



# BULETIN METEOROLOGI MARITIM

STASIUN METEOROLOGI MARITIM BELAWAN MEDAN

## ANALISIS KONDISI ATMOSFER BULAN OKTOBER 2023

INFORMASI ANGIN,  
GELOMBANG, DAN  
PARAMETER DINAMIKA  
ATMOSFER

ANALISIS ANGIN  
DAN GELOMBANG  
LAUT

EVALUASI  
PENGAMATAN  
DATA SYNOP



EDISI LV  
NOVEMBER 2023

# REDAKSI

## TIM REDAKSI

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

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

REDAKTUR  
Amryuda Mas Nalendra Jaya, S.Tr  
Budi Santoso, S.Si  
Christen Ordain Novena, S.Tr., M.Si  
Dasmian Sulviani, S.P  
Margaretha Roselini, S.Tr  
Nur Auliakhansa, S.Tr  
Rino Wijatmiko Saragih, S.Tr  
Zulkarnaen Lubis, S.Pi  
Puteri Sunitha Aprisani Corputty, S.Tr.Met

## 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@bmgk.go.id

Media sosial  
Instagram @bmgk.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 lima puluh lima pada bulan November 2023 ini.

Buletin bulanan ini memuat informasi tentang cuaca kemaritiman dan kondisi atmosfer bulan Oktober 2023 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, November 2023  
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 Harisson 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



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

- |   |  |
|---|--|
| 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) Amriyuda Mas Nalendra Jaya, S.Tr           |
| 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) Elias Daniel Sembiring                     |
| 10) Margaretha Roselini S., S.Tr.       | 23) Nur Auliakhansa, S.Tr                      |
| 11) Christein Ordain Novena S.Tr., M.Si | 24) Puteri Sunitha Aprisani Corputty, S.Tr.Met |
| 12) Dasmian Sulviani, S.P.              | 25) Yan Reynaldo Purba, S.Tr.Inst              |
| 13) Rizki Fadhillah P.P., S.Tr., M.Si   |  |



# DAFTAR ISI

<b>REDAKSI</b> .....	2
<b>SALAM REDAKSI</b> .....	2
<b>PROFIL STASIUN</b> .....	3
<b>DATA STASIUN</b> .....	4
<b>DAFTAR ISI</b> .....	5
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	7
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	8
<b>ARTIKEL</b> .....	9
<b>BAB I – PENDAHULUAN</b> .....	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
<b>BAB II – ANALISIS ANGIN DAN GELOMBANG LAUT</b> .....	16
2.1. ANGIN .....	16
2.2. GELOMBANG LAUT.....	18
2.3. ANALISIS DINAMIKA ATMOSFER DAN GELOMBANG .....	19
<b>BAB III – EVALUASI PENGAMATAN DATA SYNOP</b> .....	24
3.1. SUHU UDARA.....	24
3.2. KELEMBAPAN UDARA (RH).....	28
3.3. TEKANAN UDARA .....	29
3.4. ARAH DAN KECEPATAN ANGIN.....	32
3.5. HUJAN.....	35



3.6.	PENYINARAN MATAHARI .....	37
3.7.	PENGUAPAN .....	38
<b>BAB IV – ANALISIS KONDISI ATMOSFER BULAN OKTOBER 2023.....</b>		<b>41</b>
4.1.	SOI ( <i>SOUTH OSCILLATION INDEX</i> ) .....	41
4.2.	IOD ( <i>INDIAN OCEAN DIPOLE MODE</i> ).....	41
4.3.	SST ANOMALY ( <i>SEA SURFACE TEMPERATURE ANOMALY</i> ).....	42
4.4.	TEKANAN UDARA .....	43
4.5.	WIND ANALYSIS (850 MB) .....	44
4.6.	MJO ( <i>MADDEN JULIAN OSCILLATION</i> ).....	44
4.7.	OLR ( <i>OUTGOING LONGWAVE RADIATION</i> ).....	45
<b>BAB V – PASANG SURUT BULAN NOVEMBER 2023 WILAYAH BELAWAN</b>		<b>47</b>
5.1.	PENGERTIAN PASANG SURUT.....	47
5.2.	TIPE PASANG SURUT.....	48
5.3.	GRAFIK PREDIKSI PASANG SURUT WILAYAH BELAWAN.....	49
<b>ARTIKEL PASANG SURUT .....</b>		<b>54</b>



# DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Klasifikasi kecepatan angin (Sumber : BMKG) .....	12
<b>Tabel 2.</b> Klasifikasi kecepatan angin (Sumber: BMKG).....	17
<b>Tabel 3.</b> Grafik Prediksi Pasang Surut Wilayah Belawan Bulan November 2023	49



# DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Gelombang Maksimum .....	12
<b>Gambar 2.</b> Peta Wilayah Pelayanan Informasi Meteorologi Maritim .....	16
<b>Gambar 3.</b> Gelombang laut oleh angin.....	17
<b>Gambar 4.</b> Gelombang maksimum .....	18
<b>Gambar 5.</b> Arah dan Kecepatan Angin Rata-Rata Bulanan .....	19
<b>Gambar 6.</b> Gelombang Maksimum Bulan Oktober 2023 .....	20
<b>Gambar 7.</b> Gelombang Signifikan Rata-Rata Bulan Oktober 2023 .....	22
<b>Gambar 8.</b> Grafik Suhu Udara Rata-Rata Bulan Oktober 2023.....	25
<b>Gambar 9.</b> Grafik Suhu Udara Maksimum Bulan Oktober 2023.....	25
<b>Gambar 10.</b> Grafik Suhu Udara Minimum Bulan Oktober 2023.....	26
<b>Gambar 11.</b> Grafik Suhu Udara Rata – Rata Perjam Bulan Oktober 2023 .....	27
<b>Gambar 12.</b> Grafik Kelembapan Udara Relatif Bulan Oktober 2023.....	28
<b>Gambar 13.</b> Grafik Kelembapan Udara Rata-Rata Bulan Oktober 2023.....	29
<b>Gambar 14.</b> Grafik Tekanan Udara QFF Bulan Oktober 2023.....	30
<b>Gambar 15.</b> Grafik Tekanan Udara QFF Rata-Rata Bulan Oktober 2023.....	31
<b>Gambar 16.</b> Grafik Tekanan Udara QFE Bulan Oktober 2023.....	31
<b>Gambar 17.</b> Grafik Tekanan Udara QFE Rata-Rata Bulan Oktober 2023.....	32
<b>Gambar 18.</b> Windrose dan distribusi frekuensi angin permukaan Bulan Oktober 2023 Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan .....	33
<b>Gambar 19.</b> Grafik Angin Permukaan Maksimum Bulan Oktober 2023 .....	34
<b>Gambar 20.</b> Grafik Kecepatan Angin Rata-Rata Bulan Oktober 2023.....	35
<b>Gambar 21.</b> Grafik Curah Hujan Bulan Oktober 2023.....	36
<b>Gambar 22.</b> Grafik Total Curah Hujan Rata-Rata Bulan Oktober 2023.....	37
<b>Gambar 23.</b> Grafik Lama Penyinaran Matahari Bulan Oktober 2023.....	38
<b>Gambar 24.</b> Grafik Penguapan Panci Terbuka Bulan Oktober 2023 .....	39
<b>Gambar 25.</b> Grafik Penguapan Piche Bulan Oktober 2023.....	39
<b>Gambar 26.</b> SOI (South Oscillation Index) Bulanan .....	41
<b>Gambar 27.</b> Anomali Suhu Permukaan Laut Bulanan untuk wilayah IOD.....	42
<b>Gambar 28.</b> Anomali Suhu Permukaan Laut a) Dasarian I, b) Dasarian II,.....	43
<b>Gambar 29.</b> Tekanan Udara selama Bulan Oktober 2023.....	43
<b>Gambar 30.</b> Analisis Arah dan Kecepatan Angin a) Dasarian I, b) Dasarian II, ..	44
<b>Gambar 31.</b> Diagram RMM1, RMM2 Madden Julian Oscillation .....	45
<b>Gambar 32.</b> Analisis Outgoing Longwave Radiation (OLR) pada a) Dasarian I, b) Dasarian II, c) Dasarian III Bulan Oktober 2023 .....	46
<b>Gambar 33.</b> Pengaruh posisi Bulan dan Matahari terhadap pasang surut di Bumi .....	47
<b>Gambar 34.</b> Distribusi gaya penyebab terjadinya fenomena pasang surut.....	48



# ARTIKEL

## STASIUN METEOROLOGI MARITIM BELAWAN MEDAN MELAKSANAKAN PELATIHAN NDF UNTUK MEMBERIKAN PELAYANAN PRAKIRAAN YANG PRIMA

Tantangan dalam memprakirakan cuaca pada masa kini semakin berat sehingga, BMKG perlu melakukan peningkatan skill SDM yang dimiliki oleh karena itu, BMKG memberikan pelatihan khusus kepada prakirawan cuaca (*forecaster*) dan pengamat cuaca (*observer*) khususnya di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan. Pelatihan yang diberikan adalah pelatihan pembuatan produk NDF.

NDF sendiri merupakan singkatan dari *National Digital Forecaster* atau Prakiraan Cuaca Berbasis Digital. NDF merupakan konsep pembuatan prakiraan cuaca berbasis digital yang dibuat oleh forecaster dari Unit Pelayanan Terpadu (UPT) Koordinator di-input dalam suatu sistem aplikasi berbasis web dengan output produk prakiraan cuaca yang dapat didesiminasikan secara otomatis ke pengguna.

Pada awalnya program NDF ini hanya diberikan kepada UPT koordinator namun dalam program *Marine Meteorology strengthening I* (MMSI) NDF sudah diperkenalkan kepada stasiun meteorologi maritim. Diharapkan dengan program NDF ini informasi prakiraan cuaca dapat disebarkan lebih cepat dan lebih dipahami oleh masyarakat luas karena tampilan informasi dibuat semenarik mungkin serta mudah dipahami oleh masyarakat dengan tampilan informasi berbentuk infografis.

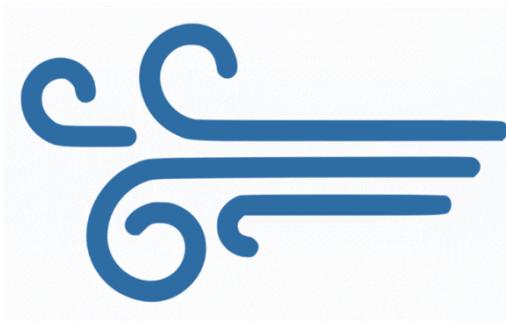
Penerapan NDF yang bersifat otomatis di stasiun meteorologi maritim dianggap mampu mempermudah dan mempercepat pekerjaan prakirawan cuaca dalam mendesiminasikan informasi cuaca kepada stakeholder pelabuhan penyebrangan kapal.





# 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 angin 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.



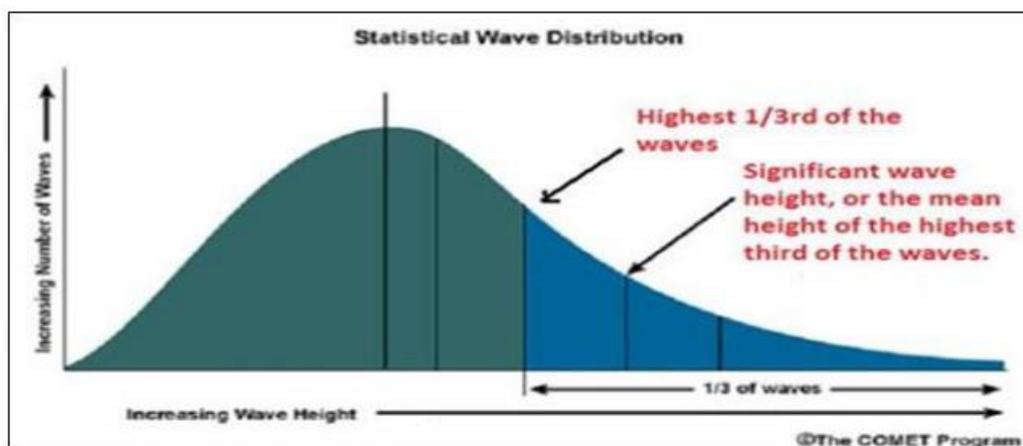
**Tabel 1.** Klasifikasi kecepatan angin (Sumber : BMKG)

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 (Sajietai., 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.

## **9 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.

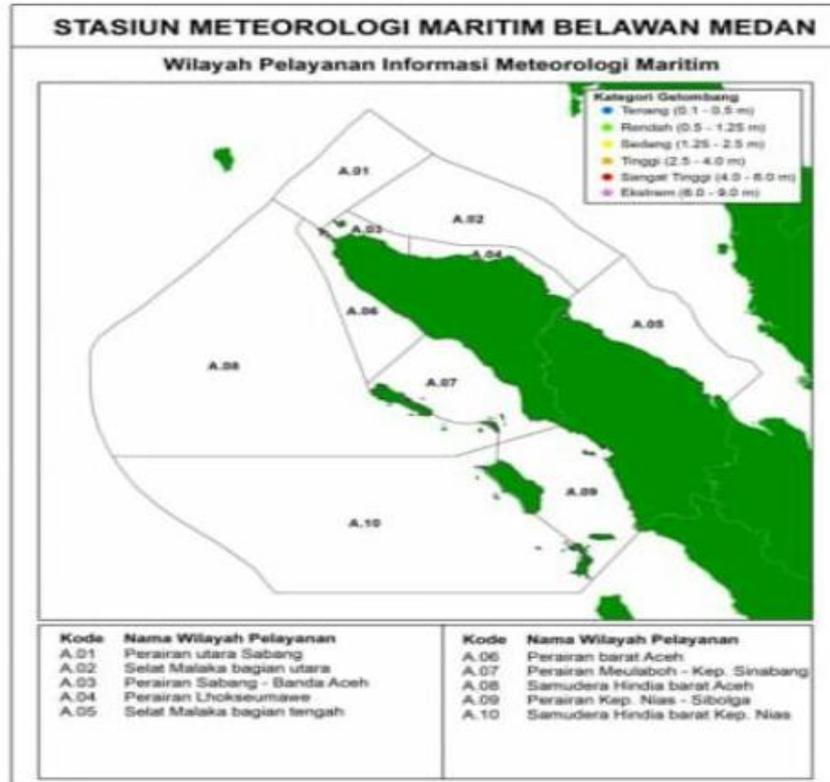
### **1.12. HUJAN**

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.

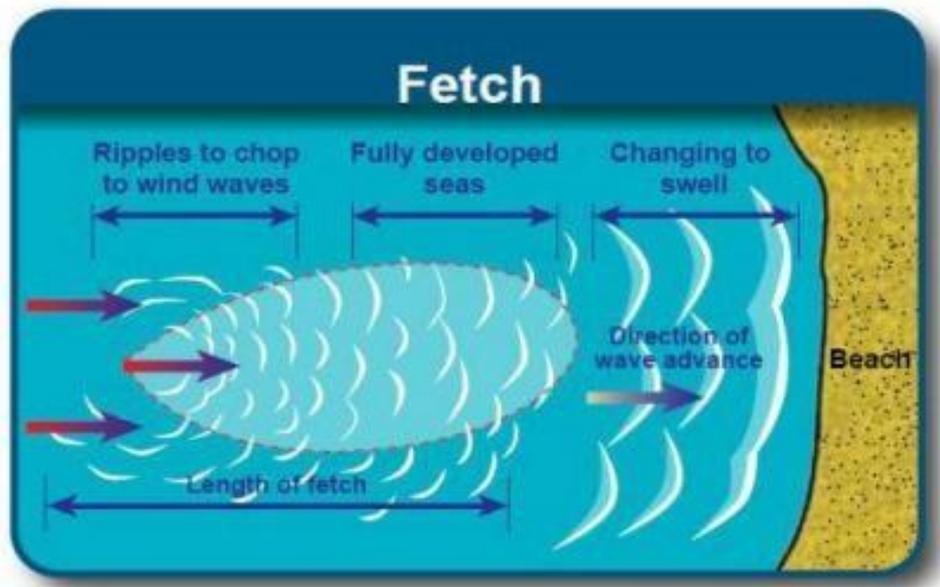


2. **Lamanya angin bertiup**, semakin lama angin bertiup maka mengakibatkan panjang dan tinggi gelombang semakin besar serta meningkatkan kecepatan gelombang tersebut.

**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.

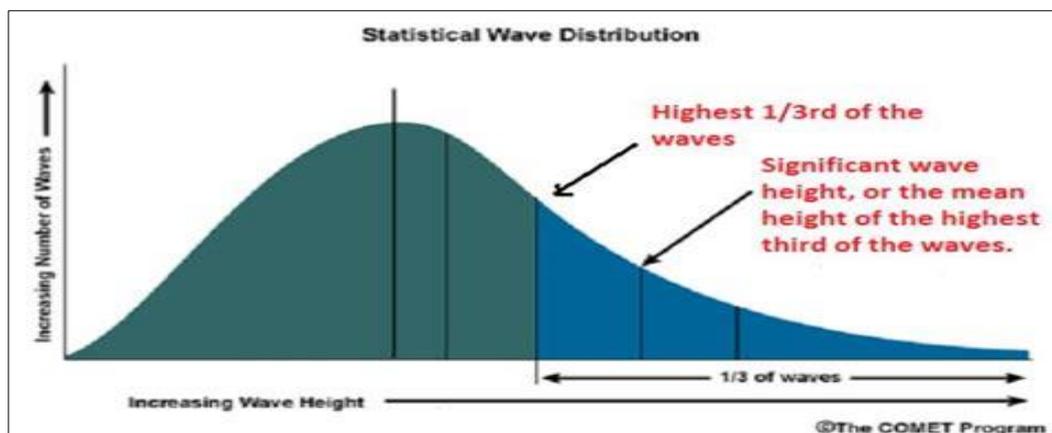


**Gambar 3.** Gelombang laut oleh angin (Sumber: ECCC, 2015)



## 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](http://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  $H_s$ .

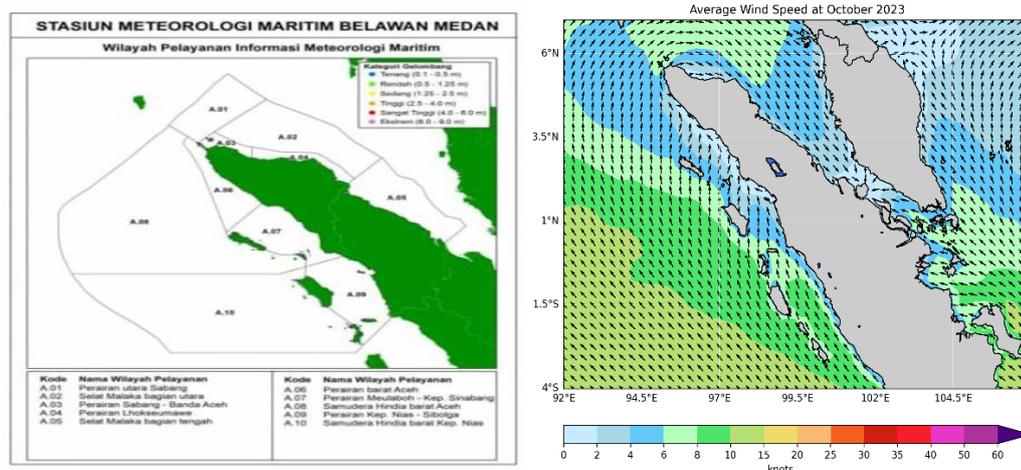
Tinggi gelombang maksimum adalah gelombang tertinggi dari sepertiga gelombang-gelombang tertinggi yang diambil dari gelombang rata-rata dalam periode tertentu dan yang direkam dari *record* gelombang.

*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 Oktober 2023



**Gambar 5.** Arah dan Kecepatan Angin Rata-Rata Bulanan

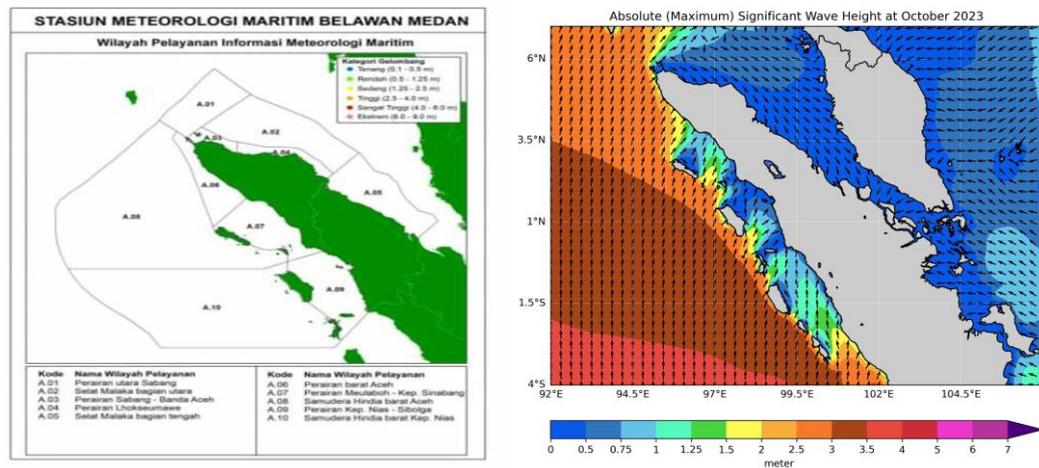
Berdasarkan data arah dan kecepatan angin rata-rata bulanan hasil olahan dari model Wavewatch-III di wilayah pelayanan Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan pada bulan Oktober tahun 2023 (Gambar 5) diketahui bahwa kecepatan angin rata-rata berkisar antara 0 – 15 knot dengan arah angin dominan bertiup dari arah Selatan – Barat Laut.

1. Kecepatan angin rata-rata bulanan di wilayah Perairan Utara Sabang (A01) berkisar antara 5 – 10 knot dengan arah angin berasal dari Barat Daya – Barat.
2. Kecepatan angin rata-rata bulanan di wilayah Perairan Selat Malaka Bagian Utara (A02) berkisar antara 2 – 10 knot dengan arah angin berasal dari Barat – Utara.
3. Kecepatan angin rata-rata bulanan di wilayah Perairan Sabang – Banda Aceh (A03) berkisar antara 2 – 10 knot dengan arah angin berasal dari Barat Daya – Barat.
4. Kecepatan angin rata-rata bulanan di wilayah Perairan Lhokseumawe (A04) berkisar antara 2 – 10 knot dengan arah angin berasal dari Barat – Barat Laut.
5. Kecepatan angin rata-rata bulanan di wilayah Perairan Selat Malaka Bagian Tengah (A05) berkisar antara 2 – 5 knot dengan arah angin berasal dari Barat – Utara.



6. Kecepatan angin rata-rata bulanan di wilayah Perairan Barat Aceh (A06) berkisar antara 2 – 10 knot dengan arah angin berasal dari Timur – Selatan.
7. Kecepatan angin rata-rata bulanan di wilayah Perairan Meulaboh – Kep. Sinabang (A07) berkisar antara 2 – 10 knot dengan arah angin berasal dari Timur – Selatan..
8. Kecepatan angin rata-rata bulanan di wilayah Perairan Samudera Hindia Barat Aceh (A08) berkisar antara 2 – 10 knot dengan arah angin berasal dari Tenggara - Selatan.
9. Kecepatan angin rata-rata bulanan di wilayah Perairan Kep. Nias – Sibolga (A09) berkisar antara 2 – 10 knot dengan arah angin berasal dari Tenggara – Selatan.
10. Kecepatan angin rata-rata bulanan di wilayah Perairan Samudera Hindia Barat Kep. Nias (A10) berkisar antara 2 – 10 knot dengan arah angin berasal dari Tenggara – Selatan.

### 2.3.2 Analisis Gelombang Maksimum Bulan Oktober 2023



**Gambar 6.** Gelombang Maksimum Bulan Oktober 2023

Berdasarkan data gelombang maksimum hasil dari pengolahan model Wavewatch-III di wilayah pelayanan Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan pada bulan Oktober tahun 2023 (Gambar 6) diketahui bahwa tinggi gelombang maksimum mencapai 3.5 m.



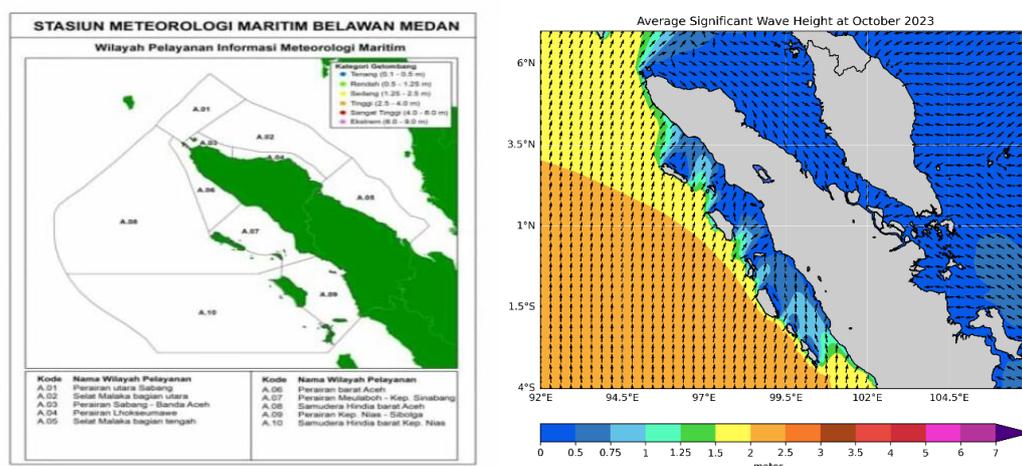
1. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Utara Sabang (A01) adalah 2.5 m dengan arah penjalaran gelombang dari Timur – Barat Daya.
2. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Selat Malaka bagian Utara (A02) adalah 1.5 m dengan arah penjalaran gelombang dari Barat – Barat Laut.
3. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Sabang – Banda Aceh (A03) adalah adalah 1.25 m dengan arah penjalaran gelombang dari Barat – Utara.
4. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Lhokseumawe (A04) adalah 1.25 m dengan arah penjalaran gelombang dari Barat – Utara.
5. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Selat Malaka bagian Tengah (A05) adalah 1.0 m dengan arah penjalaran gelombang dari Barat – Utara.
6. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Barat Aceh (A06) adalah 3.0 m dengan arah penjalaran gelombang dari Selatan – Barat Daya.
7. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Meulaboh – Kep. Sinabang (A07) adalah 3.0 m dengan arah penjalaran gelombang dari Selatan – Barat.
8. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Samudera Hindia Barat Aceh (A08) adalah 4.0 m dengan arah penjalaran gelombang dari Selatan – Barat Daya.
9. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah perairan Kep. Nias – Sibolga (A09) adalah 2.5 m dengan arah penjalaran gelombang dari Selatan – Barat.
10. Tinggi gelombang maksimum tertinggi di wilayah Perairan Samudera Hindia Barat Kep. Nias (A10) adalah 3.5 m dengan arah penjalaran gelombang dari Selatan – Barat Daya.

### **2.3.3 Analisis Gelombang Signifikan Rata-Rata Bulan Oktober 2023**

Berdasarkan data gelombang signifikan rata-rata bulanan hasil dari pengolahan model Wavewatch-III di wilayah pelayanan Stasiun Meteorologi Maritim Belawan



Medan pada bulan Oktober tahun 2023 (Gambar 7) diketahui bahwa gelombang signifikan rata-rata tertinggi adalah 3.0 m.



**Gambar 7.** Gelombang Signifikan Rata-Rata Bulan Oktober 2023

1. Tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan di wilayah Perairan Utara Sabang (A01) adalah 1.0 – 2.0 m dengan arah dominan gelombang dari Barat – Tenggara.
2. Tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan di wilayah Perairan Selat Malaka bagian Utara (A02) adalah 0.5 – 1.0 m dengan arah dominan gelombang dari Barat – Utara.
3. Tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan di wilayah Perairan Sabang – Banda Aceh (A03) adalah 0.5 – 1.0 m dengan arah dominan dari Barat – Utara.
4. Tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan di wilayah Perairan Lhokseumawe (A04) adalah 0.5 – 0.75 m dengan arah dominan dari Barat – Utara.
5. Tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan di wilayah Perairan Selat Malaka bagian Tengah (A05) adalah 0.5 – 0.75 m dengan arah dominan dari Barat Laut – Utara.
6. Tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan di wilayah Perairan Barat Aceh (A06) adalah 1.25 – 2.0 m dengan arah dominan dari Selatan – Barat Daya.
7. Tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan di wilayah Perairan Meulaboh – Kep. Sinabang (A07) adalah 0.5 – 2.0 m dengan arah dominan dari Selatan - Barat.



8. Tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan di wilayah Perairan Samudera Hindia Barat Aceh (A08) adalah 1.5 – 2.5 m dengan arah dominan gelombang dari Selatan – Barat Daya.
9. Tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan di wilayah Perairan Kep. Nias – Sibolga (A09) adalah 0.5 – 2.5 m dengan arah dominan dari Selatan – Barat.
10. Tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan di wilayah Perairan Samudera Hindia Barat Kep. Nias (A10) adalah 1.5 – 2.5 m dengan arah dominan dari Selatan – Barat Daya.



## BAB III

# EVALUASI PENGAMATAN DATA SYNOP

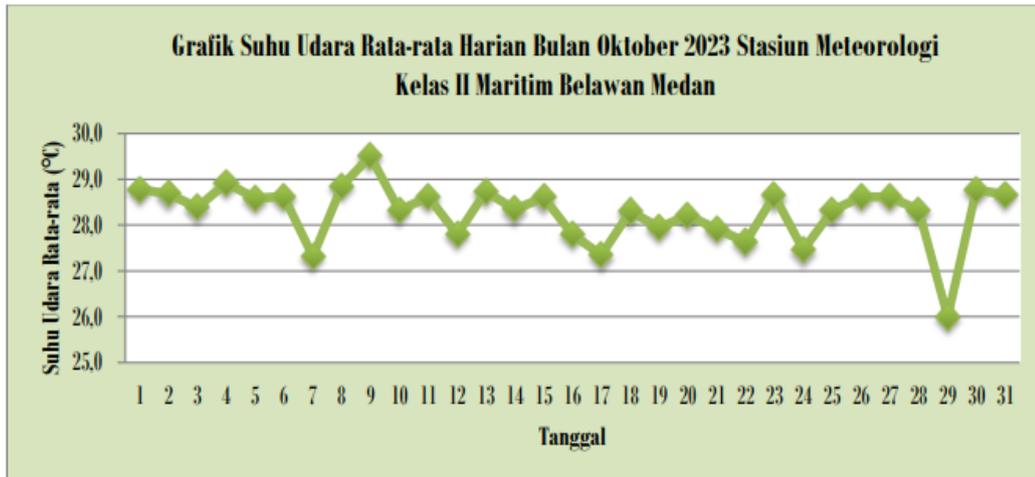
Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan beroperasi selama 24 jam dengan kegiatan operasional berupa pengamatan (observasi) dan prakiraan (*forecast*) cuaca. Kegiatan operasional observasi cuaca merupakan kegiatan mengamati parameter-parameter cuaca yang dilakukan setiap jam. Parameter-parameter cuaca 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 Oktober 2023 kondisi suhu udara rata – rata harian mengalami penurunan dari bulan sebelumnya. Sebagai perbandingan pada bulan September 2023 suhu udara rata – rata harian adalah sebesar 28,4°C, sedangkan pada Oktober 2023 mencapai 28,3°C (mengalami penurunan 0,1°C). Suhu udara rata – rata harian terendah pada September 2023 tercatat sebesar 26,5°C sedangkan suhu udara rata – rata harian terendah bulan Oktober 2023 adalah 26,0°C (penurunan 0,5°C). Untuk suhu udara rata – rata harian tertinggi bulan September 2023 adalah sebesar 29,7°C dan bulan Oktober 2023 adalah 29,5°C (penurunan 0,2°C). Suhu udara rata – rata bulan Oktober 2023 memiliki nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan bulan Oktober 2022 yaitu 27,7°C. Hal ini menunjukkan kondisi cuaca yang lebih hangat pada bulan Oktober pada tahun berbeda jika dilihat dari profil suhu udara rata – rata di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan.

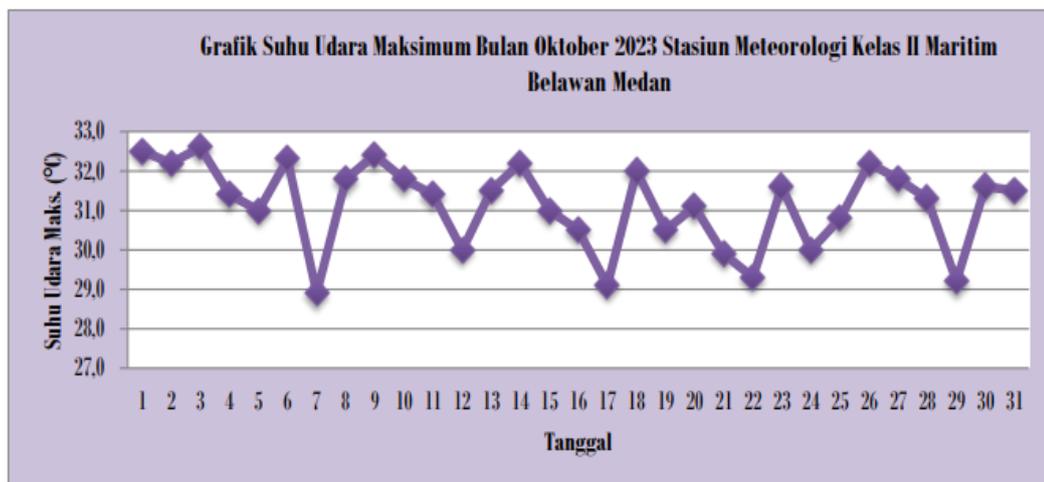
Suhu rata-rata harian Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dari penjumlahan suhu yang diamati tiap jam dalam satu hari





**Gambar 8.** Grafik Suhu Udara Rata-Rata Bulan Oktober 2023

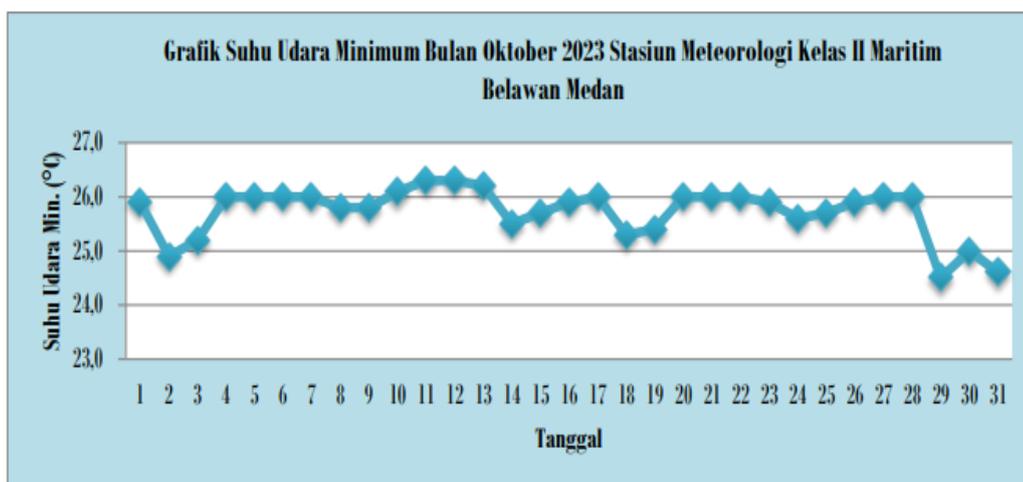
dibagi dengan jumlah jam pengamatan dalam satu hari. Suhu udara rata – rata per bulan diperoleh dari penjumlahan suhu udara rata – rata harian selama satu bulan dibagi dengan banyaknya hari dalam satu bulan. Suhu udara rata – rata bulan Oktober 2023 adalah sebesar 28,3°C. Suhu rata – rata harian tertinggi pada bulan Oktober 2023 adalah sebesar 29,5°C, terjadi pada tanggal 09 Oktober 2023. Sedangkan suhu rata – rata harian terendah pada bulan Oktober 2023 sebesar 26,0°C pada tanggal 29 Oktober 2023. Suhu udara rata – rata bulan Oktober 2023 memiliki nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu udara rata – rata bulan Oktober 2022 yaitu 27,7°C. Suhu udara rata – rata tertinggi bulan Oktober 2022 yaitu 28,5°C, terjadi pada tanggal 02 Oktober 2022 dan suhu udara rata – rata terendah 26,8°C pada bulan Oktober 2022 pada tanggal 22 Oktober 2022.



**Gambar 9.** Grafik Suhu Udara Maksimum Bulan Oktober 2023.



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 Oktober 2023 adalah sebesar 31,3°C. Suhu udara maksimum tertinggi pada bulan Oktober 2023 adalah sebesar 33,6°C terjadi pada tanggal 03 Oktober 2023. Suhu udara maksimum terendah bulan Oktober 2023 sebesar 28,9°C yang terjadi pada tanggal 07 Oktober 2023. Suhu udara rata-rata maksimum bulan Oktober 2023 memiliki nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu udara rata – rata maksimum bulan Oktober 2022 yaitu 30,6°C. Suhu udara maksimum tertinggi bulan Oktober 2022 yaitu 33,2°C terjadi pada tanggal 21 Oktober 2022. Suhu udara maksimum terendah bulan Oktober 2022 yaitu 28,8°C terjadi pada tanggal 22 Oktober 2022. Berdasarkan nilai suhu udara maksimum maka suhu udara maksimum bulan Oktober 2023 memiliki nilai lebih rendah jika dibandingkan dengan suhu udara maksimum bulan yang sama pada tahun sebelumnya.

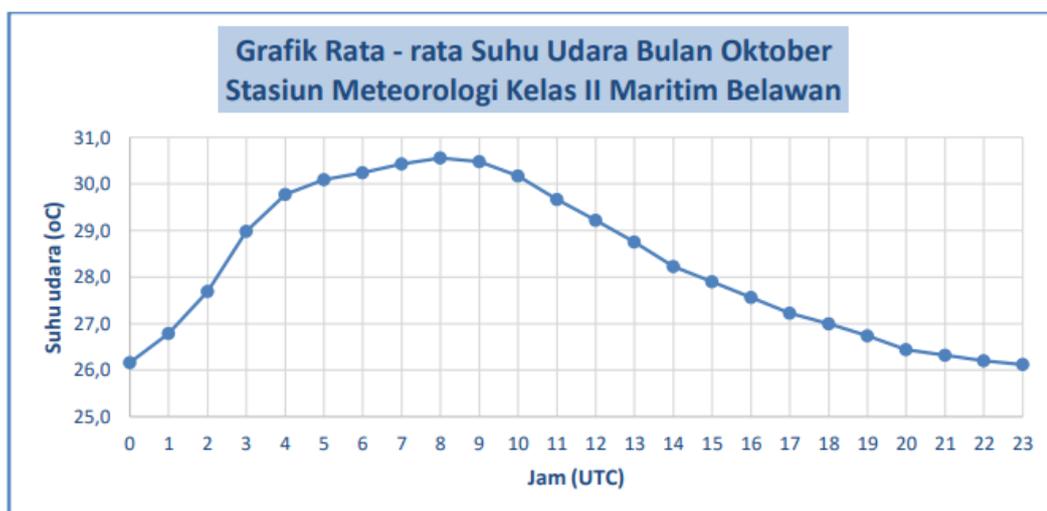


**Gambar 10.** Grafik Suhu Udara Minimum Bulan Oktober 2023

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



Oktober 2023 adalah sebesar 25,7°C. Suhu udara minimum tertinggi bulan Oktober 2023 adalah sebesar 26,3°C, terjadi pada tanggal 11 Oktober 2023. Sedangkan suhu udara minimum terendah bulan Oktober 2023 adalah sebesar 24,5°C yang terjadi pada tanggal 29 Oktober 2023. Suhu udara rata – rata minimum bulan Oktober 2023 memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu udara rata – rata minimum bulan Oktober 2022 yaitu 25,1°C. Suhu udara minimum tertinggi bulan Oktober 2022 yaitu 25,8°C terjadi pada tanggal 06 Oktober 2022. Suhu udara minimum terendah bulan Oktober 2022 yaitu 24,2°C terjadi pada tanggal 21 Oktober 2022. Berdasarkan nilai suhu udara minimum maka suhu udara minimum bulan Oktober 2023 memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu udara minimum bulan yang sama pada tahun sebelumnya.



**Gambar 11.** Grafik Suhu Udara Rata – Rata Perjam Bulan Oktober 2023

Suhu udara rata – rata perjam 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 perjam dibulan Oktober adalah 28,3°C (lebih rendah 0,1°C dibandingkan bulan sebelumnya) dengan suhu rata – rata perjam tertinggi sebesar 30,6°C (lebih rendah 0,4°C dengan bulan sebelumnya) yang terjadi pada pukul 08 UTC (15.00 WIB), sedangkan suhu rata – rata terendah sebesar 26,1°C (lebih rendah 0,2°C dibandingkan bulan sebelumnya) yang terjadi pada pukul 23 UTC (06.00 WIB).



### 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. Kelembapan udara diamati setiap jam selama 24 jam setiap harinya, menggunakan alat *psychometer* sangkar tetap (termometer bola kering dan bola basah).

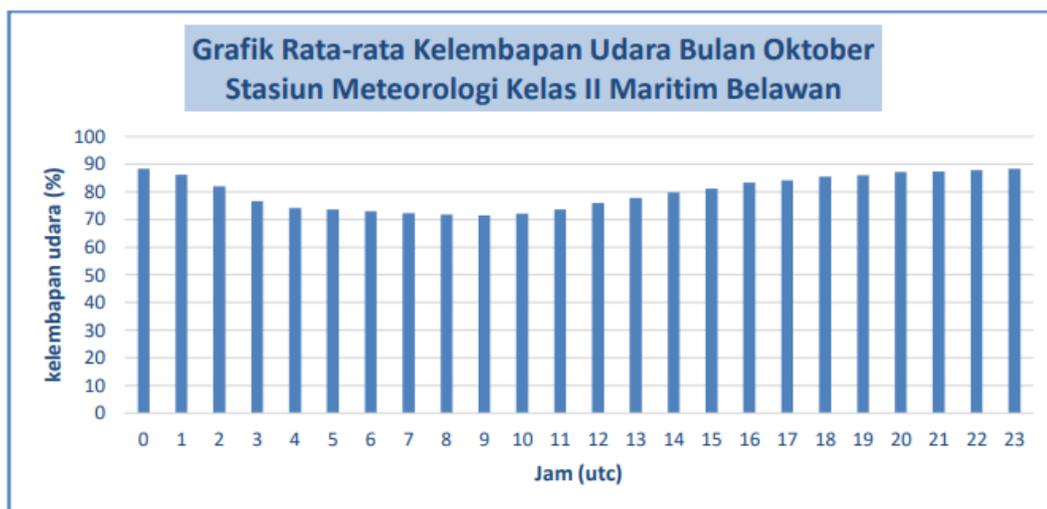


**Gambar 12.** Grafik Kelembapan Udara Relatif Bulan Oktober 2023

Kelembapan udara rata – rata harian Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dari penjumlahan kelembapan yang teramati tiap jam dalam satu hari dibagi dengan jumlah pengamatan dalam satu hari. Kelembapan udara rata-rata per bulan diperoleh dari penjumlahan kelembapan udara rata – rata harian selama satu bulan dibagi dengan banyaknya hari dalam satu bulan. Kelembapan udara (RH) rata – rata bulan Oktober 2023 adalah sebesar 80%. Kelembapan udara tertinggi bulan Oktober 2023 terjadi pada tanggal 29 Oktober 2023 pukul 11.00 WIB sebesar 95%. Sedangkan kelembapan udara terendah bulan Oktober 2023 terjadi pada tanggal 30 Oktober 2023 pukul 11.00 WIB sebesar 52%. Kelembapan udara rata – rata harian tertinggi terjadi pada tanggal 29 Oktober 2023, dengan RH sebesar 90%. Kelembapan udara rata – rata harian terendah terjadi pada tanggal 09 Oktober 2023, dengan RH sebesar 76%. Kelembapan Udara rata – rata harian bulan Oktober 2023 memiliki nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kelembapan udara rata – rata harian bulan Oktober 2022 yaitu 81%. Hal ini disebabkan oleh penguapan yang lebih rendah pada bulan Oktober 2023 di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan



Medan. Kondisi kelembapan udara baik rata – rata, maksimum maupun minimum masih berada dalam kondisi normalnya dan cenderung tidak berbeda dari bulan – bulan sebelumnya. Nilai kelembapan rata – rata dan maksimum yang relatif tinggi dapat menjadi faktor terjadinya laju peningkatan pada suhu udara rata – rata dan suhu udara maksimum pada bulan Oktober 2023 ini. Nilai kelembapan udara yang relatif tinggi juga berhubungan erat dengan kondisi musim hujan yang sudah berlalu di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan.



**Gambar 13.** Grafik Kelembapan Udara Rata-Rata Bulan Oktober 2023

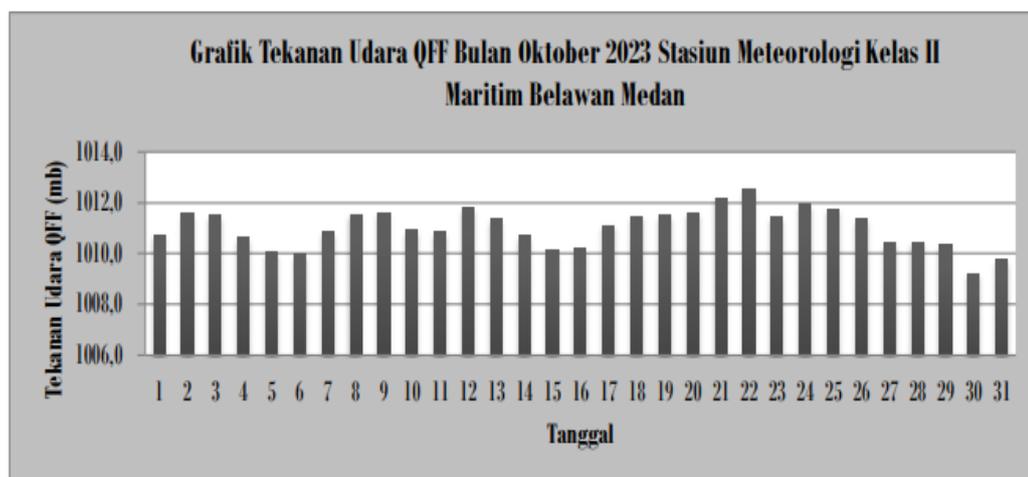
Kelembapan udara rata – rata perjam Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh kelembapan udara yang diamati pada jam yang sama selama satu bulan kemudian dibagi dengan jumlah hari dalam satu bulan tersebut. Kelembapan udara rata- rata perjam dibulan Oktober adalah 80% (lebih tinggi 1% dibandingkan bulan sebelumnya) dengan kelembapan udara rata – rata perjam tertinggi sebesar 88% (lebih tinggi 1% dibandingkan bulan sebelumnya) yang terjadi pada pukul pukul 00 UTC (07.00 WIB) dan 22 - 23 UTC (05.00 - 06.00 WIB), sedangkan kelembapan udara rata – rata terendah sebesar 71% (sama dengan bulan sebelumnya) yang terjadi pada pukul 09 UTC (16.00 WIB).

### 3.3. TEKANAN UDARA

Tekanan udara merupakan tekanan (gaya per satuan luas) yang didesak oleh udara/ 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.



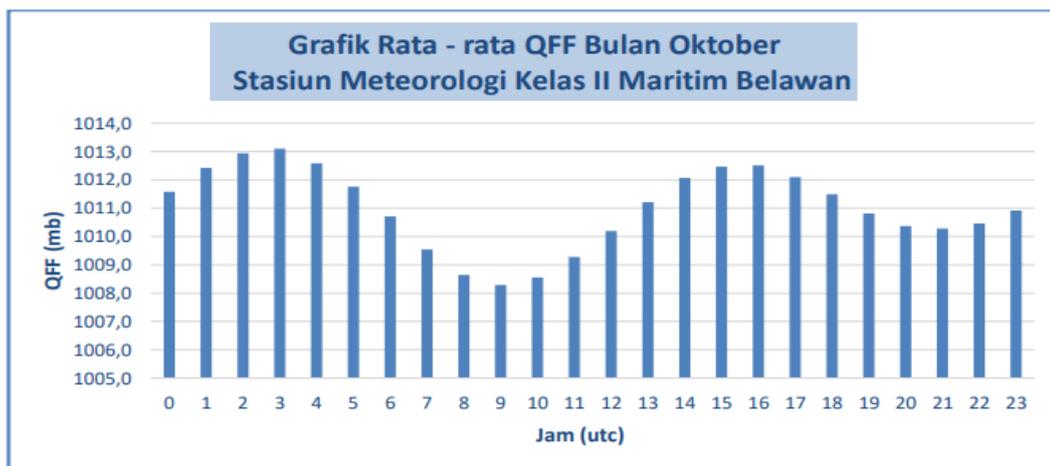
**Gambar 14.** Grafik Tekanan Udara QFF Bulan Oktober 2023

Tekanan udara QFF rata-rata harian Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan 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 Oktober 2023 adalah sebesar 1011,0 mb. Tekanan udara QFF tertinggi terjadi pada tanggal 22 Oktober 2023 pukul 10.00 WIB sebesar 1014,6 mb. Tekanan udara QFF terendah terjadi pada tanggal 30 Oktober 2023 pukul 10.00 WIB sebesar 1006,4 mb. Tekanan QFF rata-rata harian tertinggi sebesar 1012,6 mb yang terjadi pada tanggal 22 Oktober 2023. Sedangkan tekanan QFF rata – rata harian terendah adalah sebesar 1009,2 mb yang terjadi pada tanggal 30 Oktober 2023. Tekanan Udara QFF rata – rata harian bulan Oktober 2023 memiliki nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan tekanan udara QFF rata-rata harian bulan Oktober 2022 yaitu 1009,5 mb. Tekanan udara rata – rata terendah pada Tekanan udara yang tinggi menunjukkan tingginya penguapan air sehingga persentasi uap air di udara lebih besar.

Tekanan udara QFF rata – rata perjam Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh Tekanan udara QFF yang diamati pada jam yang sama selama satu bulan kemudian dibagi dengan

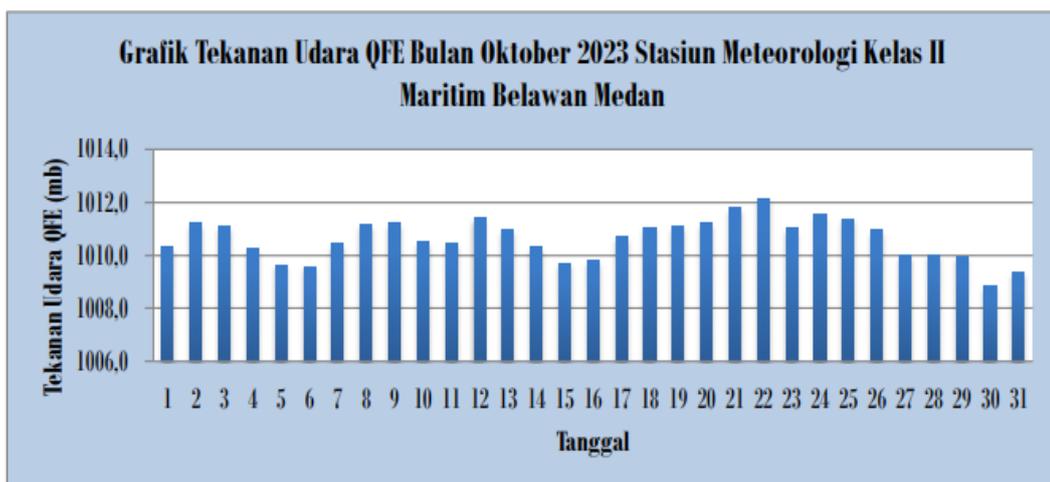


jumlah hari dalam satu bulan tersebut. Tekanan udara QFF rata-rata perjam dibulan Oktober adalah 1011,0 mb (lebih tinggi 1,4 mb dibandingkan bulan sebelumnya) dengan tekanan udara QFF rata – rata perjam tertinggi sebesar 1013,1 mb (lebih tinggi 1,8 mb dibandingkan bulan sebelumnya) yang terjadi pada pukul 03 UTC (10.00 WIB), sedangkan QFF rata – rata terendah sebesar 1008,3 (lebih tinggi 0,7 mb dibandingkan bulan sebelumnya) mb yang terjadi pada pukul 09 UTC (16.00 WIB).



**Gambar 15.** Grafik Tekanan Udara QFF Rata-Rata Bulan Oktober 2023

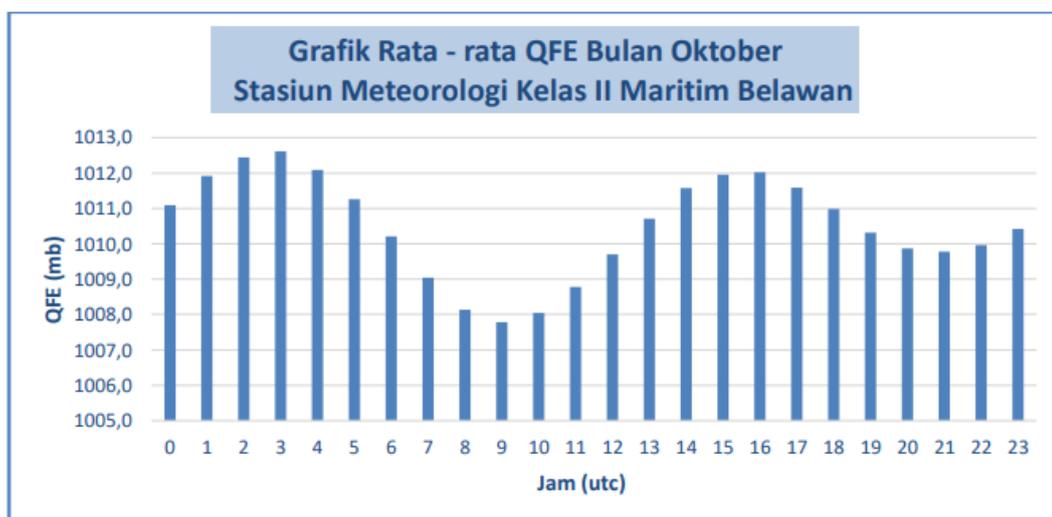
Tekanan udara QFE rata – rata harian Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dari penjumlahan tekanan udara QFE yang diamati tiap jam dalam satu hari dibagi dengan jumlah pengamatan dalam satu hari. Tekanan udara QFE rata – rata per bulan diperoleh dari penjumlahan tekanan udara QFE rata-rata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



**Gambar 16.** Grafik Tekanan Udara QFE Bulan Oktober 2023



Tekanan udara di permukaan stasiun (QFE) rata-rata bulan Oktober 2023 adalah sebesar 1010,6 mb. Tekanan udara QFE tertinggi terjadi pada tanggal 22 Oktober 2023 pukul 10.00 WIB sebesar 1014,2 mb. Tekanan udara QFE terendah terjadi pada tanggal 30 Oktober 2023 pukul 10.00 WIB sebesar 1006,0 mb. Tekanan QFE rata – rata harian tertinggi sebesar 1012,2 mb yang terjadi pada tanggal 22 Oktober 2023. Sedangkan tekanan QFE rata – rata harian terendah adalah sebesar 1008,8 mb yang terjadi pada tanggal 30 Oktober 2023. Tekanan Udara QFE Bulan Oktober 2023 memiliki nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan tekanan udara QFE 2022 yaitu 1009,1 mb.



**Gambar 17.** Grafik Tekanan Udara QFE Rata-Rata Bulan Oktober 2023

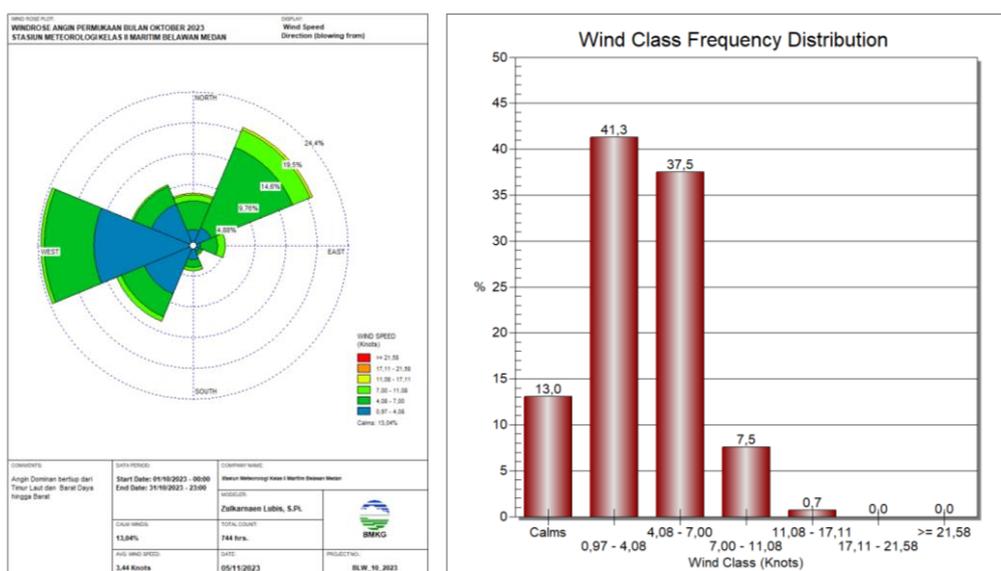
Tekanan udara QFE rata – rata perjam Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh Tekanan udara QFE yang diamati pada jam yang sama selama satu bulan kemudian dibagi dengan jumlah hari dalam satu bulan tersebut. Tekanan udara QFE rata – rata perjam dibulan Oktober adalah 1010,5 mb (lebih tinggi 1,4 mb dibandingkan bulan sebelumnya) dengan tekanan udara QFE rata – rata perjam tertinggi sebesar 1012,6 mb (lebih tinggi 1,8 mb dibandingkan bulan sebelumnya) yang terjadi pada pukul 03 UTC (10.00 WIB), sedangkan tekanan udara QFE terendah sebesar 1007,8 mb (lebih tinggi 0,9 mb dibandingkan bulan sebelumnya) yang terjadi pada pukul 09 UTC (16.00 WIB).

### 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.

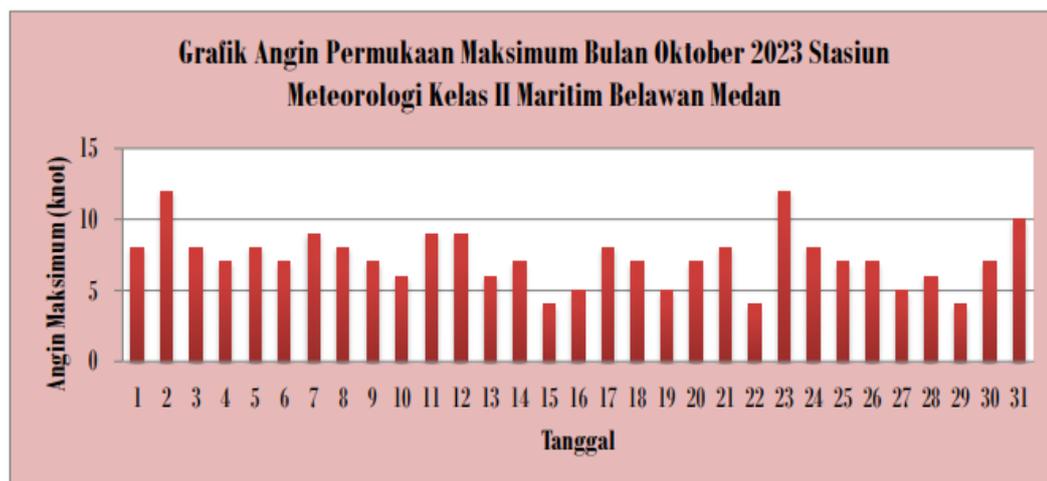


**Gambar 18.** Windrose dan distribusi frekuensi angin permukaan Bulan Oktober 2023 Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan

Berdasarkan grafik *windrose* angin permukaan bulan Oktober 2023 di stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan, arah dominan angin permukaan bertiup dari Timur Laut dan Barat Daya hingga Barat dengan persentase sekitar 57,29%. Kecepatan angin permukaan dominan berkisar antara 0,97 – 4,08 knot (0,5 – 2,1 m/s) dengan persentase 41,3%. kecepatan angin permukaan yang mempunyai persentase yang cukup besar memiliki kisaran antara 4,08-7,00 knot (2,10 - 3,6 m/s) yaitu 37,5%. Kondisi angin *Calm* terjadi sebesar 13,04% selama bulan Oktober 2023. Selama bulan Oktober 2023 kecepatan maksimum angin permukaan di stasiun meteorologi maritim Belawan medan yaitu 11,08 – 17,11 Knot yaitu 12 knot bertiup dari Timur Laut pada tanggal 02 Oktober 2023 pukul 18.00 WIB. Kondisi angin permukaan bulan Oktober 2023 memiliki kondisi relatif sama dengan bulan Oktober 2022 yaitu bertiup dari arah Timur Laut dan Barat daya hingga Barat dengan persentase 45,03%. Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan Oktober 2023 memiliki pola angin permukaan yang berbeda dengan tahun 2022 meskipun dengan persentase yang lebih kecil.



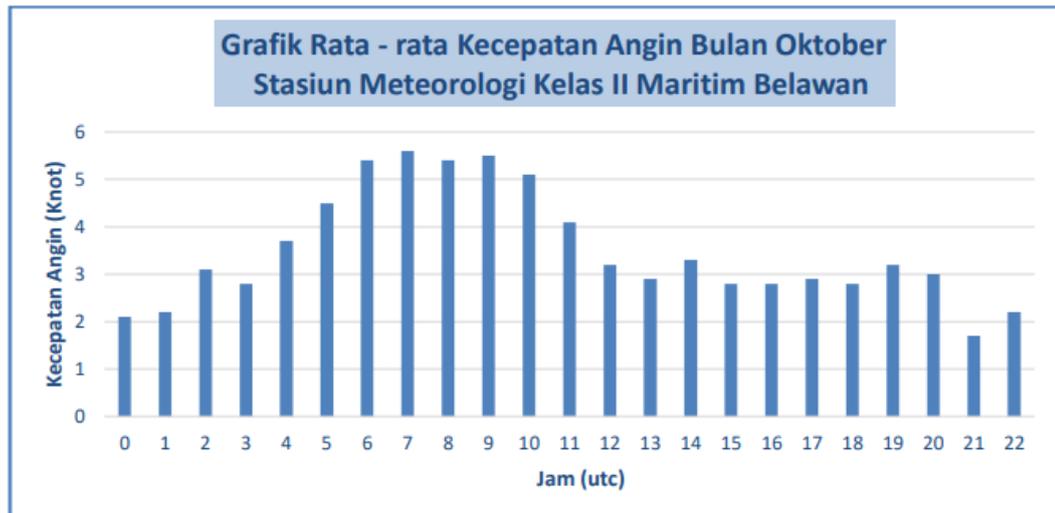
Pada kondisi normal di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan pada bulan Oktober sudah memasuki musim Peralihan II dengan arah tiupan angin relatif sama dari utara hingga timur dan Barat Daya hingga Barat. Berdasarkan grafik *windrose* angin permukaan bulan Oktober 2023 menunjukkan arah dominan bertiup Timur Laut dan Barat Daya hingga Barat yang menunjukkan bahwa musim Peralihan II sudah berlangsung pada Oktober 2023.



**Gambar 19.** Grafik Angin Permukaan Maksimum Bulan Oktober 2023

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 Oktober 2023 sebesar 12 knot bertiup dari arah Timur Laut terjadi pada tanggal 02 Oktober 2023 pukul 18.00 WIB. Sedangkan kecepatan angin maksimum harian terendah pada bulan Oktober 2023 sebesar 4 knot bertiup dari Utara terjadi pada tanggal 15 Oktober 2023 pukul 22.00 WIB. Angin Permukaan maksimum bulan Oktober 2023 dominan bertiup dari arah Timur Laut. Berdasarkan pola angin permukaan bulan Oktober 2023 menunjukkan di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan mengalami Musim Peralihan II. Pada bulan Oktober 2022 angin permukaan maksimum memiliki kecepatan 13 knot yang bertiup dari arah Timur Laut. Hal ini menunjukkan di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan berpotensi terjadinya angin kencang yang harus di waspadai.





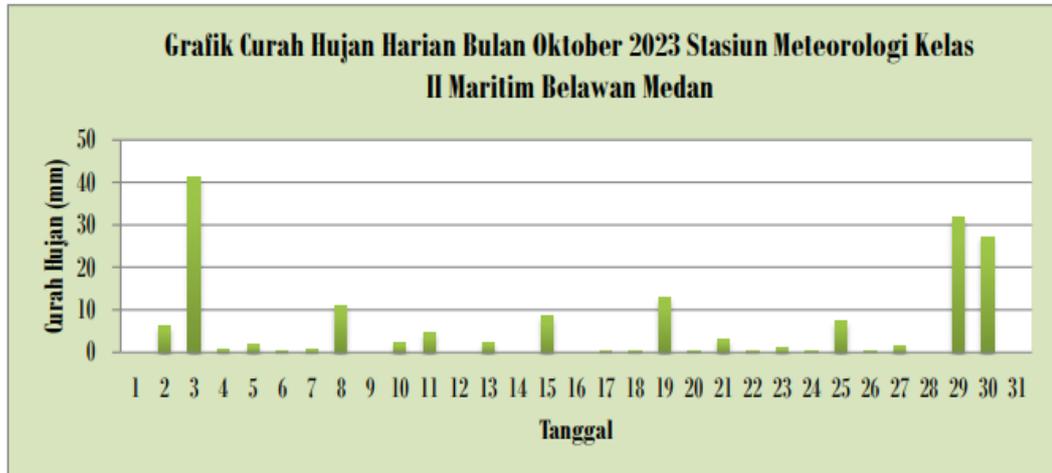
**Gambar 20.** Grafik Kecepatan Angin Rata-Rata Bulan Oktober 2023

Kecepatan angin rata – rata perjam Stasiun Meteorologi 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 perjam di bulan Oktober adalah 3 knot (lebih rendah 1 knot dengan bulan sebelumnya) dengan kecepatan angin rata – rata perjam tertinggi sebesar 6 knot (lebih rendah 1 knot dengan bulan sebelumnya) yang terjadi pada pukul 09 UTC (16.00 WIB), sedangkan kecepatan angin rata – rata perjam terendah sebesar 2 knot (sama besar dengan bulan sebelumnya) yang terjadi pada pukul sekitar pukul 00 UTC (07.00 WIB) dan 21 - 23 UTC (04.00 - 06.00 WIB).

### 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.

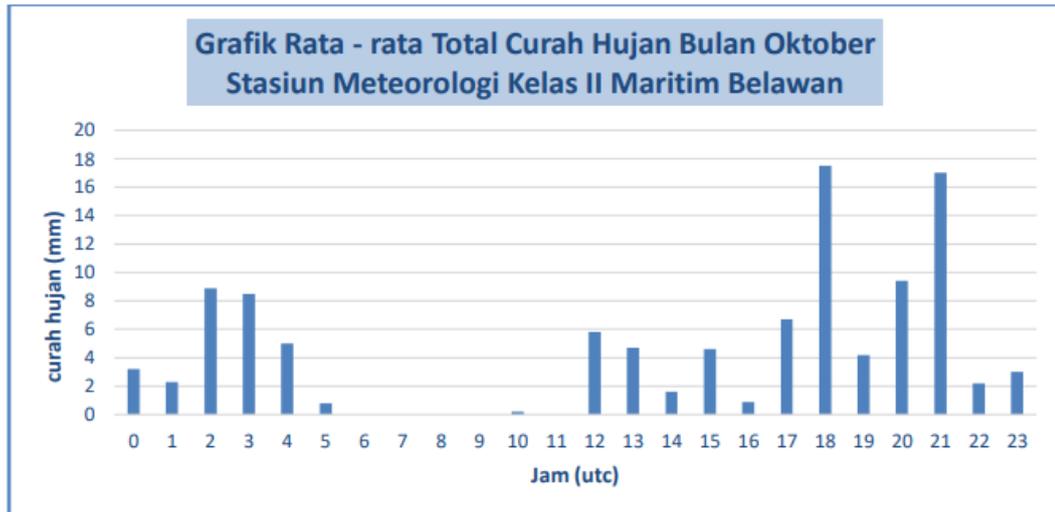




**Gambar 21.** Grafik Curah Hujan Bulan Oktober 2023

Jumlah curah hujan yang tercatat pada pias alat penakar hujan tipe *Hellman* pada dasarian I sebesar 64,1 mm, pada dasarian II tercatat sebesar 28,8 mm dan pada dasarian III tercatat curah hujan sebesar 72,1 mm. Curah hujan harian tertinggi yang tercatat adalah 41,2 mm yang terjadi pada tanggal 30 Oktober 2023. Curah Hujan Harian terendah yang tercatat adalah 0,1 mm yang terjadi pada tanggal 24 Oktober 2023. Pada tanggal 01 dan 28 Oktober di Stasiun Meteorologi Kelas II Maritim Belawan Medan terjadi hujan namun tidak terukur karena mempunyai nilai dibawah 0,1 mm. Jumlah curah hujan total bulan Oktober 2023 Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan adalah sebesar 165,0 mm dengan jumlah hari Hujan adalah sebanyak 26 hari dan Hari Tanpa Hujan adalah 05 hari selama bulan Oktober 2023. Intensitas hujan bulan Oktober 2023 berada dibawah kisaran normal yaitu sebesar 291,6 mm. Berdasarkan hasil pengukuran curah hujan di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan memasuki musim penghujan. Curah Hujan Bulan Oktober 2023 lebih rendah dibandingkan dengan curah hujan bulan Oktober 2022 yaitu 268,6 mm. Intensitas hujan bulan Oktober 2023 lebih rendah, hal ini terjadi karena jumlah hari hujan lebih sedikit dengan intensitas hujan harian yang lebih kecil jika dibandingkan dengan bulan Oktober 2022. Dengan melihat karakteristik hujan bulan Oktober 2023 maka di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan sudah memasuki musim penghujan dengan curah hujan yang lebih rendah dari bulan yang sama pada tahun sebelumnya.





**Gambar 22.** Grafik Total Curah Hujan Rata-Rata Bulan Oktober 2023.

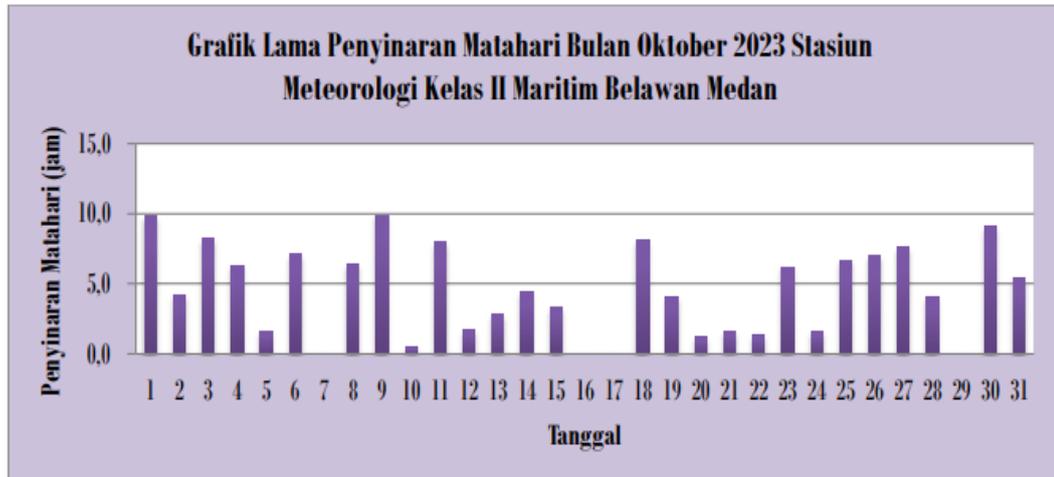
Total Curah hujan rata – rata perjam Stasiun Meteorologi Maritim Belawan Medan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh total Curah hujan yang diamati pada jam yang sama selama satu bulan kemudian dibagi dengan jumlah hari dalam satu bulan tersebut. Total Curah hujan rata – rata perjam dibulan Oktober adalah 106,5 mm dengan Total Curah hujan rata – rata perjam tertinggi sebesar 17,5 mm yang terjadi pada pukul 18 UTC (01.00 WIB).

### 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 Oktober 2023 adalah selama 138 jam 00 menit. Lama penyinaran matahari rata-rata harian bulan Oktober 2023 yaitu 4 jam 30 menit. Pada tanggal 09 Oktober 2023, penyinaran matahari paling lama yaitu selama 09 jam 54 menit. Sedangkan lama penyinaran matahari terendah adalah selama 30 menit yang terjadi pada tanggal 10 Oktober 2023. Lama penyinaran matahari akan mempengaruhi jumlah penguapan di suatu wilayah yang akan meningkatkan kelembapan di wilayah tersebut.





**Gambar 23.** Grafik Lama Penyinaran Matahari Bulan Oktober 2023

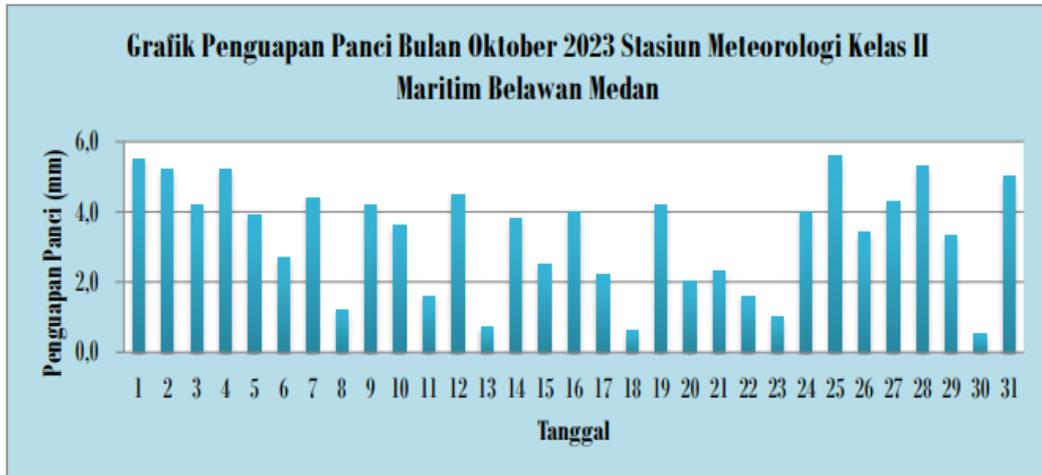
Durasi penyinaran matahari bulan Oktober 2023 lebih lama jika dibandingkan dengan bulan Oktober 2022 yaitu 118 jam 36 menit dengan penyinaran rata-rata harian 3 jam 48 menit. Hal ini disebabkan kondisi cuaca bulan Oktober 2023 memiliki hari tanpa hujan lebih banyak dibandingkan dengan bulan Oktober 2022 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.

### 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*.

Jumlah penguapan pada panci penguapan yang terjadi selama bulan Oktober 2023 adalah 102,5 mm. Jumlah penguapan rata – rata harian bulan Oktober 2023 adalah 3,3 mm. Jumlah penguapan tertinggi terjadi pada tanggal 25 Oktober 2023 sebesar 5,6 mm. Jumlah penguapan terendah terjadi pada tanggal 30 Oktober 2023 sebesar 0,5 mm. Jumlah penguapan Panci terbuka pada bulan Oktober 2023 memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan penguapan pada bulan Oktober 2022 yaitu 87,2 mm. Jumlah penguapan panci terbuka rata – rata harian bulan Oktober 2022 yaitu 2,8 mm dengan penguapan tertinggi sebesar 5,4 mm pada bulan Oktober 2022.





**Gambar 24.** Grafik Penguapan Panci Terbuka Bulan Oktober 2023

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 Oktober 2023

Jumlah penguapan pada *piche evaporimeter* yang terjadi selama bulan Oktober 2023 adalah 60,8 mm. Jumlah penguapan *piche* rata-rata harian bulan Oktober 2023 adalah 2,0 mm. Jumlah penguapan tertinggi terjadi pada tanggal 20 Oktober 2023 sebesar 2,9 mm. Jumlah penguapan terendah terjadi pada tanggal 29 Oktober 2023 sebesar 0,5 mm. Jumlah penguapan *piche* bulan





Oktober 2023 lebih rendah jika dibandingkan dengan jumlah penguapan *piche* bulan Oktober 2022 yaitu 61,5 mm. Jumlah penguapan *piche* rata – rata harian bulan Oktober 2022 yaitu 2,0 mm dengan penguapan tertinggi sebesar 3,2 mm. Kondisi penguapan dalam ruangan memiliki pola yang sama dengan penguapan di lingkungan terbuka pada bulan Oktober 2023. 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.

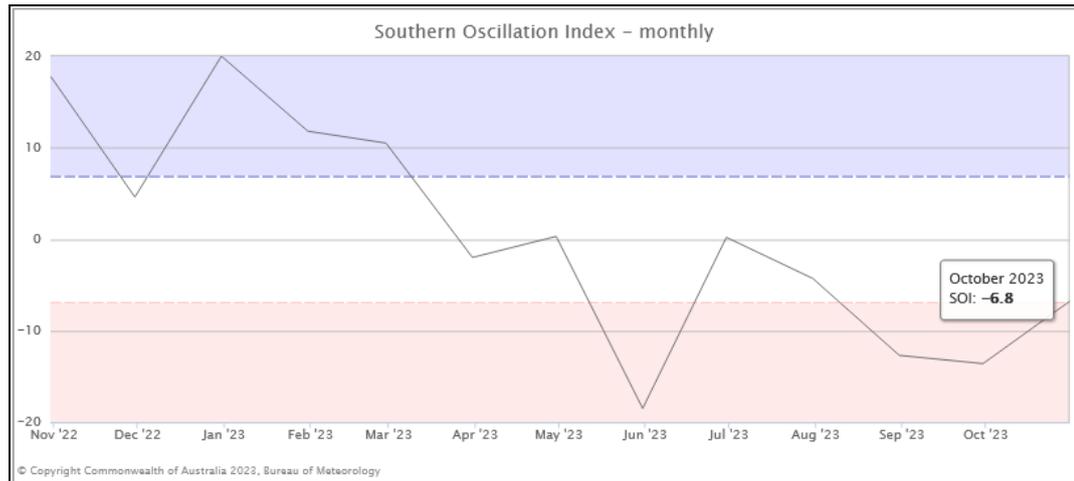


# BAB IV

## ANALISIS KONDISI ATMOSFER

### BULAN OKTOBER 2023

#### 4.1. SOI (SOUTH OSCILLATION INDEX)



**Gambar 26.** SOI (South Oscillation Index) Bulanan  
(Sumber : bom.gov)

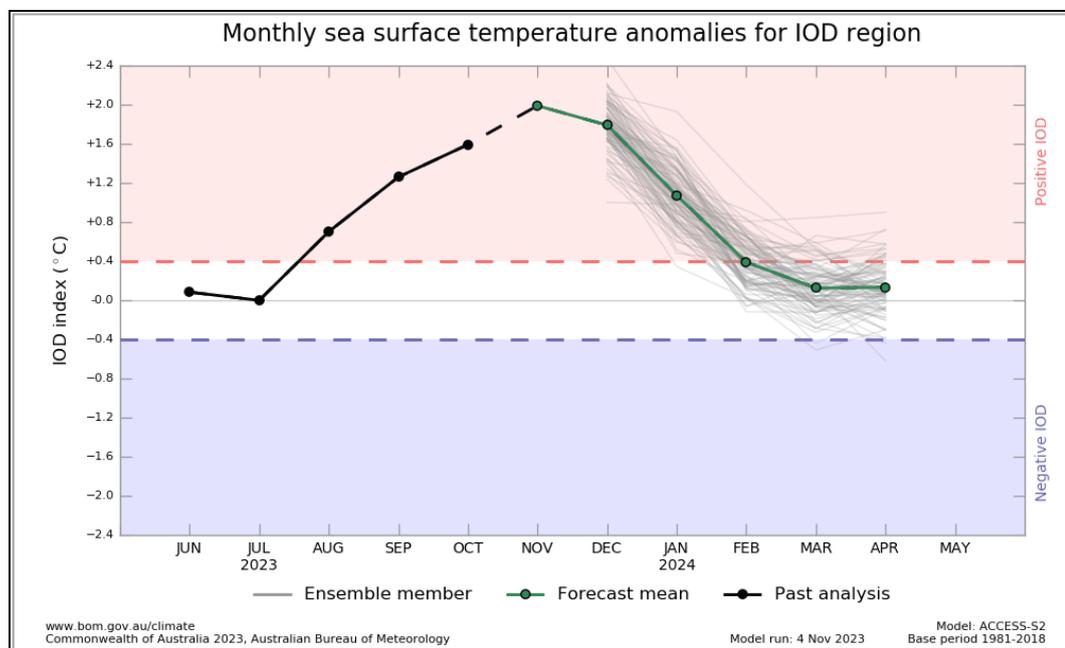
SOI adalah indeks yang didasarkan pada perbedaan pengamatan tekanan udara pada permukaan laut di Tahiti (Samudera Pasifik Timur) dan Darwin (Australia). Jika SOI bernilai positif (+), berarti tekanan Udara di Tahiti lebih tinggi dari pada tekanan Udara di Darwin. Kondisi ini menyebabkan massa udara akan bergerak dari Tahiti menuju ke Darwin, dan berlaku sebaliknya, untuk SOI bernilai negatif. Indeks SOI bulan Oktober 2023 bernilai negatif (-6.8), yang berarti tekanan udara di Tahiti lebih rendah daripada di Darwin, sehingga massa udara bergerak dari Darwin menuju Tahiti. Kondisi ini menyebabkan kecilnya peluang terbentuknya awan hujan di wilayah Indonesia terutama di Indonesia bagian Timur.

#### 4.2. 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 (Saji et al., Nature, 1999). IOD mengambil anomali perbedaan suhu muka laut antara Samudera Hindia Barat dan Samudera Hindia Tenggara. Hasil analisis



*Dipole Mode* dari awal hingga ke akhir bulan Oktober 2023 menunjukkan indeks IOD bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan Oktober 2023, IOD tidak berperan dalam pembentukan awan hujan di Indonesia.

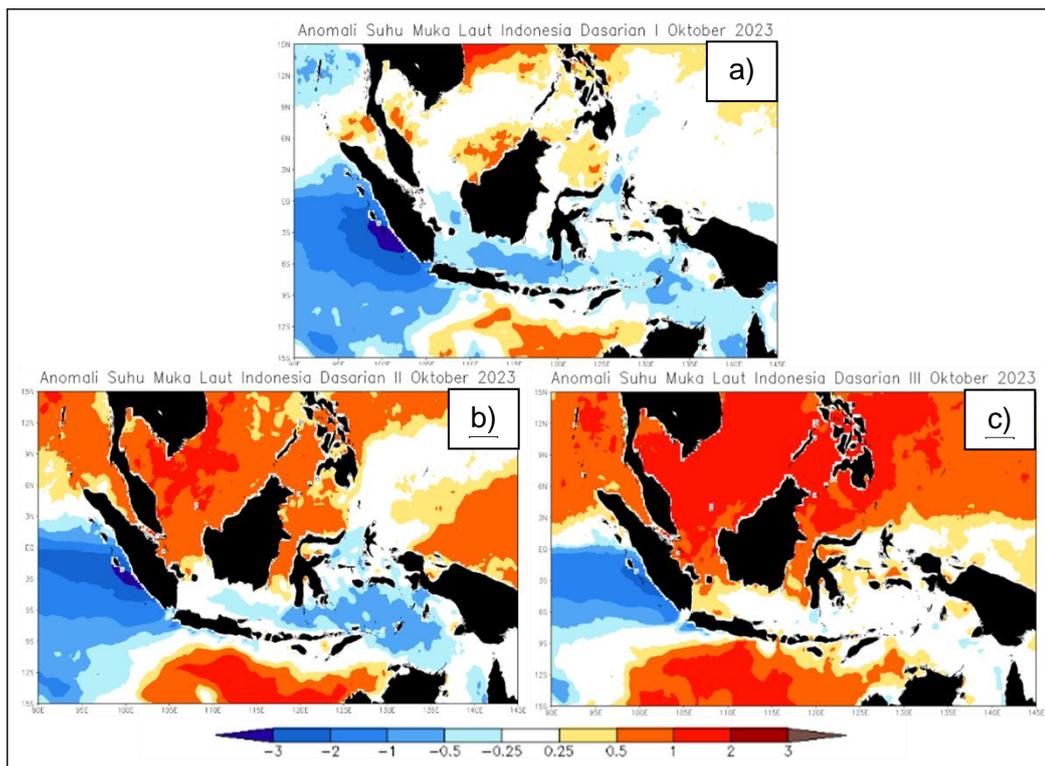


**Gambar 27.** Anomali Suhu Permukaan Laut Bulanan untuk wilayah IOD

#### 4.3. SST ANOMALY (SEA SURFACE TEMPERATURE ANOMALY)

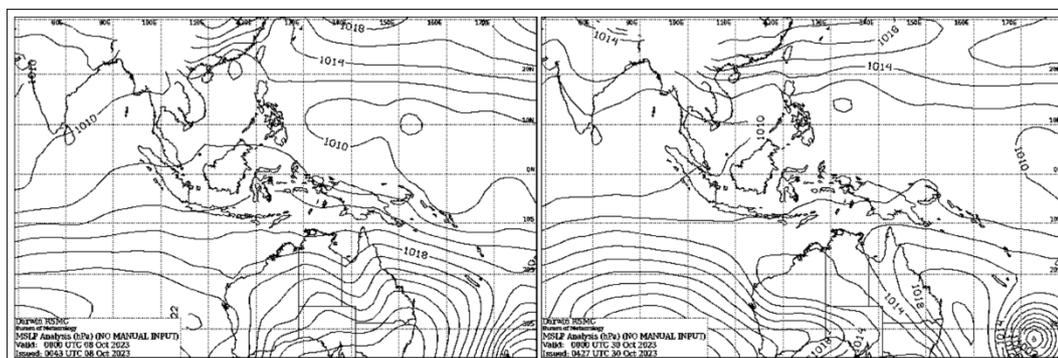
Anomali SST bernilai netral hingga negatif mendominasi perairan di wilayah Sumbagut pada dasarian I dan III. Pada dasarian III, anomali positif terdapat di sebagian besar wilayah Sumbagut yaitu di perairan timur dan utara serta sebagian di sebelah barat wilayah Sumbagut. Kondisi ini menunjukkan bahwa anomali SST di wilayah Sumbagut mendukung pembentukan awan hujan di sekitar wilayah tersebut pada dasarian III namun kurang mendukung pada dasarian I dan II di bulan Oktober 2023.





**Gambar 28.** Anomali Suhu Permukaan Laut a) Dasarian I, b) Dasarian II, c) Dasarian III Bulan Oktober 2023

#### 4.4. TEKANAN UDARA



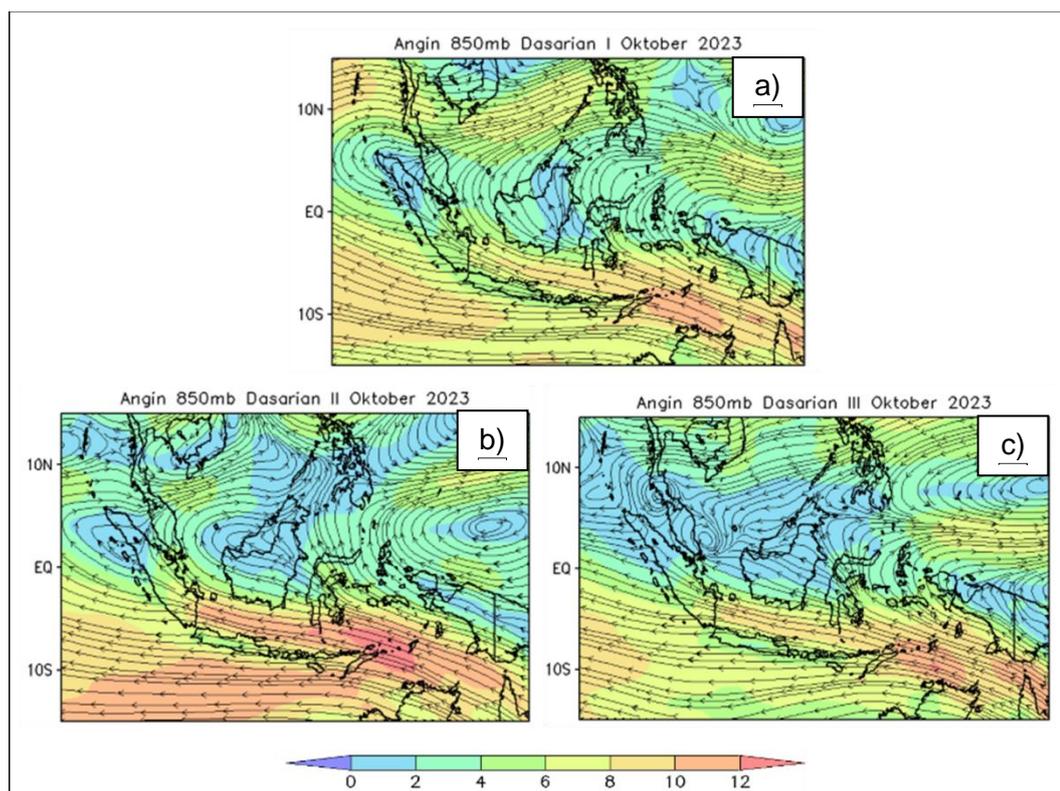
**Gambar 29.** Tekanan Udara selama Bulan Oktober 2023

Selama bulan Oktober 2023, posisi matahari berada di BBS (Belahan Bumi bagian Selatan) menjauhi ekuator. Hal tersebut menyebabkan wilayah yang berada di wilayah BBS termasuk Indonesia, mendapat sinar matahari lebih banyak, yang berarti memiliki suhu lebih tinggi. Suhu yang lebih tinggi ini, menyebabkan tekanan udara menjadi lebih rendah di wilayah tersebut.



#### 4.5. WIND ANALYSIS (850 MB)

Aliran massa udara di wilayah Indonesia selama bulan Oktober 2023 masih didominasi oleh angin Timuran. Analisis angin dasarian I-III bulan Oktober 2023 menunjukkan terjadi belokan angin di sekitar Pulau Sumatera bagian utara. Kecepatan angin di wilayah Sumbagut selama bulan Oktober 2023 berkisar 0 – 4 m/s. Belokan angin yang terbentuk di Pulau Sumatera bagian utara mendukung pembentukan awan di wilayah Sumbagut.

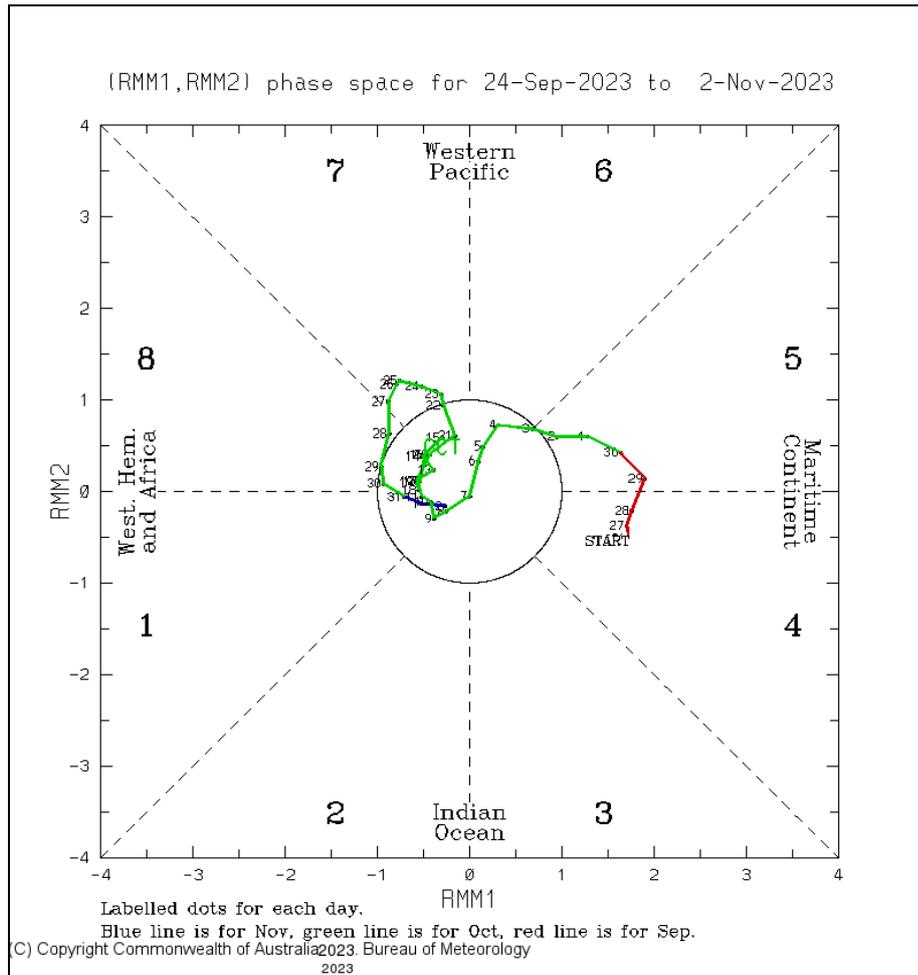


**Gambar 30.** Analisis Arah dan Kecepatan Angin a) Dasarian I, b) Dasarian II, c) Dasarian III pada Bulan Oktober 2023

#### 4.6. 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). Analisis diagram fase MJO menunjukkan bahwa selama bulan Oktober 2023 (warna hijau), MJO tidak aktif di wilayah Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa MJO tidak berpengaruh dalam pembentukan awan hujan di wilayah Indonesia selama bulan Oktober 2023.



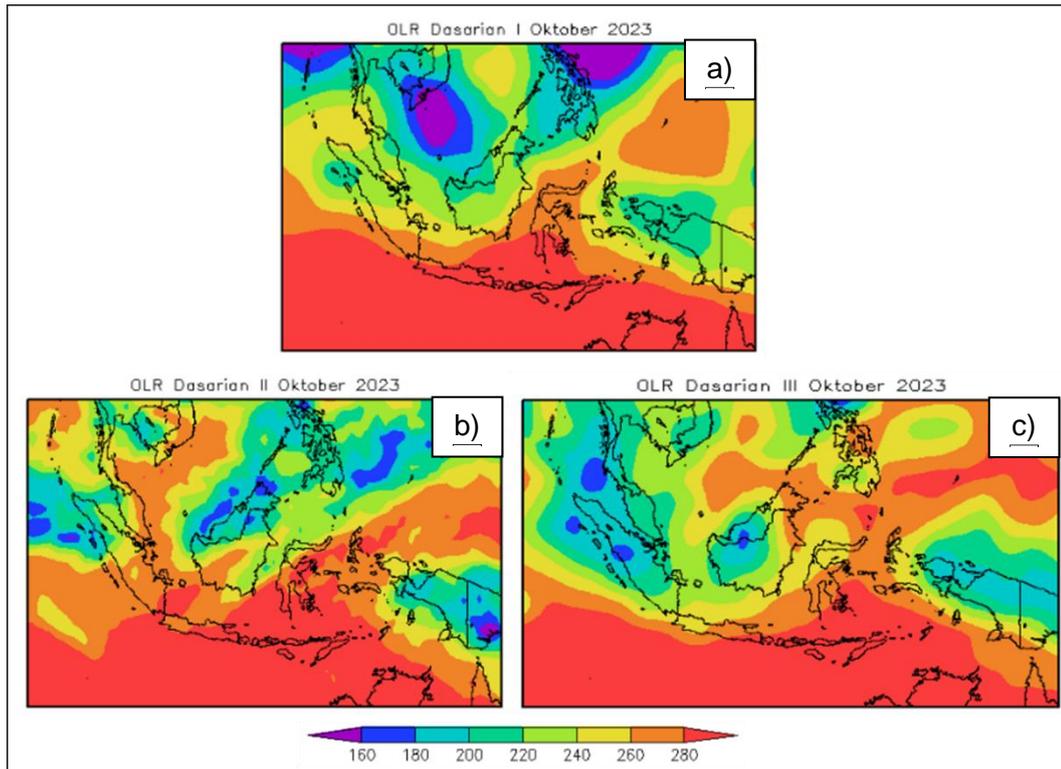


**Gambar 31.** Diagram RMM1, RMM2 Madden Julian Oscillation

#### 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 Oktober 2023 dasarian I, sebagian besar wilayah Sumbagut memiliki nilai OLR  $\geq 220 \text{ W/m}^2$ , yang berarti tutupan awannya sedikit. Pada dasarian II, wilayah Sumbagut sebelah barat memiliki nilai OLR  $\leq 220 \text{ W/m}^2$  yang berarti tutupan awan cukup banyak di wilayah Sumbagut sebelah barat. Pada dasarian III, seluruh wilayah Sumbagut memiliki nilai OLR  $\leq 220 \text{ W/m}^2$  yang mengindikasikan tutupan awan merata di seluruh wilayah Sumbagut.





**Gambar 32.** Analisis *Outgoing Longwave Radiation* (OLR) pada a) Dasarian I, b) Dasarian II, c) Dasarian III Bulan Oktober 2023



# BAB V

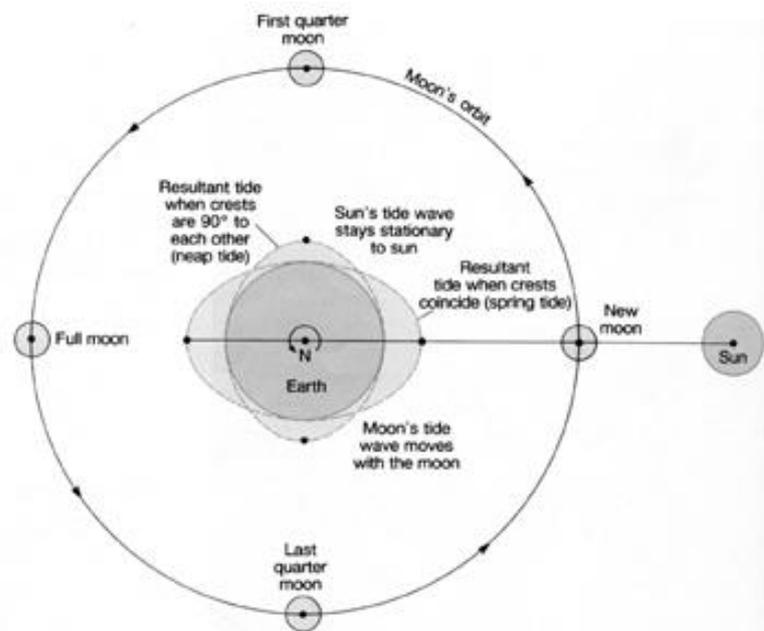
## PASANG SURUT BULAN NOVEMBER 2023

### 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.

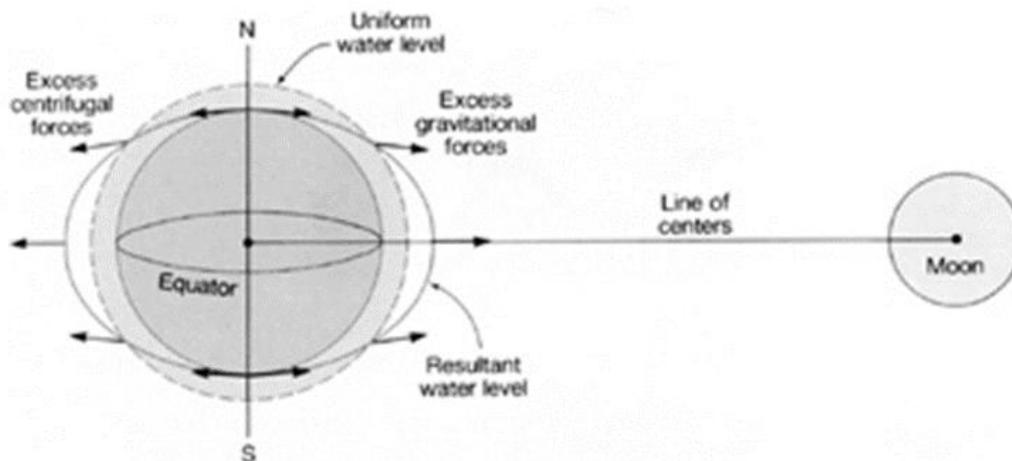
Pengetahuan tentang pasang surut sangat diperlukan dalam transportasi laut, kegiatan di pelabuhan, pembangunan di daerah pesisir pantai, dan lain-lain. Mengingat pentingnya pengetahuan tentang pasang surut terutama bagi yang mempelajari mengenai Perencanaan Pelabuhan.



**Gambar 33.** 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 34.** 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 Wyrski (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 ke harian 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.

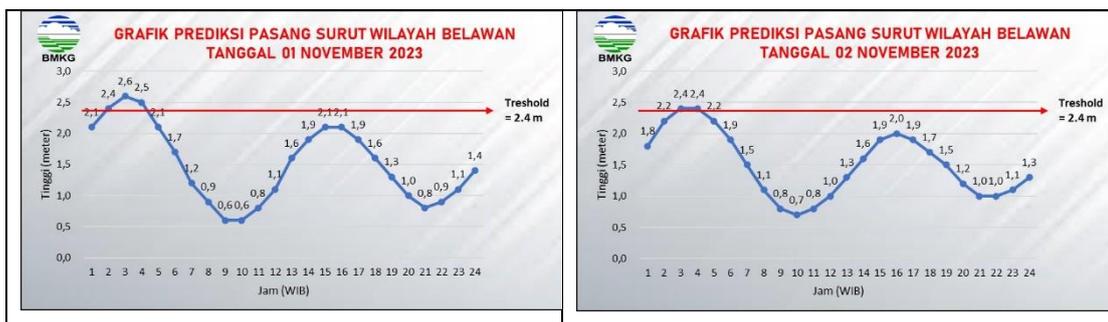
**4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*).**

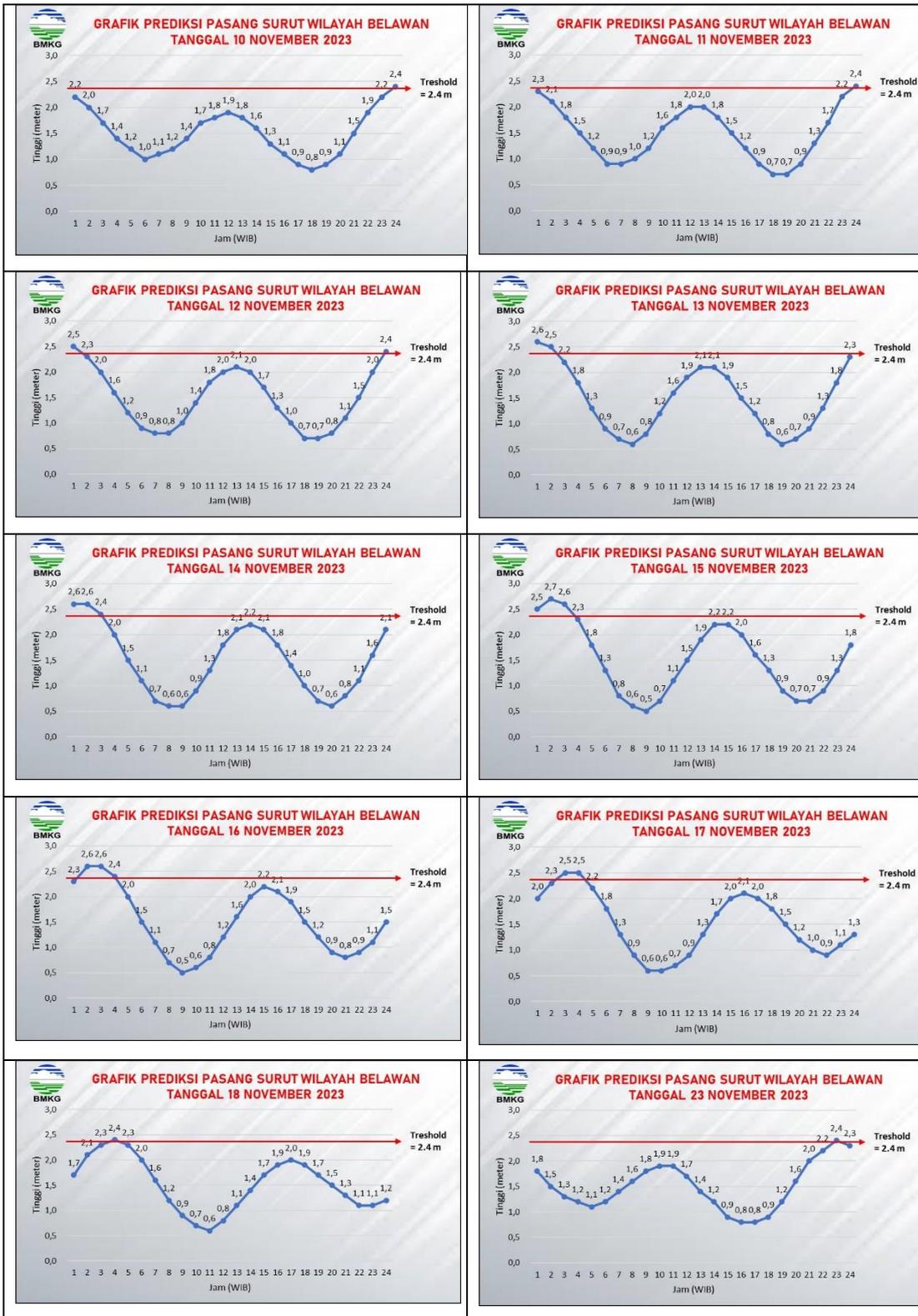
Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang – kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut jenis ini biasa terdapat di daerah Selat Kalimantan dan pantai utara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

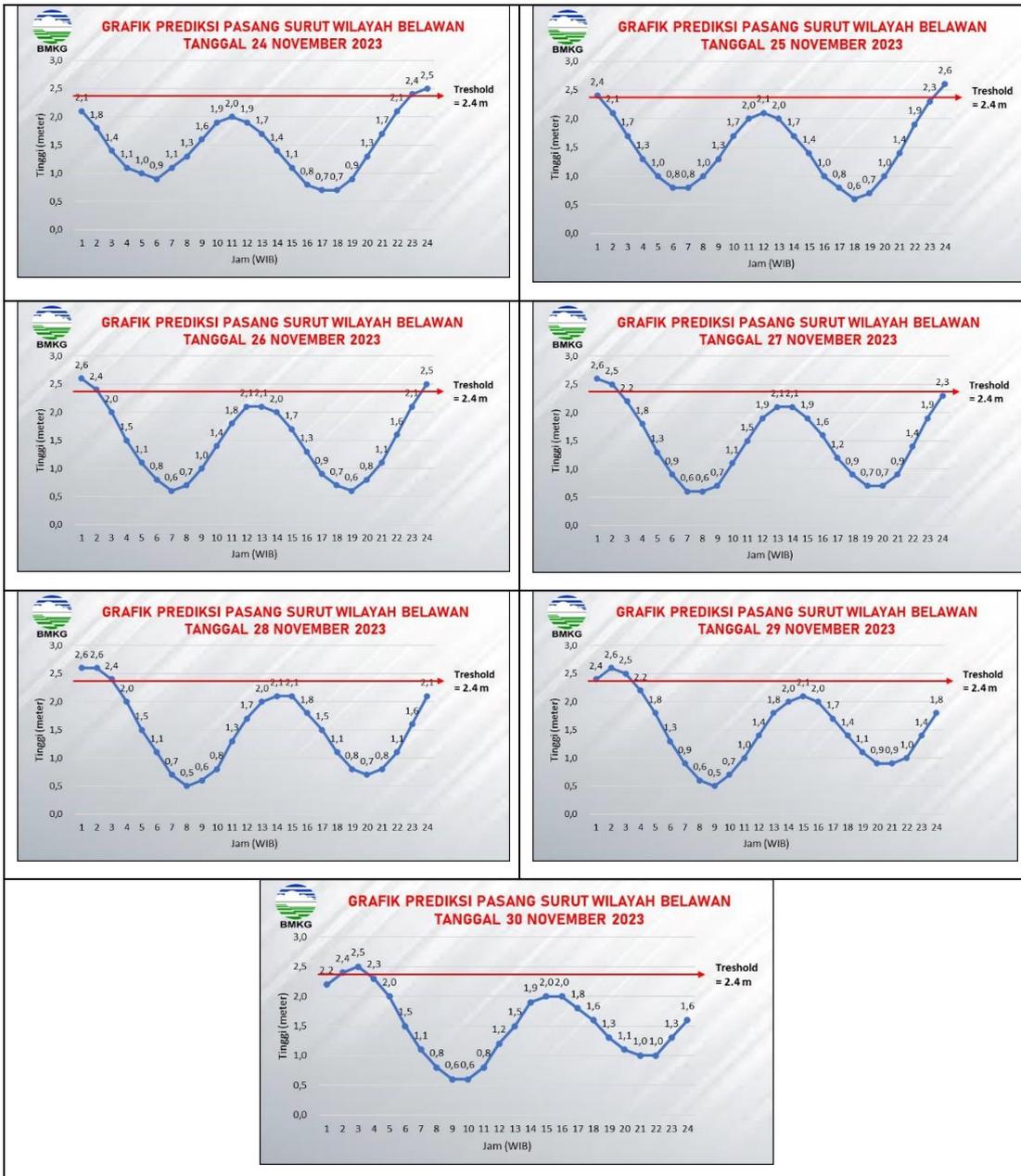
**5.3. GRAFIK PREDIKSI PASANG SURUT WILAYAH BELAWAN**

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 November 2023







Pada tanggal 1 November 2023 prediksi ketinggian pasang tertinggi terjadi pada pukul 03.00 WIB, dengan puncak ketinggian pasang 2,6 meter dan surut terendah pada pukul 09.00 – 10.00 WIB dengan ketinggian 0,6 meter. Pada tanggal 2 November 2023 ketinggian pasang tertinggi terjadi pada pukul 03.00 - 04.00 WIB dengan puncak ketinggian pasang 2,4 meter dan surut terendah pada pukul 10.00 WIB yaitu dengan ketinggian 0,7 meter.

Prediksi pasang surut selanjutnya terjadi pada tanggal 10 November 2023 prediksi ketinggian pasang mencapai ketinggian 2,4 meter pada pukul 24.00 WIB dan surut terendah dengan ketinggian 0,8 meter pada pukul 18.00 WIB. Prediksi





pasang surut pada tanggal 11 November 2023 dengan nilai prediksi ketinggian pasang mencapai 2,4 meter pada pukul 24.00 WIB dan data surut mencapai ketinggian 0,7 meter pada pukul 18.00 - 19.00 WIB. Prediksi pasang surut pada tanggal 12 November 2023 dengan nilai prediksi ketinggian pasang mencapai 2,5 meter pada pukul 01.00 WIB dan data surut terendah mencapai ketinggian 0,7 meter pada pukul 18.00 - 19.00 WIB. Prediksi pasang surut pada tanggal 13 November 2023 dengan nilai prediksi ketinggian pasang mencapai 2,6 meter pada pukul 01.00 WIB dan data surut mencapai ketinggian 0,6 meter pada pukul 08.00 WIB. Pada tanggal 14 November 2023 prediksi ketinggian pasang mencapai ketinggian 2,6 meter pada pukul 01.00 – 02.00 WIB dan surut terendah dengan ketinggian 0,6 meter pada pukul 08.00 – 09.00 WIB. Pada tanggal 15 November 2023 prediksi ketinggian pasang mencapai ketinggian 2,7 meter pada pukul 02.00 WIB dan surut terendah dengan ketinggian 0,5 meter pada pukul 09.00 WIB. Prediksi pasang surut pada tanggal 16 November 2023 dengan nilai prediksi ketinggian pasang mencapai 2,6 meter pada pukul 02.00 – 03.00 WIB dan data surut terendah mencapai ketinggian 0,5 meter pada pukul 09.00 WIB. Pada tanggal 17 November 2023 prediksi ketinggian pasang mencapai ketinggian 2,5 meter pada pukul 03.00 – 04.00 WIB dan surut terendah dengan ketinggian 0,6 meter pada pukul 09.00 – 10.00 WIB. Prediksi pasang surut pada tanggal 18 November 2023 dengan nilai prediksi ketinggian pasang mencapai 2,4 meter pada pukul 04.00 WIB dan data surut terendah mencapai ketinggian 0,6 meter pada pukul 11.00 WIB.

Prediksi pasang surut selanjutnya terjadi pada tanggal 23 November 2023 prediksi ketinggian pasang mencapai ketinggian 2,4 meter pada pukul 23.00 WIB dan surut terendah dengan ketinggian 0,8 meter pada pukul 16.00 - 17.00 WIB. Prediksi pasang surut pada tanggal 24 November 2023 dengan nilai prediksi ketinggian pasang mencapai 2,5 meter pada pukul 24.00 WIB dan data surut terendah mencapai ketinggian 0,7 meter pada pukul 17.00 - 18.00 WIB. Prediksi pasang surut pada tanggal 25 November 2023 dengan nilai prediksi ketinggian pasang mencapai 2,6 meter pada pukul 24.00 WIB dan data surut terendah mencapai ketinggian 0,6 meter pada pukul 18.00 WIB. Pada tanggal 26 November 2023 prediksi ketinggian pasang mencapai ketinggian 2,6 meter pada pukul 01.00 WIB dan surut terendah dengan ketinggian 0,6 meter pada pukul 07.00 dan 19.00 WIB . Pada tanggal 27 November 2023 prediksi ketinggian pasang mencapai ketinggian 2,6 meter pada pukul 01.00 WIB dan surut terendah dengan ketinggian



0,6 meter pada pukul 07.00 – 08.00 WIB. Prediksi pasang surut pada tanggal 28 November 2023 dengan nilai prediksi ketinggian pasang mencapai 2,6 meter pada pukul 01.00 – 02.00 WIB dan data surut terendah mencapai ketinggian 0,5 meter pada pukul 08.00 WIB. Pada tanggal 29 November 2023 prediksi ketinggian pasang mencapai ketinggian 2,6 meter pada pukul 02.00 WIB dan surut terendah dengan ketinggian 0,5 meter pada pukul 09.00 WIB. Prediksi pasang surut pada tanggal 30 November 2023 dengan nilai prediksi ketinggian pasang mencapai 2,5 meter pada pukul 03.00 WIB dan data surut terendah mencapai ketinggian 0,6 meter pada pukul 09.00 - 10.00 WIB.



# ARTIKEL PASANG SURUT

## Analisis Pasang Surut Perairan Belawan Medan Bulan Oktober 2023

**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@bmet.go.id

### Abstrak

Pengamatan dan analisis pasang surut di perairan Belawan Medan yang dilakukan pada bulan Oktober 2023. 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 1,26 meter dengan Mean Low Water Level (MLWL) adalah 0,63 meter dan Mean High Water Level (MHWL) adalah 1,89 meter. Selama pengamatan pasang surut di perairan belawan medan bulan Oktober 2022 terjadi 2 kali pasang purnama dan 2 kali pasang perbani. Tinggi pasang surut saat pasang purnama fase new moon adalah 2,33 meter dan ketinggian pasang maksimum fase full moon adalah 2,44 meter. Tinggi pasang surut maksimum saat pasang perbani pertama adalah 0,67 meter dan tinggi pasang surut maksimum saat pasang perbani kedua 0,50 meter. Berdasarkan bilangan formzahl  $F = 0,16$  menyatakan bahwa tipe pasang surut di perairan belawan bulan Oktober 2023 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 diperairan 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 [datapasonline.big.go.id](http://datapasonline.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:

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

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-Oct-22	77-198	37-176	121	139
2	02-Oct-22	101-172	65-160	71	95
3	03-Oct-22	122-137	78-145	15	67
4	04-Oct-22	97-105	81-160	8	79
5	05-Oct-22	116-147	57-177	31	120
6	06-Oct-22	93-167	33-193	74	160
7	07-Oct-22	67-189	14-211	122	197
8	08-Oct-22	43-196	12-222	153	210
9	09-Oct-22	27-211	(-)-243	184	244
10	10-Oct-22	21-217	17-247	196	230
11	11-Oct-22	27-219	39-252	192	213
12	12-Oct-22	58-244	23-210	186	187
13	13-Oct-22	67-229	37-202	162	165
14	14-Oct-22	84-213	44-185	129	141
15	15-Oct-22	99-193	56-176	94	120
16	16-Oct-22	109-165	76-154	56	78
17	17-Oct-22	129-145	89-142	16	53
18	18-Oct-22	118-120	97-147	2	50
19	19-Oct-22	123-132	95-165	9	70
20	20-Oct-22	114-147	83-174	33	91
21	21-Oct-22	99-159	62-195	60	133
22	22-Oct-22	75-174	47-214	99	167
23	23-Oct-22	58-197	31-229	139	198
24	24-Oct-22	45-209	28-249	164	221
25	25-Oct-22	34-220	22-255	186	233
26	26-Oct-22	19-212	24-252	193	228
27	27-Oct-22	7-206	25-241	199	216
28	28-Oct-22	42-233	3-198	191	195
29	29-Oct-22	63-207	12-185	144	173

Tabel 1. Tinggi Pasang Surut Perairan Belawan Oktober 2023



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	MS4
A(cm)	126,08	29,99	32,88	5,71	7,56	9,11	0,93	3,03	0,32	0,76
g	0	310,2	34,9	58,0	34,9	136,6	204,5	136,6	307,9	62,1
F	0,16									

Tabel 2. Konstanta Harmonik komponen Pasang Surut Perairan Belawan Oktober 2022

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 pasang surut ganda utama (M2 dan S2) dan unsur-unsur pasang surut tunggal utama (K1 dan O1). Fluktuasi pasang surut di perairan belawan bulan Oktober 2023 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 125,73 cm (1,26 m) dan *Mean Low Water Level* (MLWL) atau kedudukan air terendah yaitu 63,22 cm (0,63 m) serta *Mean High Water Level* (MHWL) atau kedudukan rata-rata air tertinggi adalah 188,95 cm (1,89 m).

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa pasang purnama terjadi pada 29 hari bulan (25 Oktober 2023) pada fase bulan baru/mati. Pasang tertinggi mencapai 255 cm dan surut terendah adalah 3 cm. Selisih antara pasang tertinggi dan surut terendah adalah 242 cm. Surut terendah terjadi pada 03 hari bulan (28 Oktober 2023) dan pasang tertinggi terjadi pada 29 hari bulan (25 Oktober 2023). Kisaran perbedaan antara tinggi pasang surut



yang satu dengan yang lain mempunyai rentang antara 01 cm hingga 89 cm. Perbedaan terendah terjadi pada 16 hari bulan (12 Oktober 2023) dan yang tertinggi terjadi pada 09 hari bulan (05 Oktober 2023).

Tinggi pasang surut minimal dan maksimal dapat dilihat pada tabel 1. Berdasarkan tabel dapat diketahui bahwa tinggi pasang surut minimal tertinggi adalah 199 cm yang terjadi pada 02 hari bulan (27 Oktober 2023) saat fase bulan baru/mati dan yang terendah adalah 02 cm yang terjadi pada 22 hari bulan (18 Oktober 2023) saat fase perbani. Tinggi pasang surut maksimal yang tertinggi adalah 244 cm yang terjadi pada 13 hari bulan (09 Oktober 2023) dan pasang surut maksimal terendah adalah 50 cm yang terjadi pada 22 hari bulan (18 Oktober 2023). Perbedaan tinggi pasang surut antara pasang purnama dan pasang perbani memiliki kisaran antara 194 cm hingga 197 cm.

Selama pengamatan ditemukan 2 kali pasang purnama dan 2 kali pasang perbani. Pasang purnama fase *new moon* terjadi pada 29 hari bulan (25 Oktober 2023) dengan tinggi pasang surut 233 cm dan pasang purnama fase *full moon* terjadi pada 13 hari bulan (09 Oktober 2023) dengan tinggi pasang surut 244 cm. Pasang perbani pertama terjadi pada 07 hari bulan (03 Oktober 2023) dengan tinggi pasang surut 67 cm dan pasang surut perbani kedua terjadi pada 22 hari bulan (18 Oktober 2023) dengan tinggi pasang surut 50 cm. Tinggi pasang surut purnama pada fase *new moon* lebih rendah jika dibandingkan dengan tinggi pasang surut purnama fase *full moon* sedangkan tinggi pasang surut perbani pertama lebih tinggi

dibandingkan dengan tinggi pasang surut perbani kedua.

Nilai bilangan *formzahl* adalah 0,16 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 Oktober 2023 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 Kelas II 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/ipasut/data/residu/day/28/> (diakses tanggal 03 Nopember 2023)



## Lampiran 1. Data Pasang Surut Perairan Belawan Medan Bulan Oktober 2023

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-Oct-22	145	108	77	49	37	64	95	125	150	167	176	169	146	115	92	79	77	92	117	146	168	189	198	187
02-Oct-22	162	133	107	83	67	65	86	103	124	142	156	160	149	136	118	110	101	103	112	126	139	155	166	172
03-Oct-22	165	151	137	117	96	83	78	90	101	110	125	136	139	144	145	142	132	123	118	122	125	125	130	137
04-Oct-22	143	141	138	127	117	98	86	81	84	87	91	105	127	141	151	157	160	149	132	114	105	99	97	105
05-Oct-22	116	130	139	147	143	129	107	86	70	57	61	73	93	117	143	160	175	177	159	139	113	92	78	83
06-Oct-22	93	112	134	153	167	163	146	117	83	54	36	33	56	83	116	150	177	193	185	162	127	98	74	59
07-Oct-22	67	92	122	154	176	189	179	151	108	69	35	14	19	49	92	136	176	201	211	196	162	125	86	49
08-Oct-22	43	68	82	110	163	192	196	187	169	115	62	28	15	12	43	118	159	193	218	222	187	140	98	62
09-Oct-22	34	27	63	109	150	185	206	211	175	126	77	34	8	-1	35	93	145	191	226	243	225	181	129	90
10-Oct-22	50	21	33	78	130	170	201	217	206	166	113	66	36	17	28	72	129	176	218	244	247	206	154	108
11-Oct-22	71	36	27	59	108	153	188	212	219	192	146	101	64	45	39	67	122	164	206	240	252	227	180	135
12-Oct-22	95	54	23	35	78	123	164	193	210	201	165	129	92	68	58	69	111	153	190	223	244	234	199	151
13-Oct-22	114	73	45	37	67	108	144	178	199	202	179	146	113	86	67	72	98	135	168	197	223	229	204	165
14-Oct-22	129	91	61	44	60	90	123	156	176	185	178	154	128	100	84	89	99	127	157	180	202	213	200	170
15-Oct-22	137	107	78	56	63	86	108	138	161	176	171	158	138	117	107	99	104	127	145	164	180	193	190	167
16-Oct-22	148	119	97	80	76	85	97	120	140	151	154	143	135	122	117	109	111	122	134	146	156	163	165	154
17-Oct-22	142	127	107	94	89	90	97	107	119	129	136	139	142	140	133	131	130	129	136	139	141	145	143	140
18-Oct-22	137	127	122	113	100	97	102	105	107	110	120	127	136	142	145	147	145	143	140	128	125	122	118	120
19-Oct-22	123	126	132	129	123	117	108	101	96	95	102	111	125	137	156	165	161	160	147	133	117	114	105	108
20-Oct-22	114	121	136	143	147	139	125	108	94	85	83	89	106	129	152	170	174	171	166	147	126	107	93	90
21-Oct-22	99	114	133	146	157	159	144	121	94	73	62	66	85	111	136	165	183	195	190	166	138	110	85	72
22-Oct-22	75	96	122	144	164	174	168	143	108	75	57	47	58	90	126	159	189	209	214	189	153	120	90	66
23-Oct-22	58	81	115	145	172	190	197	174	136	94	58	35	31	58	101	145	184	213	229	217	182	138	106	72
24-Oct-22	45	52	85	131	167	195	209	202	167	122	82	47	28	40	80	134	179	218	242	249	215	168	124	87
25-Oct-22	51	34	65	112	151	183	209	220	192	145	99	60	32	22	50	106	157	200	238	255	237	191	139	96
26-Oct-22	55	19	26	65	116	160	191	209	212	171	127	82	48	27	24	76	132	176	216	245	252	213	160	112
27-Oct-22	69	27	7	32	81	131	167	196	206	189	147	103	63	41	25	47	100	149	187	224	241	221	179	130
28-Oct-22	85	43	7	3	49	92	134	170	198	193	168	131	93	65	42	46	78	123	162	198	225	233	199	152
29-Oct-22	108	66	29	12	28	65	105	143	170	185	180	155	121	88	70	63	71	104	138	165	190	207	198	166
30-Oct-22	125	86	52	30	24	48	81	114	142	161	170	163	143	116	95	84	87	93	116	139	160	178	183	169
31-Oct-22	141	114	85	58	46	53	67	89	111	132	147	153	151	139	124	113	106	109	113	125	135	145	160	164



## Profil Cuaca saat Banjir Pasang (Rob) Oktober 2023 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@bmet.go.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 disekitarnya. 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 Oktober 2023 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 77,8 mm pada periode spring tide di Belawan dan arah angin dominan dari Barat Daya hingga Barat yang bergerak menjauhi garis pantai pesisir Belawan dan Timur Laut yang mendorong massa air laut menuju pantai.*

### **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 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 di banding 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 12-18 Oktober 2023 terjadi gelombang pasang surut maksimum (*spring tide*) fase bulan baru dan 1-2 dan 27-31 Oktober 2023 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 aktifitas kegiatan masyarakat serta industri (BMKG, 2010). Penurunan permukaan tanah merupakan fenomena alami karena adanya pemanfaatan tanah yang masih lunak (Abidin, 2007). Berkaitan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan analisis tentang gelombang pasang yang mengakibatkan banjir rob dan faktor yang mempengaruhi.

### **Fase Bulan**

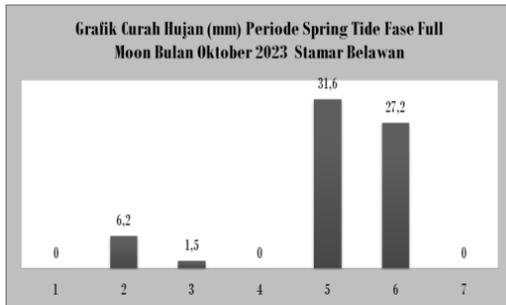
Bumi dan bulan membentuk suatu sistem tunggal, saling berputar dan mengelilingi pusat dengan periode 27,3 hari. Orbit bulan dan bumi berbentuk elips atau lonjong dan tidak sepenuhnya berbentuk lingkaran.

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 10 Oktober 2023 Bulan berjarak 405.427 km dari bumi (Apogee) dan pada tanggal 15 Oktober 2023 pukul 00.55 WIB, bulan dalam fase bulan baru dengan jarak 397.033 km dari bumi. Pada 26 Oktober 2023, jarak bumi-bulan adalah 364.875 km (Perigee) dan pada 29 Oktober 2023 pukul 03.23 WIB bulan dalam fase purnama dengan jarak 369.696 km. Pada bulan Oktober 2023 terjadi dua kali pasang purnama dan satu kali pasang bulan baru. Hal ini dikarenakan siklus bulanan yang lebih pendek dari jumlah hari dalam 1 bulan pada kalender Julian. 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







Gambar 3. Curah Hujan Periode Spring tide fase Full Moon Oktober 2023

Pada saat spring tide fase purnama tanggal 1-2 dan 27-31 Oktober 2023, kondisi cuaca didominasi cuaca cerah berawan hingga hujan dengan intensitas ringan yang disertai petir. Saat puncak *spring tide* fase purnama tanggal 29 Oktober 2023 terjadi hujan dengan intensitas sedang 31,6 mm. Pada saat periode spring tide fase purnama, curah hujan terukur di Stamar Belawan adalah 66,5 mm.



Gambar 4. Curah Hujan puncak spring Tide Fase New Moon Oktober 2023

Pada saat puncak pasang fase new moon tanggal 15 Oktober 2023 hujan terjadi dengan intensitas 8,4 mm. Pada saat puncak spring tide fase new moon hujan terjadi pada malam hingga dini hari yang bertepatan dengan fase gelombang pasang. Hujan yang turun saat tengah malam dan bertepatan dengan fase pasang mengakibatkan hujan mengalami hambatan saat mengalir ke laut. Oleh karena itu hujan yang turun secara bersamaan dengan fase pasang memberikan pengaruh yang tidak

signifikan terhadap peningkatan ketinggian pasang di pesisir belawan. Hujan yang terjadi saat puncak pasang fase *new moon* saat malam hingga dini hari pukul 19.00-01.00 WIB bersamaan dengan periode pasang kedua yang memiliki ketinggian pasang lebih kecil dibanding pasang pertama.

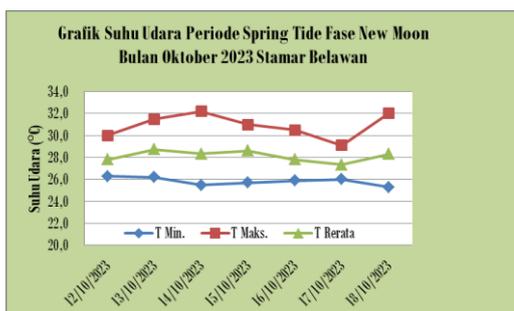


Gambar 5. Curah Hujan puncak spring Tide Fase Full Moon Oktober 2023

Pada saat puncak pasang fase full moon tanggal 29 Oktober 2023 hujan terjadi dengan intensitas ringan yaitu 31,6 mm. Pada saat puncak spring tide fase *full moon* hujan terjadi pada pagi hari dan dini hari yang bertepatan dengan fase gelombang pasang menuju surut. Hujan yang turun pagi hari bertepatan dengan periode surut sehingga mengakibatkan aliran air hujan tidak mengalami hambatan saat menuju perairan laut. Oleh karena itu hujan yang turun secara bersamaan dengan fase surut memberikan pengaruh yang kecil terhadap peningkatan ketinggian pasang di pesisir belawan. Hujan yang terjadi saat puncak pasang fase full moon saat pagi dan dini hari pukul 07.00-09.00 WIB dan 00.00-06.00 WIB.

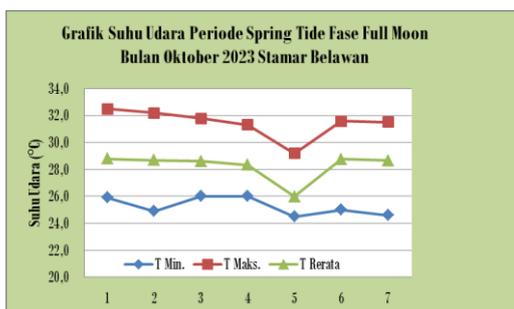


## Suhu Udara



Gambar 6. Suhu Udara periode *spring tide* fase *New Moon* Oktober 2023

Pada tanggal 12-18 Oktober 2023 Suhu Udara di Belawan memiliki kisaran antara 25°C–32°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 28,1°C selama periode *spring tide* fase *new moon* bulan Oktober 2023 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* Oktober 2023.



Gambar 7. Suhu Udara periode *spring tide* fase *Full Moon* Oktober 2023

Pada tanggal 1-2 dan 27-31 Oktober 2023 Suhu Udara di Belawan memiliki kisaran antara 24°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 28,3°C selama periode *spring tide* fase *full moon* bulan Oktober 2023 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* Oktober 2023.

### Angin Permukaan

Kondisi Angin permukaan di stasiun meteorologi kelas II Maritim Belawan Medan selama periode *Spring Tide* Oktober 2023 bervariasi dengan arah dominan bertiup dari Timur Laut dan Barat Daya hingga Barat dengan kecepatan rata-rata 3,38 Knot dan kecepatan maksimum mencapai 12 knot yang bertiup dari arah Timur Laut selama periode pasang maksimum. Pada tanggal 15 Oktober 2023, angin bertiup dari arah Utara dengan kecepatan 04 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 ke arah 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 Oktober periode *new moon*. Pada tanggal 29 Oktober 2023 angin maksimum bertiup dari arah Barat dengan kecepatan 04 knot.

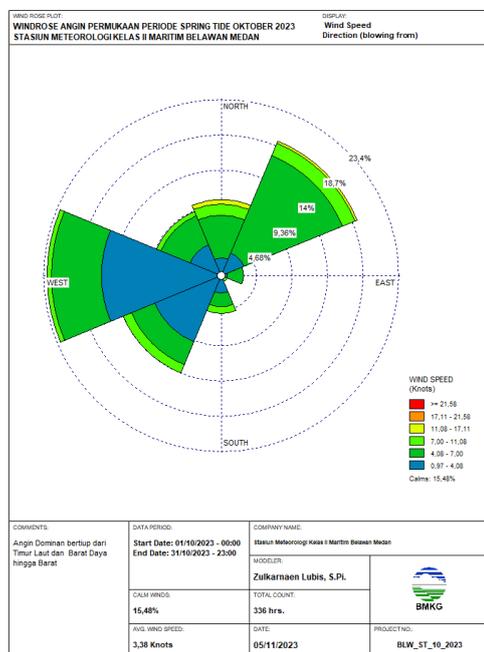


Hal ini menyebabkan massa air terdorong lebih jauh menjauhi garis pantai sehingga tidak mempengaruhi kondisi rob di wilayah pesisir belawan.

<https://www.bmkg.go.id/hilalgerhana/?p=fase-fase-bulan-dan-jarak-bumi-bulan-pada-tahun-2023&lang=ID>.

<https://wyldemoon.co.uk/the-moon/2023-lunar-calendar/>

<https://www.bmkg.go.id/berita/?p=fase-fase-bulan-dan-jarak-bumi-bulan-pada-tahun-2023>



Gambar 8. Windrose angin permukaan periode spring tide Oktober 2023

### 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.

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

