



BMKG

P-ISSN 2985-928X



**Edisi Juli
2023**

BULETIN

Volume 01 Nomor 07

**METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
WILAYAH SULAWESI MALUKU**

- **Dinamika Atmosfer Bulan Juli 2023**
- **Prospek Dinamika Atmosfer Bulan Agustus 2023**
- **Analisis Hujan Bulan Juni 2023**
- **Prakiraan Hujan Bulan Agustus, September, dan Oktober 2023**
- **Gempa Bumi Bulan Juni 2023**
- **Gempa Bumi Dirasakan Bulan Juli 2023**
- **Informasi Hilal Bulan Safar 1445 H**
- **Jurnal oleh Imanuela Indah, dkk**
- **Jurnal oleh Indah Kurniawati**

**BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
BALAI BESAR METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA WILAYAH IV MAKASSAR**

BULETIN
METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
WILAYAH SULAWESI MALUKU
VOLUME 01, NOMOR 07, EDISI JULI 2023

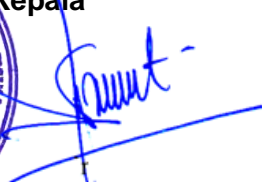
KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena berkat rahmat-Nya sehingga buletin Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika edisi Juli 2023 dapat tersusun.

Buletin ini disusun dengan tujuan untuk meningkatkan pelayanan jasa Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika terhadap para pengguna informasi Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika berupa analisis cuaca, iklim, gempa bumi, dan prakiraan iklim atau sifat hujan bulanan di wilayah Sulawesi - Maluku.

Kami berharap masukan dan saran dari UPT – UPT BMKG di lingkungan Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV dan dari instansi terkait para pengguna informasi Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika sehingga dapat lebih dirasakan manfaatnya.

Terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam penerbitan buletin ini.

Makassar, Juli 2023
Kepala

Irwan Slamet



BULETIN
METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
WILAYAH SULAWESI MALUKU
VOLUME 01, NOMOR 07, EDISI JULI 2023

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar	iii
Tim Redaksi	iv
Istilah dan Singkatan	v
I. Pendahuluan	1
II. Informasi Meteorologi	
II.1. Analisis Dinamika Atmosfer Juli 2023	2
II.2. Monitoring Kondisi Cuaca Bulan Juli 2023	5
II.3. Prospek Dinamika Atmosfer Bulan Agustus 2023	7
III. Informasi Klimatologi	
III.1. Analisis Hujan Bulan Juni 2023	9
III.2. Prakiraan Hujan Bulan Agustus, September, dan Oktober 2023	14
IV. Informasi Geofisika	
IV.1. Gempa Bumi Bulan Juni 2023	20
IV.2. Gempa Bumi Dirasakan Bulan Juli 2023	22
IV.3. Hilal Awal Bulan Safar 1445 H	24
Jurnal	
Kajian Seismotektonik Di Perairan Buton Selatan, Sulawesi Tenggara	29
Pemodelan Ancaman Tsunami Akibat Gempa Bumi Di Pesisir Bonto Bahari Kabupaten Bulukumba	37

BULETIN
METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
WILAYAH SULAWESI MALUKU
VOLUME 01, NOMOR 07, EDISI JULI 2023

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Kondisi suhu muka laut tanggal 10 – 16 Juli 2023	2
Gambar 2	Tekanan udara tanggal 17 Juli 2023	3
Gambar 3	Arus angin 3000 feet tanggal 17 Juli 2023	3
Gambar 4	Grafik SOI hingga 17 Juli 2023	4
Gambar 5	Grafik SST hingga 17 Juli 2023	4
Gambar 6	Grafik IOD hingga 17 Juli 2023	4
Gambar 7	Tinggi gelombang di Perairan Sulawesi Maluku tanggal 17 Juli 2023	7
Gambar 8	Prediksi ENSO hingga bulan Juli, Agustus, dan September 2023	8
Gambar 9	Distribusi curah hujan di Sulawesi – Maluku bulan Juni 2023	9
Gambar 10	Analisis sifat hujan di Sulawesi – Maluku bulan Juni 2023	10
Gambar 11	Prakiraan curah hujan bulan Agustus 2023	14
Gambar 12	Prakiraan sifat hujan bulan Agustus 2023	14
Gambar 13	Prakiraan curah hujan bulan September 2023	18
Gambar 14	Prakiraan sifat hujan bulan September 2023	18
Gambar 15	Prakiraan curah hujan bulan Oktober 2023	19
Gambar 16	Prakiraan sifat hujan bulan Oktober 2023	19
Gambar 17	Peta Tektonik di Sulawesi Maluku	20
Gambar 18	Persentase Gempa Bumi Berdasarkan Magnitudo	21
Gambar 19	Persentase Gempa Bumi Berdasarkan Kedalaman	21
Gambar 20	Peta Posisi Kejadian Gempabumi bulan Juni 2023	22
Gambar 21	Peta Posisi Kejadian Gempabumi Dirasakan bulan Juli 2023	22
Gambar 22	Peta ketinggian Hilal tanggal 16 Agustus 2023 untuk pengamat di antara 60° LU - 60° LS	25
Gambar 23	Peta ketinggian Hilal tanggal 16 Agustus 2023 untuk di Indonesia	25

BULETIN
METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
WILAYAH SULAWESI MALUKU
VOLUME 01, NOMOR 07, EDISI JULI 2023

TIM REDAKSI

Pengarah : Irwan Slamet, ST, M.Si

Penanggungjawab : Hanafi Hamzah, SP

Redaktur : Muflihah, S.Pd., M.Si.
Rizky Yudha Pahlawan, S.ST, M.Si

Penyunting/Editor : Yosi Feriantini, S.Si
Nur Asia Utami, S.Tr.

Desain Grafis : Mappa Senreng, S.Si
Agusmin Hariansah, S.Tr

Fotografer : Kaharuddin, S.Si.
Dwi Lestari Sanur, S.Tr.

Sekretariat : Dra. Sugiarni
Farid Mufti, S.Si.
Emelda Meva Elsera, S.Tr.

Alamat : Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV
Makassar
Jln. Prof. Dr. H. Abdurahman Basalamah No.4 Panaikang

Kotak Pos 1351, Makassar 90231 Phone : (0411) 456493
Fax : (0411) 455019 / 449286
Website : <http://balai4.makassar.bmkg.go.id>
Email : bbmkg4@bmkg.go.id

1. CURAH HUJAN

Curah hujan (mm) merupakan ketinggian air hujan yang jatuh pada bidang yang datar seluas 1 m² dengan asumsi airnya tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) mm adalah tinggi air hujan 1 (satu) mm yang menggenang pada bidang datarsetara dengan volume 1 liter.

2. CURAH HUJAN KUMULATIF

Curah hujan kumulatif adalah jumlah curah hujan yang terkumpul selama periode waktu tertentu seperti dasarian, bulanan, musiman, tahunan, dan lain-lain.

3. SIFAT HUJAN

Sifat hujan merupakan perbandingan antara jumlah curah hujan kumulatif satu bulan dengan rata-ratanya atau normalnya selama periode 30 tahun (1981 – 2010) pada bulan dan tempat yang sama.

Sifat hujan dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

- a. Atas Normal (**AN**) : jika nilai perbandingannya lebih dari 115% terhadap rata-ratanya
- b. Normal (**N**) : jika nilai perbandingan antara 85% - 115% terhadap rata-ratanya
- c. Bawah Normal (**BN**) : jika nilai perbandingannya kurang dari 85% terhadap rata-ratanya

4. INTENSITAS CURAH HUJAN

Kriteria intensitas curah hujan dibagi menjadi 5 kategori, yaitu:

1. Hujan Sangat Ringan dengan intensitas kurang dari 5 mm/hari
2. Hujan Ringan dengan intensitas 5 – 20 mm/hari
3. Hujan Sedang dengan intensitas 20 – 50 mm/hari
4. Hujan Lebat dengan intensitas 50 – 100 mm/hari
5. Hujan Sangat Lebat dengan intensitas lebih dari 100 mm/hari

5. CUACA EKSTRIM

Cuaca Ekstrem adalah cuaca yang terjadi bila:

1. Suhu udara maksimum $\geq 35^{\circ}\text{C}$ dan suhu minimum $\leq 15^{\circ}\text{C}$.
2. Curah hujan lebih dari 100 mm/hari.
3. Kelembaban udara kurang dari 40 %.
4. Kecepatan angin lebih dari 25 knot.

ISTILAH DAN SINGKATAN

6. **ORIGIN TIME** : adalah waktu kejadian gempa bumi, waktu terlepasnya akumulasi tegangan (*stress*) yang berbentuk penjarangan gelombang seismik.
7. **EPICENTER** : adalah titik pusat gempa di permukaan bumi tepat di atas hiposenter, yang dinyatakan dalam lintang (Lat) dan bujur (Long). Hiposenter adalah sumber gempa di kedalaman bumi tertentu.
8. **DEPTH** : atau kedalaman gempa adalah jarak hiposenter dihitung tegak lurus dari permukaan bumi yang dinyatakan oleh besaran jarak dalam satuan km.
9. **MAG** : merupakan singkatan dari *magnitude* gempa bumi yaitu ukuran kekuatan gempa bumi berdasarkan energi yang dilepaskan di pusat gempa bumi atau hiposenter. Magnitude dinyatakan dalam skala Richter (SR) dan dilambangkan dengan M.
10. **SESAR/PATAHAN** : adalah struktur rekahan yang telah mengalami pergeseran.
11. **HILAL** : adalah penampakan bulan sabit dengan mata telanjang yang paling awal terlihat sesudah matahari terbenam setelah saat konjungsi (ijtimak) pada awal qomariah.
12. **IJTIMAK (KONJUNGSI)** : yaitu peristiwa dimana matahari dan bulan berada di posisi bujur langit yang sama jika diamati dari bumi.
13. **TERBENAM** : adalah peristiwa ketika bagian atas piringan matahari atau bulan di horizon-teramati.
14. **HISAB** : adalah perhitungan secara matematis dan astronomis untuk menentukan posisi bulan sabit (hilal), dalam penentuan dimulainya awal bulan Qamariah pada Kalender Hijriyah.
15. **RUKYAT** : adalah aktivitas mengamati visibilitas hilal, yakni kenampakan bulan sabit yang pertama kali setelah terjadinya ijtimak (konjungsi) pada saat matahari terbenam di suatu tempat.
16. **AZIMUTH (AZ)** : adalah besar sudut pada lingkaran horison yang ditarik dari titik utara (*true north*) ke arah timur dan seterusnya sampai mencapai titik proyeksi benda langit tersebut, besarnya mulai dari 0 - 360°.
17. **TINGGI BULAN** : adalah besar sudut yang dinyatakan dari posisi proyeksi bulan di horizon-teramati hingga ke posisi pusat piringan bulan berada.
18. **FASE BULAN** : adalah bentuk bulan yang selalu berubah-ubah jika dilihat dari bumi. Fase bulan itu tergantung pada kedudukan bulan terhadap matahari dilihat dari bumi.
19. **GERHANA MATAHARI** : adalah peristiwa ketika terhalangnya cahaya matahari oleh bulan sehingga tidak semuanya sampai ke bumi.
20. **GERHANA BULAN** : adalah peristiwa ketika terhalangnya cahaya matahari oleh bumi sehingga tidak semuanya sampai ke bulan.

I.PENDAHULUAN

I.1. KONDISI UMUM

Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV Makassar secara koordinatif ada 8 (delapan) propinsi yakni : Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Maluku, dan Maluku Utara. Pembagian wilayah ini terkait dengan pemetaan tugas pelayanan meteorologi, klimatologi maupun geofisika yang didukung oleh 40 (empat puluh) stasiun yang terdiri dari : 27 Stasiun Meteorologi, 8 Stasiun Geofisika dan 5 Stasiun Klimatologi.

Kondisi daerah di lingkungan Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV Makassar khususnya Provinsi Sulawesi Utara, Maluku dan Maluku Utara berada pada gugus patahan tektonik, dengan posisi geografis dan topografis pulau-pulau kecil yang tersebar di Sulawesi dan Maluku dipengaruhi oleh iklim tropis. Pola hujan yang spesifik menjadikan daerah ini menjadi sentra pangan dan beberapa komoditas perkebunan serta kaya akan bahan tambang. Namun rentan terhadap bencana alam, baik yang diakibatkan oleh cuaca ekstrim maupun oleh faktor gempa bumi dan tsunami. Keadaan tersebut berdampak pada aspek meteorologi, klimatologi, kualitas udara, dan geofisika.

I.2. INFORMASI BULETIN

Buletin ini disusun berdasarkan kebutuhan masyarakat akan informasi Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika berkaitan dengan kegiatannya. Penyusunan informasi MKG menggunakan data hasil pengamatan dari UPT BMKG dan Pos kerjasama. Hasil pantauan berbagai fenomena alam seperti El nino dan La nina, suhu laut perairan Indonesia, gangguan tropis berupa Siklon dan Anti Siklon, Dipole Mode digunakan sebagai bahan pertimbangan analisis dan prakiraan dalam penentuan informasi Meteorologi dan Klimatologi. Sedangkan informasi gempa merupakan hasil dari pencatatan sensor – sensor gempa yang terjadi.

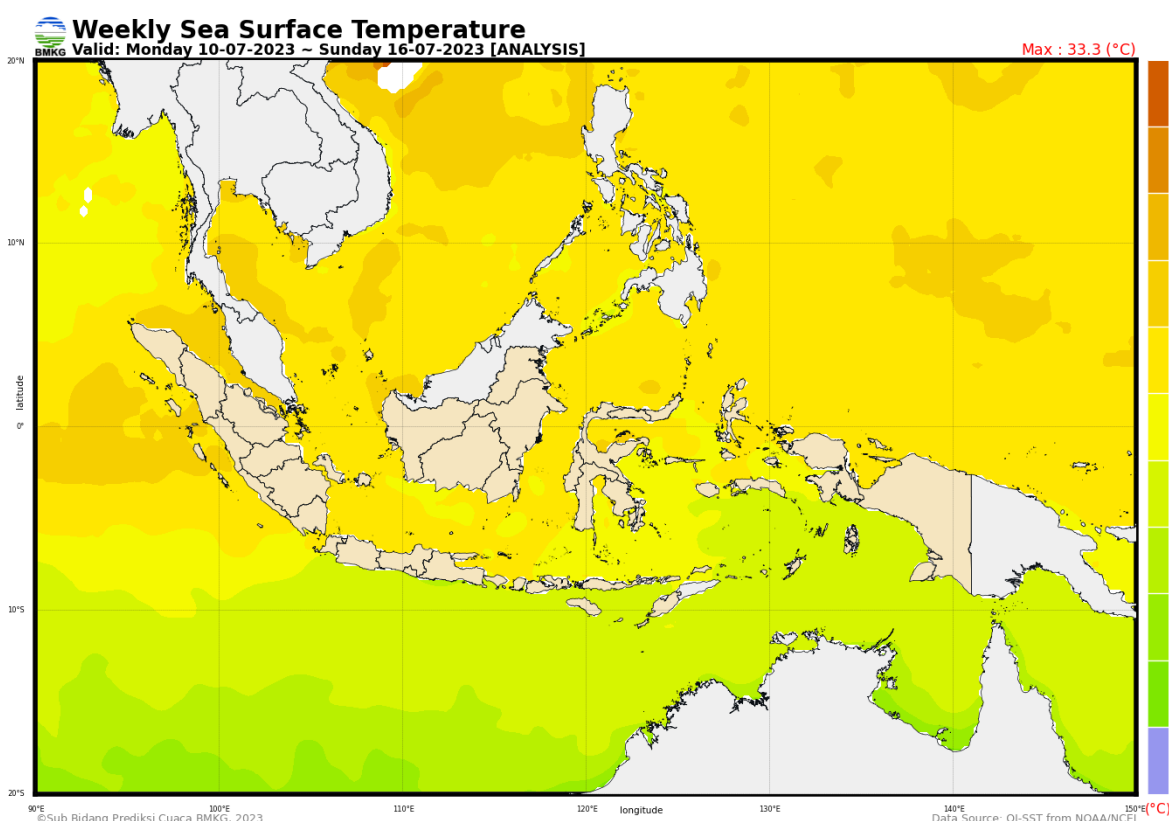
Informasi yang tersaji dalam buletin ini terdiri dari kondisi dinamika atmosfer – laut dan prospeknya terhadap perkembangan cuaca dan iklim terutama curah hujan dan sifat hujan pada bulan Juni 2023, Agustus, September, dan Oktober 2023. Sedangkan informasi Geofisika meliputi gempa yang dirasakan bulan Juni dan Juli 2023, serta ketinggian hilal Bulan Safar 1445 H.

II. INFORMASI METEOROLOGI

II.1. ANALISIS DINAMIKA ATMOSFER BULAN JULI 2023

a. Suhu Muka Laut

Secara umum suhu muka laut di perairan Indonesia berkisar antara 26°C – 33°C. Daerah yang hangat berada di wilayah Selat Malaka, Kepulauan Mentawai, Kepulauan Natuna, Selat Makassar, Laut Sulawesi, Teluk Tomini, Laut Jawa, dan Samudera Pasifik sebelah utara Papua. Sedangkan wilayah yang lebih dingin berada di Laut Selatan Jawa, Perairan Nusa Tenggara bagian Selatan, dan Laut Arafura.

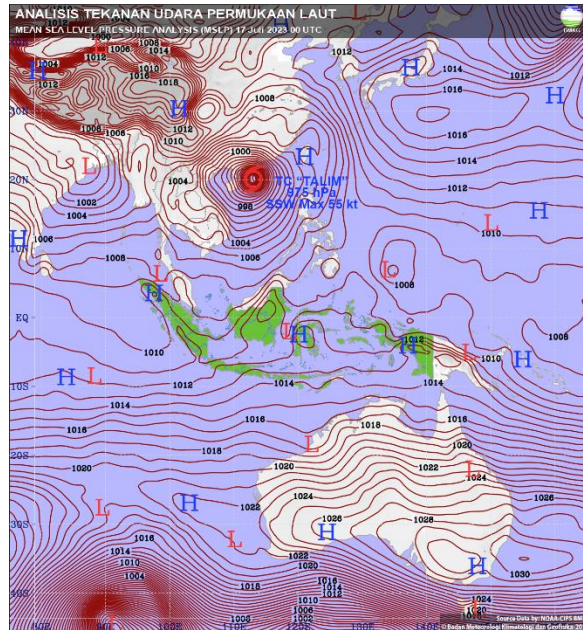


Sumber : <https://web.meteo.bmkg.go.id/id/pengamatan/sea-surface-temperature-analysis>

Gambar 1. Kondisi suhu muka laut mingguan tanggal 10 s/d 16 Juli 2023

b. Tekanan Udara

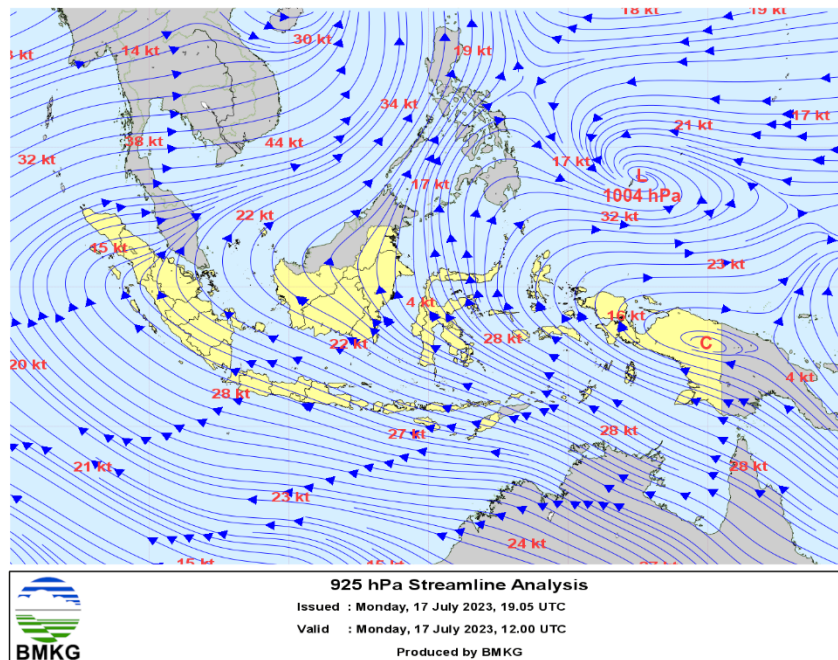
Berdasarkan analisis pola tekanan udara dapat dilihat bahwa di Belahan Bumi Utara (BBU) terdapat tekanan rendah (*Low*) di Lautan Cina Selatan, dan Samudra Pasifik Utara sebelah Utara Papua. Sedangkan di Belahan Bumi Selatan (BBS) secara umum terdapat tekanan tinggi (*High*) di wilayah daratan Australia. Dari pola tekanan tersebut dapat diketahui bahwa kondisi dominan massa udara bergerak dari arah Tenggara dan Selatan Indonesia menuju wilayah di Belahan Bumi Utara.



Sumber : <https://web.meteo.bmkg.go.id/id/pengamatan/analisis-isobar>
 Gambar 2. Tekanan udara tanggal 17 Juli 2023

c. Arus Angin 3000 Feet

Arus angin 3000 feet di wilayah Indonesia umumnya masih bertiup dari Timur sampai Tenggara. Kecepatan angin berkisar antara 5 knot hingga 28 knot. Terdapat sirkulasi Siklonik di wilayah Indonesia, dan terdapat beberapa daerah konvergensi dan konfluensi yang terpantau di beberapa tempat seperti di wilayah Sumatera, Kalimantan, dan Maluku Utara. Kondisi tersebut mampu meningkatkan potensi pertumbuhan awan hujan di sekitar daerah tersebut.



Sumber : <https://web.meteo.bmkg.go.id/id/pengamatan/streamline>
 Gambar 3. Arus angin 3000 feet tanggal 17 Juli 2023

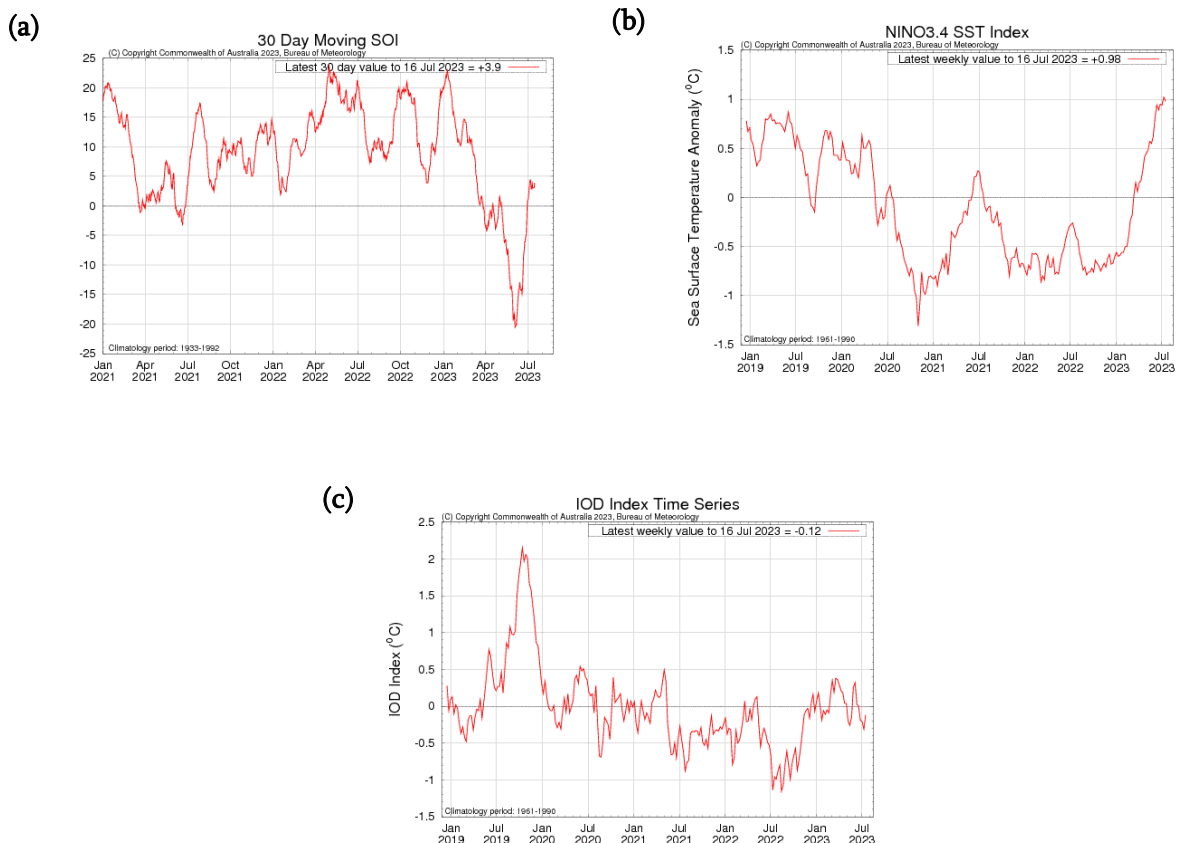
d. Siklon Tropis

No	Nama	Tanggal	Angin	Tekanan	Keterangan
1.	Siklon Tropis Talim	14 – 18 Juli 2023	100 km/jam	975 hpa	-

e. Indeks

Dari hasil pantauan terakhir *South Oscillation Index* (SOI) 30 harian bernilai +3.9 mengindikasikan suplai uap air bergerak dari Pasifik Timur ke Pasifik Barat, aktivitas potensi pembentukan awan hujan di wilayah Indonesia bagian Timur tidak signifikan.

Indeks suhu muka laut wilayah Nino 3.4 terpantau bernilai +0.98. Kondisi ini mengindikasikan tidak signifikan terhadap peningkatan hujan di wilayah Indonesia. Sedangkan *Indeks Dipole Mode* (IOD) pada angka -0.12 yang mengindikasikan suplai uap air dari Samudra Hindia ke wilayah Indonesia bagian barat tidak signifikan sehingga aktivitas pembentukan awan di wilayah Indonesia bagian barat tidak signifikan.



Gambar 4. Grafik (a) SOI, (b) Indeks Nino 3.4, (c) Indeks IOD
 Sumber : <http://www.bom.gov.au/climate/enso/indices.shtml?bookmark=nino3.4>

II.2. MONITORING KONDISI CUACA BULAN JULI 2023

a. Hasil Pantauan Udara Atas

Pemantauan udara atas pada bulan Juli 2023 menunjukkan angin pada lapisan bawah (850 mb) secara umum bertiup dari Timur hingga Selatan, lapisan menengah (500 mb) dari arah Timur Laut hingga Timur, dan lapisan atas (200 mb) dari arah Timur Laut. Kondisi atmosfer umumnya Labil Ringan - Sedang dengan proses Konvektif Sedang pada stasiun BMKG yang ada di Sulawesi dan Maluku. Atmosfer yang labil berpotensi membentuk bibit awan konvektif tumbuh dan berkembang menjadi awan – awan hujan.

Tabel 1. Pantauan Udara Atas Bulan Juli 2023

No	Unsur yang diamati	Stamet Hasanuddin	Stamet Manado	Stamet Palu	Stamet Ambon
1.	Kondisi Angin :				
	Lapisan 850 mb	Timur	Selatan	Timur	Tenggara
	Lapisan 500 mb	Timur Laut	Timur	Timur	Timur Laut
	Lapisan 200 mb	Timur Laut	Timur Laut	Timur Laut	Timur Laut
2.	Proses Konveksi	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
3.	Badai Guntur	Hujan Lokal	Hujan Lokal	Hujan Lokal	Hujan Lokal
4.	Labilitas Atmosfer	Labil Ringan	Labil Ringan	Labil Ringan	Labil Sedang

Ket: Data sampai 15 Juli 2023

b. Hasil Pantauan Cuaca Ekstrem

Pada bulan Juli 2023 terdapat beberapa kejadian cuaca ekstrim hasil pengamatan UPT BMKG di Sulawesi Maluku. Selengkapnya terlihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Cuaca ekstrim suhu udara Bulan Juli 2023

KRITERIA	SUHU UDARA (°C)		TANGGAL KEJADIAN	TEMPAT
	MAX	MIN		
Suhu Udara Max \geq 35°C	35		02 Juli 2023	Stamet Mutiara Sis-Al Jufri

Suhu Udara Min \leq 15°C		14.8	15 Juli 2023	Stamet Tana Toraja

Tabel 3. Cuaca ekstrim kecepatan angin Bulan Juli 2023

KRITERIA	KECEPATAN ANGIN (KNOTS)	TANGGAL KEJADIAN	TEMPAT
Kec. Angin \geq 25 knots	38	05 Juli 2023	Stamet Pattimura Ambon

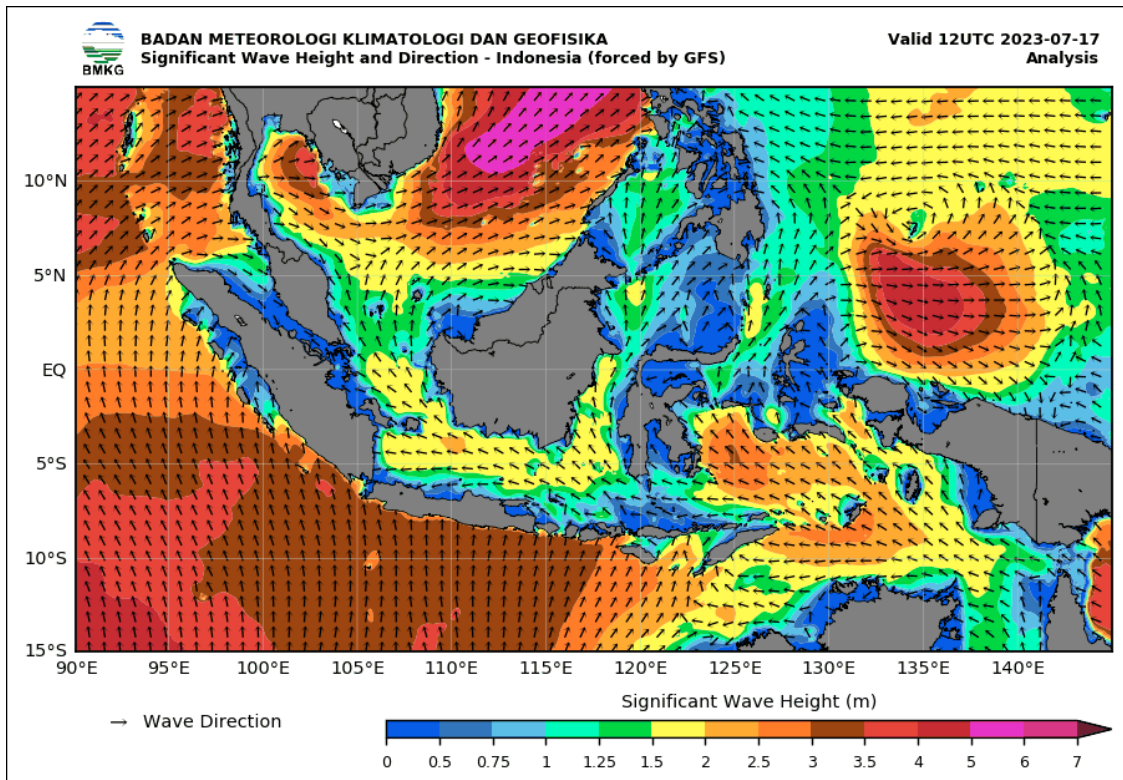
Tabel 4. Cuaca ekstrim curah hujan bulan Juli 2023

INTENSITAS	CURAH HUJAN YANG TERJADI (MM/HARI)	TANGGAL KEJADIAN	TEMPAT
Hujan sangat lebat (> 100 mm/hari)	144.2	09 Juli 2023	Stamet Amahai
	102.8	12 Juli 2023	Stamet Namlea
	122.9	13 Juli 2023	Stamet Amahai
	175.0	15 Juli 2023	Stamet Morotai

Keterangan: Data sampai tanggal 21 Juli 2023

c. Hasil Pantauan Cuaca Maritim

Perairan dengan gelombang 0.25 – 1.25 meter terjadi di wilayah Periran Kepulauan Sabalana, Kepulauan Selayar, Laut Flores, Teluk Bone, Laut Sulawesi, Teluk Tomini, Laut Halmahera. Perairan dengan gelombang 1.25 - 2.0 meter terjadi di Selat Makassar, Laut Maluku, sedangkan gelombang dengan ketinggian > 2.5 meter terjadi di wilayah Laut Banda, Laut Arafura, Samudera Pasifik utara Papua. Arah gelombang di bagian utara ekuator umumnya menuju Utara, sedangkan di bagian selatan umumnya menuju Barat – Barat Laut.



Gambar 5. Kondisi tinggi gelombang di Perairan Indonesia tanggal 17 Juli 2023

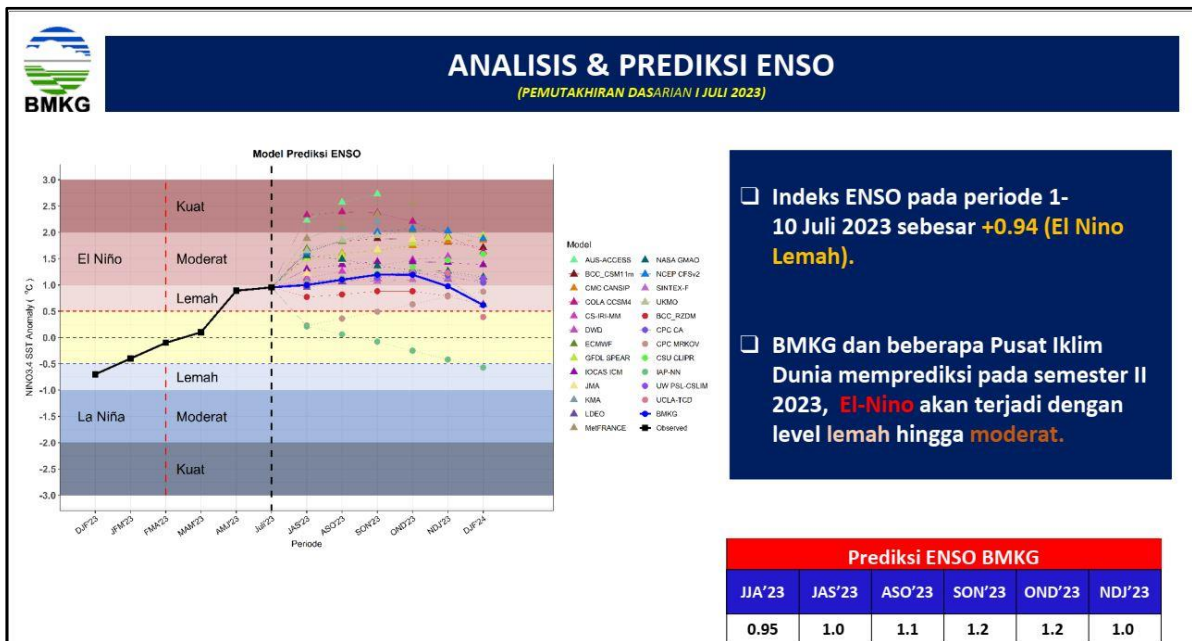
II.3. PROSPEK DINAMIKA ATMOSFER BULAN AGUSTUS 2023

Posisi matahari pada bulan Agustus 2023 berada di Belahan Bumi Utara (BBU). Monsun Australia diprediksi masih terus aktif dengan intensitas lebih kuat dari klimatologisnya dan mendominasi wilayah Indonesia sehingga menyebabkan angin bertiup dari Timur – Tenggara.

Analisis suhu muka laut bulan Juli 2023 menunjukkan wilayah Nino 3.4 dalam kondisi El Nino Lemah sedangkan IOD dalam kondisi netral. Suhu Perairan Indonesia secara umum dalam kondisi hangat, terutama di wilayah Perairan Indonesia bagian timur. Kondisi ENSO diprakirakan dalam kondisi El Nino Lemah hingga Moderat pada semester II 2023.

Dengan memperhatikan aspek-aspek dinamika atmosfer secara global dan regional, pembentukan awan hujan untuk beberapa wilayah di Sulawesi dan Maluku pada bulan Agustus 2023 diprakirakan akan mengalami penurunan dibandingkan dengan bulan sebelumnya, kecuali di wilayah Sulawesi Selatan bagian timur dan utara, sebagian Sulawesi

Tengah, dan sebagian Maluku yang diprakirakan masih terjadi curah hujan tinggi akibat pengaruh kuat dari faktor lokal.



Gambar 8. Prediksi ENSO Bulan Juli, Agustus, dan September 2023

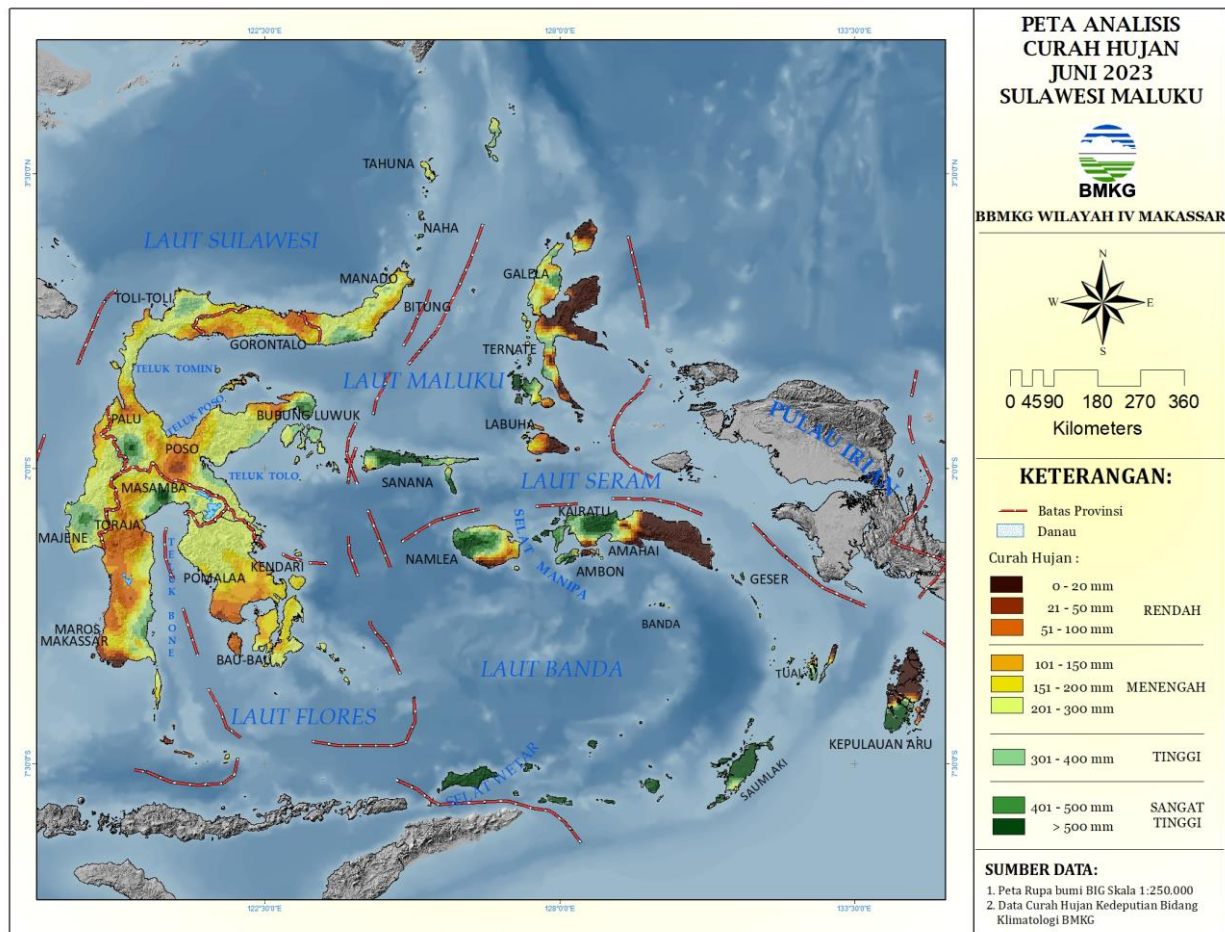
III. INFORMASI KLIMATOLOGI

III.1. ANALISIS HUJAN BULAN JUNI 2023

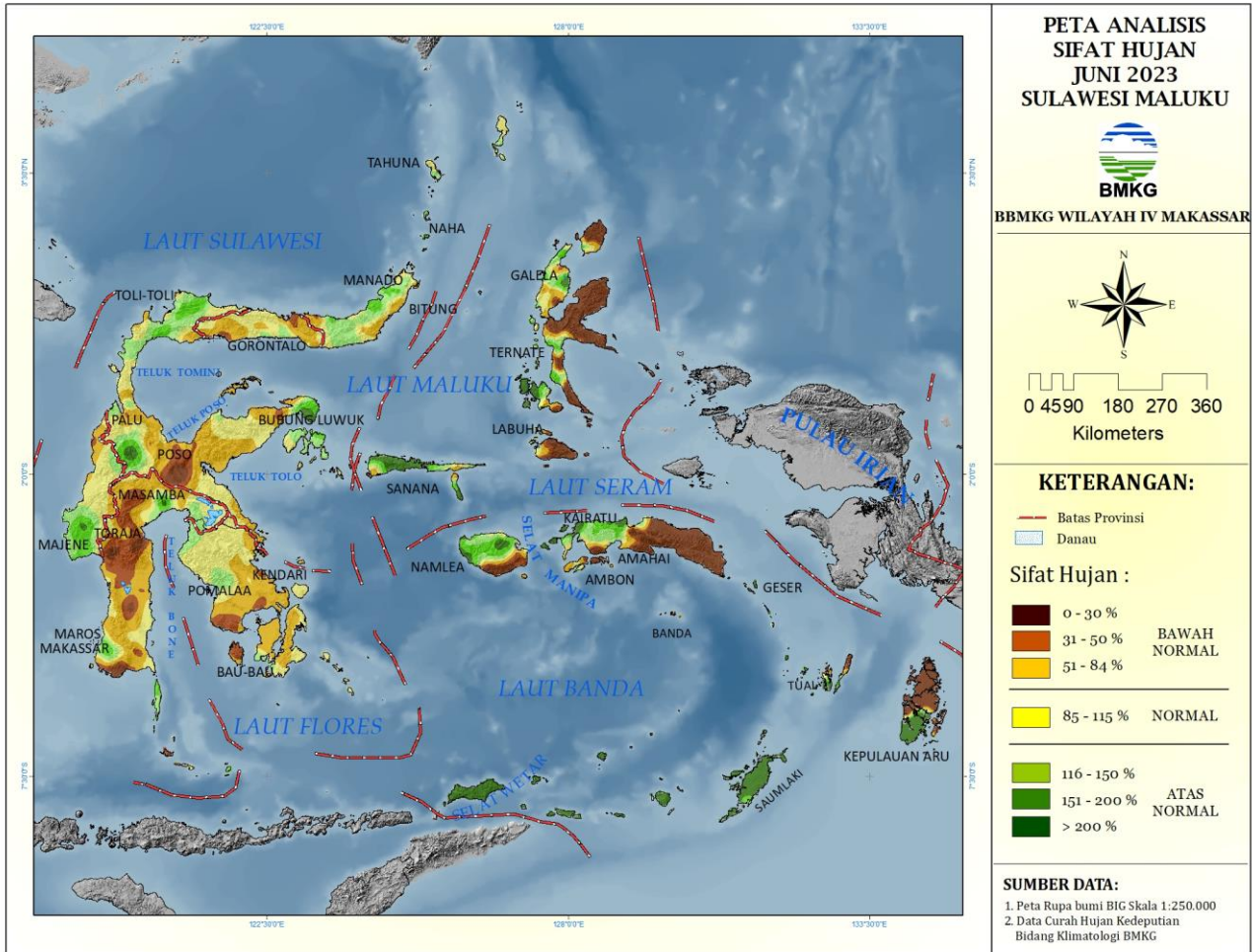
Distribusi curah hujan bulan Juni 2023 adalah sebaran jumlah curah hujan yang terjadi selama bulan Juni 2023 di seluruh titik pengamatan yang tersebar di Sulawesi dan Maluku dengan kategori Rendah (0 – 100 mm), Menengah (101 – 300 mm), Tinggi (301 – 400 mm) dan Sangat Tinggi (>400 mm).

Hasil pantauan curah hujan yang diterima dari beberapa Unit Pelaksana Teknis BMKG di Sulawesi dan Maluku, distribusi curah hujan pada bulan Juni 2023 umumnya bervariasi antara 0 – 1068 mm. Untuk wilayah Sulawesi dan Maluku, curah hujan yang terjadi masih bervariasi yaitu dalam kategori rendah, menengah, tinggi, dan sangat tinggi. Curah hujan tertinggi di Sulawesi terjadi di wilayah Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. Sedangkan untuk wilayah Maluku, distribusi curah hujan tertinggi terjadi di wilayah Maluku Barat Daya, Maluku.

Distribusi sifat hujan bulan Juni 2023 masih bervariasi yaitu Atas Normal – Bawah Normal. Peta distribusi curah hujan dan sifat hujan ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Distribusi curah hujan di Sulawesi - Maluku bulan Juni 2023



Gambar 10. Analisis sifat hujan di Sulawesi - Maluku bulan Juni 2023

Tabel 5. ANALISIS CURAH HUJAN DAN SIFAT HUJAN BULAN JUNI 2023

NO	KABUPATEN/KOTA	LINTANG	BUJUR	JUNI		ANALISIS JUNI 2023	
				RATA-RATA (X)	NORMAL	CURAH HUJAN (mm)	SIFAT HUJAN
1	2			3	4	9	10
I. SULAWESI UTARA							
1	KOTA MANADO	1,450	124,840	196	167 - 225	203	N
2	KOTA BITUNG	1,443	125,180	168	143 - 193	121	BN
3	KOTA KOTAMOBAGU	0,764	124,344	211	179 - 242	236	N
4	KOTA TOMOHON	1,339	124,843	185	157 - 212	335	AN
5	KAB. BOLAANG MONGONDOW	0,882	124,036	195	166 - 224	189	N
6	KAB. BOLAANG MONGONDOW SELATAN	0,388	123,982	329	279 - 378	426	AN
7	KAB. BOLAANG MONGONDOW TIMUR	0,744	124,609	187	159 - 215	90	BN
8	KAB. BOLAANG MONGONDOW UTARA	0,880	123,444	151	128 - 174	64	BN
9	KAB. KEPULAUAN SANGIHE	3,713	125,511	247	210 - 284	204	BN
10	KAB. KEPULAUAN SIAU TAGULANDANG BIARO	2,749	125,383	248	211 - 285	358	AN
11	KAB. KEPULAUAN TALAUD	4,020	126,703	309	263 - 355	377	AN
12	KAB. MINAHASA	1,295	124,925	156	132 - 179	232	AN
13	KAB. MINAHASA SELATAN	1,183	124,570	170	144 - 195	213	AN
14	KAB. MINAHASA TENGGARA	1,050	124,801	185	157 - 213	131	BN
15	KAB. MINAHASA UTARA	1,430	124,977	189	161 - 217	245	AN
II. GORONTALO							
1	KOTA GORONTALO	0,499	123,085	146	124 - 168	114	BN
2	KAB. BOALEMO	0,527	122,346	223	190 - 257	240	N
3	KAB. BONE BOLANGO	0,533	123,144	153	130 - 176	84	BN
4	KAB. GORONTALO	0,651	123,014	148	126 - 171	66	BN
5	KAB. GORONTALO UTARA	0,831	122,919	162	137 - 186	62	BN
6	KAB. POHUWATO	0,459	121,947	168	143 - 193	122	BN
III. SULAWESI TENGAH							
1	KOTA PALU	-0,930	119,910	92	78 - 105	46	BN
2	KAB. BANGGAI	-0,980	122,770	185	158 - 213	79	BN
3	KAB. BANGGAI KEPULAUAN	-1,299	123,337	222	189 - 256	338	AN
4	KAB. BANGGAI LAUT	-1,602	123,539	211	180 - 243	269	AN
5	KAB. BUOL	1,141	121,435	187	159 - 216	277	AN
6	KAB. DONGGALA	-0,730	119,770	114	97 - 131	125	N
7	KAB. MOROWALI	-2,080	121,400	289	245 - 332	256	N
8	KAB. MOROWALI UTARA	-1,993	121,332	342	290 - 393	301	N
9	KAB. PARIGI MOUTONG	-0,880	120,220	181	154 - 208	109	BN
10	KAB. POSO	-1,410	120,730	229	195 - 263	175	BN
11	KAB. SIGI	-1,070	119,860	160	136 - 183	121	BN
12	KAB. TOJO UNA UNA	-0,960	121,480	186	158 - 214	176	N
13	KAB. TOLITOLI	1,160	121,090	208	177 - 240	306	AN
IV. SULAWESI BARAT							
1	KAB. MAMUJU	-2,544	119,068	235	200 - 271	271	N
2	KAB. MAJENE	-3,541	118,939	105	89 - 120	151	AN
3	KAB. MAMASA	-2,921	119,371	235	200 - 271	330	AN
4	KAB. MAMUJU TENGAH	-2,116	119,359	221	188 - 254	211	N
5	KAB. MAMUJU UTARA	-1,240	119,360	214	182 - 246	117	BN
6	KAB. POLEWALI MANDAR	-3,404	119,306	173	147 - 199	289	AN

NO	KABUPATEN/KOTA	LINTANG	BUJUR	JUNI		ANALISIS JUNI 2023	
				RATA-RATA (X)	NORMAL	CURAH HUJAN (mm)	SIFAT HUJAN
1	2			3	4	9	10
V. SULAWESI SELATAN							
1	KOTA MAKASSAR	-5,144	119,452	63	53 - 72	66	N
2	KOTA PALOPO	-2,997	120,187	241	205 - 277	134	BN
3	KOTA PARE-PARE	-3,982	119,651	112	95 - 129	88	BN
4	KAB. BANTAENG	-4,409	119,619	238	202 - 274	101	BN
5	KAB. BARRU	-5,526	119,962	103	88 - 119	95	N
6	KAB. BONE	-4,563	120,325	294	250 - 338	310	N
7	KAB. BULUKUMBA	-5,564	120,181	223	190 - 257	177	BN
8	KAB. ENREKANG	-3,576	119,774	209	178 - 240	91	BN
9	KAB. GOWA	-5,218	119,470	68	58 - 78	118	AN
10	KAB. JENEPONTO	-5,614	119,775	107	91 - 123	2	BN
11	KAB. LUWU	-3,380	120,364	232	197 - 266	184	BN
12	KAB. LUWU TIMUR	-2,640	121,307	237	201 - 272	264	N
13	KAB. LUWU UTARA	-2,554	120,324	406	345 - 467	246	BN
14	KAB. MAROS	-4,998	119,572	83	70 - 95	119	AN
15	KAB. PANGKEP	-4,835	119,533	96	81 - 110	83	N
16	KAB. PINRANG	-3,788	119,641	180	153 - 207	92	BN
17	KAB. SELAYAR	-6,124	120,456	159	135 - 182	194	AN
18	KAB. SIDRAP	-3,921	119,803	221	188 - 254	97	BN
19	KAB. SINJAI	-5,154	120,254	483	411 - 556	478	N
20	KAB. SOPPENG	-4,362	119,883	175	149 - 202	72	BN
21	KAB. TAKALAR	-5,425	119,432	50	42 - 57	20	BN
22	KAB. TANA TORAJA	-3,091	119,853	216	183 - 248	91	BN
23	KAB. TORAJA UTARA	-2,959	119,895	216	183 - 248	91	BN
24	KAB. WAJO	-4,170	120,038	230	196 - 265	130	BN
VI. SULAWESI TENGGARA							
1	KOTA KENDARI	-3,966	122,600	234	199 - 270	153	BN
2	KOTA BAUBAU	-5,520	122,580	185	158 - 213	275	AN
3	KAB. BOMBANA	-4,808	122,049	166	141 - 191	92	BN
4	KAB. BUTON	-5,209	122,828	212	180 - 244	145	BN
5	KAB. BUTON SELATAN	-5,614	122,606	188	160 - 216	190	N
6	KAB. BUTON TENGAH	-5,280	122,350	177	150 - 203	220	AN
7	KAB. BUTON UTARA	-4,823	122,991	236	201 - 272	198	BN
8	KAB. KOLAKA	-4,065	121,627	172	146 - 198	205	AN
9	KAB. KOLAKA TIMUR	-4,156	121,916	188	160 - 216	166	N
10	KAB. KOLAKA UTARA	-3,530	120,980	210	179 - 242	234	N
11	KAB. KONAWE	-3,872	122,093	233	198 - 268	164	BN
12	KAB. KONAWE KEPULAUAN	-4,023	122,992	230	196 - 265	194	BN
13	KAB. KONAWE SELATAN	-4,196	122,498	221	188 - 254	129	BN
14	KAB. KONAWE UTARA	-3,578	122,151	290	246 - 333	268	N
15	KAB. MUNA	-4,985	122,482	234	199 - 269	150	BN
16	KAB. MUNA BARAT	-4,785	122,493	221	187 - 254	153	BN
17	KAB. WAKATOBI	-5,286	123,579	206	175 - 237	229	N

NO	KABUPATEN/KOTA	LINTANG	BUJUR	JUNI		ANALISIS JUNI 2023	
				RATA-RATA (X)	NORMAL	CURAH HUJAN (mm)	SIFAT HUJAN
1	2			3	4	9	10
VII.	MALUKU						
1	KOTA AMBON	-3,690	128,083	592	503 - 680	551	N
2	KOTA TUAL	-5,636	132,754	200	170 - 230	104	BN
3	KAB. BURU	-3,300	126,933	150	127 - 172	288	AN
4	KAB. BURU SELATAN	-3,641	126,733	393	334 - 451	155	BN
5	KAB. KEPULAUAN ARU	-5,776	134,209	171	146 - 197	0	BN
6	KAB. KEPULAUAN TANIMBAR	-7,983	131,300	152	130 - 175	202	AN
7	KAB. MALUKU BARAT DAYA	-8,143	127,789	99	84 - 114	1068	AN
8	KAB. MALUKU TENGAH	-3,330	128,940	349	297 - 402	274	BN
9	KAB. MALUKU TENGGARA	-5,663	132,736	186	158 - 214	221	AN
10	KAB. SERAM BAGIAN BARAT	-3,339	128,369	434	369 - 499	179	BN
11	KAB. SERAM BAGIAN TIMUR	-3,890	130,937	218	185 - 251	5	BN
VIII.	KAB. MALUKU UTARA						
1	KOTA TERNATE	0,776	127,379	210	179 - 242	283	AN
2	KOTA TIDORE KEPULAUAN	0,707	127,451	180	153 - 207	122	BN
3	KAB. HALMAHERA BARAT	1,086	127,474	253	215 - 290	291	N
4	KAB. HALMAHERA SELATAN	-0,638	127,501	221	188 - 254	290	AN
5	KAB. HALMAHERA TENGAH	0,350	127,856	215	183 - 247	292	AN
6	KAB. HALMAHERA TIMUR	1,133	128,212	230	196 - 265	11	BN
7	KAB. HALMAHERA UTARA	1,480	127,920	223	190 - 257	500	AN
8	KAB. KEPULAUAN SULA	-2,062	125,961	308	262 - 354	236	BN
9	KAB. PULAU MOROTAI	2,062	128,306	199	169 - 229	112	BN
10	KAB. PULAU TALIABU	-1,938	124,407	254	216 - 292	165	BN

KETERANGAN :

CH = Curah hujan

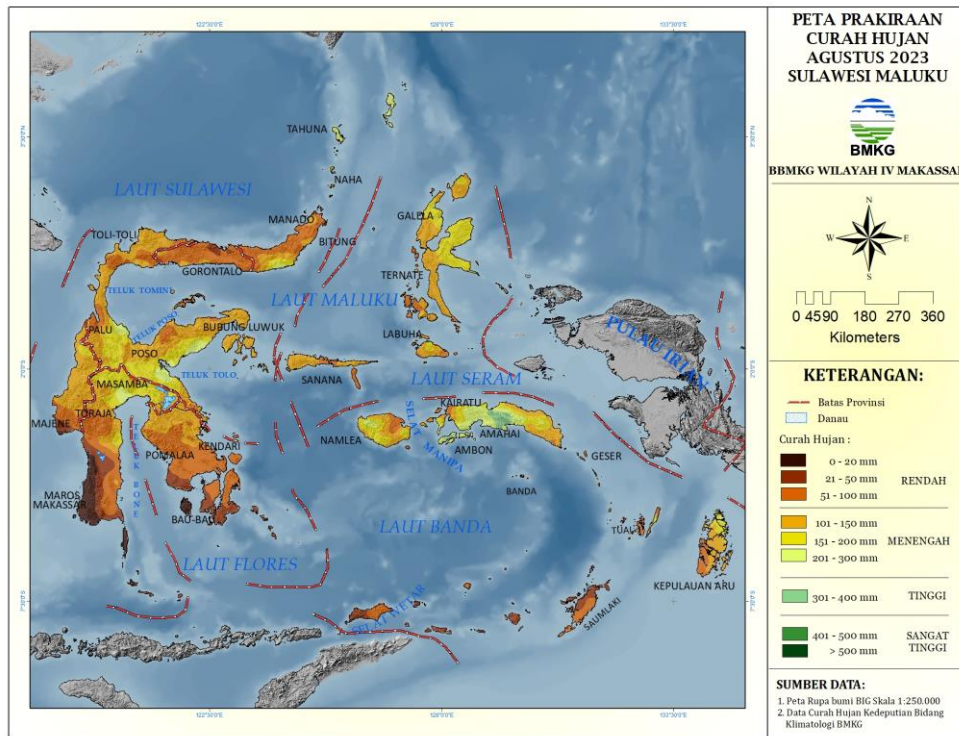
SH = Sifat hujan

A = Atas Normal, N = Normal, B = Bawah Normal

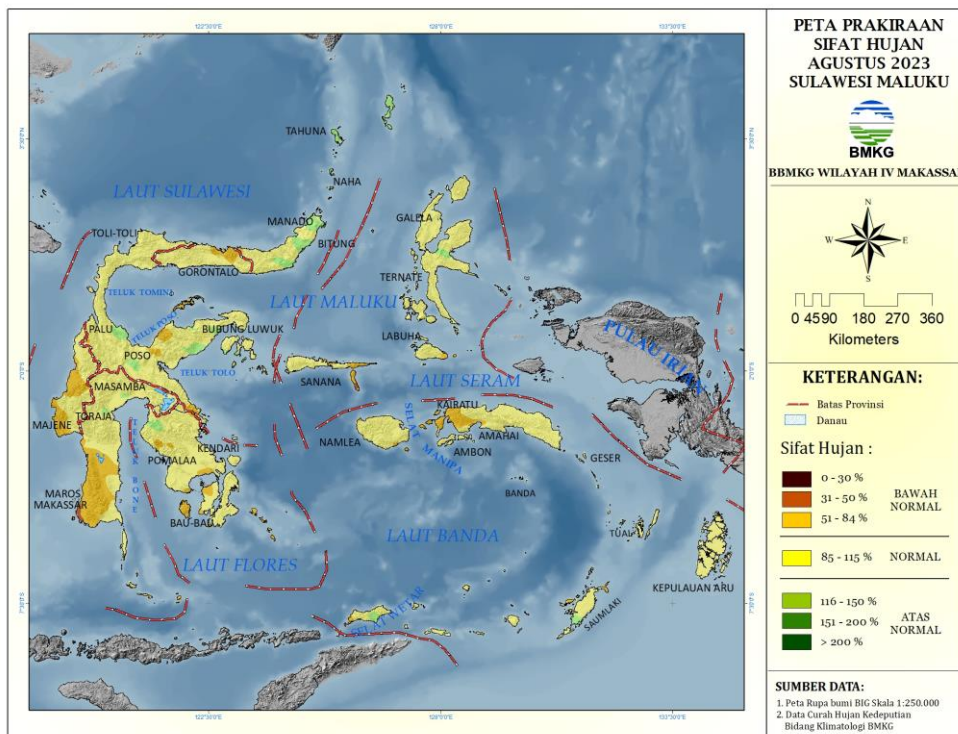
II.2. PRAKIRAAN HUJAN BULAN AGUSTUS, SEPTEMBER, DAN OKTOBER 2023

a. Prakiraan Hujan Bulan Agustus 2023

Berdasarkan hasil perhitungan statistik dan analisis kondisi fisis dan dinamis atmosfer, prakiraan curah hujan berkisar antara 2 – 294 mm dan sifat hujan Atas Normal – Bawah Normal.



Gambar 11. Prakiraan curah hujan bulan Agustus 2023



Gambar 12. Prakiraan sifat hujan bulan Agustus 2023

Tabel 6. PRAKIRAAN CURAH HUJAN DAN SIFAT HUJAN BULAN AGUSTUS 2023

NO	KABUPATEN/KOTA	LINTANG	BUJUR	AGUSTUS		PRAKIRAAN AGUSTUS 2023	
				RATA-RATA (X)	NORMAL	CURAH HUJAN	SIFAT HUJAN
1	2			3	4	9	10
I. SULAWESI UTARA							
1	KOTA MANADO	1,450	124,840	95	81 - 109	100 - 135	AN
2	KOTA BITUNG	1,443	125,180	74	63 - 86	76 - 102	AN
3	KOTA KOTAMOBAGU	0,764	124,344	95	81 - 110	86 - 116	N
4	KOTA TOMOHON	1,339	124,843	80	68 - 92	77 - 104	N
5	KAB. BOLAANG MONGONDOW	0,882	124,036	90	76 - 103	77 - 104	N
6	KAB. BOLAANG MONGONDOW SELATAN	0,388	123,982	198	168 - 228	168 - 227	N
7	KAB. BOLAANG MONGONDOW TIMUR	0,744	124,609	83	71 - 96	81 - 109	N
8	KAB. BOLAANG MONGONDOW UTARA	0,880	123,444	92	78 - 106	71 - 96	N
9	KAB. KEPULAUAN SANGIHE	3,713	125,511	182	154 - 209	215 - 291	AN
10	KAB. KEPULAUAN SIAU TAGULANDANG BIAR	2,749	125,383	143	121 - 164	152 - 206	AN
11	KAB. KEPULAUAN TALAUD	4,020	126,703	200	170 - 230	235 - 317	AN
12	KAB. MINAHASA	1,295	124,925	64	54 - 73	62 - 84	N
13	KAB. MINAHASA SELATAN	1,183	124,570	74	63 - 85	72 - 97	N
14	KAB. MINAHASA TENGGARA	1,050	124,801	94	80 - 108	94 - 127	AN
15	KAB. MINAHASA UTARA	1,430	124,977	78	66 - 90	83 - 112	AN
II. GORONTALO							
1	KOTA GORONTALO	0,499	123,085	79	67 - 91	55 - 75	BN
2	KAB. BOALEMO	0,527	122,346	111	94 - 128	99 - 134	N
3	KAB. BONE BOLANGO	0,533	123,144	78	66 - 90	57 - 77	N
4	KAB. GORONTALO	0,651	123,014	74	63 - 85	50 - 68	BN
5	KAB. GORONTALO UTARA	0,831	122,919	65	56 - 75	42 - 57	BN
6	KAB. POHUWATO	0,459	121,947	94	80 - 109	89 - 120	N
III. SULAWESI TENGAH							
1	KOTA PALU	-0,930	119,910	70	59 - 80	62 - 84	N
2	KAB. BANGGAI	-0,980	122,770	111	94 - 128	114 - 155	AN
3	KAB. BANGGAI KEPULAUAN	-1,299	123,337	139	118 - 160	121 - 164	N
4	KAB. BANGGAI LAUT	-1,602	123,539	126	107 - 145	110 - 149	N
5	KAB. BUOL	1,141	121,435	134	114 - 154	121 - 164	N
6	KAB. DONGGALA	-0,730	119,770	78	66 - 90	67 - 91	N
7	KAB. MOROWALI	-2,080	121,400	148	126 - 170	126 - 170	N
8	KAB. MOROWALI UTARA	-1,993	121,332	214	182 - 246	176 - 238	N
9	KAB. PARIGI MOUTONG	-0,880	120,220	172	146 - 198	167 - 226	N
10	KAB. POSO	-1,410	120,730	144	123 - 166	125 - 169	N
11	KAB. SIGI	-1,070	119,860	96	82 - 111	81 - 110	N
12	KAB. TOJO UNA UNA	-0,960	121,480	115	98 - 132	87 - 118	N
13	KAB. TOLITOLI	1,160	121,090	104	88 - 119	94 - 127	N
IV. SULAWESI BARAT							
1	KAB. MAMUJU	-2,544	119,068	138	117 - 158	96 - 131	BN
2	KAB. MAJENE	-3,541	118,939	34	29 - 40	16 - 22	BN
3	KAB. MAMASA	-2,921	119,371	102	87 - 118	94 - 128	N
4	KAB. MAMUJU TENGAH	-2,116	119,359	158	134 - 182	96 - 130	BN
5	KAB. MAMUJU UTARA	-1,240	119,360	144	123 - 166	102 - 139	BN
6	KAB. POLEWALI MANDAR	-3,404	119,306	64	54 - 73	52 - 70	N

NO	KABUPATEN/KOTA	LINTANG	BUJUR	AGUSTUS		PRAKIRAAN AGUSTUS 2023	
				RATA-RATA (X)	NORMAL	CURAH HUJAN	SIFAT HUJAN
1	2			3	4	9	10
V. SULAWESI SELATAN							
1	KOTA MAKASSAR	-5,144	119,452	10	9 - 12	4 - 6	BN
2	KOTA PALOPO	-2,997	120,187	117	100 - 135	114 - 154	N
3	KOTA PARE-PARE	-3,982	119,651	32	27 - 37	16 - 21	BN
4	KAB. BANTAENG	-4,409	119,619	34	29 - 39	25 - 34	N
5	KAB. BARRU	-5,526	119,962	21	18 - 24	10 - 14	BN
6	KAB. BONE	-4,563	120,325	88	75 - 101	74 - 100	N
7	KAB. BULUKUMBA	-5,564	120,181	31	26 - 35	24 - 33	N
8	KAB. ENREKANG	-3,576	119,774	91	77 - 104	78 - 106	N
9	KAB. GOWA	-5,218	119,470	14	12 - 16	6 - 8	BN
10	KAB. JENEPONTO	-5,614	119,775	5	5 - 6	3 - 4	BN
11	KAB. LUWU	-3,380	120,364	112	95 - 129	101 - 136	N
12	KAB. LUWU TIMUR	-2,640	121,307	149	127 - 172	130 - 176	N
13	KAB. LUWU UTARA	-2,554	120,324	215	182 - 247	184 - 249	N
14	KAB. MAROS	-4,998	119,572	10	8 - 11	5 - 7	BN
15	KAB. PANGKEP	-4,835	119,533	12	10 - 13	6 - 8	BN
16	KAB. PINRANG	-3,788	119,641	53	45 - 61	41 - 56	N
17	KAB. SELAYAR	-6,124	120,456	15	13 - 17	12 - 16	N
18	KAB. SIDRAP	-3,921	119,803	62	53 - 71	39 - 53	BN
19	KAB. SINJAI	-5,154	120,254	94	80 - 108	73 - 98	N
20	KAB. SOPPENG	-4,362	119,883	42	35 - 48	20 - 28	BN
21	KAB. TAKALAR	-5,425	119,432	5	4 - 6	2 - 3	BN
22	KAB. TANA TORAJA	-3,091	119,853	105	89 - 120	96 - 130	N
23	KAB. TORAJA UTARA	-2,959	119,895	105	89 - 120	96 - 130	N
24	KAB. WAJO	-4,170	120,038	59	50 - 68	36 - 48	BN
VI. SULAWESI TENGGARA							
1	KOTA KENDARI	-3,966	122,600	70	60 - 81	62 - 84	N
2	KOTA BAUBAU	-5,520	122,580	21	18 - 24	17 - 23	N
3	KAB. BOMBANA	-4,808	122,049	31	27 - 36	22 - 30	BN
4	KAB. BUTON	-5,209	122,828	54	46 - 62	44 - 59	N
5	KAB. BUTON SELATAN	-5,614	122,606	20	17 - 23	15 - 21	N
6	KAB. BUTON TENGAH	-5,280	122,350	38	32 - 44	27 - 37	N
7	KAB. BUTON UTARA	-4,823	122,991	70	59 - 80	58 - 79	N
8	KAB. KOLAKA	-4,065	121,627	74	63 - 85	57 - 77	N
9	KAB. KOLAKA TIMUR	-4,156	121,916	81	69 - 93	64 - 87	N
10	KAB. KOLAKA UTARA	-3,530	120,980	104	89 - 120	85 - 115	N
11	KAB. KONAWE	-3,872	122,093	103	87 - 118	85 - 115	N
12	KAB. KONAWE KEPULAUAN	-4,023	122,992	79	67 - 91	65 - 88	N
13	KAB. KONAWE SELATAN	-4,196	122,498	70	59 - 80	52 - 71	N
14	KAB. KONAWE UTARA	-3,578	122,151	115	98 - 132	94 - 128	N
15	KAB. MUNA	-4,985	122,482	58	49 - 67	42 - 57	N
16	KAB. MUNA BARAT	-4,785	122,493	67	57 - 77	46 - 62	BN
17	KAB. WAKATOBI	-5,286	123,579	41	35 - 47	27 - 37	BN

NO	KABUPATEN/KOTA	LINTANG	BUJUR	AGUSTUS		PRAKIRAAN AGUSTUS 2023	
				RATA-RATA (X)	NORMAL	CURAH HUJAN	SIFAT HUJAN
1	2			3	4	9	10
VII. MALUKU							
1	KOTA AMBON	-3,690	128,083	318	271 - 366	250 - 338	N
2	KOTA TUAL	-5,636	132,754	77	66 - 89	62 - 85	N
3	KAB. BURU	-3,300	126,933	79	67 - 91	58 - 78	N
4	KAB. BURU SELATAN	-3,641	126,733	180	153 - 207	137 - 185	N
5	KAB. KEPULAUAN ARU	-5,776	134,209	81	69 - 93	64 - 87	N
6	KAB. KEPULAUAN TANIMBAR	-7,983	131,300	49	42 - 56	54 - 73	AN
7	KAB. MALUKU BARAT DAYA	-8,143	127,789	44	38 - 51	34 - 47	N
8	KAB. MALUKU TENGAH	-3,330	128,940	266	226 - 306	196 - 265	N
9	KAB. MALUKU TENGGARA	-5,663	132,736	67	57 - 77	55 - 74	N
10	KAB. SERAM BAGIAN BARAT	-3,339	128,369	259	220 - 297	185 - 250	BN
11	KAB. SERAM BAGIAN TIMUR	-3,890	130,937	110	93 - 126	87 - 118	N
VIII. KAB. MALUKU UTARA							
1	KOTA TERNATE	0,776	127,379	98	83 - 112	81 - 110	N
2	KOTA TIDORE KEPULAUAN	0,707	127,451	99	84 - 114	84 - 113	N
3	KAB. HALMAHERA BARAT	1,086	127,474	115	98 - 132	103 - 140	N
4	KAB. HALMAHERA SELATAN	-0,638	127,501	104	88 - 119	83 - 112	N
5	KAB. HALMAHERA TENGAH	0,350	127,856	125	106 - 144	105 - 142	N
6	KAB. HALMAHERA TIMUR	1,133	128,212	139	118 - 160	130 - 176	N
7	KAB. HALMAHERA UTARA	1,480	127,920	151	128 - 174	139 - 187	N
8	KAB. KEPULAUAN SULA	-2,062	125,961	124	105 - 143	75 - 102	BN
9	KAB. PULAU MOROTAI	2,062	128,306	129	110 - 149	122 - 164	N
10	KAB. PULAU TALIABU	-1,938	124,407	133	113 - 153	117 - 158	N

KETERANGAN :

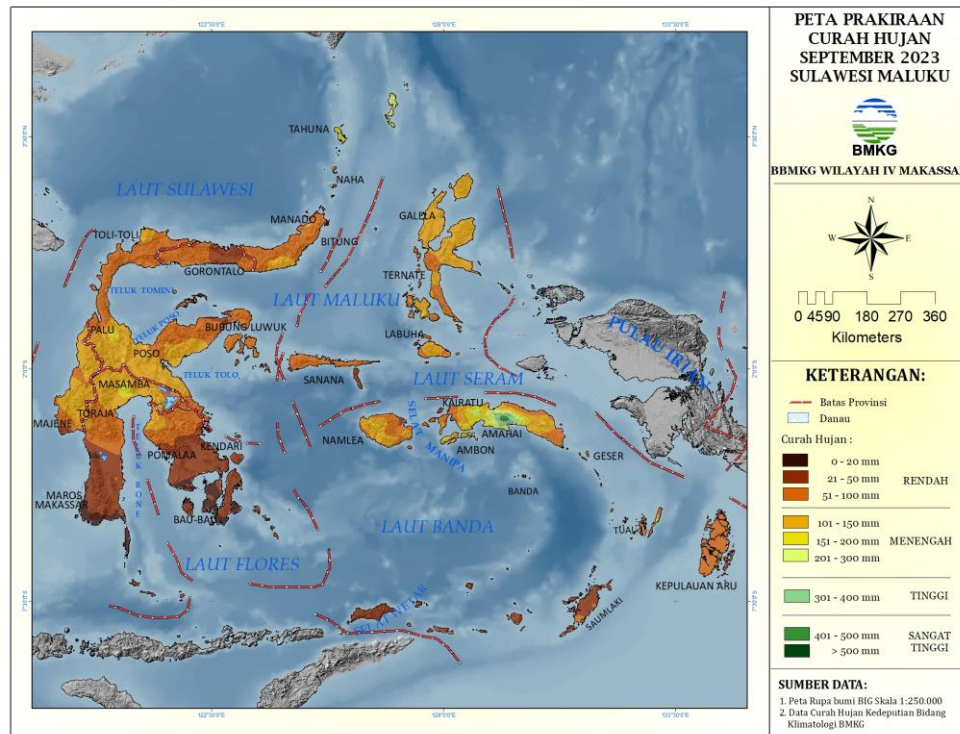
CH = Curah hujan

SH = Sifat hujan

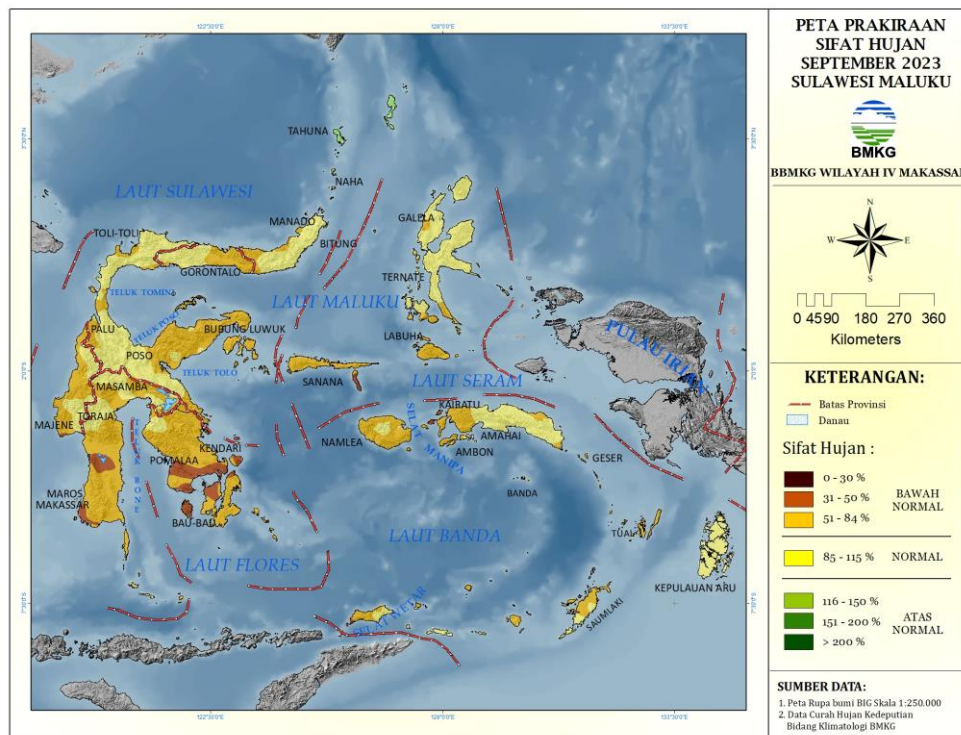
A = Atas Normal, N = Normal, B = Bawah Normal

b. Prakiraan Hujan Bulan September 2023

Berdasarkan hasil perhitungan statistik dan analisis kondisi fisis dan dinamis atmosfer, prakiraan curah hujan berkisar antara 9 – 198 mm dan sifat hujan umumnya Atas Normal – Bawah Normal.



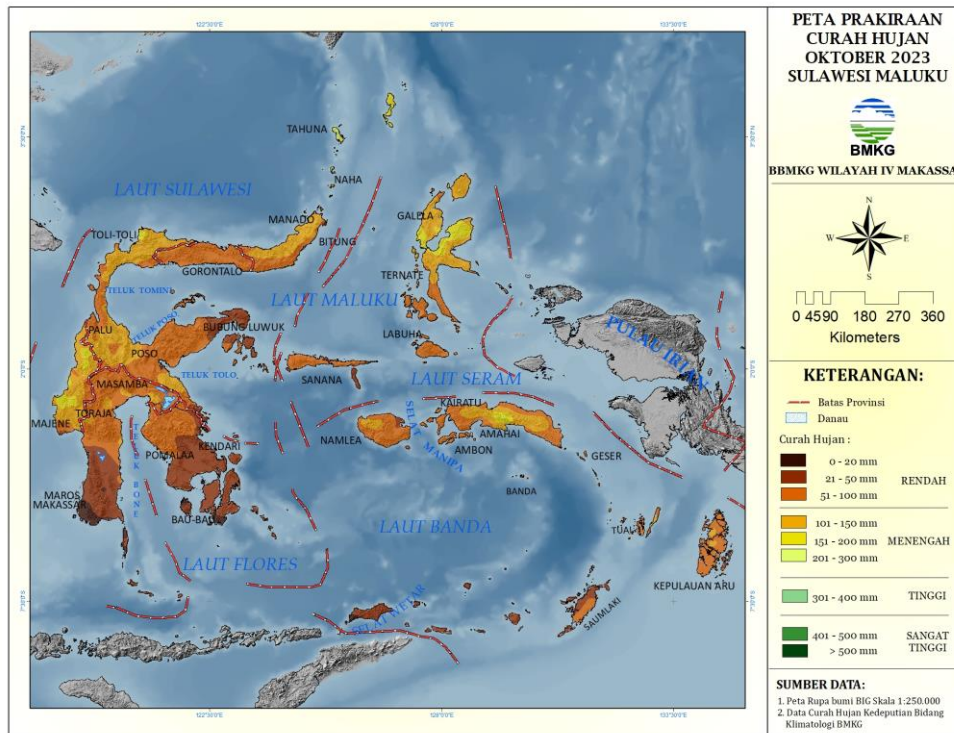
Gambar 13. Prakiraan curah hujan bulan September 2023



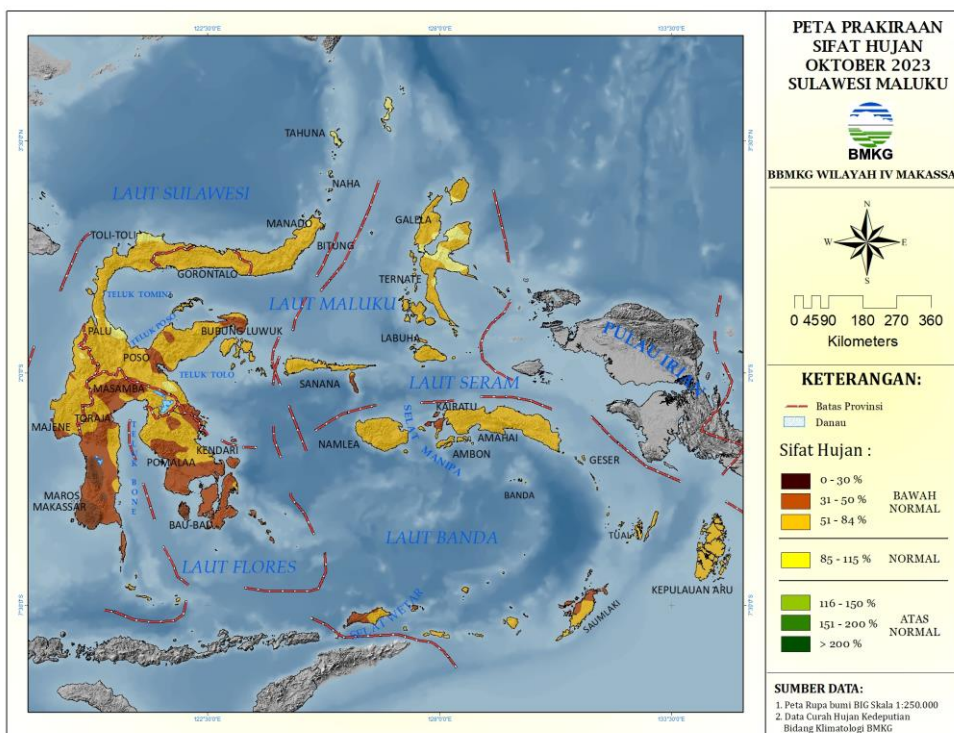
Gambar 14. Prakiraan sifat hujan bulan September 2023

c. Prakiraan Hujan Bulan Oktober 2023

Berdasarkan hasil perhitungan statistik dan analisis kondisi fisis dan dinamis atmosfer, prakiraan curah hujan berkisar antara 8 – 222 mm dan sifat hujan Bawah Normal – Normal.



Gambar 15. Prakiraan curah hujan bulan Oktober 2023

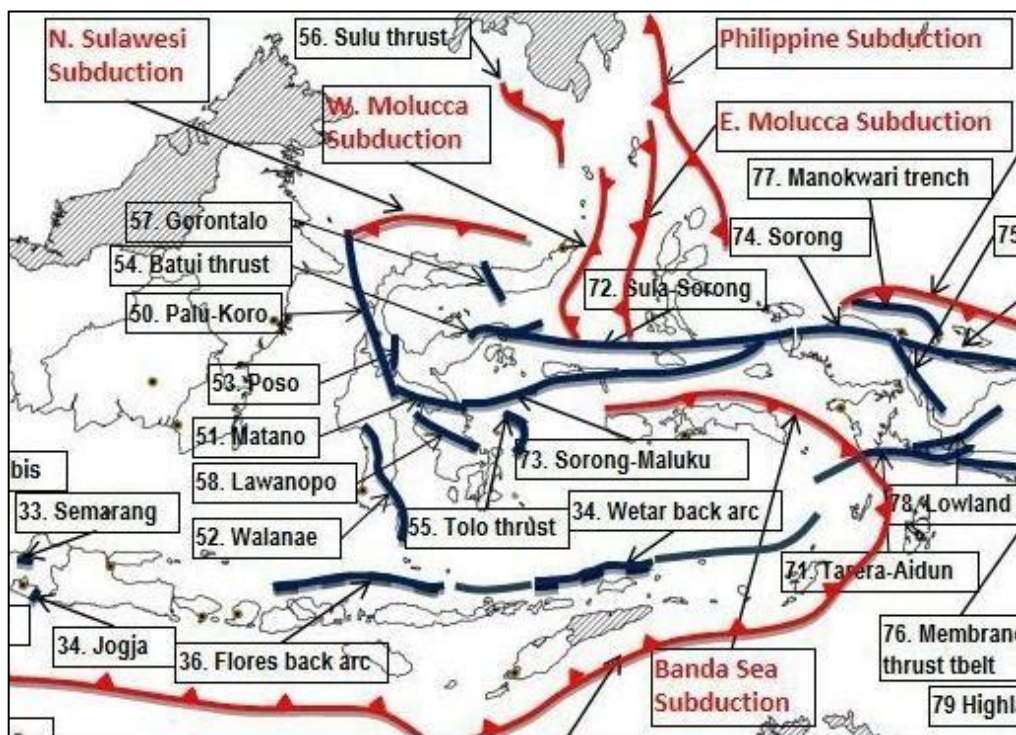


Gambar 16. Prakiraan sifat hujan bulan Oktober 2023

IV. INFORMASI GEOFISIKA

IV.1. GEMPA BUMI BULAN JUNI 2023

Wilayah Sulawesi Maluku merupakan daerah yang mempunyai seismisitas tinggi. Hal ini disebabkan Sulawesi Maluku merupakan pertemuan tiga lempeng tektonik dunia yaitu: Lempeng Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Akibat dari ketiga aktifitas lempeng tersebut, di daerah Sulawesi banyak ditemukan aktifitas sesar patahan lokal yang melintasi pulau Sulawesi sendiri. Aktifitas pada bagian utara Sulawesi dipengaruhi oleh Sesar Gorontalo, pada bagian tengah terdapat Sesar Palu Koro dan Sesar Matano, serta pada bagian selatan Sulawesi terdapat Sesar Saddang. Di daerah Maluku dikenal dengan Lempeng Laut Maluku, yaitu Lempeng Benua kecil yang mengalami tumbukan ke Palung Sangihe di bawah Busur Sangihe di Barat dan ke arah Timur di bawah Halmahera, sedangkan di sebelah Selatan terikat oleh Patahan Sorong.

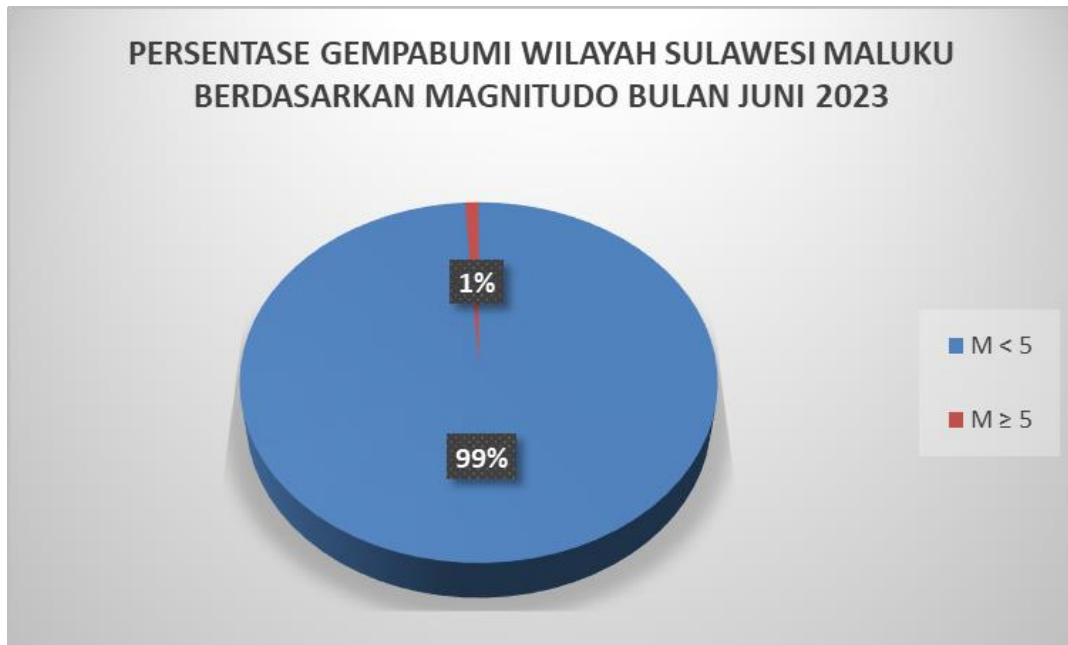


Gambar 17. Peta Tektonik di Sulawesi Maluku

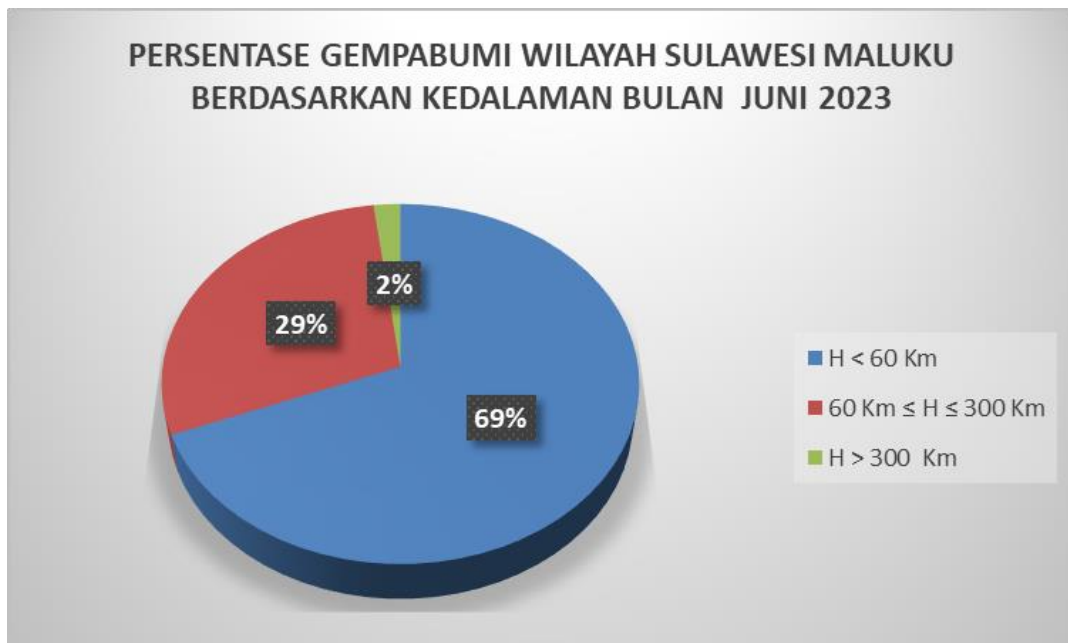
Selama bulan Juni 2023 jumlah gempabumi di wilayah Pulau Sulawesi dan Maluku yang terekam oleh alat di Balai Besar Wilayah IV Makassar adalah sebanyak 703 kejadian gempabumi. Adapun kejadian tersebut dapat dirincikan sebagai berikut :

1. Gempabumi berdasarkan atas besarnya magnitude, yaitu :
 - a. Gempabumi dengan Magnitude ≤ 5 SR sebanyak : 694 kejadian
 - b. Gempabumi dengan Magnitude > 5 SR sebanyak : 9 kejadian

2. Gempabumi berdasarkan kedalaman, yaitu :
- a. Gempabumi dangkal dengan kedalaman < 60 km : 485 kejadian
 - b. Gempabumi menengah dengan kedalaman ≥ 60 km dan ≤ 300 km : 204 kejadian
 - c. Gempabumi dalam dengan kedalaman > 300 km : 14 kejadian

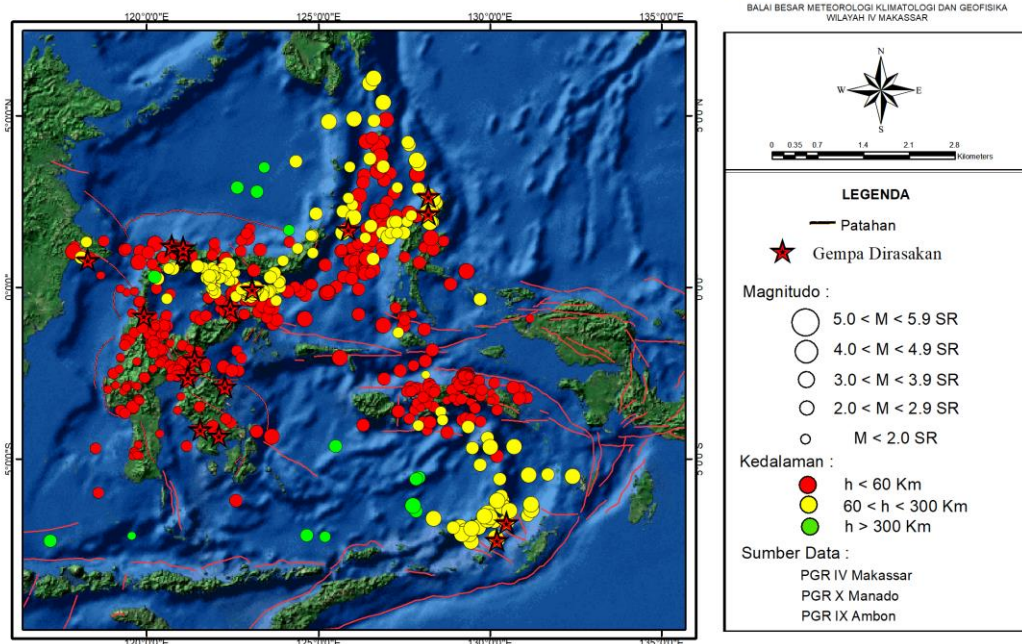


Gambar 18. Persentase Gempa Bumi Berdasarkan Magnitudo



Gambar 19. Persentase Gempa Bumi Berdasarkan Kedalaman

PETA DISTRIBUSI GEMPABUMI BULAN JUNI 2023

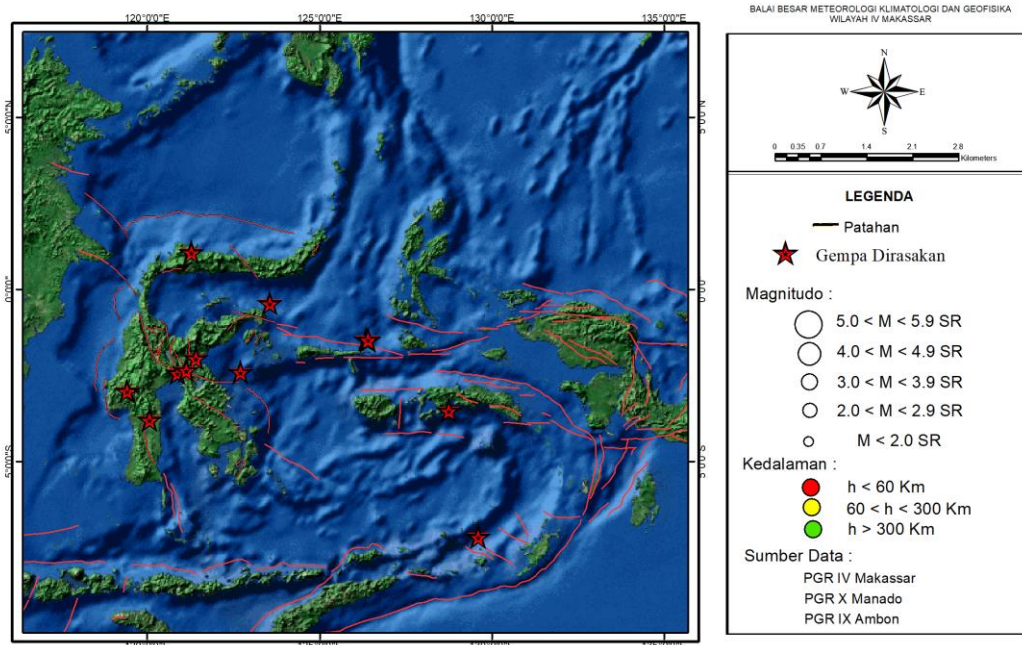


Gambar 20. Peta distribusi kejadian gempa bumi bulan Juni 2023

IV.2. GEMPA BUMI DIRASAKAN BULAN JULI 2023

Sementara pada tanggal 1 – 20 bulan Juli 2023, telah tercatat 14 kejadian gempabumi yang dirasakan di wilayah Sulawesi dan Maluku, sebagai berikut :

PETA DISTRIBUSI GEMPABUMI DIRASAKAN PERIODE 1 - 20 JULI 2023



Gambar 21. Peta distribusi kejadian gempa bumi yang dirasakan 1 – 20 Juli 2023

**TABEL 7. KEJADIAN GEMPA BUMI DIRASAKAN 01 – 20 JULI
2023 WILAYAH SULAWESI – MALUKU**

No	Tanggal	Waktu (WITA)	Lat	Long	Depth (Km)	Mag	Ket	Dirasakan
1	03 Juli	01.13.11	-1.99	121.42	5	3	9 km Timur MOROWALI UTARA-SULAWESI TENGAH	di Petasia II-III MMI
2	05 Juli	15.31.29	-2.41	120.88	3	4.5	37 km BaratLaut LUWUTIMUR-SULSEL	di Malili, Tomoni, Kalaena III MMI
3	06 Juli	05.43.22	0.62	110	8	2.6	102 km timur laut Pontianak-Kalimantan Barat	di Kec. Air Besar (Kab. Landak, Kalimantan Barat) II MMI
4	07 Juli	01.13.19	-7.17	129.62	162	6	57 km Utara Tapa-MBD, 207 km Baratlaut Saumlaki-KEP.TANIMBAR	di Saumlaki III MMI
5	09 Juli	08.35.10	-3.77	120.07	8	4.7	5 km TimurLaut SIDENRENGRAPPANG-SULSEL	di Wajo III MMI
6	09 Juli	17.44.16	1.1	121.28	51	4.9	16 km BaratLaut BUOL-SULTENG	di Toli-toli II-III MMI
7	12 Juli	14.50.31	-2.93	119.42	5	2.7	10 km Tenggara MAMASA-SULBAR	di Mamasa II MMI
8	13 Juli	07.26.41	-3.51	128.76	15	2.8	14 km Timurlaut Saparua-MALTENG, 18 km Utara Nusalaut-MALTENG	di Saparua-MALTENG II MMI
9	16 Juli	09.13.41	-1.44	126.36	4	4.8	79 km TimurLaut Sanana-MALUT	di Sanana II-III MMI
10	17 Juli	03.38.00	-2.33	121.14	4	4	28 km BaratLaut LUWUTIMUR-SULSEL	di Malili III MMI
11	17 Juli	12.42.16	-1.46	126.42	10	5.8	79 km TimurLaut SANANA-MALUT	di Sanana III-IV MMI, Falabisahaya III MMI, di Labuha dan Bobong II-III MMI
12	17 Juli	17.46.36	-1.44	126.41	10	5.2	80 km TimurLaut SANANA-MALUT	di Sanana II - III MMI
13	17 Juli	20.37.25	-0.38	123.57	48	4.7	96 km BaratDaya BOLAANGUKI-BOLSEL-SULUT	di Luwuk II-III MMI
14	19 Juli	18.47.53	-2.38	122.71	10	5	96 km TimurLaut MOROWALI-SULTENG	di Bahadopi dan Bungku III MMI

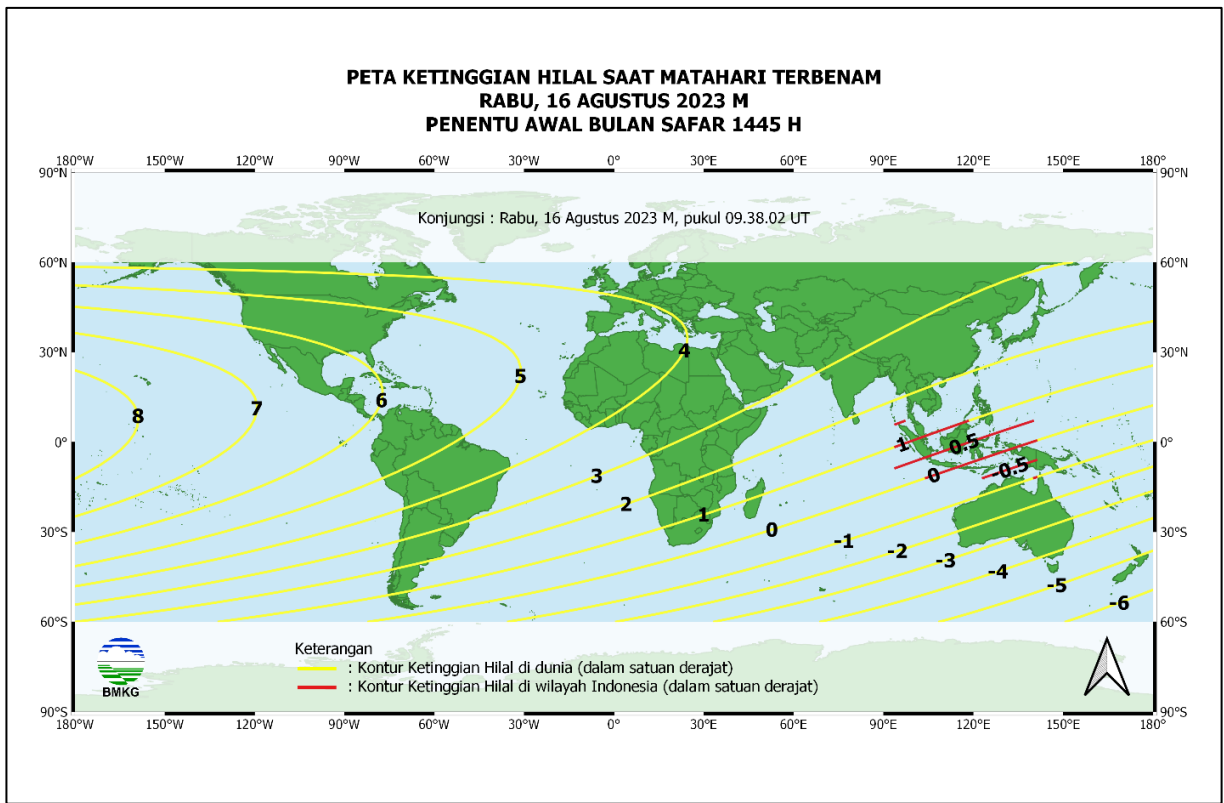
IV.3. HILAL AWAL BULAN SAFAR 1445 H

Konjungsi geosentrik atau konjungsi atau ijtima' adalah peristiwa ketika bujur ekliptika bulan sama dengan bujur ekliptika matahari dengan pengamat diandaikan berada di pusat bumi. Peristiwa ini akan kembali terjadi pada hari Rabu, 16 Agustus 2023 M pukul 09:38:02 UTC atau pukul 16:38:02 wib atau pukul 17:38:02 wita atau pukul 18:38:02 wit. Waktu terbenam matahari dinyatakan ketika bagian atas piringan matahari tepat di horizon-teramati. Berdasarkan hal ini matahari terbenam di wilayah Indonesia khususnya Sulawesi dan Maluku pada tanggal 16 Agustus 2023 M paling awal terjadi pada pukul 18:05:14 wit di Dobo dan paling akhir terjadi pada pukul 18:09:38 wita di wilayah Sulawesi Barat, Mamuju.

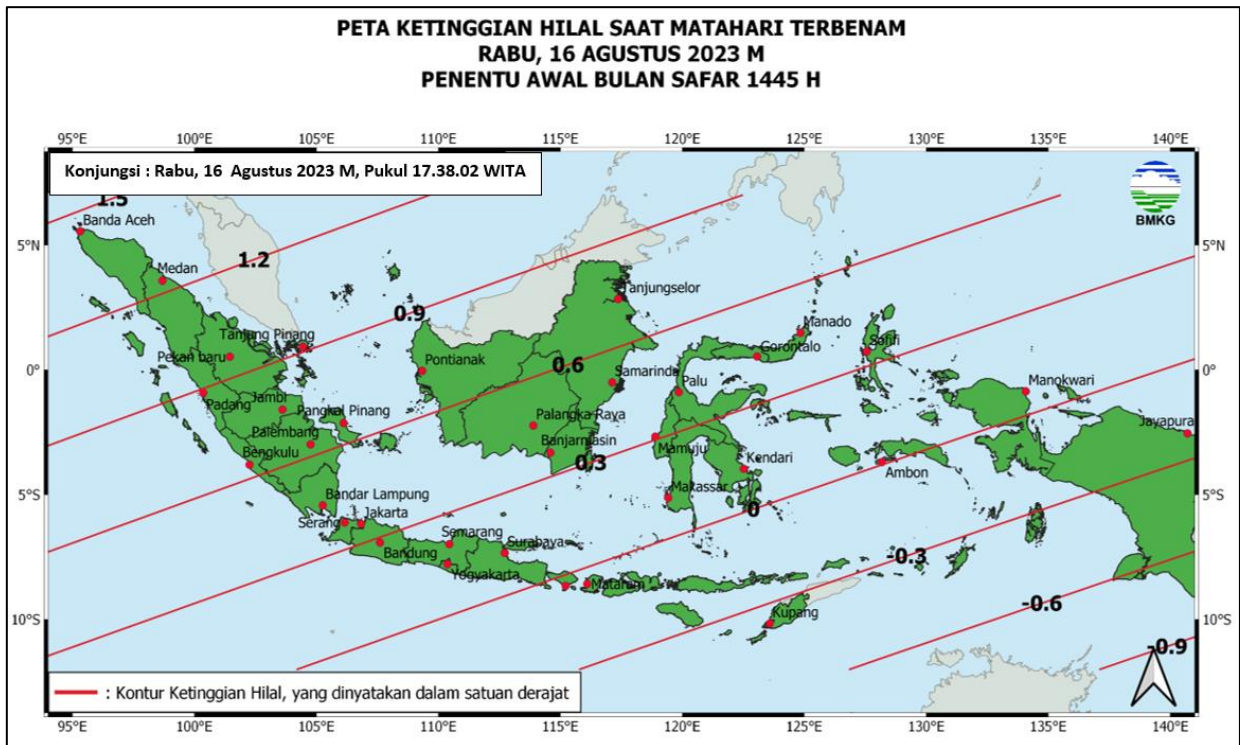
Dengan memperhatikan waktu konjungsi dan waktu matahari terbenam di atas, dapat dikatakan konjungsi terjadi sebelum matahari terbenam pada tanggal 16 Agustus 2023 M di wilayah Indonesia. Maka, secara astronomis pelaksanaan rukyat hilal penentu awal bulan Safar 1445 H bagi yang menerapkan rukyat maupun hisab dalam penentuannya adalah setelah matahari terbenam tanggal 17 Agustus 2023 M.

Pada Gambar 22 ditampilkan peta ketinggian hilal untuk pengamat di antara 60o LU sampai dengan 60o LS saat Matahari terbenam di masing-masing lokasi pengamat di permukaan bumi pada tanggal 16 Agustus 2023 M. Pada peta tersebut, tinggi hilal adalah besar sudut yang dinyatakan dari posisi proyeksi bulan di horizon-teramati hingga ke posisi pusat piringan bulan berada. Tinggi hilal positif berarti hilal berada di atas horizon pada saat matahari terbenam. Adapun tinggi hilal negatif berarti hilal berada di bawah horizon pada saat matahari terbenam.

Pada Gambar 23 ditampilkan pula ketinggian hilal untuk pengamat di Indonesia. Ketinggian hilal saat matahari terbenam tanggal 16 Agustus 2023 M berkisar -0,69o di Merauke hingga 1,47o di Sabang, dengan ketinggian hilal tersebut hilal tidak berpotensi teramati sehingga pelaksanaan rukyatul hilal dapat dilaksanakan pada saat matahari terbenam tanggal 17 Agustus 2023 M dengan tetap memperhatikan aspek cuaca, kondisi geografis dan tingkat ketelitian dari peralatan yang digunakan.



Gambar 22. Peta ketinggian Hilal tanggal 16 Agustus 2023 M untuk pengamat antara 60° LU s.d 60°LS



Gambar 23. Peta ketinggian Hilal tanggal 16 Agustus 2023 M untuk pengamat di Indonesia

**DATA HILAL DAN MATAHARI PADA SAAT MATAHARI TERBENAM
RABU, 16 AGUSTUS 2023 M**

PENENTU AWAL BULAN SAFAR 1445 H

NO	NAMA LOKASI	POSISILOKASI		WAKTU TERBENAM		AZIMUTH		KONJUNSE:		RABU, 16 AGUSTUS 2023 M, PUKUL 17.38.02 WITA		FIBULAN			
		BUJUR	LINTANG	MATAHARI	BULAN	MATAHARI	BULAN	BULAN	BULAN	TERHADAP MATAHARI (ELONGASI)	%				
SULAWESI SELATAN															
1	Makas sar	119 25,18	BT 5 7,83	LS 18.05.06	WITA 18.06.48	WITA 283	43,85	288	3,55	0	7,04	4	20,80	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
2	Pattalliasang	119 26,49	BT 5 25,24	LS 18.04.44	WITA 18.06.20	WITA 283	43,98	288	4,13	0	5,75	4	21,11	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
3	Sungguminasa	119 27,04	BT 5 12,13	LS 18.04.55	WITA 18.06.35	WITA 283	43,88	288	3,70	0	6,68	4	20,89	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
4	Pangkajene	119 32,71	BT 4 50,23	LS 18.04.53	WITA 18.06.41	WITA 283	43,74	288	3,05	0	8,13	4	20,54	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
5	Turikale	119 34,42	BT 5 0,39	LS 18.04.37	WITA 18.06.20	WITA 283	43,80	288	3,39	0	7,35	4	20,73	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
6	Baru	119 37,17	BT 4 24,42	LS 18.05.01	WITA 18.06.57	WITA 283	43,62	288	2,30	0	9,89	4	20,12	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
7	Parepare	119 38,18	BT 4 0,58	LS 18.05.20	WITA 18.07.25	WITA 283	43,54	288	1,59	0	11,58	4	19,71	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
8	Pinnang	119 39,06	BT 3 48,61	LS 18.05.28	WITA 18.07.38	WITA 283	43,52	288	1,25	0	12,42	4	19,51	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
9	Bontosunggu	119 44,37	BT 5 40,57	LS 18.03.17	WITA 18.04.45	WITA 283	44,14	288	4,81	0	4,18	4	21,48	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
10	Enrekang	119 46,41	BT 3 33,77	LS 18.05.14	WITA 18.07.27	WITA 283	43,51	288	0,91	0	13,31	4	19,30	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
11	Watan Sidenreng	119 47,18	BT 3 55,28	LS 18.04.49	WITA 18.06.55	WITA 283	43,54	288	1,53	0	11,74	4	19,68	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
12	Makale	119 51,16	BT 3 6,40	LS 18.05.21	WITA 18.07.44	WITA 283	43,53	288	0,20	0	15,15	4	18,85	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
13	Watansoppeng	119 53,18	BT 4 20,99	LS 18.04.00	WITA 18.05.56	WITA 283	43,62	288	2,35	0	9,74	4	20,16	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
14	Rantepao	119 53,92	BT 2 58,11	LS 18.05.18	WITA 18.07.44	WITA 283	43,55	288	0,01	0	15,68	4	18,73	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
15	Bantaeng	119 56,76	BT 5 32,75	LS 18.02.36	WITA 18.04.05	WITA 283	44,08	288	4,66	0	4,45	4	21,42	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
16	Sengkang	120 1,88	BT 4 8,41	LS 18.03.38	WITA 18.05.37	WITA 283	43,58	288	2,06	0	10,44	4	19,99	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
17	Palopo	120 11,52	BT 2 59,67	LS 18.04.06	WITA 18.06.30	WITA 283	43,56	288	0,24	0	15,14	4	18,86	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
18	Bulukumba	120 11,58	BT 5 33,21	LS 18.01.36	WITA 18.03.03	WITA 283	44,09	288	4,82	0	4,04	4	21,52	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
19	Balangnipa	120 15,33	BT 5 7,46	LS 18.01.46	WITA 18.03.22	WITA 283	43,89	288	4,01	0	5,83	4	21,09	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
20	Masamba	120 19,66	BT 2 33,20	LS 18.04.00	WITA 18.06.31	WITA 283	43,64	287	59,64	0	16,84	4	18,45	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
21	Watampone	120 19,74	BT 4 32,06	LS 18.02.03	WITA 18.03.52	WITA 283	43,69	288	2,95	0	8,29	4	20,51	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
22	Belopa	120 22,03	BT 3 23,54	LS 18.03.01	WITA 18.05.14	WITA 283	43,54	288	0,99	0	13,17	4	19,33	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
23	Benteng	120 27,60	BT 6 7,06	LS 17.59.58	WITA 18.01.11	WITA 283	44,45	288	6,11	0	1,17	4	22,21	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
24	Mallit	121 5,12	BT 2 38,32	LS 18.00.53	WITA 18.03.17	WITA 283	43,66	288	0,26	0	15,36	4	18,81	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
SULAWESI BARAT															
1	Manuju	118 53,30	BT 2 40,50	LS 18.09.38	WITA 18.12.18	WITA 283	43,54	287	58,90	0	18,43	4	18,08	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
2	Majene	118 57,51	BT 3 32,94	LS 18.08.30	WITA 18.10.50	WITA 283	43,47	288	0,38	0	14,57	4	19,00	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
3	Polewali	119 19,03	BT 3 24,84	LS 18.07.12	WITA 18.09.32	WITA 283	43,48	288	0,37	0	14,62	4	18,99	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
4	Pasangkayu	119 21,74	BT 1 10,46	LS 18.09.12	WITA 18.12.21	WITA 283	44,16	287	57,04	0	24,14	4	16,69	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
5	Mamas	119 22,58	BT 2 56,51	LS 18.07.25	WITA 18.09.56	WITA 283	43,52	287	59,64	0	16,56	4	18,52	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
6	Tobadak	119 29,33	BT 2 5,54	LS 18.07.48	WITA 18.10.36	WITA 283	43,73	287	58,41	0	20,04	4	17,68	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14

SULAWESI TENGAH																					
1	Palu	119	51,15	BT	0	53,64	LS	18,07,31	WITA	18,10,42	WITA	283	44,36	287	57,02	0	24,62	4	16,57	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
2	Banawa	119	44,52	BT	0	40,06	LS	18,08,11	WITA	18,11,27	WITA	283	44,51	287	56,66	0	25,74	4	16,30	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
3	Sigi Birmaru	119	52,47	BT	0	54,08	LS	18,07,25	WITA	18,10,36	WITA	283	44,35	287	57,05	0	24,55	4	16,59	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
4	Parigi	120	10,53	BT	0	48,32	LS	18,06,19	WITA	18,09,29	WITA	283	44,43	287	57,14	0	24,52	4	16,59	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
5	Poso	120	45,33	BT	1	23,40	LS	18,05,25	WITA	18,06,19	WITA	283	44,11	287	58,29	0	21,19	4	17,40	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
6	Toili-Toli	120	49,09	BT	1	2,37	LU	18,05,33	WITA	18,09,18	WITA	283	46,16	287	55,61	0	31,40	4	14,92	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
7	Kolonodale	121	20,32	BT	1	59,60	LS	18,00,30	WITA	18,03,06	WITA	283	43,87	287	59,50	0	17,76	4	18,23	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
8	Buol	121	26,29	BT	1	9,39	LU	18,03,11	WITA	18,06,54	WITA	283	46,33	287	55,98	0	31,00	4	15,02	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
9	Ampana	121	35,15	BT	0	52,08	LS	18,00,37	WITA	18,03,35	WITA	283	44,47	287	58,20	0	22,21	4	17,16	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
10	Bungku	121	58,29	BT	2	32,64	LS	17,57,26	WITA	17,59,45	WITA	283	43,73	288	0,70	0	14,47	4	19,04	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
11	Luwuk	122	47,44	BT	0	56,51	LS	17,55,43	WITA	17,58,31	WITA	283	44,48	287	59,13	0	20,14	4	17,68	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
12	Salakan	123	17,53	BT	1	18,52	LS	17,53,21	WITA	17,55,58	WITA	283	44,29	287	59,92	0	17,85	4	18,25	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
13	Banggai	123	30,08	BT	1	35,38	LS	17,52,15	WITA	17,54,44	WITA	283	44,15	288	0,41	0	16,34	4	18,63	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
SULAWESI TENGGARA																					
1	Kendari	122	31,00	BT	3	57,96	LS	17,53,52	WITA	17,55,36	WITA	283	43,69	288	3,26	0	7,52	4	20,73	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
2	Lasusua	120	52,45	BT	3	29,92	LS	18,00,53	WITA	18,03,00	WITA	283	43,57	288	1,48	0	11,97	4	19,63	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
3	Kolaka	121	35,50	BT	4	3,57	LS	17,57,28	WITA	17,59,17	WITA	283	43,65	288	2,86	0	8,48	4	20,48	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
4	Tirawuta	121	55,29	BT	4	1,56	LS	17,56,11	WITA	17,57,58	WITA	283	43,66	288	3,00	0	8,14	4	20,57	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
5	Rumbia	122	0,60	BT	4	44,85	LS	17,55,07	WITA	17,56,38	WITA	283	43,84	288	4,32	0	4,86	4	21,35	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
6	Unaaha	122	2,99	BT	3	51,26	LS	17,55,50	WITA	17,57,41	WITA	283	43,65	288	2,79	0	8,69	4	20,44	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
7	Wanggudu	122	6,50	BT	3	30,89	LS	17,55,56	WITA	17,57,53	WITA	283	43,63	288	2,27	0	10,08	4	20,10	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
8	Andolo	122	11,83	BT	4	20,70	LS	17,54,46	WITA	17,56,24	WITA	283	43,74	288	3,71	0	6,34	4	21,01	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
9	Laworo	122	29,56	BT	4	47,40	LS	17,53,09	WITA	17,54,35	WITA	283	43,88	288	4,67	0	3,96	4	21,59	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
10	Labungkari	122	29,77	BT	5	17,50	LS	17,52,38	WITA	17,53,54	WITA	283	44,08	288	5,60	0	1,76	4	22,11	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
11	Batauga	122	35,79	BT	5	35,39	LS	17,51,57	WITA	17,53,05	WITA	283	44,24	288	6,22	0	0,29	4	22,47	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
12	Bau-Bau	122	36,34	BT	5	27,42	LS	17,52,02	WITA	17,53,13	WITA	283	44,17	288	5,97	0	0,86	4	22,33	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
13	Raha	122	43,71	BT	4	50,26	LS	17,52,09	WITA	17,53,33	WITA	283	43,91	288	4,90	0	3,40	4	21,73	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
14	Pasarwajo	122	50,73	BT	5	29,99	LS	17,51,02	WITA	17,52,10	WITA	283	44,21	288	6,19	0	0,32	4	22,47	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
15	Langara	122	59,34	BT	4	1,64	LS	17,51,55	WITA	17,53,34	WITA	283	43,72	288	3,65	0	6,55	4	20,98	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
16	Buranga	123	10,82	BT	4	47,05	LS	17,50,24	WITA	17,51,46	WITA	283	43,91	288	5,06	0	2,96	4	21,85	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
17	Wangi-Wangi	123	32,16	BT	5	19,48	LS	17,48,27	WITA	17,49,34	WITA	283	44,15	288	6,25	0	0,06	4	22,56	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
GORONTALO																					
1	Corontalo	123	3,62	BT	0	32,27	LU	17,56,06	WITA	17,59,23	WITA	283	45,73	287	57,76	0	26,05	4	16,25	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
2	Marisa	121	55,89	BT	0	28,12	LU	18,00,32	WITA	18,03,57	WITA	283	45,60	287	56,99	0	27,39	4	15,90	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
3	Tilamuta	122	20,64	BT	0	31,70	LU	17,58,57	WITA	18,02,20	WITA	283	45,68	287	57,24	0	27,04	4	15,99	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
4	Kwandang	122	54,94	BT	0	50,14	LU	17,56,58	WITA	18,00,23	WITA	283	46,04	287	57,38	0	27,52	4	15,89	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
5	Limboto	122	58,81	BT	0	37,59	LU	17,56,30	WITA	17,59,50	WITA	283	45,82	287	57,62	0	26,54	4	16,13	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
6	Suwawa	123	8,30	BT	0	33,09	LU	17,55,48	WITA	17,59,05	WITA	283	45,75	287	57,81	0	26,00	4	16,26	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14

SULAWESI UTARA																					
1	Manado	124	50,59	BT	1	29,27	LU	17,49,54	WITA	17,53,19	WITA	283	46,91	287	58,32	0	27,51	4	15,95	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
2	Boroko	123	15,91	BT	0	54,39	LU	17,55,38	WITA	17,59,02	WITA	283	46,14	287	57,58	0	27,32	4	15,94	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
3	Bolaang Uki	123	59,06	BT	0	22,91	LU	17,52,15	WITA	17,55,23	WITA	283	45,62	287	58,59	0	24,06	4	16,76	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
4	Lolak	124	0,66	BT	0	52,55	LU	17,52,37	WITA	17,55,56	WITA	283	46,14	287	58,17	0	26,12	4	16,26	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
5	Kotamobagu	124	19,00	BT	0	44,24	LU	17,51,16	WITA	17,54,29	WITA	283	46,00	287	58,52	0	25,09	4	16,52	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
6	Amurang	124	34,14	BT	1	11,02	LU	17,50,41	WITA	17,54,02	WITA	283	46,52	287	58,34	0	26,62	4	16,16	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
7	Tutuyan	124	36,87	BT	0	45,85	LU	17,50,06	WITA	17,53,17	WITA	283	46,05	287	58,72	0	24,78	4	16,61	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
8	Ratahan	124	48,09	BT	1	3,28	LU	17,49,38	WITA	17,52,54	WITA	283	46,38	287	58,62	0	25,74	4	16,38	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
9	Tomohon	124	50,26	BT	1	19,14	LU	17,49,45	WITA	17,53,07	WITA	283	46,70	287	58,44	0	26,80	4	16,12	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
10	Tondano	124	54,80	BT	1	17,78	LU	17,49,25	WITA	17,52,46	WITA	283	46,68	287	58,52	0	26,60	4	16,17	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
11	Airmadidi	124	58,58	BT	1	25,76	LU	17,49,18	WITA	17,52,41	WITA	283	46,85	287	58,47	0	27,08	4	16,06	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
12	Bitung	125	7,78	BT	1	26,08	LU	17,48,42	WITA	17,52,04	WITA	283	46,86	287	58,58	0	26,88	4	16,12	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
13	Ondong Siau	125	21,62	BT	2	44,52	LU	17,49,03	WITA	17,52,52	WITA	283	48,73	287	57,95	0	32,07	4	14,85	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
14	Tahuna	125	29,27	BT	3	36,53	LU	17,49,24	WITA	17,53,30	WITA	283	50,22	287	57,68	0	35,53	4	14,01	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
15	Melonguane	126	40,63	BT	4	0,34	LU	17,45,02	WITA	17,49,08	WITA	283	51,02	287	58,55	0	35,52	4	14,07	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
MALUKU UTARA																					
1	Sofifi	127	33,57	BT	0	44,18	LU	18,38,18	WIT	18,41,07	WIT	283	46,17	288	0,95	0	20,43	4	17,85	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
2	Bobong	124	23,03	BT	1	56,93	LS	18,48,22	WIT	18,50,37	WIT	283	44,04	288	1,47	0	13,51	4	19,35	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
3	Sanana	125	58,80	BT	2	3,76	LS	18,41,52	WIT	18,43,53	WIT	283	44,09	288	2,67	0	10,69	4	20,13	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
4	Ternate	127	23,12	BT	0	47,91	LU	18,39,03	WIT	18,41,55	WIT	283	46,23	288	0,77	0	20,94	4	17,71	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
5	Soa-Siu	127	26,69	BT	0	39,10	LU	18,38,40	WIT	18,41,29	WIT	283	46,08	288	0,93	0	20,23	4	17,89	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
6	Jailolo	127	28,03	BT	1	3,94	LU	18,38,59	WIT	18,41,56	WIT	283	46,54	288	0,63	0	21,97	4	17,47	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
7	Labuha	127	28,62	BT	0	37,47	LS	18,37,17	WIT	18,39,38	WIT	283	44,94	288	2,08	0	14,72	4	19,25	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
8	Weda	127	52,67	BT	0	19,86	LU	18,36,37	WIT	18,39,16	WIT	283	45,78	288	1,51	0	18,24	4	18,41	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
9	Tobelo	128	0,60	BT	1	43,55	LU	18,37,28	WIT	18,40,35	WIT	283	47,39	288	0,62	0	24,00	4	17,00	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
10	Maba	128	17,69	BT	0	41,65	LU	18,35,19	WIT	18,38,02	WIT	283	46,17	288	1,53	0	19,19	4	18,21	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
11	Daruba	128	21,74	BT	2	2,73	LU	18,36,22	WIT	18,39,34	WIT	283	47,85	288	0,71	0	24,86	4	16,82	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,14
MALUKU																					
1	Ambon	128	10,64	BT	3	41,80	LS	18,31,29	WIT	18,32,37	WIT	283	43,96	288	6,29	0	0,33	4	22,82	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
2	Namrole	126	50,47	BT	3	47,54	LS	18,36,44	WIT	18,38,00	WIT	283	43,89	288	5,61	0	1,88	4	22,33	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
3	Namlea	127	5,94	BT	3	15,47	LS	18,36,13	WIT	18,37,39	WIT	283	43,90	288	4,99	0	3,84	4	21,87	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
4	Tiakur	127	47,32	BT	8	10,23	LS	18,28,38	WIT	18,28,08	WIT	283	46,80	288	14,19	0	-19,27	4	27,42	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
5	Pitu	128	11,31	BT	3	3,79	LS	18,32,03	WIT	18,33,25	WIT	283	43,97	288	5,41	0	3,09	4	22,15	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
6	Masohi	128	57,55	BT	3	18,28	LS	18,28,44	WIT	18,29,55	WIT	283	44,00	288	6,22	0	0,90	4	22,76	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
7	Bula	130	29,16	BT	3	6,15	LS	18,22,50	WIT	18,23,54	WIT	283	44,09	288	6,92	0	-0,47	4	23,26	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
8	Saumlaki	131	18,23	BT	7	58,48	LS	18,14,46	WIT	18,13,53	WIT	283	46,76	288	15,45	0	-23,89	4	28,90	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
9	Langgur	132	44,01	BT	5	38,96	LS	18,11,21	WIT	18,11,10	WIT	283	44,81	288	11,94	0	-15,29	4	27,11	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
10	Tual	132	44,21	BT	5	39,03	LS	18,11,20	WIT	18,11,09	WIT	283	44,81	288	11,95	0	-15,30	4	27,11	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15
11	Dobo	134	13,93	BT	5	45,66	LS	18,05,14	WIT	18,04,50	WIT	283	44,95	288	12,95	0	-18,11	4	28,01	Bulan di sebelah Utara - Atas Matahari	0,15

KAJIAN SEISMOTEKTONIK DI PERAIRAN BUTON SELATAN, SULAWESI TENGGARA

STUDY OF SEISMOTECTONIC IN SOUTH BUTON SEA, SOUTHEAST SULAWESI

Imanuela Indah Pertiwi¹, Marniati²

1. Stasiun Geofisika Kelas IV Kendari
2. Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV Makassar
e-mail : imanuela.pertiwi@bmgk.go.id

ABSTRAK

Gempabumi yang terjadi pada tanggal 09 Oktober 2020 dengan magnitudo M 5.3 dan kedalaman 10 km, berpusat di laut pada jarak 44 km arah Barat Daya Kabupaten Buton Selatan serta diikuti oleh gempabumi susulan berjumlah 33 kejadian hingga November 2020. Penyebab terjadinya gempabumi diperkirakan akibat aktivitas Sesar Lokal. Hingga September 2022, aktivitas seismik masih terjadi di perairan Buton Selatan. Belum adanya studi ataupun referensi yang menyebutkan secara pasti tentang penamaan sesar atau patahan di perairan Buton Selatan, sehingga perlu dilakukan kajian seismotektonik di wilayah ini melalui parameter kejadian gempabumi yang terjadi. Penelitian dilakukan di perairan Buton Selatan pada koordinat 5°40' LS – 7°00' LS dan 122°00' BT – 123°20' BT menggunakan data parameter kejadian gempabumi katalog USGS dan BMKG dari tahun 1978 hingga September 2022. Seismisitas kejadian gempabumi di perairan Buton Selatan menunjukkan peningkatan dengan magnitudo yang bervariasi mulai dari M > 2 hingga M 5.5, serta kedalaman yang dangkal hingga dalam. Peningkatan jumlah kejadian gempabumi menunjukkan adanya struktur tektonik yang terbentuk di perairan Buton Selatan. Perhitungan kemungkinan nilai frekuensi kejadian gempabumi adalah satu (N=1) berdasarkan metode likelihood di wilayah perairan Sulawesi Tenggara diperoleh untuk magnitudo M=6. Data diagram bola yang diperoleh dari beberapa sumber yaitu USGS, GFZ, dan Global CMT, terlihat bahwa struktur tektonik yang terbentuk di perairan Buton Selatan adalah sesar/patahan naik dengan pergeseran (*oblique thrust fault*).

Kata kunci : jumlah gempabumi, magnitudo, likelihood diagram bola, sesar

ABSTRACT

The earthquake that occurred on October 9, 2020 with magnitude M 5.3 and depth 10 km have epicenter in the sea at a distance of 44 km to the southwest of South Buton Regency and was followed by 33 aftershocks as of November 2020. The cause of the earthquake is thought to be due to local fault activity. Until September 2022, seismic activity still occurs in the sea of South Buton. There is no study or reference that clearly mentions the naming of faults in the sea of South Buton, so it is necessary to conduct a seismotectonic study in this area through the parameters of the earthquake that occurred. The study was conducted in South Buton sea at coordinates latitude 5°40'S – 7°00'S and longitude 122°00'E – 123°00'E using earthquake event parameter data from the USGS and BMKG catalogs from 1978 to September 2022. The seismicity of earthquake in South Buton sea shows an increase with varying magnitudes from M > 2 to M 5.5, and depths from shallow to deep. The increase in the number of earthquake shows that there are tectonic structures formed in the sea of South Buton. The calculation of the probability frequency value of earthquake occurrences is one (N=1) based on the likelihood method in the sea of Southeast Sulawesi obtained for magnitude M=6. Beach ball data obtained from several sources, like USGS, GFZ, and Global CMT, it appears that the tectonic structure formed in South Buton sea is an oblique thrust fault.

Keywords : number of earthquake, magnitude, likelihood, beach ball, fault

PENDAHULUAN

Pola struktur di perairan Pulau Buton sangat dipengaruhi oleh kondisi tektonik yang terjadi dan berkembang di wilayah timur Sulawesi. Sebagai dampak proses tektonik tersebut mengakibatkan terbentuknya struktur geologi, seperti lipatan, sesar naik, sesar turun, sesar geser mendatar, dan kelurusan (Sidarto dan Syaiful Bachri, 2013). Sesar-sesar ini umumnya berarah timurlaut – baratdaya di Buton Selatan, berarah utara – selatan di Buton Tenggara, dan berarah baratlaut – tenggara di Buton Utara. Sesar utama mempunyai arah sejajar dengan arah memanjangnya tubuh batuan pra-Tersier dan sumbu cekungan sedimen.

Pulau-pulau kecil yang terdapat di perairan Pulau Buton sangat menarik karena memiliki struktur geologi yang tidak dapat dipisahkan. Di bagian timur Pulau Buton terdapat cekungan Buton. Cekungan ini dibatasi oleh Laut Banda di bagian utara dan timur. Di bagian selatan berbatasan dengan Laut Flores dan di bagian barat berbatasan dengan punggung tengah Pulau Buton.

Kondisi geologi di Perairan Pulau Buton berdasarkan pada hasil rekaman seismik pantul dangkal menunjukkan di bagian selatan Pulau Buton dengan arah lintasan baratdaya – timurlaut memiliki kedalaman laut mencapai 600 meter di bagian baratdaya. Adanya tinggian yang berbeda pola di bagian baratdaya dan timurlaut menunjukkan adanya proses tektonik yang aktif, yang dapat diamati pada bentuk dan ketidak teraturan morfologi dasar lautnya. Struktur geologi pada lintasan ini lebih dominan terbentuk karena adanya perlipatan maupun pengangkatan (Arifin dan Tomy, 2015).

Sedangkan pada lintasan yang berarah baratlaut - tenggara juga memiliki kedalaman laut mencapai 600 meter ke arah lepas pantai. Morfologi dasar laut bergelombang dan terlihat adanya tinggian-tinggian yang agak menonjol. Pada keadaan ini dapat diamati bahwa proses tektonik yang cukup kuat mempengaruhi terbentuknya struktur geologi berupa sesar, pengangkatan, dan instrusi. Gejala ini menunjukkan bahwa proses tektonik masih aktif dan berlangsung sampai sekarang.

Selanjutnya di bagian baratdaya Pulau Buton dengan arah lintasan utara – selatan dan sejajar pantai memiliki kedalaman laut mencapai hingga 300 meter di bagian selatannya. Morfologi dasar lautnya relatif agak kasar dan mempunyai kemiringan yang cukup tajam. Bagian tengah lintasan terdapat tonjolan yang diduga adalah terumbu karang. Terumbu karang ini banyak ditemukan di laut dangkal sekitar pantai. Gejala tektonik tidak tampak pada lintasan ini ditandai dengan tidak adanya struktur geologi yang tampak pada rekaman penampang seismiknya.

Bagian timur Pulau Buton dengan arah lintasan timur – barat, di bagian timurnya terlihat adanya cekungan yang diisi sedimen yang cukup tebal. Cekungan ini diduga adalah penerusan dari selat antara Pulau Buton dan Pulau Muna. Sedimen yang mengisi cekungan ini cenderung didominasi dari daratan Pulau Buton dengan konfigurasi pantulan sejajar yang agak miring mengikuti kemiringan lereng dari daratan Pulau Buton. Ke arah baratdaya dari cekungan terlihat adanya tinggian yang diduga adalah penerusan dari pulau-pulau kecil yang banyak terdapat di sekitar Pulau Buton bagian selatan. Struktur geologi tidak begitu tampak, akan tetapi dapat diduga bahwa lintasan ini masih dipengaruhi oleh adanya gejala tektonik yang masih aktif.

Gempabumi sangat dipengaruhi oleh pergerakan lempeng atau batuan. Oleh karena itu sesar/patahan harus diketahui. Sesar terjadi ketika batuan mengalami tekanan dan suhu yang rendah sehingga sifatnya menjadi rapuh. Adapun bidang sesar yang merupakan permukaan fraktur suatu patahan terdiri dari dua bagian, yaitu bagian atas/dinding gantung (*hanging wall*) dan bagian bawahnya/dinding kaki (*foot wall*). Keduanya terjadi apabila bidang sesar tidak tegak lurus (Sunarjo dkk., 2012).

Deskripsi lengkap tentang sumber gempabumi dijelaskan secara matematis oleh seismik momen tensor. Seismik momen tensor memberikan gambaran lengkap gaya yang terkait dengan sumber gempa secara matematis. Seismik momen tensor dapat didekomposisi menjadi sejumlah tensor *double-couple* dan *nondouble-couple*. Paling banyak kejadian gempabumi diasumsikan sebagai sumber *double couple*, dengan komponen *nondouble-couple* yang timbul dari noise pada data. Namun beberapa gempabumi juga dapat merupakan sumber *nondouble-couple* (seperti beberapa gempabumi dalam).

Pada tanggal 09 Oktober tahun 2020 pukul 10:57:20 WITA, wilayah Siompu Barat diguncang gempabumi tektonik dengan magnitudo M 5.3 dan kedalaman 10 km. Epicenter (pusat gempabumi) berada tepat di laut pada jarak 44 km arah Barat Daya Kabupaten Buton Selatan, Sulawesi Tenggara. Dampak gempabumi berdasarkan laporan masyarakat berupa guncangan yang dirasakan di wilayah

Buton Selatan pada skala intensitas III MMI dan di wilayah Buton pada skala intensitas II MMI. Gempabumi ini juga diikuti dengan gempabumi susulan berjumlah 33 kejadian hingga November 2020. Penyebab terjadinya gempabumi diperkirakan akibat aktivitas Sesar Buton segmen B. Namun referensi yang ada menggambarkan letak Sesar Buton tersebut tidak sampai di perairan Buton Selatan (Buku Pusgen, 2017). Hal ini menjadi perhatian khusus diduga terdapat Sesar Lokal di perairan Buton Selatan, sebab hingga September 2022 aktivitas seismik masih terjadi di wilayah ini.

Kejadian seismotektonik ini dipengaruhi oleh kondisi geologi di perairan Buton Selatan. Belum adanya studi ataupun referensi yang menyebutkan secara pasti tentang penamaan sesar atau patahan di perairan Buton Selatan, sehingga perlu dilakukan kajian seismotektonik di wilayah ini melalui parameter-parameter kejadian gempabumi yang terjadi.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di perairan Buton Selatan pada koordinat 5°40' LS – 7°00' LS dan 122°00' BT – 123°20' BT. Data yang digunakan adalah data parameter kejadian gempabumi katalog USGS dan BMKG dari tahun 1978 hingga September 2022. Kajian terhadap seismotektonik di perairan Buton Selatan didasarkan pada penentuan frekuensi aktivitas, besaran magnitudo, dan mekanisme sumber (*focal mechanism*). Metode penentuan sebaran frekuensi aktivitas gempabumi berdasarkan pada semua besaran magnitudo, sedangkan data diagram bola (*beach ball*) hanya dapat dihasilkan oleh gempabumi dengan magnitudo di atas 4.5 yang diperoleh dari katalog *Global CMT* dan Geofon GFZ Postdam. Pengolahan data parameter kejadian gempabumi dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel dan ArcGIS.

Parameter Tektonik, dan Seismisitas Metode Likelihood

Distribusi frekuensi magnitudo diplot untuk melihat kelengkapan data sehingga diketahui nilai magnitudo *completeness*-nya (M_c). Nilai-a dan nilai-b dihitung dengan menggunakan metode likelihood berdasarkan persamaan empiris Gutenberg Richter berikut:

$$\text{Log}(N) = a' - bM \dots\dots\dots (1)$$

dengan $a' = a - \log(b \ln 10)$, dimana :

N = jumlah kumulatif gempabumi pada wilayah penelitian dengan magnitudo lebih besar atau sama dengan M .

a = parameter model regresi yang menyatakan kondisi seismic tahunan.

b = parameter model regresi yang menyatakan kondisi tektonik.

Estimasi likelihood nilai-b diberikan sebagai :

$$b = \frac{\log e}{M - M_o}$$

sehingga estimasi nilai-a pada persamaan (1) adalah:

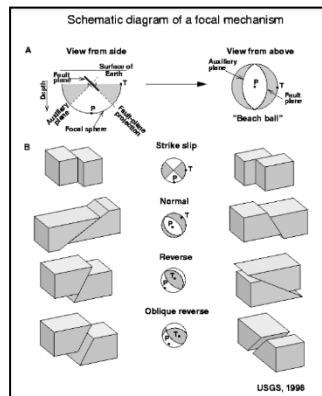
$$a = \log N + \log(b \ln 10) + M_o b \dots\dots\dots (3)$$

dengan N , M , dan M_o masing-masing adalah jumlah kumulatif data yang digunakan, magnitudo rata-rata, dan magnitudo terkecil dalam blok volume yang dikaji.

Wilayah dengan nilai-b yang rendah biasanya berkorelasi dengan tingkat stress yang tinggi, sedangkan nilai-b yang tinggi berkorelasi dengan tingkat stress yang rendah. Hal ini berarti bahwa wilayah dengan nilai-b yang rendah berpotensi lebih besar akan terjadi gempabumi (Reiter, Leon. 1991). Selain itu, wilayah dengan heterogenitas yang besar berkorelasi dengan nilai-b yang tinggi (Molchan et al., 1999). Hal ini berarti bahwa wilayah dengan nilai-b yang lebih rendah dibandingkan nilai-b di wilayah sekitarnya memiliki batuan yang lebih homogen.

Diagram Bola (*Beach Ball*)

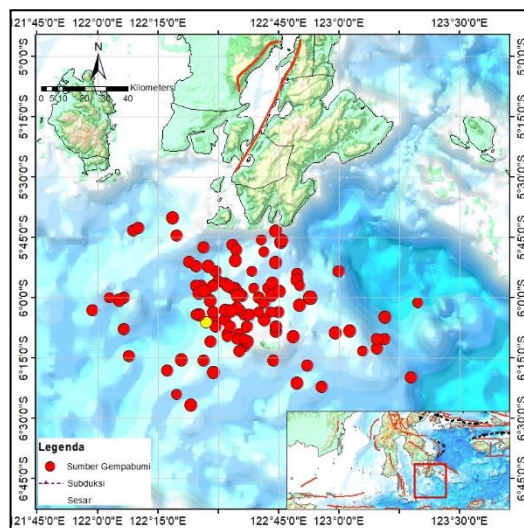
Beberapa gambaran solusi mekanisme fokus dimana kuadran kompresional ditampilkan dalam warna abu-abu dan kuadran dilatasi ditampilkan dalam warna putih. Lokasi sumbu P dan T masing-masing memotong diagram bola di dua titik (satu di belahan bumi atas dan satu lagi di belahan bumi bawah). Garis dimana dua bidang nodal bertemu disebut sebagai sumbu N atau sumbu B. Pada beberapa katalog data diagram bola di dunia, gambaran *beach ball* untuk menunjukkan mekanisme sumber gempa bumi yang terjadi hanya dapat dihasilkan oleh gempa bumi dengan magnitudo $M > 4.5$. Namun seismik momen tensor umumnya dapat diinversi dari bentuk gelombang seismik lokal dan regional untuk kejadian gempa bumi magnitudo $M > 3.5$ dengan menggunakan *Green Function* untuk menghitung sintesis seismogram. Jenis sesar yang diidentifikasi menggunakan diagram bola terdiri dari tiga ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Diagram bola (mekanisme sumber) dari jenis-jenis sesar (USGS, 1996)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seismisitas di perairan Buton Selatan dapat dilihat pada peta sebaran *epicenter* kejadian gempa bumi berikut.

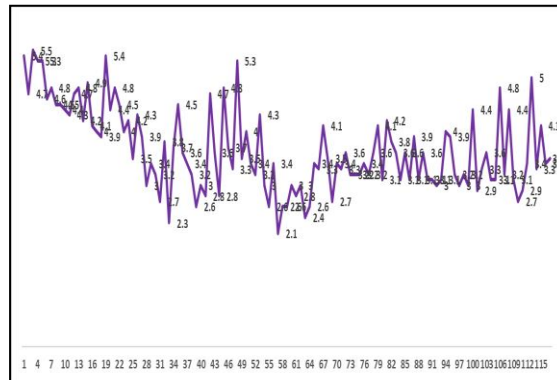


Gambar 2. Peta seismisitas kejadian gempa bumi di Perairan Buton Selatan.

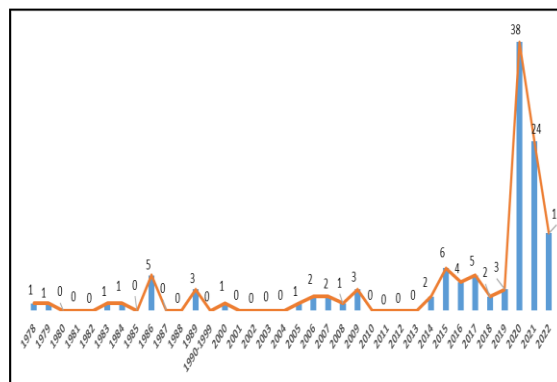
Gambar 2 adalah peta sebaran epicenter kejadian gempa bumi di perairan Buton Selatan (ditandai dengan bulatan). Bulatan warna merah adalah gempa bumi kedalaman dangkal, warna kuning adalah gempa bumi kedalaman menengah, dan warna hijau adalah gempa bumi kedalaman dalam. Terlihat pula besaran bulatan yang berbeda menunjukkan bahwa kejadian gempa bumi di perairan Buton Selatan terjadi dengan kekuatan magnitudo yang bervariasi. Variasi magnitudo tersebut dimulai dari $M > 2$ hingga $M > 5$ seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 3.

Data gempa bumi yang telah dikumpulkan dari tahun 1978 hingga September 2022 berjumlah 117

kejadian. Hingga tahun 2014, rata-rata kejadian gempabumi di wilayah penelitian berjumlah 0 sampai 5 kejadian (Gambar 4). Terdapat rentang waktu yang sangat lama yang menunjukkan tidak ada kejadian, yaitu pada tahun 1990-1999. Tahun 2015 hingga 2019 menunjukkan kejadian gempabumi yang mulai terjadi setiap tahun di perairan Buton Selatan. Kemudian pada tahun 2020 terjadi gempabumi besar di perairan Buton Selatan yang menyebabkan banyak gempa susulan. Setelah gempabumi besar ini, kejadian gempabumi di perairan Buton Selatan menunjukkan jumlah yang banyak setiap tahunnya.



Gambar 3. Distribusi besaran magnitudo kejadian gempabumi di perairan Buton Selatan.



Gambar 4. Grafik frekuensi kejadian gempabumi di perairan Buton Selatan per tahun.

Parameter tektonik dan seismisitas yang dihitung dengan menggunakan metode likelihood berdasarkan data parameter kejadian gempabumi menghasilkan nilai magnitudo *completeness* (M_c) adalah $M_c \geq 3$ yang artinya bahwa jumlah kejadian gempabumi di wilayah perairan Buton Selatan akan berkurang untuk gempabumi dengan magnitudo lebih besar dari 3. Nilai- b yang dihasilkan sebesar 0,52, dan nilai- a sebesar 3,58, sehingga persamaan empiris distribusi frekuensi magnitudo untuk wilayah perairan Buton Selatan yaitu $\log N = 3,58 - 0,52b$.

Persamaan yang megandung nilai- a dan nilai- b tersebut dapat digunakan untuk mengetahui potensi jumlah kejadian gempabumi yang mungkin terjadi di perairan Buton Selatan pada magnitudo tertentu. Melalui persamaan tersebut juga diketahui probabilitas besarnya magnitudo yang dapat terjadi dengan jumlah kejadian satu kejadian ($N=1$) yaitu dihasilkan pada magnitudo $M \geq 6$. Probabilitas nilai jumlah kejadian gempabumi dengan magnitudo yang lebih besar dari magnitudo *completeness* ($M > M_c$), yang diantaranya magnitudo $M \geq 4$ adalah 30 kejadian, dan magnitudo $M \geq 5$ memiliki potensi terjadi sebanyak 9 kejadian gempabumi.

Terdapat 5 kejadian gempabumi dengan magnitudo $M \geq 4.5$, sehingga dapat dilakukan analisa terhadap mekanisme sumbernya. Mekanisme sumber dari kejadian gempabumi digambarkan dalam bentuk diagram bola. Data diagram bola yang diperoleh dari beberapa sumber yaitu USGS, GFZ, dan Global CMT dapat dilihat pada Tabel.1 berikut.

Tabel 1. Diagram bola beberapa gempabumi di perairan Buton Selatan

No.	Parameter Gempabumi	Diagram bola (<i>beach ball</i>)
1.	09 Juni 1983 Lat : 5.937°S Long : 122.636°E Depth : 46.3 km Mag : 5.5 (Mw)	
2.	01 Agustus 1984 Lat : 6.00°S Long : 122.88°E Depth : 656.2 km Mag : 5.3 (Mw)	
3.	03 Januari 2008 Lat : 5.87°S Long : 122.70°E Depth : 12 km Mag : 5.4 (Mw)	
4.	01 Februari 2017 Lat : 6.40°S Long : 122.35°E Depth : 11 km Mag : 4.6 (Mw)	
5.	09 Oktober 2020 Lat : 5.87°S Long : 122.57°E Depth : 12 Mag : 5.3 (Mw)	

Sumber : USGS, GFZ, dan Global CMT

Bentuk *beach ball* beberapa kejadian gempabumi di lokasi penelitian (Tabel.1), menunjukkan bahwa gempabumi yang terjadi disebabkan oleh adanya struktur tektonik yang terbentuk di perairan Buton Selatan yang berupa sesar/patahan naik (*thrust fault*) dengan pergeseran (*oblique*).

Beberapa kejadian gempabumi yang terjadi di perairan Buton Selatan juga sampai dirasakan oleh masyarakat sekitar epicenter gempabumi. Kejadian gempabumi dirasakan tercatat dimulai pada tahun 2018 hingga sekarang. Sejarah gempabumi dirasakan yang terjadi di perairan Buton Selatan diantaranya yaitu :

1. Tanggal 05 Februari 2018, pukul 08:12:12 WITA, koordinat epicenter -6.06 LS dan 122.75 BT, kedalaman 10 km, dan magnitudo M 3.0. Pusat gempa berada di laut pada jarak 72 km Tenggara Kota Baubau, dirasakan di daerah Lakudo-Buton Tengah pada skala intensitas II MMI.
2. Tanggal 31 Mei 2019 pukul 21:55:31 WITA, koordinat epicenter -6.07 LS dan 122.42 BT, kedalaman 10 km, dan magnitudo M 4.7. Pusat gempabumi berada di laut pada jarak 47 km Barat Daya Siompu, dirasakan di daerah Sampolawa-Buton Selatan dengan skala intensitas II MMI.
3. Tanggal 09 Oktober 2020 pukul 10:57:20 WITA, koordinat epicenter -6.00 LS dan 122.52 BT, kedalaman 10 km, magnitudo M 5.3. Pusat gempabumi berada di laut pada jarak 44 km Barat Daya Siompu Barat-Buton Selatan, dirasakan di wilayah Buton Selatan dengan skala intensitas III MMI, dan skala II MMI dirasakan di Buton, Baubau, Muna, dan Buton Tengah.

4. Tanggal 08 Agustus 2021 pukul 06:53:19 WITA, koordinat epicenter -6.02 LS dan 122.69 BT, kedalaman 10 km, magnitudo M 3.9. Pusat gempa bumi berada di laut pada jarak 42 km Barat Daya Lapandewa-Buton Selatan, dirasakan di daerah Batu atas dengan skala intensitas II MMI.
5. Tanggal 30 September 2021 pukul 16:29:09 WITA, koordinat epicenter -6.06 LS dan 122.48 BT, kedalaman 10 km, magnitudo M 3.9. Pusat gempa bumi berada di laut pada jarak 41.5 km Barat Daya Siompu Barat-Buton Selatan, dirasakan dengan skala intensitas II-III MMI di Siompu Barat.

Berdasarkan pada data parameter kejadian gempa bumi mulai dari peningkatan frekuensi yang signifikan, pola diagram bola yang dihasilkan oleh gempa bumi besar ($M > 4.5$), serta beberapa kejadian gempa bumi yang dirasakan oleh masyarakat sekitar, dapat dikatakan bahwa perairan Buton Selatan menunjukkan keaktifan seismik. Hal ini sangat sesuai dengan penelitian sebelumnya yang membahas mengenai geologi dan struktur tektonik yang terbentuk di daerah ini. Studi lanjutan untuk menentukan secara pasti keberadaan sesar yang menyebabkan terjadinya gempa bumi di perairan Buton Selatan sangat diperlukan.

KESIMPULAN

1. Seismisitas kejadian gempa bumi di perairan Buton Selatan menunjukkan peningkatan dengan magnitudo yang bervariasi dari kecil hingga besar.
2. Terdapat struktur tektonik yang terbentuk di perairan Buton Selatan sehingga menyebabkan peningkatan jumlah kejadian gempa bumi.
3. Perhitungan probabilitas jumlah kejadian gempa bumi adalah satu ($N=1$) di wilayah perairan Sulawesi Tenggara diperoleh untuk magnitudo $M \geq 6$.
4. Probabilitas jumlah kejadian gempa bumi dengan magnitudo $M \geq 4$ adalah 30 kejadian, dan magnitudo $M \geq 5$ adalah 9 kejadian.
5. Jika melihat pola diagram bola, gempa bumi yang terjadi di perairan Buton Selatan adalah gempa bumi yang disebabkan oleh sesar naik dengan pergeseran (*oblique thrust fault*).

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, F., (2017). *Estimasi momen tensor dan pola bidang sesar Amerika Serikat pada tahun 2017 dengan inversi waveform tiga komponen dengan program isola*. Tugas akhir. Fakultas Ilmu Alam: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Diakses 10 September 2022, dari <https://docplayer.info>
- Arifin, L., Tomy, N., (2015). Struktur geologi di perairan Buton Selatan, *Jurnal Geologi Kelautan*, 13(3), 143-151. Diakses 17 Agustus 2022, dari <https://media.neliti.com>
- Awaliah, L. Z., (2020). *Analisis momen tensor dan mekanisme fokus data gempa lokal pada daerah pulau Simeuleu menggunakan program isola-GUI*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Ebel, J.E., (2022). *Methods of earthquake locations, focal depths, magnitudes and focal mechanisms/moment tensors*. Materi disajikan dalam pelatihan Earthquake Ground Motions Training Course.
- Katalog data gempa bumi dirasakan BMKG. Diakses 01 Oktober 2022 dari <https://bmkg.go.id>
- Katalog data diagram bola GFZ diakses 01 Oktober 2022, dari <https://geofon.gfz-potsdam.de>
- Katalog data diagram bola Global CMT diakses 01 Oktober 2022, dari <https://www.globalcmt.org>
- Katalog data parameter gempa bumi USGS diakses tanggal 01 Oktober 2022, dari <https://earthquake.usgs.gov>
- Katalog data gempa bumi BMKG diakses 16 September 2022.
- Reiter, Leon., (1991). *Earthquake Hazard Analysis*, New York : Columbia University Press.
- Sidarto., dan Syaiful Bachri., (2013). *Struktur Geologi dalam buku Geologi Sulawesi*. Jakarta: LIPI Press.
- Sunarjo., M.T Gunawan., Sugeng, P., (2012). *Gempabumi edisi populer*. Jakarta: Badan Meteorologi

Klimatologi dan Geofisika.

Tim Pusat Studi Gempa Nasional., (2017). *Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

PEMODELAN ANCAMAN TSUNAMI AKIBAT GEMPA BUMI DI PESISIR BONTO BAHARI KABUPATEN BULUKUMBA

Indah Kurniawati
Balai Besar MKG Wilayah IV
*indahkurniawati.bmkg@gmail.com

Abstrak

Pesisir Bonto Bahari terkenal sebagai kawasan wisata bahari di Kabupaten Bulukumba, namun wilayah ini rawan bencana alam, termasuk gempa bumi dan tsunami yang berasal dari Sesar Naik Busur Belakang Flores dan Sesar Walanae. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan pemodelan ancaman tsunami yang berpotensi melanda pesisir Bonto Bahari sebagai upaya mitigasi dalam meminimalisir kerugian dan korban akibat bencana. Pemodelan ini diproses menggunakan ComMIT dengan skenario tsunami terburuk yang dihasilkan dari skenario M 8.4 Sesar Naik Busur Belakang Flores dan M 7.6 Sesar Walanae dan pemetaannya diproses menggunakan GIS. Data yang diperlukan untuk pemodelan meliputi data topografi STRM, data batimetri dari ETOPO1 dan data tutupan lahan dari Open Street Map untuk analisis lebih lanjut. Dari studi ini, diketahui bahwa waktu tiba skenario tsunami akibat Sesar Walanae tiba lebih cepat daripada skenario tsunami akibat sesar Busur Belakang Flores. Status ancaman tsunami di Pesisir Bonto Bahari masuk kategori siaga dengan estimasi run up tertinggi sekitar 1,2 meter di Desa Sapu Lohe dan perkiraan inundasinya meluas hingga 1,9 km² dengan resiko pantai selatan lebih besar dari pantai timur Bonto Bahari.

Kata Kunci : Tsunami, ComMIT, Waktu Tiba, Run Up, Inundasi.

Abstract

Bonto Bahari Coastal is famous area in the marine tourism area in Bulukumba Regency but this area is prone to natural disasters, including earthquake and tsunami from the Flores Back Arc Thrust and Walanae Fault. The purpose of this study is to obtain tsunami threat modeling that affected the Bonto Bahari coastal as a mitigation effort in minimizing losses and victims due to disasters. This modeling is processed using ComMIT with the worst tsunami scenario, generated from M 8.4 Flores Back Arc Thrust and M 7.6 Walanae Fault scenarios and the mapping is processed using GIS. The data required for modeling include STRM topographic data, bathymetry data from ETOPO1 and land cover data from the Open Street Map for further analysis. From this study, it was found that the arrival time of the tsunami scenario due to the Walanae Fault arrived faster than the tsunami scenario due to the Flores Back arc thrust. The status of the tsunami threat on the Bonto Bahari Coast was in the advisory category with the highest estimated run up of around 120 cm in Sapu Lohe Village and the estimated inundation depth up to 1.91 km² with the risk of the south coast being greater than the east coast of Bonto Bahari.

Keywords : Tsunami, ComMIT, Arrival Time, Run Up, Inundation.

PENDAHULUAN

Bonto Bahari merupakan wilayah kecamatan Kabupaten Bulukumba dengan wisata bahari yang indah dan sentra industri Kapal Phinisi yang sudah menjadi keahlian turun temurun masyarakat. Di sisi lain, kawasan ini rawan gempa dan tsunami akibat aktivitas tektonik di Laut Flores dari Flores Back Arc Thrust (sisi selatan) dan di Teluk Bone dari Sesar Walanae (sisi timur) yang dapat sewaktu-waktu terjadi gempa. Kondisi tektonik regional telah mengungkapkan bukti dari survei geofisika Laut dari dua dorongan busur belakang utama: *Flores Back Arc Thrust* sepanjang 450 km di utara Sumbawa dan Flores barat, dan *Wetar Thrust* sepanjang 350 km di utara Timor (Silver et al., 1983) . Dari pergerakan tersebut, banyak terjadi gempa bumi di sepanjang Laut Flores.

Sumber gempa lainnya, Sesar Walanae terletak di lengan selatan Sulawesi, terdiri dari dua sesar sejajar dengan zona depresi sempit di antaranya, Sesar Walanae Barat dan Sesar Walanae Timur, yang masing-masing berkembang di sepanjang batas timur Pegunungan Barat dan batas barat Pegunungan Bone (van Leeuwen, 1981; Grainge dan Davies, 1985).

Bahaya bencana, seperti tsunami, meskipun jarang, dianggap sebagai ancaman utama bagi wilayah pesisir. Gelombang tsunami pada umumnya menghancurkan karena menyebabkan kerusakan yang signifikan pada barang-barang di lepas pantai dan di darat, erosi pantai yang tinggi, dan hilangnya nyawa manusia. Terdapat bukti sejarah dan geologis bahwa tsunami mencapai pesisir Bulukumba, sehingga kemungkinan kejadian di masa mendatang yang berdampak pada penduduk dataran rendah dan infrastruktur tidak dapat diabaikan. Tercatat dalam sejarah di *Bataviashe Courant* tanggal 28 April

1821, bahwa pada tanggal 29 Desember 1820 terjadi tsunami besar akibat gempa bumi di Laut Flores. Gelombang tsunami melanda hingga Bulukumba, dan merusak beberapa desa di Bantaeng bagian barat hingga Bulukumba bagian timur, termasuk desa Terang-Terang dan Nipa-Nipa (Ngoc Nguyen et al., 2015).

Berdasarkan sumber pembangkit tsunami diketahui bahwa 90% tsunami disebabkan oleh aktivitas gempa tektonik, 9% akibat aktivitas vulkanik dan 1% murni disebabkan oleh longsor (Latief, dkk, 2000). Dampak kerusakan yang terjadi di suatu wilayah yang terkena dampak tsunami sangat bergantung pada jenis konstruksi dan ketinggian tsunami serta luas genangan/inundasi (Yeh et al, 2009).

Jika suatu wilayah studi memiliki lebih dari satu sumber tsunami, baik sumber dekat (*near field*) maupun sumber jauh (*far field*), maka harus dibuat pemodelan tsunami untuk setiap skenario dari sumber-sumber tersebut, sebagai upaya mitigasi untuk meminimalisir korban jiwa akibat bencana tsunami tersebut. Pemodelan tsunami biasanya menggunakan rumus matematika yang menggambarkan kondisi fisik karakteristik tsunami, yang disebut model tsunami, untuk mengevaluasi dan memprediksi evolusi gelombang tsunami dan dampak pantainya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi ancaman tsunami akibat gempa bumi dan dampak run up dan inundasi tsunami di kawasan pesisir Bonto Bahari dari skenario M 8.4 Flores Back Arc Thrust dan Skenario M 7.6 dari Sesar Walanae. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam menentukan tempat aman untuk evakuasi dan meningkatkan kesadaran masyarakat akan resiko tsunami di wilayah pesisir tersebut.

BAHAN DAN METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data historis gempa bumi penghasil tsunami pada tanggal 29 Desember 1820 dengan magnitudo 8,4 dan potensi gempa tsunami dari Sesar Walanae berdasarkan potensi gempa maksimum pada sesar tersebut yang dideskripsikan pada penelitian PUSGEN 2017. Data pertama gempabumi pada tahun 1820, karena tidak ada data parameter fokal untuk tahun 1820, maka penulis menganggap sesar tersebut sama dengan gempa Magnitudo 6,4 pada tanggal 17 Agustus 2018, dengan pusat gempa yang hampir sama dengan gempa tahun 1820. Data kedua, potensi gempa dari Sesar Walanae diambil dari PUSGEN 2017 dengan magnitudo 7,6 dan parameter fokusnya sama dengan gempa Magnitudo 5,2 pada 1 Desember 2017. Kedua parameter sumber tsunami tersebut dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemodelan skenario tsunami dari dua tipe sumber Sesar gempa.

Jenis Sumber	Magnitudo (Mw)	Sumber Gempa	Parameter Bola Fokal (°)			Dimensi Sesar		
			Strike	Dip	Rake	Panjang/L (Km)	Lebar/W (Km)	Luas/A (Km ²)
Flores Back Arc Thrust	8.4	120.00° -8.00°	90	81	84	420.8	116.6	33282.9
Sesar Walanae	7.6	120,58° -5,65°	356	76	61	122.2	45.3	4298.6

Data parameter ini diunduh dari GFZ melalui website resmi <https://geofon.gfz-potsdam.de/old/eqinfo/form.php>. Kemudian data batimetri ETOPO1 (Amante dan Eakins, 2009) dihasilkan oleh Pusat Data Geofisika Nasional NOAA dengan interval 1 detik busur dan data topografi Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Digital Data Elevation Model (DEM) (Reuter et.al, 2007), semuanya sudah tersedia di dalam aplikasi ComMIT. Titov dkk. (2005), Wei dkk. (2008), Titov (2009), dan Tang et al. (2009) menyatakan bahwa hasil pemodelan ComMIT menghasilkan data yang logis sehingga dapat diandalkan.

Metode pengolahan data didasarkan pada hasil pemodelan tsunami numerik menurut skenario terburuk dari perangkat lunak ComMIT (*Community Model Interface for Tsunami*) (Titov et.al., 2011), yang merupakan antarmuka berbasis internet ke masyarakat model tsunami yang dikembangkan oleh NOAA Center for Tsunami Research (NCTR). Pemodelan tsunami melibatkan tiga tahap: pembuatan profil tsunami awal, perambatan tsunami ke garis pantai, dan run up di garis pantai.

Pertama, membuat pemodelan awal sumber tsunami dapat diperoleh dengan mempertimbangkannya sebagai deformasi dasar laut dengan parameter Sesar. Parameter dimensi Sesar diperoleh dari persamaan hukum *Scaling Law* (Wells and Coppersmith, 1994):

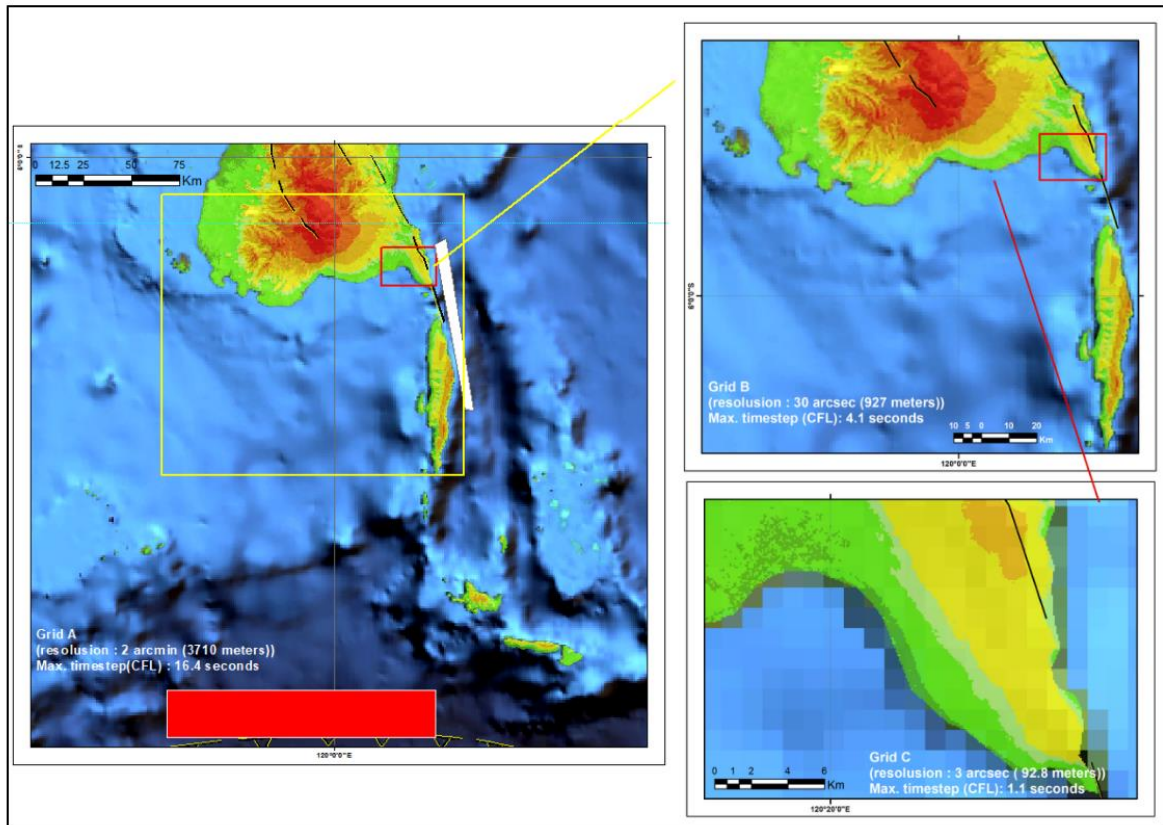
$$M = 4,49 + 1,49 \times \log RLD \dots\dots\dots(1)$$

$$M = 4,37 + 1,95 \times \log RW \dots\dots\dots(2)$$

$$M = 4,43 + 0,90 \times \log RA \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan: M untuk Magnitudo (Mw), RLD untuk panjang rekahan bawah permukaan (Km), RW untuk lebar rekahan downdip (Km), dan RA untuk luasan rekahan (Km²).

Pada tahap selanjutnya, penulis membuat model dari ComMIT dengan membagi wilayah penelitian menjadi 3 wilayah (Grid A, B, dan C) dimana wilayah tersebut merupakan batas wilayah yang terkena dampak tsunami. Pembagian wilayah menggunakan metode nesting grid. Penulis fokus pada nesting stage di kecamatan Bonto Bahari untuk menghasilkan resolusi tinggi pada area terdampak. Gambar 1 merupakan pembagian wilayah penelitian menjadi tiga wilayah. Grid A merupakan wilayah terluas, Grid B wilayah tengah dan Grid C merupakan wilayah terkecil dengan wilayah terdampak paling jelas terlihat di dalamnya. Semakin kecil wilayahnya, semakin padat atau detail gridnya. Setelah mendapatkan hasil dari comMIT, selanjutnya dilakukan analisis model run-up dengan menggunakan GIS dan disertai data tutupan lahan dari Open Street Map untuk mengidentifikasi dampak genangan di kawasan pesisir Bonto Bahari.

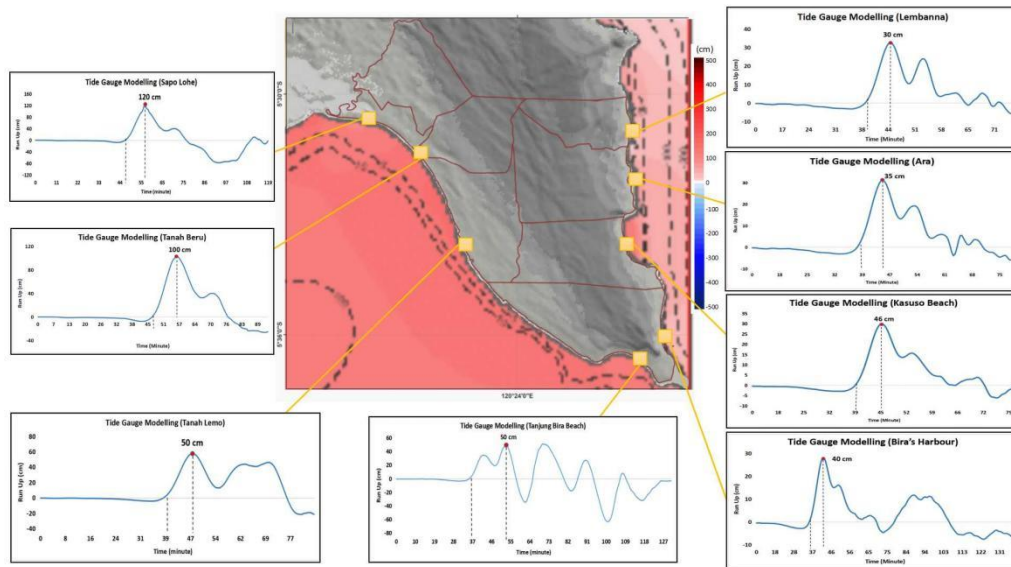


Gambar 1. Pemodelan Sumber Tsunami Flores Back Arc Thrust (Blok Merah) dan Sesar Walanae (Blok Putih) dengan 3 Grid Area Kajian yang Menarik. Grid A merupakan Wilayah terluas, Grid B menengah dan Grid C merupakan wilayah spesifik Kecamatan Bonto Bahari.

HASIL DAN DISKUSI

Kita dapat melakukan pendekatan penilaian risiko dari hasil pemodelan tsunami berupa waktu tempuh gelombang tsunami ke pesisir, tinggi tsunami (*run up*), dan genangan (*inundation depth*) serta waktu tiba tsunami di daerah terdampak. Selanjutnya hasil akhir diolah dengan aplikasi GIS untuk menganalisis run up dan pemetaan genangan yang di overlay dengan tutupan penggunaan lahan. Analisis potensi tsunami ini diawali dengan mempelajari parameter gempa yang terjadi di Flores Back Arc Thrust dan potensi gempa maksimum di Sesar Walanae. Parameter gempa dari Flores Back Arc Thrust mengacu pada sesar naik, sedangkan Sesar Walanae memiliki sesar geser mendatar, diperoleh parameter fault (Cronin, 2004). Parameter ini kemudian digunakan untuk mendapatkan deformasi dasar laut akibat gempa yang menjadi sumber tsunami dan perambatan gelombang. Pada penelitian ini dilakukan pemodelan tsunami selama 120 menit dari model Flores Back Arc Thrust dan 75 menit dari model sesar Walanae. Gelombang tsunami merambat ke segala arah pada berbagai kedalaman laut. Bentuk Gambar 2 dan 3 dapat dilihat, warna merah pada area lautan pada hasil pemodelan

merepresentasikan pergerakan gelombang tsunami ke atas (*uplift*) dan warna biru merepresentasikan pergerakan ke bawah (*subsidence*) gelombang tsunami. Gelombang berbahaya adalah gelombang *uplift* yang dapat mencapai daratan dan pemukiman penduduk.



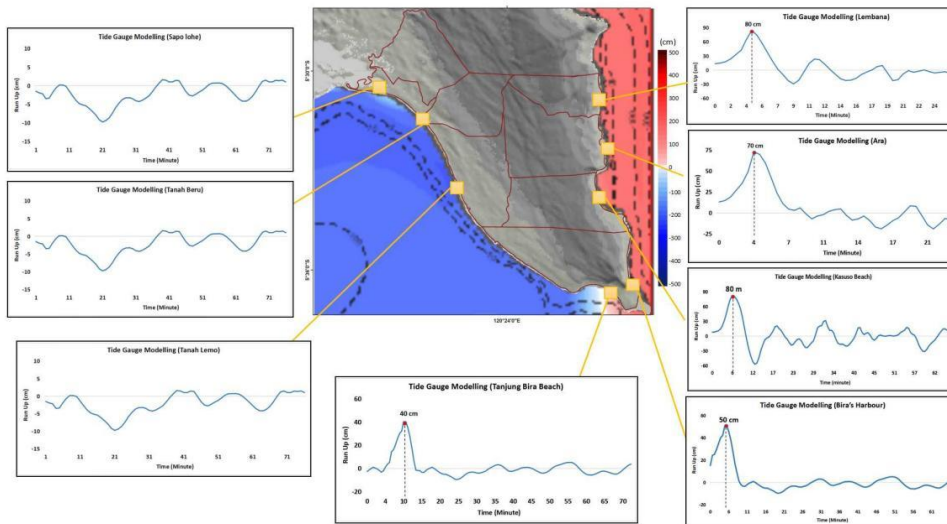
Gambar 2. Waktu tiba skenario tsunami akibat *Flores Back Arc Thrust* dari pemodelan tide gauge di 8 site di kawasan Pesisir Bonto Bahari (titik kuning). Ancaman maksimum gelombang tsunami di wilayah pesisir ditunjukkan dengan warna merah. Gelombang tertinggi tercatat di Desa Sapo Lohe mencapai 120 cm,

Tabel 2. Hasil gempabumi skenario tsunami yang dipicu oleh *Flores Back Arc Thrust*.

Titik Tide Gauge (Model)	Waktu tiba (menit setelah gempa bumi)	Max. Run up (cm)	Waktu tiba max. run up ((menit setelah gempa)
Pantai Tanjung Bira	36	50	52
Pelabuhan Bira	37	40	45
Tanah lemo	39	50	47
Pantai Kasuso	39	46	45
Ara	39	35	46
Lembana	39	30	44
Tanah Beru	47	100	56
Sapo Lohe	47	120	56

Pemodelan tsunami dibuat untuk setiap sumber gempa. Pemodelan skenario tsunami akibat Sesar Busur Belakang Flores disajikan pada Gambar 2 dan Tabel 2. Gambar 2 menjelaskan penjarangan gelombang tsunami hingga sampai pada titik pemodelan tide gauge di pantai. Jumlah pemodelan tide gauge adalah 8 titik, dimana gelombang tsunami tiba di pantai sekitar 36 sampai 47 menit setelah gempa terjadi, dimana titik yang paling cepat tiba adalah Pantai Tanjung Bira (pada 36 menit setelah gempa) dan paling lama di Sapo lohe dan Tanah Beru (47 menit setelah gempa). Tide gauge mencatat tinggi/run-up gelombang maksimum di pantai yang mempengaruhi model ini sekitar 30-120 cm. Run-up maksimum di Desa Sapo Lohe mencapai 120 cm pada 56 menit setelah gempa, secara detail dapat dilihat pada tabel 2.

Model skenario tsunami akibat Sesar Walanae lainnya disajikan pada Gambar 3 dan Tabel 3. Gambar 3 menggambarkan penjarangan gelombang tsunami hingga sampai pada titik-titik pemodelan tide gauge di pantai, dimana gelombang tsunami tiba di pantai sekitar 1 sampai 4 menit setelah gempa terjadi, dimana titik tercepat tiba adalah Lembanna, Ara, Pantai Kasuso dan Pelabuhan Bira (pada 1 menit setelah gempa) dan sedangkan yang terpanjang adalah Pantai Tanjung Bira (pada 4 menit setelah gempa). Tide gauge mencatat tinggi/run-up gelombang maksimum di pesisir mempengaruhi model ini sekitar 40-80 cm. Run-up maksimum di Pantai Lembanna mencapai 80 cm pada 5 menit setelah gempa dan Pantai Kasuso 80 cm pada 6 menit setelah gempa, secara detail dapat dilihat pada tabel 3.



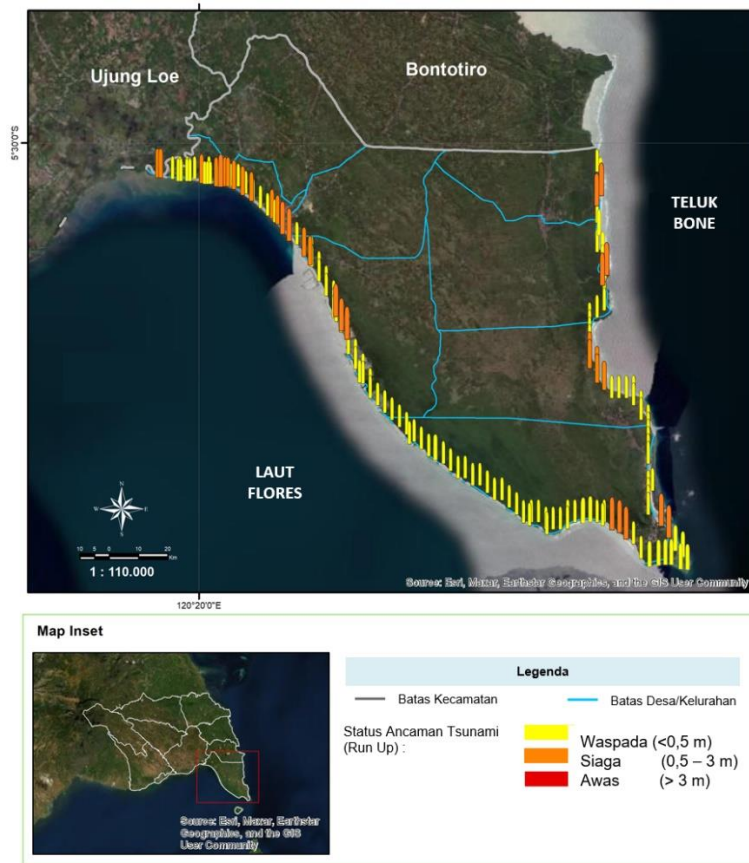
Gambar 3. Skenario waktu tiba tsunami akibat Sesar Walanae dari pemodelan tide gauge di 8 site di kawasan Pesisir Bonto Bahari (titik kuning). Ancaman maksimum gelombang tsunami di wilayah pesisir ditunjukkan dengan warna merah. Gelombang tertinggi tercatat di Desa Ara mencapai 70 cm,

Tabel 3. Hasil skenario tsunami yang dipicu oleh Sesar Walanae.

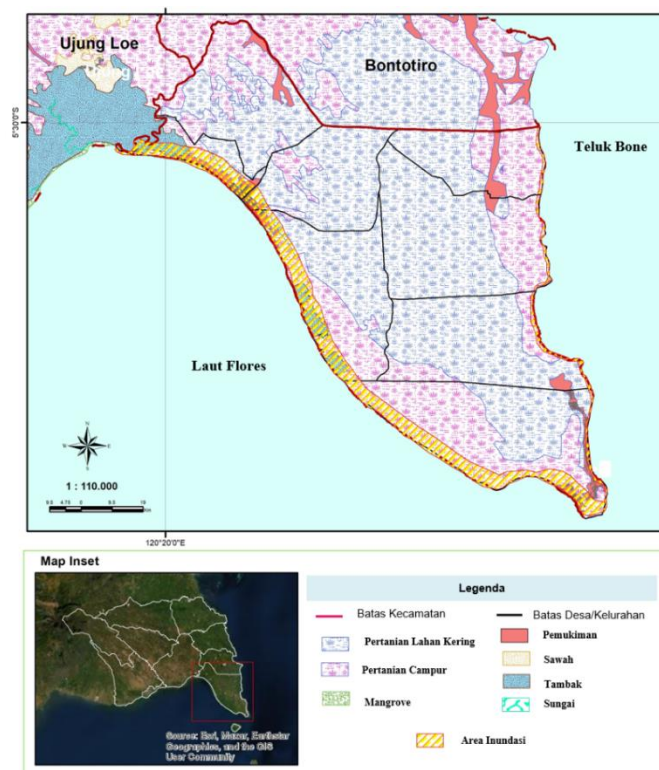
Titik Tide Gauge (Model)	Waktu tiba (menit setelah gempa bumi)	Max. Run up (cm)	Waktu tiba max. run up ((menit setelah gempa)
Tanjung Bira Beach	4	40	10
Bira's Harbour	1	50	6
Tanah Lemo	-	-	-
Kasuso Beach	1	80	6
Ara	1	70	4
Lembana	1	80	5
Tanah Beru	-	-	-
Sapo Lohe	-	-	-

Skenario tsunami dari Sesar Walanae tiba lebih cepat daripada model *Flores Back Arc Thrust*. Hal ini dapat terjadi karena model sumber Walanae sangat dekat dengan lokasi penelitian (3 Km sebelah timur Bulukumba) sedangkan sumber gempa Flores lebih bersifat regional sekitar 200 Km sebelah selatan Bulukumba. Namun dimensi Sesar Walanae lebih kecil dari *Flores Back Arc Thrust*, sehingga ancaman tsunami *Flores Back Arc Thrust* tergolong tinggi, sama dengan hasil pemodelan yang telah dibuat di atas. Konsekuensinya, upaya mitigasi harus mewaspadaai masyarakat pesisir dan penguatan kesiapsiagaan bencana terhadap ancaman tsunami yang dapat terjadi sangat cepat (kurang dari 5 menit) berdasarkan model ini.

Berdasarkan hasil komposit genangan dari 2 skenario, penulis membuat peta run up (Gambar 4) dan overlay genangan inondasi dengan tutupan penggunaan lahan (Gambar 5). Pada peta run up ditunjukkan secara umum ancaman run up tsunami adalah 70% pada kategori waspada, namun beberapa tempat cukup tinggi yaitu 30% pada kategori advisory. Run up maksimum yang tercatat di Desa Sapo Lohe sekitar 120 cm di atas permukaan laut. Dari peta genangan inondasi (Gambar 5), Daerah yang diarsir kuning menunjukkan genangan inondasi akibat tsunami, sementara tutupan penggunaan lahan yang berbeda diwakili oleh legenda yang berbeda. Garis pantai yang terkena genangan sepanjang 37,61 km, dengan estimasi inondasi/genangan seluas 1,91 km². Risiko pantai selatan lebih besar dibandingkan pantai timur Bonto Bahari, yang direpresentasikan oleh area kuning di pantai selatan lebih besar dibandingkan di pantai timur.



Gambar 4. Status ancaman run up tsunami dari skenario komposit 2 (*Flores Back Arc Thrust* dan *Sesar Walanae*).



Gambar 5. Genangan inundasi di Pesisir Bonto Bahari. Bagian Selatan merupakan area terdampak yang lebih besar daripada pesisir timurnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis dan pengolahan data yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu tiba skenario tsunami akibat Sesar Walanae tiba lebih cepat dari skenario tsunami akibat *Flores Back Arc Thrust*.
2. Status maksimum ancaman tsunami di Pesisir Bonto Bahari berada pada kategori siaga dengan estimasi run up tertinggi sekitar 120 cm di Desa Sapo Lohe.
3. Estimasi genangan inundasi dari pemodelan mencapai 1,91 km² dengan resiko pantai selatan lebih besar dari pantai timur Bonto Bahari.

Untuk penelitian selanjutnya perlu pengkajian kerawanan tsunami dengan menambahkan aspek-aspek yang mempengaruhi besarnya tsunami lain seperti aspek geomorfologi pantai, vegetasi pantai di daerah rawan tsunami yang pada penelitian ini tidak dijadikan parameter. Ini bisa menjadi penelitian yang detail dan strategis untuk merancang mitigasi tsunami di masa depan.

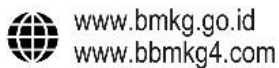
REFERENSI

- Amante, C. dan BW Eakins (2009). ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: Prosedur, Sumber Data dan Analisis, NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24. Pusat Data Geofisika Nasional, NOAA, doi:10.7289/V5C8276M.
- Cronin, Vincent S. (2010). Sebuah primer pada solusi mekanisme fokus untuk ahli geologi. https://www.researchgate.net/publication/261913153_A_primer_on_focal_mechanism_solutions_for_geologists
- Grainge, AM dan Davies, KG (1985). Eksplorasi terumbu karang di Cekungan Sengkang Timur, Sulawesi, Indonesia. *Geologi Kelautan dan Perminyakan* 2, 142–155.
- Latief Hamzah, Nanang T., Fumihiko Imamura. (2000). Katalog dan Zona Tsunami di Indonesia. *Jurnal Ilmu Bencana Alam*, 22(1) : 25-43. doi:10.2328/jnds.22.25
- Ngoc Nguyen, Jonathan Grifn, Athanasius Cipta and Phil R. Cummins (2015). Gempa Bumi Historis di Indonesia: Contoh model untuk memperbaiki peta bahaya nasional. *Geoscience Australia*, ISBN 978-1-925124-84-2.
- Reuter HI, A. Nelson, dan A. Jarvis (2007). Evaluasi metode interpolasi pengisian rongga untuk data SRTM, *International Journal of Geographic Information Science*, 21:9, 983-1008.
- Perak, EA, McCaffrey, R., dan Smith, RB (1983). Col-Collision, rotasi dan inisiasi subduksi dalam evolusi Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Penelitian Geofisika*, 88, 9407-9418.
- Tang, L., Titov, VV, dan Chamberlin, CD (2009). Pengembangan, pengujian, dan penerapan model genangan tsunami spesifik lokasi untuk peramalan waktu-nyata. *Jurnal Penelitian Geofisika*, 114, C12025, doi:10.1029/2009JC005476.
- Titov, VV (2009). Bab 12: Peramalan Tsunami, LAUT, Tsunami. Harvard University Press, 371–400, ISBN 978-0-674-03173-9.
- Titov, VV, Gonza' Lez, FI, Bernard, EN, Eble, MC, Mofjeld, HO, Newman, JC, dan Venturato, AJ (2005). Prakiraan tsunami waktu nyata: Tantangan dan solusi, *Nat. Asap*. 35, 41–58. Edisi Khusus, Program Mitigasi Bahaya Tsunami Nasional AS, doi:10.1007/s11069-004-2403-3.
- Titov, VV, Moore, CW, Greenslade, DJM, Pattiaratchi, C., Badal, R., Synolakis, CE, dan Kanoğlu, U. (2011). Alat Baru untuk Pemodelan Genangan: Antarmuka Pemodelan Komunitas untuk Tsunami (ComMIT). *Geofisika Murni dan Terapan*, 168(11), 2121–2131, doi:10.1007/s00024-011-0292-4.
- Van Leeuwen, TM (1981). Geologi Sulawesi Barat Daya dengan referensi khusus daerah Biru. Dalam: Barber, A., Wiryosujono, S. (eds.), *Geologi dan Tektonik Indonesia Timur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Publikasi Khusus 2, 277–304.
- Wei, Y., Bernard, EN, Tang, L., Weiss, R., Titov, VV, Moore, C., Spillane, M., Hopkins, dan Kanoğlu, U. (2008). Prakiraan eksperimental realtime dari tsunami Peru Agustus 2007 untuk garis pantai AS. *Geofisika. Res. Lett*, 35, L04609, doi:10.1029/2007GL032250.
- Wells, Donald L. dan Kevin J. Coppersmith (1994). Hubungan Empiris Baru antara Magnitudo, Panjang Pecahan, Lebar Pecahan, Luas Pecahan, dan Perpindahan Permukaan. *Buletin Masyarakat Seismologi Amerika*, 84, 4, 974-1002.
- Ya, H. (2009). Dampak tsunami di garis pantai. Di dalam: Bernard, EN & Robinson, AR, (eds): *Laut. Tsunamis*. Harvard University Press, Cambridge, hal.333-370.



BALAI BESAR METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA WILAYAH IV MAKASSAR

Jln. Prof. DR. Abdurrahman Basalamah No. 4 Makassar
Telp : (0411) 456493, 437331 Fax : (0411) 455019, 449286
Kode Pos 90231 Email : bbmkg4@bmgk.go.id



Info BMKG

