Bala atau Ujian?*

- Dan Kami bagi-bagi mereka di dunia ini menjadi beberapa golongan; di antaranya ada orang-orang yang saleh dan di antaranya ada yang tidak demikian. Dan Kami uji mereka dengan (nikmat) yang baik-baik dan (bencana) yang buruk-buruk, agar mereka kembali (kepada kebenaran).

Al A'raaf 7:168

- *Apakah ilmu kita cukup untuk memahami rahsia Allah apabila berlaku sesuatu bencana?*

- Sesungguhnya Allah mengetahui segala rahsia langit dan bumi dan Allah maha mengetahui segala apa yang kamu kerjakan.

Surah Al Hujurat Ayat 18

- *Apakah kita masih menyombongkan diri untuk berlaku angkuh di atas mukabumi ini?*

- Dan janganlah engkau memalingkan mukamu (kerana memandang rendah) kepada manusia, dan janganlah engkau berjalan di bumi dengan berlagak sombong; sesungguhnya Allah tidak suka kepada tiap-tiap orang yang sombong takbur, lagi membanggakan diri.

Surah Luqman ayat 18

- *Apakah kita sedar bahawa kita lah yang melakukan kerosakan dan apa yang berlaku adalah pilihan kita sendiri?*
 - Dan musibah apapun yang kalian terima adalah karena perbuatan tangan kalian sendiri, Allah memaafkan sebagian dari kesalahan-kesalahanmu.
Asy-Syuura : 30
- *Umpama kiamat yang akan berlaku, adakah kita bersedia?*
 - Mereka bertanya kepada kamu bilakah terjadinya kiamat? Katakan lah sesungguhnya pengetahuan tentang kiamat adalah pada sisi Tuhanku; tidak seorang pun dapat menjelaskan kedatangannya selain Dia. Kiamat itu amat berat(huru haranya bagi makhluk) yang di langit dan di bumi. Kiamat itu tidak akan datang kepada kamu melainkan tiba-tiba. Mereka bertanya kepada kamu seakan2 kamu mengetahuinya. Maka katakanlah kepada mereka, Sesungguhnya pengetahuan tentang kiamat itu adalah disisi Allah, tetapi kebanyakan manusia tidak mengetahui.

Al A'raaf : 187

QUOTE FROM HEAD OF OPERATIONAL COMMANDER.

"Terkadang ilmu pengetahuan dan teknologi tidak mampu menjelaskan seluruh kejadian di permukaan bumi ini.

Sebagai bangsa yang berkeyakinan adanya kekuasaan Tuhan Yang Maha Esa, hendaknya tidak mengabaikan akan kekuasaan dan ketetapan-Nya, maka hendaknya upaya yang harus kita lakukan adalah dengan berusaha semakin mendekatkan diri kepada-Nya dengan meningkatkan keimanan dan ketaqwaan kita agar bisa dihindarkan dari berbagai bencana alam yang sekarang dirasa semakin meningkat,"

**SIAPA KITA UNTUK MENENTUKAN
HUKUMAN MEREKA DARI ALLAH.**

**Perlu kita ambil iktibar agar perkara
yang sama tidak berlaku kepada
masyarakat kita.**

SEMUA DATA-DATA DAN GAMBAR-GAMBAR TELAH DI SEDIAKAN DAN MERUPAKAN HAK MILIK OLEH :

- Prof. Ir. Dr. Masyhur Irsyam
- Prof. Ir. Dr. Ramli Nazir
- Dr. Andhika
- Dr Ridwan
- Dr. Danny Hilman.
- Dr. Irwan Meliano
- Ibu Diah
- Dr. Rahma Hanifa
- Ir. Lutfi Faisal
- Prof. Illik Sri Widiyantoro
- Dr. Wahyu Triyoso
- Endra Gunawaan
- Prof Iswandi Emran
- Prof Dr. Hamzah Latief
- Dr. Mudrik R Daryono
- Team PusGen
- Lembaga Ilmiah dan Penelitian Indonesia (LIPI)
- Pusat Penelitian Jalan dan Jambatan (Pusjatan)
- Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

TERIMA KASIH

