

SKRIPSI

IDENTIFIKASI DAMPAK BAHAYA BENCANA TSUNAMI KOTA PALOPO, PROVINSI SULAWESI SELATAN MENGUNAKAN ANALISIS SPASIAL

Disusun dan diajukan oleh

**RAIHAN RAMADHANI
D061 19 1078**



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



SKRIPSI

IDENTIFIKASI DAMPAK BAHAYA BENCANA TSUNAMI KOTA PALOPO, PROVINSI SULAWESI SELATAN MENGUNAKAN ANALISIS SPASIAL

Disusun dan diajukan oleh

**RAIHAN RAMADHANI
D061 19 1078**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Strata (S1) pada Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**IDENTIFIKASI DAMPAK BAHAYA BENCANA TSUNAMI
KOTA PALOPO, PROVINSI SULAWESI SELATAN
MENGUNAKAN ANALISIS SPASIAL**

Disusun dan diajukan oleh

RAIHAN RAMADHANI
D061191078

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Studi Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

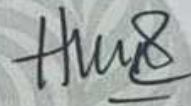
Pembimbing Utama

Menyetujui,

Pembimbing Pendamping



Ilham Alimuddin, S.T., M. GIS, Ph.D
NIP. 19690825 199903 1 001



Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T
NIP. 19671119 199802 2 001

Mengetahui
Ketua Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng.
NIP. 19771214 200501 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Raihan Ramadhani
 NIM : D061 19 1078
 Program Studi : Teknik Geologi
 Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

“Identifikasi Dampak Bahaya Bencana Tsunami Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Analisis Spasial.”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihantulisan orang lain bahwa tulisan yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya sayasendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan dari tugas akhir ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, September 2024



Yang menyatakan

Raihan Ramadhani
 NIM. D061 19 1078



ABSTRAK

RAIHAN RAMADHANI. *Identifikasi Dampak Bahaya Bencana Tsunami Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Analisis Spasial.* (dibimbing oleh Ilham Alimuddin, S.T, M. GIS, Ph.D dan Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T..)

Secara administratif Daerah Penelitian terletak di kota Palopo , Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis daerah penelitian berada pada koordinat kordinat 2°53'15" – 3°04'08" Lintang Selatan dan 120°03'10" –120°14'34" Bujur Timur. Penelitian dengan judul “*Identifikasi Dampak Bahaya Bencana Tsunami Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Analisis Spasial.*” bertujuan untuk mengetahui tipologi pesisir di Kota Palopo dan mengetahui potensi bahaya bencana tsunami jika terjadi pada daerah penelitian.

Metode penelitian yang digunakan adalah validasi data lapangan dan pengolahan data berupa raster dan vektor menggunakan *software*.

Berdasarkan hasil interpretasi dan pengolahan data yang telah dilakukan, tipologi daerah pesisir Kota Palopo terbagi menjadi empat yaitu Tipologi Coast Build by Organism, Tipologi Marine Deposition Coast, Tipologi Sub Aerial Depositon Coast, dan Tipologi Buatan Manusia. Adapun potensi bahaya tsunami Kota Palopo ketinggian tsunami 2 meter mendapat dampak seluas 87,84 Ha. Ketinggian tsunami 5 meter mendapat dampak seluas 322,20 Ha. Ketinggian tsunami 10 meter mendapat dampak seluas 828,72 Ha. Ketinggian tsunami 15 meter mendapat dampak seluas 1.168,56 Ha. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat bahaya tsunami Kota Palopo yaitu Topografi Daerah Kota Palopo, Penggunaan Lahan Kota Palopo, serta Tipologi Daerah Pesisir Kota Palopo.

Kata kunci : Potensi Bahaya, Tsunami, Tipologi Daerah Pesisir, Topogafi, Analisis Spasial, Kota Palopo, Sulawesi Selatan.



ABSTRACT

RAIHAN RAMADHANI. *Identification of Tsunami Disaster Hazard Impact in Palopo City, South Sulawesi Province Using Spatial Analysis.* (Supervised by Ilham Alimuddin, S.T, M. GIS,Ph.D and Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T.)

Administratively, the Research Area is located in Palopo City, South Sulawesi Province. Geographically, the research area is situated at coordinates 2°53'15" – 3°04'08" South Latitude and 120°03'10" – 120°14'34" East Longitude. The study entitled "Identification of Tsunami Disaster Hazard Impact in Palopo City, South Sulawesi Province Using Spatial Analysis." aims to understand the characteristics and typology of the coastal areas in Palopo City and to assess the potential tsunami hazard in the research area..

The research method used is field data validation and data processing in the form of raster and vector using software..

Based on the interpretation and processing of the data, the typology of the coastal areas in Palopo City are divided into four types: Built by Organism Beach Typology, Sea Deposit Beach Typology, Sub-Aerial Deposit Beach Typology, and Man-Made Beach Typology. The potential tsunami hazard in Palopo City with a tsunami height of 2 meters affects an area of 87.84 hectares. A tsunami height of 5 meters affects an area of 322.20 hectares. A tsunami height of 10 meters affects an area of 828.72 hectares. A tsunami height of 15 meters affects an area of 1,168.56 hectares. Factors influencing the tsunami hazard level in Palopo City include the Topography of the Palopo City area, Land Use in Palopo City, and the Typology of the Coastal Areas in Palopo City.

Keywords : Hazard Potential, Tsunami, Coastal Area Typology, Topography, Spatial Analysis, Palopo City, South Sulawesi.



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum waharahmatullahi wabarakatuh.

Bismillahirrahmanirrahim. Tidak ada kata yang pantas penulis ucapkan selain kata Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi yang berjudul “IDENTIFIKASI DAMPAK BAHAYA BENCANA TSUNAMI KOTA PALOPO PROVINSI SULAWESI SELATAN MENGGUNAKAN ANALISIS SPASIAL” dapat berjalan dengan baik. terselesaikannya Skripsi ini sebagai salah satu syarat kelulusan Program Strata 1 pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak, diantaranya:

1. **Kedua Orang tua dan seluruh keluarga** penulis, yang tidak henti-hentinya memberikan dorongan serta dukungan baik moril maupun materil serta doa restu yang senantiasa terucap tiada henti yang kemudian menjadi sumber semangat bagi penulis selama ini.
2. Bapak **Ilham Alimuddin, S.T, M. GIS,Ph.D** sebagai Dosen Pembimbing dan Penasehat Akademik yang telah memberi waktu ditengah kesibukan beliau dalam segala bimbingan, masukan, dan saran dalam penyelesaian tugas akhir.
3. Ibu **Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T.** sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberi waktu dalam segala bimbingan dan masukan selama penyelesaian tugas akhir.
4. Bapak **Prof. Dr. Ir Busthan Azikin, M.T.** sebagai Dosen Penguji yang telah memberi waktu dan masukannya kepada penulis
5. Bapak **Dr. Ir Safri Burhanuddin, DEA.** sebagai Dosen Penguji yang telah memberi waktu dan masukannya kepada penulis
6. Bapak **Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M. Eng.** Sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
 Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin
 ; segala ilmu dan didikannya.



8. **Bapak dan Ibu Staf** Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya dalam pengurusan administrasi penelitian.
9. Saudari **Regita Amalia,S.Ak** atas segala bantuan dan dukungan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir
10. **Pemerintah Kota Palopo**, yang telah memfasilitasi penelitian tugas akhir
11. **BPBD Kota Palopo**, yang telah membantu dalam penelitian tugas akhir
12. Saudara-saudara **Teknik Geologi angkatan 2019 (Jaeger 19)** atas segala bantuan dan dukungannya selama kehidupan perkuliahan penulis.
13. Seluruh anggota **Himpunan Mahasiswa Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (HMG FT-UH)** yang telah memberi dukungan dan dinamika baik selama dalam kehidupan berhimpunan.
14. Saudara-saudara **Teknik Angkatan 2019** atas segala bantuan dan dukungannya selama kehidupan perkuliahan
15. Kakandaku **Sudirman, S.T, Achmad Rivai Jamal, S.T dan Muh.Agung Syamsuddin,S.T** atas segala bantuan dan dukungannya kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir.
16. Kakandaku **Cahyadi Ramadhan,S.Si.,M.sc** atas segala bantuan dan dukungannya kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir.
17. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu per-satu, atas segala bantuan maupun dorongan dalam segala bentuk apapun yang telah diberikan selama ini.

Di dalam penyusunan laporan ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini tidak terlepas dari kekurangan dan kekeliruan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi perbaikan proposal ini. Atas perhatiannya penulis ucapkan terimakasih.

Gowa, September 2024

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Geologi Regional.....	4
2.1.1 Geomorfologi Regional	4
2.1.2 Stratigrafi Regional	5
2.1.3 Struktur Geologi Regional.....	9
2.2 Gelombang	11
2.3 Tsunami	12
2.4 Penyebab Terjadinya Tsunami	14
2.5 Teori Gempa Bumi	18
2.6 Tektonisme Daerah Palopo	20
2.7 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	23
2.7.1 Data Dalam Sistem Informasi Geografis (SIG)	24
2.8 Tipologi Daerah Pesisir	26
2.8.1 Pesisir Primer (<i>Primary Coast</i>)	26
2.8.2 Pesisir Sekunder (<i>Secondary Coast</i>)	27
2.9 Faktor Dinamik Daerah Pesisir	27
2.10 Teluk Bone	29
2.11 Morfologi Dasar Laut Teluk Bone	29
2.12 Struktur Geologi Teluk Bone	30
2.13 <i>Flower Structure</i> (Struktur Bunga)	33
2.14 Kegempaan Teluk Bone	33
2.15 PGA (<i>Peak Ground Acceleration</i>) Teluk Bone.....	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	40
Lokasi Penelitian dan Kesampaian Daerah	40
Alat dan Bahan	40
Tahap Penelitian	41
Tahap Persiapan	41
Tahap Pengambilan Data.....	42



3.3.3	Tahap Analisis Data	42
3.3.4	Tahap Penyusunan Laporan	45
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1	Tipologi Daerah Pesisir Palopo	46
4.1.1	Tipologi Coast Build by Organism	46
4.1.2	Tipologi Marine Deposition Coast	48
4.1.3	Tipologi Sub Aerial Deposition Coast	51
4.1.4	Tipologi Buatan Manusia	52
4.2	Potensi Bahaya Tsunami Kota Palopo	54
4.2.1	Potensi Bahaya Ketinggian Gelombang Tsunami 2 Meter	55
4.2.2	Potensi Bahaya Ketinggian Gelombang Tsunami 5 Meter	57
4.2.3	Potensi Bahaya Ketinggian Gelombang Tsunami 10 Meter	59
4.2.4	Potensi Bahaya Ketinggian Gelombang Tsunami 15 Meter	61
4.3	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Besarnya Daerah Potensi Bencana Tsunami	63
4.3.1	Topografi Daerah Pesisir	63
4.3.2	Penggunaan Lahan Daerah Pesisir	63
4.3.3	Tipe dan Karakteristik Daerah Pesisir	64
BAB V	PENUTUP	65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	65
5.3	Rekomendasi	65
	DAFTAR PUSTAKA	67
	LAMPIRAN	70



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Letak Kota Palopo pada peta geologi regional Lembar Malili Skala 1:250.000	7
Gambar 2 Letak Kota Palopo pada peta geologi regional Lembar Majene dan Bagian Barat Palopo skala 1:250.000.....	8
Gambar 3 Peta geologi Sulawesi dan tatanan tektoniknya (dimodifikasi) (Hall & Wilson,2000)	10
Gambar 4 Skema terjadinya tsunami	13
Gambar 5 Ilustrasi gempa bumi bawah laut.....	14
Gambar 6 Erupsi gunung Anak Krakatau	15
Gambar 7 Ilustrasi longsor bawah laut.....	16
Gambar 8 Ilustrasi tsunami akibat hantaman meteor	17
Gambar 9 Jenis Patahan	19
Gambar 10 Peta geologi Sulawesi dan tektoniknya (Camplin dan Hall, 2014; White et al., 2014).....	21
Gambar 11 Tektonik Pulau Sulawesi (Satyana dan Purwaningsih, 2006)	22
Gambar 12 Peta 3D Teluk Bone.....	30
Gambar 13 Lintasan seismik dan pemeruman	31
Gambar 14 Interpretasi rekaman seismik di lintasan LB 33	32
Gambar 15 Interpretasi rekaman seismik di lintasan LB 63	32
Gambar 16 Jenis struktur bunga.....	33
Gambar 17 Peta seismisitas Pulau Sulawesi periode 1960 – januari 2021	34
Gambar 18 Peta seismisitas Pulau Sulawesi periode 2009 – 2022	35
Gambar 19 Peta seismisitas Pulau Sulawesi periode 2023	36
Gambar 20 Peta bahaya Indonesia PGA 2% dalam 50 tahun	38
Gambar 21 Peta bahaya Indonesia PGA 10% dalam 50 tahun	39
Gambar 22 Peta administrasi Kota Palopo.....	40
Gambar 23 Diagram alir penelitian.....	41
Gambar 24 Diagram alir analisis bahaya tsunami.....	45
!5 Kenampakan pantai landai berlumpur pada ST 1 dengan arah foto N 147° E	47
!6 Kenampakan tutupan lahan pada ST 2 dengan arah foto N 3° E.....	47



Gambar 27 Kenampakan citra satelit ST1-ST3	48
Gambar 28 Kenampakan pantai landai berpasir pada ST 3 dengan arah foto N 152° E	49
Gambar 29 Kenampakan pantai landai berpasir pada ST 4 dengan arah foto N 169° E	49
Gambar 30 Kenampakan panta landai berpasir pada ST 5 dengan arah foto N 171° E.....	50
Gambar 31 Kenampakan citra satelit ST3-ST4.	50
Gambar 32 Kenampakan citra satelit ST4-ST5	51
Gambar 33 Kenampakan citra satelit pada bagian utara pesisir Kota Palopo.....	52
Gambar 34 Kenampakan bangunan reklamasi pada ST 7 Dengan arah foto N 173° E.....	53
Gambar 35 Kenampakan pelabuhan tanjung ringgit pada ST 6 dengan arah foto N 241° E	53
Gambar 36 Kenampakan citra satelit pada ST6-ST7.....	54
Gambar 37 Grafik potensi bahaya tsunami ketinggian 2 meter Kota Palopo	56
Gambar 38 Grafik potensi bahaya tsunami ketinggian 5 meter Kota Palopo	58
Gambar 39 Grafik potensi bahaya tsunami ketinggian 10 meter Kota Palopo	60
Gambar 40 Grafik potensi bahaya tsunami ketinggian 15 meter Kota Palopo	62



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Nilai Koefisien Kekasaran permukaan per jenis penutup / penggunaan lahan (dimodifikasi dari Berryman,2006)	43
Tabel 2 Data bahaya tsunami.....	44
Tabel 3 Luas potensi bahaya tsunami kelurahan Kota Palopo ketinggian 2 meter (Ha).....	55
Tabel 4 Luas potensi bahaya tsunami kecamatan Kota Palopo ketinggian 2 meter (Ha).....	56
Tabel 5 Luas potensi bahaya tsunami kelurahan Kota Palopo ketinggian 5 meter (Ha).....	57
Tabel 6 Luas potensi bahaya tsunami kecamatan Kota Palopo ketinggian 5 meter (Ha).....	58
Tabel 7 Luas potensi bahaya tsunami kelurahan Kota Palopo ketinggian 10 meter (Ha).....	59
Tabel 8 Luas potensi bahaya tsunami kecamatan Kota Palopo ketinggian 10 meter (Ha).....	60
Tabel 9 Luas potensi bahaya tsunami kelurahan Kota Palopo ketinggian 15 meter (Ha).....	61
Tabel 10 Luas potensi bahaya tsunami kecamatan Kota Palopo ketinggian 15 meter (Ha)	62



DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan keterangan
%	Persen
° ' "	Derajat Menit Detik
>	Lebih dari
±	Kurang Lebih
Bakosurtanal	Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional
BIG	Badan Informasi Geospasial
DEM	<i>Digital Elevation Model</i>
Dkk	Dan kawan-kawan
Km ²	Kilometer persegi
M	Meter
Mdpl	Meter di atas permukaan laut
N	<i>North</i> (Utara)
ST	Stasiun
Tplv	Tersier Pliosen Lamasi Vulkanik
Tolv	Tersier Oligosen Lamasi Vulkanik
Tmpg	Tersier Miosen Pliosen Granit
Qa	<i>Quarter Aluvial</i> (Kuarter Aluvial)
Hloss	Kehilangan ketinggian
H0	Ketinggian gelombang tsunami di garis pantai



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Lepas:

1. Peta Stasiun Pengamatan Kota Palopo
2. Peta Kemiringan Lereng Kota Palopo
3. Peta Pengamatan Citra Tipologi Daerah Pesisir Kota Palopo
4. Peta Topografi Kota Palopo
5. Peta Tutupan Lahan Kota Palopo
6. Peta Geologi Regional Kota Palopo
7. Peta Batimetri Teluk Bone
8. Peta 3D Teluk Bone
9. Peta Bahaya Tsunami Kota Palopo Ketinggian 2 Meter
10. Peta Bahaya Tsunami Kota Palopo Ketinggian 5 Meter
11. Peta Bahaya Tsunami Kota Palopo Ketinggian 10 Meter
12. Peta Bahaya Tsunami Kota Palopo Ketinggian 15 Meter



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia secara geografis berada diantara pertemuan tiga buah lempeng tektonik besar yang sangat aktif, yang secara tidak langsung memberikan sumbangsih pada pembentukan risiko beberapa jenis bencana, terutama bencana alam geologi seperti letusan gunungapi, gempa bumi, tsunami dan tanah longsor. Selain itu, posisi kepulauan Indonesia yang berada di garis khatulistiwa menyebabkan daerah kepulauan Indonesia sangat rentan terhadap bencana hidrometeorologi seperti banjir, kekeringan, puting beliung dan banjir bandang. Salah satu daerah yang mempunyai potensi bencana alam tinggi adalah Pulau Sulawesi seperti yang dilaporkan oleh Maulana, dkk (2020). Kondisi Pulau Sulawesi yang secara geologi terbentuk akibat interaksi beberapa lempeng bumi menyebabkan Pulau ini sangat rentan terhadap bencana alam geologi termasuk di dalamnya gempa bumi, tsunami, likuifaksi, tanah longsor dan lain-lain.

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Bencana Alam Geologi, merupakan bencana alam yang terjadi karena faktor tenaga dari dalam bumi. Contoh dari bencana alam geologi adalah seperti gempa bumi, gunung meletus, tsunami dan juga tanah longsor.

Bumi sebagai tempat hidup dan kehidupan manusia menyimpan sumber daya alam yang mensejahterakan dan juga menyimpan potensi bencana yang merusakkan. Bencana kebumihan yang sangat merusakkan diantaranya adalah gempa bumi dan tsunami.



Tsunami merupakan ikutan dari gempa tektonik yang berpusat di laut. Gempa bumi dan tsunami dapat meluluh lantakan sendi-sendi kehidupan manusia. Untuk meminimalkan resiko akibat gempa bumi dan tsunami dengan melakukan langkah-langkah yang meliputi memprediksi gempa bumi dan tsunami.

Bencana tsunami merupakan salah satu bencana alam yang mengancam penduduk terutama mereka yang menetap di wilayah pesisir. Meskipun bencana tsunami jarang terjadi, namun kemampuan yang besar untuk merusak, membuat bencana tsunami ini harus diwaspadai.

Dalam upaya mencegah dan mengurangi risiko terjadinya tsunami di Kota Palopo sebagai daerah penelitian, identifikasi potensi tsunami menjadi langkah penting. Pengetahuan tentang struktur dan pengetahuan tentang arus dan gelombang laut untuk memperkirakan tingkat kerawanan suatu daerah terhadap kemungkinan terjadinya tsunami. Salah satu faktor penyebab tsunami yang sangat berpengaruh adalah aktivitas tektonik bawah laut yang dipengaruhi oleh struktur batuan di bawah permukaan laut.

Sesar Matano dan sesar Palu-Koro merupakan sesar utama berarah baratlaut-tenggara, dan menunjukkan gerak mengiri. Diduga kedua sesar itu masih aktif sampai sekarang (Tjia, 1973 dan Ahmad, 1975), dan diperkirakan sesar Palu-Koro memanjang hingga di laut sebelah timur laut dari Kota Palopo.

Morfologi dasar laut di daerah penelitian agak curam dan bergelombang, terdapat pada kedalaman laut antara 50 sampai 2000 meter. Pembentukan morfologi dasar laut ini sangat dipengaruhi oleh adanya gejala sesar-sesar aktif. Dari interpretasi runtunan seismik terlihat jelas adanya struktur- struktur geologi berupa sesar dan pelipatan. Adanya bentuk struktur bunga (flower structure) menunjukkan bahwa gejala tektonik aktif dari sesar Palu- Koro, Kolaka, Matano, Lawanopo masih berlangsung sampai sekarang. Keberadaan sesar-sesar aktif ini perlu diwaspadai karena dapat menimbulkan gempa diseluruh Teluk Bone (Riza dan Lukman, 2013).

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian “**Identifikasi Dampak Bahaya Bencana Tsunami Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Analisis Spasial** ” yang bertujuan untuk mengetahui daerah yang mengalami dampak dari tsunami ketika terjadi di daerah penelitian yang diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan pengetahuan dan pemahaman

potensi tsuanmi serta informasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat n sebagai dasar untuk pengambilan keputusan dalam perencanaan mitigasi anjutan di daerah penelitian.



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana tipologi daerah pesisir pada daerah penelitian?
2. Bagaimana dampak bahaya bencana tsunami di daerah penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, antara lain:

1. Mengetahui tipologi daerah pesisir di Kota Palopo
2. Mengetahui potensi bahaya bencana tsunami jika terjadi pada daerah penelitian.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian terbatas di Kota Palopo yang terletak diantara kordinat $2^{\circ}53'15''$ – $3^{\circ}04'08''$ Lintang Selatan dan $120^{\circ}03'10''$ – $120^{\circ}14'34''$ Bujur Timur. Mencari dampak bahaya bencana tsunami dengan menggunakan aplikasi *ArcGis Pro* dan validasi lapangan di beberapa titik di kota palopo.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai acuan atau referensi untuk mengetahui ancaman bencana tsunami daerah penelitian, sebagai upaya mitigasi bencana di kota palopo , dan sebagai referensi bagi semua pihak dalam melakukan penelitian terkait identifikasi potensi *geohazard*.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Secara regional daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo Sulawesi Selatan dengan skala 1 : 250.000 yang dipetakan oleh Djuri, Sudjarmiko, S. Bachri dan Sukido, 1998. Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo. Kota Palopo terletak diantara koordinat $2^{\circ}53'15''$ – $3^{\circ}04'08''$ Lintang Selatan dan $120^{\circ}03'10''$ – $120^{\circ}14'34''$ Bujur Timur.

2.1.1 Geomorfologi Regional

Berdasarkan Simandjuntak dkk.,(1991) Secara morfologi daerah ini dapat dibagi atas 4 satuan : Daerah Pegunungan, Daerah Pebukitan, Daerah Kars dan Daerah Pedataran. Daerah pegunungan menempati bagian utara, barat dan selatan sedangkan bagian tengah merupakan perbukitan bergelombang dan bagian timur merupakan dataran rendah.

Kota Palopo meliputi ketinggian antara 0 – 1.500 m dari permukaan air laut (dpl) dengan tingkat kemiringan lereng antara 0–2 %, 2–15 %, 15–40 %, dan > 40 %. Adapun tingkat kemiringan lereng Kota Palopo berdasarkan luas wilayahnya yang terluas adalah wilayah dengan tingkat kemiringan lereng > 40 % dengan luas $92,959 \text{ Km}^2$ sedangkan tingkat kemiringan lereng dengan luas wilayah terkecil adalah tingkat kemiringan lereng 2% - 15 % dengan luas wilayah $8,951 \text{ Km}^2$. Kondisi topografi Kota Palopo juga memiliki tingkat ketinggian antara 0 – 25 mdpl, 26–100 mdpl, 101–500 mdpl, 501-1000 mdpl, dan > 1000 mdpl. Adapun tingkat ketinggian Kota Palopo berdasarkan luas wilayahnya yang terluas adalah wilayah dengan tingkat ketinggian 0 – 25 mdpl dengan luas $76,677 \text{ Km}^2$. sedangkan tingkat ketinggian dengan luas wilayah terkecil adalah tingkat ketinggian 26 – 100 mdpl dengan luas wilayah $8,951 \text{ Km}^2$.



Kota Palopo secara keseluruhan memiliki keadaan permukaan tanah g dan berbukit terutama pada sebelah Barat yang berbatasan langsung Kabupaten Toraja Utara. Daerah dengan kondisi topografi relatif rendah rikit pada bagian Utara. Sedangkan bagian Timur merupakan daerah pantai

yang membujur dari Utara ke Selatan dengan panjang pantainya kurang lebih 25Km. Bagian Selatan berbukit terutama bagian Barat, sedangkan bagian lainnya merupakan dataran rendah yang datar dan bergelombang.

2.1.2 Stratigrafi Regional

Kota Palopo termasuk ke dalam dua lembar peta geologi regional, yaitu Lembar Malili Skala 1: 250.000 dan Lembar Mamuju dan Bagian Barat Palopo Skala 1: 250.000.

Stratigrafi yang dijumpai di daerah penelitian terdiri atas tiga formasi batuan yaitu : Formasi Latimojong (*Kls*), Batuan Gunungapi Lamasi (*Tplv*),), Batuan Gunungapi Lamasi (*Tolv*) Granit Palopo (*Tmpg*), Batuan Terobosan (*Tmpi*), Aluvium (*Qa*).

Formasi Latimojong (*Kls*) : Secara umum formasi ini mengalami pemalihan lemah - sedang; terdiri atas serpih, filit, rijang, marmer, kuarsit dan breksi terkersikkan; diterobos oleh batuan beku menengah sampai basa; di Lembar Mamuju (Ratman dan Atmawinata, 1993) juga dijumpai batulempung mengandung fosil Globotruncana berumur Kapur Akhir, dengan lingkungan pengendapan laut dalam. Tebal formasi lebih dari 1000 m.

Batuan Gunungapi Lamasi (*Tplv*) : lava, breksi dan tufa. Lava, bersusunan andesit sampai basal; memperlihatkan struktur aliran dan amigdaloid, padu dan pejal; tebal 1 - 10 m. Breksi, kelabu sampai kelabu kehitman; berkomponen batuan andesit, basal dan batuapung; menyudut sampai menyudut tanggung berukuran antara 10- 40 cm; perekatnya tufa halus sampai kasar, Padat dan keras. Tufa, putih sampai kelabu; mengandung mineral hornblenda dan kaca vulkanik, berukuran sampai 0,1 cm. Perlapisan cukup baik; merupakan perselingan antara tufa halus dan tufa kasar; tebal tiap lapisan antara 5-45 cm. Tebal seluruh lapisan tufa mencapai 10 m

Batuan Gunungapi Lamasi (*Tolv*) : Lava andesit, basal, breksi gunungapi, batupasir dan batulanau; setempat mengandung feldspatoid; umumnya terkloritkan; umurnya diduga Oligosen karena menindih Formasi Toraja (Tets) umur Eosen, sedang Formasi Toraja menurut Simandjuntak, dr. (1991) Paleosen. Tebal satuan tidak kurang dari 500 m.

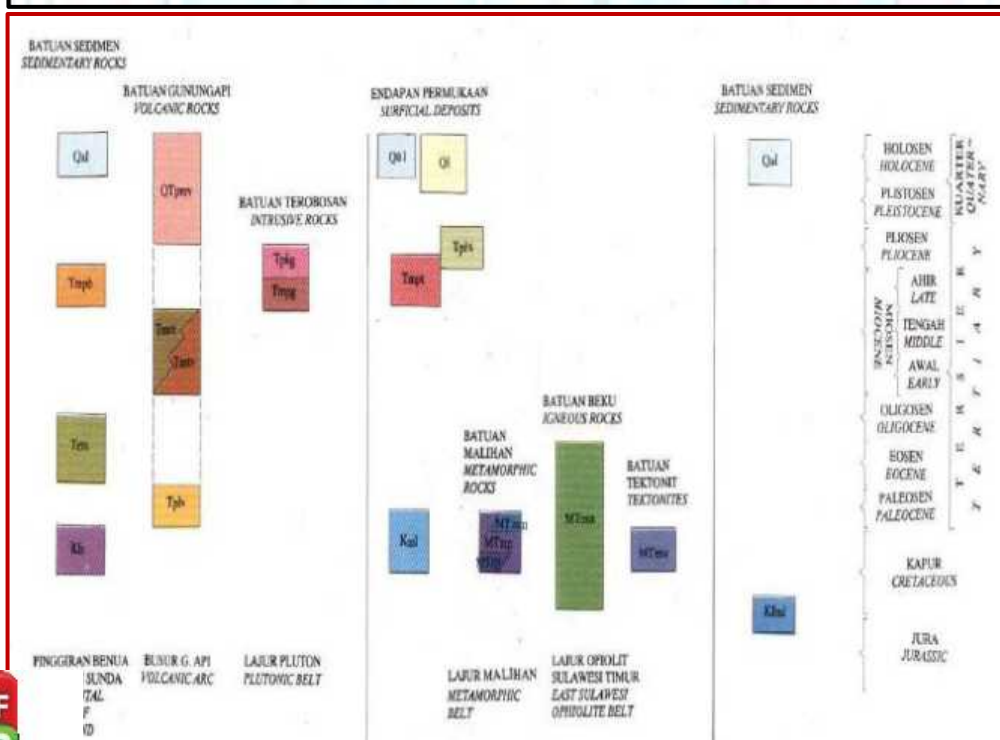


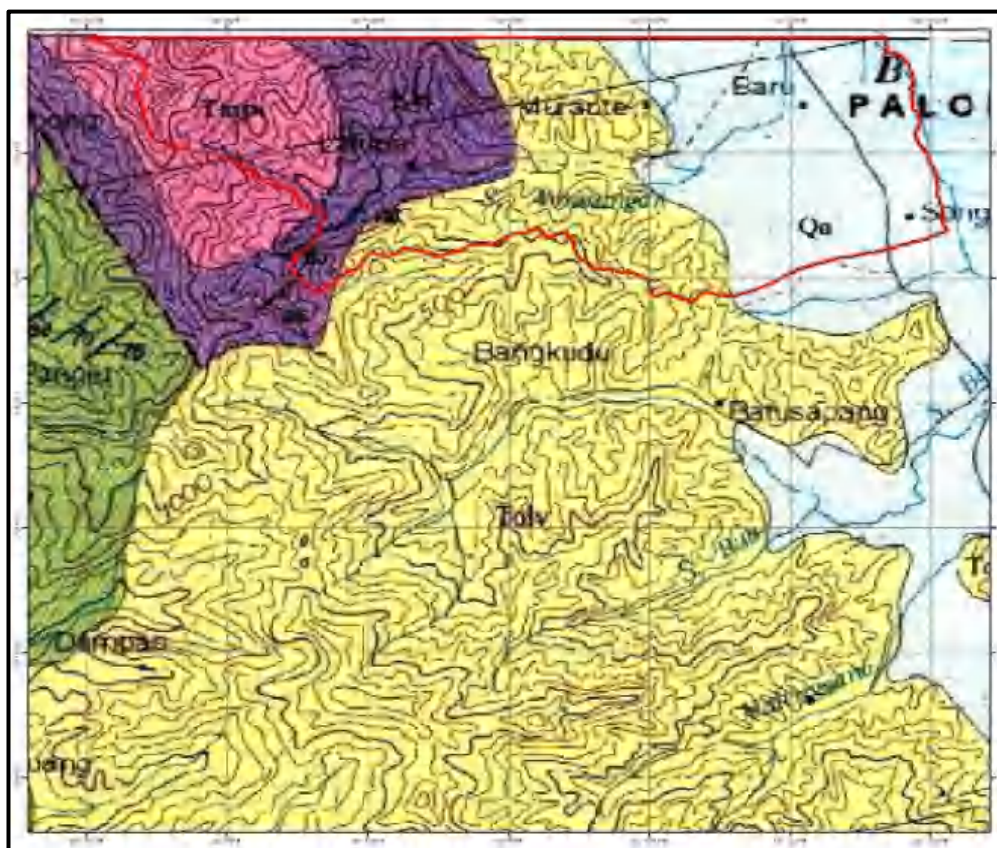
Granit Palopo (Tm_{pg}) : granit dan granodiorit. Granit, putih koton berbintik hitam; berhablur penuh; berbudaran sama besar; berbutir menengah; fanerik dengan mineral utama kuarsa, ortoklas, plagioklas dan sedikit horenlenda. Granodiorit, putih kehitaman; pejal; fanerik dan porfiritik; berbutir menengah sampai kasar fenokris plagioklas dengan masadasar kuarsa, hornblenda, biotit dan mineral ubahan klorit. Mineral mafik umumnya telah terkloritisasikan.

Batuan Terobosan (Tm_{pi}) : granit, granodiorit, riolit. Granit, berwarna kelabu, putih kemerahan sampai kehitaman, berbutir sedang sampai sangat kasar, terhablur sempurna dengan bentuk sub-euhedral, beberapa panidiomorfik. Mineral utamanya terdiri dari kuarsa, kalium felspar, plagioklas, horenlenda, biotit dan setempat klorit, apatit dan bijih. Kuarsa dan felspar umumnya tumbuh bersama (intergrowth), dan setempat serisitisasi dan karbonatisasi. Pada beberapa mineral terlihat retak-retak sebagai akibat pengaruh dari tekanan. Di beberapa tempat mengandung emas. Granodiorit, berwarna putih kotor berbintik hitam hingga kelabu kehitaman, berbutir sedang-kasar, porfiritik dengan fenokris terdiri dari plagioklas, horenlenda, kuarsa dan biotit; sedikit piroksen, bijih; setempat terlihat klorit, apatit, sirkon dan epidot; serisit, magnetit dan lempung terdapat sebagai hasil ubahan. Riolit, putih kelabu, butir halus- sedang dan berbentuk sub-anhedral. Mineral penyusun utamanya terdiri dari piroksen, biotit dan plagioklas dengan sedikit kuarsa dan felspar.

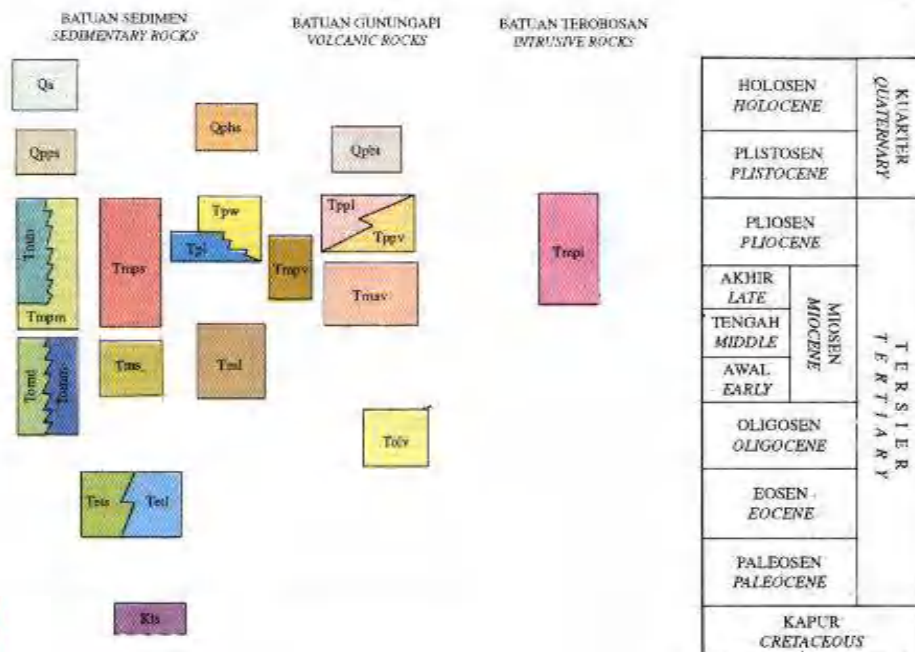
Aluvium (Q_a) : Bongkah, kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung dan lumpur; setempat mengandung sisa- sisa tumbuhan.







KORELASI SATUAN PETA
CORRELATION OF MAP UNITS



r 2 Letak Kota Palopo pada peta geologi regional Lembar Majene dan Bagian Barat Palopo Skala 1 : 250.000

2.1.3 Struktur Geologi Regional

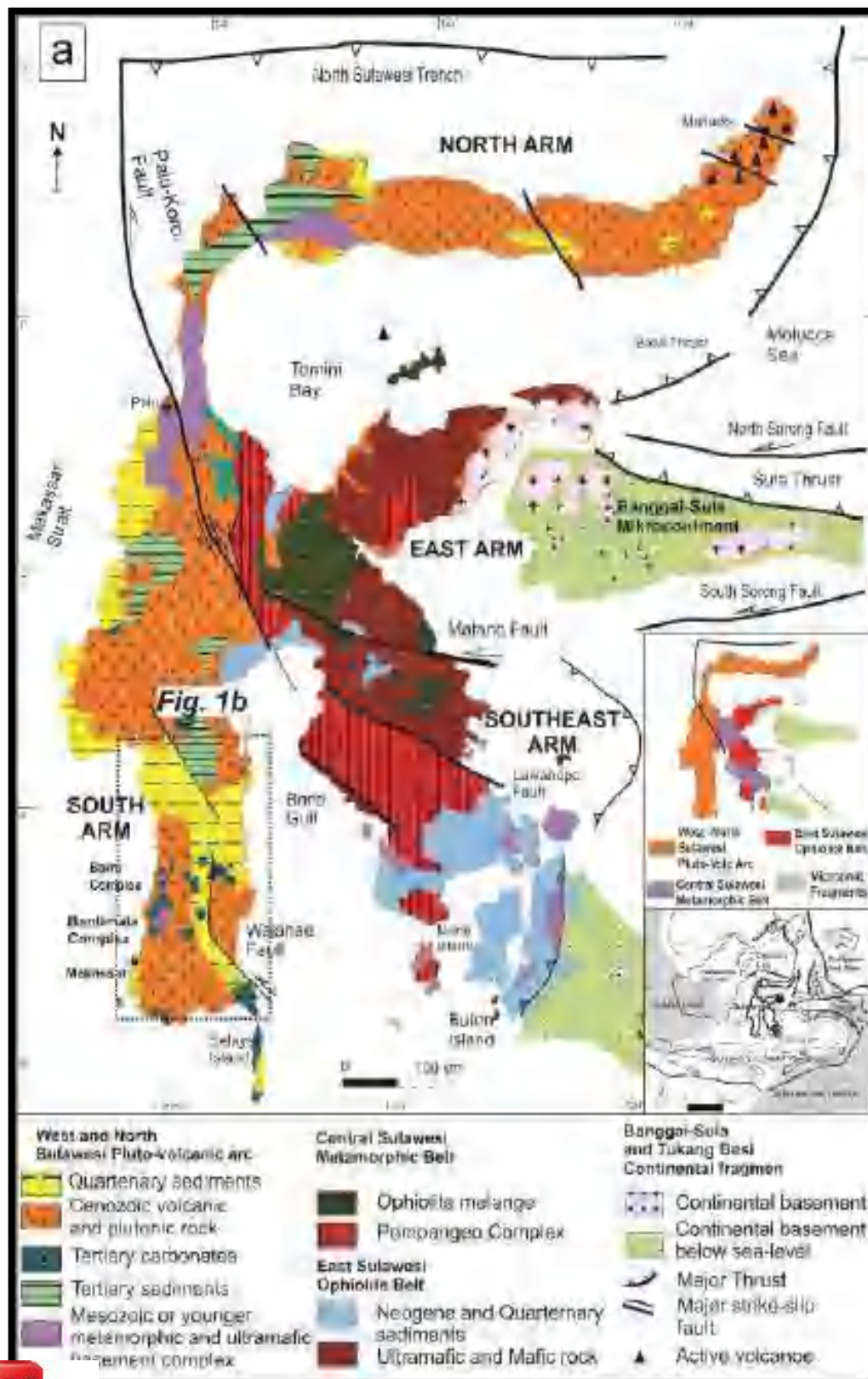
Sulawesi dan sekitarnya merupakan daerah yang kompleks karena merupakan tempat pertemuan tiga lempeng besar yaitu; lempeng Indo-Australia yang bergerak ke arah utara, lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat dan lempeng Eurasia yang bergerak ke arah selatan-tenggara serta lempeng yang lebih kecil yaitu lempeng Filipina (Sompotan, 2012).

Berdasarkan tektonik lempeng (Sukamto, 1975) Sulawesi dapat dibagi menjadi tiga mandala geologi yaitu Mandala Sulawesi Barat, Mandala Sulawesi Timur dan Banggai-Sula. Masing-masing mandala geologi ini dicirikan oleh variasi batuan, struktur dan sejarah geologi yang berbeda satu sama lain. Daerah penelitian merupakan bagian dari Mandala Sulawesi Barat yang berbatasan dengan Mandala Sulawesi Timur, dimana keduanya dipisahkan oleh sesar Palu-Koro.

Struktur penting di daerah ini adalah sesar lipatan, selain itu terdapat kekar dan perdaunan. Secara umum kelurusan sesar berarah baratlaut-tenggara. Yang terdapat di daerah ini berupa sesar naik, sesar sungkup, sesar geser dan sesar turun, yang diperkirakan sudah mulai terbentuk sejak Mesozoikum. Beberapa sesar utama tampaknya aktif kembali. Sesar Matano dan sesar Palu-Koro merupakan sesar utama berarah baratlaut-tenggara, dan menunjukkan gerak mengiri. Diduga kedua sesar itu masih aktif sampai sekarang (Tjia, 1973 dan Ahmad, 1975).

Diduga pula kedua sesar tersebut terbentuk sejak Oligosen, dan bersambungan dengan sesar Sorong sehingga merupakan satu sistem sesar transform. Sesar lain yang lebih kecil berupa tingkat pertama dan/atau kedua yang terbentuk bersamaan atau setelah sesar utama tersebut. Dengan demikian sesar-sesar ini dapat dinamakan Sisem Sesar Matano-Palu-Koro.





Gambar 3 Peta Geologi Sulawesi dan tatanan tektoniknya (dimodifikasi)
(Hall & Wilson, 2000)



2.2 Gelombang

Gelombang merupakan salah satu aspek penting di dalam kehidupan di bumi. Proses gelombang sangat mudah dijumpai di wilayah pantai. Proses gelombang yang terlihat diakibatkan oleh energi yang diterima pada permukaan maupun seluruh bagian air laut sehingga terlihat bergerak. Gelombang yang berada di laut dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu gelombang akibat angin, gelombang akibat pasang surut dan gelombang tsunami (Bambang Triadmodjo, 1999).

Pada umumnya, gelombang yang terjadi adalah gelombang akibat angin. Gelombang jenis ini menggerakkan air pada bagian permukaan. Pengaruh terbesar dihasilkan dari kecepatan angin, waktu angin bertiup dan panjang daerah hembusan yang dapat menghasilkan variasi ukuran gelombang. Selain itu Adi Isityono (2017) juga menjelaskan bahwa gelombang dapat dipengaruhi oleh angin musim berupa Angin Timur dan Angin Barat yang juga membawa perubahan musim di Indonesia.

Selain itu gelombang pasang surut juga dapat menimbulkan masalah seperti adanya gelombang yang kuat pada daerah yang sempit. Masalah gelombang ini banyak dihadapi pada daerah teluk dan muara sungai yang mendapat dampak langsung dari perubahan elevasi muka air akibat pergerakan benda angkasa. Hal ini juga semakin diperburuk dengan kompleksnya struktur gelombang di alam yang sulit dijelaskan. Berbagai faktor dapat terjadi secara bersamaan sehingga sulit untuk membedakan setiap masalah secara tersendiri. Kegiatan manusia yang dapat mencegah kerusakan pantai akibat gelombang jenis ini adalah dengan bangunan pantai yang dapat direncanakan dari perhitungan tinggi elevasi muka air laut yang terjadi di wilayah tersebut. (Bambang Triadmodjo, 1999)

Gelombang lainnya adalah gelombang tsunami yang terjadi sebagai akibat dari energi besar yang disalurkan melalui perantaraan air laut. Gelombang tsunami dapat diakibatkan oleh kegiatan tektonik seperti gempa bumi, kegiatan gunung meletus, ataupun adanya pergeseran tanah ke laut yang membawa energi yang besar. Masalah ini sering menjadi bencana yang besar sebab gelombang yang memiliki ukuran yang besar dengan kecepatan yang besar pula. Selain durasi kedalaman laut juga sangat berpengaruh dengan kondisi gelombang dengan tinggi gelombang rendah di wilayah laut dalam dan kondisi



gelombang pendek dan tinggi gelombang besar di wilayah Pantai sehingga dapat menghasilkan tinggi gelombang hingga puluhan meter. (Bambang Triadmodjo)

2.3 Tsunami

Tsunami, kata ini berasal dari Jepang, tsu berarti pelabuhan, nami berarti gelombang. Tsunami dipergunakan untuk gelombang pasang yang memasuki pelabuhan. Pada laut lepas misal terjadi gelombang pasang sebesar 8 m tetapi begitu memasuki daerah pelabuhan yang menyempit tinggi gelombang pasang menjadi 30 m. Tsunami biasa terjadi jika gempa bumi berada di dasar laut dengan pergerakan vertikal yang cukup besar. Tsunami juga bisa terjadi jika terjadi letusan gunungapi di laut atau terjadi longsoran di laut (Nur, 2010).

Tsunami ini merupakan kejadian alam yang dipengaruhi adanya aktivitas yang terjadi di dasar laut, aktivitas ini dapat berupa gempa laut, gunung berapi meletus, atau hantaman meteor di laut, tanah longsor di dasar laut, patahan. Tsunami merupakan kejadian alam yang terjadi ketika adanya aktivitas di dasar laut dan sangat berbahaya, karena dapat mengakibatkan kerusakan yang besar. (Moningkey & Pardanus, Agustus 2018)

Tsunami berasal dari Bahasa Jepang yang terdiri dari 2 kata yaitu Tsu yang berarti pelabuhan dan nami yang berarti gelombang, maka secara harafiah berarti gelombang besar di pelabuhan. Peristiwa ini dapat terjadi sebagai akibat dari gempa bumi, gempa laut, gunung meletus atau hantaman meteor yang mengakibatkan gelombang besar pada daerah pantai. Menurut BMKG, ada beberapa gempa yang dapat berpotensi mengakibatkan tsunami. 1) Gempa Bumi yang terjadi di laut pada kedalaman kurang dari 100 km 2) Gempa Bumi dengan kekuatan lebih dari 7 skala Richter 3) Gempa bumi dengan sesar vertikal yaitu sesar naik dan sesar turun. (BMKG Wilayah III Denpasar, 2020)

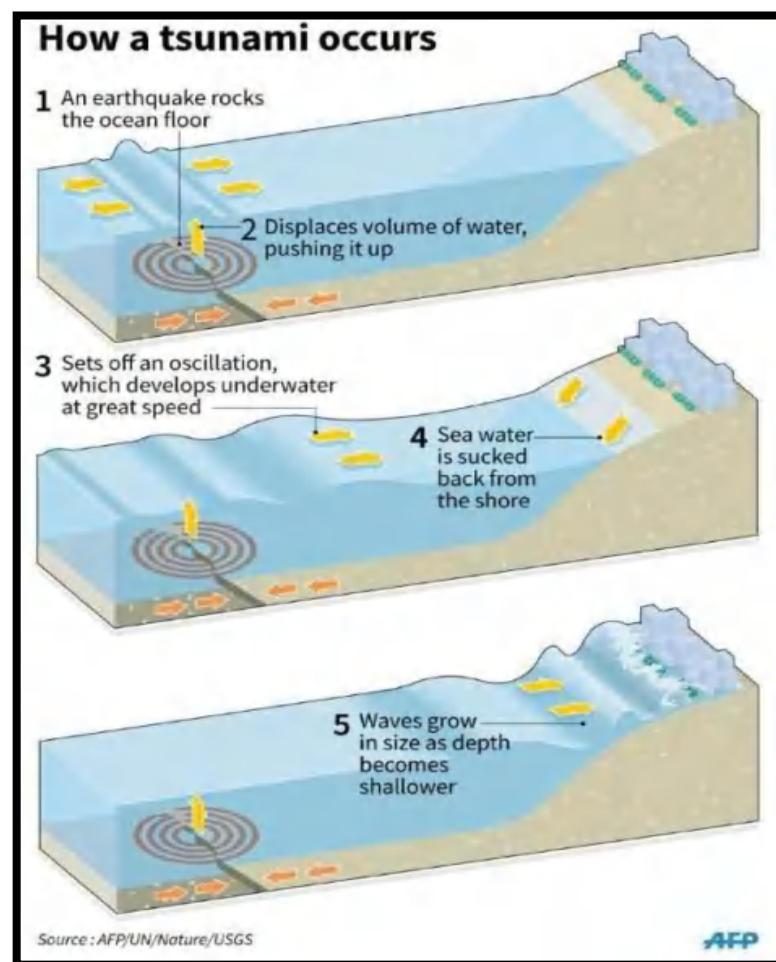
Potensi daya rusak tsunami di Indonesia sangat besar tercatat terjadi 118 kejadian yang terjadi sejak tahun 1612 hingga tahun 2000 yang menyebabkan kerusakan fatal dengan potensi terbesar adalah akibat gempa yang terjadi di dasar

taman gelombang yang dapat masuk puluhan kilometer dari bibir pantai an tsunami sebagai salah satu bencana dengan potensi daya rusak sangat lain itu potensi rusak tsunami tidak hanya terjadi pada saat gelombang tetapi juga merusak wilayah tersebut pasca bencana terjadi. Perubahan garis



pantai menjadi salah satu akibat yang dihasilkan sehingga dapat merusak populasi vegetasi seperti Bakau dan juga masalah abrasi yang merusak pantai dan infrastruktur yang berada di wilayah itu (Hendriana, 2016)

Secara umum proses terjadinya tsunami dapat dilihat dan dirasakan oleh manusia maupun makhluk hidup lain di sekitar daerah tersebut. Proses ini terjadi umumnya pada lautan terbuka atau samudera yang memiliki kedalaman air yang dalam dan volume air yang digerakkan sangat besar. Proses ini diawali dengan adanya Gerakan vertikal pada lempeng bumi. Hal ini diikuti dengan adanya gerakan naik turun pada lempengan tersebut atau adanya longsor batuan yang mengakibatkan adanya transfer energi ke air laut yang berada di lokasi tersebut. Sebelum gelombang mencapai pantai, air laut akan surut dan kembali ke pantai dengan energi dan ukuran yang lebih besar. (Heidarzadeh, 2017)



Gambar 4 Skema terjadinya tsunami

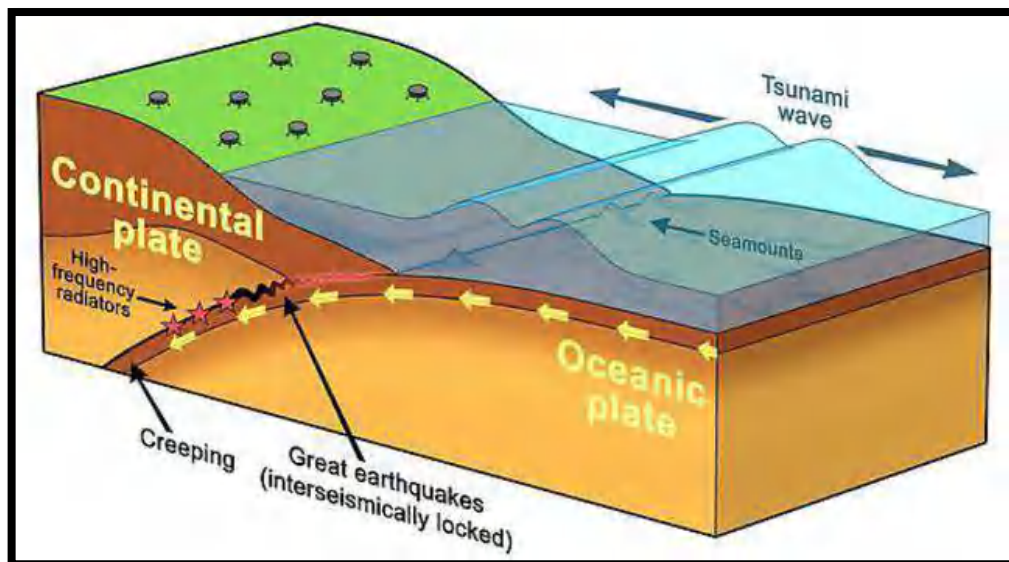


2.4 Penyebab Terjadinya Tsunami

Terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab tsunami seperti yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Gempa Bumi Bawah Laut

Penyebab tsunami yang paling umum adalah Gempa bumi bawah laut. Ia Merupakan penyebab yang paling sering menimbulkan tsunami dengan persentase 90 persen kejadian tsunami disebabkan oleh terjadinya gempa yang berada di bawah samudera. Sebagai zona pertemuan lempeng dunia, menjadikan Indonesia sangat berpotensi mengalami gempa yang berpusat di bawah laut. Namun tidak semua gempa bawah laut bisa menimbulkan tsunami. Beberapa kriteria yang dapat menyebabkan terjadinya tsunami seperti, pusat gempa yang terletak di kedalaman 0 hingga 30 km dibawah permukaan laut. Semakin dangkal pusat gempa maka akan semakin besar peluang munculnya tsunami hal ini disebabkan oleh getaran yang dihasilkan akan semakin kuat. Selain itu gempa besar dengan kekuatan di atas 6.5 SR juga menjadi pemicu, karena dengan kekuatan sebesar itu sudah mampu mempengaruhi gelombang laut.



Gambar 5 Ilustrasi gempa bumi bawah laut
(Sumber: <https://www.liputan6.com>)



letusan Gunung Berapi Bawah Laut atau Atas Laut

ampak letusan gunung berapi bawah laut dapat menjadi penyebab tsunami
zat besar. Tidak hanya di daratan, lautan yang begitu luas sebenarnya juga

terdapat gunung berapi, yang apabila meletus akan menimbulkan getaran yang efeknya sama dengan gempa tektonik bawah laut tadi. Meskipun jarang terjadi namun jika sekali terjadi dapat menimbulkan tsunami. Semakin besar skala letusan maka akan semakin besar tsunami yang dihasilkan.

Peristiwa tsunami yang paling terkenal akibat letusan gunung berapi yakni terjadi pada tahun 1883 dimana saat itu gunung Krakatau meletus dengan begitu dahsyat sehingga menimbulkan gelombang tsunami yang menyapu bersih desa-desa di pantai sekitar Selat Sunda. Begitu juga dengan letusan gunung Tambora pada tahun 1815 yang menimbulkan tsunami di daerah Jawa Timur, Nusa Tenggara hingga mencapai kepulauan Maluku.

Indonesia sebagai negara yang memiliki gunung berapi terbanyak sehingga dijuluki Ring of Fire harus waspada terhadap potensi tsunami yang disebabkan oleh letusan vulkanik gunung berapi. Terutama pada gunung yang berdekatan dengan laut seperti gunung Gamalama di kepulauan Maluku Utara dan Anak Krakatau di Selat Sunda.

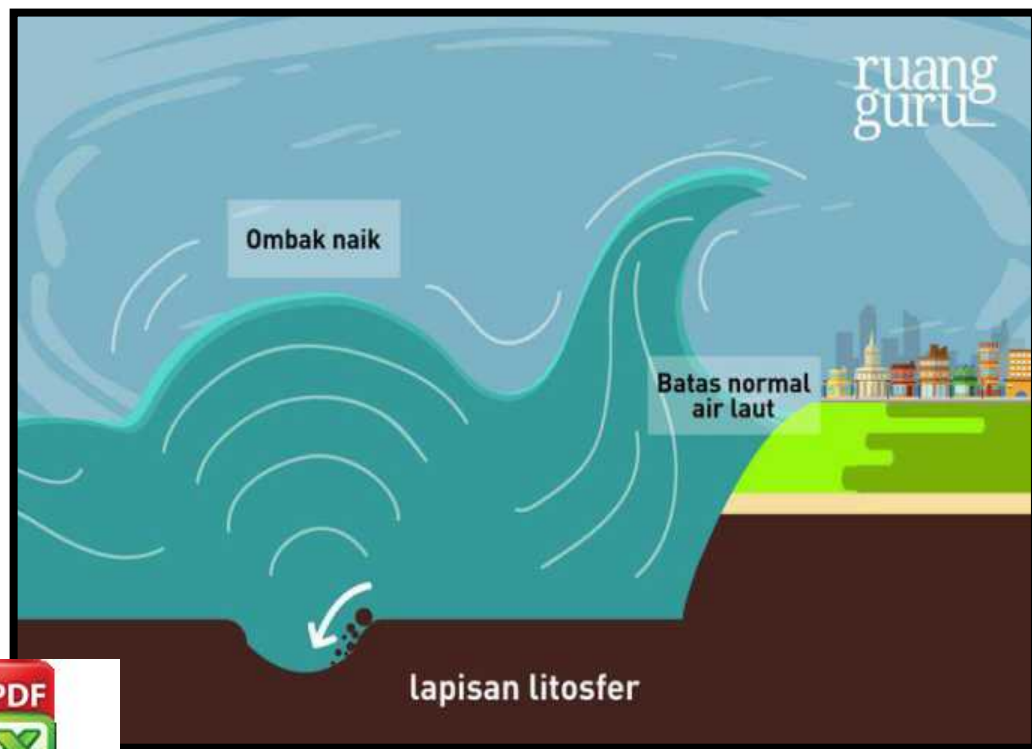


Gambar 6 Erupsi gunung anak Krakatau
(Sumber: <https://www.ruangguru.com>)



3. Longsor Bawah Laut

Penyebab tsunami yang juga termasuk sering adalah karena longsor. Kejadian longsor tidak hanya terjadi di daratan yang sering diberitakan selama ini. Di dasar laut sebenarnya juga memiliki struktur yang mirip dengan daratan yakni terdapat bukit/ punggung laut dan lembah/ palung laut, serta cekungan yang dapat saja longsor dimana semakin besar volume longsor maka akan semakin tinggi potensi terjadi tsunami. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan munculnya longsor laut, seperti gempa bumi tektonik dan letusan gunung bawah laut atau di daratan yang dekat dengan laut. Kedua faktor ini tentu saja menimbulkan getaran yang memicu longsor pada struktur dasar laut. Pada daratan pun sering terdengar peristiwa longsor yang disebabkan oleh gempa bumi. Penyebab lainnya yaitu terjadinya tabrakan antar lempeng yang terjadi di dasar laut, sehingga menimbulkan patahan dan longsor. Pada tahun 2008 diadakan penelitian di samudra Hindia yang menyebutkan adanya palung laut yang membentang dari pulau Siberut hingga pesisir pantai Bengkulu yang apabila longsor dapat menyebabkan tsunami di pantai barat Sumatera. Tsunami yang terjadi akibat longsor disebut juga dengan *tsunamic submarine landslide*.



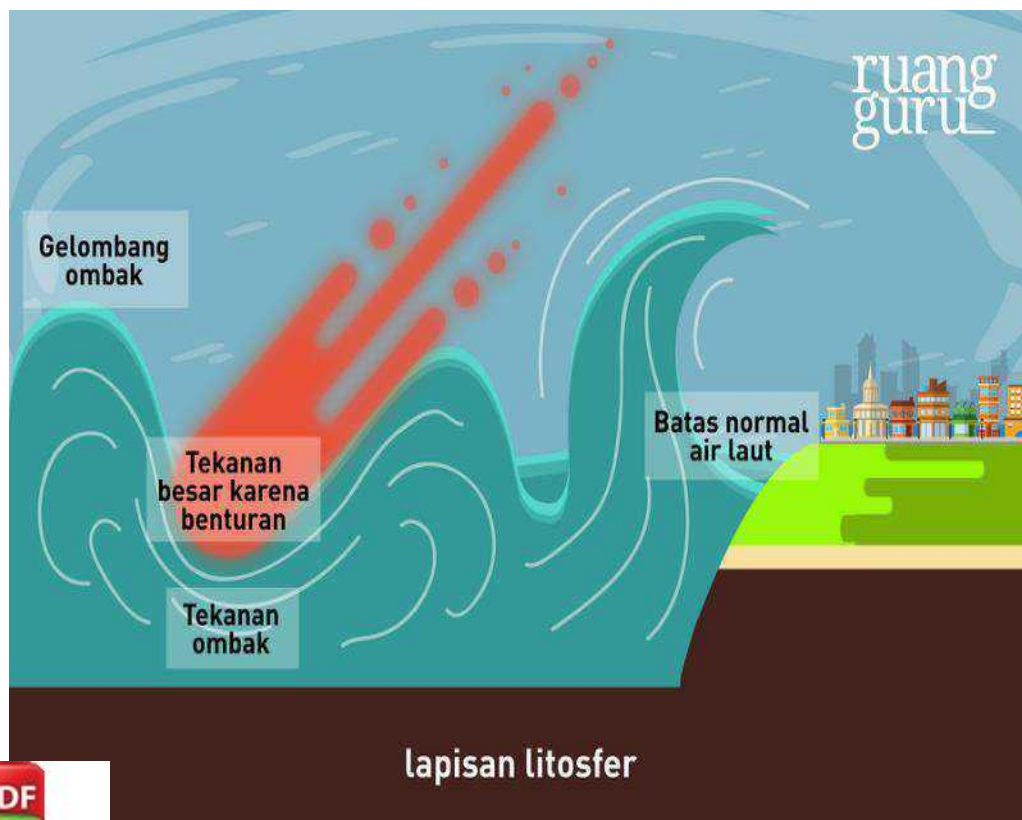
Gambar 7 Ilustrasi longsor bawah laut
(Sumber: <https://www.ruangguru.com>)



4. Hantaman Meteor

Meskipun sangat jarang terjadi namun kekuatan tsunami yang disebabkan oleh meteor yang jatuh ke samudera/ lautan sangatlah masif. Sepanjang sejarah peradaban manusia, belum ada dokumentasi mengenai tsunami akibat hantaman meteor ini. Namun berdasarkan simulasi yang dilakukan pada komputer canggih, dampaknya merupakan paling besar jika dibandingkan dengan tsunami yang disebabkan faktor lain. Jika meteor nya berukuran kecil tidak terlalu berpengaruh, namun jika ukuran meteor sangat besar, misalnya berdiameter lebih dari 1 km maka akan menimbulkan mega tsunami dengan ketinggian gelombang ratusan meter. Dan hal ini tentu saja akan mengakibatkan kehancuran peradaban manusia dan menyapu bersih daratan hingga ratusan kilometer dan menenggelamkan pulau pulau kecil disekitar pusat hantaman.

Perlu diketahui bahwa kecepatan meteor saat menabrak bumi yaitu sekitar puluhan ribu kilometer per jam, sehingga dapat dibayangkan betapa besar energi yang dihasilkan akibat hantaman, terlebih jika ukurannya sangat besar.



Gambar 8 Ilustrasi tsunami akibat hantaman meteor
(Sumber: <https://www.ruangguru.com>)



2.5 Teori Gempa Bumi

Kegiatan tektonik merupakan faktor penyebab terjadinya gempa. Kegiatan tektonik ini berasal dari pergerakan Sesar yang berada pada wilayah tersebut dan aktif bergerak sehingga membuat adanya gesekan di antara lempengan. Sesar adalah patahan lempengan bumi dalam bentuk kecil atau mikro pada suatu daerah tertentu. Posisi sesar biasanya berada di antara atau di dalam lempengan utama. (Steven L. Kramer, 1996)

Gempa bumi dapat diklasifikasi menjadi beberapa bagian yaitu berdasarkan jenisnya yaitu 1) Gempa tektonik adalah gempa yang disebabkan adanya pergeseran lempeng bumi. 2) Gempa vulkanik adalah gempa yang diakibatkan oleh adanya aktivitas gunung berapi sehingga menimbulkan getaran pada tanah. 3) Gempa akibat runtuh adalah gempa yang diakibatkan runtuh massa batuan yang dapat terjadi di daratan dan lautan. Gempa jenis ini bersifat lokal dan dapat terjadi setelah gempa tektonik dan vulkanik terjadi. 4) Gempa buatan adalah gempa yang diakibatkan oleh kegiatan manusia, seperti getaran akibat pekerjaan tambang atau pencarian bedrock. Dari keempat jenis gempa hanya gempa buatan yang berpotensi kecil untuk membuat tsunami. (Badrul, 2010)

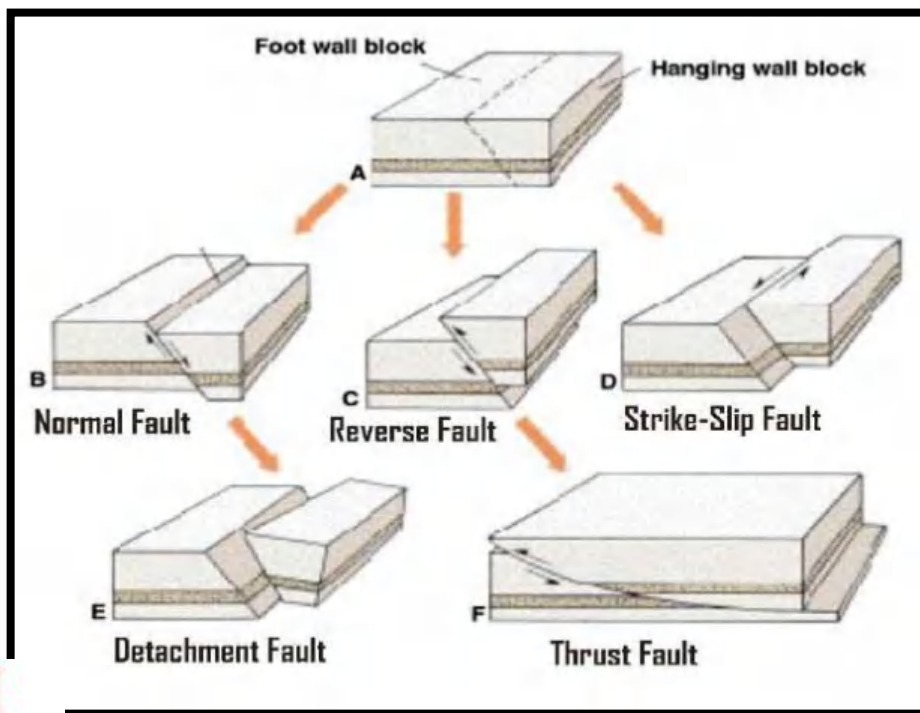
Pulau Sulawesi merupakan wilayah yang dengan pertemuan 3 lempeng menjadikannya pulau dengan kegiatan tektonik dan vulkanik yang besar khususnya di Sulawesi Tengah dan Sulawesi Utara. Ketiga lempeng yang mengapit pulau ini bergerak sesuai dengan arahnya masing-masing. Di antaranya Lempeng Indo-Australia yang bergerak ke utara, Lempeng Eurasia yang bergerak ke selatan-tenggara dan Lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat. Selain itu, ada pula lempeng kecil yaitu Lempeng Filipina yang juga berperan aktif dalam kegiatan vulkanik. Dengan adanya hal tersebut, maka Pulau Sulawesi dapat dibagi menjadi beberapa 4 wilayah utama dengan banyaknya sesar di pulau ini. Sesar Palu Koro, Sesar Matano, Sesar Lawanopo, Sesar Walanae, Sesar Tolo, Sesar Makassar, sesar Kolaka dan Sesar Gorontalo adalah beberapa contoh sesar pada Pulau Sulawesi (Amstrong, 2012).



patahan atau retakan merupakan gerakan horizontal dan tekanan vertikal. Retakan berakibat lapisan kulit bumi yang mudah retak dan patah. Patahan atau

retakan ini dibagi menjadi dua yaitu bagian yang terangkat disebut *horst* dan bagian yang berada di bawahnya disebut *graben* atau *slenk* (Rante, 2015).

Selain itu bentuk patahan dapat dilihat berdasarkan arah gerakannya yang menurut John Suppe (1985) dapat dibagi menjadi 4 macam yaitu 1) Patahan Normal adalah patahan yang arah gerakannya mengikuti arah gerak batuan yang menuju ke bawah sepanjang bidang patahan. Selain itu patahan jenis ini juga mengalami pemerataan secara bertahap sesuai dengan kedalamannya. 2) Patahan celah lurus adalah jenis patahan yang terjadi pada batuan dengan bentuk horizontal. Patahan jenis ini sering terjadi karena adanya perubahan batas antara lempeng samudera dan lempeng benua atau berada pada suatu daerah dengan gaya melintang. Selain itu patahan jenis ini dapat terjadi apabila gaya menyamping yang besar sehingga terjadi patahan pada daerah tersebut. 3) Patahan dorongan atau berlawanan adalah patahan dengan salah satu sisi batuan bergerak ke arah atas terhadap batuan lainnya. Patahan jenis ini umumnya memiliki kemiringan patahan kurang dari 30 kemiringan lebih atau sama dengan 45 dan untuk patahan yang memiliki disebut *Reverse Fault*. 4) *Detachment Fault* adalah jenis sesar normal yang juga bergeser ke bawah sehingga batuan bergerak ke atas dan ke bawah serta ke kiri dan ke kanan



Gambar 9 Jenis Patahan

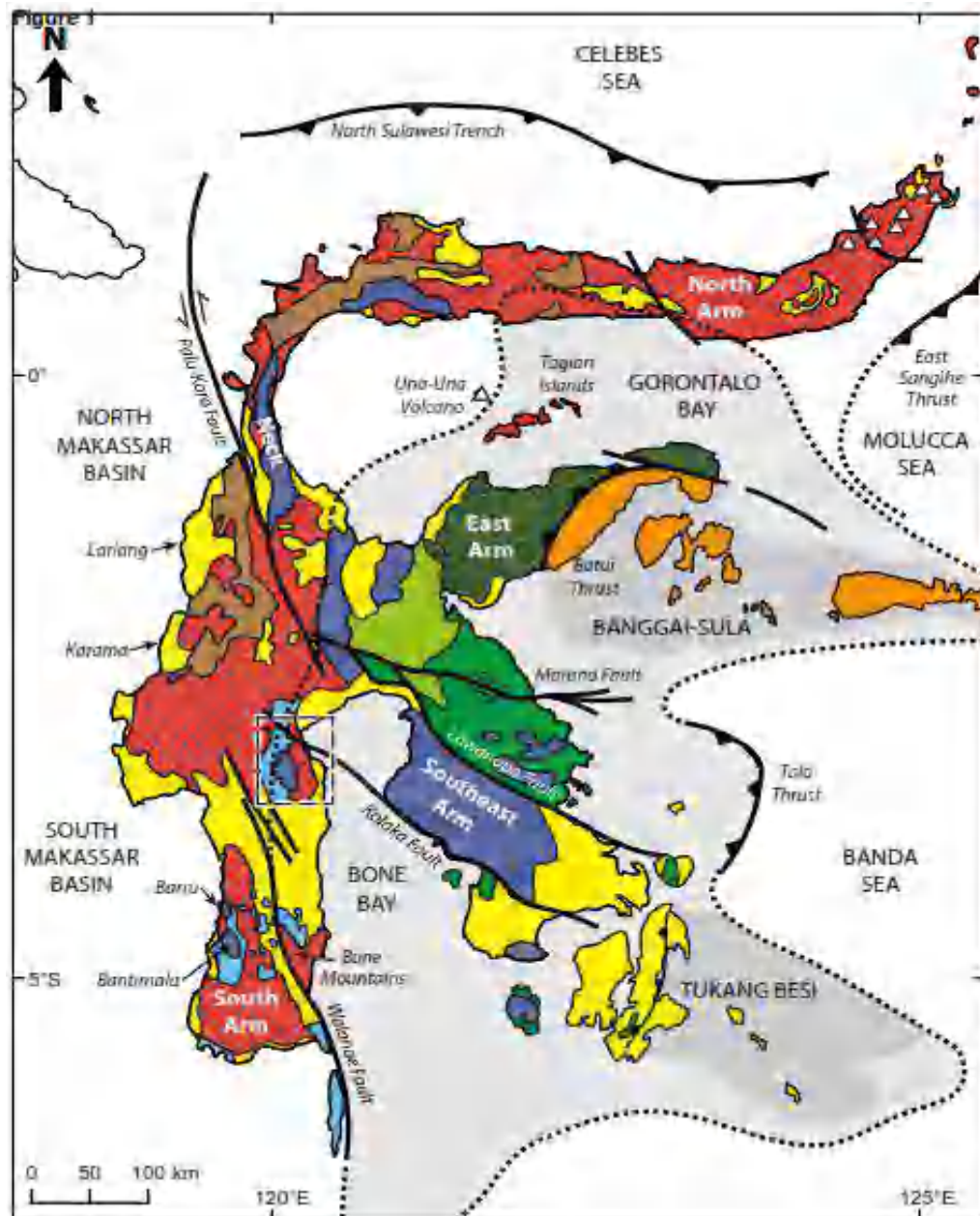


Gempa besar dan tsunami dapat terjadi pada daerah dengan aktivitas tektonik yang besar. Namun faktor penyebab tsunami menurut Badrul (2010), adalah harus memenuhi 4 syarat yaitu 1) Episenster atau pusat gempa harus terjadi di bawah laut, 2) Kekuatan gempa harus lebih dari 6,5 SR 3) Kedalaman pusat gempa sangat dangkal (< 30 km) 4) Terjadi diskolasi batuan secara vertikal. Keempat syarat dapat acuan bagaimana tsunami dapat terjadi pada suatu daerah.

2.6 Tektonisme Daerah Palopo

Mylonites menunjuk tajam dan mencatat deformasi strike-slip, dan dianggap bahwa ini mungkin mencerminkan kelanjutan barat Zona Patahan Kolaka. Usia $4,4 \pm 0,2$ Ma dari dasit yang tidak cacat di dalam Zona Patahan Kolaka, ditafsirkan sebagai disuntikkan pada saat yang sama dengan gerakan patahan atau setelah patahan berhenti (White et al., 2014). Jika Zona Patahan Kolaka membentang dari Kolaka, melintasi Teluk Bone, dan ke wilayah Latimojong





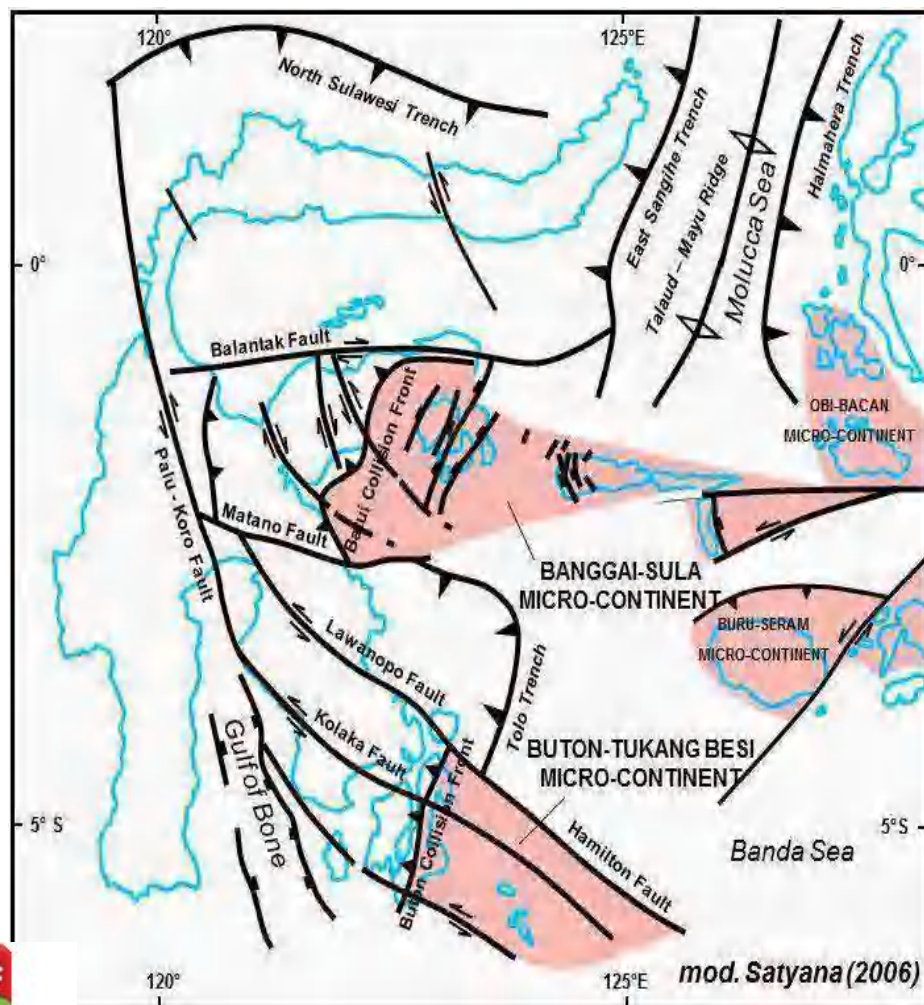
Gambar 10 Peta Geologi Sulawesi dan tatanan tektoniknya
(Camplin dan Hall, 2014; White et al., 2014)

Serta adanya asumsi yang menyatakan bahwa sesar Lawanopo dan Sesar Palu-Koro yang bersambung dan Melintasi Laut di sebelah Timur Kota Palopo. “Docking and Post-Docking Tectonic Escapes of Eastern Sulawesi : Collisional Convergence and Their Implications to Petroleum Habitat” (Satyana, 2006).



Di makalah ini adalah bahwa Pulau Sulawesi yang sekarang seperti pulau sejajar barat dan timur serta arahnya cekung ke timur itu, ya kedua busur itu dulu cembung ke arah timur, atau cekung ke arah

barat. Maka bila ia kini cekung ke arah timur berarti pulau ini sudah terbalik, yaitu arah, atau polaritas busur-busurnya sudah terbalik. *Docking & Post-Docking Tectonic Escape*, *docking* artinya menempel dan membentur, *post-docking* artinya setelah benturan, *tectonic escape* artinya “pelarian tektonik” yaitu gejala tektonik berupa berpindahnya massa kerak Bumi menjauhi pusat docking atau benturan melalui sesar-sesar/patahan mendatar yang besar atau melalui retakan kerak Bumi yang bersifat ekstensional, membuka. Maka “*docking and post-docking tectonic escape*” artinya gejala benturan dan gejala bergerak/ berpindahnya/ tersesarkannya massa kerak Bumi sesudah benturan terjadi. *Tectonic escape* suka disebut juga *Extrusion Tectonics* (artinya mirip yaitu gerak ke luar, menjauh, ekstrusi, suatu segmen kerak Bumi menjauhi pusat benturan)



Gambar 11 Tektonik Pulau Sulawesi
(Satyana dan Purwaningsih, 2006)



2.7 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan serta memanipulasi informasi geografis. Sistem Informasi Geografis (SIG) telah dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan juga menganalisis objek-objek serta fenomena-fenomena yang menegenahkan lokasi geografis sebagai karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. Oleh sebab itu, SIG merupakan sistem komputer yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial yang mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik-karakteristik fenomena yang ditemukan dilokasi tertentu.

Sistem Informasi Geografis (SIG) terbentuk atas tiga unsur utama yaitu sistem, informasi dan geografis. Dalam SIG, terdapat unsur yang paling ditekankan yaitu informasi dan geografis. Dimana unsur informasi menjelaskan mengenai tempat-tempat, pengetahuan mengenai posisi dari suatu tempat, serta memberikan keterangkangan terhadap suatu posisi yang ingin diketahui. Sedangkan unsur geografis menerangkan bahwa segala informasi yang diperlukan letaknya berada pada permukaan bumi (Prahasta,2001).

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem kompleks yang umumnya terintegrasi dengan sistem komputer lainnya di tingkat fungsional dan jaringan. Menurut Harmon dan Anderson (2003), SIG terdiri dari beberapa komponen yaitu :

- Perangkat Keras

Perangkat keras ini merupakan komputer yang dapat mengoperasikan software SIG yang akan digunakan. Selain komputer, beberapa perangkat keras lain yang mendukung komponen SIG didalamnya adalah scanner, digitizer, GPS, printer dan sebagainya.

- Perangkat Lunak

perangkat lunak SIG merupakan komponen SIG yang berupa program komputer yang memiliki kemampuan dalam pengelolaan, pemrosesan, penyimpanan penayangan serta analisis data spasial. Perangkat lunak SIG bervariasi mulai dari ArcGIS yang berbasis closed source maupun QGIS yang berbasis open source, dan sebagainya.



- **Sumber Daya Manusia**
meliputi penggunaan sistem serta pengoperasian aplikasi SIG. Komponen ini juga dapat memperoleh manfaat dari sistem yang digunakan dan beberapa kategori yang termasuk diantaranya programmer, database administrator, analis maupun operator.
- **Aplikasi**
Komponen ini merupakan cakupan dalam hal pengolahan suatu data menjadi suatu informasi yang diinginkan, contohnya seperti klasifikasi, koreksi geometri, query, overlay, join Tabel dan sebagainya.
- **Data**
penggunaan komponen SIG dapat berupa data grafis dan data atribut. Data grafis/spasial ini merupakan data yang merupakan representasi fenomena permukaan bumi yang memiliki referensi koordinat yang lazim berupa peta, foto udara, citra satelit dan sebagainya atau hasil dari interpretasi data-data tersebut. Sedangkan data atribut contohnya seperti data sensus penduduk, catatan survei, dan data statistic lainnya (Afrilizar, 2015).

2.7.1 Data Dalam Sistem Informasi Geografis (SIG)

Data berfungsi sebagai data spasial dengan referensi kebumi dan keruangan yang kemudian akan diolah. Sesungguhnya terdapat dua jenis data yang kemudian akan mendukung Sistem Informasi Geografis (SIG) diantaranya data atribut dan data spasial. Penggunaan komponen SIG dapat berupa data grafis dan data atribut. Data grafis/spasial ini merupakan data yang merupakan representasi fenomena permukaan bumi yang memiliki referensi koordinat yang lazim berupa peta, foto udara, citra satelit dan sebagainya atau hasil dari interpretasi data-data tersebut. Sedangkan data atribut contohnya seperti data sensus penduduk, catatan survei, dan data statistic lainnya (Afrilizar, 2015).

1. Data Vektor

Data Vektor adalah data yang diperoleh berupa koordinat titik yang akan, memposisikan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan garis, atau bidang (poligon).



Ada tiga jenis bentuk data vektor dalam sig (titik, garis, dan poligon) yang dapat digunakan untuk menampilkan informasi pada peta.:

- 1) Titik – simpul tunggal, mis. rumah.
- 2) Garis – dua atau lebih simpul di mana simpul pertama dan terakhir tidak sama, mis. sebuah jalan.
- 3) Poligon – tiga atau lebih simpul dengan simpul terakhir sama dengan yang pertama, mis. sebuah batas.

Kelebihan data vektor

- Output grafis umumnya lebih estetik
- Akurasi geografis lebih tinggi karena data tidak bergantung pada ukuran grid

Kekurangan data vektor

- Data berkelanjutan disimpan dan ditampilkan dengan buruk
- Membutuhkan banyak pekerjaan dan pemeliharaan untuk memastikan keakuratan dan keandalannya

2. Data Raster

Data raster adalah data yang terdiri dari matriks piksel (pixel). Resolusi data raster ini tergantung dengan ukuran pixelnya. Data raster dapat ditambahkan sebagai peta dasar dalam platform CARTO yang secara default menggunakan grafik vektor untuk rendering peta.

Data yang disimpan dalam format raster mewakili fenomena dunia nyata:

- Data tematik (juga dikenal sebagai diskrit) mewakili fitur seperti penggunaan lahan atau data tanah.
- Data kontinum mewakili fenomena seperti suhu, ketinggian, atau data spektral seperti citra satelit dan foto udara.
- Gambar termasuk peta atau gambar yang dipindai dan foto bangunan.

Adapun beberapa Sub-sistem dari Sistem Informasi Geografis (SIG) menurut Prahasta (2014) yaitu sebagai berikut :

- Data Input



• Mengumpulkan, mempersiapkan dan menyimpan data spasial dan ributnya. Sub-sistem ini bertanggung jawab dalam mengoversikan format data aslinya ke dalam SIG.

- **Data Output**
Menampilkan, menghasilkan keluaran basis data spasial softcopy dan hardcopy seperti halnya tabel, grafik, report, peta dan lain sebagainya.
- **Data Management**
Mengorganisasikan data spasial dan tabel atribut ke dalam system basis data hingga mudah untuk dipanggil kembali, di-update dan diedit.
- **Data Manipulation & Analysis**
Menentukan informasi yang dihasilkan oleh SIG. Selain itu, memanipulasi dan memodelkan data bertujuan untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

2.8 Tipologi Daerah Pesisir

Klasifikasi tipologi pesisir yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi tipologi pesisir menurut Shepard (1972) dalam Pethick (1984). Shepard dalam Pethick (1984) membagi tipologi pesisir menjadi dua klasifikasi besar, yakni pesisir primer dan pesisir sekunder.

2.8.1 Pesisir Primer (*Primary Coast*)

Pesisir primer (*primary coast*), yaitu pesisir yang konfigurasiya terbentuk karena adanya kontrol dari proses-proses yang berasal bukan dari aktivitas marine, atau bisa dikatakan lebih dikontrol oleh proses proses yang berasal dari darat (terrestrial).

Pesisir primer dibagi lagi menjadi empat tipologi, yaitu :

1. *Land Erosion Coast*

Land erosion coast adalah pesisir yang terbentuk dan berkembang akibat pengaruh dari erosi pada lahan-lahan bawah di daratan yang diikuti oleh proses inundasi oleh laut. Dinamika yang terjadi pada pesisir ini adalah dominan karena proses erosi. Proses ini kemudian membentuk lembah-lembah yang semakin dalam dan kemudian menjadi teluk sehingga nampak garis pantai yang tidak teratur.

2. *Volcanic Coast*

Volcanic Coast adalah tipe pesisir yang terbentuk sebagai akibat proses dapat berupa pesisir aliran lava, *tephra coast* yang terdiri dari material s, dan pesisir akibat letusan gunungapi.



3. *Structurally Shaped Coast*

Structurally Shaped Coast, yaitu pesisir yang terbentuk akibat proses patahan atau pelipatan atau intrusi batuan sedimen, seperti kubah garam atau lumpur laut dangkal. Pesisir semacam ini biasanya mengalami dinamika berupa abrasi pada dinding-dinding *cliff*-nya.

4. *Sub Aerial Deposition Coast*.

Sub Aerial Deposition Coast adalah tipe pesisir yang terbentuk oleh akumulasi secara langsung material-material sedimen sungai, glasial, angin atau akibat longsor lahan ke arah laut.

2.8.2 Pesisir Sekunder (*Secondary Coast*)

Pesisir sekunder (*secondary coast*), yaitu pesisir yang konfigurasinya terbentuk karena adanya kontrol dari proses-proses yang berasal dari marin, termasuk karena aktivitas organisme yang ada di laut.

Pesisir sekunder dibagi menjadi tiga tipologi, yaitu :

1. *Marine Deposition Coast*

Marine Deposition Coast Adalah Pesisir yang terbentuk oleh deposisi material sedimen marine. Termasuk dalam jenis ini adalah pesisir berpenghalang seperti *barrier beaches*, dan *barrier spits*.

2. *Wave Erosion Coast*

Wave Erosion Coast adalah pesisir dengan garis pantai yang terbentuk oleh akibat aktivitas gelombang yang mungkin membentuk suatu pola garis pantai yang lurus atau tidak teratur.

3. *Coast Built by Organism*.

Coast Built by Organism yaitu pesisir yang terbentuk akibat aktivitas hewan atau tumbuhan, termasuk di dalamnya terumbu karang dan tumbuh-tumbuhan mangrove.

2.9 Faktor Dinamik Daerah Pesisir

Dinamika pesisir adalah perubahan ruang dan waktu daerah pesisir oleh tenaga baik endogen ataupun eksogen. Faktor penyebab dinamika menurut (2008) terdiri atas :



1. Astrodinamik

Faktor astrodinamik adalah faktor yang disebabkan oleh pengaruh kedudukan Bulan dan Matahari. Kedudukan Bulan akan berpengaruh terhadap pasang surut air laut, sedangkan kedudukan matahari akan berpengaruh terhadap perubahan musim, gerakan angin, kondisi kelembaban, suhu dan gerakan arus laut.

2. Aerodinamik

faktor aerodinamik adalah faktor berupa gerakan angin yang menyebabkan terjadinya gerakan gelombang (ombak). Selain itu, faktor ini juga menyebabkan dinamika pesisir berupa proses erosi oleh angin pada pesisir yang memiliki material yang halus (deflasi).

3. hidrodinamik

Faktor hidrodinamik adalah faktor dinamika pesisir yang terjadi akibat dari gerakan air laut seperti gelombang, arus laut dan pasang surut. Dinamika pesisir ini nantinya akan menyebabkan terjadinya tipologi pesisir *wave erosion coast* apabila yang terjadi abrasi atau *marine deposition coast* apabila terjadi pengendapan sedimen marine oleh arus susur pantai.

4. Morfodinamik

Faktor morfodinamik adalah faktor dinamika pesisir yang disebabkan oleh peristiwa erosi dan sedimentasi oleh aliran sungai yang berinteraksi dengan pesisir. Dinamika ini terjadi pada tipologi sub aerial deposition coast, misalnya pembentukan delta, pembelokkan muara sungai, dan pembentukan bura.

5. Endodinamik

Faktor endodinamik adalah faktor dinamika pesisir yang disebabkan oleh proses endogenetik seperti patahan, lipatan dan vulkanisme. Dinamika ini membentuk tipologi *structurally shaped coast* dan *volcanic coast*. Dinamika endogenik dapat berlangsung sangat pelan dalam waktu yang sangat lama sehingga dinamika ini seringkali ditemukan berlangsung secara bersamaan dengan faktor yang lain



kodinamik

aktor Ekodinamik adalah faktor dinamika pesisir yang disebabkan oleh angan ekosistem, rusaknya ekosistem, hilangnya suatu ekosistem dan

munculnya suatu ekosistem baru akibat adanya perubahan lingkungan. Contoh faktor ekodinamik misalnya hilangnya ekosistem mangrove, berkembangnya ekosistem mangrove, berkembangnya hutan pantai dan sebagainya. Faktor ekodinamik akan membentuk tipologi *coast built by organism*.

7. Antropo-dinamik

Faktor terakhir yang menyebabkan terjadinya dinamika pesisir adalah faktor antropo-dinamik. Faktor ini sangat berpengaruh dan dapat berlangsung sangat cepat. Contohnya reklamasi pesisir, pembuatan bangunan pantai dan pembangunan dermaga atau pelabuhan. Faktor antropo-dinamik akan menghasilkan tipologi buatan manusia.

2.10 Teluk Bone

Teluk Bone adalah sebuah teluk yang terletak di antara Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara, Indonesia. Teluk ini memiliki peran penting dalam sejarah, budaya, dan ekonomi wilayah tersebut.

Teluk Bone secara administratif terletak di Propinsi Sulawesi Selatan (di sebelah barat dan utara), Propinsi Sulawesi Tenggara (di sebelah timur) dan berbatasan dengan Laut Flores di sebelah selatan. Secara geografis teluk bone terletak pada koordinat koordinat $2^{\circ}44'00''$ LS – $5^{\circ}00'00''$ LS dan $120^{\circ}00'00''$ BT – $121^{\circ}30'00''$ BT

2.11 Morfologi Dasar Laut Teluk Bone

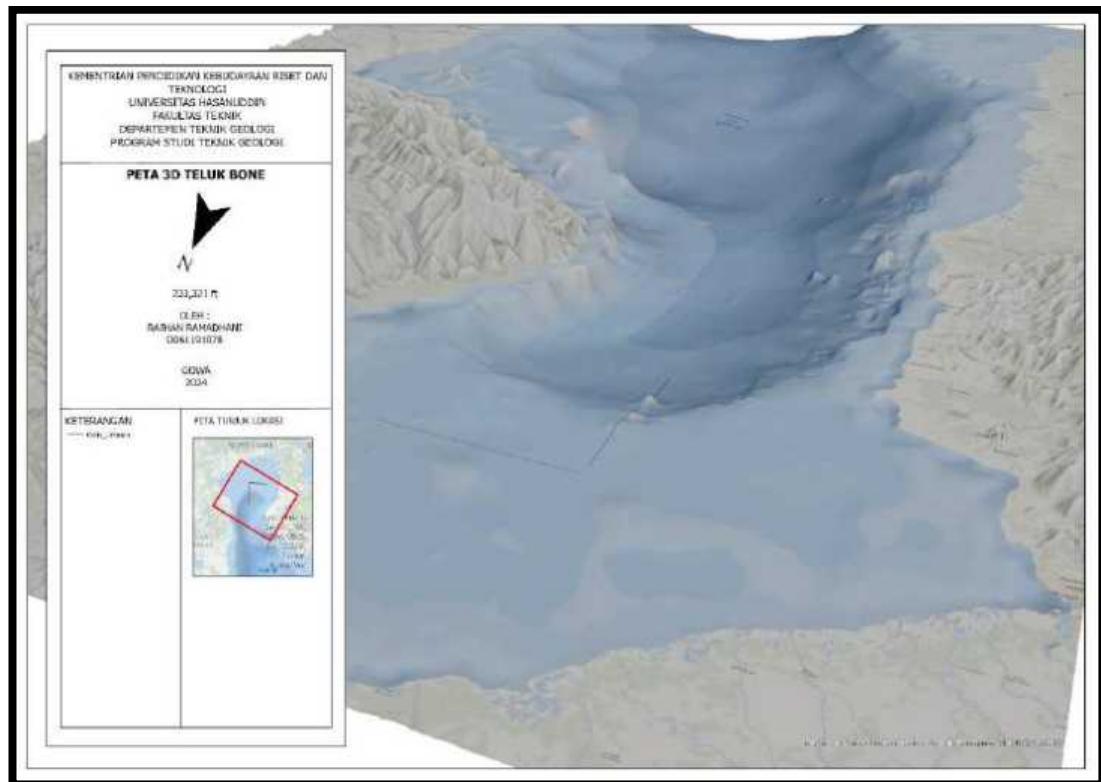
Kedalaman laut di daerah ini sangat bervariasi dengan kedalaman mencapai 2000 meter ke arah lepas pantai (ke selatan). Kedalaman yang dangkal terdapat di sepanjang pantai barat, utara, dan timur dari 50 meter sampai 200 meter. Morfologi dasar laut agak bergelombang dan curam ke bagian Selatan. Umumnya morfologi tersebut mencerminkan cekungan yang semakin dalam ke arah Selatan (Sutisna dkk, 2010), (Gambar 12), (Peta Batimetri Teluk Bone).

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Morfologi Dasar Laut Teluk Bone:

1. Proses Tektonik: Aktivitas tektonik yang kompleks, seperti subduksi, tumbukan lempeng, dan pergerakan sesar, merupakan faktor utama dalam pembentukan morfologi dasar laut Teluk Bone.



2. Sedimentasi: Proses pengendapan sedimen dari daratan dan hasil aktivitas biologis juga mempengaruhi bentuk dasar laut.
3. Erosi: Proses erosi oleh arus laut dan gelombang juga membentuk morfologi dasar laut.



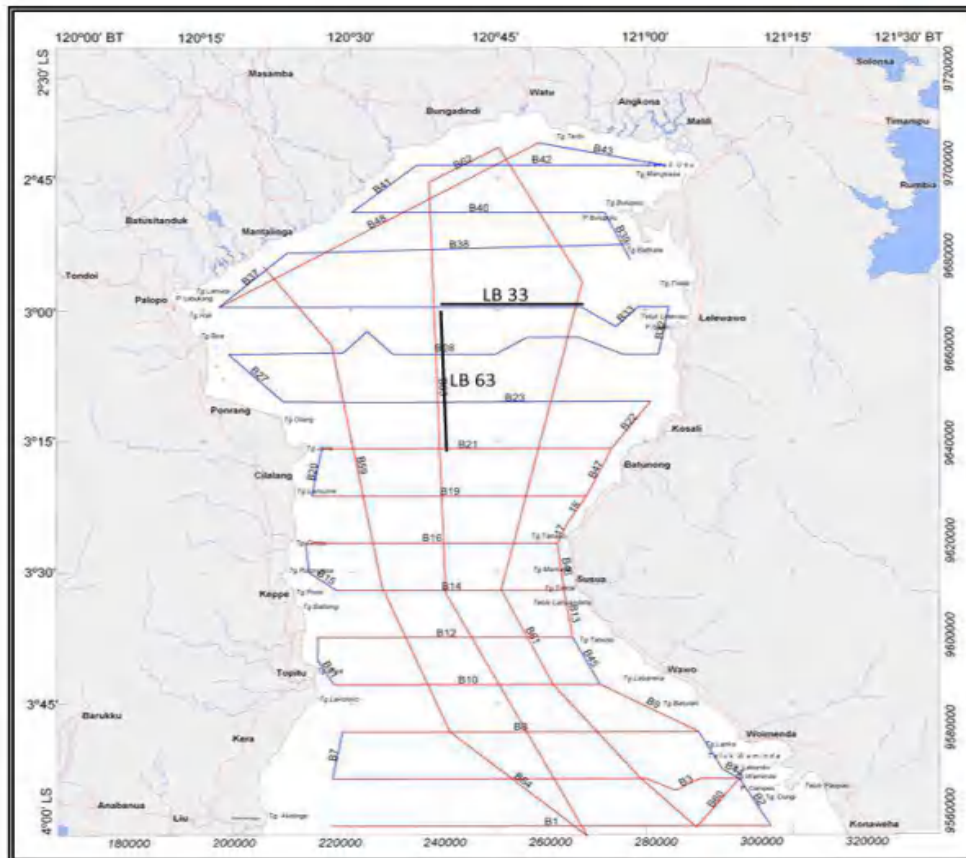
Gambar 12 Peta 3D Teluk Bone

2.12 Struktur Geologi Teluk Bone

Disekitar Teluk Bone yaitu di lengan tenggara maupun lengan selatan didapati beberapa struktur geologi yang berkembang. Di lengan tenggara ada sesar Kolaka dan sesar Lawanopo yang menerus ke sesar Matano, di lengan selatan ada sesar Walanae. Sesar Palu Koro yang terdapat di utara Teluk Bone, menerus ke Teluk Bone. Sesar Palu Koro ini berhubungan dengan sistem sesar Matano dan sesar Lawanopo (Simandjuntak dkk, 1993).

Berdasarkan Penelitian Riza dan Lukman (2013) dengan Metode pemetaan yang diterapkan adalah seismik pantul dangkal, geomagnet, pemeruman, dan ilan contoh sedimen. Dengan garis lintasan LB 33 dan garis lintasa LB 63 13)



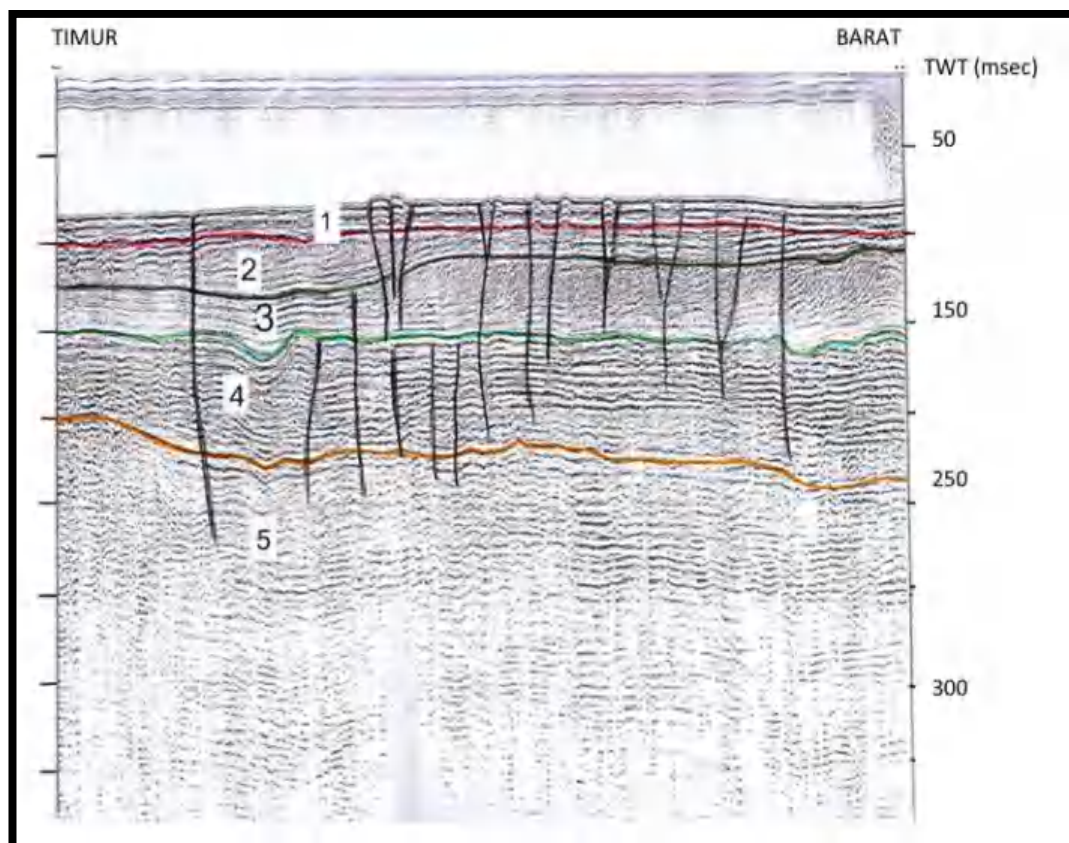


Gambar 13 Lintasan seismik dan pemeruman

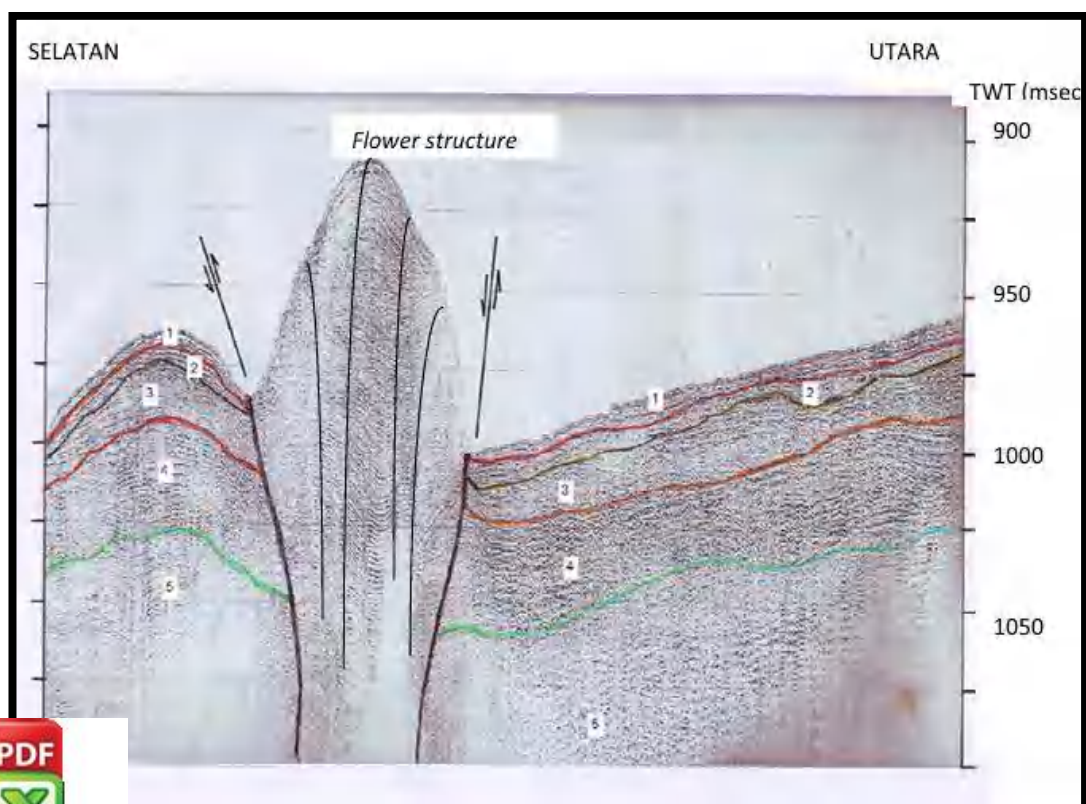
Dari rekaman seismik di lintasan LB 33 (Gambar 14) dan di lintasan LB 63 (Gambar 15) diinterpretasikan adanya struktur geologi berupa sesar. Sesar-sesar tersebut dengan jelas dapat dilihat pada setiap runtunan seismik. Sesar-sesar yang terdapat pada rekaman seismik di lintasan LB33 merupakan sesar-sesar normal yang terjadi akibat adanya sesar aktif yang dominan diduga dipengaruhi oleh adanya sesar Palu-Koro dan sesar Kolaka yang menerus ke Teluk Bone. Disamping itu sesar yang ada di lengan tenggara yaitu sesar Lawanopo dan di lengan selatan yaitu sesar Walanae cukup mempengaruhi perkembangan dari sesar-sesar tersebut. Interaksi dari sesar-sesar besar tersebut tampak dengan jelas menghasilkan struktur yang lebih besar lagi yaitu yang disebut sebagai *flower structure* (Gambar 15).

Sesar Palu-Koro aktif dan bersifat sinistral menerus ke Teluk Bone dengan kecepatan sekitar 25-30 mm/tahun (Kertapati, 2001 dan Permana, 2005). Di sekitar Teluk Bone, sesar Palu-Koro ini berhubungan dengan patahan Matano dan o. Dengan aktifnya sesar Palu-Koro, sesar Matano, dan sesar Lawanopo perkembangan perairan Teluk Bone sangat dipengaruhi oleh adanya gejala





Gambar 14 Interpretasi rekaman seismik di lintasan LB 33



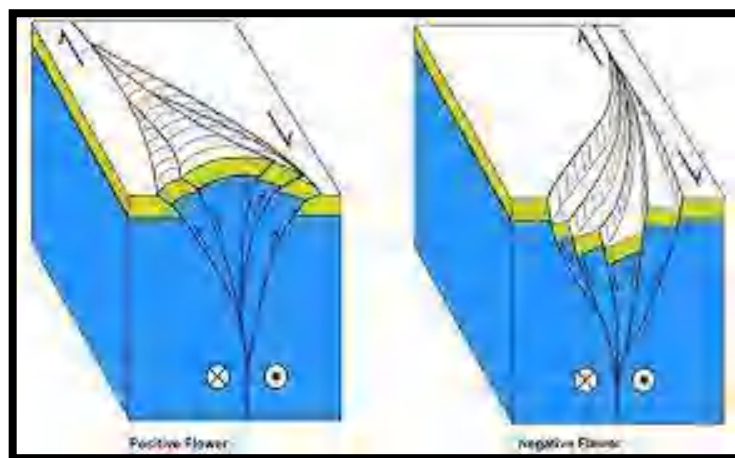
Gambar 15 Interpretasi rekaman seismik di lintasan LB 63



2.13 Flower Structure (Struktur Bunga)

Flower Structure adalah struktur geologi yang merupakan salah satu struktur penyerta. Jenis struktur ini mempunyai geometri yang mekar menyerupai bunga. Flower Structure biasanya terbentuk pada daerah atau zona *strike slip fault*.

Jika struktur penyerta mengalami *normal fault* maka akan terbentuk *flower structure* “negatif” dan akan membentuk *flower structure* “positif” apabila struktur penyerta mengalami *reverse fault*. Singkatnya apabila *hanging wall* bergerak relatif keatas maka positif dan jika *hanging wall* bergerak relatif kebawah maka disebut negatif (Gambar 16).



Gambar 16 Jenis struktur bunga

Berdasarkan interpretasi rekamana seismic di lintasan LB 63 (Gambar 15) *Flower structure* ini seperti diapir yaitu terobosan batuan yang diduga banyak tumbuh pada zona sesar Palu Koro dan sesar Kolaka. Tampak pada bagian kiri dan kanan dari keberadaan *flower structure* lapisan runtunan terangkat.

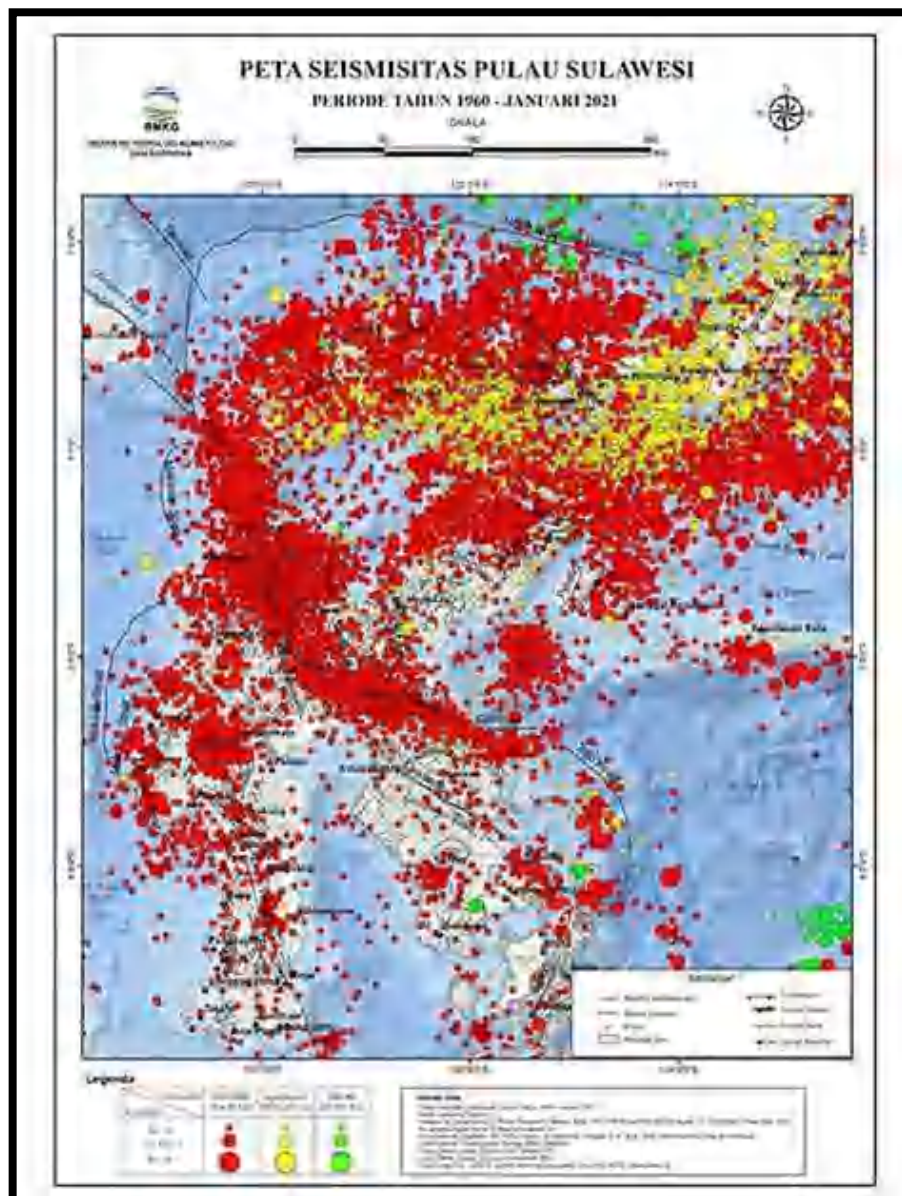
2.14 Kegempaan Teluk Bone

Teluk Bone merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang secara geologis cukup aktif, terutama terkait dengan aktivitas kegempaan. Faktor kegempaan di Teluk Bone adalah keberadaan sejumlah sesar aktif seperti Sesar Palu-Koro, Kolaka, Matano, dan Lawanopo menyebabkan pergerakan dan gesekan antara lempeng yang dapat memicu gempa bumi.



Berdasarkan peta seismisitas pulau Sulawesi periode 1960 – Januari 2021 telah mengalami 87 kali gempa dengan kedalaman menengah (kedalaman 60

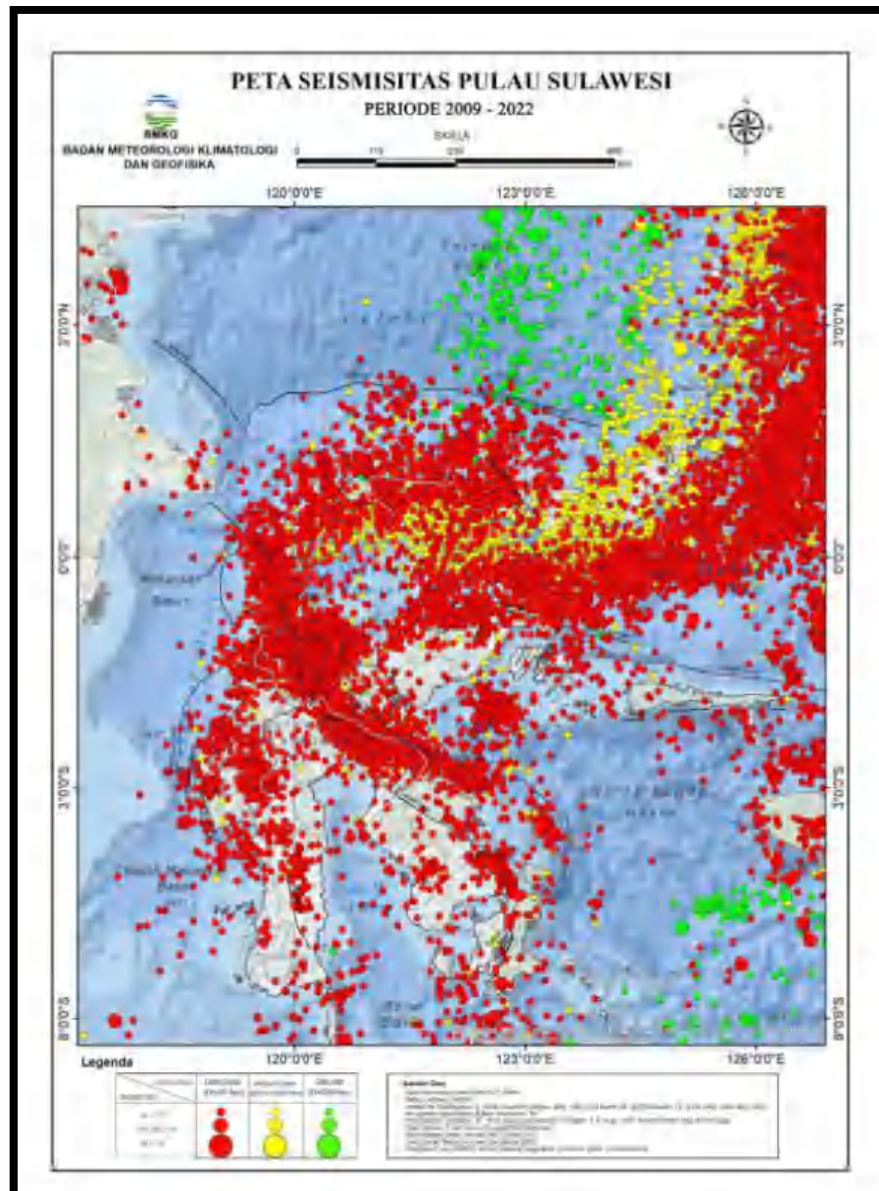
Km - 300 Km) hingga dangkal (kedalaman < 60 Km) dengan magnitude < 5 SR (Gambar 17).



Gambar 17 Peta seismisitas Pulau Sulawesi periode 1960 – Januari 2021

Berdasarkan peta seismisitas pulau Sulawesi periode 2009 – 2022 teluk bone mengalami 69 kali gempa dengan kedalaman dalam (kedalaman > 300 Km) menengah (kedalaman 60 Km – 300 Km) dan juga dangkal (kedalaman < 60 Km) dengan magnitude < 5 SR (Gambar 18).

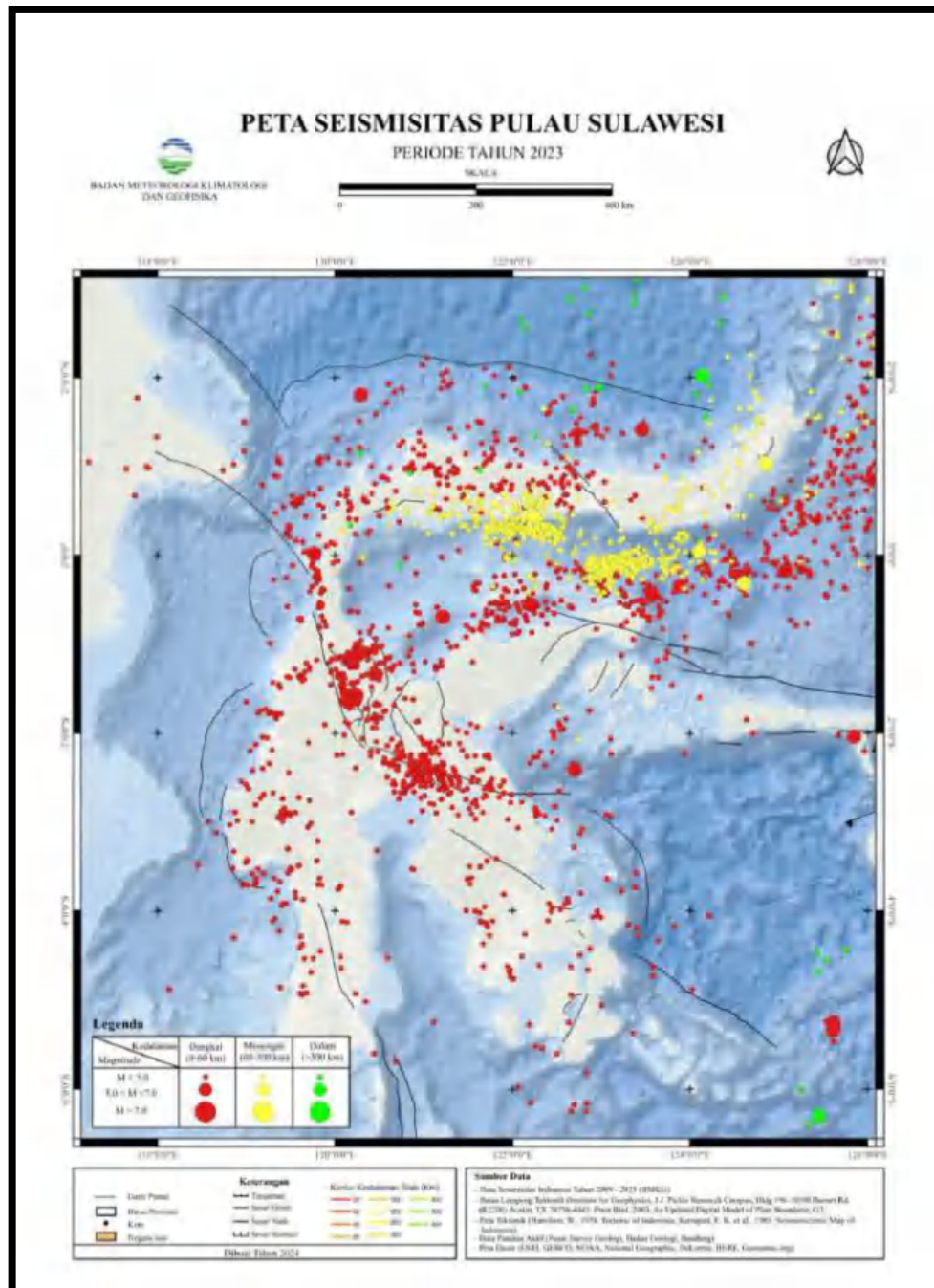




Gambar 18 Peta seismisitas Pulau Sulawesi periode 2009 – 2022

Berdasarkan peta seismisitas pulau Sulawesi periode 2023 teluk bone mengalami 16 kali gempa dengan kedalaman dangkal (kedalaman < 60 Km) dengan magnitude < 5 SR (Gambar 19).





Gambar 19 Peta seismisitas Pulau Sulawesi periode 2023

2.15 PGA (Peak Ground Acceleration) Teluk Bone

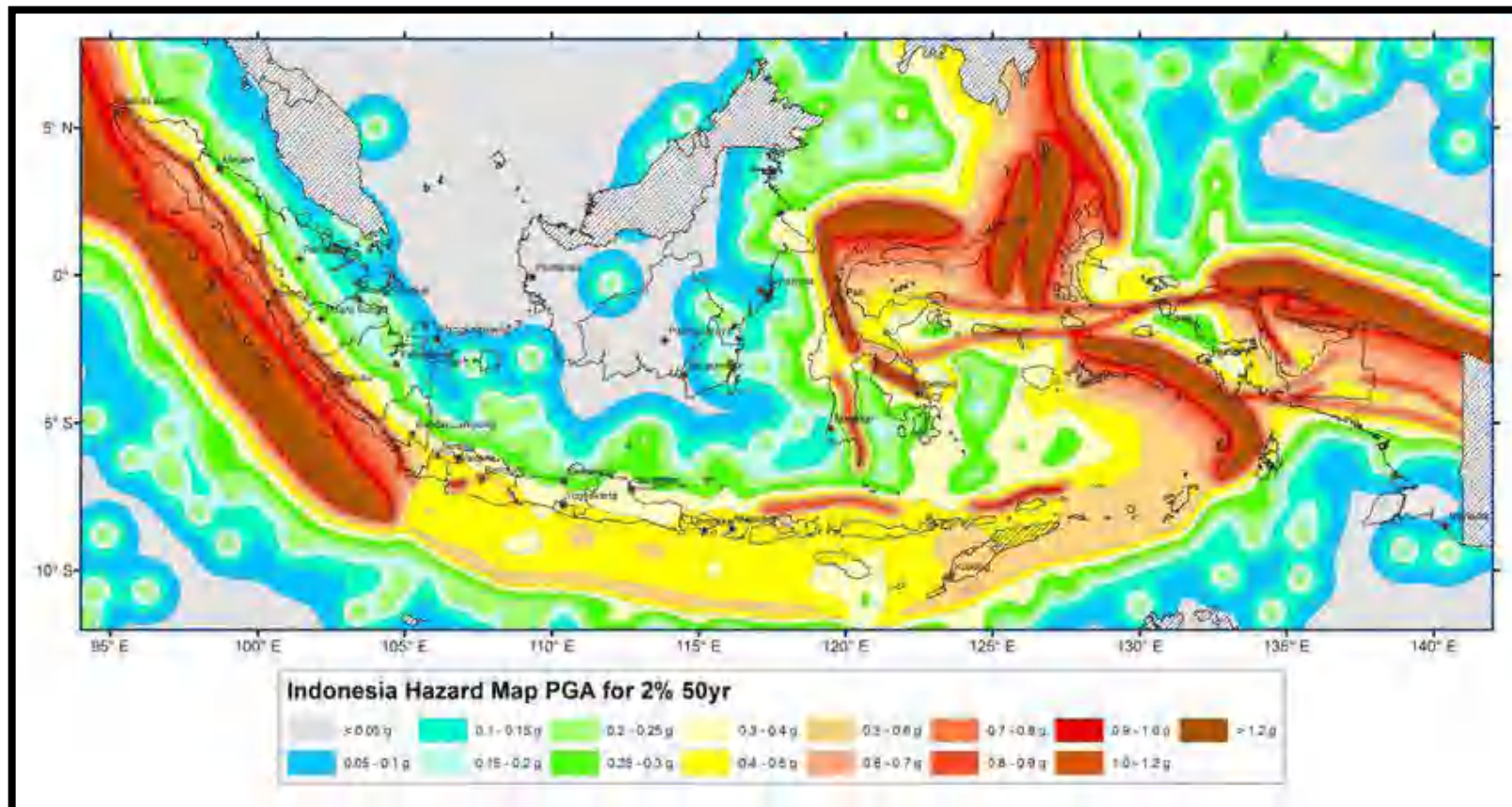
PGA (*Peak Ground Acceleration*) atau percepatan tanah puncak adalah percepatan tanah maksimum yang terjadi ketika gempa bumi menggetarkan suatu n juga merupakan salah satu parameter penting yang digunakan dalam resiko gempa.



Berdasarkan Peta Bahaya Indonesia PGA 2% dalam 50 tahun (kemungkinan terjadinya percepatan tanah maksimum sebesar 2% dalam waktu 50 tahun) yang dikeluarkan oleh PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi) PGA Teluk Bone berkisar antara 0.15g (15% dari percepatan gravitasi bumi atau sekitar 1.5 m/s^2) hingga 0,3g (30% dari percepatan gravitasi bumi atau sekitar 3 m/s^2) (Gambar 20).

Berdasarkan Peta Bahaya Indonesia PGA 10% dalam 50 tahun (kemungkinan terjadinya percepatan tanah maksimum sebesar 10% dalam waktu 50 tahun) yang dikeluarkan oleh PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi) PGA Teluk Bone berkisar antara 0.05g (5% dari percepatan gravitasi bumi atau sekitar 0.5 m/s^2) hingga 0,2g (20% dari percepatan gravitasi bumi atau sekitar 2 m/s^2) (Gambar 21).





Gambar 20 Peta bahaya Indonesia PGA 2% dalam 50 tahun

