



BMKG



BULETIN

INFORMASI CUACA, IKLIM DAN GEMPABUMI PROVINSI BALI

Analisis Dinamika Atmosfer
Analisis Curah Hujan Bulan Desember 2023
Prakiraan Hujan Bulan Februari, Maret, April 2024
Informasi Pengamatan Hilal
Informasi Gempabumi
Informasi Kelistrikan Udara dan Petir

Informasi Kejadian Khusus:

- **Informasi tentang hujan di musim kemarau**
- **Prediksi curah hujan di Kabupaten Jembrana menggunakan metode LSTM**
- **Informasi waspada gempabumi dari sesar aktif**



081338430917



bmkgbali



@warningcuacabali

Daftar isi :

Salam
Redaksi

1

Informasi
Meteorologi

2-6

Informasi
Klimatologi

7-13

Informasi
Geofisika

14-23

Informasi
Kejadian Khusus

24-31

CONTACT REDAKSI

Phone :
(0361) 751122, 753105

Website :
<http://bbmkg3.bmkg.go.id>

Email :
datin_bawil3@yahoo.co.id

Salam Redaksi

Salam hangat dari kami redaksi buletin Informasi Cuaca, Iklim dan Gempabumi (ICIG) Provinsi Bali kepada para pembaca.

Untuk pertama kalinya dalam tahun 2024 ini kami hadir memenuhi kebutuhan informasi seputar kondisi cuaca, iklim dan gempabumi di Provinsi Bali.

Pada edisi ini, akan diulas hasil analisis cuaca terkait kondisi dinamika atmosfer dan kondisi cuaca di area bandara I Gusti Ngurah Rai bulan Desember 2023, analisis kondisi iklim Provinsi Bali bulan desember 2023 beserta prediksi curah hujan bulanan untuk 3 bulan kedepan, serta diulas juga hasil analisis terkait kejadian gempabumi wilayah Bali dan Nusa Tenggara bulan Desember 2023, informasi tanda waktu bulan Februari 2024 dan hasil analisis terkait kelistrikan udara untuk wilayah Bali bulan Desember 2023.

Selain itu disajikan pula informasi tentang hujan di musim kemarau, prediksi curah hujan di Kabupaten Jembrana menggunakan metode LSTM dan informasi waspada gempabumi dari sesar aktif.

Akhir kata, dengan hadirnya buletin ICIG ini semoga dapat memperkaya literasi dan menambah wawasan kita semua.

Salam,

Tim Redaksi

TIM REDAKSI :

Pengarah :
Cahyo Nugroho

Pimpinan Redaksi :
I Nyoman Gede Wirajaya

Tim Materi :
Dwi Karyadi Priyanto
Komang Gde Pramana S
Wulan Wandarana
Fatimah Mega
Trayi Budi Samantu

Tim Editor :
Dwi Hartanto
Made Dwi Jendra Putra
Weny Anggi Mustika
Putu Pradiatma Wahyudi

Penasehat :
Rio Marthadi
Aminudin Al Roniri
Arief Tyastama
Tanto Widyanto

Wakil Pimpinan Redaksi :
Pande Gede Setiawan

Sekretaris :
I Wayan Musteana

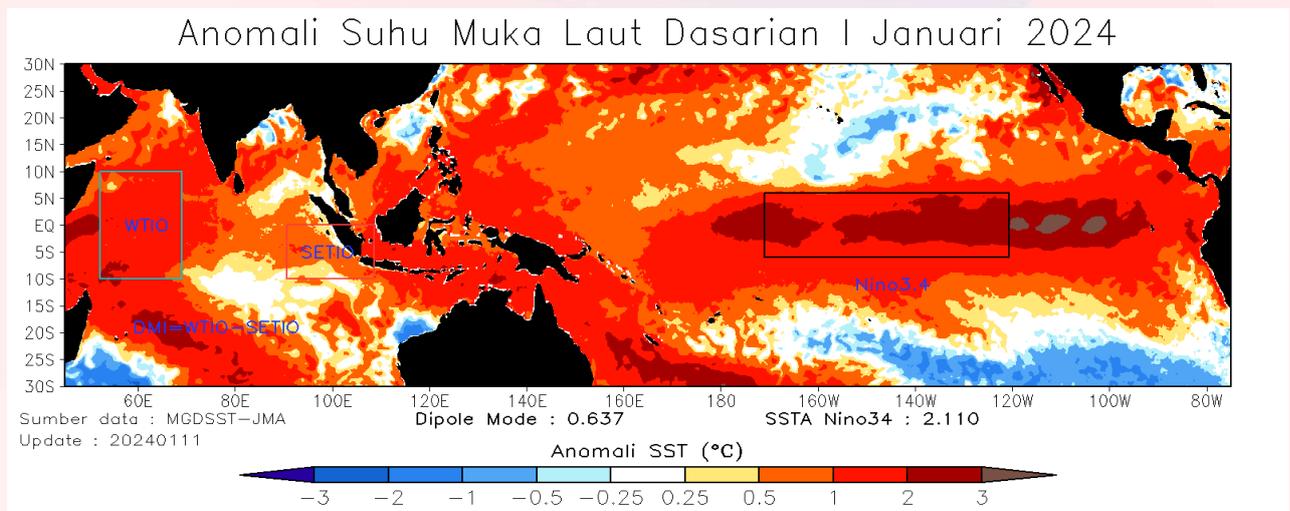
Tim Pencetakan & Distribusi :
IWH Budarana Nurhayati Umar
Juliza Widiorini I Wayan Rudiarta

INFORMASI METEOROLOGI

KONDISI DINAMIKA ATMOSFER

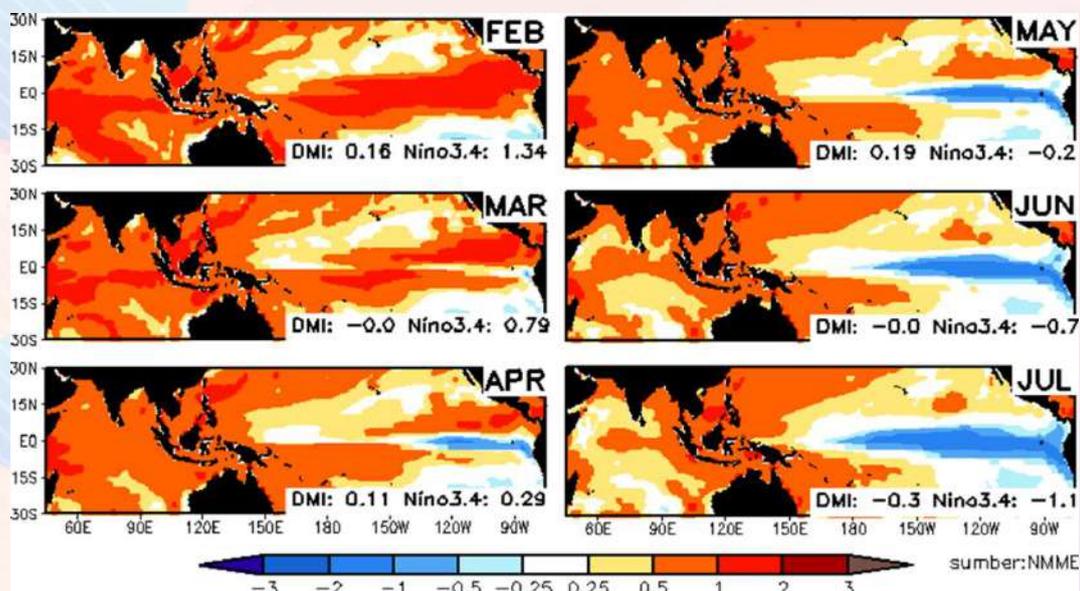
ANALISIS SUHU MUKA LAUT

Pada dasarian I bulan Januari Tahun 2024, Indeks ENSO (El Nino Southern Oscillation) berada pada nilai +2.11, fase El Nino Kuat, Anomali Suhu Muka Laut di Samudra Hindia menunjukkan *Indian Ocean Dipole* (IOD) +0.64. Anomali Suhu Muka Laut di wilayah Nino 3.4 menunjukkan kondisi hangat, dan tren anomali Suhu Muka Laut tetap menghangat (melewati batasan Netral +/- 0.5 , El Nino sudah berlangsung dua puluh empat dasarian).

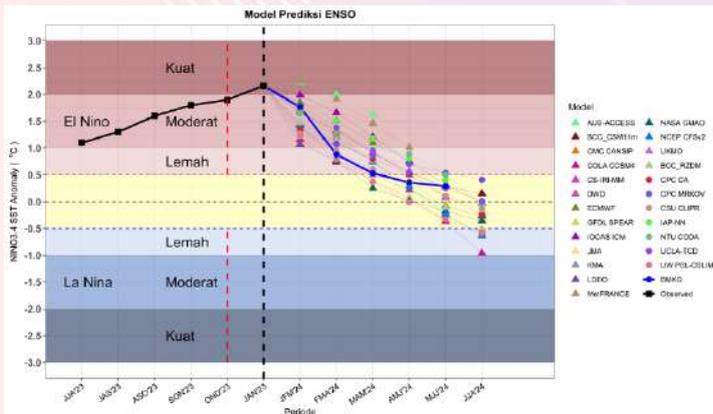


Anomali Suhu Muka Laut Pasifik di Wilayah Nino 3.4 menunjukkan anomali positif (merah = hangat), prediksi indeks ENSO akan menurun secara gradual mulai Februari 2024, hingga mencapai nilai negative mulai Mei 2024.

Anomali Suhu Muka Laut Wilayah Samudra Hindia bagian timur diprediksi hangat hingga Juli 2024. Indian Ocean Dipole diprediksi pada kisaran Netral hingga Juli 2024.



PREDIKSI ENSO DAN IOD



Indeks ENSO Dasarian I Januari 2024 sebesar +2.11 (El Niño Kuat).

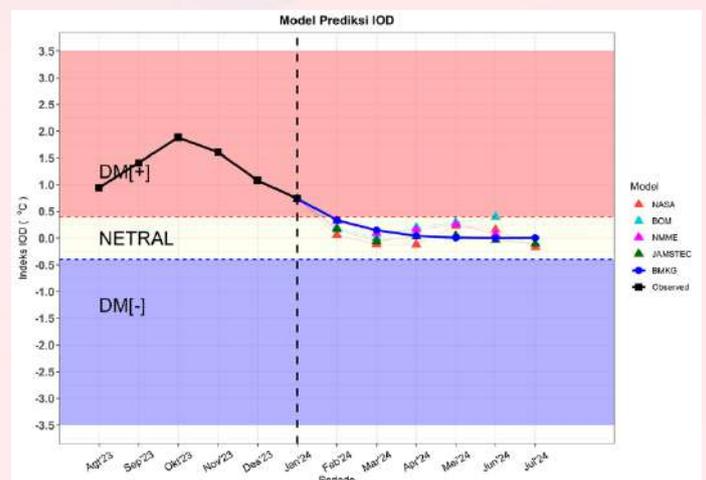
BMKG dan beberapa Pusat Iklim Dunia memprediksi El-Niño terus bertahan pada level moderat hingga awal tahun 2024 dan kemudian melemah menuju Netral hingga Juni 2024

Prediksi ENSO BMKG				
JFM'24	FMA'24	MAM'24	AMJ'24	MJJ'24
1.76	0.88	0.53	0.36	0.29

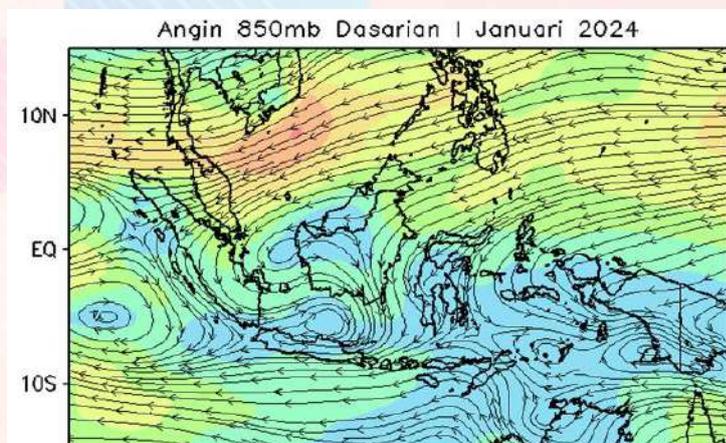
Indeks IOD bulanan bulan Januari 2024 +0.64 (IOD Positif).

BMKG dan beberapa Pusat Iklim Dunia memprediksi IOD menuju netral setidaknya hingga pertengahan tahun 2024.

Prediksi IOD BMKG					
FEB'24	MAR'24	APR'24	MEI'24	JUN'24	JUL'24
0.12	0.28	0.15	0.04	-0.08	0.07

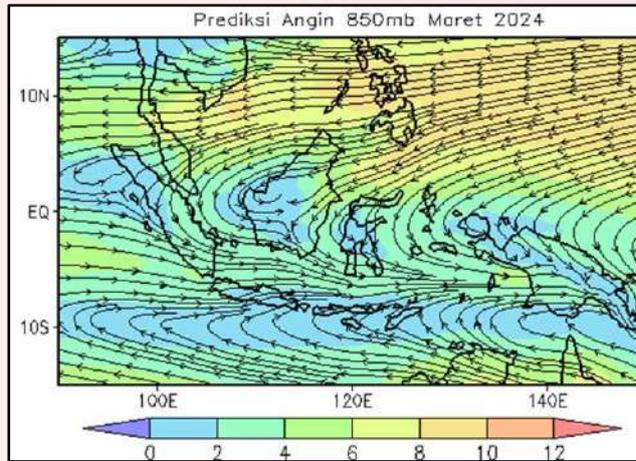
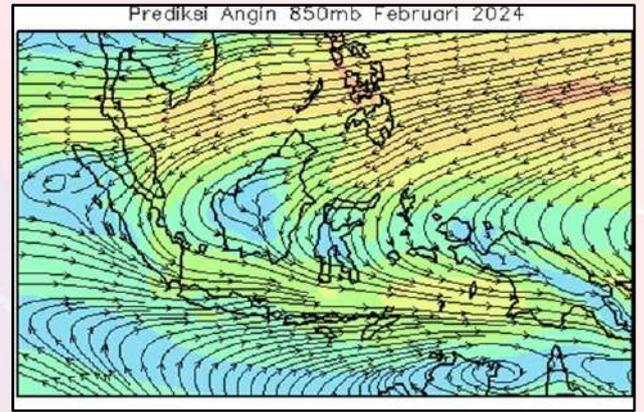
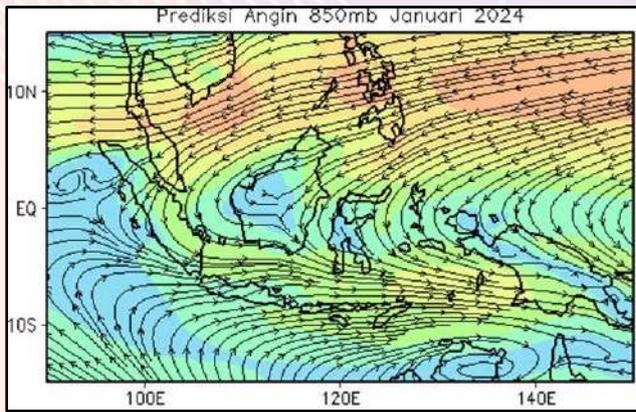


ANALISIS SIRKULASI ANGIN REGIONAL



Berdasarkan Analisis Dasarian I bulan Januari Tahun 2024, Streamline angin menunjukkan banyak belokan angin dan sistem tekanan rendah di Indonesia.

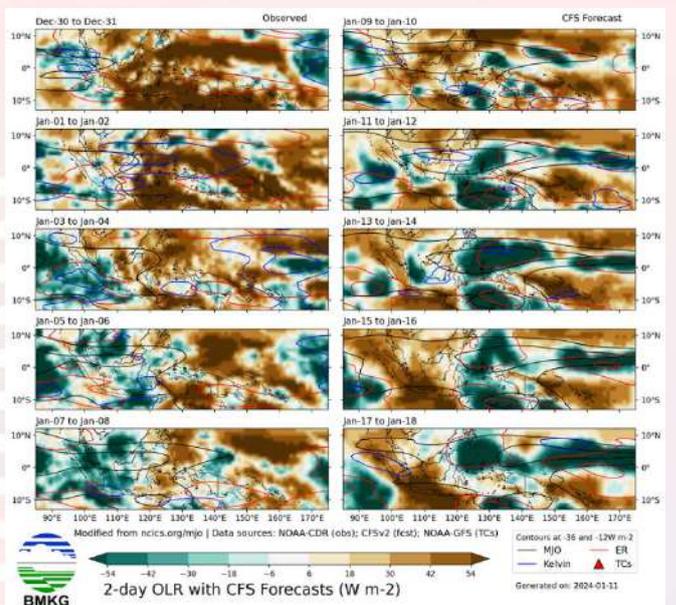
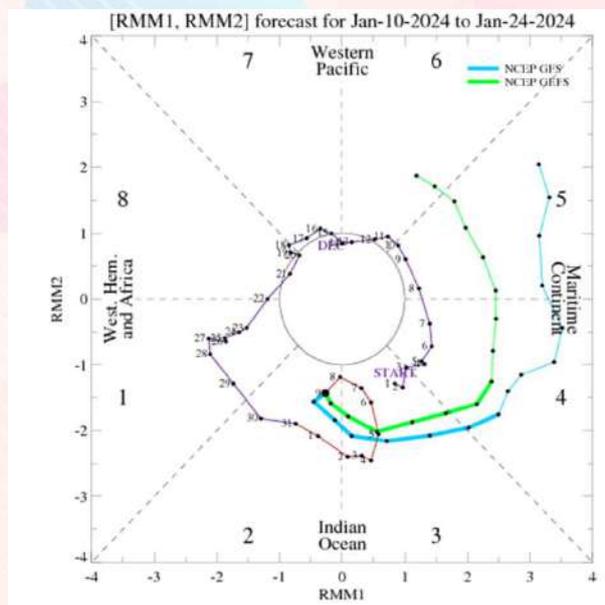
Sistem tekanan rendah terjadi di sekitar Laut Natuna Utara, Laut Jawa, Laut Banda, dan Laut Arafuru.



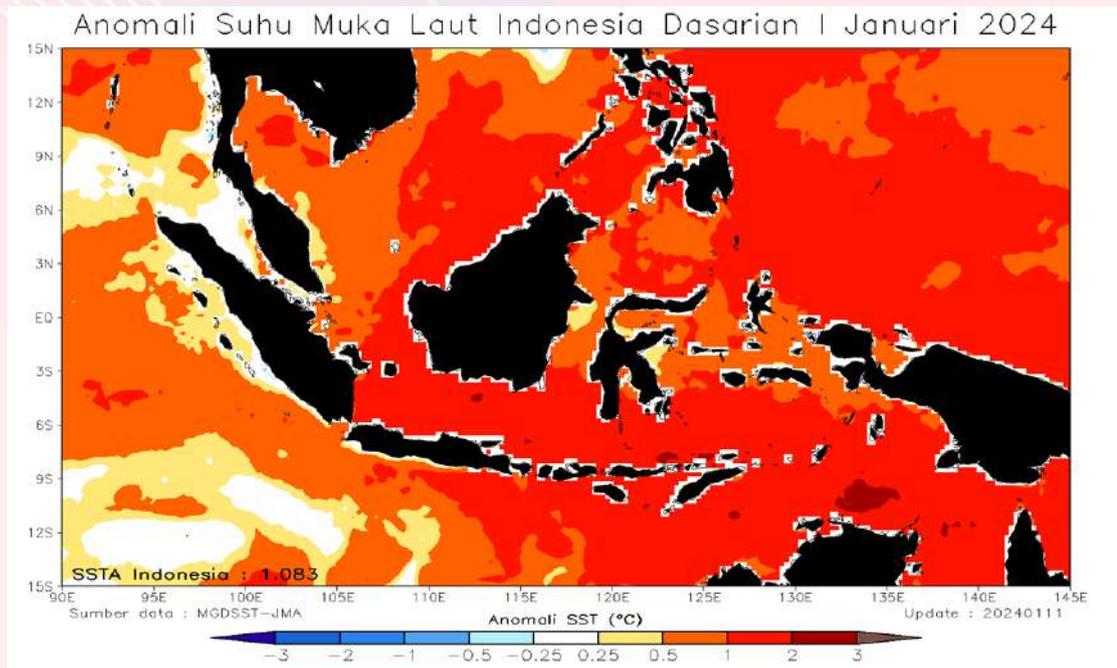
Diprediksi Periode Bulan Januari-Maret 2024, Angin Baratan / Monsun Asia masih mendominasi hampir seluruh wilayah Indonesia.

SIRKULASI MJO DAN OLR

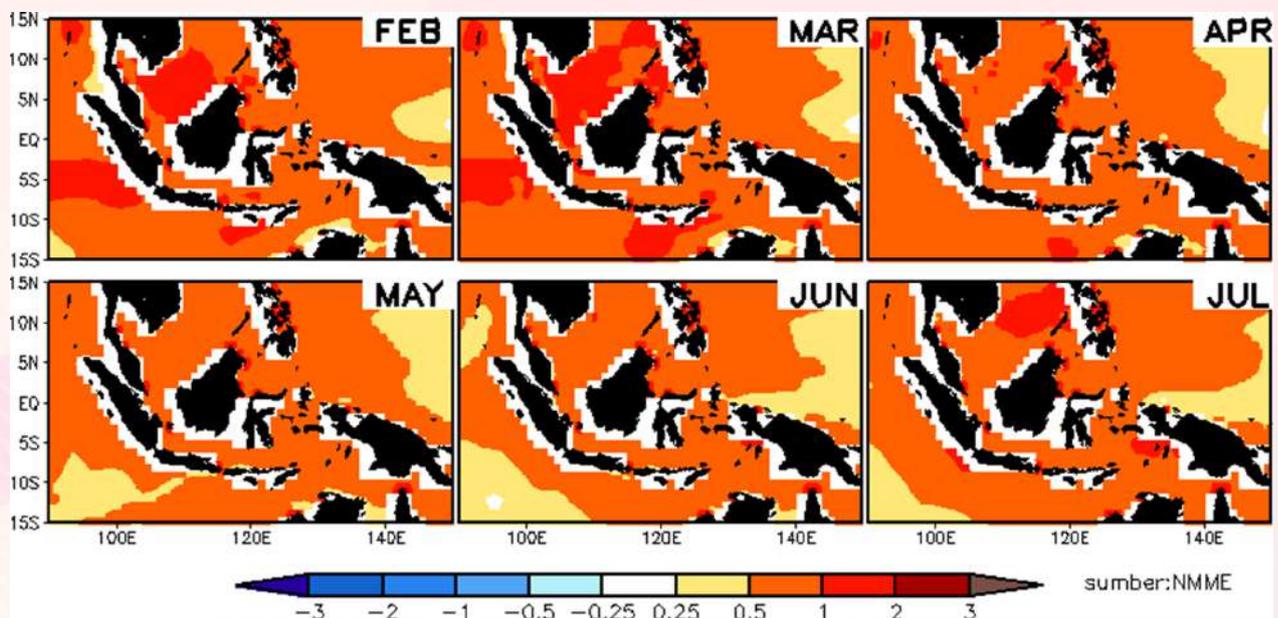
Analisis pada dasarian I Januari 2024 menunjukkan Madden Julian Oscillation (MJO) aktif di fase 2 (Samudera Hindia bagian Barat) dan diprediksi aktif di fase 3, 4 dan 5 hingga awal dasarian III Januari 2024, MJO berkaitan dengan peningkatan konveksi/potensi awan hujan di wilayah Indonesia bagian barat.



SUHU MUKA LAUT SEKITAR INDONESIA



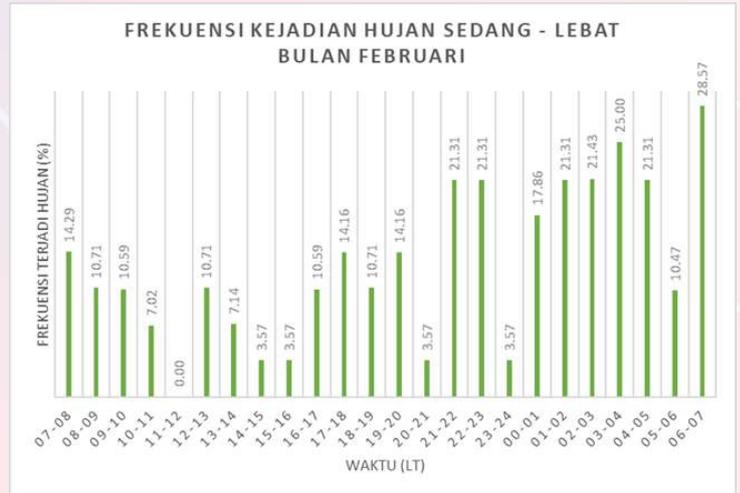
Periode dasarian I Bulan Januari 2024 Suhu muka laut di hampir seluruh wilayah Indonesia **menghangat**, kecuali perairan di sekitar pesisir Sumatera yang umumnya sama dengan klimatologisnya, hangat SST sekitar Indonesia akan berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan awan-awan hujan.



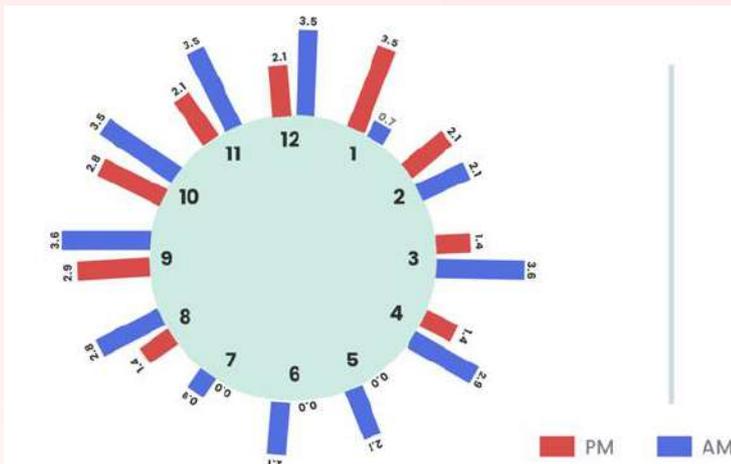
Anomali SST Perairan Indonesia secara umum diprediksi akan didominasi oleh kondisi hangat dengan kisaran nilai +0.5 hingga +2.0 °C. Kondisi hangat tersebut bertahan hingga Juli 2024.

PROSPEK CUACA BANDARA I GUSTI NGURAH RAI BULAN FEBRUARI 2024

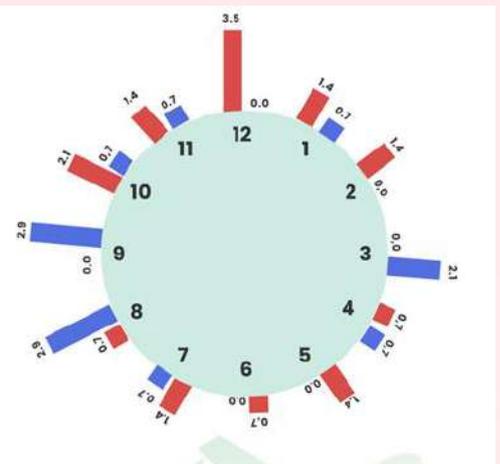
Frekuensi tertinggi kejadian hujan sedang hingga lebat di Bandara I Gusti Ngurah Rai bulan Februari yaitu pada pukul 02.00-03.00 WITA (21.43%), 03.00-04.00 WITA (25.00%) dan 06.00-07.00 WITA (28.57%).



Base Cloud Layer < 1500 (%) Covering >4/8 of The Sky



Visibility < 1800M Trend February (%)



Awan rendah bulan Februari sering terbentuk pada pukul 03.00 WITA dan 09.00 WITA, sedangkan Jarak Pandang (Visibility) di bawah 1800m sering terjadi pada pukul 24.00 WITA.

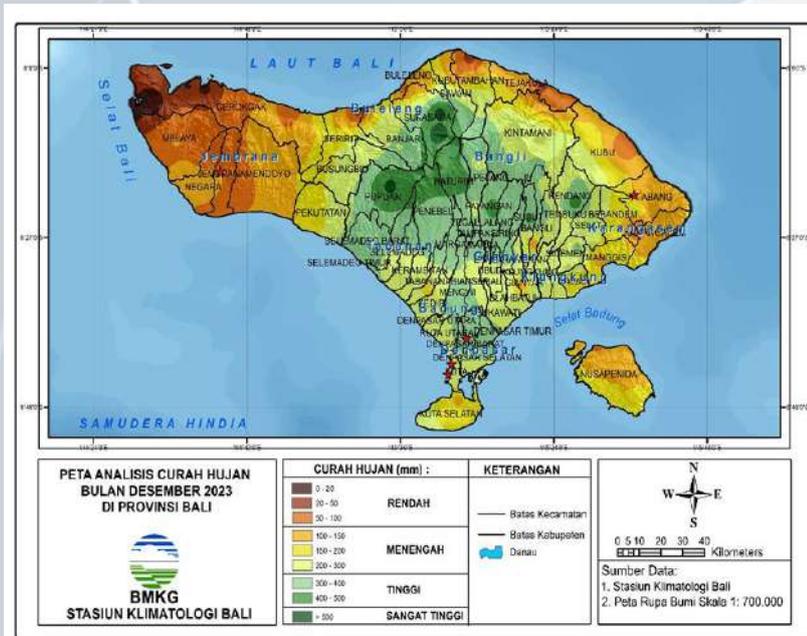
REKOMENDASI

- Waspadaai kejadian hujan sedang hingga lebat bulan Januari pada malam hari
- Waspadaai kejadian hujan sedang hingga lebat bulan Februari pada dini hari
- Waspadaai awan rendah pada dini - pagi hari
- Waspadaai jarak pandang rendah pada dini hari
- Waktu terbaik untuk melakukan penerbangan yaitu pada pagi hingga sore hari

INFORMASI KLIMATOLOGI

ANALISIS HUJAN BULAN DESEMBER 2023

Analisis Curah Hujan bulan Desember 2023 Provinsi Bali dari stasiun BMKG dan pos hujan kerjasama terpilih pada 20 Zona Musim (ZOM).

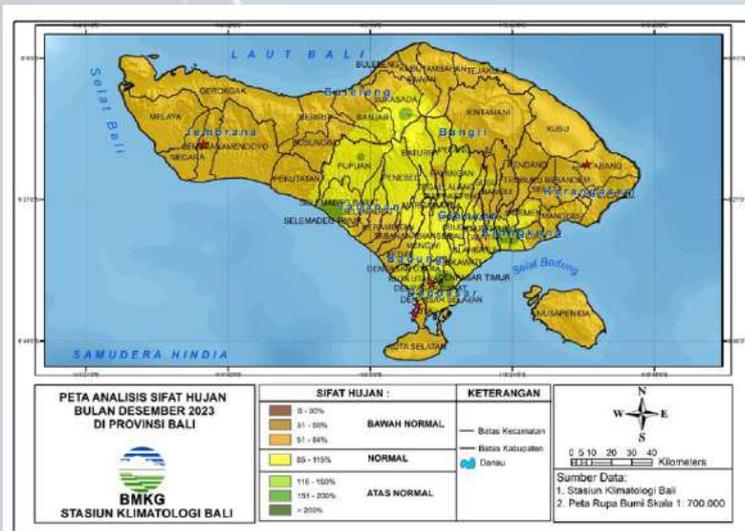


Curah hujan 0-20mm sebagian kecil terjadi di Gerokgak, Tejakula (Buleleng), Melaya (Jembrana). 21-50mm terjadi di Karangasem (Karangasem), Sebagian besar terjadi di Tejakula, Kubutambahan, Seririt (Buleleng). 51-100mm terjadi di Kubu (Karangasem), Sebagian terjadi di Nusa Penida (Klungkung), Sebagian kecil terjadi di Melaya, Mendoyo (Jembrana), Gerokgak, Kubutambahan, Buleleng (Buleleng).

101-150mm terjadi di Gianyar (Gianyar), Kuta Selatan (Badung), Sebagian besar terjadi di Melaya, Mendoyo, Negara, Pekutatan (Jembrana), Sebagian terjadi di Nusa Penida (Klungkung), Abang, Manggis (Karangasem), Sebagian kecil terjadi di Bangli (Bangli), Gerokgak, Tejakula, Sukasada (Buleleng). 151-200mm terjadi di Tabanan (Tabanan), Sebagian terjadi di Nusa Penida, Dawan (Klungkung), Abang, Bebandem (Karangasem), Sebagian kecil terjadi di Kintamani (Bangli), Gerokgak (Buleleng). 201-300mm terjadi di Busung Biu, Banjar (Buleleng), Selemadeg, Kerambitan (Tabanan), Petang, Abiansemal, Kuta (Badung), Sukawati (Gianyar), Klungkung (Klungkung), Sebagian besar terjadi di Rendang, Selat (Karangasem), Sebagian kecil terjadi di Bangli, Kintamani (Bangli). 301-400mm terjadi di Selemadeg Barat, Penebel (Tabanan), Mengwi (Badung), Kota Denpasar, Tampaksiring (Gianyar), Banjarangkan (Klungkung), Sidemen (Karangasem), Sebagian kecil terjadi di Bangli, Kintamani (Bangli). 401-500mm terjadi di Baturiti (Tabanan), Payangan (Gianyar), Susut (Bangli), Sebagian kecil terjadi Rendang (Karangasem). > 500mm terjadi di Pupuan (Tabanan), Sebagian kecil terjadi di Sukasada (Buleleng).

Jumlah curah hujan tertinggi dalam Bulan Desember 2023 adalah 587.7 mm/bulan di Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng bagian Selatan dengan 22 Hari Hujan.

Untuk mengetahui sifat hujan bulan Desember 2023 berdasarkan data curah hujan dari stasiun – stasiun BMKG dan pos pengamatan hujan kerjasama terpilih dari 20 Zona Musim (ZOM) di Provinsi Bali, dengan mempertimbangkan perbandingan terhadap normalnya, maka sifat hujan Provinsi Bali secara umum **Bawah Normal (BN)**. Hal ini berarti bahwa nilai perbandingan antara jumlah curah hujan yang terjadi selama bulan Desember 2023 terhadap rata – rata atau normalnya berkisar di bawah 85%.

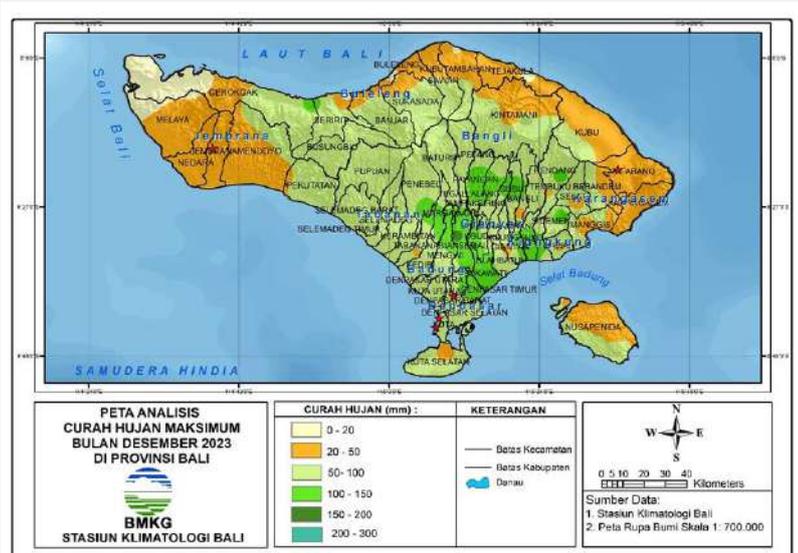


Sifat hujan **Bawah Normal (BN)** Sebagian besar terjadi di kecamatan yang ada di Provinsi Bali. Sifat Hujan **Normal (N)** terjadi di Baturiti, Penebel (Tabanan), Abiansemal, Mengwi (Badung), Denpasar Barat (Kota Denpasar), Payangan, Sukawati, Tampaksiring (Gianyar), Susut (Bangli), Sidemen (Karangasem), Sebagian kecil terjadi Sukasada, Banjar (Buleleng).

Sifat hujan **Atas Normal (AN)** terjadi di Denpasar Timur (Kota Denpasar), Banjarangkan, Klungkung (Klungkung), Selamadeg Barat, Pupuan (Tabanan), Sebagian kecil Sukasada (Buleleng).

ANALISIS CURAH HUJAN MAKSIMUM BULAN DESEMBER 2023

Berdasarkan data curah hujan dari Stasiun BMKG dan pos hujan kerjasama terpilih pada 20 Zona Musim (ZOM) di Provinsi Bali berikut analisis Curah Hujan Maksimum Harian Bulan Desember 2023.



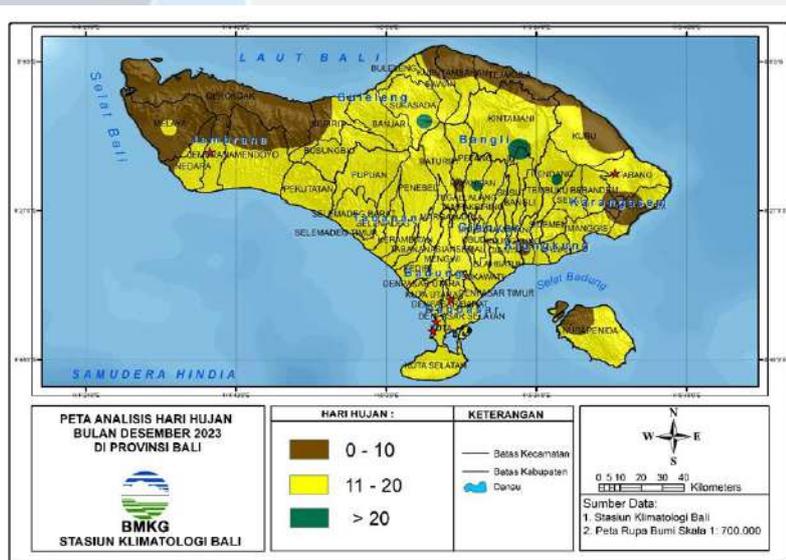
Curah Hujan Maksimum **0-20mm** sebagian terjadi di Melaya (Jembrana), Sebagian kecil terjadi di Gerokgak, Tejakula, Kubutambahan, Buleleng, Seririt (Buleleng). **21-50mm** terjadi di Tabanan (Tabanan), Kuta Selatan (Badung), Gianyar (Gianyar), Dawan, Nusa Penida (Klungkung), Sebagian besar terjadi di Bangli, Kintamani (Bangli), Sebagian terjadi di Melaya, Negara, Mendoyo (Jembrana),

Sebagian kecil terjadi di Gerokgak, Tejakula, Sukasada, Kubutambahan (Buleleng), Rendang, Abang, Karangasem, Selat, Manggis, Kubu (Karangasem). **51-100mm** terjadi di Pekutatan (Jembrana), Petang, Mengwi, Kuta (Badung), Selemadeg Barat, Selemadeg, Kerambitan, Baturiti, Pupuan (Tabanan), Denpasar Barat (Kota Denpasar), Tampaksiring (Gianyar), Sebagian besar terjadi di Bangli, Kintamani (Bangli), Sebagian kecil terjadi di Rendang, Bebandem (Karangasem), Gerokgak, Sukasada, Busung Biu, Banjar (Buleleng). **101-150mm** terjadi di Penebel (Tabanan), Denpasar Timur (Kota Denpasar), Payangan, Sukawati (Gianyar), Susut (Bangli), Klungkung (Klungkung), Sebagian kecil terjadi di Rendang, Sidemen (Karangasem), Gerokgak (Buleleng). **151-200mm** terjadi di Abiansemal (Badung), Banjarangkan (Klungkung).

Curah Hujan Maksimum tertinggi dalam satu hari pada bulan Desember 2023 adalah 188 mm di Kecamatan Banjarangkan Kabupaten Klungkung bagian selatan

INFORMASI HARI HUJAN BULAN DESEMBER 2023

Hasil pengamatan tingkat keseringan hujan yang terjadi selama bulan Desember 2023 mencakup 20 Zona Musim (ZOM) di Provinsi Bali, sebagai berikut :



Hari Hujan dengan Kriteria **<10 hari** terjadi di Gerokgak, Kubutambahan, Tejakula (Buleleng), Kubu, Karangasem (Karangasem), Sebagian terjadi di Melaya (Jembrana), Nusa Penida, Banjarangkan (Klungkung). **10-20 hari** terjadi di Sebagian besar kecamatan yang ada di Provinsi Bali.

>20 hari terjadi di Payangan (Gianyar), Sebagian kecil terjadi di Sukasada (Buleleng), Bangli (Bangli), Rendang (Karangasem).

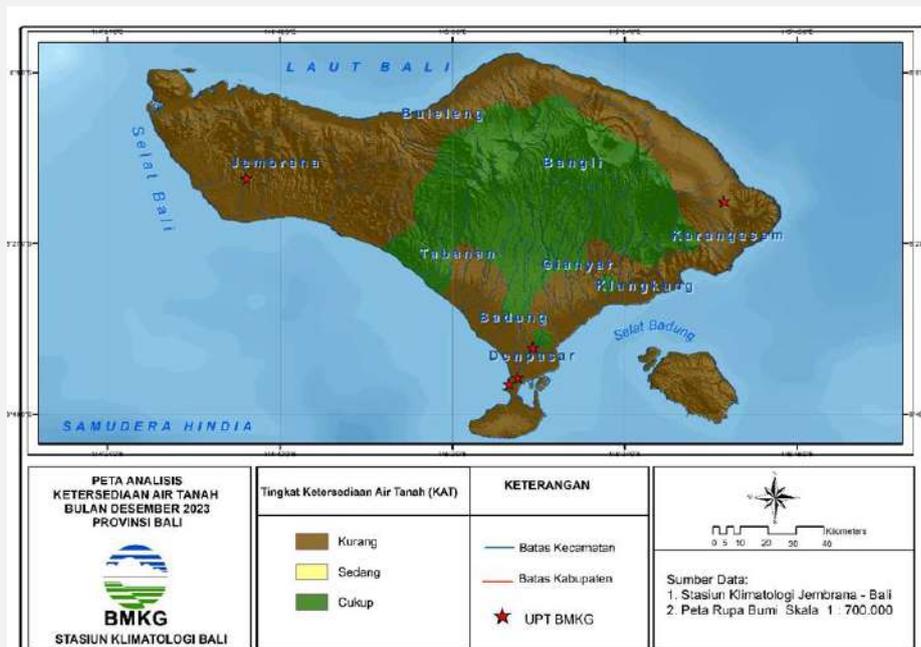
Tingkat keseringan hujan pada bulan Desember 2023 tertinggi adalah selama 22 hari/bulan terjadi di Kabupaten Buleleng bagian selatan (Kecamatan Sukasada).

INFORMASI IKLIM EKSTRIM BULAN DESEMBER 2023

Selama bulan Desember 2023 terjadi kejadian Hujan Ekstrim di Gerokgak (Buleleng) dengan curah hujan = 115 mm pada tanggal 16 Desember 2023, Penebel (Tabanan) dengan curah hujan = 111.5 mm pada tanggal 04 Desember 2023, Abiansemal (Badung) dengan curah hujan = 162 mm pada tanggal 04 Desember 2023, Denpasar Timur (Kota Denpasar) dengan curah hujan = 106 mm pada tanggal 15 Desember 2023, Payangan (Gianyar) dengan curah hujan = 125 mm pada tanggal 26 Desember 2023, Sidemen (Karangasem) dengan curah hujan = 127.5 mm pada tanggal 04 Desember 2023, Banjarangkan (Klungkung) dengan curah hujan = 188 mm pada tanggal 04 Desember 2023. Susut (Bangli) dengan curah hujan = 145 mm pada tanggal 04 Desember 2023.

INFORMASI KETERSEDIAAN AIR TANAH BULAN SEPTEMBER 2023

Berikut analisis kondisi ketersediaan air tanah pada bulan Desember 2023 di Provinsi Bali, sebagai berikut :



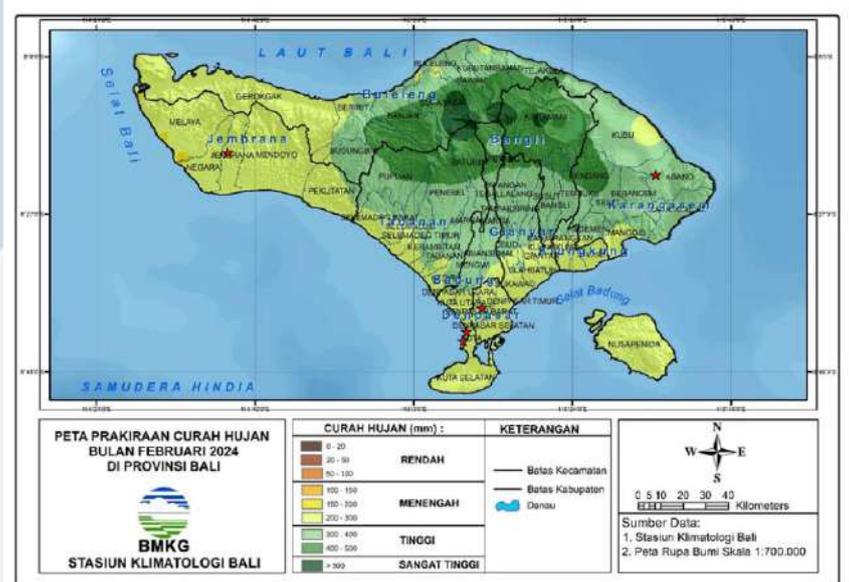
Hasil analisis tingkat ketersediaan air tanah Provinsi Bali pada bulan Desember 2023, secara umum berada dalam ketersediaan **Kurang**. Daerah dengan ketersediaan air tanah Cukup, meliputi wilayah Selemadeg Barat, Selemadeg, Baturiti, Pupuan, Petang, Payangan, Sukasada, Kubu, Bangli, Kintamani, Rendang, Susut, Penebel, Mengwi, Denpasar Timur, Tampaksiring, Abiansemal, Sidemen, Bebandem, Selat dan Banjarangkan. Hal ini akibat curah hujan yang terjadi lebih besar dari evapotranspirasinya sehingga kadar air sedalam jelajah akar tanaman lebih besar dari 60%.

PRAKIRAAN HUJAN BULAN FEBRUARI 2024

Prakiraan curah hujan Provinsi Bali untuk bulan Februari 2024 Sebagai berikut :

Curah Hujan **151-200mm** sebagian besar terjadi di Melaya (Jembrana). **201-300mm** terjadi di Kuta, Kuta Selatan (Badung), Selemadeg Barat, Tabanan, Selemadeg (Tabanan), Denpasar Timur (Kota Denpasar), Banjarangkan, Klungkung, Dawan, Nusa Penida (Klungkung), Kubu, Manggis, Karangasem (Karangasem), Sebagian besar terjadi di Melaya, Negara, Mendoyo, Pekutatan (Jembrana),

Sebagian terjadi di Sukawati, Gianyar (Gianyar), Sebagian kecil terjadi di Sukasada, Kubutambahan, Gerogkak, Seririt, Buleleng (Buleleng). **301-400mm** terjadi di Petang, Mengwi, Abiansemal (Badung), Denpasar Barat (Kota Denpasar), Sebagian besar terjadi di Tejakula (Buleleng), Bangli, Susut (Bangli), Tejakula (Buleleng), Sebagian terjadi di Sukawati, Payangan, Tampaksiring (Gianyar), Sebagian kecil terjadi di Baturiti, Penebel, Kerambitan (Tabanan), Rendang, Abang, Sidemen, Bebandem, Selat (Karangasem). **401-500mm** sebagian besar terjadi di Rendang (Karangasem), Sebagian kecil terjadi di Tejakula, Kubutambahan, Busung Bui, Banjar (Buleleng), Baturiti, Pupuan (Tabanan), Kintamani, Bangli (Bangli). **>500mm** sebagian besar terjadi di Sukasada (Buleleng), Kintamani (Bangli), Sebagian kecil terjadi di Baturiti (Tabanan).

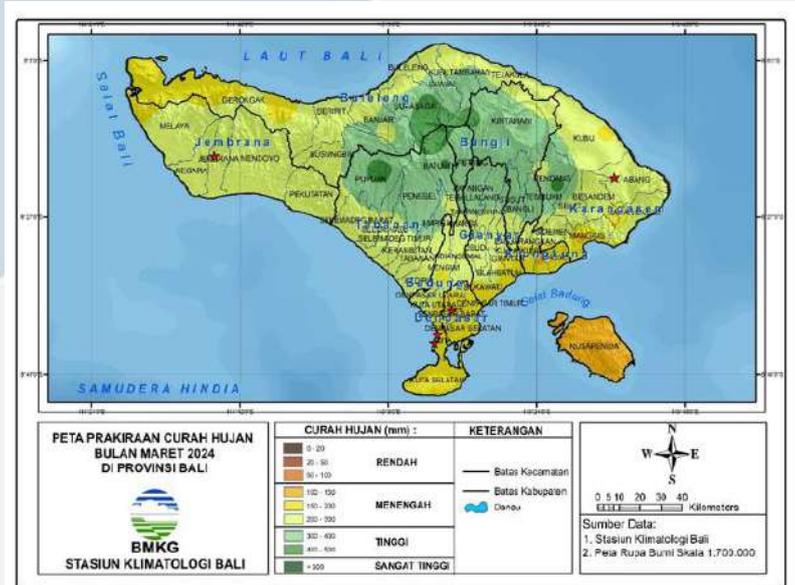


Prakiraan Sifat Hujan Bulan Februari 2024, Sebagian besar Kecamatan di Provinsi Bali dalam kategori Normal (N). Sifat Hujan Bawah Normal (BN) sebagian kecil terjadi di Gerogkak (Buleleng). Sifat Hujan Atas Normal (AN) terjadi di Selemadeg Barat (Tabanan), Sebagian kecil terjadi di Tejakula, Banjar (Buleleng), Bangli (Bangli).

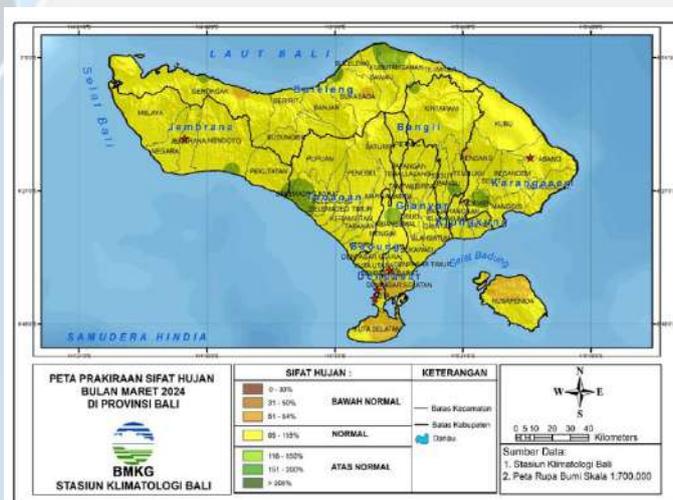
PRAKIRAAN HUJAN BULAN MARET 2024

Prakiraan curah hujan Provinsi Bali untuk bulan Maret 2024 Sebagai berikut :

Curah Hujan **101-150mm** terjadi di Klungkung, Dawan, Nusa Penida (Klungkung), Manggis (Karangasem). **151-200mm** terjadi di Mengwi, Kuta, Kuta Selatan (Badung), Kota Denpasar, Kubu, Manggis, Karangasem (Karangasem), Banjarangkan (Klungkung), Sebagian besar terjadi di Gerokgak (Buleleng), Sebagian terjadi di Gianyar, Sukawati (Gianyar), Sebagian kecil terjadi Melaya (Jembrana).



201-300mm terjadi di Abiansemal (Badung), Tampaksiring, Sukawati (Gianyar), Sebagian besar terjadi di Melaya, Negara, Mendoyo, Pekutatan (Jembrana), Sebagian kecil terjadi di Gerokgak, Sukasada, Seririt, Banjar, Buleleng, Kubutambahan, Tejakula (Buleleng), Baturiti, Selemadeg, Selemadeg Barat, Kerambitan, Tabanan (Tabanan), Bangli (Bangli), Rendang, Sidemen, Bebandem, Selat dan Abang (Karangasem). **301-400mm** terjadi di Busung Biu (Buleleng), Penebel (Tabanan), Petang (Badung), Payangan (Gianyar), Sebagian besar terjadi di Bangli, Kintamani, Susut (Bangli), Sebagian kecil terjadi di Rendang (Karangasem). **401-500mm** sebagian besar terjadi di Sukasada (Buleleng), Baturiti, Pupuan (Tabanan), sebagian kecil Kintamani (Bangli), Rendang (Karangasem).



Prakiraan Sifat Hujan Bulan Maret 2024, Sifat Hujan Normal (N) Sebagian besar terjadi Kecamatan yang ada di Provinsi Bali. Hujan Atas Normal (AN) terjadi di Selemadeg Barat (Tabanan), Abiansemal (Badung), Sidemen (Karangasem), Sebagian terjadi di Mendoyo (Jembrana), Sebagian kecil terjadi di Gerokgak, Buleleng, Kubutambahan (Buleleng), Kintamani, Bangli (Bangli). Hujan Bawah Normal (BN) terjadi di Kuta (Badung), Denpasar Barat (Kota Denpasar), Sebagian terjadi di Nusa Penida (Klungkung), Sebagian kecil terjadi di Rendang (Karangasem), Gerokgak dan Sukasada (Buleleng).

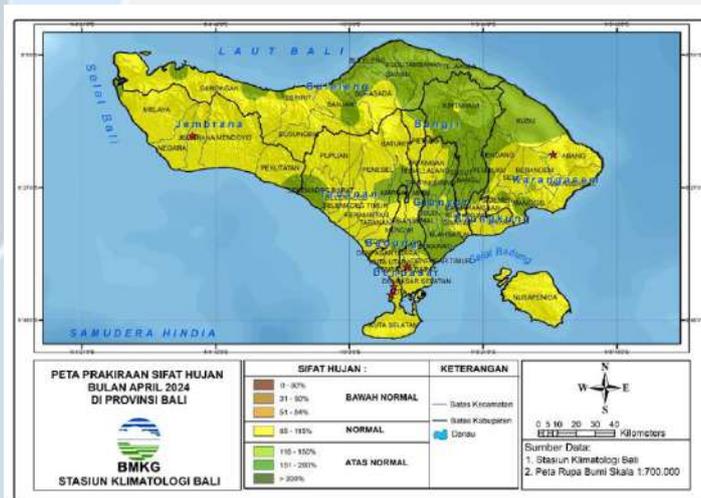
PRAKIRAAN HUJAN BULAN APRIL 2024

Prakiraan curah hujan Provinsi Bali untuk bulan April 2024 Sebagai berikut :

Curah Hujan **51-100mm** terjadi di Nusa Penida (Klungkung), Sebagian kecil terjadi di Gerokgak (Buleleng). **101-150mm** terjadi di Mengwi, Kuta, Kuta Selatan (Badung), Kota Denpasar, Manggis (Karangasem), Banjarangkan, Klungkung, Dawan (Klungkung), Sebagian besar terjadi di Gerokgak, Seririt (Buleleng), Sebagian terjadi di Sukawati, Gianyar (Gianyar), Sebagian kecil terjadi di Melaya (Jembrana).



151-200mm terjadi di Busungbiu (Buleleng), Selemadeg Barat, Selemadeg, Kerambitan, Tabanan (Tabanan), Abiansemal (Badung), Abang, Bebandem, Selat, Karangasem (Karangasem), Sebagian besar terjadi di Melaya, Negara, Mendoyo, Pekutatan (Jembrana), Sebagian terjadi di Sukawati, Tampaksiring (Gianyar), Sebagian kecil terjadi di Bangli (Bangli). **201-300mm** terjadi di Tejakula, Sukasada, Kubutambahan, Buleleng, Banjar (Buleleng), Petang (Badung), Payangan (Gianyar), Sebagian besar terjadi di Baturiti, Penebel (Tabanan), Bangli, Kintamani, Susut (Bangli), Rendang, Sidemen, Kubu (Karangasem). **301-400mm** sebagian besar terjadi di Sukasada (Buleleng), Kintamani (Bangli), Sebagian kecil terjadi di Baturiti, Pupuan (Tabanan), Rendang (Karangasem).



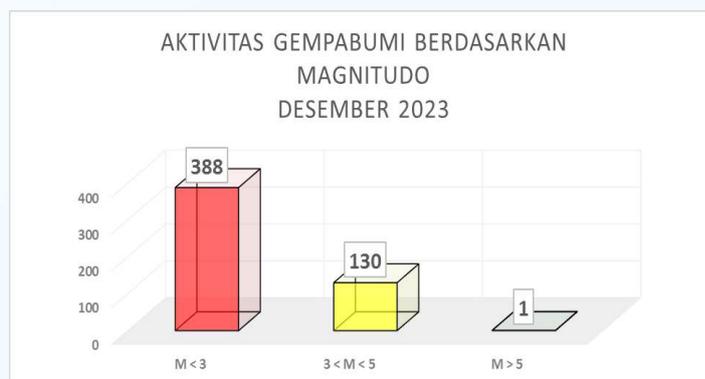
Sebagian kecil terjadi di Gerokgak, Sukasada, Buleleng, Kubutambahan, Tejakula, Banjar (Buleleng), Melaya (Jembrana), Baturiti, Selemadeg Barat, Penebel (Tabanan).

Prakiraan Sifat Hujan Bulan April 2024, Sifat Hujan Normal (N) terjadi di Kuta, Kuta Selatan, Petang, Abiansemal (Badung), Kota Denpasar, Gianyar, Payangan, Tampaksiring (Gianyar), Banjarangkan, Klungkung, Dawan, Nusa Penida (Klungkung), Sebagian besar terjadi di Melaya, Negara, Mendoyo, Pekutatan (Jembrana), Sukasada, Gerokgak, Seririt, Busung Biu (Buleleng), Baturiti, Selemadeg, Kerambitan, Tabanan, Pupuan (Tabanan), Sebagian kecil terjadi di Kintamani (Bangli), Rendang, Selat, Abang, Karangasem (Karangasem). Sifat Hujan Atas Normal (AN) terjadi di Mengwi (Badung), Sukawati (Gianyar), Sebagian besar terjadi di Kintamani, Bngli, Susut (Bangli), Rendang, Sidemen, Bebandem, Manggis, Kubu (Karangasem),

INFORMASI GEOFISIKA

AKTIVITAS KEGEMPAAN PERIODE DESEMBER 2023

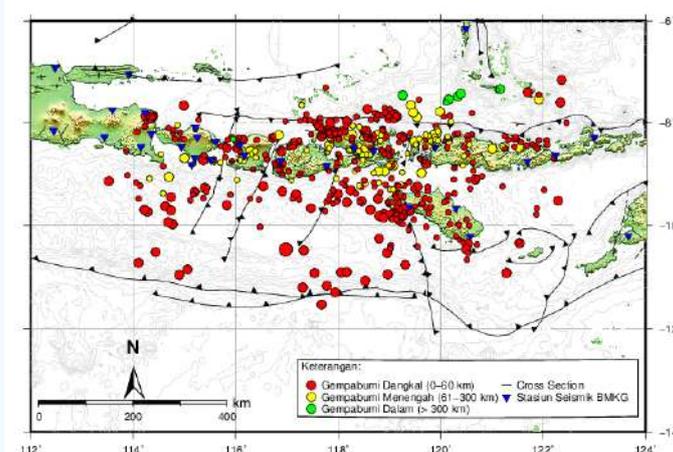
Selama bulan Desember 2023, terjadi gempabumi sebanyak 519 kali dengan berbagai variasi kedalaman dan kekuatan gempabumi. Berdasarkan kekuatan gempabumi, semua kejadian gempabumi selama periode Desember memiliki kekuatan yang bervariasi dan didominasi oleh gempabumi berkekuatan $M < 3.0$, yaitu sebanyak 388 kejadian, sedangkan gempabumi dengan kekuatan $3.0 \leq M < 5.0$ sebanyak 130 kejadian dan 1 kejadian untuk gempabumi $M \geq 5$.



Sedangkan berdasarkan kedalaman didominasi gempabumi dengan kedalaman dangkal ($h < 60$ kilometer) yang terjadi sebanyak 396 kejadian, gempabumi dengan kedalaman menengah ($60 \leq h < 300$ kilometer) tercatat sebanyak 116 kejadian dan 7 kejadian gempabumi dengan kedalaman dalam (≥ 300 kilometer).

Pada Desember 2023, kejadian gempabumi didominasi oleh gempabumi dangkal yang terlihat sebaran gempabumi di Samudera Hindia sebelah Selatan (Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur) dan sebelah Utara (Bali, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur). Sementara gempabumi menengah yang tersebar di sepanjang busur kepulauan (Bali, NTB dan Sebagian NTT). Sedangkan untuk gempabumi dalam terdapat di Utara busur kepulauan (Bali, NTB dan Sebaaian NTT).

SEISMISITAS WILAYAH BALI, NTB DAN SEBAGIAN NTT DESEMBER 2023



GEMPABUMI DIRASAKAN SEPTEMBER 2023

Selama bulan September 2023 tercatat 4 kejadian gempa bumi dirasakan di Pulau Bali, Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa.

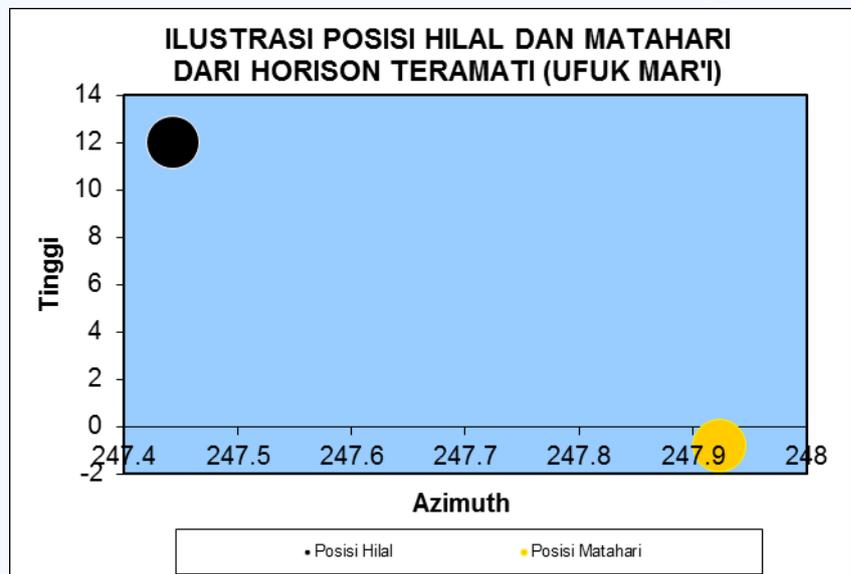
Kuat lemahnya getaran gempa bumi yang dirasakan dinyatakan dalam skala MMI (Modified Mercally Intensity). MMI digunakan untuk mengukur seberapa besar kerusakan yang ditimbulkan oleh gempa bumi.

NO.	TANGGAL	WAKTU (WIB)	LINTANG	BUJUR	MAGNITUDO	KEDALAMAN (Km)	KETERANGAN	DIRASAKAN
1	03/12/2023	08:16:28	-8.95	118.79	4.7	67	54 km Tenggara KOTA-BIMA-NTB	dirasakan di Bima II - III MMI
2	07/12/2023	21:00:02	-8.73	115.37	3.1	10	17 km TimurLaut KUTASELATAN-BALI	Dirasakan di Nusa Dua II MMI
3	24/12/2023	13:00:55	-7.99	117.85	4.7	35	73 km TimurLaut SUMBAWA-NTB	Dirasakan di Dompu II - III MMI
4	26/12/2023	05:47:56	-8.49	115.83	3.5	19	37 km Tenggara KARANGASEM-BALI	Dirasakan di Mataram, Lombok Barat dan Lombok Tengah II - III MMI

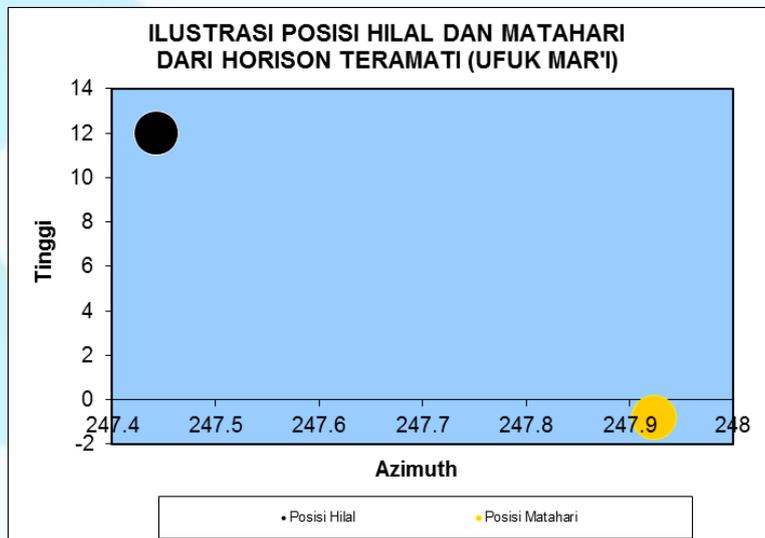
INFORMASI HILAL PENENTU AWAL BULAN JUMADIL AKHIR 1445 H

Secara astronomis waktu pelaksanaan Rukyat Hilal di Badung dan sekitarnya untuk penentuan awal Bulan Jumadil Akhir 1445 H dilaksanakan pada tanggal 13 Desember 2023 dengan ketinggian berkisar $4^{\circ} 35' 28''$ (4.5°). Selisih antara waktu terbenam Matahari dengan waktu terbenam Bulan sekitar 59 menit 2

detik yang merupakan waktu untuk mengamati citra hilal. Dengan hasil pengamatan adalah citra hilal Tidak Teramati.



INFORMASI HILAL PENENTU AWAL BULAN RAJAB 1445 H



Penentuan pengamatan Hilal awal Bulan Rajab 1445 H dilaksanakan pada hari Jumat, tanggal 12 Januari 2024 dengan waktu konjungsi Kamis, 11 Januari 2024 pukul 19:57 WITA dengan ketinggian berkisar $11^{\circ} 59' 12''$ (11.9°).

Informasi waktu terbenam di wilayah Badung dan sekitarnya adalah Matahari pada pukul 18:45:38 WITA dan Bulan pukul 19:44:40 WITA dengan waktu pengamatan adalah 59 menit 2 detik.

INFORMASI TANDA WAKTU

Posisi dan Fase Bulan

Bulan sebagai satelit Bumi dalam setiap revolusinya mengelilingi Bumi mengalami satu kali fase Perigee dan Apogee. Perigee merupakan jarak terdekat bulan selama satu periode revolusinya mengelilingi Bumi. Perigee untuk Bulan Februari terjadi pada tanggal 11 Februari 2024 pukul 02:53 WITA dengan jarak antara Bumi dan Bulan 358.193 km. Untuk Apogee yaitu jarak terjauh Bulan dengan Bumi terjadi pada pukul 22:59 WITA tanggal 25 Februari 2024 dengan jarak sekitar 406.274 km dari Bumi.

Pada Februari 2024 puncak Bulan Purnama terjadi pada 24 Februari 2024 pukul 20:30 WITA. Puncak Titem/Bulan mati terjadi pada 10 Februari 2024 pukul 06:59 WITA.

Terbit dan Terbenam Matahari Februari 2024

Data waktu terbit dan terbenam matahari Kota Negara

Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang	Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang
1	06:21	12:35	18:49	12.47	15	06:24	12:36	18:47	12.38
2	06:21	12:35	18:49	12.47	16	06:25	12:36	18:46	12.35
3	06:22	12:35	18:49	12.45	17	06:25	12:36	18:46	12.35
4	06:22	12:35	18:49	12.45	18	06:25	12:35	18:46	12.35
5	06:22	12:35	18:49	12.45	19	06:25	12:35	18:46	12.35
6	06:22	12:35	18:48	12.43	20	06:25	12:35	18:45	12.33
7	06:23	12:36	18:48	12.42	21	06:25	12:35	18:45	12.33
8	06:23	12:36	18:48	12.42	22	06:25	12:35	18:45	12.33
9	06:23	12:36	18:48	12.42	23	06:26	12:35	18:44	12.30
10	06:23	12:36	18:48	12.42	24	06:26	12:35	18:44	12.30
11	06:24	12:36	18:48	12.40	25	06:26	12:35	18:43	12.28
12	06:24	12:36	18:47	12.38	26	06:26	12:34	18:43	12.28
13	06:24	12:36	18:47	12.38	27	06:26	12:34	18:43	12.28
14	06:24	12:36	18:47	12.38	28	06:26	12:34	18:42	12.27
					29	06:26	12:34	18:42	12.27

Data waktu terbit dan terbenam matahari Kota Singaraja

Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang	Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang
1	06:19	12:33	18:47	12.47	15	06:23	12:34	18:45	12.37
2	06:20	12:33	18:47	12.45	16	06:23	12:34	18:45	12.37
3	06:20	12:33	18:47	12.45	17	06:23	12:34	18:44	12.35
4	06:20	12:34	18:47	12.45	18	06:23	12:34	18:44	12.35
5	06:21	12:34	18:47	12.43	19	06:23	12:34	18:44	12.35
6	06:21	12:34	18:47	12.43	20	06:24	12:34	18:43	12.32
7	06:21	12:34	18:46	12.42	21	06:24	12:33	18:43	12.32
8	06:21	12:34	18:46	12.42	22	06:24	12:33	18:43	12.32
9	06:22	12:34	18:46	12.40	23	06:24	12:33	18:42	12.30
10	06:22	12:34	18:46	12.40	24	06:24	12:33	18:42	12.30
11	06:22	12:34	18:46	12.40	25	06:24	12:33	18:42	12.30
12	06:22	12:34	18:45	12.38	26	06:24	12:33	18:41	12.28
13	06:22	12:34	18:45	12.38	27	06:24	12:33	18:41	12.28
14	06:23	12:34	18:45	12.37	28	06:24	12:32	18:40	12.27
					29	06:24	12:32	18:40	12.27

Data waktu terbit dan terbenam matahari Kota Tabanan

Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang	Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang
1	06:19	12:33	18:47	12.47	15	06:23	12:34	18:45	12.37
2	06:19	12:33	18:47	12.47	16	06:23	12:34	18:45	12.37
3	06:20	12:33	18:47	12.45	17	06:23	12:34	18:45	12.37
4	06:20	12:34	18:47	12.45	18	06:23	12:34	18:44	12.35
5	06:20	12:34	18:47	12.45	19	06:23	12:34	18:44	12.35
6	06:20	12:34	18:47	12.45	20	06:23	12:34	18:44	12.35
7	06:21	12:34	18:47	12.43	21	06:23	12:33	18:43	12.33
8	06:21	12:34	18:47	12.43	22	06:24	12:33	18:43	12.32
9	06:21	12:34	18:46	12.42	23	06:24	12:33	18:43	12.32
10	06:21	12:34	18:46	12.42	24	06:24	12:33	18:42	12.30
11	06:22	12:34	18:46	12.40	25	06:24	12:33	18:42	12.30
12	06:22	12:34	18:46	12.40	26	06:24	12:33	18:41	12.28
13	06:22	12:34	18:46	12.40	27	06:24	12:33	18:41	12.28
14	06:22	12:34	18:45	12.38	28	06:24	12:32	18:41	12.28
					29	06:24	12:32	18:41	12.28

Data waktu terbit dan terbenam matahari Kota Mangupura

Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang	Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang
1	06:18	12:33	18:47	12.48	15	06:22	12:33	18:45	12.38
2	06:19	12:33	18:47	12.47	16	06:22	12:33	18:44	12.37
3	06:19	12:33	18:47	12.47	17	06:22	12:33	18:44	12.37
4	06:19	12:33	18:47	12.47	18	06:23	12:33	18:44	12.35
5	06:20	12:33	18:47	12.45	19	06:23	12:33	18:44	12.35
6	06:20	12:33	18:47	12.45	20	06:23	12:33	18:43	12.33
7	06:20	12:33	18:46	12.43	21	06:23	12:33	18:43	12.33
8	06:20	12:33	18:46	12.43	22	06:23	12:33	18:43	12.33
9	06:21	12:33	18:46	12.42	23	06:23	12:33	18:42	12.32
10	06:21	12:33	18:46	12.42	24	06:23	12:33	18:42	12.32
11	06:21	12:33	18:46	12.42	25	06:23	12:32	18:41	12.30
12	06:21	12:33	18:45	12.40	26	06:23	12:32	18:41	12.30
13	06:22	12:33	18:45	12.38	27	06:24	12:32	18:41	12.28
14	06:22	12:33	18:45	12.38	28	06:24	12:32	18:40	12.27
					29	06:24	12:32	18:40	12.27

Data waktu terbit dan terbenam matahari Kota Denpasar

Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang	Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang
1	06:18	12:33	18:47	12.48	15	06:22	12:33	18:45	12.38
2	06:18	12:33	18:47	12.48	16	06:22	12:33	18:44	12.37
3	06:19	12:33	18:47	12.47	17	06:22	12:33	18:44	12.37
4	06:19	12:33	18:47	12.47	18	06:22	12:33	18:44	12.37
5	06:19	12:33	18:47	12.47	19	06:22	12:33	18:44	12.37
6	06:20	12:33	18:47	12.45	20	06:23	12:33	18:43	12.33
7	06:20	12:33	18:46	12.43	21	06:23	12:33	18:43	12.33
8	06:20	12:33	18:46	12.43	22	06:23	12:33	18:42	12.32
9	06:20	12:33	18:46	12.43	23	06:23	12:33	18:42	12.32
10	06:21	12:33	18:46	12.42	24	06:23	12:32	18:42	12.32
11	06:21	12:33	18:46	12.42	25	06:23	12:32	18:41	12.30
12	06:21	12:33	18:45	12.40	26	06:23	12:32	18:41	12.30
13	06:21	12:33	18:45	12.40	27	06:23	12:32	18:41	12.30
14	06:22	12:33	18:45	12.38	28	06:24	12:32	18:40	12.27
					29	06:24	12:32	18:40	12.27

Data waktu terbit dan terbenam matahari Kota Gianyar

Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang	Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang
1	06:18	12:32	18:46	12.47	15	06:21	12:33	18:44	12.38
2	06:18	12:32	18:46	12.47	16	06:22	12:33	18:44	12.37
3	06:18	12:32	18:46	12.47	17	06:22	12:33	18:43	12.35
4	06:19	12:32	18:46	12.45	18	06:22	12:33	18:43	12.35
5	06:19	12:33	18:46	12.45	19	06:22	12:32	18:43	12.35
6	06:19	12:33	18:46	12.45	20	06:22	12:32	18:43	12.35
7	06:20	12:33	18:46	12.43	21	06:22	12:32	18:42	12.33
8	06:20	12:33	18:46	12.43	22	06:22	12:32	18:42	12.33
9	06:20	12:33	18:45	12.42	23	06:23	12:32	18:41	12.30
10	06:20	12:33	18:45	12.42	24	06:23	12:32	18:41	12.30
11	06:21	12:33	18:45	12.40	25	06:23	12:32	18:41	12.30
12	06:21	12:33	18:45	12.40	26	06:23	12:32	18:40	12.28
13	06:21	12:33	18:45	12.40	27	06:23	12:31	18:40	12.28
14	06:21	12:33	18:44	12.38	28	06:23	12:31	18:40	12.28
					29	06:23	12:31	18:40	12.28

Data waktu terbit dan terbenam matahari Kota Semarang

Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang	Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang
1	06:17	12:31	18:46	12.48	15	06:20	12:32	18:43	12.38
2	06:17	12:31	18:46	12.48	16	06:21	12:32	18:43	12.37
3	06:17	12:32	18:46	12.48	17	06:21	12:32	18:43	12.37
4	06:18	12:32	18:46	12.47	18	06:21	12:32	18:43	12.37
5	06:18	12:32	18:45	12.45	19	06:21	12:32	18:42	12.35
6	06:18	12:32	18:45	12.45	20	06:21	12:32	18:42	12.35
7	06:19	12:32	18:45	12.43	21	06:21	12:31	18:42	12.35
8	06:19	12:32	18:45	12.43	22	06:21	12:31	18:41	12.33
9	06:19	12:32	18:45	12.43	23	06:22	12:31	18:41	12.32
10	06:19	12:32	18:45	12.43	24	06:22	12:31	18:40	12.30
11	06:20	12:32	18:44	12.40	25	06:22	12:31	18:40	12.30
12	06:20	12:32	18:44	12.40	26	06:22	12:31	18:40	12.30
13	06:20	12:32	18:44	12.40	27	06:22	12:31	18:39	12.28
14	06:20	12:32	18:44	12.40	28	06:22	12:30	18:39	12.28
					29	06:22	12:30	18:39	12.28

Data waktu terbit dan terbenam matahari Kota Bangli

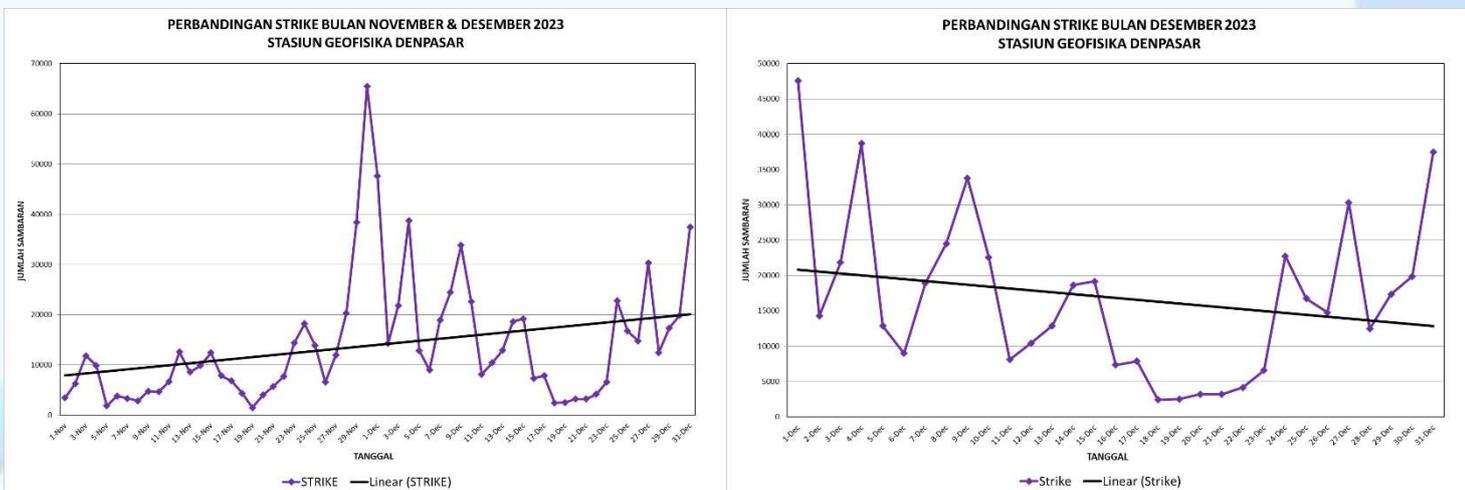
Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang	Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang
1	06:18	12:32	18:46	12.47	15	06:22	12:33	18:44	12.37
2	06:18	12:32	18:46	12.47	16	06:22	12:33	18:44	12.37
3	06:19	12:32	18:46	12.45	17	06:22	12:33	18:44	12.37
4	06:19	12:33	18:46	12.45	18	06:22	12:33	18:43	12.35
5	06:19	12:33	18:46	12.45	19	06:22	12:33	18:43	12.35
6	06:20	12:33	18:46	12.43	20	06:22	12:33	18:43	12.35
7	06:20	12:33	18:46	12.43	21	06:22	12:32	18:42	12.33
8	06:20	12:33	18:46	12.43	22	06:23	12:32	18:42	12.32
9	06:20	12:33	18:45	12.42	23	06:23	12:32	18:42	12.32
10	06:21	12:33	18:45	12.40	24	06:23	12:32	18:41	12.30
11	06:21	12:33	18:45	12.40	25	06:23	12:32	18:41	12.30
12	06:21	12:33	18:45	12.40	26	06:23	12:32	18:40	12.28
13	06:21	12:33	18:45	12.40	27	06:23	12:32	18:40	12.28
14	06:21	12:33	18:44	12.38	28	06:23	12:31	18:40	12.28
					29	06:23	12:31	18:40	12.28

Data waktu terbit dan terbenam matahari Kota Amlapura

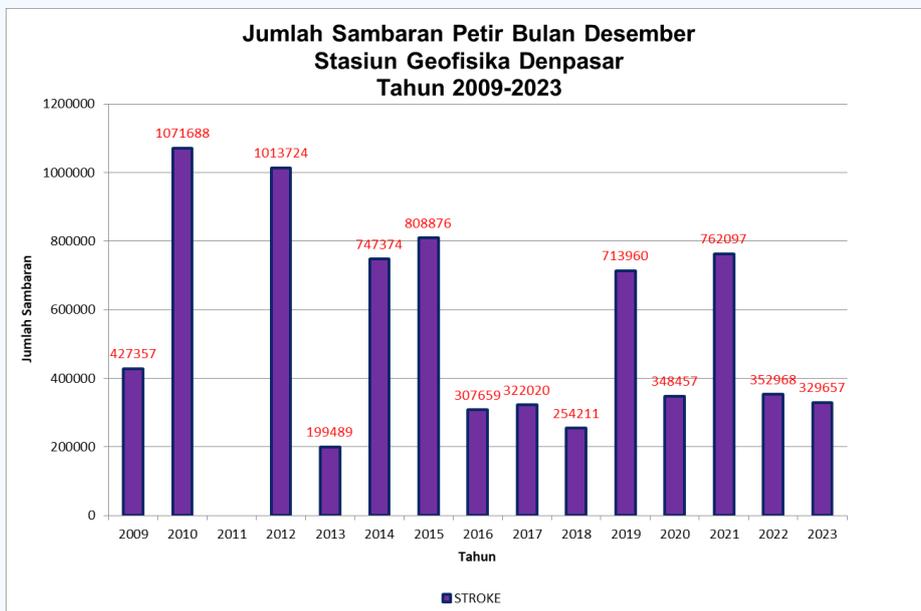
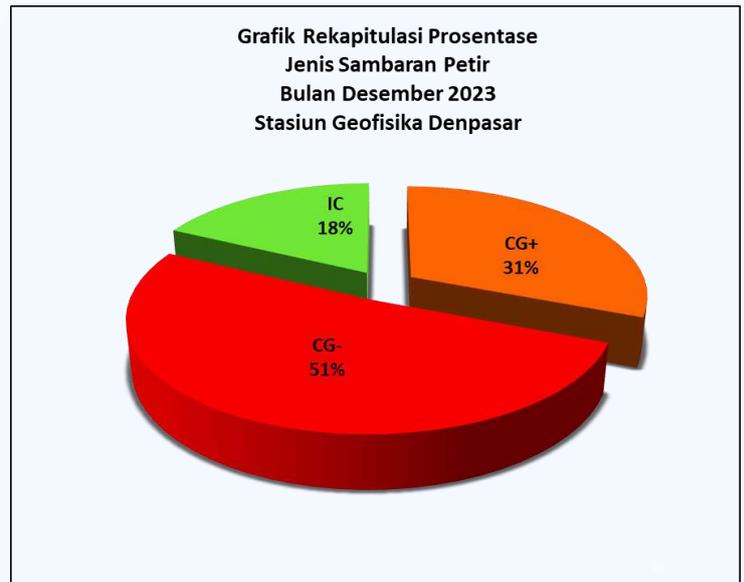
Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang	Tgl	Terbit	Kulminasi Atas	Terbenam	Lama Siang
1	06:17	12:31	18:45	12.47	15	06:21	12:32	18:43	12.37
2	06:17	12:31	18:45	12.47	16	06:21	12:32	18:43	12.37
3	06:18	12:31	18:45	12.45	17	06:21	12:32	18:42	12.35
4	06:18	12:32	18:45	12.45	18	06:21	12:32	18:42	12.35
5	06:18	12:32	18:45	12.45	19	06:21	12:32	18:42	12.35
6	06:18	12:32	18:45	12.45	20	06:21	12:31	18:42	12.35
7	06:19	12:32	18:45	12.43	21	06:21	12:31	18:41	12.33
8	06:19	12:32	18:45	12.43	22	06:22	12:31	18:41	12.32
9	06:19	12:32	18:44	12.42	23	06:22	12:31	18:40	12.30
10	06:19	12:32	18:44	12.42	24	06:22	12:31	18:40	12.30
11	06:20	12:32	18:44	12.40	25	06:22	12:31	18:40	12.30
12	06:20	12:32	18:44	12.40	26	06:22	12:31	18:39	12.28
13	06:20	12:32	18:44	12.40	27	06:22	12:31	18:39	12.28
14	06:20	12:32	18:43	12.38	28	06:22	12:30	18:39	12.28
					29	06:22	12:30	18:39	12.28

SAMBARAN PETIR DI WILAYAH BALI

Jumlah sambaran petir harian pada bulan Desember 2023 secara umum tetap dibandingkan dengan bulan November 2023. Jika dilihat berdasarkan sambaran harian selama bulan Desember 2023, secara umum menunjukkan jumlah stabil namun cenderung menurun.



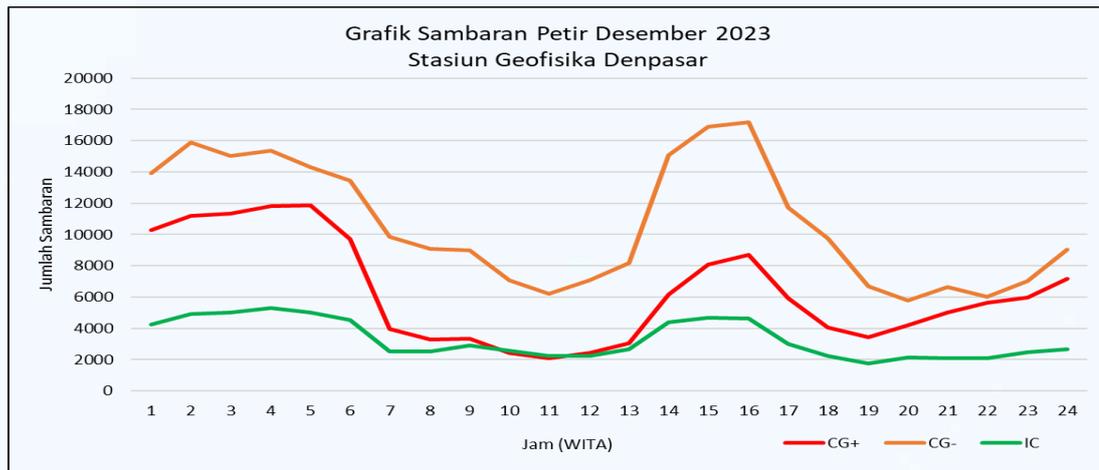
Total sambaran pada bulan Desember 2023 sebanyak 522.045 kali sambaran petir yang terdiri dari jenis petir *Intra Cloud* (IC) dan *Cloud to Ground* (CG). Prosentase perbandingan jumlah strike jenis IC dan CG untuk bulan Desember 2023, didominasi oleh sambaran petir tipe CG dengan perbandingan IC:CG sebesar 18%:82%. Petir jenis IC sebanyak 92.897 sambaran, sedangkan Petir CG sebanyak 429.148 sambaran (Gambar 4). Petir CG terdiri dari jenis CG+ sebanyak 31% (161.327 sambaran) dan CG- sebanyak 51% (267.821 sambaran) (Gambar 5).



Jumlah sambaran petir bulan Desember 2023 merupakan jumlah sambaran tertinggi ke-10 atau terendah ke-5 khusus di bulan Desember sepanjang tahun 2009-2023. Sambaran petir tertinggi terjadi pada bulan Desember 2010, sedangkan terendah terjadi pada tahun 2018.

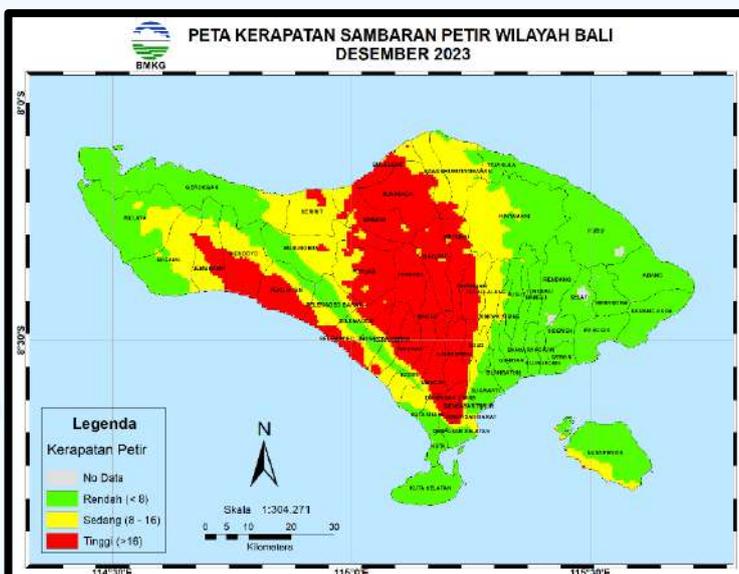
Analisis Temporal

Pada bulan Desember 2023, sambaran petir perjam menunjukkan pola dengan 2 puncak sambaran tertinggi yang terjadi pada pagi dini hari dan sore hari, sekitar pukul 01:00 – 05:00 WITA dan 15:00 – 17:00 WITA. Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya sambaran petir di jam-jam tersebut mengindikasikan bahwa cukup tingginya potensi pembentukan awan-awan konvektif terjadi di waktu yang bersamaan. Awan cumulonimbus merupakan awan yang paling sering menghasilkan sambaran petir.



Analisis Spasial

Pada bulan Desember 2023, sebagian besar daerah di Pulau Bali memiliki kerapatan sambaran petir dengan kategori rendah hingga tinggi. Kerapatan petir dengan kategori tinggi terjadi di Kab. Tabanan (Kec. Penebel, Marga, Tabanan, Pupuan, Baturiti dan Selemadeg), di Kab. Badung (Kec. mengwi, Petang, Abiansemal), di Kab. Buleleng (Kecamatan Buleleng, Sukasada, Banjar, Seririt), di Kab. Jembrana (Kec. Pekutatan, Mendoyo, Jembrana) serta di Kota Denpasar (Kec. Denpasar Utara, Denpasar Timur).



Kerapatan petir dengan kategori sedang terjadi di Kabupaten Tabanan, Kabupaten Jembrana, Kabupaten Buleleng, Kabupaten Gianyar, Kabupaten Bangli.

Sedangkan kerapatan petir dengan kategori rendah terjadi di hampir seluruh kabupaten dan kecamatan di Bali.

INFORMASI KEJADIAN KHUSUS

HUJAN DI MUSIM KEMARAU

Oleh : Ni Putu Anita Purnama Dewi, S.Tr
(Stasiun Meteorologi Kelas II Gusti Ngurah Rai)

Menutup tahun 2023 dengan semangat dan evaluasi agar tahun baru 2024 bisa menjadi lebih baik lagi. *Flashback* ke 2023 mengenai keadaan cuaca, masyarakat sering bertanya-tanya tentang kenapa terjadi hujan di musim Kemarau? Satu periode musim kemarau adalah periode yang ditemukan dalam pola hujan tahunan, dimana terdapat minimal tiga dasarian berturut-turut dengan curah hujan kurang dari 50 mm per dasarian atau total ketiganya kurang dari 150 mm (syarat curah hujan dasarian pertama harus kurang dari 50 mm per dasarian). Wilayah Indonesia pada bulan November 2023 masih berada dalam periode musim kemarau, berdasarkan data curah hujan harian bulan November tahun 2023 Stasiun Meteorologi I Gusti Ngurah Rai tercatat terjadi hujan pada tanggal 3,12,13,14,19,20,23,29,30 dengan curah hujan tertinggi terjadi pada tanggal 29 November 2023 yaitu 25.5mm/hari. Hujan pada tanggal 29 November 2023 termasuk kriteria hujan sedang yang mengakibatkan visibility menurun hingga 1000 meter.

Berdasarkan suhu muka laut yang diperoleh dari *Australian Bureau of Meteorology*, suhu muka laut di sekitar pulau Bali pada tanggal 29 November 2023 berada dalam kisaran 28.0 °C - 30.0°C dengan anomali berkisar antara -1°C samai 1°C. Keadaan laut yang cenderung hangat mengakibatkan penguapan di perairan tersebut lebih giat dan dapat membantu pertumbuhan awan konvektif. Anomali suhu muka laut cenderung positif sehingga pengaruhnya cukup signifikan pada peningkatan suplai uap air di wilayah Bali.

Berdasarkan streamline angin gradient pada tanggal 29 November 2023, angin bertiup dari arah Tenggara-Barat Daya. Streamline tanggal 29 November 2023 pukul 12.00 UTC menunjukkan adanya belokan angin di atas pulau Bali. Belokan angin mengakibatkan adanya perlambatan kecepatan angin yang melalui suatu wilayah yang mengakibatkan perlambatan aliran massa udara sehingga mengakibatkan penumpukan uap air di daerah sekitar belokan angin yang berpotensi sebagai tempat pertumbuhan awan konvektif.

Pada tanggal 29 November 2023, gelombang Kelvin aktif di sekitar wilayah Bali, hal ini dapat memicu pertumbuhan awan konvektif yang dapat mengakibatkan hujan di sebagian besar wilayah Bali. Berdasarkan analisis data Rason Stasiun Meteorologi I Gusti Ngurah Rai pada tanggal 29 November 2023 nilai indeks labilitas udara yang diperoleh seperti Nilai *Convective Available Potential Energy* (CAPE) 2120 J/kg, K Index (KI) 34.6, Total-Total Index (TT) 43.9, *Lifted Index* (LI) -4 menunjukkan kondisi atmosfer labil, awan yang terbentuk pada kondisi atmosfer labil adalah awan konvektif.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu muka laut yang menghangat, anomali suhu muka laut, gelombang Kelvin aktif, indeks labilitas udara yang memicu pembentukan awan konvektif yang mengakibatkan kejadian hujan sedang-lebat disertai petir di Bandara I Gusti Ngurah Rai.

INFORMASI KEJADIAN KHUSUS

Implementasi Long Short Term Memory (LSTM) dalam Prediksi Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Jembrana (Periode 2018-2022)

NURJANAH¹, Putu Agus Dedy Permana² dan I Nyoman Gede Wiryajaya²

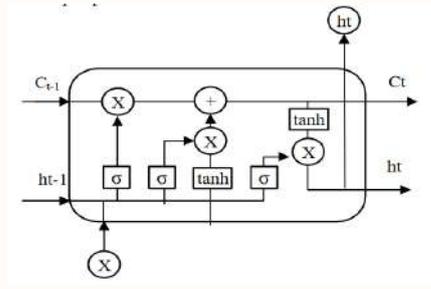
¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram

²Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar, Bali

1. PENDAHULUAN

Garis khatulistiwa yang terbentang di Indonesia menjadikannya sebagai negara yang beriklim tropis dengan dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Indonesia sendiri mempunyai kerentanan terhadap perubahan iklim, salah satunya di pulau Bali. Bali mempunyai luas kurang dari 10.000 km (Setiawan Ogi, 2012). Setiap wilayah mempunyai intensitas iklim yang berbeda-beda seperti di wilayah Kabupaten Jembrana. Intensitas iklim bergantung pada ketinggian, arah angin, garis lintang wilayah, dan suhu tanah. Karena adanya berbagai unsur yang dapat mempengaruhi besarnya curah hujan, maka cuaca di wilayah Kabupaten Jembrana tidak selalu berjalan sesuai dengan musim. Sebaliknya, itu sering berubah tiba-tiba setiap saat (Soekendro, 2021). Untuk mengetahui cuaca beberapa hari kedepan, sekarang dapat diakses di BMKG tetapi tingkat keakuratan prediksi cuaca masih perlu ditingkatkan lagi. Untuk menemukan pendekatan yang paling cocok yang dapat memberikan prediksi cuaca terutama prediksi curah hujan dengan tingkat akurasi yang tinggi, perlu untuk mencari metode terbaik dalam memprediksinya. Deep learning merupakan salah satu pilihan metode prediksi terbaru yang bisa diterapkan dalam berbagai bidang dimana mampu menghasilkan akurasi di atas 85% (Firdaus dan Irving, 2022).

Deep learning merupakan salah satu metode dalam kecerdasan buatan (AI) yang mengajarkan komputer untuk memproses data dengan cara yang terinspirasi otak manusia. CNN (*Convolutional Neural Network*) dan RNN (*Recurrent Neural Network*), LSTM, dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) adalah model deep learning yang umum untuk prediksi time series (Zhang et al., 2018). *Long Short Term Memory* (LSTM) merupakan metode prediksi yang akurat terhadap suatu variabel. Prediksi ini diambil berdasarkan tingkat kesalahan prediksi yang mana apabila tingkat kesalahan semakin kecil maka hasilnya akan semakin tepat. (Wiranda Laras dan Mujiono Sadikin, 2019).



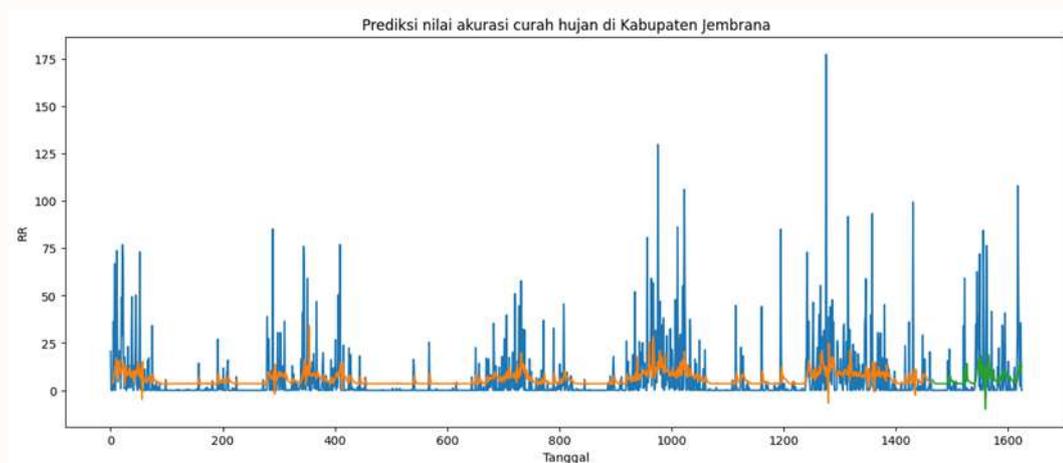
Gambar 1. Arsitektur LSTM (Sianturi Bastian Timothy, dkk., 2023)

LSTM sendiri diciptakan oleh Hochreiter dan Schmidhuber pada tahun 2000. Jaringan ini terdiri dari layer LSTM dengan proses berulang. Di dalam satu modul LSTM terdapat beberapa bagian komputasi seperti operasi penambahan, perkalian, penggabungan, duplikasi vektor dan fungsi matematika seperti tanh dan sigmoid seperti dijelaskan sebelumnya Gambar 2.1 (Aprian, dkk., 2020). Metode *Long Short Term Memory* (LSTM) ini bertujuan dalam memprediksi yang akurat terhadap suatu variabel. Prediksi terbaik didasarkan pada tingkat kesalahan, semakin kecil tingkat kesalahan yang dihasilkan, semakin tepat sebuah metode dalam memprediksi (Wiranda Laras dan Mujiono Sadikin, 2019).

PROSES UJI AKURASI PREDIKSI CURAH HUJAN

Pada penelitian ini dilakukan percobaan menggunakan data curah hujan perhari dari BMKG Kabupaten Jembrana yang diperoleh dari *website online* BMKG. Penelitian ini dimulai dari memasukan *dataset* hasil data yang telah di *preprocessing*, data yang diperoleh analisis prediksi curah hujan mempunyai nilai yang bervariasi. Oleh sebab itu perlu dilakukan meminimalisir *error* menggunakan normalisasi data. Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam uji normalitas adalah Min-Max Scaler. dengan *range* (0,1). Selanjutnya dibutuhkan data latih (*training*) dan data uji (*testing*), kedua data ini digunakan sebagai pembeda data yang digunakan untuk data proses pelatihan dan data yang digunakan untuk proses pengujian. Proses pembuatan data *training* merupakan proses pengenalan pola yang dilakukan dalam menyesuaikan antara data *input* dengan data *output* (target) dan dapat meningkatkan model yang digunakan terhadap data *testing*. Nilai data *training* lebih besar daripada data *testing*, hal ini bertujuan untuk melatih mesin dalam melatih model lebih baik lagi.

Selain itu hasil prediksi data uji yang dihasilkan lebih bagus ketika mesin menghasilkan model. Penelitian ini dilakukan percobaan menggunakan data *training* 90% (1459 hari) dan data *testing* 10% (159 hari). Dimana kombinasi parameter yang digunakan yaitu jumlah *neuron* dan *epoch*. Dalam menentukan jumlah *neuron* tidak ada aturan dalam jumlah yang digunakan sampai mendapatkan hasil yang bagus dalam prediksi nilai akurasi yang dilihat dari nilai *error*. Sedangkan untuk besarnya *epoch* yang digunakan akan mempengaruhi besaran proses pembelajaran dan berhenti tepat pada nilai *epoch* yang telah ditentukan. Pada penelitian ini jumlah *neuron* pada *hidden layer* digunakan 10, 35 dan 50. *Epoch* akan digunakan 25, 50, 75, 100, 125 dan 150. Hasil dengan menggunakan parameter-parameter terbaik dari beberapa kombinasi parameter percobaan ditunjukkan pada Gambar grafik berikut.



Gambar 3. Prediksi Curah Hujan dengan Jumlah Neuron 10 dan Epoch 75

Gambar diatas merupakan hasil prediksi curah hujan dengan nilai curah hujan (RR) data train dan testing. Grafik yang terdiri dari parameter data asli dengan warna biru, prediksi untuk set data training berwarna orange, dan prediksi pada set data testing dengan warna hijau. Pola data garis training dan pola data garis prediksi hampir sama. Untuk hasil pengujian terdapat di Tabel 1.

Tabel 1 menjelaskan bahwa secara teori apabila metrik yang berkisar dari 0 hingga tak terbatas, maka semakin dekat skornya dengan 0, semakin baik kinerja model tersebut sehingga nilai RMSE harus serendah mungkin. Disini dalam melihat keakuratan nilai prediksi digunakan RMSE data *testing*. Tabel diatas menjelaskan bahwa model LSTM terbaik dengan menggunakan *neuron* 10 dan *epoch* 75 diperoleh nilai RMSE data test sebesar 17.45. Jumlah *epoch* merepresentasikan lamanya proses pembelajaran yang dilakukan terhadap jaringan yang sedang diobservasi. Jumlah *epoch* yang terlalu sedikit mengakibatkan

bersifat terlalu general, berarti kemampuan jaringan dalam mengenali pola terlalu sedikit atau bahkan tidak ada sama sekali. Sedangkan jumlah *epoch* yang terlalu banyak akan mengakibatkan jaringan mengalami kondisi *overfit* (jaringan bersifat terlalu spesifik terhadap data pelatihan), itu tampak pada tabel 1, sehingga hasil terbaik tidak berada pada nilai epoch terbesar. Hal ini dapat dikatakan bahwa hasil pengujian dari implementasi *deep learning* menggunakan arsitektur *Long Short Term Memory* (LSTM) untuk mengetahui akurasi prediksi curah hujan harian di wilayah Kabupaten Jemberana, menunjukkan hasil akurasi prediksi yang tergolong baik dengan menggunakan *neuron* 10 dan *epoch* 75.

Tabel 1 Hasil perhitungan parameter terbaik

Jumlah neuron	Epoch	RMSE Data Train	RMSE Data Test
10	25	13.51	17.54
	50	13.73	17.71
	75	13.15	17.45
	100	13.35	17.93
	125	12.89	19.08
35	25	13.60	17.60
	50	13.99	17.71
	75	13.26	18.75
	100	13.35	17.55
	125	13.18	17.76
50	25	13.58	17.59
	50	13.47	17.65
	75	13.63	17.60
	100	13.65	17.54
	125	13.50	17.73

RANGKUMAN

- Metode *Long Short Term Memory* (LSTM) berhasil diterapkan dalam menguji akurasi prediksi curah hujan di Kabupaten Jemberana. Melalui beberapa langkah yaitu mengumpulkan data, *preprocessing* data, normalisasi data, membagi data menjadi data uji dan data latih, selanjutnya membentuk model LSTM dengan menentukan jumlah *epoch* dan *neuron*, dan tahap terakhir mengevaluasi model dengan RMSE.
- Penelitian ini menghasilkan nilai akurasi terbaik didapatkan pada *epoch* 75 dan jumlah *neuron* yang digunakan 10 dengan nilai RMSE Data *Train* sebesar 13.15 dan RMSE Data *Test* 17.45.

INFORMASI KEJADIAN KHUSUS

MEWASPADAI ANCAMAN GEMPABUMI DARI SESAR AKTIF

Oleh : Yogha Mahardhika Kuncoro Putra, S.Tr., M.DM
(PMG Balai Besar MKG Wilayah III)

Dalam kurun waktu 3 tahun terakhir tercatat kejadian gempabumi kerak dangkal (*shallow crustal earthquake*) akibat aktivitas sesar aktif di darat dengan mekanisme sumber kombinasi antara pergerakan mendatar dengan naik (*oblique thrust fault*) berarah cenderung utara-selatan, gempabumi ini disebabkan oleh patahan atau sesar aktif yang belum teridentifikasi sebelumnya. Salah satu contoh yang baru terjadi yakni Gempabumi Sumedang 31 Desember 2023 pukul 20:34:24 WIB yang juga sekaligus menimbulkan korban jiwa.

Peristiwa gempabumi tersebut menunjukkan bahwa potensi bahaya sumber gempabumi kerak dangkal atau sesar aktif, sama bahayanya dengan potensi gempabumi dari zona subduksi atau *Megathrust*. Sehingga tidak membutuhkan magnitudo yang cukup besar untuk menimbulkan dampak guncangan yang kuat. Struktur bangunan di Indonesia juga tidak memenuhi standar bangunan tahan gempabumi serta banyaknya lokasi permukiman yang berada di area sesar aktif dan didukung pula oleh kondisi geologi dengan struktur tanah lunak dan kondisi topografi berupa wilayah perbukitan.

Secara umum sesar dinyatakan aktif ketika sesar tersebut mengalami pergerakan atau deformasi dalam rentang waktu geologis tertentu dan dapat diidentifikasi melalui rekaman aktivitas kegempaan, terjadi perubahan morfologi atau topografi, serta terdapat bukti terjadinya deformasi batuan. Identifikasi sesar yang dinyatakan "aktif" ini tidak selalu berarti bahwa gempabumi akan terjadi dalam waktu dekat, tetapi menunjukkan bahwa sesar tersebut memiliki sejarah aktivitas seismik yang relatif baru dan memiliki kemungkinan terjadi lagi di masa depan.

Di pulau Bali sendiri, menurut data PusGeN potensi gempabumi dari sesar aktif dapat berasal dari aktivitas Sesar Naik Flores di utara, serta sesar aktif yang berada di selat Lombok. Menurut salah satu survey di Jepang setelah kejadian gempabumi Kobe 1995 menunjukkan seluruh korban yang berhasil selamat, persentase terbesar korban selamat adalah karena mereka mampu menyelamatkan diri sendiri, baru kemudian diselamatkan oleh orang-orang terdekat seperti keluarga atau tetangga.

Berkaca pada hasil tersebut maka untuk mengantisipasi kejadian gempa bumi serupa di masa depan diperlukan pemahaman mitigasi yang baik secara mandiri oleh masing-masing individu agar dapat selamat dari kejadian gempa bumi. Penerapan *building code* untuk bangunan yang berada pada zona sesar aktif serta *law enforcement* yang tegas dari pemerintah juga perlu diupayakan. Kajian dan *updating* pemetaan sesar-sesar aktif yang ada di Indonesia juga merupakan hal yang penting. Pemahaman tentang sesar aktif akan membantu dalam upaya mitigasi risiko bencana gempa bumi, termasuk perencanaan tata ruang dan pembangunan yang memperhitungkan potensi gempa bumi di wilayah tersebut.

Kejadian gempa bumi merupakan suatu keniscayaan yang tidak bisa kita hindari akan tetapi dapat kita sikapi dengan baik. Terlebih ancaman gempa bumi tidak hanya berasal dari zona *Megathrust* tapi juga dari adanya sesar aktif. Oleh karena itu tiap-tiap individu harus siap menghadapinya dengan berusaha memahami langkah-langkah mitigasi gempa bumi yang tepat. Pemerintah juga harus mampu menegakkan aturan *building code* serta membuat perencanaan tata ruang dengan mempertimbangkan ancaman bencana di wilayahnya. Dengan begitu mewujudkan *zero victim* dari kejadian bencana gempa bumi bukanlah menjadi hal yang mustahil

“Kedepannya, jika terjadi gempa bumi, masyarakat perlu mengecek informasi gempa bumi melalui website dan aplikasi resmi dari BMKG, kemudian memperhatikan rambu dan jalur evakuasi di lingkungan sekitar. Serta memastikan bangunan yang ditinggali masih aman menahan guncangan gempa bumi.”



BALAI BESAR METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA WILAYAH III

JL RAYA TUBAN, BADUNG - BALI 80361
TELP (0361)75112-753105; FAX (0361)757975
email : bbmkg3@bmgk.go.id
<http://bbmkg3.bmgk.go.id>

