

BULETIN METEOROLOGI MARITIM

**STASIUN METEOROLOGI
MARITIM BELAWAN MEDAN**



ANALISIS KONDISI ATMOSFER BULAN FEBRUARI 2024



**ANALISIS ANGIN DAN
GELOMBANG LAUT**

**INFORMASI ANGIN,
GELOMBANG, DAN PARAMETER
DINAMIKA ATMOSFER**

**EVALUASI
PENGAMATAN DATA
SYNOP**

Edisi Vol 5 No 3

ISSN 3030-9514



9 773030 951031



0822 7500 2100



bmkg.belawan



stamar.belawan@bmkg.go.id

REDAKSI

TIM REDAKSI

PENANGGUNG JAWAB
Sugiyono, S.T., M.Kom

KETUA TIM
Budi Santoso, S.Si

PEMIMPIN REDAKSI
Rizki Fadillah P.P., S.Tr., M.Si

REDAKTUR
Budi Santoso, S.Si
Christen Ordain Novena, S.Tr., M.Si
Dasmian Sulviani, S.P
Ikhsan Dafitra, S.Tr
Indah Riandiny P. L., S.Kom., M.Si
Margaretha Roselini, S.Tr
Nur Auliakhansa, S.Tr
Puteri Sunitha Aprisani Corputty, S.Tr.Met
Rino Wijatmiko Saragih, S.Tr
Siti Aisyah, S.Tr
Yan Reynaldo Purba, S.Tr.Inst
Zulkarnaen Lubis, S.Pi

ALAMAT REDAKSI

Badan Meteorologi Klimatologi dan
Geofisika
Stasiun Meteorologi Maritim Belawan
Jl.Raya Pelabuhan III, Gabion. Bagan Deli,
Medan Kota Belawan, Kota Medan,
Sumatera Utara

Email
stamar.belawan@bmet.go.id

Media sosial
Instagram @bmet.belawan
Youtube Stasiun Meteorologi Maritim
Belawan

BULETIN METEOROLOGI MARITIM STASIUN METEOROLOGI MARITIM BELAWAN MEDAN

SALAM REDAKSI

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, atas berkah dan kasih sayangnya, Stasiun Meteorologi Maritim Belawan dapat menerbitkan Buletin Bulanan Edisi Volume 5 Nomor 3 pada bulan Maret 2024 ini.

Buletin bulanan ini memuat informasi tentang cuaca kemaritiman dan kondisi atmosfer bulan Februari 2024 di wilayah pelayanan informasi di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan. Informasi ini disusun dan dibuat berdasarkan hasil pengamatan unsur-unsur cuaca meteorologi secara terus menerus di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan, serta informasi dari BMKG Pusat Jakarta. Kami berharap buletin ini dapat menyediakan informasi terkait kemaritiman yang bermanfaat bagi pembangunan serta masyarakat luas khususnya di wilayah Sumatera Utara.

Tidak lupa ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang turut berperan serta dalam pembuatan buletin ini. Semoga pembuatan buletin ini akan terus berlanjut dan berguna bagi semua *stakeholder*. Akhir kata, segala kritik dan saran kami harapkan demi perbaikan dalam pembuatan buletin edisi selanjutnya.

Belawan, Maret 2024
Kepala Stasiun Meteorologi
Maritim Belawan Medan

SUGIYONO ST., M.Kom
NIP. 197109141993011001



PROFIL STASIUN

Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan mulai beroperasi pada tahun 1974. Adapun sejarah pimpinan dan pegawainya adalah sebagai berikut: - **1973 - 1985:** Kasmar adalah Bapak Tamat Karo Ah. MG (merangkap sebagai Kasmet Polonia Medan). Operasi pengamatan synoptik 6 jam dengan staf 2 (dua) orang yaitu: Asrak dan Poniman. Tahun 1974 Asrak pindah ke Staklim Sampali Medan digantikan oleh Ahmad Zaini. Tahun 1977 operasional pengamatan menjadi 12 jam dan pegawai bertambah 3 (tiga) orang yaitu: Firman, Herizal dan Taufik, tahun 1978 bertambah lagi yaitu JF. Immanuel. Pada tahun 1981 bertambah lagi yaitu Blucher Dolok Saribu dan Sabam Sinaga, tahun 1983 masuk Marsinah Siregar dan Zainal Nasir. - **1986 - 1987:** Pjs. Kasmar yaitu Blucher Dolok Saribu Ah. MG. Operasional pengamatan synoptik 12 jam dan staf berjumlah 7 (tujuh) orang. - **1988 - 1990:** Kasmar yaitu Drs. R. Syaifudin. Tahun 1989 Zainal Nasir pensiun, Operasional pengamatan synoptik 12 jam dan staf berjumlah 7 (tujuh) orang. - **1990 - 1997:** Kasmar yaitu Hot Mangihut Marpaung Ah. MG. dan Ka. TU. Sabam Sinaga. Tahun 1995 Marsina pindah ke Staklim Sampali, Tahun 1997 Poniman juga pindah ke Staklim Sampali. Tahun 1996 Operasional pengamatan menjadi 24 jam dan dimulainya pengamatan Suhu air laut. Tahun 1992 bertambah pegawai yaitu Selamat dan pada tahun 1993 bertambah lagi Elyas, tahun 1997 tambah lagi Aries Kristianto dan M. Saleh Siagian. - **1998 - 2003:** Kasmar yaitu Drs.R. Ponco Nugroho R. dengan Ka. TU Sabam Sinaga. Tahun 2000 Sabam pindah ke Bawil I digantikan oleh Blucher Dolok Saribu dan tahun 2001 Blucher digantikan oleh Surya Ah. MG.

Tahun 1998 bertambah pegawai yaitu Hasbullah Zuhri H. ST, dan Franky JR. Purba. Tahun 2000 bertambah Masjuwita, Tahun 2002 bertambah Ramos L. Tobing, dan tahun 2002 bertambah lagi yaitu Budi Santoso. Tahun 2003 masuk juga Tengku Mahrina. - **2004 - 2009:** Kasmar yaitu Harrisson Rambe dengan Ka. TU Syahrial Syam dan Kasi Surya Ah.MG. Pada tahun 2009 Syahrial Syam pensiun digantikan oleh Selamat, SH. Pak Harrisson Rambe dan Sukardja pensiun pada tahun 2009. Tahun 2009 bertambah pegawai baru Melvi Sibarani untuk membantu di keuangan dan TU. 2010: Kasmar yaitu Drs. Sampe Simangunsong MM. dan Ka. TU. Selamat SH serta Kasie Obs. dan Info yaitu Surya ST. Pada tahun 2010 pensiun Rasmiana Sinaga dan Ahmad Zaini. Bertambah pegawai baru yaitu Riski Ah. MG. dari Akademi Meteorologi dan Geofisika yang mana berlanjut sampai sekarang. Singkat sejarah, tahun 2019 yaitu pada bulan Juni 2019 telah bertugas kasmar yang baru yaitu Sugiyono, ST.,M.Kom, dengan membawahi anggota yang aktif yaitu sebanyak 25 orang.



DATA STASIUN



Nama Stasiun	Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan
Kode Stasiun	WIBL
No. Stasiun	96033
Klasifikasi Stasiun	Stasiun Meteorologi Maritim Klas II Belawan Medan
Alamat Stasiun	Jl.Raya Pelabuhan III, Gabion. Bagan Deli, Medan Kota Belawan, Kota Medan, Sumatera Utara
Telp.	(061) 6941851
Kode Pos	20414
Email	stamar.belawan@bmkg.go.id
Koordinat Stasiun	3°47'17.69"N dan 98°42'53.45"E
Ketinggian	3 (tiga) meter
Pegawai	

- | | |
|---|--|
| 1) Sugiyono, ST, M.Kom. | 14) Rino Wijatmiko Saragih, S.Tr |
| 2) Zurya Ningsih, ST. | 15) Suharyono |
| 3) Selamat, SH, MH. | 16) Rizky Ramadhan, A.Md. |
| 4) Irwan Efendi, S.Kom. | 17) Zulkarnaen Lubis, S.Pi |
| 5) Budi Santoso, S.Si. | 18) Ikhsan Dafitra, S.Tr. |
| 6) Agus Ariawan, S.kom. | 19) Elias Daniel Sembiring |
| 7) Indah Riandiny P. L., S.Kom., M.Si | 20) Siti Aisyah, S.Tr |
| 8) M. Saleh Siagian, S.Sos. | 21) Franky Jr Purba, SE |
| 9) Kisscha Christine Natalia S., S.Tr. | 22) Nur Auliakhansa, S.Tr |
| 10) Margaretha Roselini S., S.Tr. | 24) Puteri Sunitha Aprisani Corputty, S.Tr.Met |
| 11) Christein Ordain Novena S.Tr., M.Si | 25) Yan Reynaldo Purba, S.Tr.Inst |
| 12) Dasmian Sulviani, S.P. | |
| 13) Rizki Fadhillah P.P., S.Tr., M.Si | |



DAFTAR ISI

REDAKSI	2
DAFTAR ISI	5
DAFTAR TABEL	7
DAFTAR GAMBAR	8
ARTIKEL	9
BAB I – PENDAHULUAN	11
1.1. ANGIN	11
1.2. GELOMBANG LAUT	12
1.3. SOI (<i>SOUTH OSCILLATION INDEX</i>)	13
1.4. IOD (<i>INDIAN OCEAN DIPOLE MODE</i>)	13
1.5. MJO (<i>MADDEN JULIAN OSCILLATION</i>)	13
1.6. OLR (<i>OUTGOING LONGWAVE RADIATION</i>)	14
1.7. SST ANOMALY (<i>SEA SURFACE TEMPERATURE ANOMALY</i>)	14
1.8. SUHU UDARA	14
1.9. KELEMBABAN UDARA	14
1.10. PENGUAPAN	14
1.11. PENYINARAN MATAHARI	15
1.12. HUJAN	15
BAB II – ANALISIS ANGIN DAN GELOMBANG LAUT	16
2.1. ANGIN	16
2.2. GELOMBANG LAUT	18
2.3. ANALISIS DINAMIKA ATMOSFER DAN GELOMBANG	19
BAB III – EVALUASI PENGAMATAN DATA SYNOP	24
3.1. SUHU UDARA	24
3.2. KELEMBAPAN UDARA (RH)	27
3.3. TEKanan UDARA	30
3.4. ARAH DAN KECEPATAN ANGIN	33
3.5. HUJAN	36
3.6. PENYINARAN MATAHARI	37
3.7. PENGUAPAN	39
3.8. PASANG SURUT	40



BAB IV – ANALISIS KONDISI ATMOSFER BULAN FEBRUARI 2024	43
4.1. SOI (<i>SOUTH OSCILLATION INDEX</i>)	43
4.2. IOD (<i>INDIAN OCEAN DIPOLE MODE</i>)	43
4.3. SST ANOMALY (<i>SEA SURFACE TEMPERATURE ANOMALY</i>).....	44
4.4. TEKANAN UDARA.....	45
4.5. WIND ANALYSIS (850 MB).....	45
4.6. MJO (<i>MADDEN JULIAN OSCILLATION</i>)	46
4.7. OLR (<i>OUTGOING LONGWAVE RADIATION</i>).....	47
BAB V – PASANG SURUT BULAT MARET 2024 WILAYAH BELAWAN	48
5.1. PENGERTIAN PASANG SURUT	48
5.2. TIPE PASANG SURUT	49
5.3. GRAFIK PREDIKSI PASANG SURUT WILAYAH BELAWAN.....	50
ARTIKEL PASANG SURUT.....	54



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi kecepatan angin (Sumber : BMKG)	12
Tabel 2. Klasifikasi kecepatan angin (Sumber: BMKG)	17
Tabel 3. Grafik Prediksi Pasang Surut Wilayah Belawan Bulan Januari 2024 ...	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gelombang Maksimum.....	12
Gambar 2. Peta Wilayah Pelayanan Informasi Meteorologi Maritim.....	16
Gambar 3. Gelombang laut oleh angin	17
Gambar 4. Gelombang maksimum.....	18
Gambar 5. Arah dan Kecepatan Angin Rata-Rata Bulanan	19
Gambar 6. Gelombang Maksimum Bulan Februari 2024.....	20
Gambar 7. Gelombang Signifikan Rata-Rata Bulan Februari 2024	22
Gambar 8. Grafik Suhu Udara Rata – Rata Bulan Februari 2024	25
Gambar 9. Grafik Suhu Udara Maksimum Bulan Februari 2024.	25
Gambar 10. Grafik Suhu Udara Minimum Bulan Februari 2024.....	26
Gambar 11. Grafik Suhu Udara Rata – Rata Perjam Bulan Februari 2024	27
Gambar 12. Grafik Kelembapan Udara Relatif Bulan Februari 2024.....	28
Gambar 13. Grafik Kelembapan Udara Rata – Rata Per Jam Bulan Februari 2024	29
Gambar 14. Grafik Tekanan Udara QFF Harian Bulan Februari 2024	30
Gambar 15. Grafik Tekanan Udara QFF Rata-Rata Per Jam Bulan Februari 2024	31
Gambar 16. Grafik Tekanan Udara QFE Harian Bulan Februari 2024.....	32
Gambar 17. Grafik Tekanan Udara QFE Rata – Rata Per Jam Bulan Februari 2024	33
Gambar 18. Windrose dan distribusi frekuensi angin permukaan Bulan Februari 2024 Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan	34
Gambar 19. Grafik Angin Permukaan Maksimum Bulan Februari 2024	35
Gambar 20. Grafik Kecepatan Angin Rata-Rata Bulan Februari 2024.....	35
Gambar 21. Grafik Curah Hujan Harian Bulan Februari 2024	36
Gambar 22. Grafik Total Curah Hujan Rata-Rata Per Jam Bulan Februari 2024.	37
Gambar 23. Grafik Lama Penyinaran Matahari Bulan Februari 2024.....	38
Gambar 24. Grafik Penguapan Panci Terbuka Bulan Februari 2024	39
Gambar 25. Grafik Penguapan Piche Bulan Februari 2024	40
Gambar 26. Grafik Pasang Surut Perairan Belawan Bulan Februari 2024.....	41
Gambar 27. SOI (South Oscillation Index) Bulanan	43
Gambar 28. Anomali Suhu Permukaan Laut Bulanan untuk wilayah IOD	44
Gambar 29. Anomali Suhu Permukaan Laut a) Dasarian I, b) Dasarian II,	45
Gambar 30. Tekanan Udara selama Bulan Februari 2024.....	45
Gambar 31. Analisis Arah dan Kecepatan Angin a) Dasarian I, b) Dasarian II, ..	46
Gambar 32. Diagram RMM1, RMM2 Madden Julian Oscillation	46
Gambar 33. Anaisis Outgoing Longwave Radiation (OLR) pada a) Dasarian I, b) Dasarian II, c) Dasarian III Bulan Februari 2024.....	47
Gambar 34. Pengaruh posisi Bulan dan Matahari terhadap pasang surut di Bumi	48
Gambar 35. Distribusi gaya penyebab terjadinya fenomena pasang surut.	49



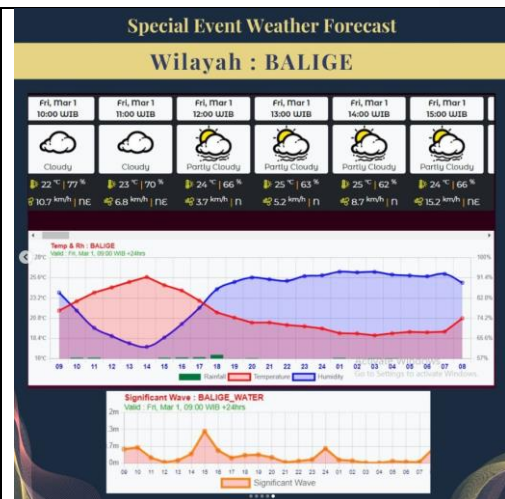
ARTIKEL

DUKUNGAN STASIUN METEOROLOGI MARITIM BELAWAN MEDAN TERHADAP PELAKSANAAN EVENT F1 POWER BOAT DANAU TOBA 2024

Dalam satu tahun terakhir, Kawasan sDanau Toba telah dijadikan lokasi perlombaan tingkat internasional sebanyak tiga kali. Setelah sukses dalam pelaksanaan perlombaan F1 Power Boat Danau Toba bulan Februari 2023 lalu, tahun ini Indonesia kembali menjadi tuan rumah untuk event tersebut. Event ini dilaksanakan pada tanggal 2 – 3 Maret 2024 di beberapa spot lomba yaitu Karo, Dairi, Pangururan, dan Balige.

Sebagai bentuk dukungan pada event tersebut, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) memberikan Special Event Weather Forcast untuk wilayah Danau Toba. Update informasi cuaca yang disediakan pada laman tersebut juga disupport dengan adanya display cuaca yang dipajang di lokasi event dan pelabuhan sekitar Danau Toba. Selain di lokasi perlombaan, display cuaca juga dipasang di Pelabuhan Bandar Deli Belawan oleh Tim Teknisi Stamar Belawan. Sementara itu, pengamatan cuaca *real time* juga dilakukan secara langsung di lokasi perlombaan oleh forecaster BMKG.

Disamping itu, BMKG juga memberikan dukungan dalam bentuk pemasangan alat “SPOTTER” di Danau Toba. Fungsi alat ini adalah untuk mengukur parameter tinggi gelombang, arah dan kecepatan angin, dan suhu muka air di Balige Danau Toba. Selain itu alat ini juga sekaligus sebagai verifikasi data dari link Web Spesial Event Weather Forecast F1 Power Boat.

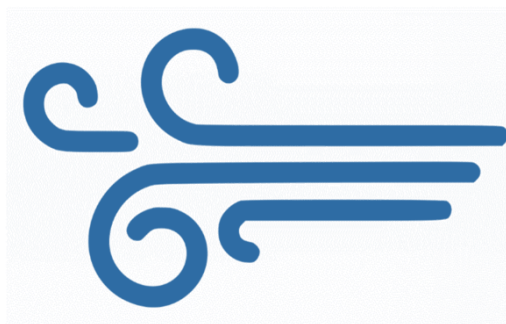




BAB I PENDAHULUAN

INFORMASI ANGIN

1.1. ANGIN



Angin merupakan massa udara bergerak yang terjadi akibat perbedaan tekanan udara tinggi dan tekanan udara rendah. Angin memiliki peran penting dalam pembentukan gelombang laut, kecepatan angin dapat dinyatakan dalam knot, kilometer perjam (km/h)

maupun meter perdetik (m/s). Ada 3 faktor dari angin yang mempengaruhi pembentukan gelombang, yaitu:

1. **Kecepatan angin**, dimana semakin kencang angin bertiup maka gelombang yang terbentuk semakin besar. Sebagaimana dengan meningkatnya spektral energi dan periodenya yang panjang, kecepatan angin yang kencang menyebabkan gelombang yang tinggi.
2. **Lamanya angin bertiup**, semakin lama angina bertiup maka mengakibatkan panjang dan tinggi gelombang semakin besar serta meningkatkan kecepatan gelombang tersebut.
3. **Fetch atau jarak**, semakin luas wilayah badan air yang disapu oleh angin, gelombang yang dihasilkan semakin besar dan untuk wilayah dengan badan air yang lebih kecil, gelombang yang dihasilkan lebih kecil dengan kecepatan angin yang sama. Gelombang yang terjadi di danau relatif kecil dikarenakan luasan badan air yang tersapu oleh angin kecil, sehingga panjang gelombangnya kecil, sedangkan di lautan bebas gelombang yang dihasilkan lebih besardikarenakan luasan badan air yang tersapu oleh angin besar.



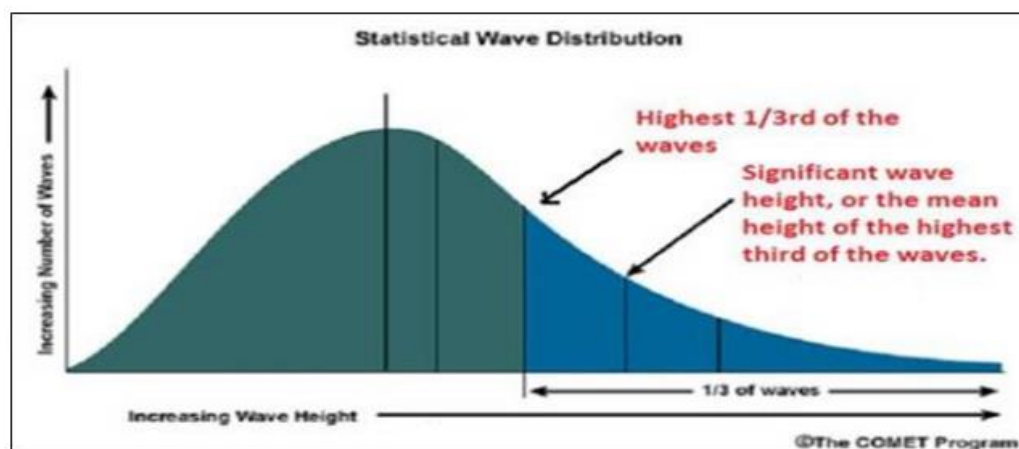
Tabel 1. Klasifikasi kecepatan angin (Sumber: BMKG)

Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (knot)	Klasifikasi
< 20	< 11	Lemah
20 – 28	12 – 15	Sedang
29 – 38	16 – 21	Kencang
> 38	> 21	Sangat Kencang

INFORMASI GELOMBANG LAUT

1.2. GELOMBANG LAUT

Gelombang laut merupakan sebuah kejadian yang menggambarkan adanya transfer dari energi dan momentum yang mana menimbulkan air yang bergerak di lapisan permukaan. Menurut Kurniawan dkk (2011) tentang karakteristik gelombang di perairan Indonesia, bahwasanya rata-rata tinggi gelombang di perairan terbuka seperti di perairan samudera Indonesia bagian barat Sumatera dan selatan Jawa lebih tinggi dibandingkan dengan perairan antar pulau seperti Laut Jawa, Laut Banda dan Laut Flores. Menurut WMO (1998), Gelombang laut telah ditetapkan dan digunakan dalam kegiatan yang bersifat operasional dalam pengertian berikut:



Gambar 1. Gelombang Maksimum
(Sumber: www.noaa.gov)



1. Tinggi gelombang signifikan adalah sepertiga dari gelombang-gelombang tertinggi yang diambil dari gelombang rata-rata dalam periode tertentu dan yang direkam dari *record* gelombang. Nilai tinggi gelombang signifikan setara dengan hasil observasi visual dan di simbolkan dengan $H_{1/3}$ atau H_s .
2. Tinggi gelombang maksimum adalah gelombang tertinggi dari sepertiga gelombang-gelombang tertinggi yang diambil dari gelombang rata-rata dalam periode tertentu dan yang direkam dari *record* gelombang.
3. *Primary swell* adalah interaksi antara gelombang dengan frekuensi tinggi dengan gelombang frekuensi rendah.

INFORMASI PARAMETER DINAMIKA ATMOSFER

1.3. SOI (SOUTH OSCILLATION INDEX)

SOI adalah Anomali Perbedaan Tekanan Udara antara Permukaan Laut Tahiti dan Darwin, Australia. Semakin Negatif Nilai SOI yang berarti tekanan Udara di Tahiti jauh lebih rendah daripada tekanan Udara di Darwin akibatnya massa udara akan bergerak dari Darwin (Australia) menuju ke Tahiti, Samudera Pasifik Timur.

1.4. IOD (INDIAN OCEAN DIPOLE MODE)

IOD (*Indian Ocean Dipole Mode*) adalah Fenomena Lautan atmosfer di daerah ekuator Samudera Hindia yang mempengaruhi iklim di Indonesia dan negara-negara lain yang berada di sekitar cekungan (basin) Samudera Hindia (Sajietal., Nature, 1999).

1.5. MJO (MADDEN JULIAN OSCILLATION)

MJO merupakan fenomena skala besar yang terjadi akibat adanya pola sirkulasi atmosfer dan konveksi yang kuat. MJO berpropagasi dari bagian barat



Indonesia (Samudra Hindia) ke arah timur (Samudra Pasifik) dengan kecepatan rata-rata 5 m/s (Zhang, 2005).

1.6. OLR (*OUTGOING LONGWAVE RADIATION*)

Adalah energi yang memancar dari bumi dalam bentuk radiasi termal infra merah dengan tingkat energi yang rendah.

1.7. SST ANOMALY (*SEA SURFACE TEMPERATURE ANOMALY*)

Berkaitan dengan suhu pada ketinggian atau kedalaman tertentu dari permukaan laut. Umumnya pengukuran menggunakan citra satelit pada *channel* inframerah.

INFORMASI PARAMETER OBSERVASI

1.8. SUHU UDARA

Suhu udara adalah suhu yang diindikasikan dengan termometer yang diarahkan pada udara di suatu tempat yang terlindung dari radiasi langsung sinar matahari (Aries, 2009).

1.9. KELEMBABAN UDARA

Kelembaban udara (humidity) didefinisikan sebagai kandungan uap air yang ada di udara, dan yang biasa digunakan adalah kelembaban udara relatif (*Relative Humidity*) (Aries, 2009).

1.10. PENGUAPAN

Penguapan adalah proses berubahnya bentuk zat cair (air) menjadi gas (uap air) dan masuk ke atmosfer. Pengukuran jumlah penguapan dilakukan setiap jam 00.00 UTC atau 07.00 WIB dengan mengukur beda tinggi air hari ini dan kemarin.



1.11. PENYINARAN MATAHARI

Radiasi yang dipancarkan oleh matahari berpengaruh besar terhadap keadaan cuaca di bumi. Untuk itu lama penyinaran diamati menggunakan alat Campbell Stokes.

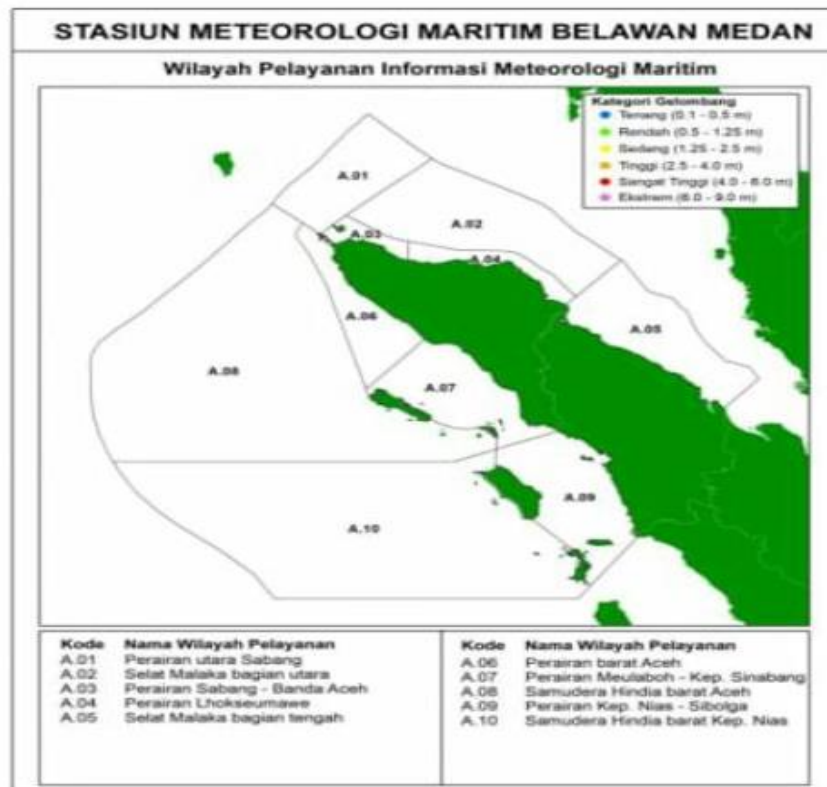
1.12. HUJAN

Hujan adalah jatuhan hydrometeor yang mencapai tanah. Jumlah curah hujan adalah curah hujan yang mencapai permukaan bumi selama jangka waktu yang ditentukan dan dinyatakan dalam ukuran kedalamannya, dengan ketentuan bahwa tidak ada air yang hilang karena penguapan air atau mengalir (BMKG, 2006).



BAB II

ANALISIS ANGIN DAN GELOMBANG LAUT



Gambar 2. Peta Wilayah Pelayanan Informasi Meteorologi Maritim Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan

2.1. ANGIN

Angin merupakan massa udara bergerak yang terjadi akibat perbedaan tekanan udara tinggi dan tekanan udara rendah. Angin memiliki peran penting dalam pembentukan gelombang laut, kecepatan angin dapat dinyatakan dalam knot, kilometer perjam maupun meter perdetik. Ada 3 faktor dari angin yang mempengaruhi pembentukan gelombang, yaitu:

1. **Kecepatan angin**, dimana semakin kencang angin bertiup maka gelombang yang terbentuk semakin besar. Sebagaimana dengan meningkatnya spektral energi dan periodenya yang panjang, kecepatan angin yang kencang menyebabkan gelombang yang tinggi.

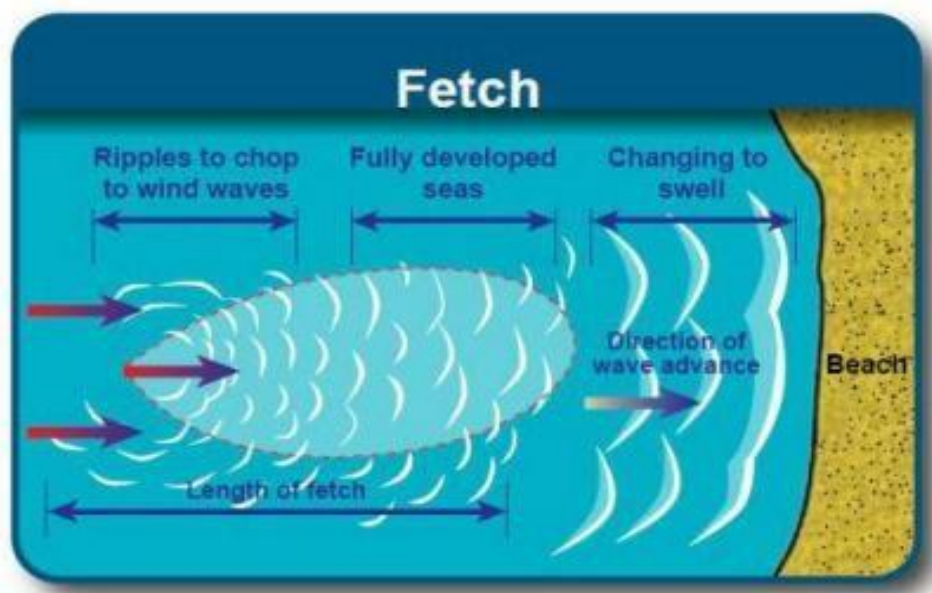


2. **Lamanya angin bertiup**, semakin lama angin bertiup maka mengakibatkan panjang dan tinggi gelombang semakin besar serta meningkatkan kecepatan gelombang tersebut.

Tabel 2. Klasifikasi kecepatan angin (Sumber: BMKG)

Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (knot)	Klasifikasi
< 20	< 11	Lemah
20 – 28	12 – 15	Sedang
29 – 38	16 – 21	Kencang
> 38	> 21	Sangat Kencang

3. **Fetch atau jarak**, semakin luas wilayah badan air yang disapu oleh angin, gelombang yang dihasilkan semakin besar dan untuk wilayah dengan badan air yang lebih kecil, gelombang yang dihasilkan lebih kecil dengan kecepatan angin yang sama. Gelombang yang terjadi di danau relatif kecil dikarenakan luasan badan air yang tersapu oleh angin kecil, sehingga panjang gelombangnya kecil, sedangkan di lautan bebas gelombang yang dihasilkan lebih besar dikarenakan luasan badan air yang tersapu oleh angin besar.

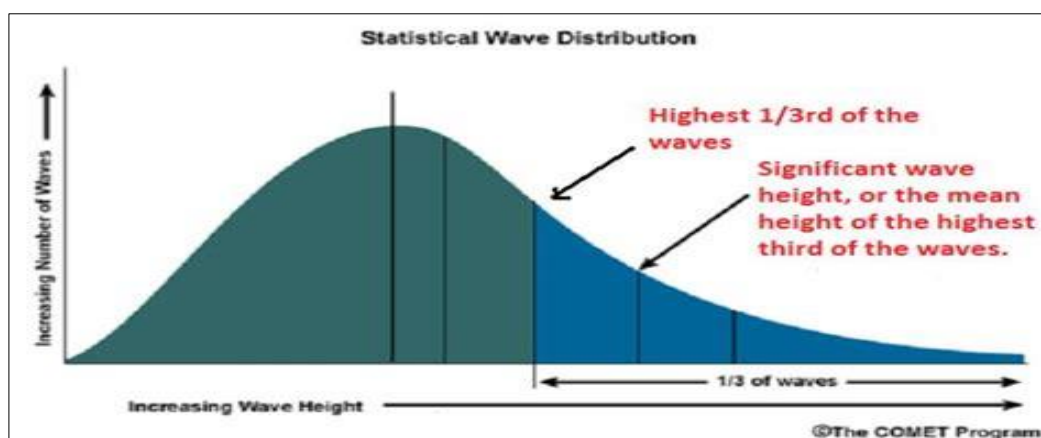


Gambar 3. Gelombang laut oleh angin
(Sumber: ECCC, 2015)



2.2. GELOMBANG LAUT

Gelombang laut merupakan sebuah kejadian yang menggambarkan adanya transfer dari energi dan momentum yang mana menimbulkan air yang bergerak di lapisan permukaan. Menurut Kurniawan dkk. (2011) tentang karakteristik gelombang di perairan Indonesia, bahwasanya rata-rata tinggi gelombang di perairan terbuka seperti di perairan samudera Indonesia bagian barat Sumatera dan selatan Jawa lebih tinggi dibandingkan dengan perairan antar pulau seperti Laut Jawa, Laut Banda dan laut Flores. Menurut WMO (1998), gelombang laut telah ditetapkan dan digunakan dalam kegiatan yang bersifat operasional dalam pengertian berikut:



Gambar 4. Gelombang maksimum
(Sumber: www.noaa.gov)

Tinggi gelombang signifikan adalah sepertiga dari gelombang-gelombang tertinggi yang diambil dari gelombang rata-rata dalam periode tertentu dan yang direkam dari *record* gelombang. Nilai tinggi gelombang signifikan setara dengan hasil observasi visual dan disimbolkan dengan $H_{1/3}$ atau H_s .

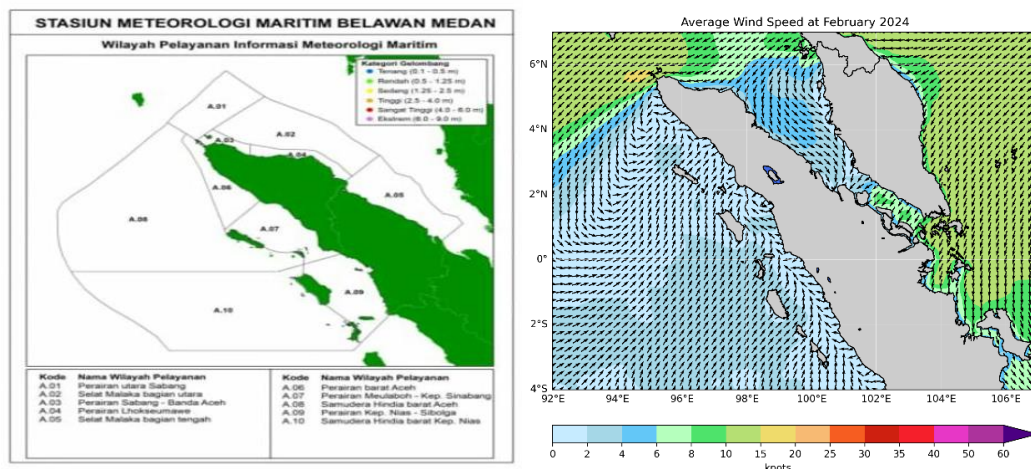
Tinggi gelombang maksimum adalah gelombang tertinggi dari sepertiga gelombang-gelombang tertinggi yang diambil dari gelombang rata-rata dalam periode tertentu dan yang direkam dari record gelombang.

Primary swell adalah interaksi antara gelombang dengan frekuensi tinggi dengan gelombang frekuensi rendah. Akibatnya, gelombang dengan frekuensi tinggi tersebut mentransfer energinya ke gelombang frekuensi rendah. Sehingga akan terbentuk banyak gelombang (*swell*). Sehingga *swell* dengan energi yang kuat, maka akan keluar dari daerah pembentukannya.



2.3. ANALISIS DINAMIKA ATMOSFER DAN GELOMBANG

2.3.1 Analisis Arah dan Kecepatan Angin Rata-Rata Bulan Februari 2024



Gambar 5. Arah dan Kecepatan Angin Rata-Rata Bulanan

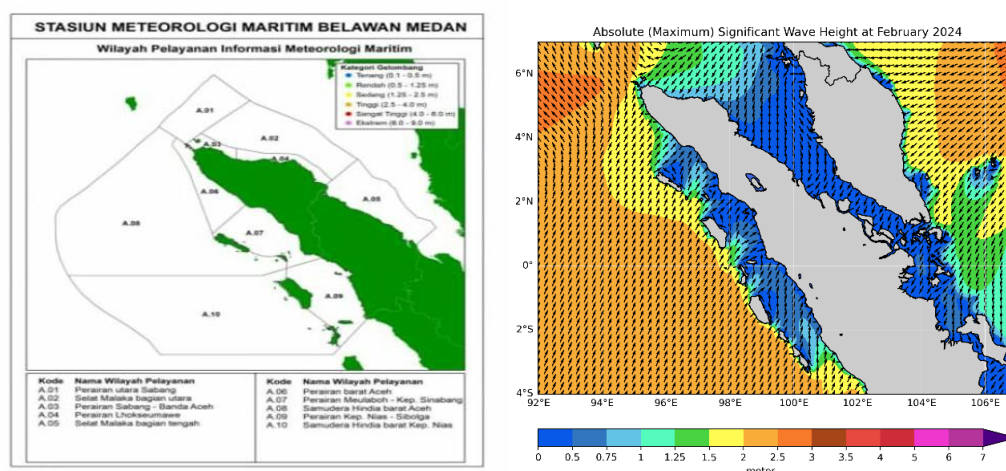
Berdasarkan data arah dan kecepatan angin rata – rata bulanan hasil olahan dari model Wavewatch-III di wilayah pelayanan Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan pada bulan Februari tahun 2024 (Gambar 5) diketahui bahwa kecepatan angin rata – rata berkisar antara 0 – 20 knot dengan arah angin dominan bertiup dari arah Timur Laut - Timur.

1. Kecepatan angin rata – rata bulanan di wilayah Perairan Utara Sabang (A01) berkisar antara 8 – 15 knot dengan arah angin berasal dari Timur Laut - Timur.
2. Kecepatan angin rata – rata bulanan di wilayah Perairan Selat Malaka Bagian Utara (A02) berkisar antara 2 – 15 knot dengan arah angin berasal dari Timur Laut - Timur.
3. Kecepatan angin rata – rata bulanan di wilayah Perairan Sabang – Banda Aceh (A03) berkisar antara 2 – 15 knot dengan arah angin berasal dari Timur Laut – Timur.
4. Kecepatan angin rata – rata bulanan di wilayah Perairan Lhokseumawe (A04) berkisar antara 2 – 8 knot dengan arah angin berasal dari Barat Laut – Timur Laut.
5. Kecepatan angin rata – rata bulanan di wilayah Perairan Selat Malaka Bagian Tengah (A05) berkisar antara 2 – 6 knot dengan arah angin berasal dari Barat Laut – Utara.
6. Kecepatan angin rata – rata bulanan di wilayah Perairan Barat Aceh (A06) berkisar antara 0 – 20 knot dengan arah angin Variabel.



7. Kecepatan angin rata – rata bulanan di wilayah Perairan Meulaboh – Kep. Sinabang (A07) berkisar antara 0 – 4 knot dengan arah angin berasal dari Timur – Barat Daya.
8. Kecepatan angin rata – rata bulanan di wilayah Perairan Samudera Hindia Barat Aceh (A08) berkisar antara 0 – 20 knot dengan arah angin Barat Daya – Utara.
9. Kecepatan angin rata – rata bulanan di wilayah Perairan Kep. Nias – Sibolga (A09) berkisar antara 0 – 4 knot dengan arah angin Variabel.
10. Kecepatan angin rata – rata bulanan di wilayah Perairan Samudera Hindia Barat Kep. Nias (A10) berkisar antara 0 – 4 knot dengan arah angin berasal dari Selatan – Barat Daya.

2.3.2 Analisis Gelombang Maksimum Bulan Februari 2024



Gambar 6. Gelombang Maksimum Bulan Februari 2024

Berdasarkan data gelombang maksimum hasil dari pengolahan model Wavewatch-III di wilayah pelayanan Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan pada bulan Februari tahun 2024 (Gambar 6) diketahui bahwa tinggi gelombang maksimum mencapai 3.0 m.

1. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Utara Sabang (A01) adalah 2.5 m dengan arah penjalaran gelombang dari Timur Laut – Tenggara.
2. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Selat Malaka bagian Utara (A02) adalah 2.0 m dengan arah penjalaran gelombang dari Utara – Timur Laut.

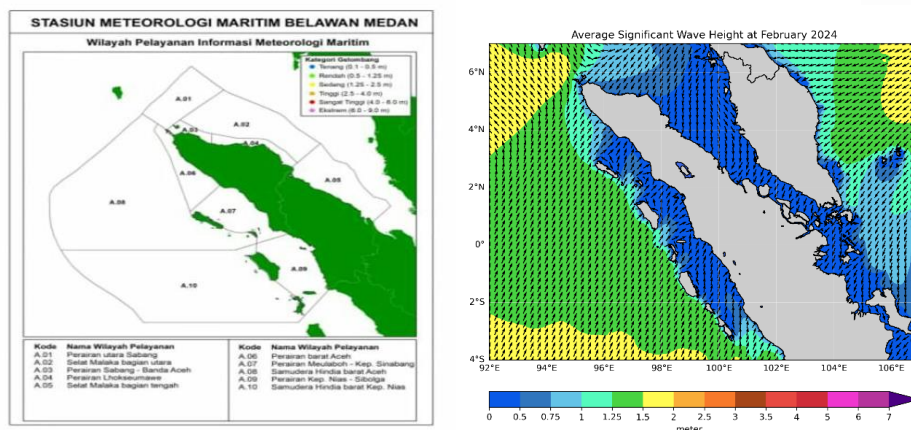


3. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Sabang – Banda Aceh (A03) adalah 1.5 m dengan arah penjalaran gelombang dari Timur Laut.
4. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Lhokseumawe (A04) adalah 1.25 m dengan arah penjalaran gelombang dari Timur Laut.
5. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Selat Malaka bagian Tengah (A05) adalah 0.75 m dengan arah penjalaran gelombang dari Barat Laut – Utara.
6. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Barat Aceh (A06) adalah 2.5 m dengan arah penjalaran gelombang dari Barat Daya – Barat.
7. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Meulaboh – Kep. Sinabang (A07) adalah 1.5 m dengan arah penjalaran gelombang dari Barat Daya – Barat.
8. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Samudera Hindia Barat Aceh (A08) adalah 3.0 m dengan arah penjalaran gelombang dari Selatan – Barat Daya.
9. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Kep. Nias – Sibolga (A09) adalah 2.0 m dengan arah penjalaran gelombang dari Selatan – Barat Daya.
10. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah Perairan Samudera Hindia Barat Kep. Nias (A10) adalah 2.5 m dengan arah penjalaran gelombang dari Barat Daya.

2.3.3 Analisis Gelombang Signifikan Rata – Rata Bulan Februari 2024

Berdasarkan data gelombang signifikan rata – rata bulanan hasil dari pengolahan model Wavewatch-III di wilayah pelayanan Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan pada bulan Februari tahun 2024 (Gambar 7) diketahui bahwa gelombang signifikan rata – rata tertinggi adalah 2.0 m.

1. Tinggi gelombang signifikan rata – rata bulanan di wilayah Perairan Selat Malaka bagian Utara (A02) adalah 1.0 – 2.0 m dengan arah dominan gelombang dari Timur Laut - Tenggara.



Gambar 7. Gelombang Signifikan Rata-Rata Bulan Februari 2024

2. Tinggi gelombang signifikan rata – rata bulanan di wilayah Perairan Sabang – Banda Aceh (A03) adalah 0.5 – 1.25 m dengan arah dominan gelombang dari Utara – Timur Laut.
3. Tinggi gelombang signifikan rata – rata bulanan di wilayah Perairan Lhokseumawe (A04) adalah 0.5 – 1.0 m dengan arah dominan dari Timur Laut.
4. Tinggi gelombang signifikan rata – rata bulanan di wilayah Perairan Selat Malaka bagian Tengah (A05) adalah 0 – 0.75 m dengan arah dominan dari Utara – Timur Laut.
5. Tinggi gelombang signifikan rata – rata bulanan di wilayah Perairan Barat Aceh (A06) adalah 0 – 0.5 m dengan arah dominan dari Barat Laut – Timur Laut.
6. Tinggi gelombang signifikan rata – rata bulanan di wilayah Perairan Meulaboh – Kep. Sinabang (A07) adalah 0.5 – 1.5 m dengan arah dominan dari Barat Daya.
7. Tinggi gelombang signifikan rata – rata bulanan di wilayah Perairan Samudera Hindia Barat Aceh (A08) adalah 0 – 0.75 m dengan arah dominan dari Tenggara – Barat Daya.
8. Tinggi gelombang signifikan rata – rata bulanan di wilayah Perairan Kep. Nias – Sibolga (A09) adalah 0 – 2.0 m dengan arah dominan gelombang dari Tenggara – Barat Daya.
9. Tinggi gelombang signifikan rata – rata bulanan di wilayah Perairan Samudera Hindia Barat Kep. Nias (A10) adalah 0 – 1.0 m dengan arah dominan dari Selatan – Barat Daya.



10. Tinggi gelombang signifikan rata – rata bulanan di wilayah Perairan Samudera Hindia Barat Kep. Nias (A10) adalah 0.75 – 1.5 m dengan arah dominan dari Barat Daya.



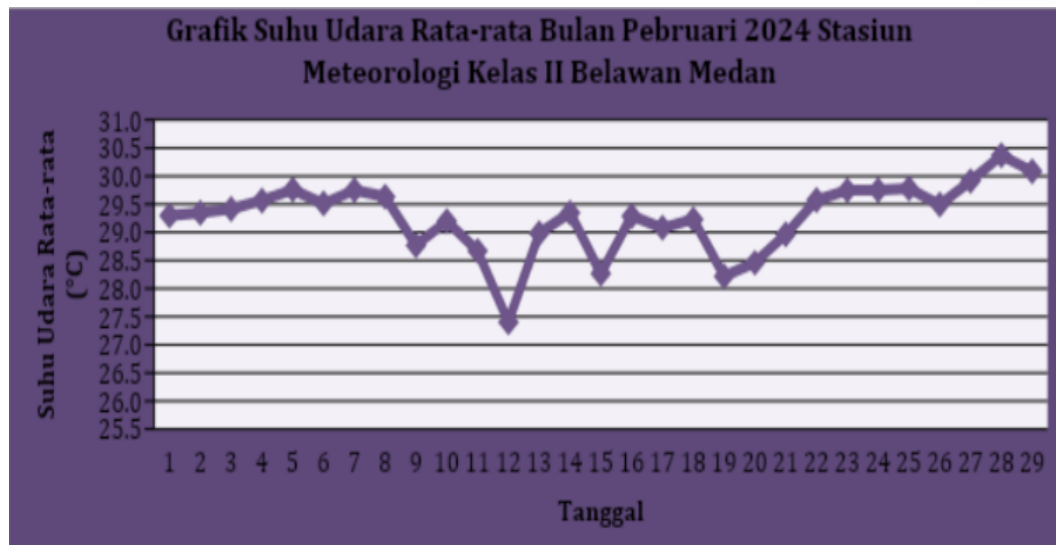
BAB III

EVALUASI PENGAMATAN DATA SYNOP

Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan beroperasi selama 24 jam dengan kegiatan operasional berupa pengamatan (observasi) dan prakiraan (*forecast*) cuaca. Kegiatan operasional observasi cuaca merupakan kegiatan mengamati parameter-parameter cuaca yang dilakukan setiap jam. Parameter-parameter cuaca yang diamati adalah arah dan kecepatan angin permukaan, visibiliti, keadaan cuaca, tekanan udara di permukaan laut, tekanan udara di permukaan stasiun, suhu udara, curah hujan, perawanan, jumlah penguapan, lama penyinaran matahari dan keadaan tanah.

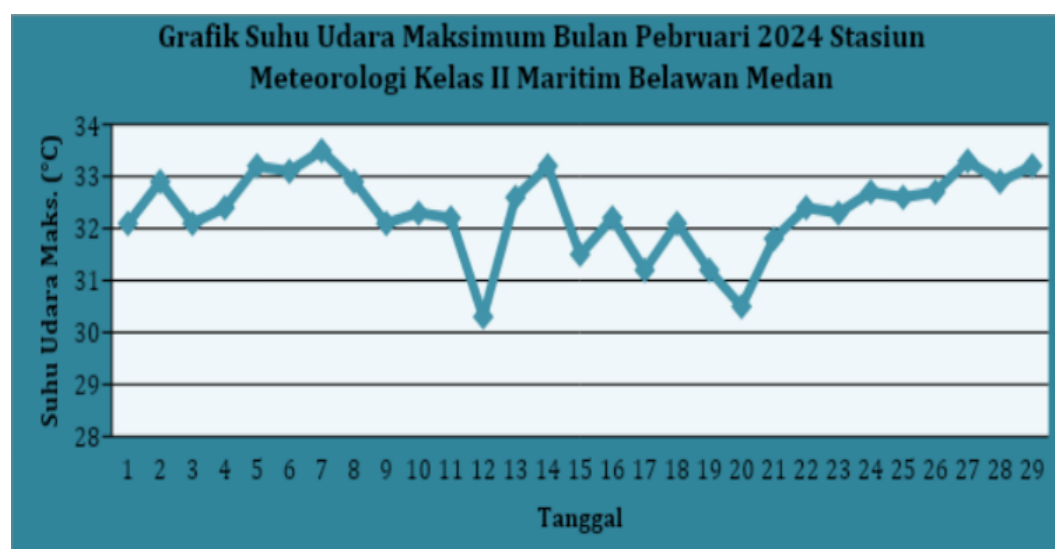
3.1. SUHU UDARA

Suhu udara adalah suhu yang diindikasikan dengan termometer yang diarahkan pada udara di suatu tempat yang terlindung dari radiasi langsung sinar matahari (Aries, 2009). Pengamatan suhu udara di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan dilakukan setiap jam selama 24 jam setiap harinya. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu udara adalah termometer bola kering. Pada bulan Februari 2024 kondisi suhu udara rata – rata harian mengalami kenaikan dari bulan sebelumnya. Sebagai perbandingan pada bulan Januari 2024 suhu udara rata-rata harian adalah sebesar 28,2°C, sedangkan pada Februari 2024 mencapai 29,3°C (mengalami kenaikan 1,1°C). Suhu udara rata – rata harian terendah pada Januari 2024 tercatat sebesar 25,8°C dan suhu udara rata – rata harian terendah bulan Februari 2024 adalah 27,4°C (kenaikan 1,6°C). Untuk suhu udara rata – rata harian tertinggi bulan Januari 2024 adalah sebesar 29,2°C dan bulan Februari 2024 adalah 30,4°C (kenaikan 1,2°C). Suhu udara rata – rata bulan Februari 2024 memiliki nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan bulan Februari 2023 yaitu 28°C. Hal ini terjadi akibat jumlah hari hujan yang lebih sedikit dan insolasi lebih lama terjadi bulan Februari 2024 sehingga mempengaruhi suhu udara rata – rata harian bulan Februari 2024 di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan.



Gambar 8. Grafik Suhu Udara Rata – Rata Bulan Februari 2024

Suhu rata-rata harian Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dari penjumlahan suhu yang diamati tiap jam dalam satu hari dibagi dengan jumlah jam pengamatan dalam satu hari. Suhu udara rata – rata per bulan diperoleh dengan penjumlahan suhu udara rata – rata harian selama satu bulandibagi dengan banyaknya hari dalam satu bulan. Suhu udara rata-rata bulan Februari 2024 adalah sebesar 29,3°C. Suhu rata-rata harian tertinggi pada bulan Februari 2024 adalah sebesar 30,4°C, terjadi pada tanggal 28 Februari 2024. Sedangkan suhu rata – rata harian terendah pada bulan Februari 2024 sebesar 27,4°C pada tanggal 12 Februari 2024.



Gambar 9. Grafik Suhu Udara Maksimum Bulan Februari 2024.



Suhu udara maksimum adalah suhu udara tertinggi yang terjadi pada satu hari. Suhu udara maksimum diamati dengan menggunakan alat termometer maksimum pada jam 12.00 UTC atau jam 19.00 WIB setiap harinya. Suhu udara maksimum rata – rata per bulan diperoleh dari penjumlahan suhu udara maksimum setiap hari selama satu bulan dibagi dengan banyaknya hari dalam satu bulan. Suhu udara maksimum rata – rata bulan Februari 2024 adalah sebesar 32,3°C. Suhu udara maksimum tertinggi pada bulan Februari 2024 adalah sebesar 33,5°C terjadi pada tanggal 07 Februari 2024. Suhu udara maksimum terendah bulan Februari 2024 sebesar 30,3°C yang terjadi pada tanggal 12 Februari 2024. Suhu udara rata – rata maksimum bulan Februari 2024 memiliki nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu udara rata – rata maksimum bulan Februari 2023 yaitu 30,9°C.



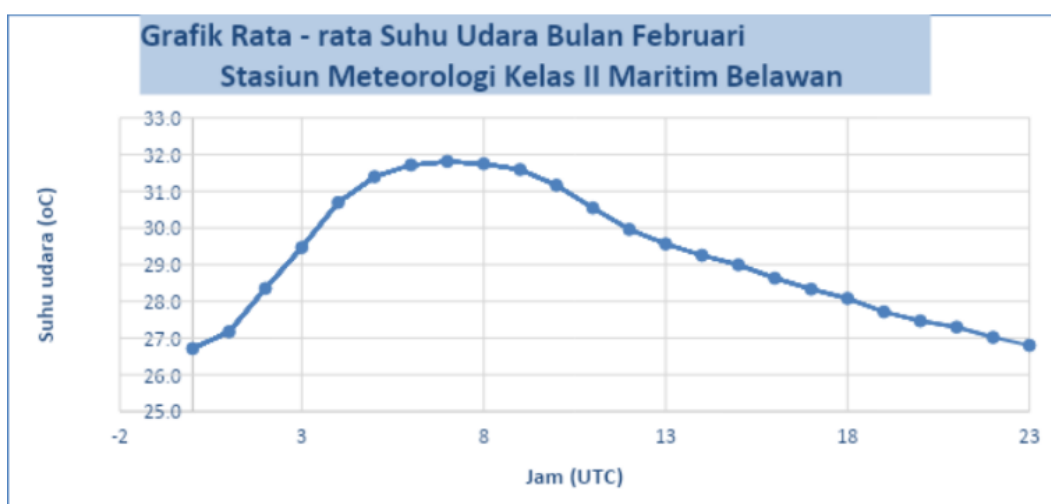
Gambar 10. Grafik Suhu Udara Minimum Bulan Februari 2024

Suhu udara minimum adalah suhu udara terendah yang terjadi pada satu hari. Suhu udara minimum diamati dengan menggunakan termometer minimum pada jam 00.00 UTC atau 07.00 WIB setiap harinya. Suhu minimum yang diamati pada jam 00.00 UTC adalah suhu terendah yang terjadi pada tanggal sebelumnya. Suhu udara minimum rata – rata per bulan diperoleh dari penjumlahan suhu udara minimum setiap hari selama satu bulan dibagi dengan banyaknya hari dalam satu bulan. Suhu udara minimum rata – rata bulan Februari 2024 adalah sebesar 26,4°C. Suhu udara minimum tertinggi bulan Februari 2024 adalah sebesar 27,3°C, terjadi pada tanggal 28 Februari 2024. Sedangkan suhu udara minimum terendah bulan Februari 2024 adalah sebesar 25,1°C yang terjadi pada tanggal 12 Februari 2024. Suhu Udara rata – rata minimum bulan Februari 2024 lebih tinggi



jika dibandingkan dengan suhu udara rata – rata minimum bulan Februari 2023 yaitu 25,1°C.

Suhu Udara rata – rata per jam Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh suhu yang diamati pada jam yang sama selama satu bulan kemudian dibagi dengan jumlah hari dalam satu bulan tersebut. Suhu rata – rata per jam di bulan Februari adalah 29,2 °C dengan suhu rata – rata perjam tertinggi sebesar 31,8 °C yang terjadi pada pukul 07 – 08 UTC (14.00 – 15.00 WIB), sedangkan suhu rata – rata terendah sebesar 26,7 °C yang terjadi pada pukul 00 UTC atau 07.00 WIB.



Gambar 11. Grafik Suhu Udara Rata – Rata Perjam Bulan Februari 2024

Dibandingkan dengan bulan Februari di tahun sebelumnya yaitu tahun 2023, terdapat adanya peningkatan suhu rata – rata per jam, yang sebelumnya hanya 28,0 °C menjadi 29,2 °C. Begitu juga dengan suhu rata – rata per jam tertinggi yang juga ikut meningkat dari 30,4 °C menjadi 31,8 °C. Sejalan dengan hal sebelumnya juga tercatat adanya peningkatan suhu rata – rata per jam terendah yang semula 25,5 °C menjadi 26,7 °C. Jika dilihat dari segi waktu kejadian, suhu rata – rata tertinggi dan terendah relatif memiliki waktu kejadian yang sama dengan tahun sebelumnya.

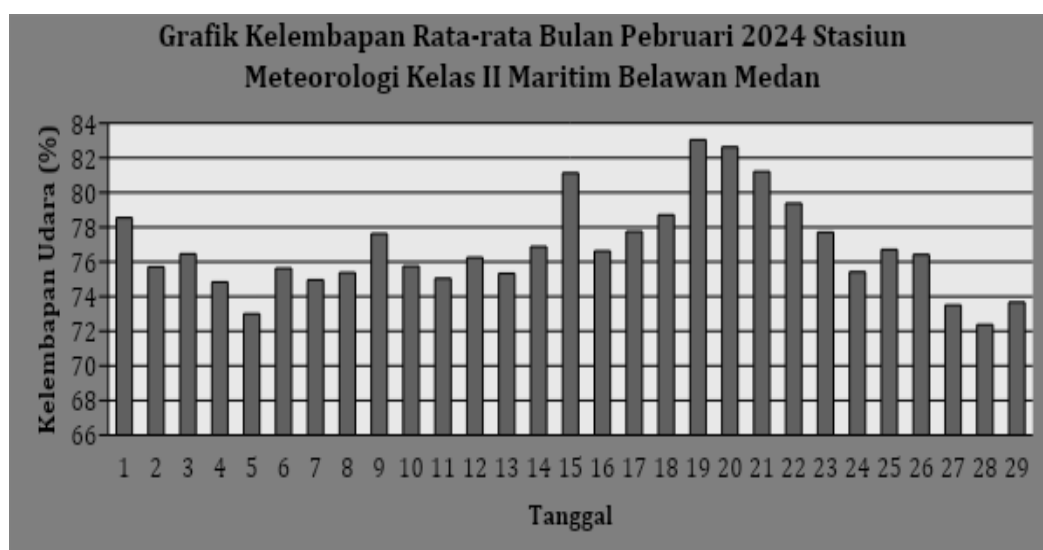
3.2. KELEMBAPAN UDARA (RH)

Kelembapan udara (*humidity*) didefinisikan sebagai kandungan uap air yang ada di udara, dan yang biasa digunakan adalah kelembapan udara relatif (*Relative Humidity*) (Aries, 2009). RH sangat dipengaruhi suhu dan pemanasan matahari terhadap massa udara, pergerakan angin dan tekanan udara serta



lingkungan sekitar seperti perairan maupun daratan. Kelembaban udara diamati setiap jam selama 24 jam setiap harinya, menggunakan alat *psychometer* sangkar tetap (termometer bola kering dan bola basah).

Kelembaban udara rata – rata harian Stasiun Meteorologi Maritim Belawan diperoleh dari penjumlahan kelembaban yang teramati tiap jam dalam satu hari dibagi dengan jumlah pengamatan dalam satu hari. Kelembaban udara rata – rata per bulan diperoleh dari penjumlahan kelembaban udara rata – rata harian selama satu bulan dibagi dengan banyaknya hari dalam satu bulan. Kelembaban udara (RH) rata – rata bulan Februari 2024 adalah sebesar 77%. Kelembaban udara tertinggi bulan Februari 2024 terjadi pada tanggal 19 Februari 2024 pukul 07.00 WIB sebesar 94%. Sedangkan kelembaban udara terendah bulan Februari 2024 terjadi pada tanggal 27 Februari 2024 pukul 13.00 WIB sebesar 54%. Kelembaban udara rata – rata harian tertinggi terjadi pada tanggal 19 Pebruari 2024 dengan RH sebesar 83%. Kelembaban udara rata – rata harian terendah terjadi pada tanggal 05 Februari 2024, dengan RH sebesar 73%.



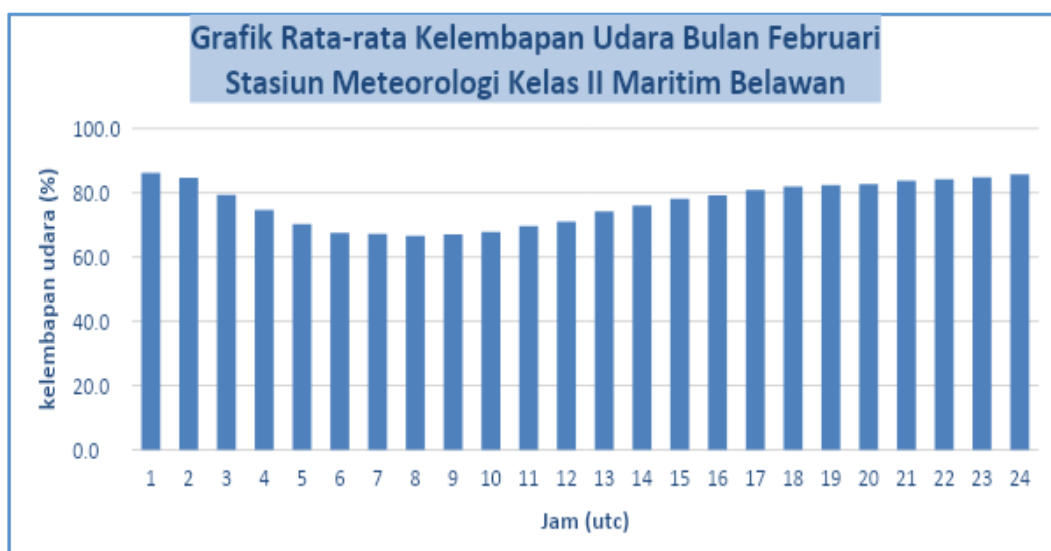
Gambar 12. Grafik Kelembapan Udara Relatif Bulan Februari 2024

Kelembaban Udara rata – rata harian bulan Februari 2024 memiliki nilai sama jika dibandingkan dengan kelembaban udara rata – rata harian bulan Februari 2023 yaitu 77%. Hal ini disebabkan oleh rendahnya frekuensi hujan pada bulan Februari 2024 di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan. Kondisi kelembaban udara baik rata – rata, maksimum maupun minimum masih berada dalam kondisi normalnya dan cenderung tidak berbeda dari bulan – bulan sebelumnya. Nilai kelembaban rata – rata dan maksimum yang relatif tinggi dapat



menjadi faktor terjadinya laju peningkatan pada suhu udara rata – rata dan suhu udara maksimum pada bulan Februari 2024 ini. Nilai kelembapan udara yang relatif tinggi juga berhubungan erat dengan kondisi musim hujan yang sudah berlalu di stasiun Meteorologi Maritim Belawan.

Kelembapan udara rata – rata per jam Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh kelembapan udara yang diamati pada jam yang sama selama satu bulan kemudian dibagi dengan jumlah hari dalam satu bulan tersebut. Kelembapan udara rata – rata perjam dibulan Februari adalah 76,9 % dengan kelembapan udara rata – rata per jam tertinggi sebesar 86,1 % yang terjadi pada pukul 00 UTC (07.00 WIB), sedangkan kelembapan udara rata – rata terendah sebesar 66,6 % yang terjadi pada pukul 07 UTC atau 14.00 WIB.



Gambar 13. Grafik Kelembapan Udara Rata – Rata Per Jam Bulan Februari 2024

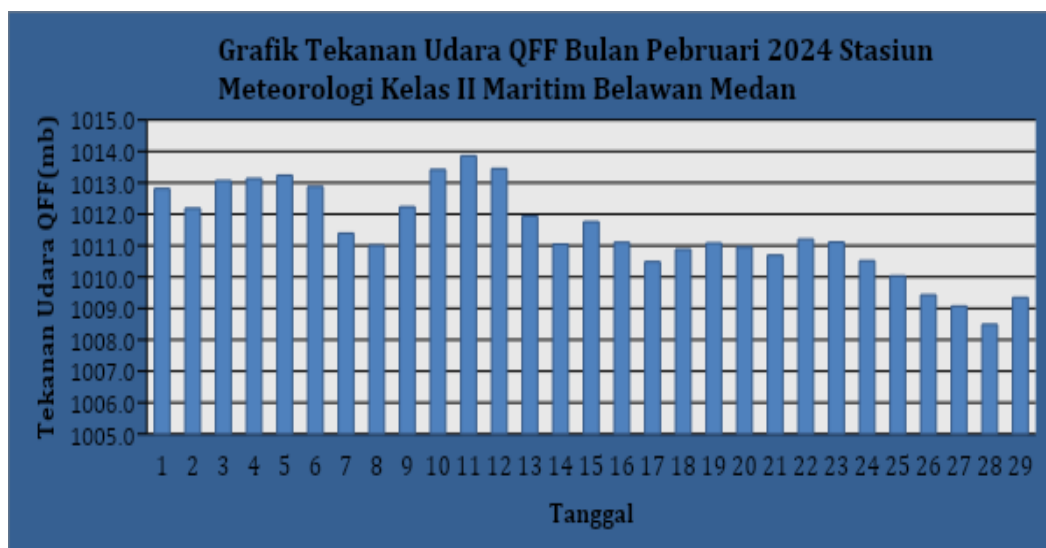
Dibandingkan dengan bulan Februari di tahun sebelumnya yaitu tahun 2023, terdapat adanya peningkatan Kelembapan udara rata-rata per jam, yang sebelumnya hanya 77,4 % menjadi 76,9 %. Begitu juga dengan Kelembapan udara per jam tertinggi yang juga ikut meningkat dari 85 % menjadi 86,1 %. Sejalan dengan hal sebelumnya juga tercatat adanya penurunan Kelembapan udara per jam terendah yang semula 69 % menjadi 66,6 %.



3.3. TEKANAN UDARA

Tekanan udara merupakan tekanan (gaya per satuan luas) yang didesak oleh udara atau atmosfer pada suatu permukaan dari sifat bobotnya, setara dengan bobot dari kolom vertikal udara di atas permukaan dari satuan area batas atmosfer terluar (Aries, 2009). Pengamatan tekanan udara di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan dilakukan tiap jam selama 24 jam per harinya. Tekanan udara yang diamati adalah tekanan udara di permukaan laut (QFF) dan tekanan udara di permukaan stasiun (QFE) dengan menggunakan alat barometer digital.

Tekanan udara QFF rata – rata harian Stasiun Meteorologi Maritim Belawan diperoleh dari penjumlahan tekanan udara QFF yang diamati tiap jam dalam satu hari dibagi dengan jumlah pengamatan dalam satu hari. Tekanan udara QFF rata – rata per bulan diperoleh dari penjumlahan tekanan udara QFF rata – rata harian selama satu bulan dibagi dengan banyaknya hari dalam satu bulan. Tekanan udara di permukaan laut (QFF) rata – rata bulan Pebruari 2024 adalah sebesar 1011,4 mb. Tekanan udara QFF tertinggi terjadi pada tanggal 12 Pebruari 2024 pukul 11.00 WIB sebesar 1016,0 mb. Tekanan udara QFF terendah terjadi pada tanggal 28 Pebruari 2024 pukul 17.00 WIB sebesar 1006,4 mb. Tekanan QFF rata – rata harian tertinggi sebesar 1013,9 mb yang terjadi pada tanggal 11 Pebruari 2024.



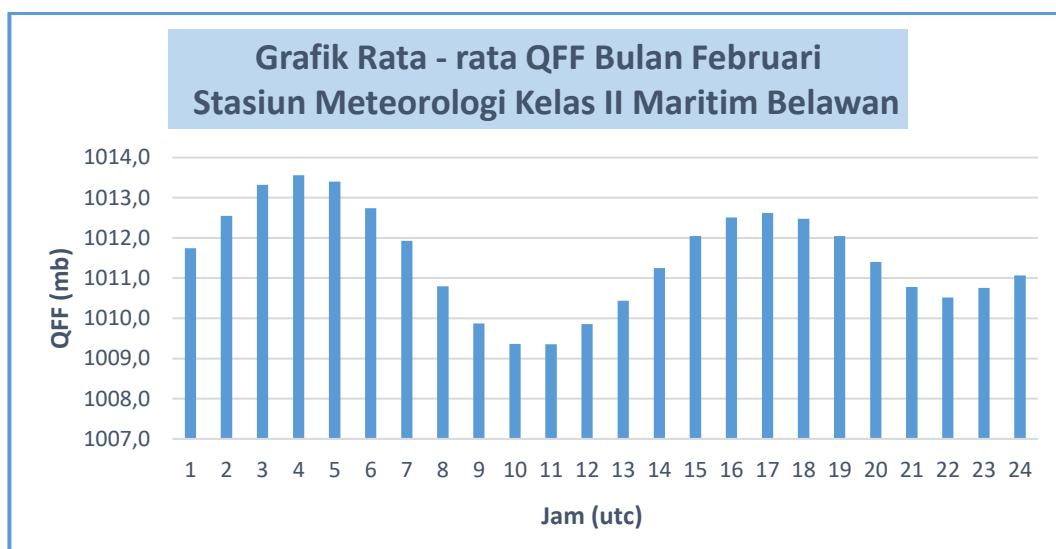
Gambar 14. Grafik Tekanan Udara QFF Harian Bulan Februari 2024

Sedangkan tekanan QFF rata – rata harian terendah adalah sebesar 1008,5 mb yang terjadi pada tanggal 28 Pebruari 2024. Tekanan Udara QFF rata – rata harian bulan Pebruari 2024 lebih tinggi jika dibandingkan dengan tekanan



udara QFF rata – rata harian bulan Pebruari 2023 yaitu 1010,0 mb. Tekanan udara yang rendah menunjukkan rendahnya penguapan air sehingga persentasi uap air di udara lebih kecil.

Tekanan udara QFF rata – rata per jam Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh Tekanan udara QFF yang diamati pada jam yang sama selama satu bulan kemudian dibagi dengan jumlah hari dalam satu bulan tersebut. Tekanan udara QFF rata – rata per jam di bulan Februari adalah 1011,5 mb dengan Tekanan udara QFF rata – rata per jam tertinggi sebesar 1013,6 mb yang terjadi pada pukul 03 UTC (10.00 WIB), sedangkan kelembapan udara rata – rata terendah sebesar 1009,4 mb yang terjadi pada pukul 09 – 10 UTC atau 16.00 – 17.00 WIB.



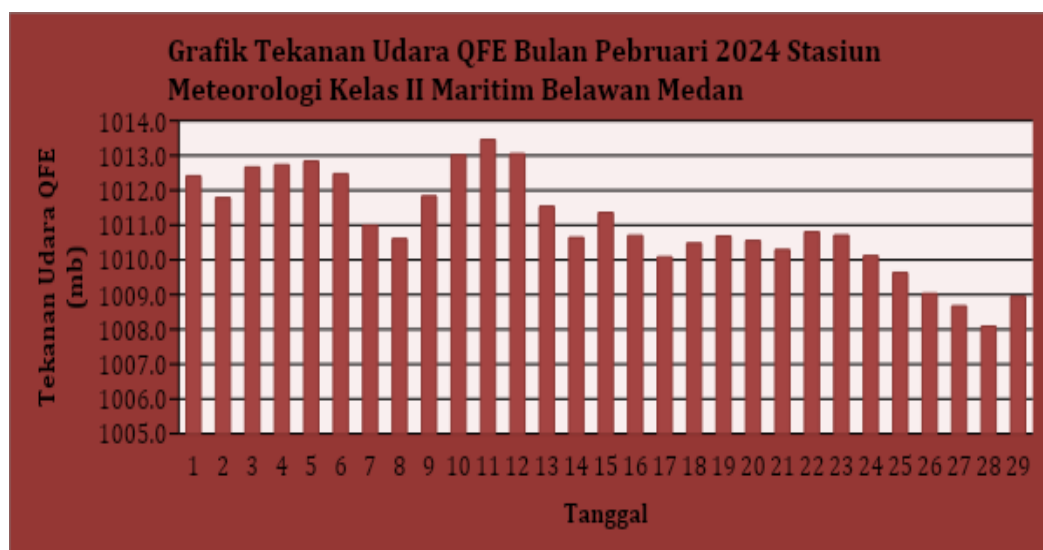
Gambar 15. Grafik Tekanan Udara QFF Rata-Rata Per Jam Bulan Februari 2024

Dibandingkan dengan bulan Februari di tahun sebelumnya yaitu tahun 2023, terdapat adanya peningkatan Tekanan udara QFF, yang sebelumnya hanya 1010,0 mb menjadi 1011,5 mb. Begitu juga dengan Tekanan udara QFF per jam tertinggi yang juga ikut meningkat dari 1011,9 mb menjadi 1013,6 mb. Sejalan dengan hal sebelumnya juga tercatat adanya peningkatan Tekanan udara QFF per jam terendah yang semula 1007,7 mb menjadi 1009,4 mb. Jika dilihat dari segi waktu kejadian, Tekanan udara QFF tertinggi dan terendah relative memiliki waktu kejadian yang sama dengan tahun sebelumnya.

Tekanan udara QFE rata-rata harian Stasiun Meteorologi Maritim Belawan diperoleh dari penjumlahan tekanan udara QFE yang diamati tiap jam dalam satu hari dibagi dengan jumlah pengamatan dalam satu hari. Tekanan udara QFE rata



– rata per bulan diperoleh dari penjumlahan tekanan udara QFE rata – rata harian selama satu bulan dibagi dengan banyaknya hari dalam satu bulan. Tekanan udara di permukaan stasiun (QFE) rata – rata bulan Februari 2024 adalah sebesar 1011,0 mb. Tekanan udara QFE tertinggi terjadi pada tanggal 12 Februari 2024 pukul 11.00 WIB sebesar 1015,6 mb. Tekanan udara QFE terendah terjadi pada tanggal 28 Februari 2024 pukul 17.00 WIB sebesar 1006,0 mb. Tekanan QFE rata – rata harian tertinggi sebesar 1013,5 mb yang terjadi pada tanggal 11 Februari 2024. Sedangkan tekanan QFE rata-rata harian terendah adalah sebesar 1008,1 mb yang terjadi pada tanggal 28 Februari 2024.



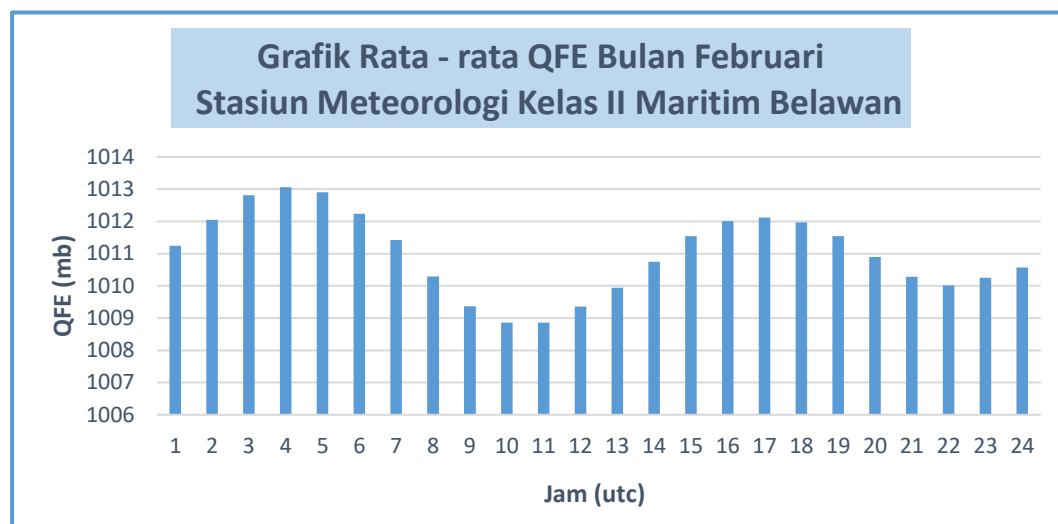
Gambar 16. Grafik Tekanan Udara QFE Harian Bulan Februari 2024

Tekanan udara QFE rata – rata per jam Stasiun Meteorologi Kelas II Maritim Belawan Medan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh Tekanan udara QFE yang diamati pada jam yang sama selama satu bulan kemudian dibagi dengan jumlah hari dalam satu bulan tersebut. Tekanan udara QFE rata – rata per jam di bulan Februari adalah 1011,0 mb dengan Tekanan udara QFE rata – rata per jam tertinggi sebesar 1013,1 mb yang terjadi pada pukul 03 UTC (10.00 WIB), sedangkan kelembapan udara rata – rata terendah sebesar 1008,9 mb yang terjadi pada pukul 09 – 10 UTC atau 16.00 – 17.00 WIB.

Dibandingkan dengan bulan Februari di tahun sebelumnya yaitu tahun 2023, terdapat adanya peningkatan Tekanan udara QFE, yang sebelumnya hanya 1009,6 mb menjadi 1011,0 mb. Begitu juga dengan Tekanan udara QFE per jam tertinggi yang juga ikut meningkat dari 1011,5 mb menjadi 1013,1 mb. Sejalan dengan hal sebelumnya juga tercatat adanya peningkatan Tekanan udara QFE



per jam terendah yang semula 1007,3 mb menjadi 1008,9 mb. Jika dilihat dari segi waktu kejadian, Tekanan udara QFE tertinggi dan terendah relative memiliki waktu kejadian yang sama dengan tahun sebelumnya.



Gambar 17. Grafik Tekanan Udara QFE Rata – Rata Per Jam Bulan Februari 2024

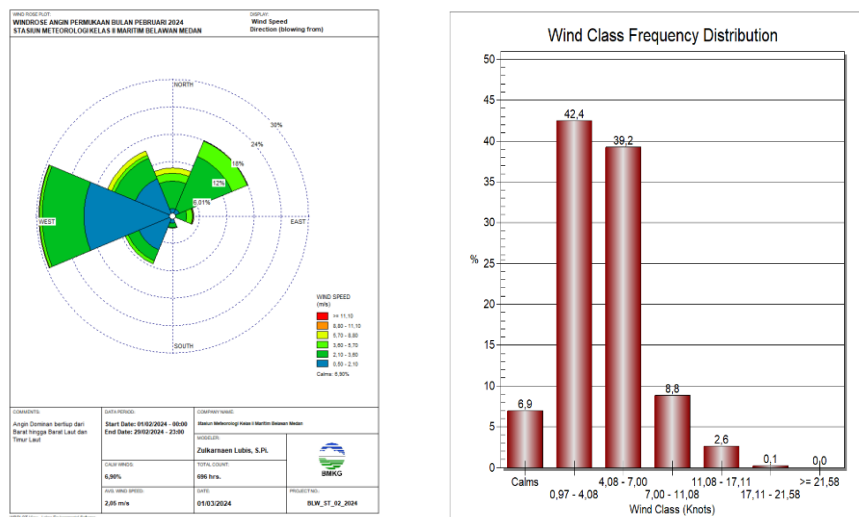
3.4. ARAH DAN KECEPATAN ANGIN

Arah angin adalah arah darimana angin bertiup. Kecepatan angin merupakan rasio jarak yang mencakup udara untuk waktu yang dibutuhkan untuk meliputinya (Aries, 2009). Pengamatan arah dan kecepatan angin dilakukan setiap jam selama 24 jam setiap harinya. Arah dan kecepatan angin permukaan yang diamati merupakan arah dan kecepatan angin permukaan rata – rata 10 menit sebelum jam pengamatan. Angin permukaan adalah angin pada ketinggian 10 meter. Alat yang digunakan untuk mengukur arah dan kecepatan angin permukaan di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan adalah Anemometer Digital.

Berdasarkan grafik *windrose* angin permukaan bulan Februari 2024 di stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan, arah dominan angin permukaan bertiup dari Barat hingga Barat Laut dan Timur Laut dengan persentase sekitar 62,9%. Kecepatan angin permukaan dominan berkisar antara 0,97 – 4,08 knot (0,5 – 2,1 m/s) dengan persentase 42,4%. kecepatan angin permukaan yang mempunyai persentase yang cukup besar memiliki kisaran antara 4,08-7,00 knot (2,10 - 3,6 m/s) yaitu 39,2%. Kondisi angin *calm* terjadi sebesar 6,9% selama bulan Februari 2024. Selama bulan Februari 2024 kecepatan maksimum angin permukaan di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan yaitu 17,11 -21,58 Knot yaitu 21 knot bertiup dari Timur pada tanggal 12 Februari 2024 pukul 11.00



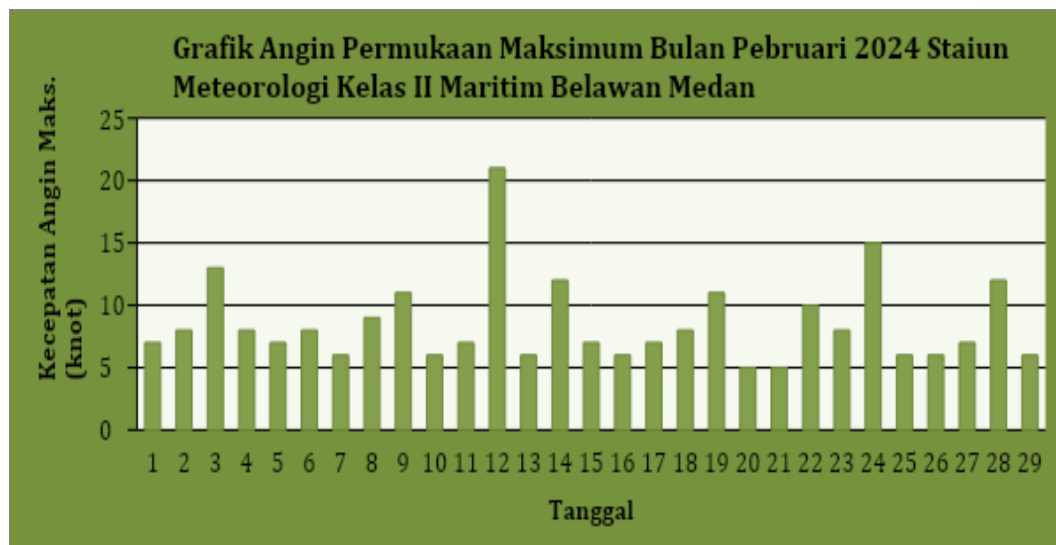
WIB. Kondisi angin permukaan bulan Februari 2024 relatif sama dengan bulan Februari 2023 yaitu bertiup dari arah Barat Daya hingga Barat dan Timur Laut dengan persentase 58,6%. Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan Februari 2024 memiliki pola angin permukaan yang relatif sama dengan tahun 2023 meskipun dengan persentase yang lebih kecil.



Gambar 18. Windrose dan distribusi frekuensi angin permukaan Bulan Februari 2024 Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan

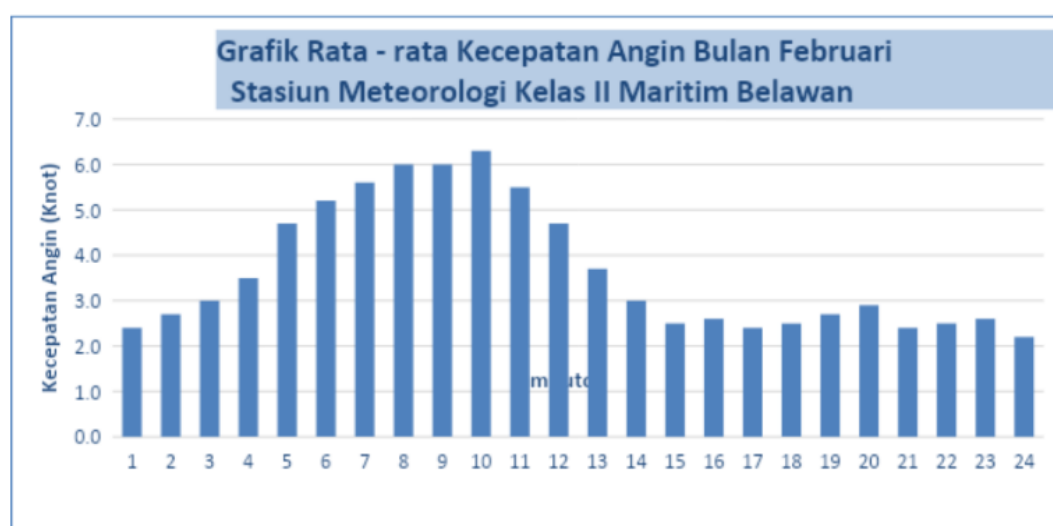
Pada kondisi normal di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan pada bulan Februari sudah memasuki musim barat dengan arah tiupan angin dari utara hingga timur. Berdasarkan grafik *windrose* angin permukaan bulan Februari 2024 menunjukkan arah dominan bertiup dari Barat, Utara hingga Timur Laut yang menunjukkan bahwa musim Barat masih berlangsung hingga Februari 2024.

Kecepatan angin permukaan maksimum harian adalah kecepatan angin tertinggi pada ketinggian 10 m yang terjadi dalam satu hari. Kecepatan angin permukaan maksimum harian tertinggi pada bulan Februari 2024 sebesar 21 knot bertiup dari arah Timur terjadi pada tanggal 12 Februari 2024 pukul 11.00 WIB. Sedangkan kecepatan angin permukaan maksimum harian terendah pada bulan Februari 2024 sebesar 5 knot bertiup dari Utara terjadi pada tanggal 20 Februari 2024 pukul 16.00 WIB. Angin Permukaan maksimum bulan Februari 2024 dominan bertiup dari arah Timur Laut. Pada bulan Februari 2023 angin permukaan maksimum memiliki kecepatan 16 knot yang bertiup dari arah Timur. Hal ini menunjukkan di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan berpotensi terjadinya angin kencang yang harus diwaspadai.



Gambar 19. Grafik Angin Permukaan Maksimum Bulan Februari 2024

Kecepatan angin rata – rata per jam Stasiun Meteorologi Kelas II Maritim Belawan Medan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh kecepatan angin yang diamati pada jam yang sama selama satu bulan kemudian dibagi dengan jumlah hari dalam satu bulan tersebut. Kecepatan angin rata – rata per jam di bulan Februari adalah 3,7 knot dengan Kecepatan angin rata – rata per jam tertinggi sebesar 6,3 knot yang terjadi pada pukul 09 UTC (16.00 WIB) sedangkan Kecepatan angin rata – rata per jam terendah sebesar 2,2 knot yang terjadi pada pukul 23 UTC atau 06.00 WIB.



Gambar 20. Grafik Kecepatan Angin Rata-Rata Bulan Februari 2024

Dibandingkan dengan bulan Februari di tahun sebelumnya yaitu tahun 2023, terdapat adanya Kecepatan angin rata – rata per jam yang sebelumnya hanya 3,5 knot menjadi 3,7 knot Begitu juga dengan Kecepatan angin rata – rata



per jam tertinggi yang juga ikut meningkat dari 6 knot menjadi 6,3 knot. Sejalan dengan hal sebelumnya juga tercatat adanya peningkatan Kecepatan angin rata – rata per jam terendah yang semula 1007,3 mb menjadi 1008,9 mb. Jika dilihat dari segi waktu kejadian, Kecepatan angin rata – rata tertinggi dan terendah relatif memiliki waktu kejadian yang sama dengan tahun sebelumnya.

3.5. HUJAN

Hujan adalah jatuhan *hydrometeor* yang mencapai tanah. Jumlah curah hujan adalah curah hujan yang mencapai permukaan bumi selama jangka waktu yang ditentukan dan dinyatakan dalam ukuran kedalamannya, dengan ketentuan bahwa tidak ada air yang hilang karena penguapan air atau mengalir (BMKG, 2006). Pengamatan curah hujan dilakukan setiap 3 jam sekali selama 24 jam setiap harinya menggunakan alat penakar hujan Obs. Selain itu, curah hujan setiap hari juga tercatat pada pias alat penakar hujan tipe *Hellman* yang diganti setiap pagi hari jam 00.00 UTC.



Gambar 21. Grafik Curah Hujan Harian Bulan Februari 2024

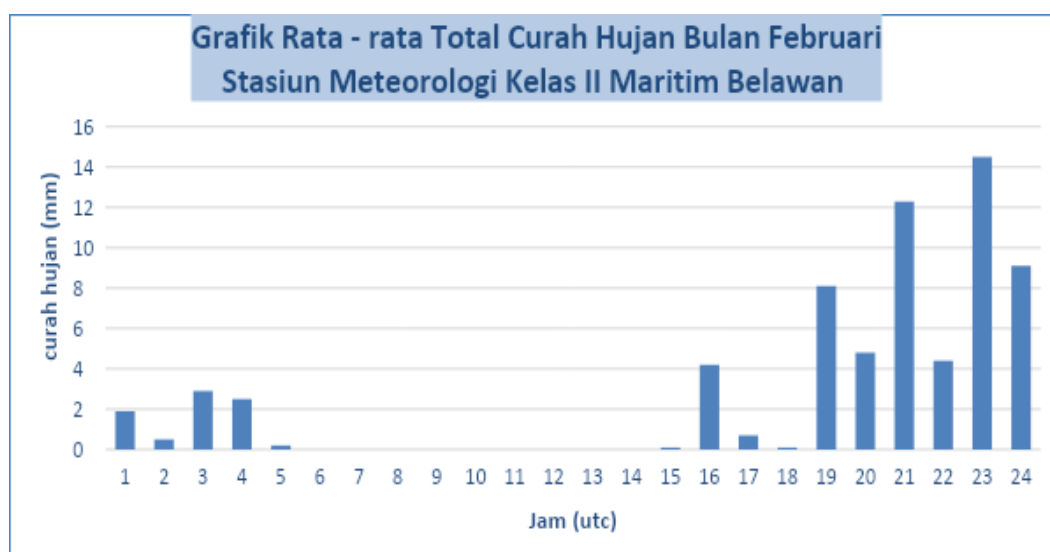
Jumlah curah hujan yang tercatat pada pias alat penakar hujan tipe Hellman pada dasarian I sebesar 1,3 mm, pada dasarian II tercatat sebesar 65,0 mm dan pada dasarian III tercatat curah hujan sebesar 0,0 mm. Curah hujan harian tertinggi yang tercatat adalah 37,3 mm yang terjadi pada tanggal 19 Februari 2024. Curah Hujan Harian terendah yang tercatat adalah 0,2 mm yang terjadi pada tanggal 16 Februari 2024. Jumlah curah hujan total bulan Februari 2024 Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan adalah sebesar 66,3 mm dengan jumlah hari Hujan adalah sebanyak 06 hari dan Hari Tanpa Hujan adalah



23 hari selama bulan Februari 2024. Intensitas hujan bulan februari 2024 berada dibawah normal yaitu sebesar 74,4 mm.

Berdasarkan hasil pengukuran curah hujan di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan memasuki musim kemarau dengan intensitas hujan yang berada dibawah normal. Curah Hujan Bulan Februari 2024 lebih tinggi dibandingkan dengan curah hujan bulan Februari 2023 yaitu 56,8 mm. Intensitas hujan bulan Februari 2024 lebih tinggi, hal ini terjadi karena jumlah hari hujan lebih sedikit dengan intensitas harian lebih tinggi dibandingkan Februari 2023 di wilayah Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan. Dengan melihat karakteristik hujan bulan Februari 2024 maka di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan sudah memasuki musim kemarau.

Total Curah hujan rata – rata per jam Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh total Curah hujan yang diamati pada jam yang sama selama satu bulan kemudian dibagi dengan jumlah



Gambar 22. Grafik Total Curah Hujan Rata-Rata Per Jam Bulan Februari 2024.

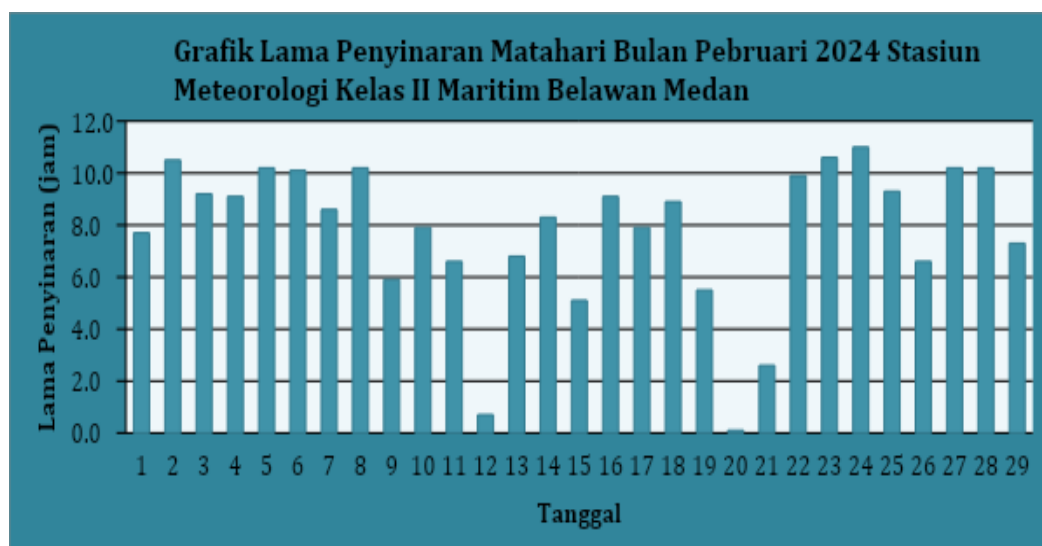
hari dalam satu bulan tersebut. Selama bulan Februari tercatat bahwa total curah hujan adalah sebesar 66,3 mm. Total Curah hujan rata – rata per jam di bulan Februari adalah 2,8 mm dengan Total Curah hujan rata – rata per jam tertinggi sebesar 14,5 mm yang terjadi pada pukul 22 UTC (05.00 WIB). Dibandingkan tahun lalu, tampak adanya peningkatan total curah hujan selama bulan Februari yaitu dari 56,8 mm menjadi 66,3 mm.

3.6. PENYINARAN MATAHARI



Radiasi yang dipancarkan oleh matahari berpengaruh besar terhadap keadaan cuaca di bumi. Untuk itu lama penyinaran diamati menggunakan alat *Campbell Stokes*. Sinar matahari yang melewati lensa *Campbell Stokes* membakar pias sehingga lama penyinaran matahari dapat dihitung. Lama penyinaran matahari dilaporkan setiap jam 00.00 UTC atau jam 07.00 WIB, begitu juga pias *Campbell Stokes* diganti setiap pagi.

Lama penyinaran matahari selama bulan Februari 2024 adalah selama 226 jam 06 menit. Lama penyinaran matahari rata – rata harian bulan Februari 2024 yaitu 7 jam 48 menit. Pada tanggal 24 Februari 2024, matahari bersinar paling lama yaitu selama 11 jam 00 menit. Sedangkan lama penyinaran matahari terendah adalah selama 06 menit yang terjadi pada tanggal 20 Februari 2024. Lama penyinaran matahari akan mempengaruhi jumlah penguapan di suatu wilayah yang akan meningkatkan kelembaban di wilayah tersebut. Durasi penyinaran matahari bulan Februari 2024 lebih lama jika dibandingkan dengan bulan Februari 2023 yaitu 154 jam 00 menit dengan penyinaran rata – rata harian 5 jam 00 menit. Hal ini disebabkan kondisi cuaca bulan Februari 2024 yang lebih jarang terjadi hujan dibandingkan dengan bulan Februari 2023 sehingga berpengaruh terhadap penyinaran matahari yang sampai ke permukaan bumi. Kondisi cuaca yang berawan atau hujan pada siang hari akan menghalangi radiasi matahari yang akan mencapai permukaan bumi.

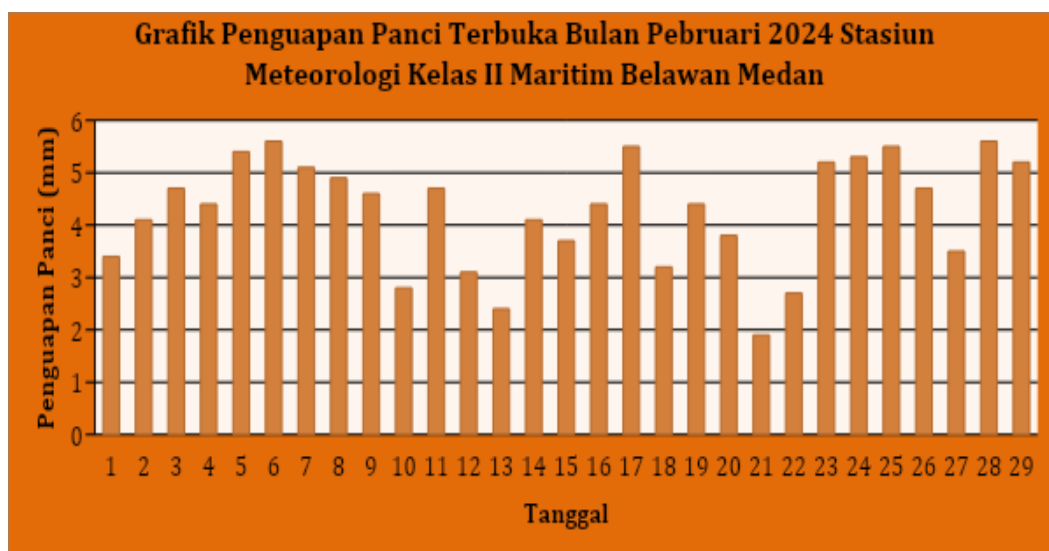


Gambar 23. Grafik Lama Penyinaran Matahari Bulan Februari 2024



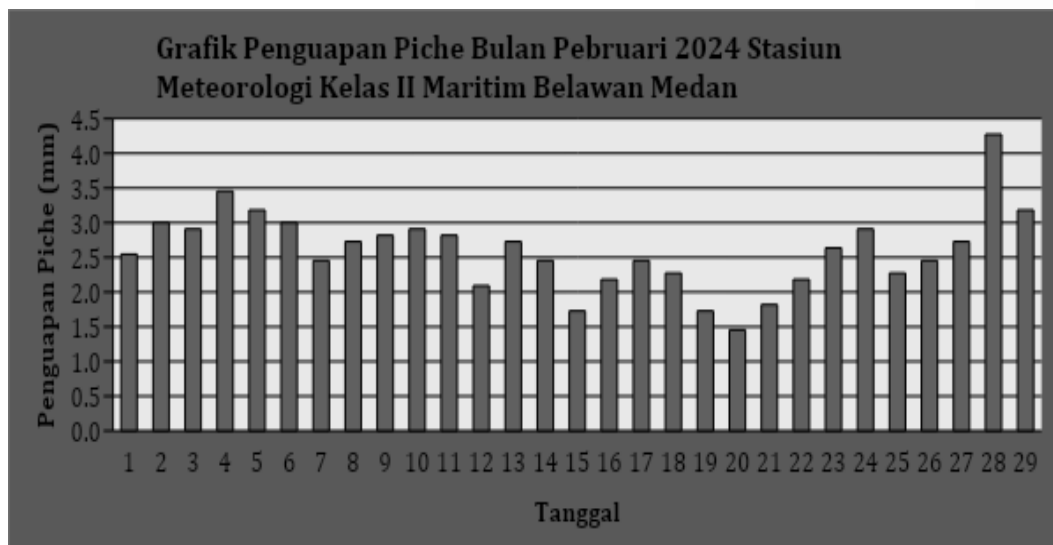
3.7. PENGUAPAN

Penguapan adalah proses berubahnya bentuk zat cair (air) menjadi gas (uap air) dan masuk ke atmosfer. Pengukuran jumlah penguapan dilakukan setiap jam 00.00 UTC atau 07.00 WIB dengan mengukur beda tinggi air hari ini dan kemarin. Alat yang digunakan untuk mengukur jumlah penguapan adalah Panci Penguapan (dan *Hook Gauge*) dan *Piche Evaporimeter*.



Gambar 24. Grafik Penguapan Panci Terbuka Bulan Februari 2024

Jumlah penguapan pada panci penguapan yang terjadi selama bulan Februari 2024 adalah 123,9 mm. Jumlah penguapan rata – rata harian bulan Februari 2024 adalah 4,3 mm. Jumlah penguapan tertinggi terjadi pada tanggal 06 Februari 2024 sebesar 5,6 mm. Jumlah penguapan terendah terjadi pada tanggal 21 Februari 2024 sebesar 1,9 mm. Jumlah penguapan Panci terbuka pada bulan Februari 2024 memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan penguapan pada bulan Februari 2023 yaitu 93,9 mm. Jumlah penguapan panci terbuka rata-rata harian bulan Februari 2023 yaitu 3,4 mm. Penguapan yang tinggi memiliki hubungan dengan kondisi suhu yang tinggi atau lebih hangat sehingga meningkatkan penguapan air di permukaan ke atmosfer. Penguapan Panci menggambarkan jumlah penguapan di lingkungan terbuka yang sangat dipengaruhi oleh penyinaran matahari yang menentukan suhu udara, tekanan udara yang berpengaruh pada angin permukaan sebagai penggerak uap air di udara. Lama penyinaran dan angin berbanding lurus dengan jumlah penguapan di lingkungan terbuka.



Gambar 25. Grafik Penguapan Piche Bulan Februari 2024

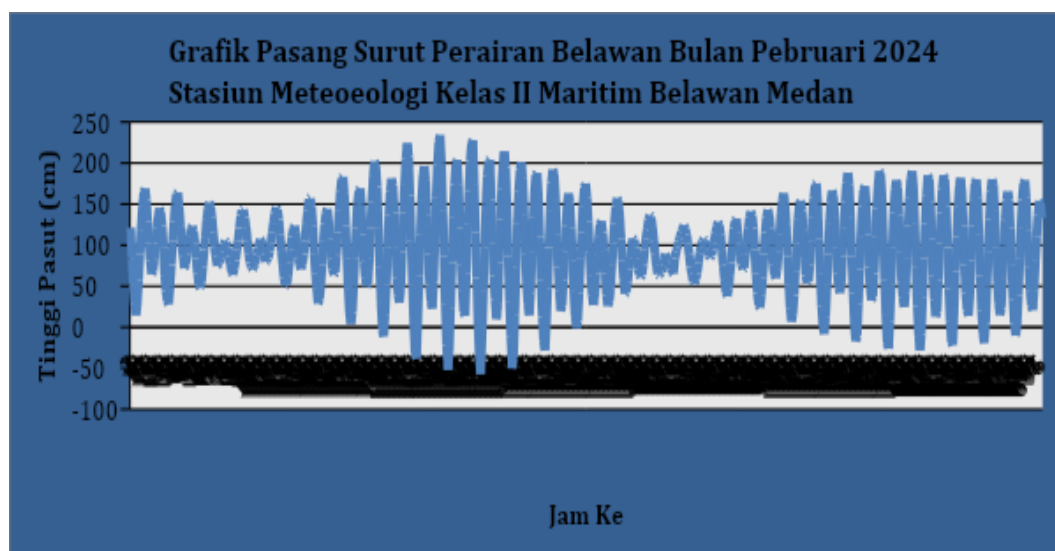
Jumlah penguapan pada piche evaporimeter yang terjadi selama bulan Februari 2024 adalah 75,4 mm. Jumlah penguapan piche rata – rata harian bulan Februari 2024 adalah 2,6 mm. Jumlah penguapan tertinggi terjadi pada tanggal 28 Februari 2024 sebesar 4,3 mm. Jumlah penguapan terendah terjadi pada tanggal 20 Februari 2024 sebesar 1,5 mm. Jumlah penguapan piche bulan Februari 2024 lebih rendah jika dibandingkan dengan jumlah penguapan piche bulan Februari 2023 yaitu 78,0 mm. jumlah penguapan piche rata – rata harian bulan Februari 2023 yaitu 2,8 mm. kondisi penguapan dalam ruangan memiliki pola yang sama dengan penguapan di lingkungan terbuka pada bulan Februari 2024. Jumlah penguapan piche merupakan jumlah penguapan yang terjadi didalam ruangan atau lingkungan tertutup. Oleh karena itu jumlah penguapan piche sangat dipengaruhi oleh suhu di lingkungan terbuka yang akan mempengaruhi suhu di dalam ruangan. Jumlah penguapan piche relatif lebih kecil dibandingkan penguapan panci karena tidak adanya interaksi dengan lingkungan terbuka secara langsung.

3.8. PASANG SURUT

Pasang surut merupakan salah satu jenis gelombang permukaan yang berada di perairan laut. Pasang surut merupakan naik turunnya permukaan laut yang diakibatkan oleh gaya tarik benda langit seperti bulan dan matahari. Pasang surut terjadi secara berkelanjutan dengan periode yang berbeda pada setiap wilayah perairan. Pasang surut akan mempunyai karakteristik yang berbeda pada tiap wilayah dan tergantung dengan topografi wilayah tersebut. Pengukuran pasang surut dilakukan tiap jam selama 24 jam dengan mengukur tinggi



permukaan laut yang didasarkan pada tinggi rata – rata permukaan perairan. Pada saat nilai tinggi permukaan mencapai nilai terbesar maka pada saat itu perairan mengalami pasang dan sebaliknya jika nilai tinggi permukaan perairan berada pada nilai terkecil maka pada saat itu perairan mengalami surut. Alat yang digunakan untuk mengukur tinggi gelombang pasang surut adalah *Tide gauge* dan Palm Pasut.



Gambar 26. Grafik Pasang Surut Perairan Belawan Bulan Februari 2024

Ketinggian Pasang surut fase *New Moon* pada tanggal 07 – 13 Februari 2024 perairan Belawan diuraikan sebagai berikut. Tanggal 07 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 183 cm terjadi pada pukul 18.00 WIB dan surut terendah berada pada 17 cm yang terjadi pada pukul 23.00 WIB. Tanggal 08 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 202 cm terjadi pada pukul 18.00 WIB dan surut terendah berada pada 30 cm yang terjadi pada pukul 23.00 WIB. Tanggal 09 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 224 cm terjadi pada pukul 19.00 WIB dan surut terendah berada pada 53 cm yang terjadi pada pukul 23.00 WIB. Tanggal 10 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 234 cm terjadi pada pukul 20.00 WIB dan surut terendah berada pada 87 cm yang terjadi pada pukul 23.00 WIB. Tanggal 11 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 228 cm terjadi pada pukul 21.00 WIB dan surut terendah berada pada 14 cm yang terjadi pada pukul 15.00 WIB. Tanggal 12 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 214 cm terjadi pada pukul 21.00 WIB dan surut terendah berada pada 10 yang terjadi pada pukul 15.00 WIB. Tanggal 13 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 188 cm terjadi pada pukul 22.00 WIB dan surut terendah berada pada 15 cm yang terjadi pada



pukul 02.00 WIB. Pada fase *New Moon* gaya sentrifugal bumi akan berperan besar dalam memicu terjadinya pasang surut. Selain itu posisi dan jarak antara benda langit juga dapat mempengaruhi gelombang pasang surut di perairan.

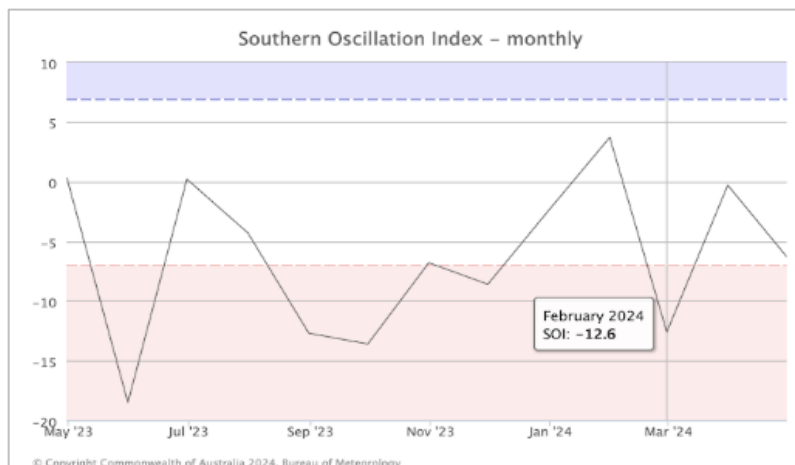
Ketinggian Pasang surut fase *Full Moon* pada tanggal 21 – 27 Februari 2024 perairan Belawan diuraikan sebagai berikut. Tanggal 21 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 163 cm terjadi pada pukul 18.00 WIB dan surut terendah berada pada 23 cm yang terjadi pada pukul 23.00 WIB. Tanggal 22 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 175 cm terjadi pada pukul 19.00 WIB dan surut terendah berada pada 26 cm yang terjadi pada pukul 23.00 WIB. Tanggal 23 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 188 cm terjadi pada pukul 19.00 WIB dan surut terendah berada pada 42 cm yang terjadi pada pukul 23.00 WIB. Tanggal 24 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 190 cm terjadi pada pukul 19.00 WIB dan surut terendah berada pada 58 cm yang terjadi pada pukul 23.00 WIB. Tanggal 25 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 190 cm terjadi pada pukul 20.00 WIB dan surut terendah berada pada 25 cm yang terjadi pada pukul 14.00 WIB. Tanggal 26 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 185 cm terjadi pada pukul 20.00 WIB dan surut terendah berada pada 13 cm yang terjadi pada pukul 14.00 WIB. Tanggal 27 Februari 2024 ketinggian pasang maksimum adalah 180 cm terjadi pada pukul 21.00 WIB dan surut terendah berada pada 14 yang terjadi pada pukul 15.00 WIB. Pada fase *Full Moon* gaya gravitasi bulan akan berperan besar dalam memicu terjadinya pasang surut. Selain itu posisi dan jarak antara benda langit juga dapat mempengaruhi gelombang pasang surut di perairan.



BAB IV

ANALISIS KONDISI ATMOSFER BULAN FEBRUARI 2024

4.1. SOI (SOUTH OSCILLATION INDEX)



Gambar 27. SOI (South Oscillation Index) Bulanan
(Sumber: bom.gov)

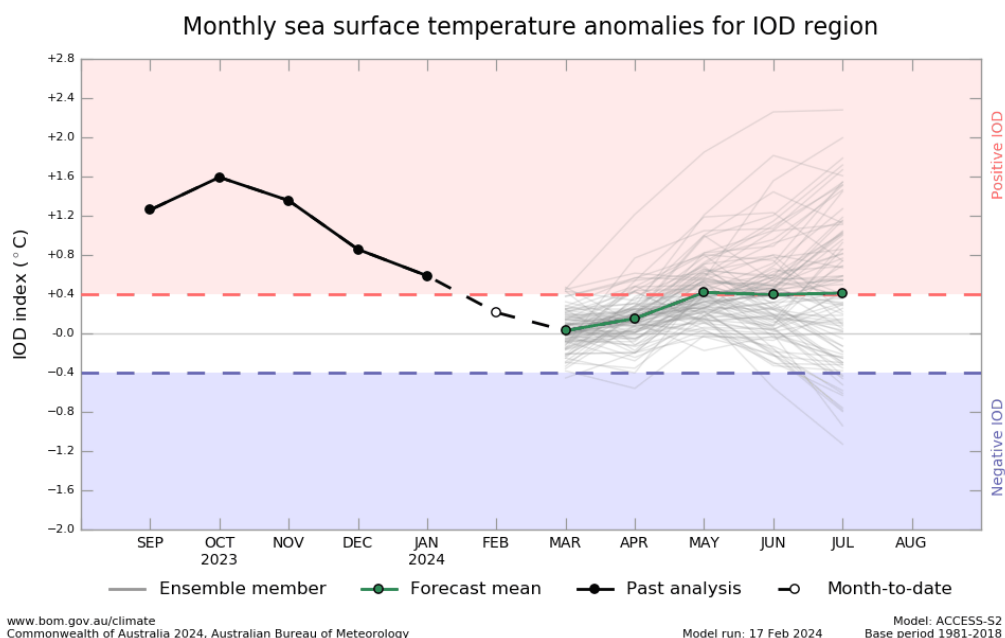
SOI adalah indeks standar berdasarkan pengamatan perbedaan tekanan atmosfer permukaan laut antara Tahiti dan Darwin, Australia. SOI merupakan pengukuran fluktuasi skala besar tekanan udara antara Pasifik tropis bagian barat dan timur. Jika SOI bernilai negatif (-), berarti tekanan Udara di Darwin lebih tinggi dari pada tekanan Udara di Tahiti. Kondisi ini menyebabkan massa udara akan bergerak dari Darwin menuju ke Tahiti dan berlaku sebaliknya. Indeks SOI bulan Februari 2024 bernilai negatif (-12.6), Indeks negatif SOI mewakili tekanan udara di bawah normal di Tahiti dan tekanan udara di atas normal di Darwin. Periode nilai SOI negatif yang berkepanjangan bertepatan dengan air laut hangat yang tidak normal di seluruh Pasifik tropis timur. Indeks ini dalam kategori yang berarti menunjukkan indikasi terjadi pengurangan intensitas hujan di beberapa wilayah Indonesia.

4.2. IOD (INDIAN OCEAN DIPOLE MODE)

IOD (*Indian Ocean Dipole Mode*) adalah suatu fenomena pasangan antara lautan – atmosfer yang terdapat di Lautan India tropis yang mempengaruhi variabilitas curah hujan di Indonesia khususnya Indonesia bagian Barat dan negara-negara lain yang berada di sekitar cekungan (basin) Samudera Hindia (Saji



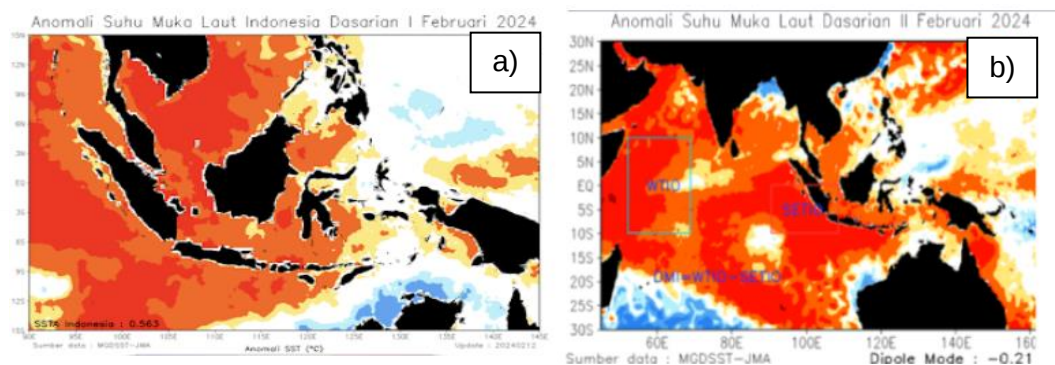
et al., Nature, 1999). Hasil analisis *Dipole Mode* selama bulan Februari 2024 menunjukkan IOD menunjukkan nilai kategori netral, yang berarti IOD tidak aktif dan tidak mempengaruhi intensitas curah hujan di Indonesia termasuk di wilayah Sumatera bagian utara

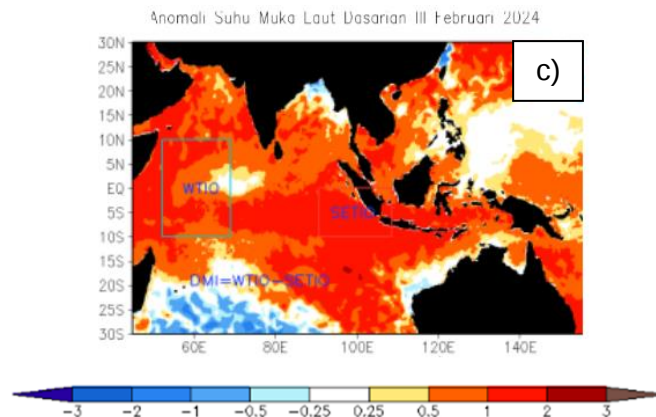


Gambar 28. Anomali Suhu Permukaan Laut Bulanan untuk wilayah IOD

4.3. SST ANOMALY (SEA SURFACE TEMPERATURE ANOMALY)

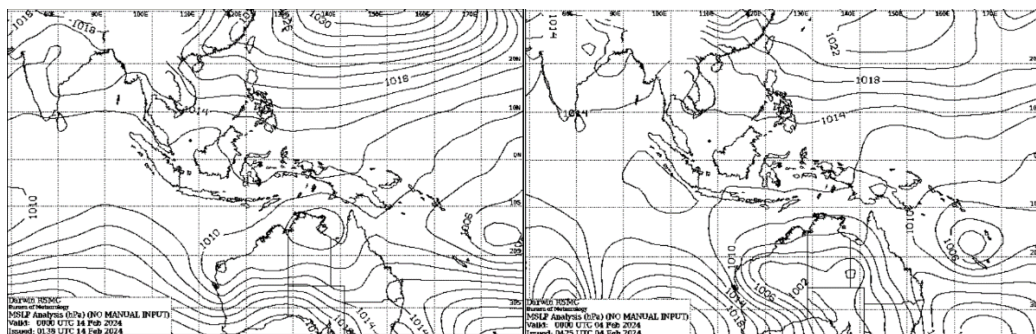
Selama bulan Februari 2024, anomali Suhu Muka Laut (SML) untuk wilayah Indonesia secara umum bernilai 0°C s/d $+2^{\circ}\text{C}$. Untuk wilayah Perairan Sumatera dari Perairan Utara Sabang hingga Samudera Hindia terlihat bahwa anomaly SML Perairan Aceh hingga Kepulauan Nias menunjukkan kondisi hangat (anomali SML positif) hal ini mengindikasikan adanya peluang peningkatan intensitas hujan khususnya di Perairan Sumatera pada bulan Februari 2024.





Gambar 29. Anomali Suhu Permukaan Laut a) Dasarian I, b) Dasarian II, c) Dasarian III Bulan Februari 2024

4.4. TEKanan UDARA

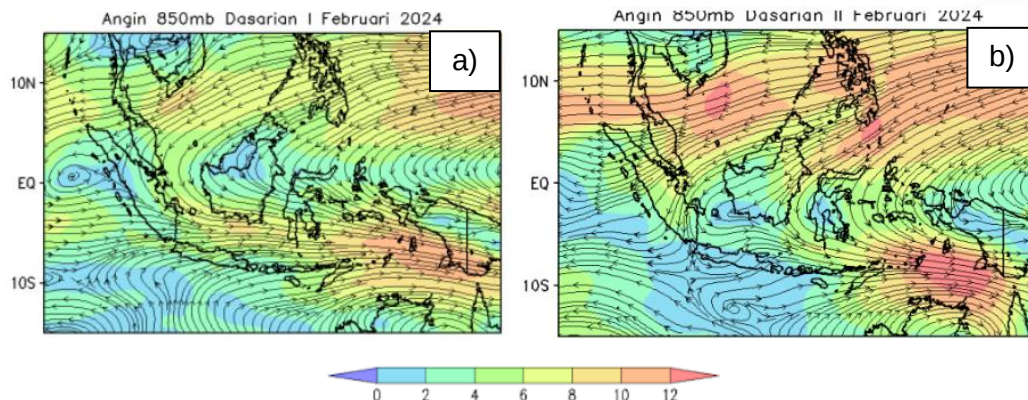


Gambar 30. Tekanan Udara selama Bulan Februari 2024

Selama bulan Februari 2024, tekanan udara di BBS lebih rendah daripada tekanan udara di BBU dikarenakan posisi matahari yang menuju belahan bumi selatan. Hal ini menunjukkan pergerakan massa udara dari BBU ke wilayah BBS yang mengindikasikan *monsoon* Asia aktif di bulan Februari. *Monsoon* Asia membawa massa udara hangat dan relatif lebih basah yang mengindikasikan intensitas curah meningkat di bulan Februari khususnya di wilayah Indonesia yang berpola musim monsun.

4.5. WIND ANALYSIS (850 MB)

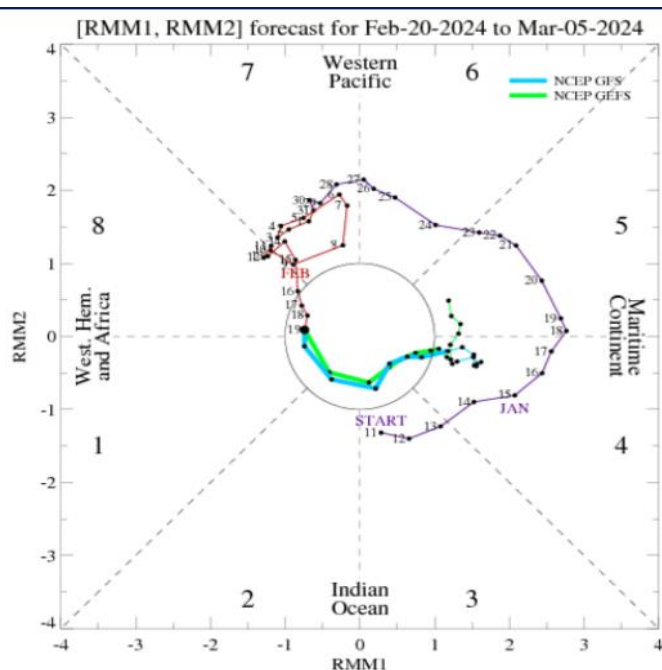
Aliran massa udara di wilayah Sumbagut selama bulan Desember 2023 masih didominasi oleh angin Timuran, serta terbentuk belokan angin di sekitar Sumatera bagian tengah hingga utara. Kecepatan angin di wilayah Sumbagut selama bulan Desember 2023 berkisar 0 – 10 m/s.



Gambar 31. Analisis Arah dan Kecepatan Angin a) Dasarian I, b) Dasarian II, c) Dasarian III pada Bulan Februari 2024

4.6. MJO (*MADDEN JULIAN OSCILLATION*)

MJO merupakan fenomena skala besar yang terjadi akibat adanya pola -



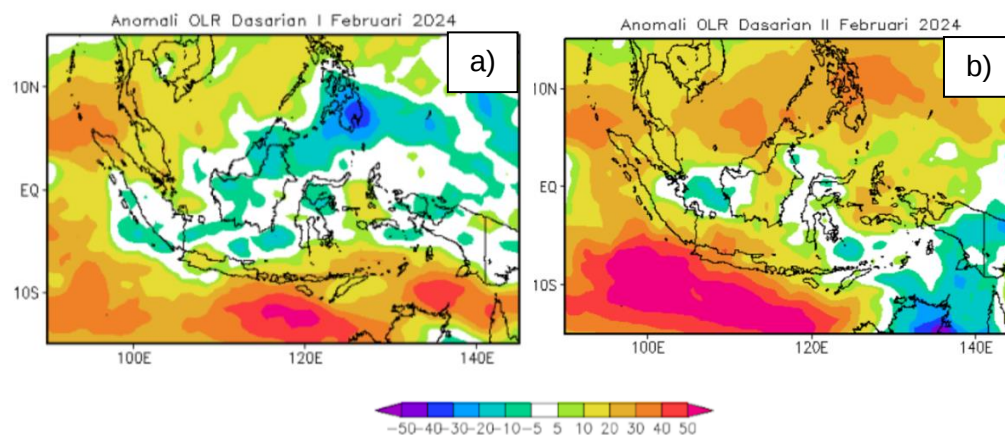
Gambar 32. Diagram RMM1, RMM2 Madden Julian Oscillation

sirkulasi atmosfer dan konveksi yang kuat. MJO berpropagasi dari bagian barat Indonesia (Samudra Hindia) ke arah timur (Samudra Pasifik) dengan kecepatan rata-rata 5 m/s (Zhang, 2005). Analisis pada dasarian II Februari 2024 menunjukkan MJO tidak aktif dan diprediksi akan tidak aktif hingga pertengahan dasarian III Februari 2024 kemudian diperkirakan aktif pada fase 4 dan 5 (Maritim Indonesia) hingga awal dasarian I Maret 2024. MJO berkaitan dengan potensi pengurangan awan hujan di wilayah Indonesia.



4.7. OLR (*OUTGOING LONGWAVE RADIATION*)

OLR adalah energi yang meninggalkan bumi sebagai radiasi inframerah pada energi yang rendah. OLR dipengaruhi oleh awan dan debu di atmosfer yang cenderung mengurangi kecerahan langit, dimana nilai OLR yang mendukung pembentukan awan yaitu $\leq 220 \text{ W/m}^2$. Selama bulan Februari 2024 dasarian I dan II anomali OLR di sebagian besar wilayah perairan Selat Malaka dan Perairan Barat Sumatera bernilai positif yang berarti lebih sedikit tutupan awan dibandingkan klimatologisnya



Gambar 33. Analisis *Outgoing Longwave Radiation* (OLR) pada a) Dasarian I, b) Dasarian II, c) Dasarian III Bulan Februari 2024

BAB V

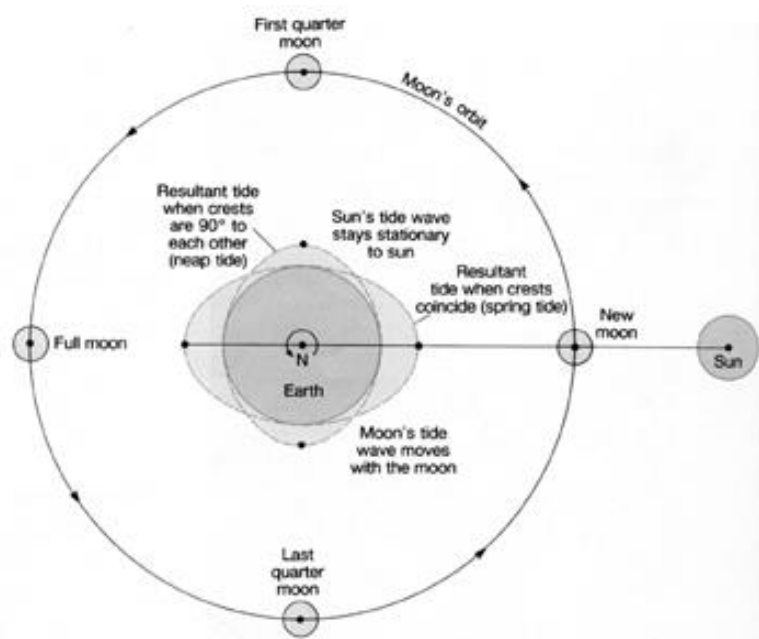
PASANG SURUT BULAN MARET 2024

WILAYAH BELAWAN

5.1. PENGERTIAN PASANG SURUT

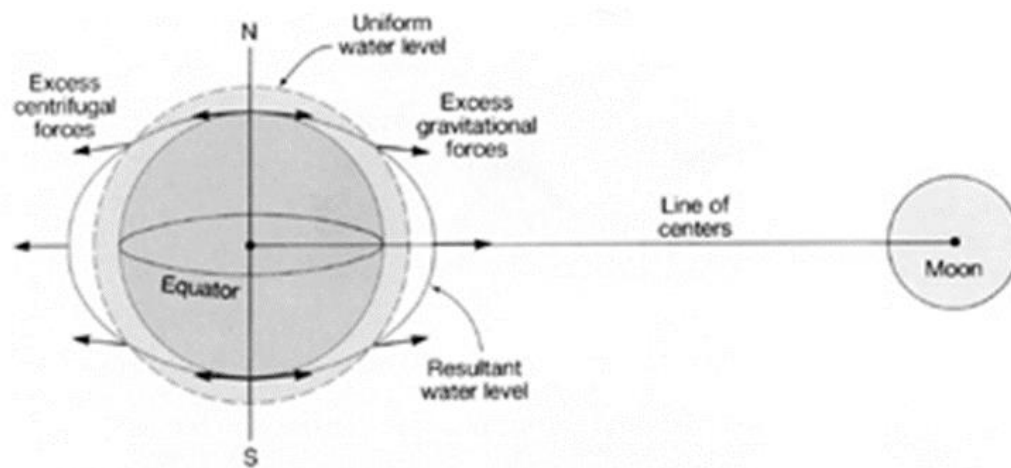
Pasang surut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik benda – benda astronomi terutama oleh bumi, bulan dan matahari. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh dan ukurannya lebih kecil. Faktor non-astronomi yang mempengaruhi pasang surut terutama di perairan semi tertutup seperti teluk adalah bentuk garis pantai dan topografi dasar perairan.

Pengetahuan tentang pasang surut sangat diperlukan dalam transportasi laut, kegiatan di pelabuhan, pembangunan di daerah pesisir pantai, dan lain-lain. Mengingat pentingnya pengetahuan tentang pasang surut terutama bagi yang mempelajari mengenai Perencanaan Pelabuhan.



Gambar 34. Pengaruh posisi Bulan dan Matahari terhadap pasang surut di Bumi

Keterangan Gambar: Posisi Bumi, Bulan dan Matahari yang berbeda menyebabkan perbedaan ketinggian pasang surut pada saat posisi konfigurasi tertentu. Sumber: Duxbury et al. (2002).



Gambar 35. Distribusi gaya penyebab terjadinya fenomena pasang surut.

Keterangan Gambar: Pada separuh bagian Bumi yang menghadap ke arah Bulan terbentuk gaya yang mengarah ke Bulan karena gaya gravitasi Bulan. Sebaliknya, pada arah yang berlawanan terbentuk gaya yang berlawanan arah karena gaya sentrifugal. Sumber: Duxbury et al. (2002).

5.2. TIPE PASANG SURUT

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Disuatu daerah pada dalam satu hari dapat terjadi satu kali atau dua kali pasang surut. Menurut Wyrki (1961), pasang surut di Indonesia dibagi menjadi 4 yaitu:

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*).

Dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut secara berurutan. Periode pasang surut rata-rata 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terdapat di Selat Malaka sampai Laut Andaman. Tipe pasang surut ini merupakan tipe pasang surut untuk wilayah Belawan

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*).

Dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di perairan Selat Karimata.

3. Pasang surut campuran condong keharian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*).

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat perairan Indonesia timur.

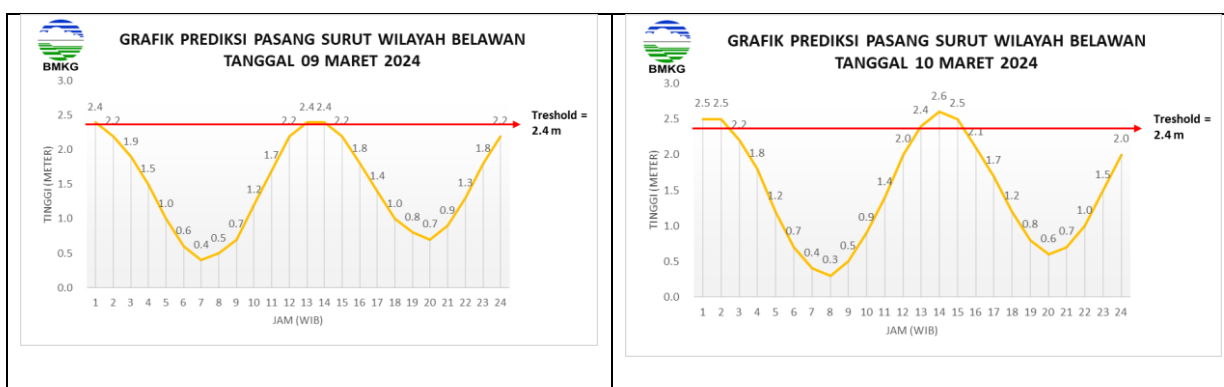
4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*).

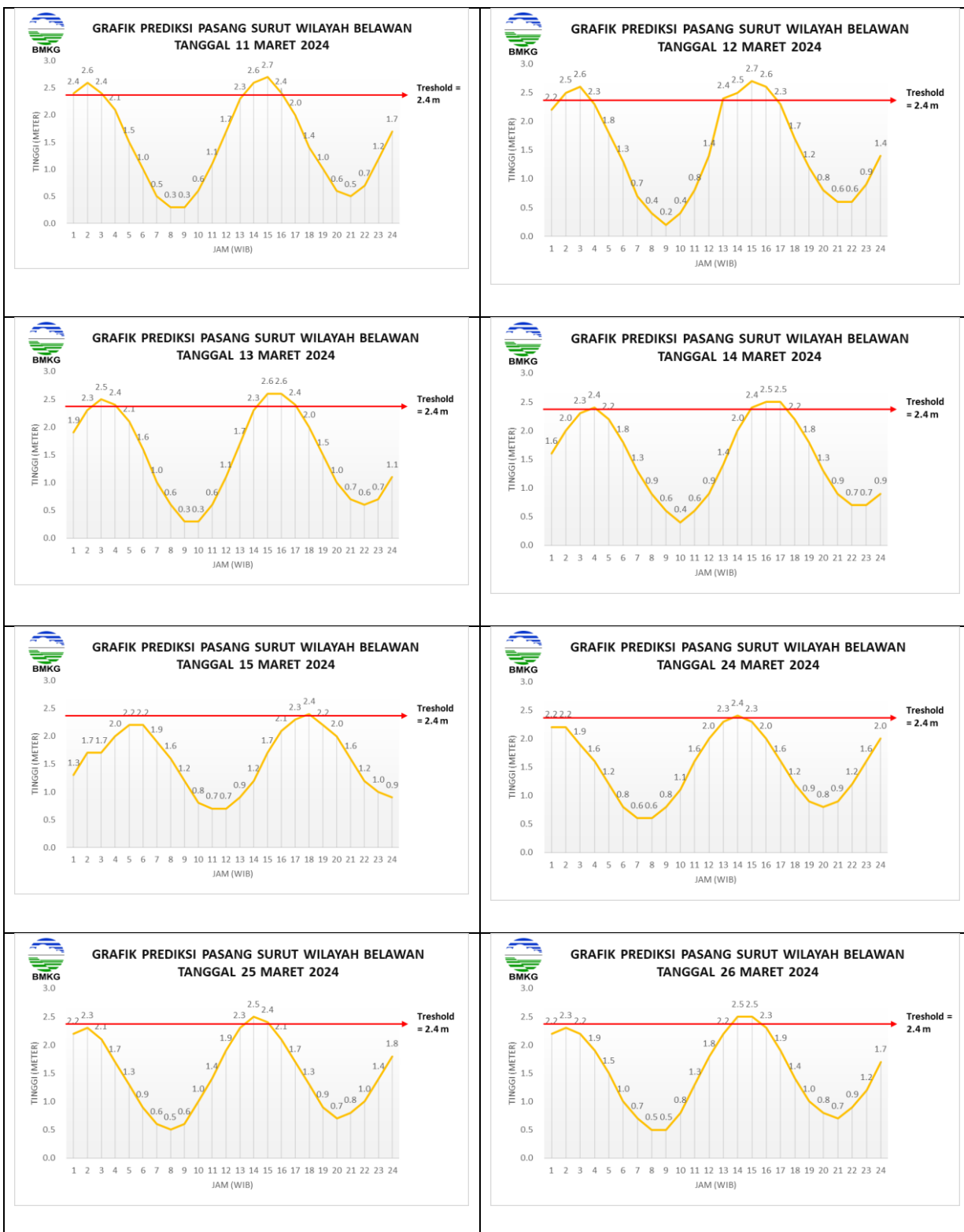
Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang – kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut jenis ini biasa terdapat di daerah Selat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.

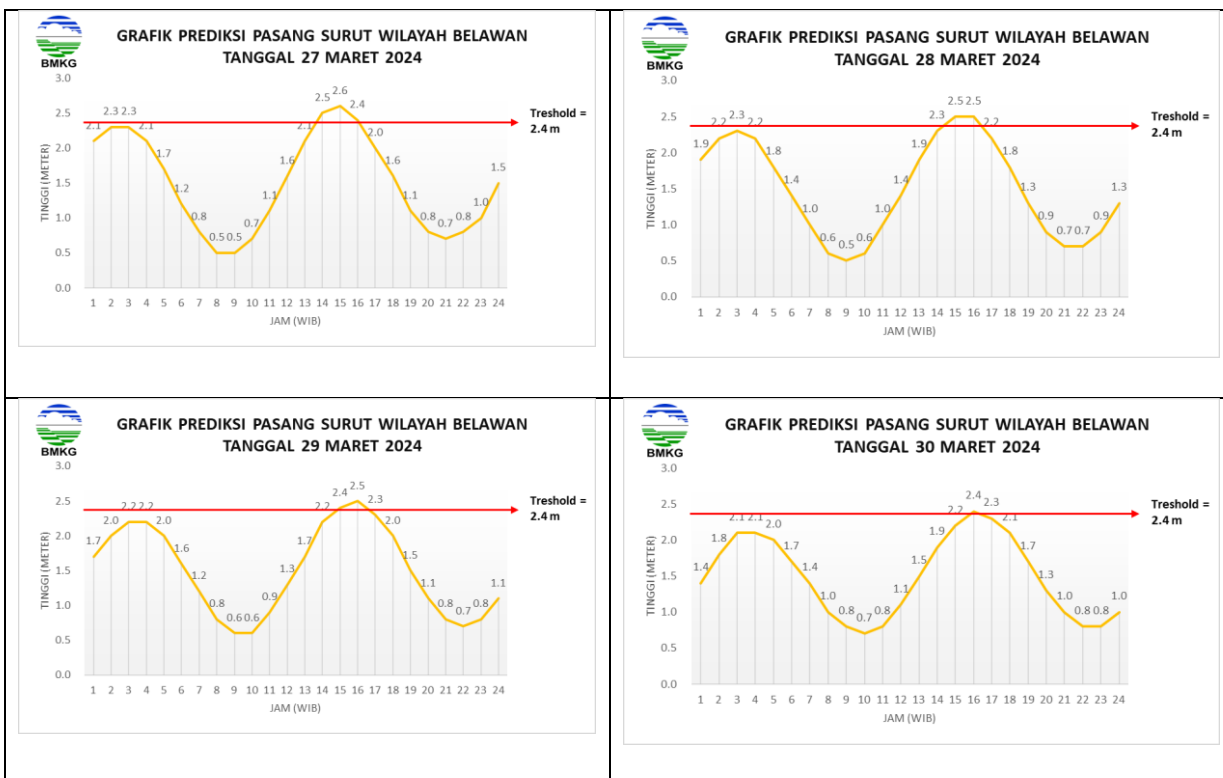
5.3. GRAFIK PREDIKSI PASANG SURUT WILAYAH BELAWAN

Grafik prediksi pasang surut ini bersumber dari Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut (PUSHIDROSAL). Perhitungan ramalan pasang surut dilakukan berdasarkan metode *Admiralty* bersumber dari Buku Kepanduan Bahari Indonesia dan hasil survei hidro-oseanografi. Data grafik yang dilampirkan dalam penulisan ini merupakan data pasang surut yang tercatat melewati ambang batas normal tinggi yaitu 2,4 meter untuk wilayah Belawan, dimana dengan ketinggian tersebut diperkirakan akan memasuki wilayah pemukiman warga sekitar yang terdampak.

Tabel 3. Grafik Prediksi Pasang Surut Wilayah Belawan Bulan Februari 2024







Pada tanggal 9 Maret 2024 ketinggian pasang tertinggi terjadi pada pukul 01.00 WIB dan pukul 13.00 – 14.00 WIB dengan puncak ketinggian pasang 2,4 meter dan surut terendah pada pukul 07.00 WIB dengan ketinggian 0,4 meter. Pada tanggal 10 Maret 2024 ketinggian pasang tertinggi terjadi pada pukul 14.00 WIB dengan puncak ketinggian pasang 2,6 meter dan surut terendah pada pukul 08.00 WIB yaitu dengan ketinggian 0,3 meter. Pada tanggal 11 Maret 2024 ketinggian pasang terjadi pada pukul 15.00 WIB dengan puncak ketinggian pasang yaitu 2,7 meter dan surut terendah pada pukul 08.00 – 09.00 WIB dengan ketinggian 0,2 meter. Pada tanggal 12 Maret 2024 ketinggian pasang mencapai 2,7 meter terjadi pada pukul 15.00 WIB dan juga data surut terendah pada pukul 09.00 WIB dengan ketinggian 0,2 meter. Pada tanggal 13 Maret 2024 ketinggian pasang mencapai 2,6 meter terjadi pada pukul 15.00 - 16.00 WIB dan data surut terendah pada pukul 09.00 - 10.00 WIB dengan ketinggian 0,3 meter. Pada tanggal 14 Maret 2024 ketinggian pasang mencapai 2,5 meter terjadi pada pukul 16.00 - 17.00 WIB dan juga data surut terendah pada pukul 10.00 WIB dengan ketinggian 0,4 meter. Pada tanggal 15 Maret 2024 ketinggian pasang mencapai 2,4 meter terjadi pada pukul 18.00 WIB dan juga data surut terendah pada pukul 11.00 – 12.00 WIB dengan ketinggian 0,7 meter.

Data ketinggian pasang tertinggi pada tanggal 24 Maret 2024 dengan nilai prediksi ketinggian mencapai 2,4 meter pada pukul 14.00 WIB dan data surut mencapai ketinggian 0,6 meter pada pukul 07.00 – 08.00 WIB. Pada Tanggal 25 Maret 2024 ketinggian pasang mencapai 2,5 meter pada pukul 14.00 WIB dan data surut terendah mencapai ketinggian 0,5 meter pada pukul 08.00 WIB. Pada Tanggal 26 Maret 2024 ketinggian pasang mencapai 2,5 meter pada pukul 14.00 – 15.00 WIB dan data surut terendah mencapai ketinggian 0,5 meter pada pukul 08.00 - 09.00 WIB. Pada tanggal 27 Maret 2024 data pasang tertinggi terjadi pada pukul 15.00 WIB dengan ketinggian mencapai 2,6 meter dan nilai surut terendah terjadi pada pukul 08.00 - 09.00 WIB dengan ketinggian 0,5 meter. Pada tanggal 28 Maret 2024 data pasang tertinggi terjadi pada pukul 15.00 - 16.00 WIB dengan ketinggian mencapai 2,5 meter dengan nilai surut terendah terjadi pada pukul 09.00 WIB dengan ketinggian 0,5 meter. Pada tanggal 29 Maret 2024 data pasang tertinggi terjadi pada pukul 16.00 WIB dengan ketinggian mencapai 2,5 meter dengan nilai surut terendah terjadi pada pukul 09.00 – 10.00 WIB dengan ketinggian 0,6 meter. Pada tanggal 30 Maret 2024 data pasang tertinggi terjadi pada pukul 16.00 WIB dengan ketinggian mencapai 2,4 meter dengan nilai surut terendah terjadi pada pukul 10.00 WIB dengan ketinggian 0,7 meter.

ARTIKEL PASANG SURUT

Analisis Pasang Surut Perairan Belawan Medan Bulan Februari 2024

Zulkarnaen Lubis, S.Pi

NIP. 198907272018011001 PMG Pertama

Stasiun Meteorologi Kelas II Maritim Belawan, Jl. Raya Pelabuhan III Gabion Belawan, Medan,
20414

*Email: zulkarnaen.lubis@bmkg.go.id

Abstrak

Pengamatan dan analisis pasang surut di Perairan Belawan Medan yang dilakukan pada bulan Februari 2024. Ketinggian pasang surut diukur menggunakan tide gauge milik Badan Informasi Geospasial selama 24 jam dengan pelaporan data secara real time. Analisis harmonik menggunakan metode Admiralty untuk menentukan bilangan Formzahl. Kisaran tinggi pasang surut di perairan belawan medan adalah 1,30 meter dengan Mean Low Water Level (MLWL) adalah 0,31 meter dan Mean High Water Level (MHWL) adalah 1,61 meter. Selama pengamatan pasang surut di Perairan Belawan Medan bulan Februari 2024 terjadi 2 kali pasang purnama dan 2 kali pasang perbani. Tinggi pasang surut saat pasang purnama fase new moon adalah 2,61 meter dan ketinggian pasang maksimum fase full moon adalah 2,13 meter. Tinggi pasang surut maksimum saat pasang perbani pertama adalah 0,66 meter dan tinggi pasang surut maksimum saat pasang perbani kedua 0,43 meter. Berdasarkan bilangan formzahl $F = 0,20$ menyatakan bahwa tipe pasang surut di perairan belawan bulan Februari 2024 adalah semidiurnal dimana dalam satu hari terjadi 2 kali pasang dan 2 kali surut dengan tinggi pasang yang relatif sama antara satu dengan yang lain.

Kata kunci : pasang surut, Formzahl, Belawan

Pendahuluan

Pasang surut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik benda-benda astronomi terutama oleh bumi, bulan dan matahari. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh dan ukurannya lebih kecil. Faktor non astronomi yang mempengaruhi pasang surut terutama di perairan semi tertutup seperti teluk adalah bentuk garis pantai dan topografi dasar perairan.

Perairan selat Malaka berada di sebelah timur pulau sumatera dan

berbatasan dengan semenanjung Malaya di sebelah timur. Perairan selat Malaka merupakan perairan dangkal dengan topografi yang landai di sebelah barat, di dominasi oleh sedimen lumpur dan pasir karena sungai-sungai besar di pulau sumatera bermuara ke Perairan Selat Malaka. Wilayah pesisir timur sumatera ditumbuhi vegetasi mangrove dari berbagai jenis spesies bakau. Perairan Belawan yang berada di pesisir timur sumatera mendapat pengaruh yang signifikan dari perairan selat malaka. Oleh karena itu, pola cuaca di belawan tergantung dengan kondisi oseanografi perairan selat malaka. Salah satu

kondisi oseanografi tersebut adalah gelombang pasang surut (*Tidal Wave*). Puncak gelombang disebut pasang tinggi dan lembah gelombang disebut pasang rendah. Perbedaan vertikal antara pasang tinggi dan pasang rendah disebut rentang pasang surut (*tidal range*). Pasang surut sering disingkat dengan pasut adalah gerakan naik turunnya permukaan air laut secara berirama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari, dimana matahari mempunyai massa 27 juta kali lebih besar dibandingkan dengan bulan, tetapi jaraknya sangat jauh dari bumi (rata-rata 149,6 juta km) sedangkan bulan sebagai satelit bumi berjarak (rata-rata 381.160 km). Dalam mekanika alam semesta jarak sangat menentukan dibandingkan dengan massa, oleh sebab itu bulan lebih mempunyai peran besar dibandingkan matahari dalam menentukan pasut. Secara perhitungan matematis daya tarik bulan $\pm 2,25$ kali lebih kuat dibandingkan matahari.

Periode pasang surut adalah waktu antara puncak atau lembah gelombang ke puncak atau lembah gelombang berikutnya. Harga periode pasang surut bervariasi antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit. Pasang purnama (*spring tide*) terjadi ketika bumi, bulan dan matahari berada dalam suatu garis lurus. Pada saat tersebut terjadi pasang tinggi yang sangat tinggi dan pasang rendah yang sangat rendah. Pasang purnama ini terjadi pada saat bulan baru dan bulan purnama. Pasang perbani (*neap tide*) terjadi ketika bumi, bulan dan matahari membentuk sudut tegak lurus. Pada saat tersebut terjadi pasang tinggi yang rendah dan pasang rendah yang tinggi. Pasang surut perbani ini terjadi pada

saat bulan berada di kuartal 1 dan kuartal ke 3.

Tipe pasang surut juga dapat ditentukan berdasarkan bilangan Formzahl (F). Karena sifat pasang surut yang periodik, maka ia dapat diramalkan. Untuk meramalkan pasang surut, diperlukan data amplitudo dan beda fase dari masing-masing komponen pembangkit pasang surut. Komponen-komponen utama pasang surut terdiri dari komponen tengah harian dan harian. Bulan berputar mengelilingi bumi sekali dalam 24 jam 51 menit, dengan demikian tiap siklus pasang surut mengalami kemunduran 51 menit setiap harinya.

Pasang surut memberikan dampak terhadap lingkungan sekitar baik secara fisik maupun sosial. Gelombang pasang yang naik melebihi ketinggian permukaan tanah akan berdampak ke lingkungan daratan di sekitarnya yaitu memicu terjadinya banjir rob atau banjir pesisir. Surut terendah menyebabkan kapal mengalami kesulitan untuk berlabuh di dermaga atau mengalami kandas di perairan dangkal.

Untuk menentukan jenis pasang surut pada suatu daerah maka perlu dilakukan analisa pasang surut. Analisa pasang surut memerlukan data amplitudo dan tinggi pasang surut selama dua minggu yaitu satu siklus pasang surut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pasang surut dengan menggunakan metode Admiralty. Kemudian menentukan jenis pasang surut di perairan Belawan Medan. Diharapkan hasil analisis data ini dapat bermanfaat terutama bagi pengguna jasa perairan seperti pelayaran atau transportasi.

Bahan dan Metode

Pengamatan pasang surut di perairan belawan menggunakan instrument Tide Gauge milik Badan Informasi Geospasial yang dapat di unduh pada laman datapasureonline.big.go.id. data pasang surut disajikan tiap menit selama 24 jam. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan data lebih lanjut sehingga diperoleh rata-rata ketinggian pasang surut setiap jam.

Perhitungan data pasang surut menggunakan metode British Admiralty yang pengolahannya memakai program Admiralty untuk mengetahui nilai konstanta harmonik dari data pasang surut yang keluarannya berupa grafis sinusoidal tipe pasang surut. Komponen pasang surut digunakan untuk menentukan pasang surut yang didasarkan pada bilangan formzahl yang dinyatakan dalam rumus:

$$F = \frac{(O_1)}{(M_2) + (S_2)} + (K_1)$$

dimana :

F = adalah bilangan formzahl

K1 = konstanta oleh deklinasi bulan dan matahari

O1 = konstanta oleh deklinasi bulan

M2 = konstanta oleh bulan

S2 = konstanta oleh matahari

Klasifikasi sifat pasang surut di lokasi tersebut adalah:

$F < 0.25$ = semi diurnal

$0.25 < F < 1.5$ = Campuran condong semi diurnal

$1.5 < F < 3.0$ = campuran condong diurnal

$F > 3.0$ = Diurnal

Untuk menentukan tinggi muka air pasang surut digunakan rumus:

Range pasut atau rata-rata selisih antara kedudukan air tinggi dan kedudukan air rendah adalah :

$$\text{Range} = 2(M_2 + S_2)$$

Mean Low Water Level (MLWL) atau kedudukan rata-rata air tinggi adalah :

$$\text{MLW} = \text{MSL} + (\text{Range}/2)$$

Mean High Water Level (MHWL) adalah :

$$\text{MHW} = \text{MSL} + (\text{Range}/2)$$

Hasil dan Pembahasan

Perairan belawan medan merupakan wilayah yang masih dipengaruhi oleh fenomena pasang surut. Berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran Tide Gauge pasang surut di perairan Belawan Medan yang digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut dan berapa elevasi muka air laut. Tinggi pasang surut di perairan Belawan Medan dapat dilihat pada Tabel 1.

No	Tanggal	Kisaran (cm)		Tinggi Pasut (cm)	
		Minimal	Maksimal	Minimal	Maksimal
1	01-Feb-24	65-145	15-169	80	154
2	02-Feb-24	72-123	28-164	51	136
3	03-Feb-24	71-101	48-152	30	104
4	04-Feb-24	75-78	64-143	3	79
5	05-Feb-24	88-107	80-146	19	66
6	06-Feb-24	62-123	71-157	61	86
7	07-Feb-24	34-144	64-183	110	119
8	08-Feb-24	50-202	4-169	152	165
9	09-Feb-24	(-11)-181	30-224	192	194
10	10-Feb-24	23-234	(-38)-196	211	234
11	11-Feb-24	14-228	(-52)-204	214	256
12	12-Feb-24	10-195	(-57)-204	185	261
13	13-Feb-24	15-188	(-50)-201	173	251
14	14-Feb-24	20-163	(-28)-190	143	218
15	15-Feb-24	27-129	(-1)-175	102	176
16	16-Feb-24	41-108	26-157	67	131
17	17-Feb-24	64-82	61-136	18	75
18	18-Feb-24	53-59	65-124	6	59
19	19-Feb-24	66-107	85-128	41	43
20	20-Feb-24	71-141	47-132	70	85
21	21-Feb-24	60-163	24-143	103	119
22	22-Feb-24	54-175	7-154	121	147
23	23-Feb-24	42-188	(-8)-166	146	174
24	24-Feb-24	33-190	(-17)-172	157	189
25	25-Feb-24	25-190	(-26)-179	165	205
26	26-Feb-24	13-185	(28)-185	172	213
27	27-Feb-24	14-180	(-22)-182	166	204
28	28-Feb-24	15-165	(19)-180	150	199
29	29-Feb-24	21-154	(-10)-179	133	189

Tabel 1. Tinggi Pasang Surut Perairan Belawan Februari 2024

Analisis Harmonik Pasang Surut menggunakan metode Admiralty. Nilai amplitudo dan fase komponen-komponen utama pasang surut M2, S2, N2, K1, O1, MS4, M4, K2, dan P1 dari pengukuran selama satu bulanan (29 hari) dapat dilihat pada tabel 2.

	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS
A(cm)	96,02	31,43	33,30	5,73	7,66	10,60	2,57	3,53	0,82	1,3
g	0	146	66	173	66	264	294	264	196	253
F	0,20									

Tabel 2. Konstanta Harmonik komponen Pasang Surut Perairan Belawan Februari 2024

Keterangan :

F : Formzahl

A : Amplitudo

g (0) : Fase perlambatan

So : Muka laut rata-rata (Mean Sea Level)

M2 : Konstanta harmonik oleh bulan

S2 : Konstanta harmonik oleh matahari

N2 : Konstanta harmonik oleh perubahan jarak bulan

K2 : Konstanta harmonik oleh perubahan Jarak Matahari

O1 : Konstanta harmonik oleh deklinasi Bulan

P1 : Konstanta harmonik oleh deklinasi Matahari

K1 : Konstanta harmonik oleh deklinasi Bulan dan Matahari

MS4 : Konstanta harmonik interaksi antara M2 dan S2

M4 : Konstanta harmonik ganda M2

Frekuensi pasang naik dan pasang surut setiap hari menentukan tipe pasang surut di wilayah perairan dan secara kuantitatif tipe pasang surut dapat ditentukan oleh perbandingan antara amplitudo (setengah tinggi gelombang) unsur unsur pasang surut ganda utama (M2 dan S2) dan unsur-unsur pasang surut tunggal utama (K1

dan O1). Fluktuasi pasang surut di perairan belawan bulan Februari 2024 dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva tinggi Pasang Surut Perairan Belawan Medan

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan selama 29 hari di perairan belawan, diperoleh kisaran pasang surut atau rata-rata selisih antara kedudukan air tertinggi dan kedudukan air terendah adalah 129,47 cm (1,30 m) dan Mean Low Water Level (MLWL) atau kedudukan air terendah yaitu 31,28 cm (0,31 m) serta Mean High Water Level (MHWL) atau kedudukan rata-rata air tertinggi adalah 160,75 cm (1,61 m).

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa pasang purnama terjadi pada 01 hari bulan (11 Februari 2024) pada fase bulan baru. Pasang tertinggi mencapai 204 cm dan surut terendah adalah 57 cm dibawah mean Sea Level. Selisih antara pasang tertinggi dan surut terendah adalah 261 cm. Surut terendah terjadi pada 02 hari bulan (12 Februari 2024) dan pasang tertinggi terjadi pada 01 hari bulan (11 Februari 2024). Kisaran perbedaan antara tinggi pasang surut yang satu dengan yang lain mempunyai rentang antara 2 cm hingga 85 cm. Perbedaan terendah terjadi pada 28 hari bulan (09 Februari 2024) dan yang tertinggi terjadi pada 21 hari bulan (02 Februari 2024).

Tinggi pasang surut minimal dan maksimal dapat dilihat pada tabel 1. Berdasarkan tabel dapat diketahui bahwa tinggi pasang surut minimal tertinggi adalah 211 cm yang terjadi pada 29 hari bulan (10 Februari 2024) saat fase bulan mati dan yang terendah adalah 03 cm yang terjadi pada 23 hari bulan (04 Februari 2024) saat fase perbani. Tinggi pasang surut maksimal yang tertinggi adalah 261 cm yang terjadi pada 02 hari bulan (12 Februari 2024) dan pasang surut maksimal terendah adalah 43 cm yang terjadi pada 09 hari bulan (19 Februari 2024). Perbedaan tinggi pasang surut antara pasang purnama dan pasang perbani memiliki kisaran antara 208 cm hingga 218 cm.

Selama pengamatan ditemukan 2 kali pasang purnama dan 2 kali pasang perbani. Pasang purnama fase *new moon* terjadi pada 02 hari bulan (12 Februari 2024) dengan tinggi pasang surut 261 cm dan pasang purnama fase *full moon* terjadi pada 16 hari bulan (26 Februari 2024) dengan tinggi pasang surut 213 cm. Pasang perbani pertama terjadi pada 24 hari bulan (05 Februari 2024) dengan tinggi pasang surut 66 cm dan pasang surut perbani kedua terjadi pada 09 hari bulan (19 Februari 2024) dengan tinggi pasang surut 43 cm. Tinggi pasang surut purnama pada fase *new moon* lebih tinggi jika dibandingkan dengan tinggi pasang surut purnama fase *full moon* sedangkan tinggi pasang surut perbani kedua lebih rendah dibandingkan dengan tinggi pasang surut perbani pertama.

Nilai bilangan *formzahl* adalah 0,20 mempunyai pengertian bahwa tipe pasang surut perairan di Perairan Belawan Medan adalah semi diurnal

(*semidiurnal tides*). Pasang surut semidiurnal berarti dalam satu hari terjadi 2 kali pasang dan 2 kali surut. Pada gambar 1 dapat dilihat dalam satu hari terdapat 2 kali pasang dengan ketinggian yang relatif sama dan 2 kali surut dengan ketinggian yang relatif sama antara surut pertama dan kedua dalam 1 hari.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis pasang surut dengan menggunakan metode *Admiralty* dapat disimpulkan bahwa tipe pasang surut di Perairan Belawan bulan Februari 2024 adalah tipe pasang surut semidiurnal (*semidiurnal tide*) yang ditunjukkan oleh bilangan *Formzahl*. Dalam satu hari terdapat 2 kali pasang dan 2 kali surut. Berdasarkan kurva tinggi pasang surut juga dapat disimpulkan bahwa terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dimana tinggi pasang surut pertama relatif sama dengan tinggi pasang surut yang kedua. Hasil pengamatan dan analisis ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat baik nelayan maupun yang memanfaatkan perairan muara seperti Perairan Belawan Medan sebagai prasarana transportasi.

Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pimpinan Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan tulisan ini. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan Pusat Meteorologi Maritim yang telah membantu dalam menyelesaikan tulisan ini.

Daftar Pustaka

- Abidin, H.Z., Andreas, H., Djaja, R., Darmawan, D and Gama, M. 2007. Land Subsidence Characteristics of Jakarta between 1997 and 2005 as Estimated Using GPS Surveys. Springer – Verlag. Vol.59, pp.1753-1771.
- Azis, M.F. 2006. Gerak Air di Laut. Oseana. No.4: Hal. 9 – 21.
- BMKG Kota Medan. 2010. Analisa Banjir Rob Pesisir Medan Tahun 2010.
- Brown, J., A. Colling, D. Park, J. Phillips, D. Rothery, and J. Wright. 1989. Waves, Tides and Shallow-water Processes. The Open University. Pergamon Press. 187 p.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting dan M.J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Pradya Paramita, Jakarta. 305 halaman.
- Frederick, H., Dwi, A.A., Hariadi. 2016. Jurnal Oseanografi. Pemetaan Banjir Rob terhadap Pasang Tertinggi di wilayah Pesisir Kecamatan Medan Belawan, Sumatera Utara. Hal. 334-339
- Galloway, W. E. 1975. Tides and Tidal Phenomena. In Asean-Australia Cooperative Program of Marine Science. 244-245p.
- Hutabarat, S. dan S. M. Evans. 1986. Pengantar Oseanografi. UI Press, Jakarta. 159 halaman
- Kennish, M. J. 1986. Ecology of Estuaries. Physical and Chemical Aspects. Volume I. CRC Press, Florida. 243p.
- Musrifin. 2011. Analisis Pasang Surut Perairan Sungai Mesjid Dumai. Jurnal Perikanan dan Kelautan No. 16: Hal. 48-55
- Nontji, A.1993. Laut Nusantara. Jambatan, Jakarta. 367 halaman.
- Pariwono, J. I. 1992. Proses-proses Fisika di Wilayah Pantai. Dalam Pelatihan Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Secara Terpadu dan Holistik. Pusat Penelitian Lingkungan. Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor, Bogor. Hal. 26-30.
- <http://inasealevelmonitoring.big.go.id/pasut/data/residu/day/28/>
(diakses tanggal 03 Maret 2024)



Lampiran 1. Data Pasang Surut Perairan Belawan Medan Bulan Pebruari 2024

Tanggal/ Jam	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01-Feb-24	121	85	53	28	15	27	57	89	119	146	164	169	155	129	102	81	65	69	83	102	120	135	145	140
02-Feb-24	124	96	64	44	32	28	49	76	105	128	149	162	164	146	122	99	87	72	77	89	99	111	120	123
03-Feb-24	117	102	84	66	52	48	55	74	94	109	130	145	152	147	134	116	98	86	75	77	79	85	92	101
04-Feb-24	105	103	96	87	78	68	64	72	82	94	105	121	136	142	143	134	122	106	90	79	74	71	74	78
05-Feb-24	88	96	101	107	104	98	89	80	82	85	93	103	115	127	139	146	143	131	112	93	77	60	51	52
06-Feb-24	62	78	95	110	120	123	116	101	85	76	71	77	89	105	125	142	156	157	146	123	90	65	46	29
07-Feb-24	34	51	76	104	125	139	144	130	107	83	71	64	67	88	116	141	165	181	183	162	123	83	46	17
08-Feb-24	4	18	49	85	121	150	166	169	149	113	80	61	50	54	83	121	153	183	202	198	171	122	74	30
09-Feb-24	-3	-11	16	52	98	137	165	181	173	140	96	60	39	30	48	92	139	175	206	224	208	160	106	53
10-Feb-24	1	-33	-38	11	62	112	156	185	196	178	136	89	53	32	23	56	109	157	197	225	234	201	143	87
11-Feb-24	29	-22	-52	-29	24	79	133	173	199	204	173	121	77	45	19	14	66	125	166	202	224	228	175	116
12-Feb-24	60	2	-39	-57	-10	43	98	149	185	202	204	156	103	62	33	10	28	79	132	169	199	214	195	146
13-Feb-24	87	32	-12	-50	-37	16	72	125	166	192	201	182	138	90	54	28	15	42	91	133	164	185	188	159
14-Feb-24	110	58	13	-17	-28	2	48	97	143	176	192	187	156	112	73	44	20	27	57	93	124	150	163	152
15-Feb-24	121	80	43	14	-1	8	42	83	116	148	170	175	158	129	93	62	39	27	41	66	88	111	125	129
16-Feb-24	115	93	66	39	26	32	48	75	103	126	147	157	153	135	108	81	59	41	43	55	71	85	98	108
17-Feb-24	106	97	83	72	65	61	64	77	94	108	119	131	136	134	122	106	90	75	65	64	66	68	75	82
18-Feb-24	89	85	81	78	72	68	65	84	92	97	104	109	116	120	124	120	113	102	88	74	65	56	53	59
19-Feb-24	66	78	90	98	104	107	105	99	94	88	85	88	95	103	114	122	128	124	112	93	75	59	43	38
20-Feb-24	47	64	79	100	120	129	132	116	103	88	76	71	73	89	101	120	134	141	136	121	94	65	42	27
21-Feb-24	24	39	60	89	116	134	143	137	121	99	76	64	60	70	91	114	138	154	163	151	125	87	52	23
22-Feb-24	7	15	39	69	103	132	149	154	142	117	85	63	54	56	76	104	133	157	173	175	150	107	64	26
23-Feb-24	1	-8	13	51	89	127	153	166	161	135	98	66	48	42	54	87	122	152	176	188	174	135	87	42
24-Feb-24	3	-17	-10	28	70	111	147	167	172	151	113	74	50	33	37	66	109	144	172	190	187	159	109	58
25-Feb-24	14	-18	-26	7	53	98	139	167	179	170	137	93	56	36	25	43	83	124	157	182	190	172	127	74
26-Feb-24	26	-10	-28	-8	37	84	126	161	185	181	153	107	62	33	13	19	57	102	140	169	185	180	148	97
27-Feb-24	47	8	-18	-22	22	68	110	148	172	182	164	123	76	41	21	14	38	81	123	154	175	180	158	114
28-Feb-24	63	20	-7	-19	4	49	93	132	165	180	174	143	98	56	30	15	24	59	99	130	155	165	155	121
29-Feb-24	75	33	4	-10	1	39	83	122	155	175	179	158	117	74	44	26	21	45	80	111	137	154	151	133

**Profil Cuaca saat Banjir Pasang (Rob) Februari 2024 di Stasiun Meteorologi
Kelas II Maritim Belawan Medan
Zulkarnaen Lubis, S.Pi**

NIP. 198907272018011001 PMG Pertama

Stasiun Meteorologi Kelas II Maritim Belawan, Jl. Raya Pelabuhan III Gabion Belawan, Medan,
20414

*Email: zulkarnaen.lubis@bmkgo.id

Abstrak

Dalam jumlah yang proporsional air mendatangkan banyak manfaat, jika jumlahnya sudah berlebih maka akan merusak dan mendatangkan kerugian bagi manusia seperti banjir. Banjir Rob yang terjadi di wilayah pesisir dan estuaria disebabkan oleh kenaikan muka laut melebihi elevasi daratan di sekitarnya. Faktor penyebab banjir Rob adalah gelombang pasang yang terjadi secara periodik maka kejadian banjir Rob akan terjadi secara berkala sesuai ketinggian gelombang pasang. Pesisir Belawan yang terletak di sisi timur pulau Sumatera memiliki topografi dataran rendah sehingga berpotensi terjadi rob ketika pasang maksimum. Ketinggian banjir Rob di Belawan dapat meningkat dikarenakan faktor cuaca seperti hujan lebat dan angin kencang. Selain itu posisi bulan terhadap bumi dan jarak antara bumi –bulan serta deklinasi antara bumi-bulan dapat meningkatkan ketinggian banjir Rob. Kejadian banjir Rob bulan Februari 2024 di Pesisir Belawan dipengaruhi oleh bulan yang berada di posisi perigee atau jarak terdekat dengan bumi saat fase full moon dan matahari yang berada di posisi Aphelion. Faktor cuaca yang berpengaruh adalah hujan dengan intensitas 2,7 mm pada periode spring tide di Belawan dan arah angin dominan dari Barat hingga Barat Laut dan Timur Laut yang bergerak menuju garis pantai pesisir Belawan.

Pendahuluan

Perairan selat Malaka berada di sebelah timur pulau Sumatera dan berbatasan dengan semenanjung Malaya di sebelah timur. Perairan selat Malaka merupakan perairan dangkal dengan topografi yang landai di sebelah barat, Wilayah pesisir timur Sumatera ditumbuhi vegetasi mangrove dari berbagai jenis spesies bakau. Wilayah belawan yang berada di pesisir timur Sumatera mendapat pengaruh yang signifikan dari perairan selat Malaka. Oleh karena itu, pola cuaca di belawan tergantung dengan kondisi oseanografi perairan selat Malaka. Salah satu kondisi oseanografi tersebut adalah gelombang pasang surut (*Tidal Wave*).

Pasang surut perairan selat Malaka memiliki pola semi diurnal dimana dalam satu hari terjadi dua kali pasang

dan dua kali surut. Gelombang pasang surut memberikan dampak terhadap lingkungan sekitar baik secara fisik maupun sosial. Gelombang pasang yang naik melebihi ketinggian permukaan tanah akan berdampak ke lingkungan daratan di sekitarnya yaitu memicu terjadinya banjir rob atau banjir pesisir. Surut terendah menyebabkan kapal mengalami kesulitan untuk berlabuh di dermaga atau mengalami kesulitan untuk berlabuh di dermaga atau mengalami kandas di perairan dangkal. Selain pengaruh dari bulan dan matahari, ketinggian gelombang pasang surut sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi wilayah pesisir, vegetasi dan cuaca saat terjadi gelombang pasang surut.

Laju pergerakan gelombang pasang surut di wilayah pesisir dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya



topografi, tipe permukaan tanah dan vegetasi daratan. wilayah pesisir yang landai akan menyebabkan gelombang pasang akan lebih cepat bergerak ke daratan dibanding topografi yang terjal. Tipe permukaan tanah yang didominasi oleh lumpur akan mengakibatkan laju air akan semakin cepat bergerak ke daratan dibandingkan tipe tanah yang berbatu atau kasar. Kondisi wilayah pesisir yang ditumbuhi vegetasi akan berpengaruh terhadap laju pergerakan massa air laut di daratan.

Pada tanggal 7 – 13 Februari 2024 terjadi gelombang pasang surut maksimum (*spring tide*) fase bulan baru dan 21 – 27 Februari 2024 terjadi *spring tide* fase purnama yang berdampak di wilayah Belawan Medan. Gelombang pasang mengakibatkan banjir rob yang menggenangi pesisir Belawan hingga mengakibatkan kerusakan bangunan, sarana prasarana dan menghambat aktivitas kegiatan masyarakat dan kegiatan industri.

Penurunan permukaan tanah merupakan fenomena alami karena adanya pemanfaatan tanah yang lunak. Berkaitan dengan hal itu maka perlu dilakukan analisis tentang gelombang pasang yang mengakibatkan banjir rob dan faktor yang mempengaruhi.

Fase Bulan

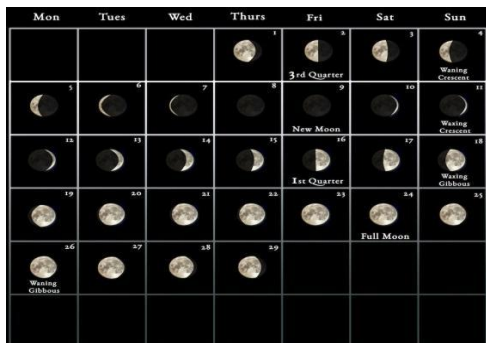
Bumi dan bulan membentuk suatu sistem tunggal, saling berputar dan mengelilingi pusat dengan periode 27,3 hari. Orbit bulan dan bumi berbentuk elips atau lonjong dan tidak sepenuhnya berbentuk lingkaran. Secara eksentrik bumi berputar

mengelilingi pusat massa yang berarti semua titik dalam dan di permukaan bumi mengikuti lintasan melingkar dan mempunyai jarak yang sama ke pusat massa. Tiap titik juga memiliki kecepatan sudut yang sama. Hal ini menyebabkan semua titik di permukaan bumi mengalami percepatan yang sama dan menghasilkan gaya sentrifugal yang sama dari pergerakan eksentrik. Gaya sentrifugal total pada sistem bumi-bulan menyeimbangkan gaya gravitasi yang bekerja diantara bumi dan bulan sehingga sistem bumi – bulan dalam keseimbangan. Dengan demikian gaya yang berpengaruh terhadap pasang di permukaan bumi adalah gravitasi bulan dan bumi serta gaya sentrifugal bumi yang timbul dari perputaran bumi.

Pada tanggal 25 Februari 2024 Bulan berjarak 406.295 km dari bumi (*Apogee*) dan pada tanggal 24 Februari 2024 pukul 10.30 WIB, bulan dalam fase bulan purnama dengan jarak 405.917 km dari bumi. Pada 11 Februari 2024, jarak bumi-bulan adalah 358.086 km (*Perigee*) dan pada 10 Februari 2024 pukul 05.59 WIB bulan dalam fase bulan baru dengan jarak 358.745 km. Pada bulan Februari 2024 terjadi satu kali pasang purnama dan satu kali pasang bulan baru. Selain itu posisi bulan yang berada di *perigee* atau jarak terdekat dengan bumi mengakibatkan gravitasi bulan berpengaruh lebih besar terhadap gelombang pasang surut. Waktu yang dibutuhkan bulan untuk melakukan satu putaran mengitari bumi adalah 24 jam 50 menit sedangkan rotasi bumi selama 23 jam 56 menit. Perbedaan tersebut mengakibatkan efek gravitasi bulan mengalami keterlambatan hingga tiga hari pada wilayah yang



sama di permukaan bumi. Oleh karena itu pasang maksimum berlangsung hingga tanggal 13 serta 27 Februari 2024 di Pesisir Belawan.



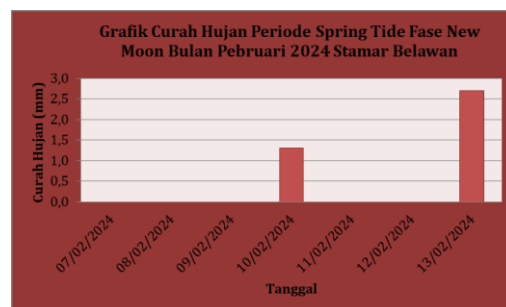
Gambar 1. Fase bulan pada Februari 2024

Selain dari gravitasi bulan, gravitasi matahari juga mempengaruhi ketinggian pasang di bumi. Pada bulan Februari 2024 posisi matahari berada pada jarak 147.610.254 km dari bumi. Sedangkan jarak terjauh bumi – matahari 152.104.285 km atau aphelion dan jarak terdekat bumi-matahari 147.091.663 km disebut perihelion. Gaya gravitasi matahari dapat menambah ketinggian pasang sekitar 0,46% dari bulan. jarak bumi-matahari pada bulan Februari 2024 yang berada dibawah rata-rata dan mendekati titik Perihelion memberikan kontribusi peningkatan tinggi pasang di belawan pada tanggal 7-13 dan 21-27 Februari 2024.

Kondisi Cuaca

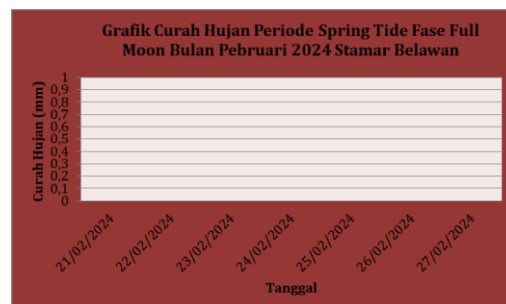
Faktor cuaca dapat mempengaruhi ketinggian pasang surut atau banjir rob di suatu wilayah terutama di wilayah teluk, selat, perairan semi terbuka dan muara sungai seperti Belawan. Hujan dan angin kencang menyebabkan dampak banjir rob lebih signifikan karena menambah volume air dan angin mendorong massa air laut bergerak ke darat lebih jauh. Kondisi

cuaca di Belawan pada saat terjadi gelombang pasang purnama fase bulan baru tanggal 7-13 dan 21-27 Februari 2024 di uraikan sebagai berikut.



Gambar 2. Curah Hujan Periode *Spring tide* fase *New Moon* Februari 2024

Kondisi Cuaca di Belawan pada saat terjadinya pasang maksimum fase new moon dari tanggal 7-13 Februari 2024 bervariasi mulai dari cerah berawan hingga hujan dengan intensitas ringan. Pada saat siang hari cuaca di Belawan cerah berawan dan hujan ringan dan pada saat puncak pasang maksimum yaitu tanggal 10 Februari 2024 terjadi hujan di Stamar Belawan dengan intensitas ringan 1,3 mm. Selama periode spring tide fase *new moon* Februari 2024 intensitas hujan yang terjadi di Belawan adalah 4,0 mm. Kondisi ini tidak berpengaruh signifikan terhadap ketinggian banjir rob di Belawan yang mengalami kenaikan yang diakibatkan hujan yang turun dapat mengalir ke laut yang sedang pasang.



Gambar 3. Curah Hujan Periode *Spring tide* fase *Full Moon* February 2024

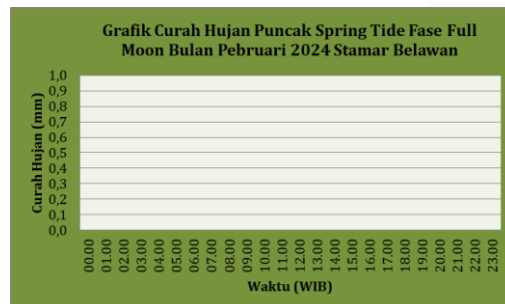


Pada saat *spring tide* fase purnama tanggal 21-27 Februari 2024, kondisi cuaca didominasi cuaca cerah hingga berawan. Saat puncak *spring tide* fase purnama tanggal 24 Februari 2024 tidak terjadi hujan di Stamar Belawan Medan.



Gambar 4. Curah Hujan puncak *spring Tide* Fase New Moon Februari 2024

Pada saat puncak pasang fase *new moon* tanggal 10 Februari 2024 hujan terjadi dengan intensitas 1,3 mm. Pada saat puncak *spring tide* fase *new moon* hujan terjadi pada pagi hari yang bertepatan dengan fase gelombang pasang menuju surut. Hujan yang turun saat pagi hari dan bertepatan dengan fase surut mengakibatkan hujan tidak mengalami hambatan saat mengalir ke laut. Oleh karena itu hujan yang turun secara bersamaan dengan fase surut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan ketinggian pasang di pesisir belawan. Hujan yang terjadi saat puncak pasang fase *new moon* saat pagi hari pukul 08.00-10.00 WIB bersamaan dengan periode pasang kedua yang memiliki ketinggian pasang lebih kecil dibanding pasang pertama.



Gambar 5. Curah Hujan puncak *spring Tide* Fase Full Moon Februari 2024

Pada saat puncak pasang fase *full moon* tanggal 24 Februari 2024 tidak ada hujan di Stamar Belawan Medan. Oleh karena itu hujan yang turun secara bersamaan dengan fase surut memberikan pengaruh yang kecil terhadap peningkatan ketinggian pasang di pesisir belawan. Kondisi cuaca tanpa hujan seiring terjadinya surut terendah hingga kawasan pesisir belawan terekspos ke udara dan mengalami pengeringan selama surut terendah.

Suhu Udara

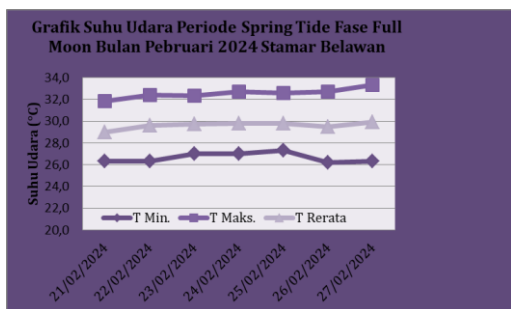


Gambar 6. Suhu Udara periode *spring tide* fase New Moon Februari 2024

Pada tanggal 7-13 Februari 2024 Suhu Udara di Belawan memiliki kisaran antara 25°C–34°C. Suhu udara bervariasi disebabkan kondisi hujan sampai cuaca berawan sehingga pemanasan berlangsung optimal dan mengakibatkan tingginya suhu udara di belawan. Suhu udara rata-rata di belawan adalah 28,9°C selama periode *spring tide* fase *new moon* bulan



Februari 2024 yang terjadi di Pesisir Belawan. Kondisi suhu yang hangat mengakibatkan tingginya penguapan dan kelembaban udara. Kedua faktor tersebut mendukung terbentuknya awan konvektif yang menghasilkan hujan di Belawan selama periode *spring tide* Februari 2024.



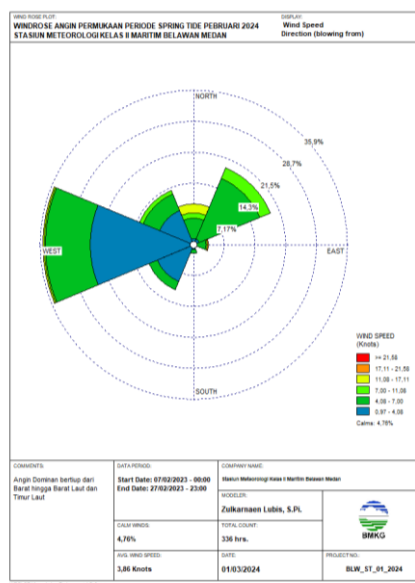
Gambar 7. Suhu Udara periode *spring tide* fase Full Moon Februari 2024

Pada tanggal 21-27 Februari 2024 Suhu Udara di Belawan memiliki kisaran antara 26°C–33°C. Suhu udara bervariasi disebabkan kondisi hujan sampai cuaca berawan sehingga pemanasan berlangsung optimal dan mengakibatkan tingginya suhu udara di belawan. Suhu udara rata-rata di belawan adalah 29,6°C selama periode *spring tide* fase *full moon* bulan Februari 2024 yang terjadi di pesisir Belawan. Kondisi suhu yang hangat mengakibatkan tingginya penguapan dan kelembaban udara. Kedua faktor tersebut mendukung terbentuknya awan konvektif yang menghasilkan hujan di Belawan selama periode *spring tide* Februari 2024.

Angin Permukaan

Kondisi Angin permukaan di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan selama periode *Spring Tide* Februari 2024 bervariasi dengan arah dominan bertiup dari Barat hingga Barat Laut dan Timur Laut dengan kecepatan rata-

rata 3,86 knot dan kecepatan maksimum mencapai 21 knot yang bertiup dari arah Timur selama periode pasang maksimum. Pada tanggal 10 Februari 2024, angin maksimum bertiup dari arah timur dengan kecepatan 06 knot, hal ini menyebabkan massa air terdorong menuju garis pantai. Kondisi angin permukaan yang bertiup dari arah Utara berkontribusi pada ketinggian banjir Rob di pesisir Belawan karena arah angin yang bergerak menuju garis pantai menyebabkan massa air laut terdorong menjauhi pesisir lebih jauh. Namun kecepatan angin yang lambat tidak memberi kontribusi pada ketinggian banjir rob secara signifikan di wilayah pesisir belawan pada puncak pasang bulan Februari periode *new moon*. Pada tanggal 24 Februari 2024 angin maksimum bertiup dari arah Utara dengan kecepatan 15 knot. Hal ini menyebabkan massa air terdorong lebih jauh menjauhi garis pantai sehingga tidak mempengaruhi kondisi rob di wilayah pesisir belawan.



Gambar 8. Windrose angin permukaan periode *spring tide* Februari 2024



Daftar Pustaka

1. Abidin, H.Z., Andreas, H., Djaja, R., Darmawan, D and Gama, M. 2007. Land Subsidence Characteristics of Jakarta between 1997 and 2005 as Estimated Using GPS Surveys. Springer – Verlag. Vol.59, pp.1753-1771.
2. Azis, M.F. 2006. Gerak Air di Laut. Oseana. No.4: Hal. 9 – 21.
3. BMKG Kota Medan. 2010. Analisa Banjir Rob Pesisir Medan Tahun 2010.
4. Frederick, H., Dwi, A.A., Hariadi. 2016. Jurnal Oseanografi. Pemetaan Banjir Rob terhadap Pasang Tertinggi di wilayah Pesisir Kecamatan Medan Belawan, Sumatera Utara. Hal. 334-339
5. <https://www.bmkg.go.id/hilalgerhana/?p=fase-fase-bulan-dan-jarak-bumi-bulan-pada-tahun-2023&lang=ID>.
6. <https://wyldemoon.co.uk/the-moon/2024-lunar-calendar/>
7. <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=fase-fase-bulan-dan-jarak-bumi-bulan-pada-tahun-2024>