



Ber
#AKHLAK

bangga
melayani
bangsa

Vol. 04/2026

BULETIN METEOROLOGI OSEANOGRAFI INDONESIA

JANUARI 2026

ISSN 3089-9745



9 773089 974005

Direktorat Meteorologi Maritim

Deputi Bidang Meteorologi

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

(021)196

maritim.bmkg.go.id

@bmkgmaritim

@bmkgmaritim

Pengantar Redaksi

Kepada Pembaca yang Budiman,

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, Buletin Meteorologi-Oseanografi Indonesia Direktorat Meteorologi Maritim BMKG Vol. 4 edisi Januari 2026 dapat kembali hadir di tengah-tengah kita. Keberhasilan penerbitan edisi ini tidak lepas dari dukungan, kerja sama, dan dedikasi seluruh pihak yang terlibat, baik tim redaksi, mitra ahli, maupun para pemangku kepentingan. Kami menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya atas kontribusi yang telah diberikan.

Edisi kali ini menghadirkan pembaruan informasi, analisis terkini, dan kajian ilmiah di bidang observasi meteorologi maritim yang relevan dengan kebutuhan masyarakat, khususnya para pelaku sektor kemaritiman. Kami berkomitmen untuk terus meningkatkan kualitas konten agar buletin ini tidak hanya menjadi sumber informasi, tetapi juga wadah edukasi dan inovasi bagi pembaca.

Sebagai redaksi, kami menyadari sepenuhnya bahwa kesempurnaan hanyalah milik Yang Maha Kuasa. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, kami memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam penyajian materi, tata bahasa, maupun aspek teknis lainnya. Kritik dan saran konstruktif dari pembaca sangat kami harapkan untuk menyempurnakan edisi-edisi mendatang.

Akhir kata, semoga Buletin Meteorologi-Oseanografi Indonesia dapat menjadi sumber inspirasi dan referensi yang bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan serta penguatan literasi cuaca maritim di Indonesia. Selamat membaca, dan mari bersama menjaga semangat kolaborasi untuk Indonesia yang tangguh menghadapi dinamika iklim dan laut.

Hormat kami,

Tim Redaksi Buletin Meteorologi-Oseanografi Indonesia
Direktorat Meteorologi Maritim BMKG

Kata Pengantar

Puji syukur kehadirat Allah SWT, kami dengan bangga mempersembahkan Buletin Meteorologi-Oseanografi Indonesia Direktorat Meteorologi Maritim BMKG Volume 4, Edisi Januari Tahun 2026. Buletin ini hadir sebagai media berkelanjutan yang bertujuan menyajikan informasi, inovasi, dan pengetahuan terkini di bidang meteorologi maritim. Kehadirannya merupakan wujud nyata komitmen BMKG dalam meningkatkan peran aktifnya sebagai penyedia informasi cuaca maritim yang akurat, edukatif, dan mudah diakses oleh seluruh lapisan masyarakat Indonesia.

Pada edisi keempat ini, kami mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi, baik melalui ide, tenaga, waktu, maupun dukungan teknis, hingga buletin ini dapat tersusun. Partisipasi aktif dari para pemangku kepentingan, mitra kerja, dan tim penyusun adalah kunci terwujudnya terbitan ini sebagai sarana literasi meteorologi maritim yang bermanfaat.

Kami berharap Buletin Meteorologi-Oseanografi Indonesia tidak hanya menjadi referensi ilmiah, tetapi juga dapat mendorong peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya pemahaman cuaca maritim demi keselamatan dan produktivitas sektor kemaritiman. Melalui kolaborasi dan semangat berbagi pengetahuan, mari kita jadikan buletin ini sebagai langkah awal untuk memperkuat budaya literasi meteorologi maritim di Indonesia.

Kritik, saran, dan masukan dari pembaca sangat kami nantikan demi penyempurnaan edisi selanjutnya. Terima kasih atas perhatian dan dukungan seluruh pihak.

Selamat membaca!

Direktur Meteorologi Maritim

Dr. Eko Prasetyo, MT

Daftar Isi

BULETIN METEOROLOGI-OSEANOGRafi INDONESIA



Pengantar Redaksi.....	2
Kata Pengantar.....	3
Daftar Isi.....	4
Tim Redaksi.....	5
Analisis Kondisi Meteorologi - Oseanografi Global.....	6
1. <i>Madden-Julian Oscillation (MJO)</i>	7
2. <i>Indian Ocean Dipole (IOD)</i>	9
3. <i>El Nino-Southern Oscillation (ENSO)</i>	11
Analisis Kondisi Meteorologi - Oseanografi Regional.....	15
1. Analisis Monsun.....	16
2. Analisis Siklon Tropis.....	18
3. Analisis SPL dan Salinitas.....	23
4. Rekomendasi dan Evaluasi.....	27
Analisis Iklim Maritim.....	28
1. Arah dan Kecepatan Angin.....	29
2. Gelombang Laut.....	30
3. <i>Swell</i>	33
4. Arus.....	36
5. Salinitas.....	39
6. Anomali Suhu Permukaan Laut.....	42
7. Rekomendasi dan Evaluasi.....	44
Kejadian Cuaca dan Keadaan Laut Ekstrem.....	45
1. Analisis Kecelakaan Kapal.....	46
2. Rekapitulasi Kejadian Banjir Rob.....	50
3. Rekomendasi dan Evaluasi.....	51
Observasi Data Maritim.....	52
1. <i>Marine Automatic Weather Station (MAWS)</i>	53
2. <i>Vessel Automatic Weather Station (VAWS)</i>	57
3. <i>High Frequency Radar (HF Radar)</i>	62
4. Rekomendasi dan Evaluasi.....	65
Klimatologi Wilayah Pelayanan Maritim.....	66
Komitmen Mutu Berkelanjutan: Direktorat Meteorologi Maritim BMKG	
Perkuat Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2015.....	101
Sejarah Observasi Maritim di Indonesia.....	107

Tim Redaksi

BULETIN METEOROLOGI-OSEANOGRAFI INDONESIA



Diterbitkan oleh:

DIREKTORAT METEOROLOGI MARITIM



Pengarah :

Deputi Bidang Meteorologi

Penanggungjawab :

Direktur Meteorologi Maritim

Pimpinan Redaksi :

Eko Supriyadi

Editor:

Riris Adriyanto

Slamet Wiyono

Furqon Alfahmi

Oky Surendra

Yuli Kartiningsih

Rismanto Effendi

Ferry Yonathan

Staf Redaksi :

Widodo Agustyono

Imam Hidayat

Indah Fitrianti

Mia Utami Rachmadhaniati

M. Apdillah Akbar

Arum Putri Kusuma

Titi Sari

Ria Rosanti

Rodhi Janu Aldilla Putri

Widya Ayuningtiyas

Ivana Gabriela Suwana

Muhammad Alfaridzi

Awang Bagas Wiratama

Alamat Redaksi:

Direktorat Meteorologi Maritim
Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
Jl. Angkasa I No.2 Kemayoran, Jakarta Pusat 10610, PO Box 3540 Jkt.
Telp: (021)196 Email: tk1.pusmar@bmkg.go.id



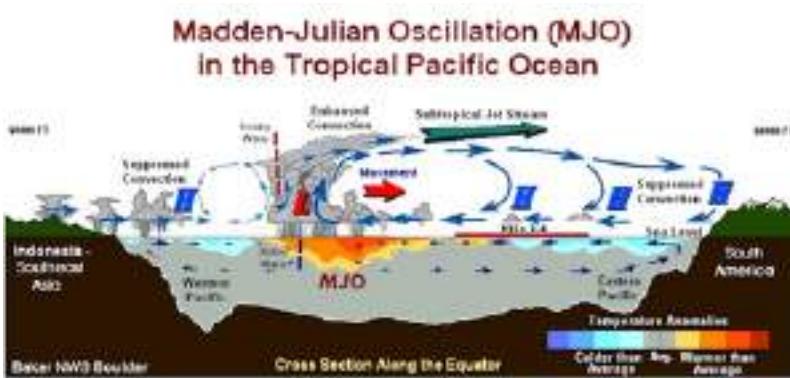
Analisis Kondisi Meteorologi - Oseanografi Global

September, Oktober, dan November 2025

MADDEN JULIAN OSCILATION (MJO)

DEFINISI

Madden-Julian Oscillation (MJO) merupakan fenomena gelombang atmosfer yang ditandai dengan penjalaran aktivitas konvektif ke arah timur yang melintasi wilayah tropis dalam periode 30-60 hari. Gambar 1.1 menunjukkan MJO dapat mempengaruhi kondisi angin, tekanan, tutupan awan dan meningkatkan curah hujan di wilayah yang dilewatinya.

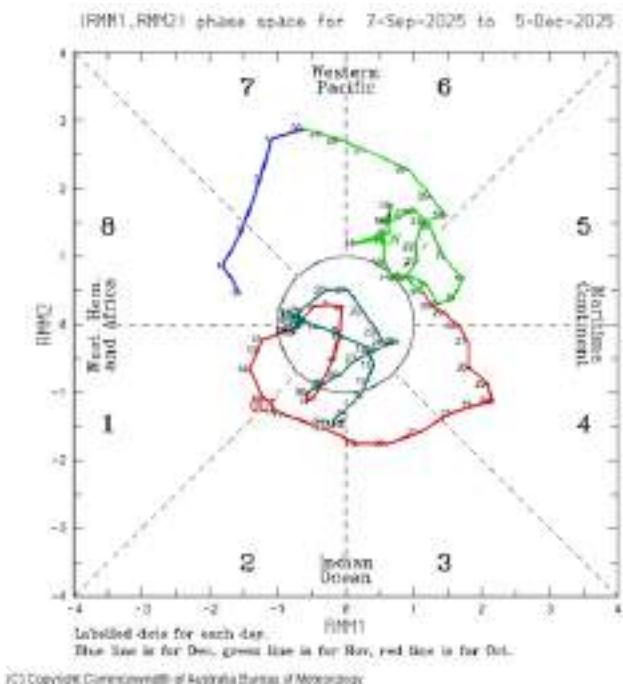


Gambar 1.1 Pergerakan MJO dan dampaknya di wilayah tropis. (Sumber: Baker NWS Boulder, diadaptasi dari NOAA)

Pengaruh MJO dapat ditinjau dari nilai *Outgoing Longwave Radiation* (OLR) untuk mengidentifikasi area yang tertutup awan di wilayah tropis. Semakin negatif nilai OLR di suatu wilayah mengindikasikan semakin banyak tutupan awan di wilayah tersebut - indikasi MJO aktif. Sebaliknya, semakin positif nilai OLR menunjukkan semakin sedikit tutupan awan di wilayah tersebut, indikasi MJO tidak aktif. Selain itu, lokasi MJO secara spasial dapat dilihat dari kontur MJO dalam peta anomali OLR yang difilter berdasarkan gelombang dan frekuensi tertentu.

Gambar 1.2 merupakan diagram fase MJO periode September – Desember 2025 dengan gambaran kondisi umum menunjukkan bahwa aktivitas MJO selama periode pengamatan tersebut didominasi amplitudo lemah (berada di dalam lingkaran tengah). Kondisi ini mengindikasikan bahwa pengaruh MJO terhadap dinamika cuaca maritim di wilayah perairan Indonesia tidak terlalu signifikan.

Lintasan penjalaran dan kekuatan MJO digambarkan dengan indeks *Real-time Multivariate* (RMM) yang dibagi menjadi 8 kuadran diagram fase berdasarkan letak geografisnya. Pada Gambar 1.2, MJO dikatakan lemah jika indeks RMM berada di tengah lingkaran. Semakin jauh indeks RMM dari lingkaran maka MJO dinilai semakin kuat.

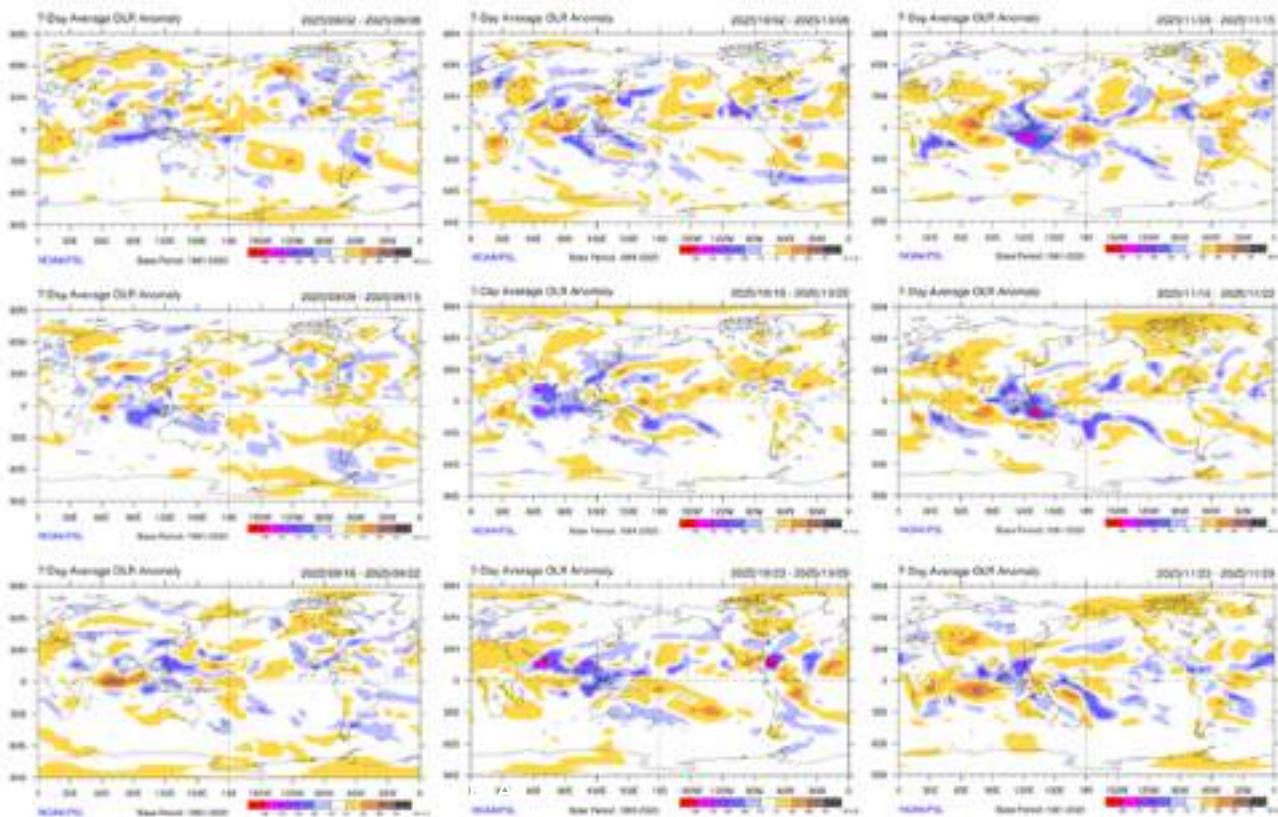


Gambar 1.2 Diagram fase MJO periode September hingga November 2025 (Sumber: Bureau of Meteorology, Australia).

OUTGOING LONGWAVE RADIATION (OLR)

ANALISIS

MJO terpantau bergerak pada fase 2 hingga fase 4 (Samudera Hindia hingga *Maritime Continent* awal) di bulan September dengan amplitudo yang relatif kecil, kemudian terjadi pergeseran di bulan Oktober dengan dominasi fase 6 hingga 7 (*Western Pacific*) masih didominasi dengan amplitudo kecil hingga sedang. Pada bulan November terjadi penguatan sementara dikarenakan sesekali garis keluar dari lingkaran tengah, terjadi pada fase 5 hingga 6 (*Maritime Continent* hingga *Western Pacific*) namun tidak cukup signifikan untuk memberikan dampak luas dan persisten. Pada Desember awal MJO kembali melemah dan berpusat di fase 3 - 4 (Samudera Hindia). Kesimpulan yang dapat ditarik adalah dengan amplitudo MJO yang umumnya lemah, sehingga peningkatan potensi hujan lebat, angin kencang, dan gelombang tinggi akibat MJO tidak signifikan. Kondisi cuaca maritim di wilayah perairan Indonesia umumnya lebih dipengaruhi oleh sistem monsun, sirkulasi regional, dan kondisi lokal.



Gambar 1.3 Peta OLR periode September hingga November 2025 (Sumber : NOAA)

OUTGOING LONGWAVE RADIATION (OLR)

ANALISIS

Kondisi Umum OLR berdasarkan analisis anomali OLR periode September hingga November dari Gambar 1.3, terpantau pola anomali negatif dan positif yang bervariasi di wilayah perairan Indonesia. Anomali OLR negatif (nilai lebih rendah dari normal) mengindikasikan peningkatan tutupan awan konvektif, sedangkan anomali positif menunjukkan kondisi atmosfer yang relatif lebih stabil. Sebaran Anomali OLR pada sebagian wilayah perairan Indonesia, khususnya di wilayah barat hingga tengah, terlihat anomali OLR negatif lemah hingga sedang, yang mengindikasikan adanya potensi peningkatan aktivitas konveksi dan pertumbuhan awan hujan. Sementara itu, di beberapa wilayah perairan lainnya masih terpantau anomali OLR positif, yang menunjukkan kondisi cuaca relatif lebih stabil.

Dampak terhadap cuaca maritim akibat adanya anomali OLR negatif di sejumlah wilayah perairan Indonesia terutama di wilayah Perairan Barat Sumatera hingga Selat Malaka berpotensi meningkatkan kejadian hujan dengan intensitas ringan hingga sedang, yang dapat disertai angin kencang di sekitar sistem awan konvektif. Sedangkan pada wilayah Selat Sunda hingga Laut Jawa menunjukkan potensi peningkatan hujan bersifat lokal. Namun demikian, karena intensitas anomali umumnya lemah hingga sedang, potensi cuaca maritim signifikan diperkirakan bersifat lokal dan tidak merata.

INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD)

DEFINISI

Perubahan berkelanjutan pada suhu permukaan laut di Samudera Hindia bagian barat dan timur wilayah tropis, dikenal dengan istilah *Indian Ocean Dipole* (IOD). IOD merupakan salah satu unsur variabilitas iklim yang memberikan dampak signifikan pada pola musim yang terjadi di Indonesia. Secara umum, IOD memiliki tiga fase yakni fase netral, positif dan negatif.

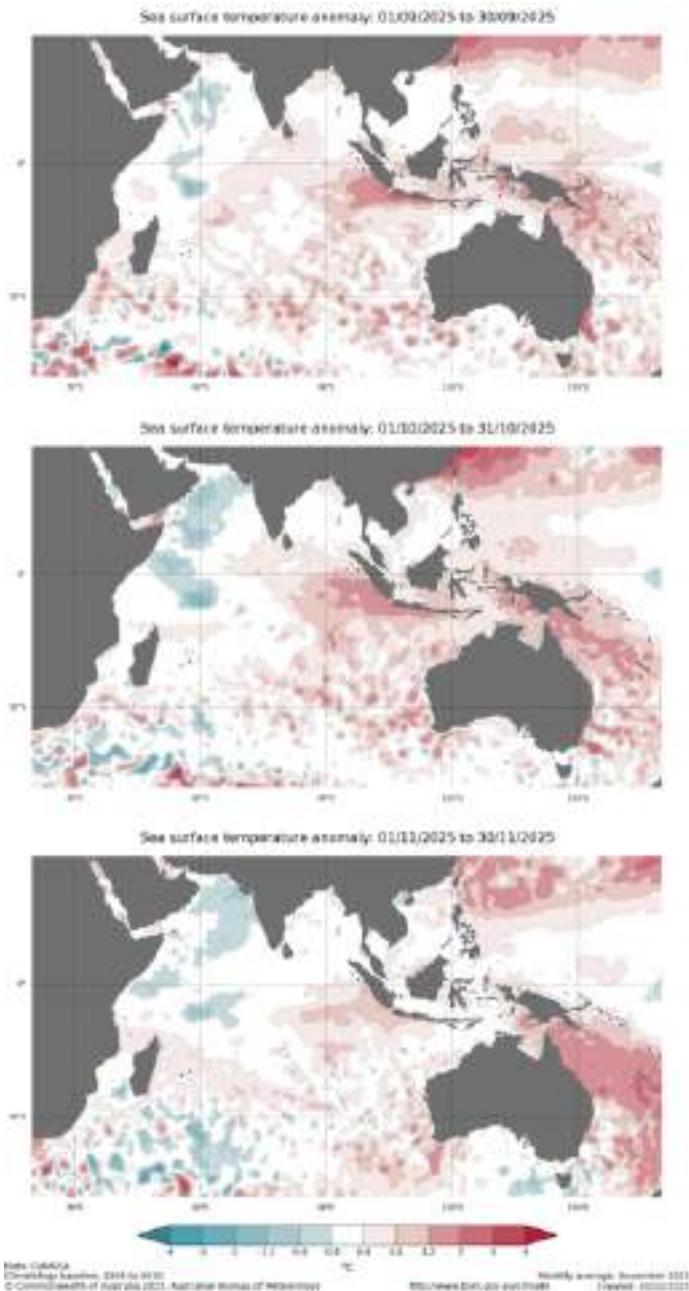
ANALISIS



Gambar 1.4 Nilai indeks IOD (Sumber: *Bureau of Meteorology, Australia*).

Berdasarkan Gambar 1.4, nilai indeks IOD pada periode September hingga November 2025 menunjukkan fase IOD Negatif kuat. Pada bulan September, indeks berada pada kisaran moderat hingga kuat, yaitu antara -1.27 hingga -1.15. Intensitas IOD kemudian menguat pada bulan Oktober hingga awal November, ditandai dengan penurunan nilai indeks mencapai titik terendah sebesar -1.94. Kondisi ini mengindikasikan bahwa Suhu Permukaan Laut (SPL) di perairan barat Sumatera lebih hangat dari kondisi normal, yang berimplikasi pada peningkatan penguapan (konveksi). Menjelang akhir November, indeks IOD mulai mengalami pelembahan (nilai meningkat) menjadi -0.46.

INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD)

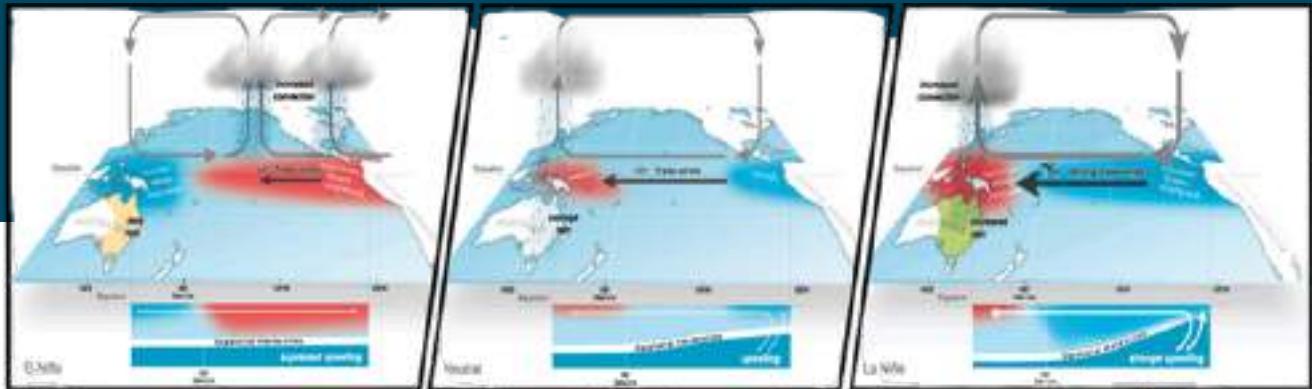


Gambar 1.5 Anomali SPL di Samudera Hindia periode September hingga November 2025 (Sumber: *Bureau of Meteorology, Australia*)

Berdasarkan Gambar 1.5, distribusi anomali SPL di Samudra Hindia selama periode September hingga November 2025 menunjukkan kondisi yang lebih hangat (anomali positif) di wilayah perairan barat Sumatera. Pada bulan September, terjadi peningkatan anomali SPL yang signifikan di kawasan tersebut dengan kisaran nilai $+0.4^{\circ}\text{C}$ hingga $+2.0^{\circ}\text{C}$. Kondisi hangat ini bertahan relatif stabil hingga bulan Oktober tanpa perubahan intensitas yang berarti. Namun, memasuki bulan November, anomali menghangat tersebut mulai meluruh (melemah), dimana nilai anomali SPL turun menjadi kisaran $+0.4^{\circ}\text{C}$ hingga $+1.2^{\circ}\text{C}$.

ENSO

ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*) adalah fenomena iklim yang menggambarkan fluktuasi SPL dan tekanan atmosfer di Samudra Pasifik, yang mempengaruhi pola cuaca global secara signifikan.



Gambar 1.6 El Niño, Netral, dan La Niña, beserta pengaruhnya terhadap pola angin dan curah hujan di kawasan Pasifik (Sumber: Bureau of Meteorology, Australia).

ENSO terdiri dari tiga fase utama yakni El Nino, La Nina, dan fase netral. El Nino terjadi ketika SPL di bagian tengah dan timur Samudra Pasifik lebih tinggi dari rata-rata normalnya, menyebabkan peningkatan suhu global dan cuaca ekstrem. Sebaliknya, La Nina terjadi ketika SPL di wilayah yang sama lebih dingin dari rata-rata, yang berhubungan dengan cuaca yang lebih sejuk dan hujan lebat. Fase netral, di mana SPL hampir tidak menunjukkan fluktuasi besar, menciptakan cuaca yang lebih stabil. Proses ENSO dipengaruhi oleh interaksi antara perubahan SPL dan sirkulasi atmosfer di Samudra Pasifik. Fenomena ENSO ini memiliki dampak besar terhadap pola cuaca, termasuk pertanian, SPL, serta meningkatkan risiko cuaca ekstrem seperti hujan lebat, kekeringan berkepanjangan, dan banjir, sehingga pemantauannya sangat penting untuk perencanaan bencana dan kebijakan iklim global.

ENSO dapat dihitung dengan menggunakan indeks Nino 3.4 yang menggambarkan perbedaan anomali nilai suhu muka laut antara Samudera Pasifik barat (sebelah timur Papua Indonesia) dan timur (Pantai Barat Amerika). Pengaruh ENSO di Indonesia dapat signifikan dan bervariasi tergantung pada fase yang terjadi. Pada fase El Nino, SPL di Samudra Pasifik bagian tengah dan timur meningkat, menyebabkan penurunan curah hujan di Indonesia. Hal ini mengarah pada kekeringan yang lebih panjang dan intens, dengan dampak besar pada sektor pertanian, ketersediaan air, dan peningkatan risiko kebakaran hutan dan lahan. Selain itu, El Nino juga dapat memperburuk bencana alam seperti kekeringan ekstrem.

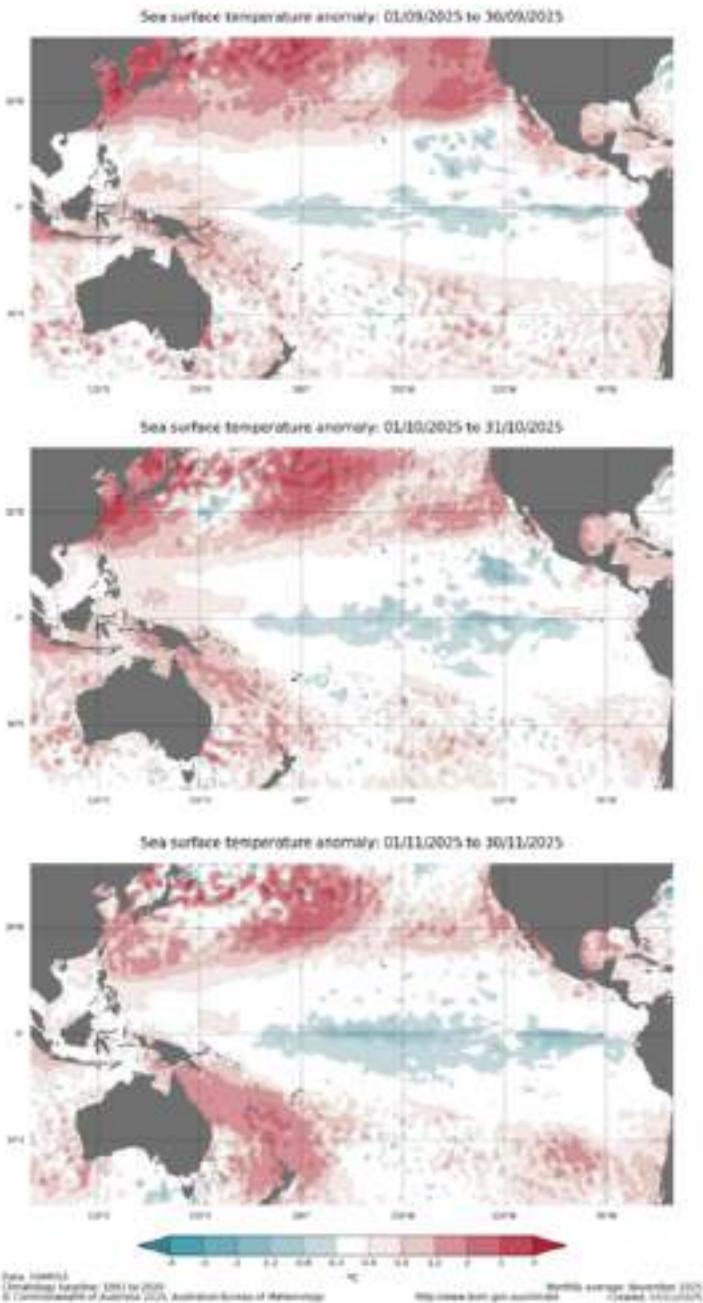
Sebaliknya, pada fase La Nina, SPL lebih rendah dari rata-rata yang menyebabkan peningkatan curah hujan di Indonesia. Fenomena ini dapat memicu bencana hidrometeorologi seperti banjir dan longsor, terutama di wilayah yang rawan bencana. Pada fase netral, di mana SPL hampir normal, cuaca di Indonesia cenderung lebih stabil dengan pola hujan dan kemarau yang teratur, memberikan dampak yang lebih terkendali bagi sektor pertanian karena curah hujan yang tidak ekstrem.

ANALISIS



Gambar 1.7 Indeks Nino 3.4 (Sumber: *Bureau of Meteorology*, Australia).

Gambar 1.7 menunjukkan nilai Indeks Nino 3.4 yang menandakan bahwa selama periode SON 2025 menunjukkan bahwa kondisi ENSO berada dalam fase La Nina yang berkembang dan relatif konsisten hingga akhir periode. Pada bulan September 2025, nilai Indeks Nino 3.4 berada pada kisaran sekitar -0.7 hingga -0.8 $^{\circ}\text{C}$, yang mengindikasikan adanya La Nina lemah. Pada fase ini terlihat bahwa SPL di wilayah Nino 3.4 lebih dingin dari normal. Memasuki bulan Oktober 2025, indeks menunjukkan pendinginan lanjutan, dengan nilai berkisar antara -0.8 hingga -0.9 $^{\circ}\text{C}$. Hal ini menandakan bahwa La Nina tidak hanya bertahan, tetapi juga sedikit menguat. Pada bulan November 2025, grafik menunjukkan nilai sebesar -0.91 $^{\circ}\text{C}$, yang mengonfirmasi bahwa fase La Nina lemah menuju moderat masih berlangsung hingga akhir musim SON. Stabilitas nilai indeks menunjukkan bahwa sistem ENSO berada pada kondisi La-Nina cukup persisten.



Gambar 1.8 Anomali SPL di Samudera Pasifik periode September – November 2025 (Sumber: *Bureau of Meteorology*, Australia).

Kondisi umum selama periode SON 2025, Indeks Nino 3.4 menunjukkan transisi menuju fase La Niña, ditandai oleh pendinginan bertahap dan konsisten dari September hingga November. Tidak terlihat indikasi pelemahan signifikan atau transisi menuju kondisi netral dalam periode ini. Implikasinya, bagi wilayah maritim Indonesia dan Pasifik barat, kondisi ini umumnya berkorelasi dengan peningkatan konveksi dan curah hujan.

Gambar 1.8 memperlihatkan anomali SPL di Samudera Pasifik periode SON 2025 yang ditandai oleh pendinginan yang konsisten di wilayah Pasifik ekuatorial tengah-timur serta pemanasan relatif di Pasifik barat, termasuk perairan Indonesia. Pola ini sejalan dengan keberlanjutan fase La Niña lemah hingga mendekati moderat. Kondisi ini berperan penting dalam mengatur distribusi panas dan dinamika atmosfer di kawasan Pasifik tropis.

Pada September 2025, anomali SPL negatif mulai berkembang dan mendominasi Pasifik ekuatorial tengah hingga timur, terutama di wilayah yang berasosiasi dengan area Nino 3.4. Pendinginan ini ditunjukkan oleh warna biru muda hingga biru, sementara di Pasifik barat dan wilayah lintang menengah Pasifik utara tampak anomali positif yang mengindikasikan akumulasi panas di luar wilayah ekuatorial. Pada Oktober 2025, pendinginan tersebut meluas dan menguat hingga mendekati pantai Amerika Selatan dengan intensitas sekitar -0.8 hingga -1.2 $^{\circ}\text{C}$.

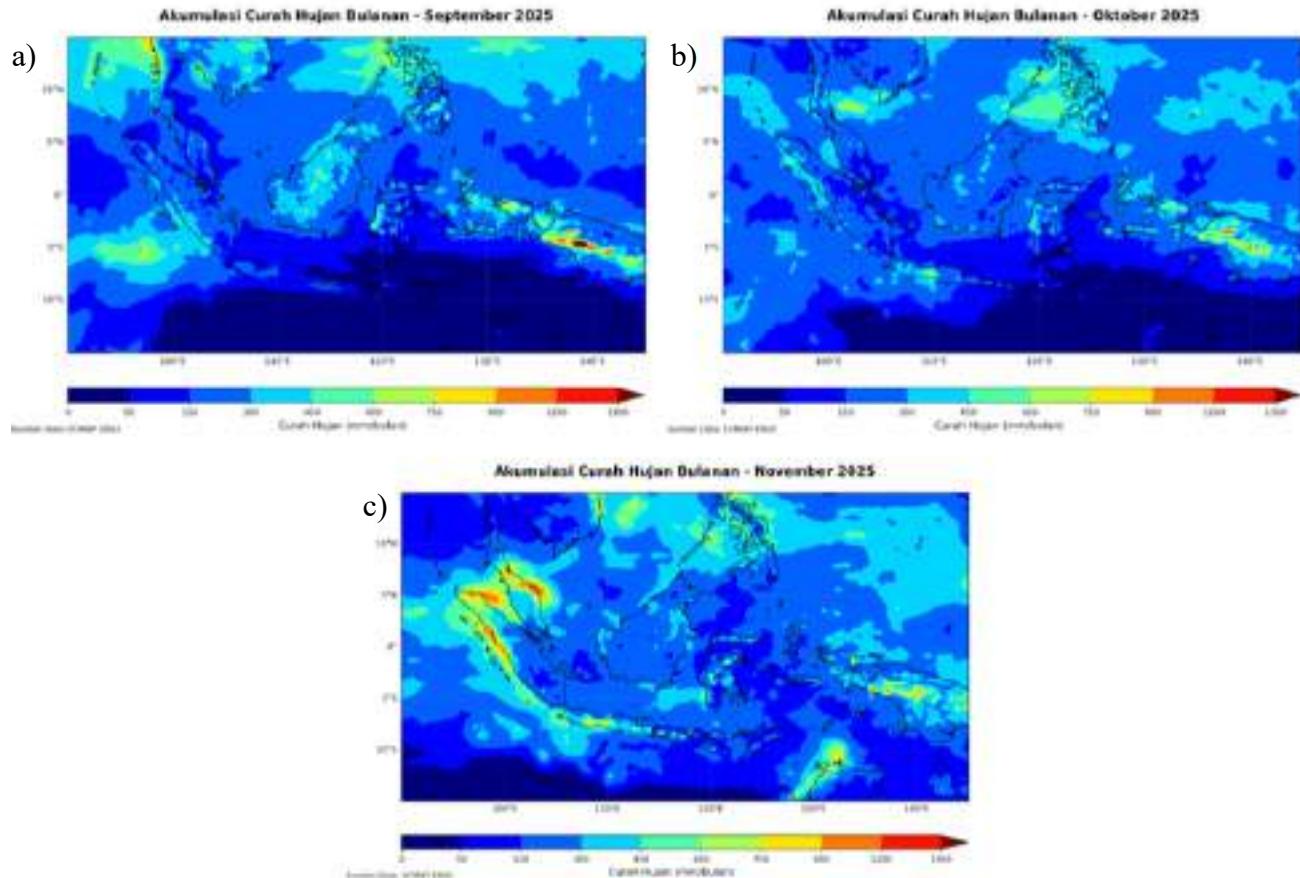
Pada bulan November 2025, pola pendinginan di wilayah ekuator tetap bertahan dan terfokus di Pasifik tengah-timur, menunjukkan stabilitas fase La Niña. Anomali negatif masih mendominasi wilayah tersebut, sementara anomali positif tetap bertahan di Pasifik barat dan lintang menengah. Bertahannya pola ini hingga November mengindikasikan bahwa sistem ENSO telah berada pada kondisi yang relatif stabil. **Secara keseluruhan**, pemanasan relatif di perairan Indonesia dan Pasifik barat mendukung peningkatan konveksi dan potensi curah hujan yang lebih tinggi dari normal di wilayah Indonesia, sedangkan Pasifik tengah-timur cenderung mengalami kondisi yang lebih dingin dan kering selama periode SON 2025.



Analisis Kondisi Meteorologi - Oseanografi Regional

September, Oktober, dan November 2025

Analisis MONSUNAL



Gambar 2.1 Peta distribusi curah hujan (a) September (b) Oktober (c) November 2025

Pada Gambar 2.1 menunjukkan (a) Distribusi curah hujan bulan September 2025 untuk wilayah perairan Selat Malaka, Perairan Barat Sumatera, Selat Sunda, Laut Jawa, Samudera Hindia Selatan Jawa hingga Nusa Tenggara, masuk dalam kategori wilayah dengan curah hujan bulanan rendah hingga menengah, dengan akumulasi curah hujan sebesar 50 – 150 mm/bulan.

Sedangkan wilayah Selat Makassar hingga Laut Flores, Perairan Maluku, Perairan Papua, dan Samudera Pasifik Barat, masuk dalam kategori wilayah dengan curah hujan menengah hingga tinggi, dengan akumulasi curah hujan sebesar 100 - 500 mm/bulan.

Gambar 2.1 menunjukkan (b) Distribusi curah hujan bulan Oktober 2025 untuk wilayah Samudera Hindia (Selatan Sumatera, Jawa, Bali, hingga NTT), dan Laut Arafuru, masuk dalam kategori wilayah dengan curah hujan bulanan rendah hingga menengah, dengan akumulasi curah hujan sebesar 50 – 400 mm/bulan.

Sedangkan wilayah Selat Makassar hingga Laut Jawa, Selat Makassar, Laut Sulawesi, dan Laut Banda masuk dalam kategori wilayah dengan curah hujan tinggi hingga sangat tinggi, dengan akumulasi curah hujan sebesar 400 - 800 mm/bulan.

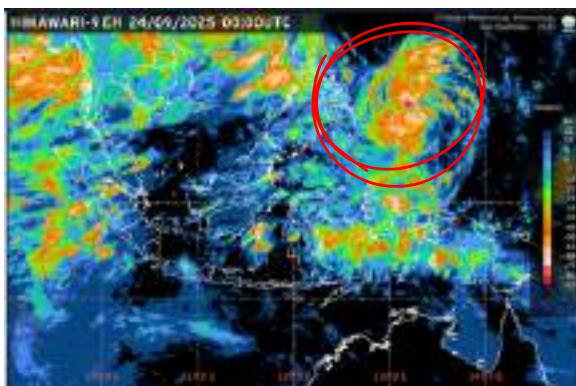
Analisis MONSUNAL

Gambar 2.1 menunjukkan (c) Distribusi curah hujan bulan November 2025 pada umumnya untuk wilayah perairan Indonesia menunjukkan peningkatan, terutama pada wilayah Perairan Barat dan Perairan Utara Indonesia yakni Samudera Hindia Barat Sumatera, Laut Sulawesi, dan Selat Makassar, masuk dalam kategori wilayah dengan curah hujan bulanan tinggi hingga sangat tinggi, dengan akumulasi curah hujan sebesar 500 – 1200 mm/bulan. Akibat dari pengaruh masuknya angin baratan, penguatan sirkulasi monsun Asia, dan efek pendinginan daratan Mongolia yang menghasilkan *cold surge*. Sedangkan wilayah Laut Jawa, Laut Banda, dan Laut Arafuru masuk dalam kategori wilayah dengan curah hujan menengah hingga tinggi, dengan akumulasi curah hujan sebesar 200 - 600 mm/bulan sebagai akibat pengaruh topografi lokal.

Analisis Siklon Tropis

Selama periode September hingga November 2025 dari halaman *Tropical Cyclone Warning Center* (TCWC) terdapat 5 siklon tropis yang memberikan dampak tidak langsung terhadap wilayah perairan di Indonesia. Kejadian Siklon tropis tersebut lima diantaranya terjadi di belahan bumi utara dan satu kejadian siklon tropis yang terjadi di belahan bumi selatan.

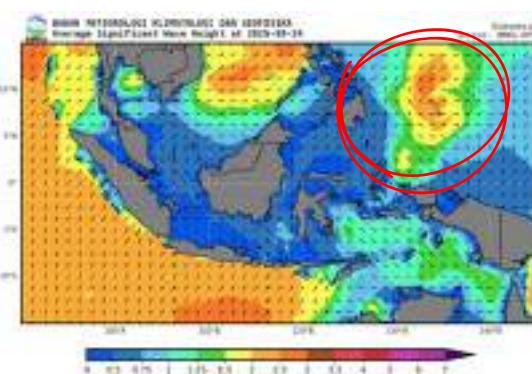
a. Siklon Tropis Bualoi



a)



b)



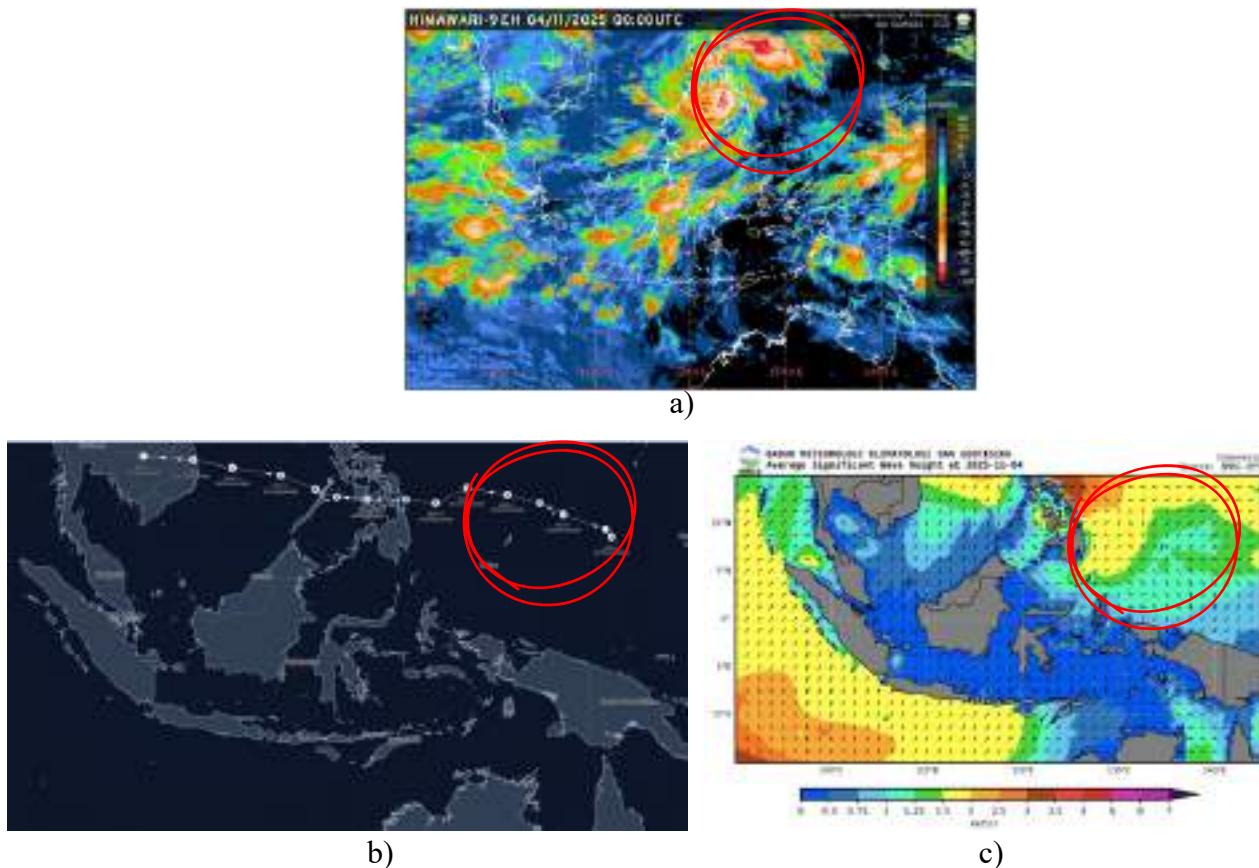
c)

Gambar 2.2 (a) Satelit Siklon Tropis Bualoi; (b) Trayektori siklon Tropis Bualoi; (c) Peta gelombang signifikan saat terjadi siklon Tropis Bualoi (Sumber: TCWC).

Berdasarkan laporan TCWC Jakarta pada 25 September 2025, Siklon Tropis Bualoi terpantau aktif di Laut Filipina, tepatnya di tenggara Pulau Luzon, dengan intensitas angin maksimum mencapai 70 knot (130 km/jam) dan tekanan udara minimum 970 hPa. Meskipun pergerakan siklon ini mengarah ke barat-barat laut dan menjauhi wilayah Indonesia, aktivitasnya memberikan dampak tidak langsung terhadap kondisi maritim di perairan Samudra Pasifik Utara Maluku dan Papua Barat Daya. Hal ini terkonfirmasi melalui peta rata-rata gelombang pada tanggal 24 September, yang menunjukkan peningkatan tinggi gelombang laut berkisar antara 1.5 hingga 3 meter di wilayah perairan tersebut akibat pengaruh siklon.

Analisis Siklon Tropis

b. Siklon Tropis Kalmaegi

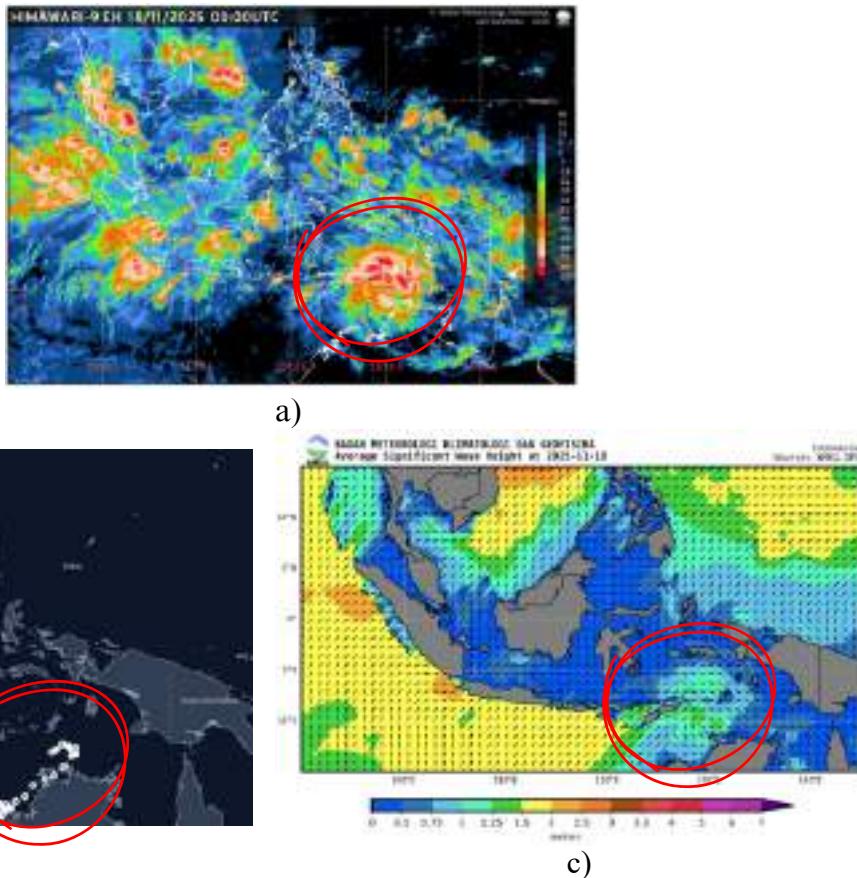


Gambar 2.3 (a) Satelit Siklon Tropis Kalmaegi; (b) Trayektori siklon Tropis Kalmaegi; (c) Peta gelombang signifikan saat terjadi siklon Tropis Kalmaegi (Sumber: TCWC).

Berdasarkan laporan TCWC Jakarta pada 05 November 2025, Siklon Tropis Kalmaegi yang teridentifikasi sebagai perkembangan lanjut dari bibit siklon 98W terpantau aktif di Laut Filipina Barat, tepatnya di sebelah timur Vietnam. Sistem ini memiliki intensitas yang cukup kuat dengan kecepatan angin maksimum mencapai 85 knot (155 km/jam) dan tekanan udara minimum 950 hPa, serta bergerak secara konsisten ke arah Barat-Barat Laut. Meskipun pusat siklon berada jauh, aktivitasnya memberikan dampak tidak langsung yang mempengaruhi kondisi maritim di wilayah Indonesia, khususnya menyebabkan peningkatan tinggi gelombang laut berkisar antara 1.25 hingga 2 meter di Perairan Samudra Pasifik Utara Maluku dan Perairan Kepulauan Talaud.

Analisis Siklon Tropis

c. Siklon Tropis Fina

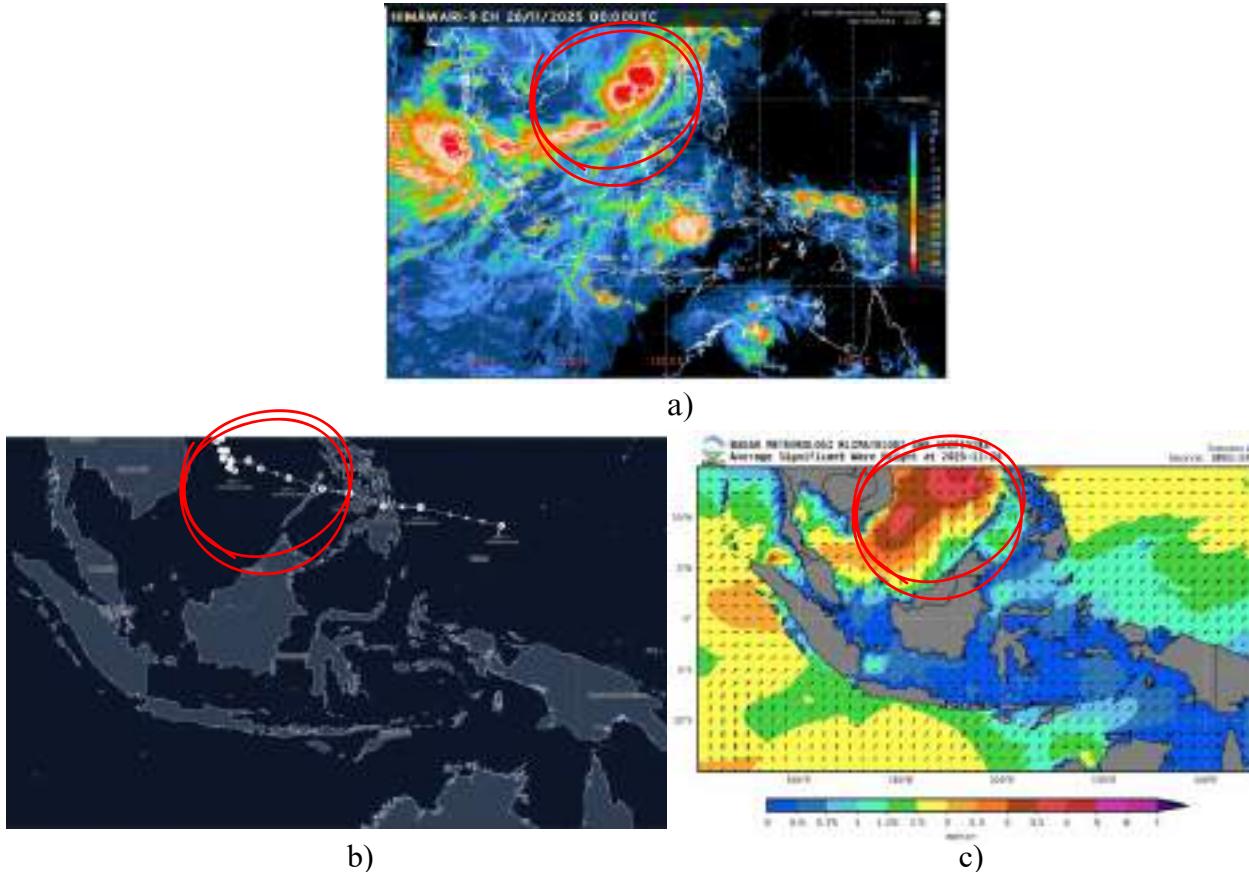


Gambar 2.4 (a) Satelit Siklon Tropis Fina; (b) Trayektori siklon Fina;
(c) Peta gelombang signifikan saat terjadi siklon Tropis Fina (Sumber: TCWC).

Berdasarkan laporan TCWC Jakarta pada 24 November 2025, Siklon Tropis Fina terpantau berada di wilayah daratan Australia bagian barat dengan intensitas yang cukup tinggi, ditandai oleh kecepatan angin maksimum mencapai 85 knot (155 km/jam) dan tekanan udara minimum 955 hPa. Sistem ini bergerak ke arah Barat Daya sehingga lintasannya terus menjauhi wilayah Indonesia. Meskipun demikian, keberadaan siklon tersebut memberikan dampak tidak langsung terhadap kondisi maritim di perairan selatan Indonesia, khususnya di Samudra Hindia selatan Nusa Tenggara Timur (NTT) serta Laut Arafuru bagian barat dan tengah. Berdasarkan analisis peta gelombang signifikan, pengaruh siklon ini menyebabkan ketinggian gelombang di wilayah-wilayah perairan tersebut berkisar antara 1 hingga 1.5 meter.

Analisis Siklon Tropis

d. Siklon Tropis Koto

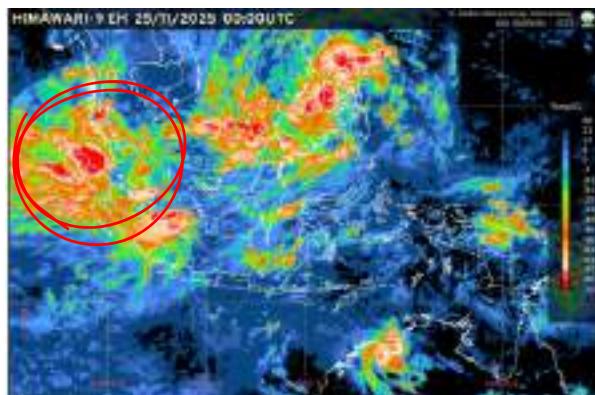


Gambar 2.5 (a) Satelit Siklon Tropis Koto; (b) Trayektori siklon Tropis Koto;
(c) Peta gelombang signifikan saat terjadi siklon Tropis Koto (Sumber: TCWC).

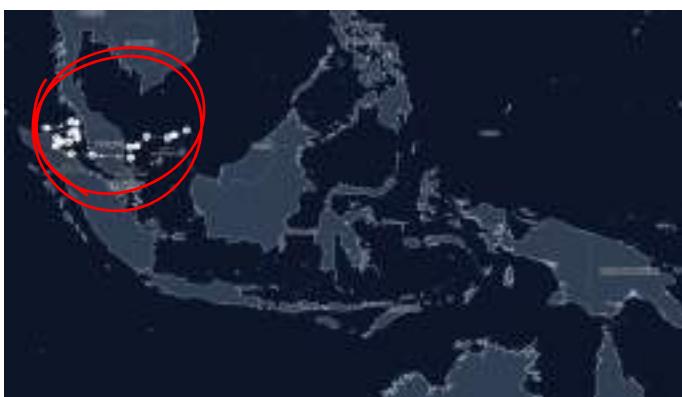
Berdasarkan laporan TCWC Jakarta pada tanggal 26 November 2025, Siklon Tropis KOTO teridentifikasi sebagai hasil perkembangan dari bibit siklon 92W yang berlokasi di Laut Cina Selatan. Sistem ini memiliki intensitas kecepatan angin maksimum mencapai 45 knot (85 km/jam) dengan tekanan udara minimum sebesar 992 hPa, serta menunjukkan pola pergerakan dominan ke arah Barat Laut hingga Utara yang semakin menjauhi wilayah Indonesia. Meskipun lintasannya menjauh, aktivitas siklon ini memberikan dampak tidak langsung yang signifikan terhadap perairan Indonesia, khususnya di Laut Natuna Utara. Berdasarkan pantauan peta gelombang signifikan, pengaruh sistem ini memicu peningkatan tinggi gelombang laut di wilayah perairan tersebut dengan kisaran antara 1.25 hingga 3.5 meter.

Analisis Siklon Tropis

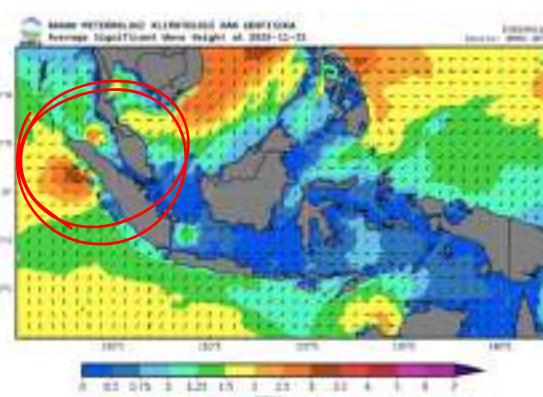
e. Siklon Tropis Senyar



a)



b)



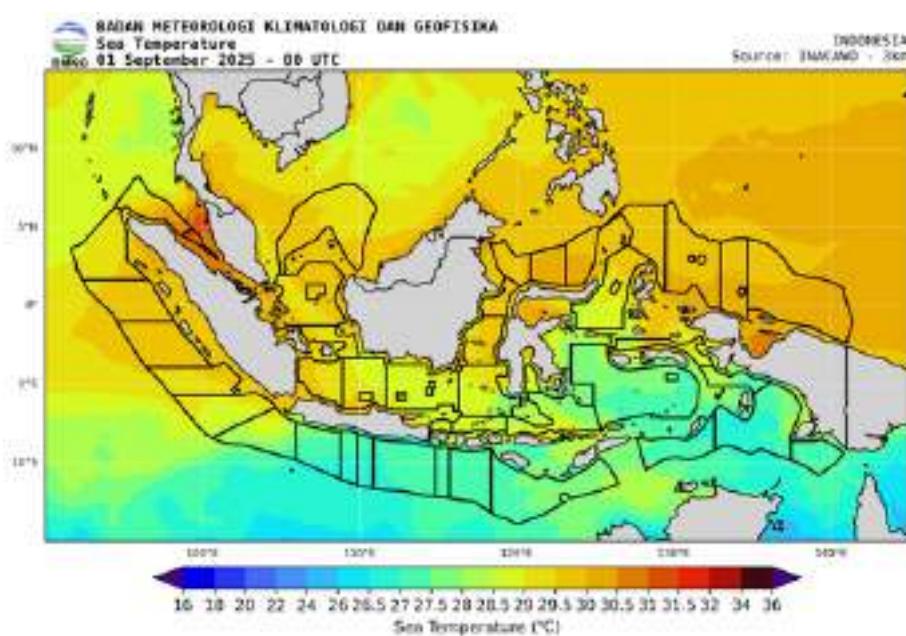
c)

Gambar 2.6 (a) Satelit Siklon Tropis Senyar; (b) Trayektori siklon Tropis Senyar; (c) Peta gelombang signifikan saat terjadi siklon Tropis Senyar (Sumber: TCWC).

Berdasarkan laporan TCWC Jakarta pada tanggal 26 November 2025, Siklon Tropis Senyar, yang merupakan perkembangan dari babit siklon 95B, menunjukkan dinamika pergerakan yang unik dimulai dari pembentukannya di Selat Malaka. Sistem ini bergerak memasuki wilayah daratan Sumatera Utara, kemudian bergeser menjauh ke arah timur melewati Kuala Lumpur hingga mencapai perairan Laut Natuna. Dengan kecepatan angin maksimum 40 knot (74 km/jam) dan tekanan udara 996 mb, keberadaan Siklon Tropis Senyar memberikan dampak langsung yang signifikan terhadap kondisi cuaca, angin kencang dan kondisi perairan di wilayah barat Indonesia. Dampak tersebut memicu peningkatan tinggi gelombang laut yang berkisar antara 1.25 hingga 3.5 meter, yang secara spesifik melanda perairan Selat Malaka, Laut Natuna Utara, serta perairan Samudra Hindia di sebelah barat Kepulauan Nias.

Analisis SPL & SALINITAS

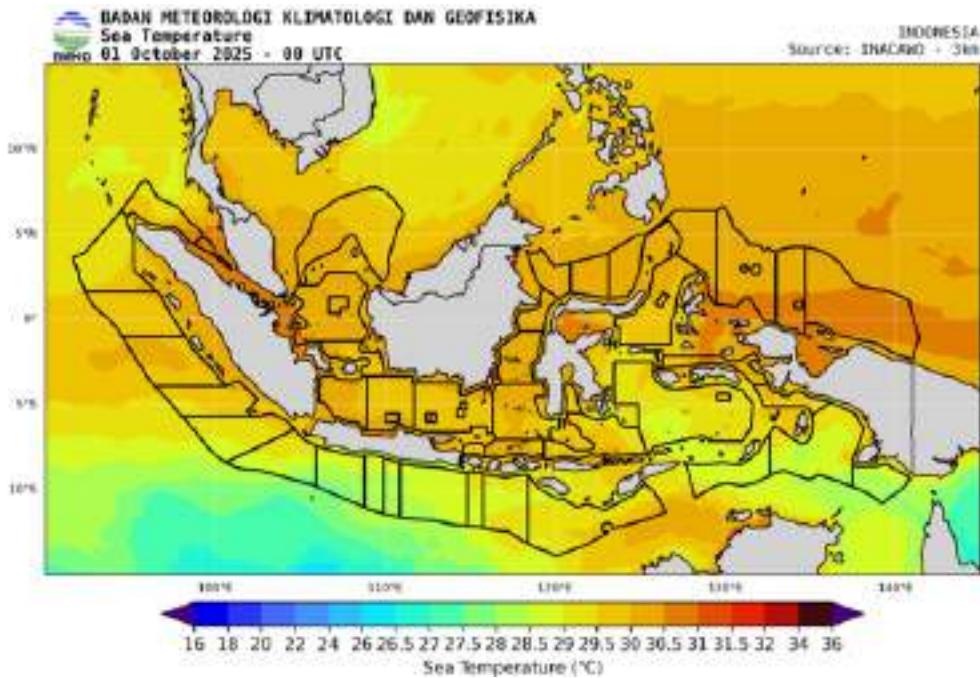
“Suhu Permukaan Laut (SPL) adalah suhu air laut yang terletak di lapisan permukaan atau lapisan paling atas dari lautan. Suhu ini sangat penting karena dapat memengaruhi banyak aspek iklim dan cuaca di Bumi, serta berhubungan erat dengan fenomena atmosfer dan iklim global, seperti El Nino, La Nina, dan musim hujan. Suhu permukaan laut memiliki peran yang sangat besar dalam sistem iklim global karena ia mempengaruhi evaporasi, curah hujan, dan pola sirkulasi atmosfer.”



Gambar 2.7 Suhu permukaan laut bulan September wilayah Indonesia
(Sumber: BMKG)

Gambar 2.7 menunjukkan kondisi SPL wilayah Indonesia pada bulan September 2025 di mana distribusi SPL di wilayah perairan Indonesia menunjukkan pola spasial yang kontras antara wilayah utara–barat dan selatan Indonesia. Secara umum, perairan Indonesia bagian barat dan utara, yang meliputi Laut Natuna Utara, Selat Malaka, Laut Jawa bagian utara, Laut Sulawesi, dan perairan utara Papua didominasi oleh SPL relatif hangat, dengan kisaran suhu sekitar 29–31 °C. Kondisi ini dapat mencerminkan adanya akumulasi panas permukaan laut akibat radiasi matahari yang masih tinggi, kecepatan angin yang relatif lebih lemah, serta keterkaitan dengan pemanasan Pasifik barat pada fase La Nina. Laut yang hangat ini berperan penting sebagai sumber energi dan uap air. Sebaliknya, perairan Indonesia bagian selatan, khususnya selatan Jawa, Bali, Nusa Tenggara hingga Laut Timor dan Arafura bagian Selatan, menunjukkan SPL yang lebih rendah, berkisar antara 24–27 °C, bahkan lebih dingin di beberapa lokasi lepas pantai. Selanjutnya di wilayah Indonesia tengah, seperti Laut Banda, Laut Flores, dan Selat Makassar, SPL berada pada kisaran 27–29 °C.

Analisis SPL & SALINITAS

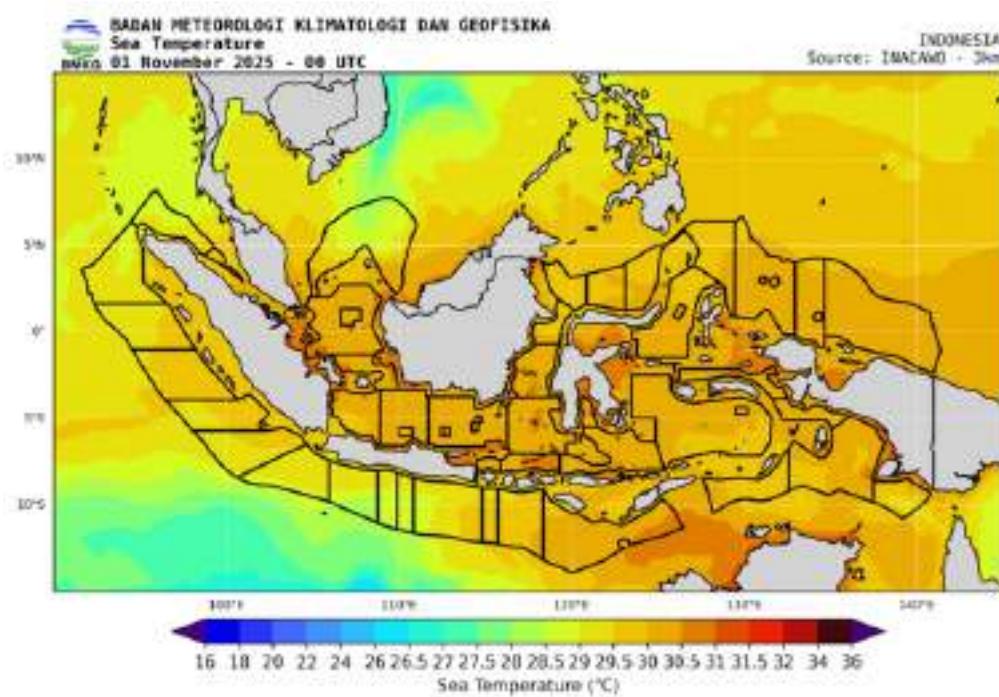


Gambar 2.8 Suhu permukaan laut bulan Oktober wilayah Indonesia
(Sumber: BMKG)

Gambar 2.8 adalah SPL wilayah Indonesia pada bulan Oktober 2025 dimana hampir seluruh perairan Indonesia menunjukkan pemanasan yang lebih merata dibandingkan bulan September. Secara umum, suhu permukaan laut berada pada kisaran 28.5 – 30.5 °C, dengan area yang luas di Indonesia barat, tengah, dan timur telah mencapai atau melampaui 29 °C. Di perairan Indonesia bagian barat, termasuk Selat Malaka, perairan barat Sumatra, Laut Jawa, dan Selat Karimata, SPL relatif hangat hingga sangat hangat, berkisar 29 – 31 °C.

Pada wilayah Indonesia tengah, seperti Laut Flores, Laut Banda, Selat Makassar, dan Laut Sulawesi, SPL juga mengalami peningkatan signifikan dibandingkan bulan September, dengan suhu dominan 28.5 – 30 °C. Sementara itu, perairan selatan Indonesia, khususnya selatan Jawa hingga Nusa Tenggara, masih menunjukkan SPL yang relatif lebih rendah dibanding wilayah utara, dengan kisaran 26 – 28 °C, tetapi nilai ini lebih tinggi dibandingkan saat bulan September. Pemanasan SPL Indonesia pada bulan Oktober 2025 mencerminkan respon regional terhadap pendinginan Pasifik tengah-timur (La Nina). Laut yang lebih hangat ini dapat meningkatkan evaporasi dan suplai uap air ke atmosfer. Secara keseluruhan, SPL bulan Oktober 2025 di wilayah Indonesia menunjukkan kondisi laut yang lebih hangat dan lebih homogen dibandingkan bulan September.

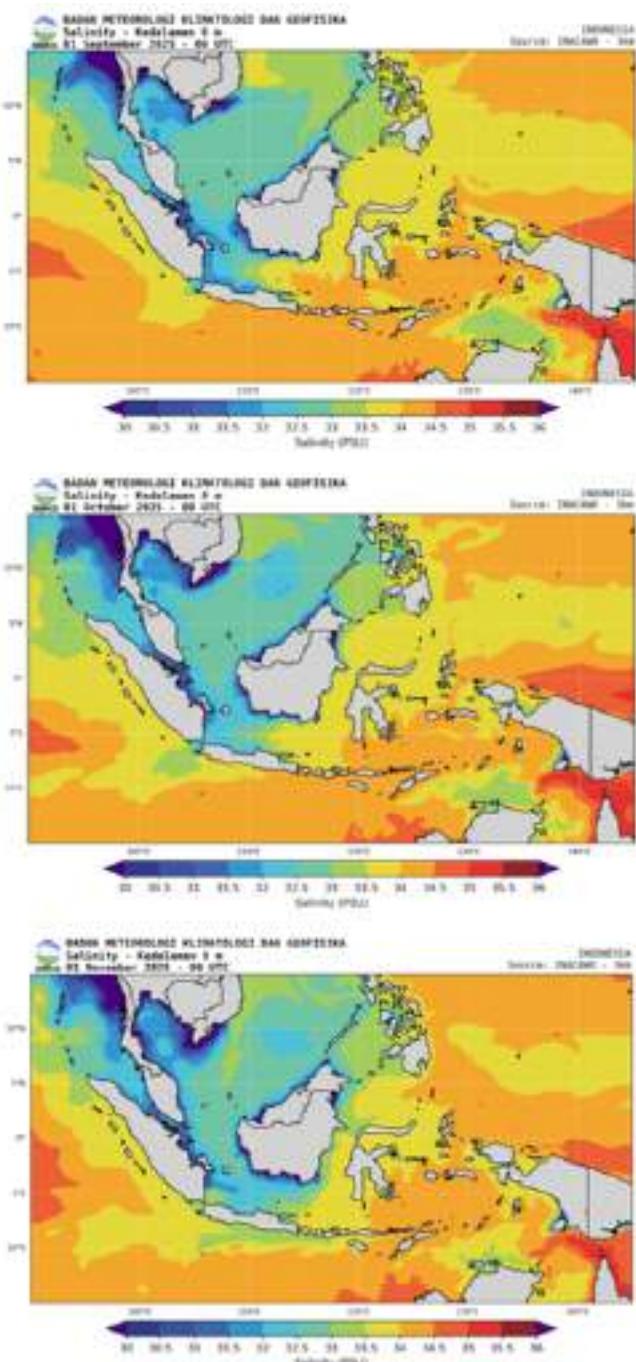
Analisis SPL & SALINITAS



Gambar 2.9 Suhu permukaan laut bulan November wilayah Indonesia
(Sumber: BMKG)

Berdasarkan Gambar 2.9 diketahui pada November 2025, SPL di sebagian besar seluruh perairan Indonesia menunjukkan kondisi hangat hingga sangat hangat yang relatif merata. Suhu permukaan laut secara umum berada pada kisaran $29 - 31^{\circ}\text{C}$, dengan beberapa wilayah, terutama perairan Indonesia timur dan tengah, mencapai nilai lebih dari 30°C . Pola ini mencerminkan adanya akumulasi panas signifikan di permukaan laut, yang mendukung proses konveksi. Di perairan Indonesia bagian barat, seperti Selat Malaka, perairan barat Sumatra, Laut Jawa, dan Selat Karimata, SPL berada pada kisaran $29.5 - 31^{\circ}\text{C}$. Kondisi ini dapat memperkuat pembentukan awan hujan di wilayah daratan Jawa, Sumatra, dan Kalimantan. Pada wilayah Indonesia tengah, meliputi Laut Banda, Laut Flores, Selat Makassar, dan Laut Sulawesi, SPL tampak sangat hangat dan homogen, dengan suhu berkisar $29 - 30.5^{\circ}\text{C}$. Sementara itu, di perairan Indonesia selatan, khususnya selatan Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara, SPL telah meningkat secara signifikan dibandingkan bulan September dan Oktober, dengan kisaran $28.5 - 30^{\circ}\text{C}$. Meskipun masih sedikit lebih rendah dibanding wilayah utara, perbedaan ini tidak lagi mencolok. Pemanasan SPL Indonesia periode November 2025 konsisten dengan fase La Niña yang masih bertahan. Secara keseluruhan, SPL periode November 2025 di wilayah Indonesia dapat mencerminkan kondisi laut yang hangat, stabil, dan sangat kondusif bagi aktivitas konvektif. Kondisi laut yang sangat hangat ini dapat meningkatkan evaporasi dan kandungan uap air di atmosfer, sehingga dapat berkontribusi pada peningkatan intensitas curah hujan dan potensi hujan lebat di berbagai wilayah Indonesia.

Analisis SPL & SALINITAS



Gambar 2.10 Salinitas wilayah Indonesia pada bulan September, Oktober, dan November 2025
(Sumber: BMKG).

Gambar 2.10 menunjukkan salinitas wilayah Indonesia pada periode SON 2025. Kondisi salinitas perairan Indonesia pada periode SON 2025 menunjukkan gradasi spasial yang jelas antara wilayah barat dan timur Indonesia. Pada bulan September 2025, salinitas permukaan relatif tinggi mendominasi perairan Indonesia timur, khususnya Laut Banda, Laut Timor, dan perairan selatan Papua, dengan nilai mencapai 34.5–36 PSU. Hal ini dapat mengindikasikan kuatnya proses penguapan. Sebaliknya, wilayah Indonesia barat seperti Selat Malaka, pantai barat Sumatra, Laut Jawa, dan Selat Karimata menunjukkan salinitas lebih rendah (sekitar 30–32 PSU). Memasuki bulan Oktober 2025, terjadi peningkatan salinitas ringan di perairan tengah Indonesia seperti Selat Makassar dan Laut Flores, sementara di wilayah timur masih mempertahankan kondisi salinitas yang relatif tinggi meskipun mulai terlihat penurunan lokal. Pada bulan November 2025, terjadi penurunan salinitas permukaan yang lebih luas di wilayah Indonesia bagian barat dan tengah, terutama di Laut Jawa, Selat Karimata, dan perairan sekitar Kalimantan dan Sulawesi. Sementara wilayah timur Indonesia, khususnya Laut Arafura dan perairan Pasifik barat, tetap mempertahankan salinitas yang relatif lebih tinggi. Dengan demikian, secara keseluruhan pada periode SON terdapat tren penurunan nilai salinitas dari awal ke akhir periode, terutama di perairan barat dan tengah Indonesia.

Rekomendasi dan Evaluasi Kondisi Meteorologi-Oseanografi Global dan Regional

Berdasarkan data historis di atas, berikut adalah beberapa poin rekomendasi:

- Periode November 2025 telah menunjukkan penguatan angin baratan dan curah hujan sangat tinggi di wilayah Utara. Dengan demikian, operasional pelayaran di Laut Natuna Utara, Selat Makassar, dan Laut Sulawesi pada Januari 2026 patut diwaspadai potensi cuaca buruk yang lebih ekstrem dibanding periode SON.
- Dengan kondisi La Niña yang terus menguat hingga akhir November 2025, pada Januari 2026 diprediksi akan memiliki curah hujan di atas normal. Nelayan diimbau waspada terhadap sistem awan konvektif yang didukung oleh SPL yang sangat hangat di seluruh perairan.
- Arus laut yang kuat akibat ARLINDO dan arus musiman di Selat Makassar (mencapai >80 cm/s) selama SON perlu diantisipasi kembali pada Januari 2026, terutama untuk kapal-kapal kecil yang melintasi jalur tersebut.
- Histori babit siklon pada November 2025 telah mengalami 5 kejadian siklon/babit siklon. Akibatnya bulan Januari yang merupakan periode aktif pertumbuhan siklon di Belahan Bumi Selatan yang dapat berdampak tidak langsung pada peningkatan gelombang di perairan Selatan NTT dan Laut Arafuru. Masyarakat dan nelayan diharapkan waspada terhadap dampak tidak langsung dari siklon tropis, seperti hujan ekstrem, banjir, gelombang tinggi, dan angin kencang.

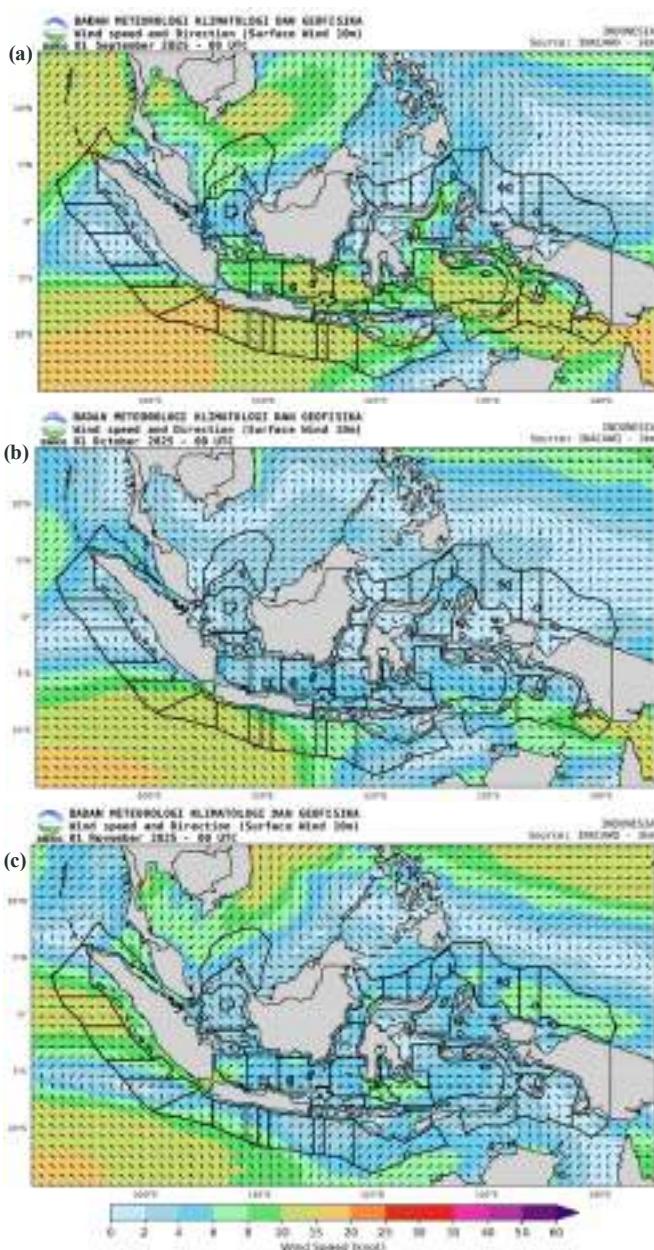


Analisis Iklim Maritim

September - Oktober -November 2025

ARAH & KECEPATAN ANGIN

“Triwulan September-Oktober-November berkaitan dengan posisi matahari bergerak dari wilayah ekuator menuju wilayah belahan bumi selatan (BBS), triwulan ini merupakan fase transisi dengan arah angin didominasi oleh angin timuran, namun saat November aliran udara dari Asia mulai masuk ke Indonesia dan angin baratan mendominasi utara Indonesia. Kondisi rata-rata arah dan kecepatan angin permukaan selama periode September-Oktober-November 2025 ditunjukkan pada Gambar 3.1 diolah dengan menggunakan data Indonesia Coupled Atmosphere Wave and Ocean (InaCAWO), BMKG”



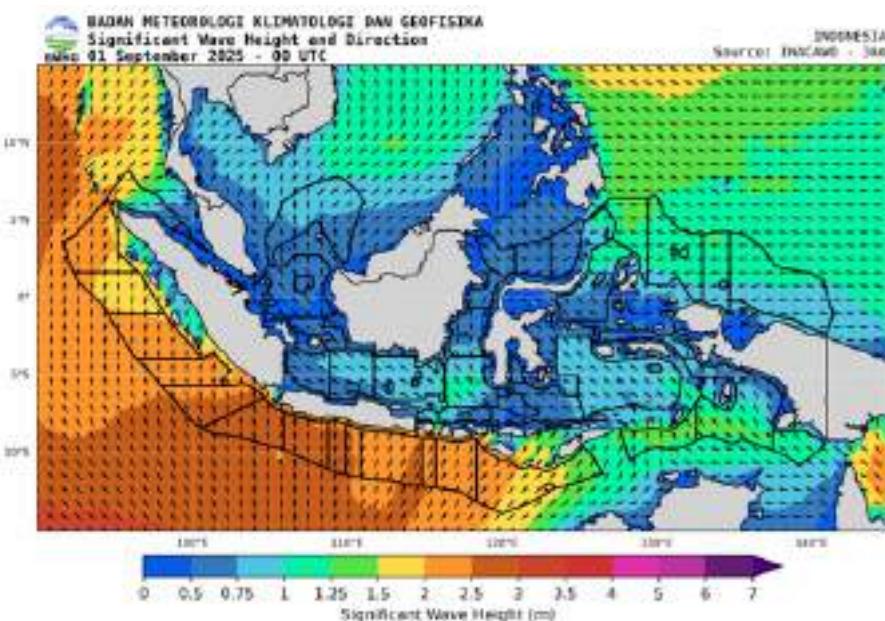
Gambar 3.1 Peta angin permukaan periode (a) September, (b) Oktober, dan (c) November 2025

Pada bulan September 2025, angin di utara Indonesia dominan bertiup dari Selatan – Barat Daya dengan rata-rata kecepatan angin sekitar 2 – 15 knot dan di selatan Indonesia dominan bertiup dari Timur – Tenggara dengan rata-rata kecepatan angin sekitar 8 – 20 knot. Bulan Oktober 2025, angin di utara Indonesia dominan bertiup dari Selatan – Barat Daya dengan rata-rata kecepatan angin sekitar 2 – 8 knot dan di selatan Indonesia dominan bertiup dari Timur – Tenggara dengan rata-rata kecepatan angin sekitar 4 – 15 knot. Bulan November 2025, angin di utara Indonesia dominan bertiup dari Barat – Utara dengan rata-rata kecepatan angin sekitar 2 – 10 knot dan di selatan Indonesia dominan bertiup dari Tenggara – Barat Daya dengan rata-rata kecepatan angin sekitar 8 – 20 knot.

GELOMBANG LAUT

September

Kondisi rata-rata bulanan tinggi gelombang signifikan di perairan Indonesia pada periode bulan September 2025 berkisar antara 0.5 hingga 3.0 m, rata-rata bulanan gelombang signifikan tertinggi pada bulan September 2025 berada di Samudera Hindia barat Lampung, Samudera Hindia selatan Banten hingga Jawa Barat, Perairan selatan Banten hingga Bali. Kondisi rata-rata bulanan tinggi gelombang signifikan di perairan Indonesia bulan September 2025 dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan klasifikasi tinggi gelombang signifikan berdasarkan *Douglas Scale* dapat dilihat dari Tabel 3.1. Data yang digunakan untuk analisis gelombang berasal dari *Indonesia Coupled Atmosphere Wave and Ocean* (InaCAWO), BMKG.



Gambar 3.2 Tinggi gelombang signifikan rata-rata September 2025

Tabel 3.1 Klasifikasi tinggi gelombang signifikan September 2025 berdasarkan *Douglas Scale* dan lokasinya

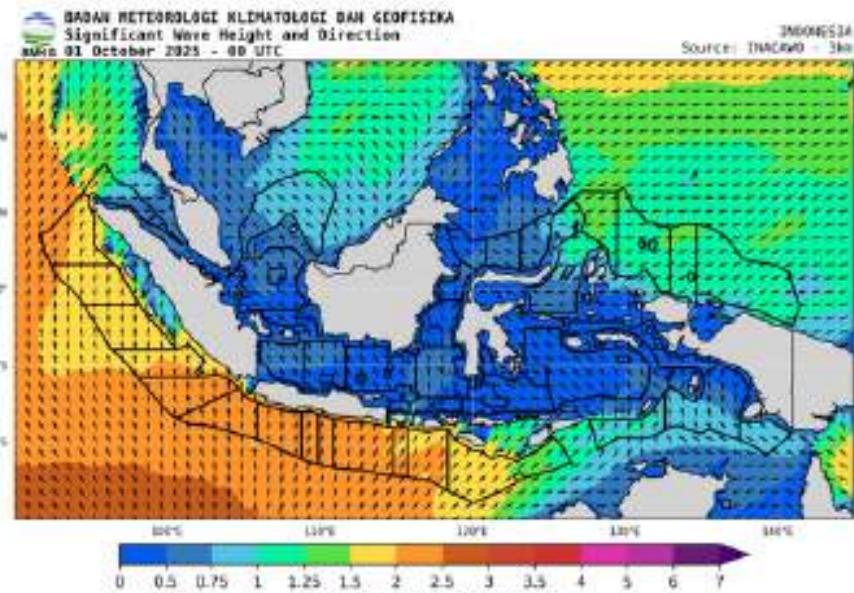
No	Tinggi Gelombang (meter)	Skala	Lokasi
1	0.1 – 0.5	Tenang (<i>Smooth</i>)	Perairan Riau, Perairan Batam, Perairan Kep. Anambas - Kep. Natuna, Laut Natuna, Selat Karimata, Perairan Bangka Belitung, Selat Gelasa, Pernirian Pontianak, Teluk Bone, Laut Sulawesi, Teluk Tomini, Teluk Tolo, Teluk Weda, Perairan Obi.
2	0.5 – 1.25	Rendah (<i>Slight</i>)	Perairan Barat Sumatera Utara hingga Sumatera Barat, Selat Malaka bagian tengah, Laut Natuna Utara, Selat Sunda bagian utara, Laut Jawa, Selat Makassar, Laut Bali, Laut Sumbawa, Laut Flores, Laut Banda, Laut Maluku, Laut Seram, Samudera Pasifik utara Papua.
3	1.25 – 2.5	Sedang (<i>Moderate</i>)	Perairan Sabang, Selat Malaka bagian utara, Samudera Hindia barat Aceh hingga Bengkulu, Pernirian Barat Aceh-Kep. Nias-Kep.Mentawai, Perairan Barat Bengkulu hingga Lampung, Selat Sunda bagian selatan, Pernirian Selatan Jawa Tengah hingga NTT, Samudera Hindia selatan NTB hingga NTT, Selat Bali-Alas-Sape bagian selatan, Laut Sawu, Laut Banda, Laut Arafuru, Samudera Pasifik utara Maluku hingga Papua Barat.
4	2.5 – 4.0	Tinggi (<i>Rough</i>)	Samudera Hindia barat Lampung, Samudera Hindia selatan Banten hingga Jawa Barat, Perairan selatan Banten hingga Bali.

GELOMBANG LAUT

Okttober

Kondisi rata-rata bulanan tinggi gelombang signifikan di perairan Indonesia pada periode bulan Oktober 2025 berkisar antara 0.5 hingga 2.5 m, rata-rata bulanan gelombang signifikan tertinggi pada bulan Oktober 2025 berada di Samudera Hindia barat Aceh, Perairan Barat Lampung, Samudera Hindia barat Bengkulu hingga Lampung, Perairan Selatan Banten hingga Jawa Tengah, Samudera Hindia selatan Banten hingga NTB.

Kondisi rata-rata bulanan tinggi gelombang signifikan di perairan Indonesia Oktober 2025 dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan klasifikasi tinggi gelombang signifikan berdasarkan Douglas Scale dapat dilihat dari Tabel 3.2. Dari Gambar 3.3 dan Tabel 3.2 dapat dilihat adanya penurunan rata-rata tinggi gelombang signifikan dari kategori Tinggi ke Sedang pada bulan Oktober 2025 dibandingkan dengan September 2025.



Gambar 3.3 Tinggi gelombang signifikan rata-rata Oktober 2025

Tabel 3.2 Klasifikasi tinggi gelombang signifikan Oktober 2025 berdasarkan *Douglas Scale* dan lokasinya

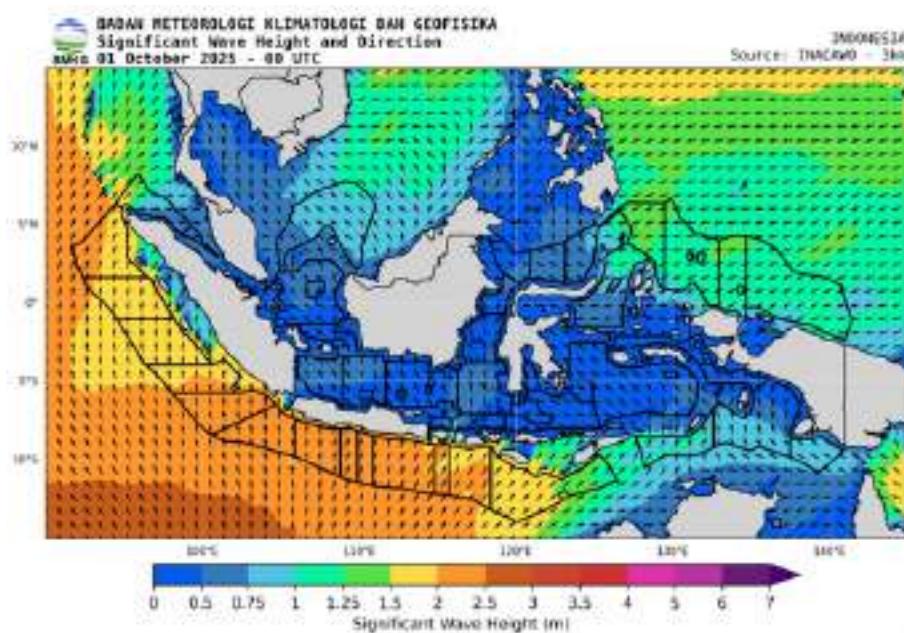
No	Tinggi Gelombang (meter)	Skala	Lokasi
1	0.1 – 0.5	Tenang (Smooth)	Perairan Riau, Perairan Batam, Perairan Kep. Anambas - Kep. Natuna, Laut Natuna, Selat Karimata, Perairan Bangka Belitung, Selat Gelasa, Perairan Pontianak, Teluk Bone, Laut Sulawesi, Teluk Tomini, Teluk Tolo, Teluk Weda, Perairan Obi, Laut Banda
2	0.5 – 1.25	Rendah (Slight)	Perairan Barat Sumatera Utara hingga Sumatera Barat, Selat Malaka bagian tengah, Selat Sunda bagian utara, Laut Jawa, Selat Makassar, Laut Bali, Laut Sumbawa, Laut Flores, Laut Bandz, Laut Maluku, Laut Seram, Laut Arfuru, Samudera Pasifik utara Papua.
3	1.25 – 2.5	Sedang (Moderate)	Selat Malaka bagian utara, Samudera Hindia barat Sumatera, Perairan Barat Aceh-Kep. Nias-Kep-Mentawai, Perairan Barat Bengkulu hingga Lampung, Laut Natuna Utara, Selat Sunda bagian selatan, Perairan Selatan Jawa hingga NTT, Samudera Hindia selatan Banten hingga NTT, Selat Bali-Alas-Sape bagian selatan, Laut Sawu, Samudera Pasifik utara Maluku hingga Papua Barat.

GELOMBANG LAUT

November

Kondisi rata-rata bulanan tinggi gelombang signifikan di perairan Indonesia pada periode bulan November berkisar antara 0.5 hingga 2.5 m, rata-rata bulanan gelombang signifikan tertinggi pada bulan November 2025 berada di Samudera Pasifik barat Aceh hingga Kep. Nias. Pada bulan November terdapat penurunan rata-rata tinggi gelombang signifikan di hampir seluruh wilayah Indonesia, namun terdapat juga peningkatan gelombang di Laut Natuna Utara yang menandakan banyaknya aliran udara yang masuk dari Asia (Monsun Barat).

Kondisi rata-rata bulanan tinggi gelombang signifikan di perairan Indonesia November 2025 dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan klasifikasi tinggi gelombang signifikan berdasarkan *Douglas Scale* dapat dilihat dari Tabel 3.3.



Gambar 3.4 Tinggi gelombang signifikan rata-rata November 2025

Tabel 3.3 Klasifikasi tinggi gelombang signifikan November 2025 berdasarkan *Douglas Scale* dan lokasinya

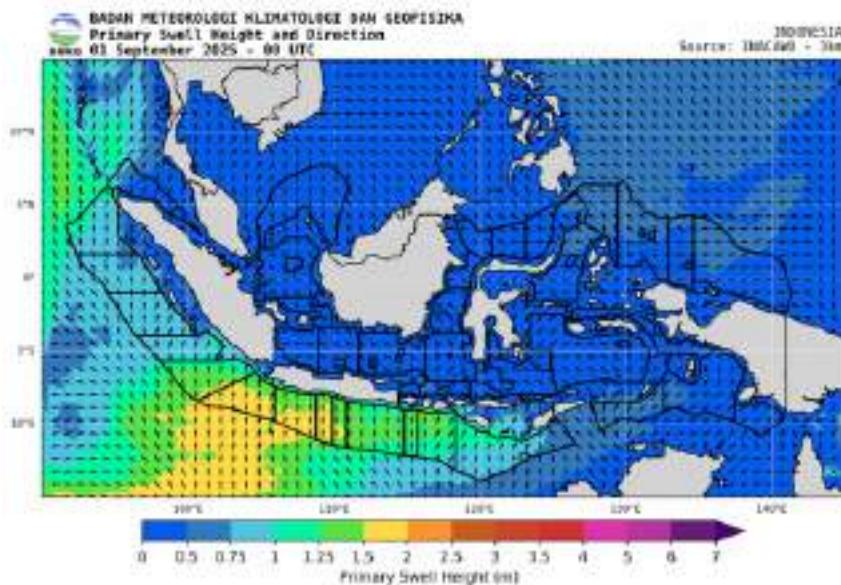
No	Tinggi Gelombang (meter)	Skala	Lokasi
1	0.1 – 0.5	Tenang (<i>Smooth</i>)	Perairan Riau, Perairan Batam, Perairan Kep. Anambas - Kep. Natuna, Laut Natuna, Selat Karimata, Perairan Bangka Belitung, Selat Gelasa, Perairan Pontianak, Teluk Bone, Laut Sulawesi, Teluk Tomini, Teluk Tolo, Teluk Weda, Perairan Obi, Laut Banda
2	0.5 – 1.25	Rendah (<i>Slight</i>)	Perairan Barat Sumatera Utara hingga Sumatera Barat, Selat Malaka bagian tengah, Selat Sunda bagian utara, Laut Natuna Utara, Laut Jawa, Selat Makassar, Laut Bali, Laut Sumbawa, Laut Flores, Laut Banda, Laut Maluku, Laut Seram.
3	1.25 – 2.5	Sedang (<i>Moderate</i>)	Selat Malaka bagian utara, Samudera Hindia barat Sumatera, Perairan Barat Aceh-Kep. Nias-Kep-Mentawai, Perairan Barat Bengkulu hingga Lampung, Selat Sunda bagian selatan, Perairan Selatan Jawa hingga NTT, Samudera Hindia selatan Banten hingga NTT, Selat Bali-Alas-Sape bagian selatan, Laut Sawu, Samudera Pasifik utara Maluku hingga Papua.

SWELL

September

Kondisi rata-rata bulanan tinggi primary swell di perairan Indonesia pada periode bulan September 2025 berkisar antara 0.1 hingga 2.0 m. Rata-rata bulanan *primary swell* tertinggi pada bulan September 2025 berada di Samudera Hindia barat Lampung dan Samudera Hindia selatan Banten hingga Jawa Tengah.

Kondisi rata-rata bulanan tinggi *primary swell* di perairan Indonesia September 2025 dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan klasifikasi primary swell berdasarkan *Douglas Scale* dapat dilihat dari Tabel 3.4. Data yang digunakan untuk analisis tinggi *primary swell* berasal dari InaCAWO, BMKG.



Gambar 3.5 Tinggi *primary swell* rata-rata September 2025

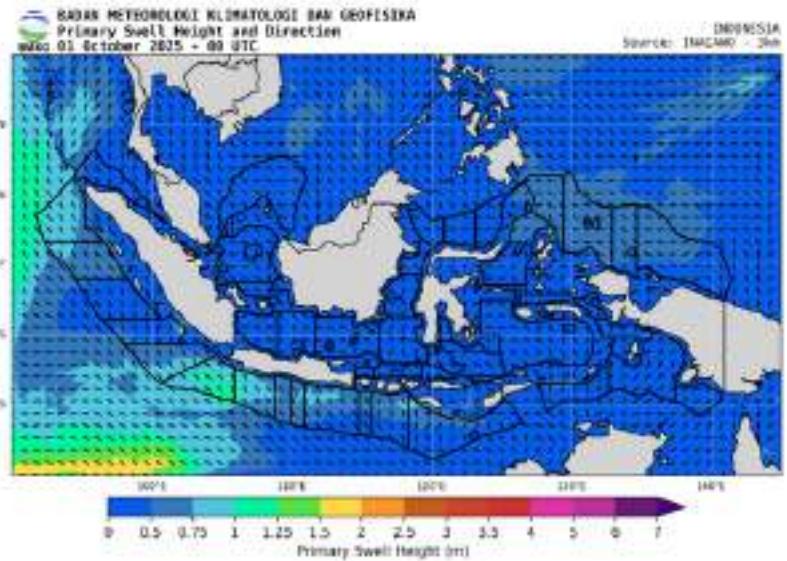
Tabel 3.4 Klasifikasi *primary swell* signifikan September 2025 berdasarkan *Douglas Scale* dan lokasinya

No	Primary Swell (meter)	Skala	Lokasi
1	0.1 – 0.5	Tenang (<i>Smooth</i>)	Perairan Riau, Perairan Batam, Selat Malaka, Selat Sunda, Samudera Hindia selatan NTT, Laut Natuna Utara, Perairan Kep. Anambas - Kep. Natuna, Laut Natuna, Selat Karimata, Perairan Bangka Belitung, Selat Gelasa, Perairan Pontianak, Laut Jawa, Selat Makassar, Laut Bali, Laut Sumbawa, Laut Flores, Teluk Bone, Laut Maluku, Laut Sulawesi, Teluk Tomini, Teluk Tolo, Laut Seram, Laut Banda, Laut Arafuru, Samudera Pasifik utara Maluku hingga Papua.
2	0.5 – 1.25	Rendah (<i>Slight</i>)	Perairan Sabang, Selat Malaka, Perairan Barat Sumatera, Samudera Hindia barat Aceh hingga Bengkulu, Perairan Selatan Jawa, Selat Bali-Alas-Sape bagian selatan, Laut Sawu.
3	1.25 – 2.5	Sedang (<i>Moderate</i>)	Samudera Hindia barat Lampung dan Samudera Hindia selatan Banten hingga NTB.

SWELL

Okttober

Kondisi rata-rata bulanan tinggi *primary swell* di perairan Indonesia pada periode bulan Oktober 2025 berkisar antara 0.1 hingga 1.25 m. Rata-rata bulanan *primary swell* tertinggi pada bulan Oktober 2025 berada di Samudera Hindia selatan Banten. Pada bulan ini rata-rata bulanan *primary swell* menunjukkan adanya penurunan dari kategori sedang ke rendah dibandingkan dengan bulan September 2025. Kondisi rata-rata bulanan tinggi primary swell di perairan Indonesia Oktober 2025 dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan klasifikasi *primary swell* berdasarkan *Douglas Scale* dapat dilihat dari Tabel 3.5



Gambar 3.6 Tinggi *primary swell* rata-rata Oktober 2025

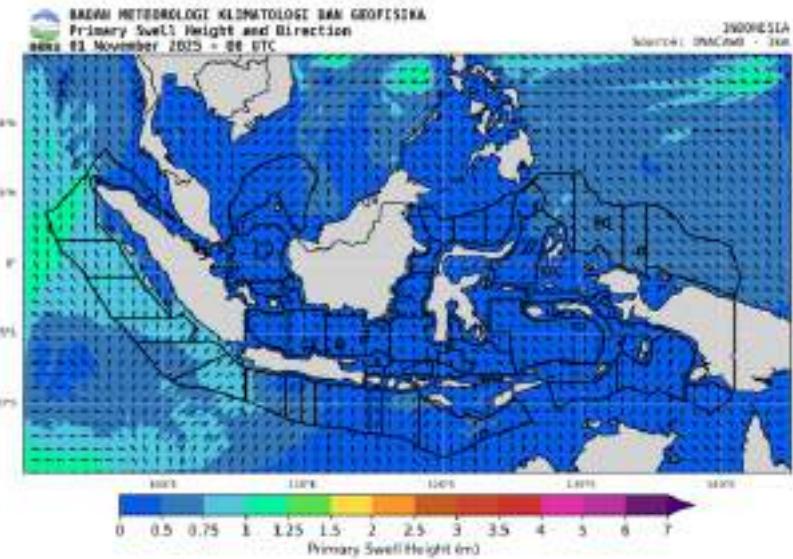
Tabel 3.5 Klasifikasi *Primary Swell* Signifikan Oktober 2025 Berdasarkan *Douglas Scale* dan Lokasinya

No	<i>Primary Swell</i> (meter)	Skala	Lokasi
1	0.1 – 0.5	Tenang (Smooth)	Perairan Sabang, Selat Malaka, Perairan Barat Sumatera, Perairan Riau, Perairan Batam, Laut Natuna Utara, Perairan Selatan Jawa, Perairan Kep. Anambas - Kep. Natuna, Laut Natuna, Selat Karimata, Perairan Bangka Belitung, Selat Gelasa, Perairan Pontianak, Laut Jawa, Selat Bali-Alas-Sape bagian selatan, Laut Sawu, Selat Makassar, Laut Bali, Laut Sumbawa, Laut Flores, Teluk Bone, Laut Maluku, Laut Sulawesi, Teluk Tomini, Teluk Tolo, Laut Seram, Laut Banda, Laut Arafuru, Samudera Pasifik utara Papua.
2	0.5 – 1.25	Rendah (Slight)	Samudera Hindia barat Sumatera, Samudera Hindia selatan Banten hingga NTT, Samudera Pasifik utara Maluku hingga Papua.

SWELL

November

Kondisi rata-rata bulanan tinggi *primary swell* di perairan Indonesia pada periode bulan November 2025 berkisar antara 0.1 hingga 1.25 m. Rata-rata bulanan *primary swell* tertinggi pada bulan November 2025 berada di Samudera Hindia barat Aceh. Pada bulan November rata-rata bulanan *primary swell* menunjukkan kemiripan dengan bulan Oktober 2025 yang tidak memiliki kategori sedang. Kondisi rata-rata bulanan tinggi *primary swell* di perairan Indonesia November 2025 dapat dilihat pada Gambar 3.7 dan klasifikasi *primary swell* berdasarkan *Douglas Scale* dapat dilihat dari Tabel 3.6



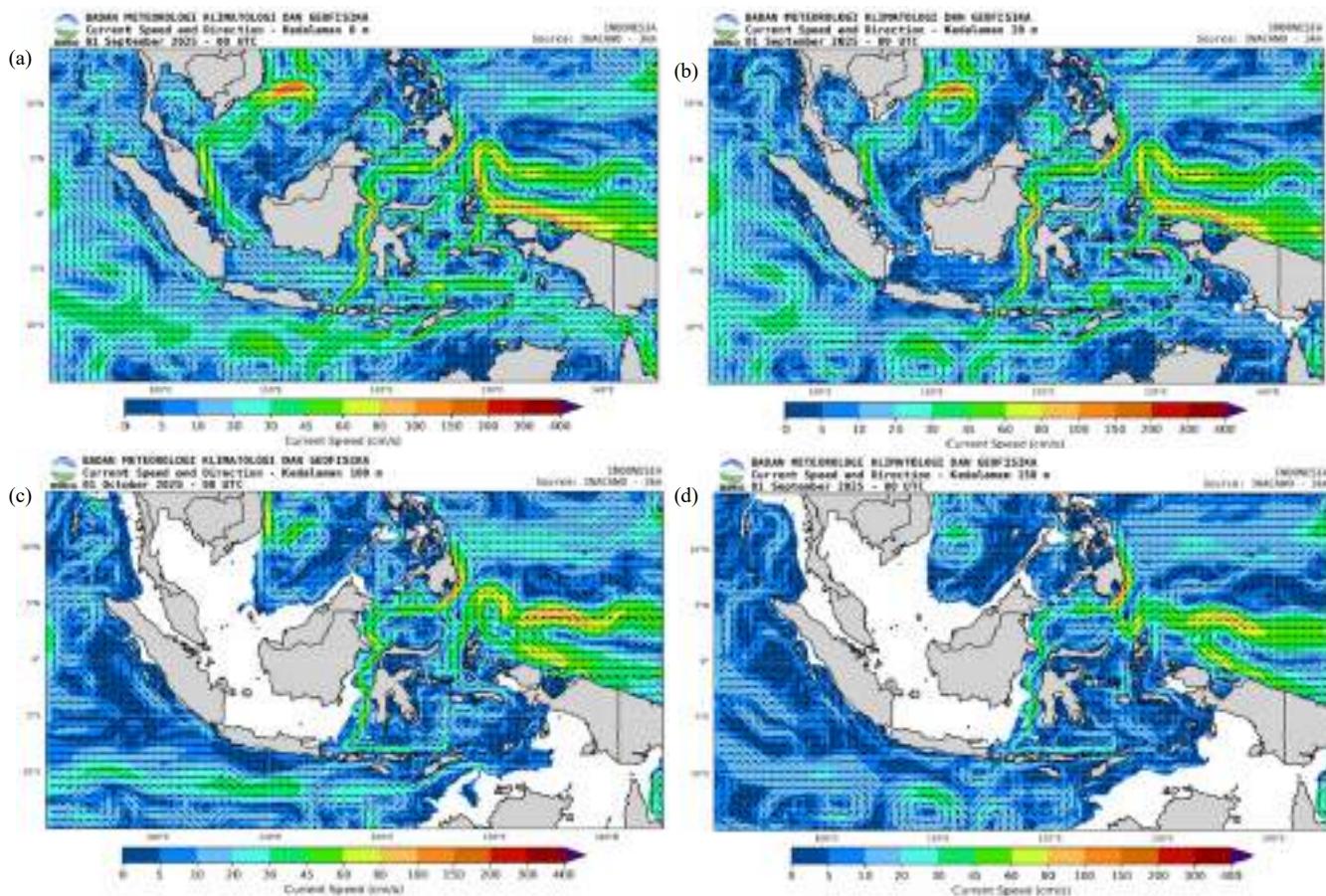
Gambar 3.7 Tinggi *primary swell* rata-rata November 2025

Tabel 3.6 Klasifikasi *Primary Swell* Signifikan November 2025 Berdasarkan *Douglas Scale* dan Lokasinya

No	Primary Swell (meter)	Skala	Lokasi
1	0.1 – 0.5	Tenang (<i>Smooth</i>)	Perairan Sabung, Selat Malaka, Perairan Barat Sumatera, Perairan Riau, Perairan Batam, Laut Natuna Utara, Perairan Selatan Jawa, Perairan Kep. Anambas - Kep. Natuna, Laut Natuna, Selat Karimata, Perairan Bangka Belitung, Selat Gelasa, Perairan Pontianak, Laut Jawa, Selat Bali-Alas-Sape bagian selatan, Laut Sawu, Selat Makassar, Laut Bali, Laut Sumbawa, Laut Flores, Teluk Bone, Laut Maluku, Laut Sulawesi, Teluk Tomini, Teluk Tolo, Laut Seram, Laut Banda, Laut Arafur, Samudera Pasifik utara Papua.
2	0.5 – 1.25	Rendah (<i>Slight</i>)	Samudera Hindia barat Sumatera, Samudera Hindia selatan Banten hingga NTT, Samudera Pasifik utara Maluku hingga Papua.

ARUS

September



Gambar 3.8 Peta arah dan kecepatan arus September 2025 pada kedalaman

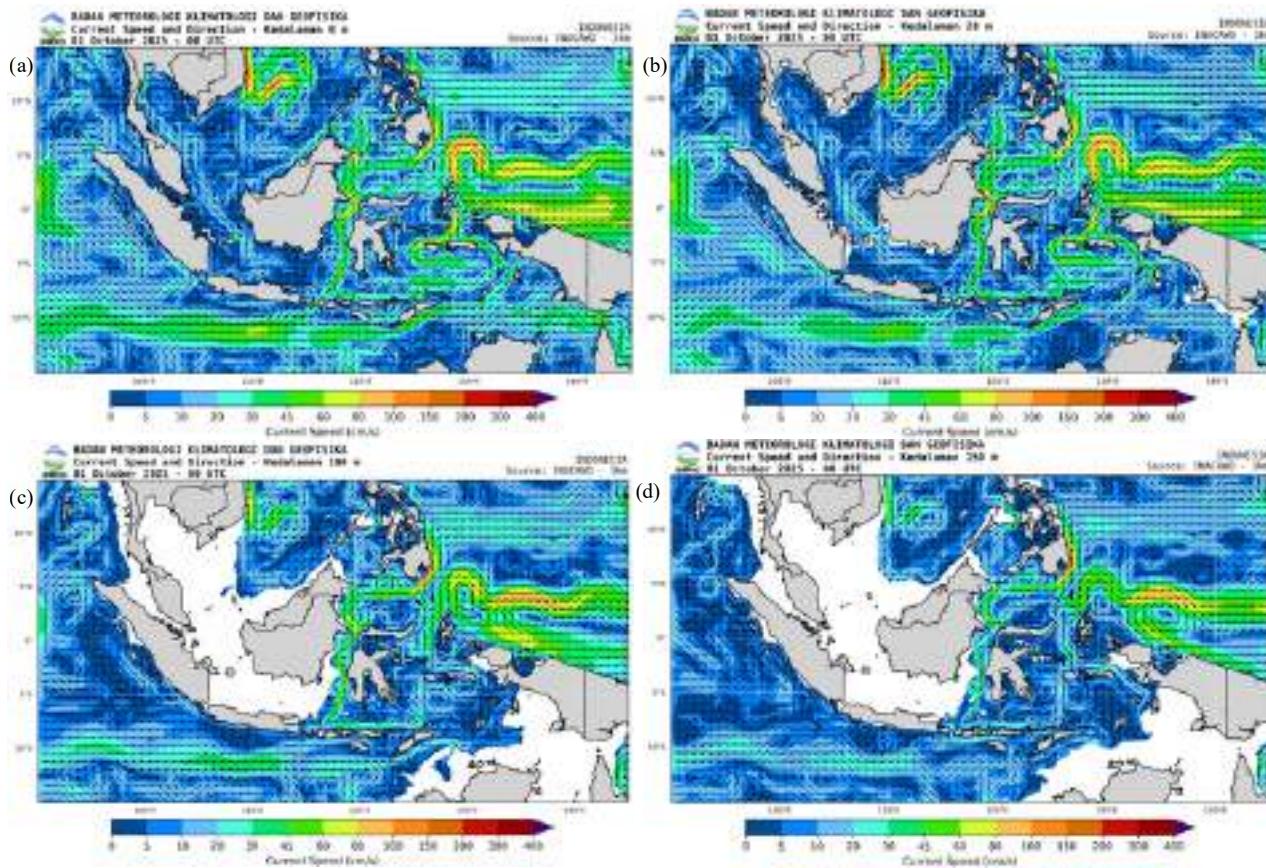
(a) permukaan, (b) 20 m, (c) 100 m, dan (d) 150 m

Berikut ini merupakan kondisi rata-rata arah dan kecepatan arus selama periode bulan September 2025 pada lapisan permukaan, hingga kedalaman 20, 50, 100 m. Data yang digunakan untuk analisis kondisi arus berasal dari pemodelan InaCAWO BMKG. Gambar 3.8 menunjukkan kondisi rata-rata arah dan kecepatan arus selama periode bulan September 2025. Rata-rata kecepatan arus pada bulan September 2025 di permukaan dan kedalaman 20 m berkisar 10 - 150 cm/s di utara Indonesia dan 10 - 80 cm/s di selatan Indonesia. Sedangkan pada kedalaman 100 m dan 150 m rata-rata kecepatan arus berkisar 10 - 100 cm/s. Arah dominan arus di utara bergerak ke Timur -

Utara dan di selatan bergerak ke Barat - Selatan. Rata-rata kecepatan arus tinggi, 80 cm/s hingga lebih dari 150 cm/s terdapat di wilayah Samudera Pasifik utara Maluku hingga Papua dan Selat Makassar. Pada Gambar 3.8 juga terlihat pergerakan Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) melalui Selat Makassar dan kemudian dibelokkan ke Laut Flores hingga Laut Banda dan sebagian melintasi Selat Lombok, Selat Ombai, Laut Sawu, Laut Timor. Pergerakan ARLINDO pada periode bulan September 2025 dalam kategori kuat, ditandai dengan kecepatan arus berkisar 45 – lebih dari 80 cm/s yang konsisten dari permukaan hingga kedalaman 150 m di wilayah Selat Makassar.

ARUS

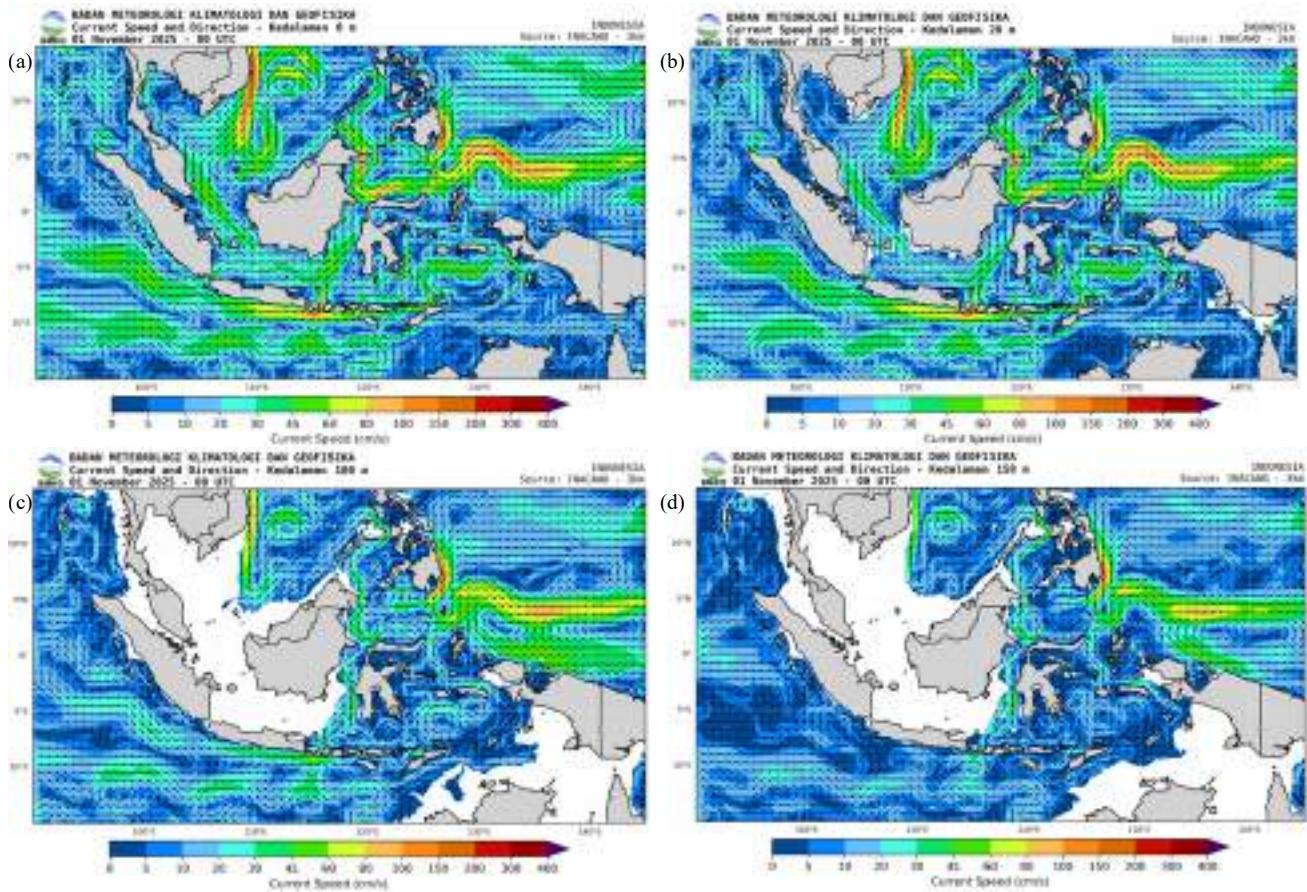
Okttober



Gambar 3.9 Peta arah dan kecepatan arus Oktober 2025 pada kedalaman

(a) permukaan, (b) 20 m, (c) 100 m, dan (d) 150 m

Gambar 3.9 menunjukkan kondisi rata-rata arah dan kecepatan arus selama periode bulan Oktober 2025. Rata-rata kecepatan arus pada bulan Oktober 2025 di permukaan dan kedalaman 20 m berkisar 10 - 100 cm/s di utara Indonesia dan 10 - 80 cm/s di selatan Indonesia. Sedangkan pada kedalaman 100 m dan 150 m rata-rata kecepatan arus berkisar 10 - 100 cm/s. Arah dominan arus di utara bergerak ke Selatan - Timur dan di selatan bergerak ke Barat - Selatan. Rata-rata kecepatan arus tinggi, 80 cm/s hingga lebih dari 100 cm/s terdapat di wilayah Samudera Pasifik utara Maluku hingga Papua dan Selat Makassar. Pada Gambar 3.9 tampak adanya pergerakan ARLINDO melalui Selat Makassar dan kemudian dibelokkan ke Laut Flores hingga Laut Banda dan sebagian melintasi Selat Lombok, Selat Ombai, Laut Sawu, Laut Timor. Pergerakan ARLINDO pada periode bulan Oktober 2025 dalam kategori kuat, ditandai dengan kecepatan arus berkisar 45 – 80 cm/s yang konsisten dari permukaan hingga kedalaman 150 m, namun mengalami penurunan jika dibandingkan dengan bulan September 2025.



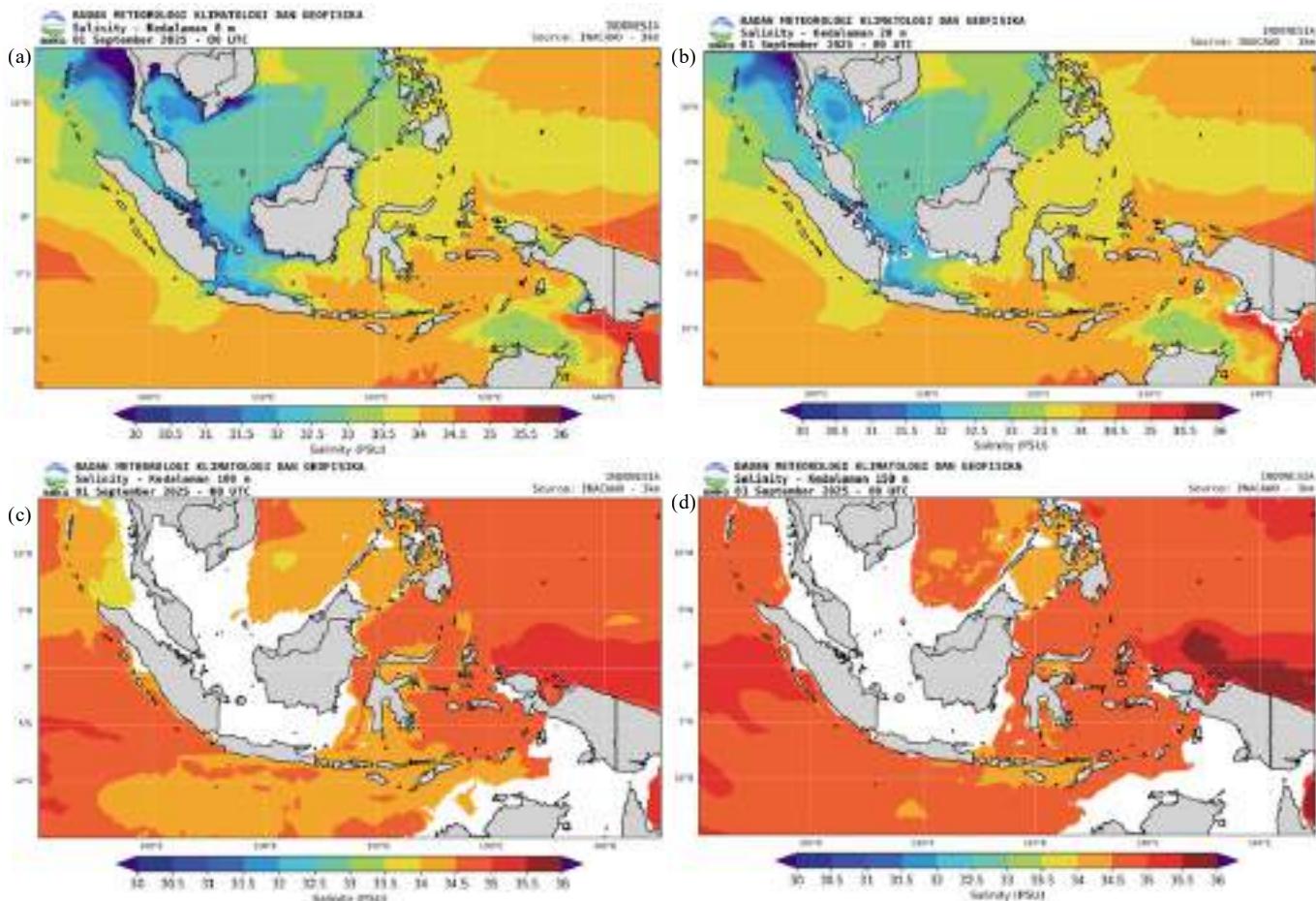
Gambar 3.10 Peta arah dan kecepatan arus November 2025 pada kedalaman (a) permukaan, (b) 20 m, (c) 100 m, dan (d) 150 m

Gambar 3.10 menunjukkan kondisi rata-rata arah dan kecepatan arus selama periode bulan November 2025. Rata-rata kecepatan arus pada bulan November 2025 permukaan dan kedalaman 20 m berkisar 10 - 150 cm/s di utara Indonesia dan selatan Indonesia. Sedangkan pada kedalaman 100 m dan 150 m rata-rata kecepatan arus berkisar 10 - 80 cm/s. Arah dominan arus di utara bergerak ke Selatan - Timur dan di selatan bergerak ke Barat - Selatan. Rata-rata kecepatan arus tinggi, 80 cm/s hingga lebih dari 100 cm/s terdapat di wilayah Perairan Selatan Jawa Tengah hingga Bali, Laut Sulawesi, Selat Bali, Samudera Pasifik utara Maluku hingga Papua. Pada Gambar 3.9 tampak adanya pelemahan ARLINDO dan Peningkatan Arus Selatan Jawa (SJC) serta Arus Balik Utara Ekuator (NECC), sehingga ARLINDO mengalami pembelokan dan bergabung dengan NECC.

SALINITAS

September

Kondisi salinitas mempunyai peran penting dan sangat berkaitan dengan kehidupan organisme laut. Berikut ini merupakan peta salinitas pada lapisan permukaan, 20, 100, dan 150 m di seluruh wilayah perairan Indonesia selama periode bulan September 2025. Analisis kondisi salinitas dilakukan menggunakan data pemodelan InaCAWO, BMKG.



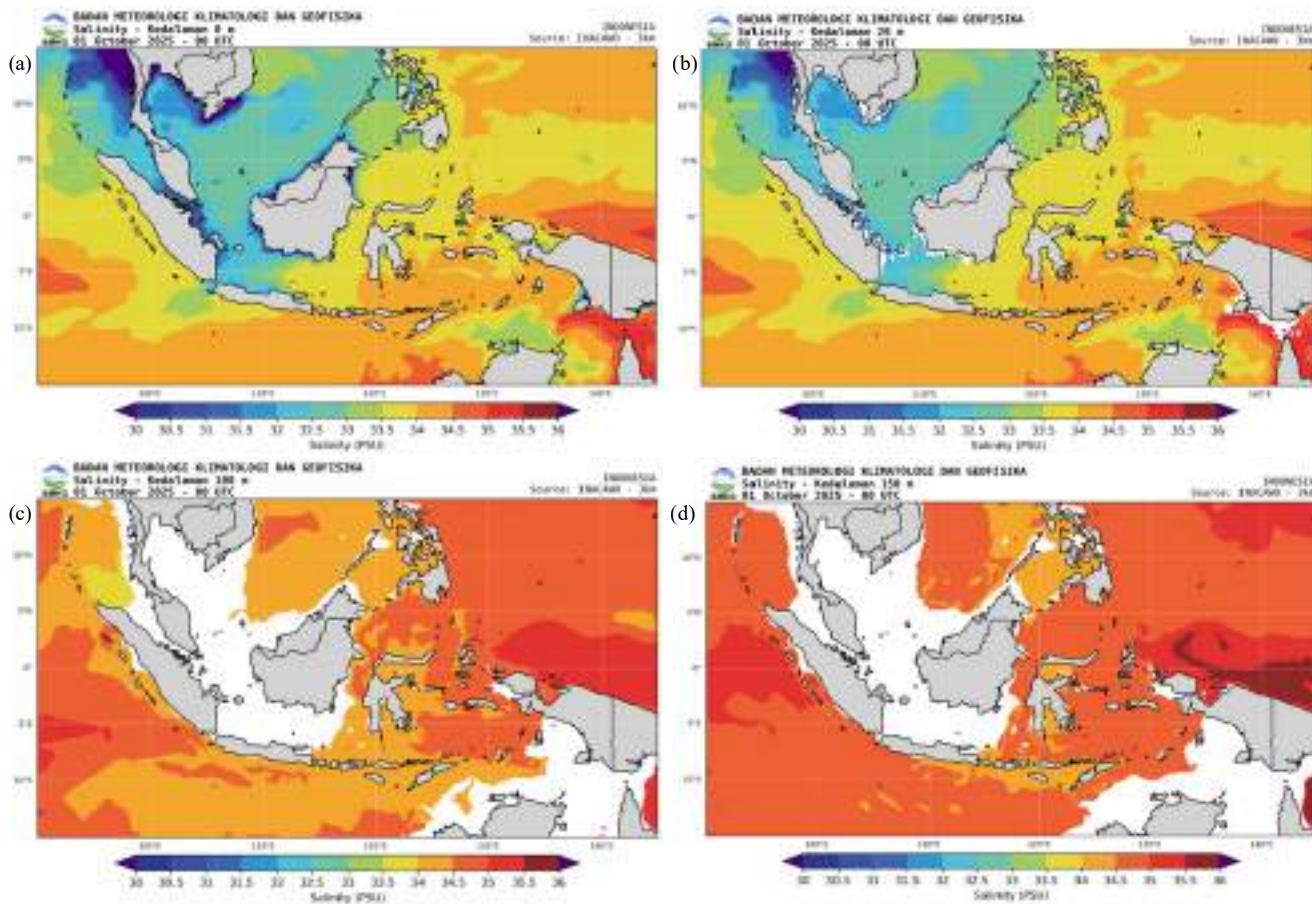
Gambar 3.11 Peta salinitas September 2025 pada kedalaman

(a) permukaan, (b) 20 m, (c) 100 m, dan (d) 150 m

Gambar 3.11 menunjukkan kondisi rata-rata nilai salinitas di wilayah Indonesia selama periode bulan September 2025. Pada lapisan permukaan, nilai salinitas yang rendah terdapat di wilayah sekitar pesisir timur Sumatera, pesisir pulau Kalimantan, dan pesisir Papua Selatan yang berkisar $< 30 - 30$ PSU, salinitas rendah pada wilayah ini disebabkan oleh banyaknya air tawar (*freshwater*) yang mengalir dari sungai ke pesisir laut. Sedangkan salinitas tinggi terdapat di wilayah Samudra Pasifik utara Papua dan Laut Arafuru bagian timur berkisar 34.5 – 35.5 PSU. Salinitas meningkat seiring bertambahnya kedalaman, salinitas tertinggi mencapai 36 PSU di wilayah Samudera Pasifik utara Papua Barat hingga Papua dan perairan utara Papua pada kedalaman 150 m.

SALINITAS

Okttober



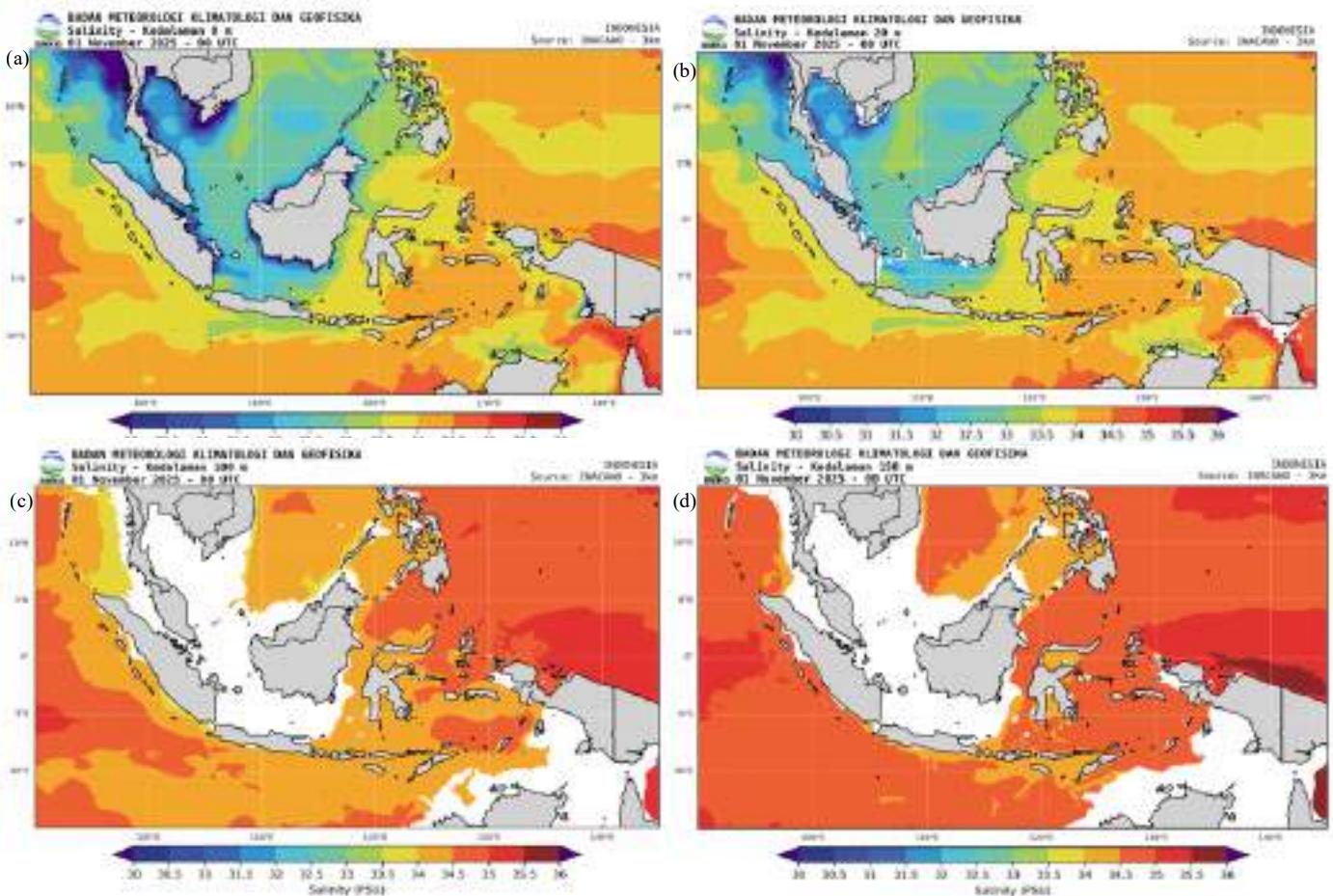
Gambar 3.12 Peta salinitas Oktober 2025 pada kedalaman

(a) permukaan, (b) 20 m, (c) 100 m, dan (d) 150 m

Gambar 3.12 menunjukkan kondisi rata-rata nilai salinitas di wilayah Indonesia selama periode bulan Oktober 2025. Pada lapisan permukaan, nilai salinitas yang rendah terdapat di wilayah sekitar pesisir timur Sumatera, pesisir pulau Kalimantan, dan pesisir Papua Selatan yang berkisar $< 30 - 30$ PSU, salinitas rendah pada wilayah ini disebabkan oleh banyaknya air tawar (*freshwater*) yang mengalir dari sungai ke pesisir laut. Sedangkan salinitas tinggi terdapat di wilayah Perairan Morotai, Perairan Halmahera, Teluk Weda, Perairan selatan Fakfak, dan Samudra Pasifik utara Papua berkisar 34.5 – 35.5 PSU. Salinitas meningkat seiring bertambahnya kedalaman, salinitas tertinggi mencapai 36 PSU di wilayah Samudera Pasifik utara Papua Barat hingga Papua dan Perairan utara Papua pada kedalaman 150 m. Nilai rata-rata salinitas pada bulan Oktober 2025 mengalami penurunan dibandingkan dengan September 2025.

SALINITAS

November



Gambar 3.13 Peta salinitas November 2025 pada kedalaman

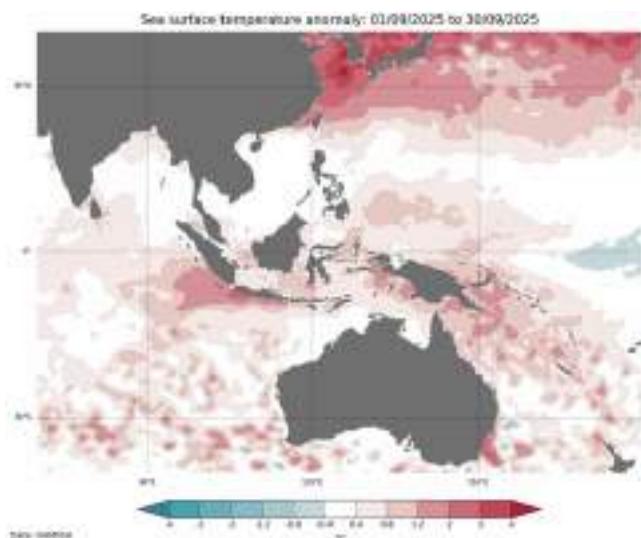
(a) permukaan, (b) 20 m, (c) 100 m, dan (d) 150 m

Gambar 3.13 menunjukkan kondisi rata-rata nilai salinitas di wilayah Indonesia selama periode bulan November 2025. Pada lapisan permukaan, nilai salinitas yang rendah terdapat di wilayah sekitar pesisir timur Sumatera, pesisir pulau Kalimantan, dan pesisir Papua Selatan yang berkisar $< 30 - 30$ PSU, salinitas rendah pada wilayah ini disebabkan oleh banyaknya air tawar (*freshwater*) yang mengalir dari sungai ke pesisir laut. Sedangkan salinitas tinggi terdapat di wilayah Samudra Pasifik utara Papua dan Laut Arafuru bagian tengah hingga timur berkisar $34.5 - 35.5$ PSU. Salinitas meningkat seiring bertambahnya kedalaman, salinitas tertinggi mencapai 36 PSU di wilayah Samudera Pasifik utara Papua dan Perairan utara Papua pada kedalaman 150 m. Nilai rata-rata salinitas di Indonesia pada bulan November 2025 mengalami penurunan dibandingkan dengan September dan Oktober 2025.

ANOMALI SUHU PERMUKAAN LAUT

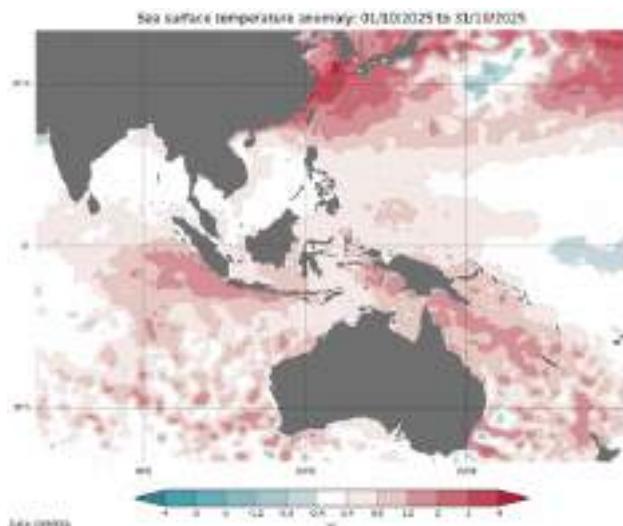
Aktifitas konveksi dan pertumbuhan awan di suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh hangat dan dinginnya SPL. Analisis kondisi anomali SPL dilakukan menggunakan data reanalysis dari *Global Australian Multi-Sensor Sea surface temperature Analysis* (GAMSSA) dari *Australian Bureau of Meteorology* dengan resolusi $0.25^\circ \times 0.25^\circ$. Gambar 3.14 menunjukkan kondisi suhu permukaan laut pada bulan September 2025.

Nilai anomali positif pada suatu wilayah menandakan bahwa SPL di wilayah tersebut bersifat lebih hangat dibanding dengan kondisi rata-ratanya. Sedangkan nilai anomali negatif menandakan wilayah SPL memiliki kondisi yang lebih dingin dibanding kondisi rata-ratanya.



Gambar 3.14 Anomali suhu permukaan laut September 2025

Berdasarkan peta anomali SPL pada Gambar 3.14 bulan September 2025, nilai anomali SPL di wilayah Indonesia berkisar antara -0.4°C hingga $+4.0^\circ\text{C}$. Wilayah dengan nilai anomali SPL positif (hangat) yang lebih dari 2°C terdapat pada Perairan Barat Bengkulu hingga Lampung, Samudera Hindia barat Bengkulu, Perairan selatan Banten hingga Bali, Samudera Hindia selatan Jawa Tengah hingga Bali, Laut Sawu, Selat Makassar bagian selatan, Laut Maluku, Perairan Raja Ampat, dan Laut Arafuru. Nilai anomali SPL paling tinggi berkisar antara positif $3 - 4^\circ\text{C}$ berada pada Samudera Hindia barat Lampung dan Samudera Hindia selatan Banten hingga Jawa Barat.

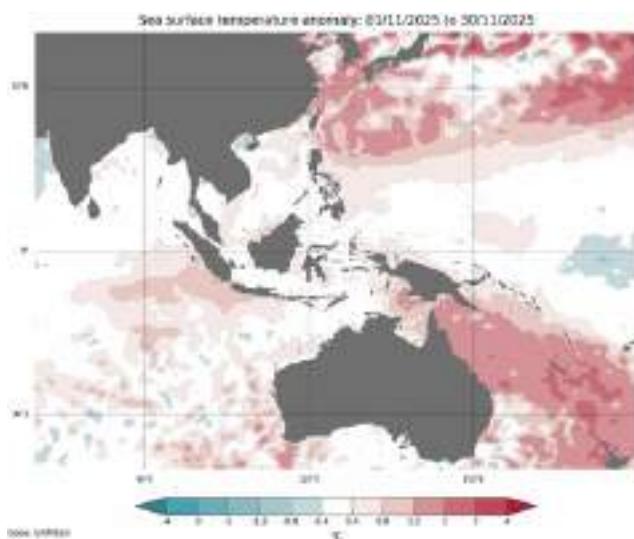


Gambar 3.15 Anomali suhu permukaan laut Oktober 2025

ANOMALI SUHU PERMUKAAN LAUT

Berdasarkan peta anomali SPL pada Gambar 3.15 bulan Oktober 2025, nilai anomali SPL di wilayah Indonesia berkisar antara -0.4°C hingga $+4.0^{\circ}\text{C}$. Wilayah dengan nilai anomali SPL positif (hangat) yang lebih dari 2°C terdapat pada Samudera Hindia Banten hingga Jawa Barat, Perairan Barat Bengkulu hingga Lampung, Samudera Hindia barat Kep. Mentawai dan Lampung, Perairan selatan Banten hingga NTB, Samudera Hindia selatan Jawa Tengah hingga NTB, Laut Sawu, Selat Makassar bagian selatan, Laut Maluku, Perairan Raja Ampat, dan Laut Arafuru. Nilai anomali SPL paling tinggi berkisar antara positif $3 - 4^{\circ}\text{C}$ berada pada Perairan selatan Banten hingga Jawa Barat dan Samudera Hindia barat Bengkulu. Bulan Oktober 2025 menunjukkan penurunan anomali SPL dibandingkan dengan bulan September 2025.

Berdasarkan peta anomali SPL pada Gambar 3.16 bulan November 2025, nilai anomali SPL di wilayah Indonesia berkisar antara -0.8°C hingga $+3.0^{\circ}\text{C}$. Wilayah dengan nilai anomali SPL positif (hangat) yang lebih dari 2°C terdapat pada Samudera Hindia barat dan Laut Arafuru. Pada bulan November 2025 tidak terdapat anomali SPL lebih dari 3°C yang menunjukkan wilayah Indonesia mulai mengalami perubahan musim. Pada bulan November 2025 menunjukkan adanya penurunan SPL di wilayah Indonesia dibandingkan dengan bulan September dan Oktober 2025.



Gambar 3.16 Anomali suhu permukaan laut November 2025

REKOMENDASI & EVALUASI

1. Evaluasi Transisi Monsun dan Keselamatan Pelayaran

- Periode September-November 2025 menunjukkan karakteristik transisi musim yang dinamis. Pengelola transportasi laut diimbau untuk mengevaluasi prosedur keselamatan berdasarkan data kejadian angin kencang (>20 knot) yang sempat mendominasi wilayah selatan Indonesia selama periode tersebut.
- Meskipun telah melewati periode SON, data peningkatan kecepatan angin di Laut Natuna Utara pada bulan November harus dijadikan acuan kesiapsiagaan bagi pelayaran lintas utara dalam menghadapi puncak Monsun Barat yang sedang berlangsung saat ini (Januari 2026).

2. Analisis Gelombang dan Risiko Pesisir

- Tercatat pada September 2025, Samudera Hindia (Barat Lampung hingga Selatan Bali) mengalami gelombang kategori Tinggi (*Rough Sea*, 2.5 - 4.0 m). Hal ini menegaskan perlunya penguatan infrastruktur pengamanan pantai di wilayah tersebut terhadap potensi abrasi tahunan.
- Adanya *primary swell* kategori sedang di perairan terbuka selama SON 2025 menjadi pengingat bagi operator pelabuhan untuk tetap memperhatikan faktor keselamatan sandar kapal, terutama pada dermaga yang tidak memiliki breakwater yang memadai.

3. Dinamika Arus dan Navigasi Bawah Air

- Arus kuat yang terdeteksi di Selat Makassar dan Selatan Jawa selama SON 2025 (mencapai 100 cm/s) menunjukkan perlunya pembaruan peta arus operasional secara berkala bagi kapal-kapal dengan tonase besar untuk efisiensi bahan bakar dan keamanan navigasi.

4. Potensi Cuaca Ekstrem

- Anomali Suhu Permukaan Laut (SPL) yang cukup hangat (+3.0 hingga +4.0 °C) periode SON 2025 di Samudera Hindia telah berkontribusi pada evaporasi yang tinggi. Hal ini perlu diwaspadai sebagai pemicu pertumbuhan awan konvektif yang dapat mengakibatkan cuaca buruk mendadak di laut (*squall line*).

Saran Mitigasi Lanjutan:

Mengingat pada bulan Januari 2026 Indonesia berada pada puncak Monsun Barat, BMKG menyarankan agar instansi terkait menggunakan data pada periode SON 2025 sebagai basis analisis risiko tahunan. Sinergi antara data historis dan prakiraan *real-time* sangat krusial untuk meminimalisir kecelakaan laut akibat cuaca ekstrem.



Analisis Kejadian Cuaca dan Keadaan Laut Ekstrem

September - Oktober -November 2025

KEJADIAN CUACA DAN KEADAAN LAUT EKSTREM

1. ANALISIS KECELAKAAN KAPAL

Selama periode September-Okttober-November, telah terjadi 2 kali kecelakaan kapal di wilayah perairan Indonesia (Tabel 4.1). Data ini merujuk pada laporan kepada BMKG terkait analisis cuaca pada saat kecelakaan terjadi. Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi kecelakaan kapal selama periode September-Okttober-November. Berdasarkan rekapitulasi, jenis kecelakaan kapal yang terjadi adalah kapal tenggelam.

Tabel 4.1 Rekapitulasi kecelakaan kapal periode September - Oktober - November 2025

No	Nama/Jenis Kapal	Lokasi/Tanggal Kejadian	Jenis Kecelakaan	Analisa Cuaca dan Tinggi Gelombang		
				Cuaca	Arah dan Kec. Angin	Tinggi Gelombang
1.	Kapal Nelayan	Perairan Bengkulu Bagian Utara	Tenggelam	Berawan	Timur Laut, 7 - 11 km/jam	1.5 - 2.0 meter
2.	Perahu/Sampan	Perairan Laut Desa Pai, Provinsi Nusa Tenggara Barat	Tenggelam	Cerah Berawan	Tenggara - Selatan, 11 - 14 km/jam	0.1 - 0.5 meter

Kecelakaan Kapal Nelayan di Air Napal Perairan Bengkulu Bagian Utara

BPBD Kabupaten Bengkulu Tengah menerima laporan dari warga mengenai korban tenggelam di Perairan Pantai Palik, Kab. Bengkulu Utara pada Selasa (23/09/2025), terdapat 3 nelayan yang merupakan 2 warga Desa Pondok Kelapa, Kab. Bengkulu Tengah dan 1 warga Kab. Bengkulu Utara. Kapal sempat karam di Perairan Desa Pasar Tebat, Kec. Air Napal, Kab. Bengkulu Utara. Hari pertama kejadian ditemukan 1 korban selamat dan 1 korban meninggal dunia, kemudian 1 korban meninggal dunia ditemukan di perairan Pulau Tikus, setelah 4 hari hilang di laut, titik lokasi penemuan berada 15 mil laut dari lokasi kejadian.

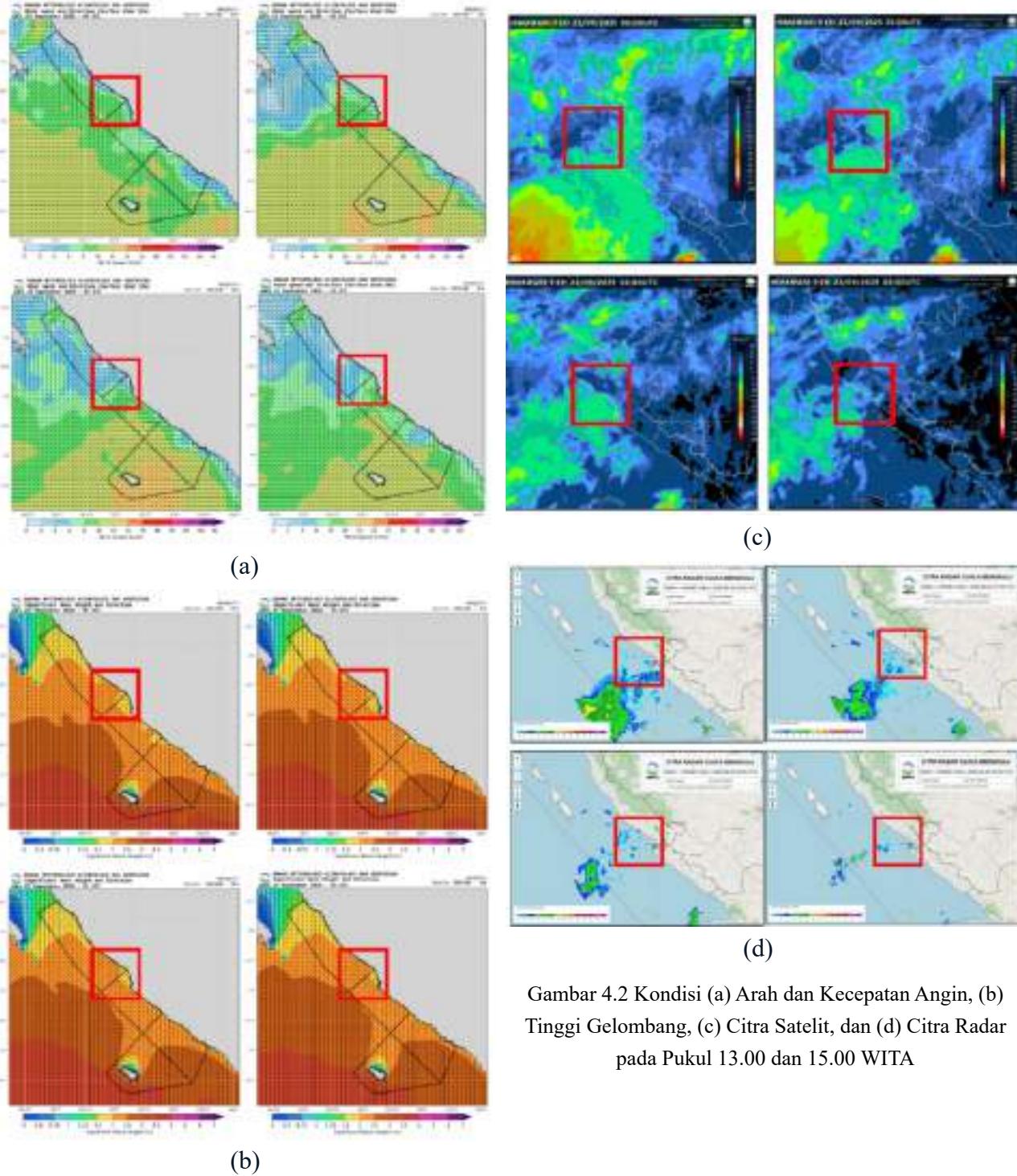


Gambar 4.1 Berita terkait tenggelamnya

Kapal Nelayan 23 September 2025

(Sumber: Instagram @infobengkulu dan
@rescue_bengkulu112)

Hasil analisis cuaca maritim saat kejadian diperoleh kondisi kecepatan angin berkisar antara 7 - 11 km/ jam (kategori lemah) dari Timur Laut, dengan tinggi gelombang sekitar 1.5 - 2.0 m (kategori sedang), dan dari analisis citra satelit dan citra radar tanggal 23 September 2025 pukul 07.00 - 10.00 WIB terpantau bahwa di sekitar lokasi kejadian kecelakaan kapal kondisi cuaca berawan.



Gambar 4.2 Kondisi (a) Arah dan Kecepatan Angin, (b) Tinggi Gelombang, (c) Citra Satelit, dan (d) Citra Radar pada Pukul 13.00 dan 15.00 WITA

KEJADIAN CUACA DAN KEADAAN LAUT EKSTREM



Gambar 4.3 Prakiraan cuaca maritim yang dikeluarkan oleh Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno, Bengkulu tanggal 22 September 2025

Hasil analisis cuaca maritim saat kejadian diperoleh kondisi kecepatan angin berkisar antara 11 - 14 km/jam (kategori lemah) dari Tenggara - Selatan, dengan tinggi gelombang sekitar 0.1 - 0.5 m (kategori rendah), dan dari analisis citra satelit dan citra radar tanggal 1 November 2025 pukul 12.50 - 13.10 WITA terpantau bahwa di sekitar lokasi kejadian kecelakaan kapal kondisi cuaca cerah berawan.

Kecelakaan laut Perahu (Sampan) di Perairan Kec. Wera, Bima, NTB

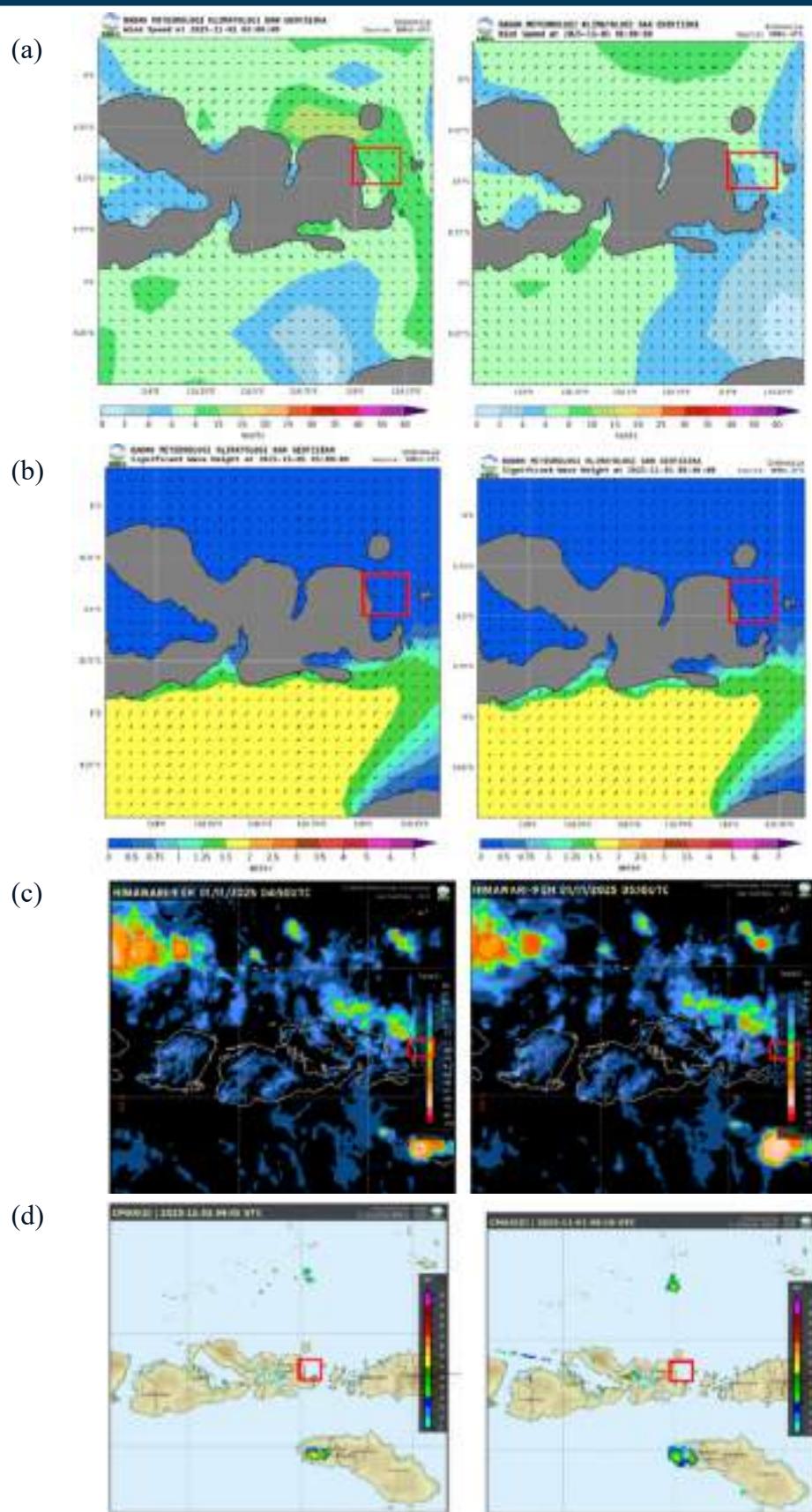
Sebuah perahu tenggelam saat memancing di Desa Pai, Kecamatan Wera, Kabupaten Bima, pada Sabtu 1 November 2025. Perahu yang ditumpangi empat orang tersebut tenggelam sekitar pukul 13.00 WITA. Kasi Humas Polres Bima Kota, Ipda Baiq Fitria Ningsih menyampaikan bahwa dua penumpang perahu saat mencari ikan di sekitar pulau ular dinyatakan meninggal dunia. Dua korban lainnya selamat dan mendapat perawatan di pusat pelayanan kesehatan terdekat.

Empat Pemancing Tenggelam di Laut Wera Bima, Dua Selamat, Dua Meninggal Dunia



Gambar 4.4 Berita terkait tenggelamnya Perahu (sampan) 1 November 2025 (Sumber: ntbsatu.com)

KEJADIAN CUACA DAN KEADAAN LAUT EKSTREM



Gambar 4.5 Kondisi (a) Arah dan Kecepatan Angin, (b) Tinggi Gelombang, (c) Citra Satelit, dan (d) Citra Radar pada Pukul 11.00 dan 14.00 WITA

2. REKAPITULASI KEJADIAN BANJIR ROB

Banjir rob atau yang dapat dikatakan sebagai banjir genangan adalah banjir yang disebabkan oleh pasang air laut yang menggenangi daratan. Biasanya banjir ini terjadi di daerah yang permukaannya lebih rendah daripada permukaan laut seperti daerah pesisir pantai. Pada periode September, Oktober, dan November 2025 tercatat telah terjadi 27 banjir rob, terbanyak terjadi pada bulan November 2025 sebanyak 19 kejadian dan daerah yang paling banyak mengalami kejadian banjir rob yaitu Pesisir utara Jakarta, seperti yang ditunjukkan Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Banjir Rob periode September, Oktober, dan November 2025

No	Tanggal	Lokasi
1	13 September 2025	Teluk Betung, Bandar Lampung
2	8 Oktober 2025	Pademangan Jakarta
3	8 Oktober 2025	Indramayu, Jawa Barat
4	8 Oktober 2025	Dusun Kuala Jaya, Lampung Selatan
5	13 Oktober 2025	Jakarta Utara
6	14 Oktober 2025	Sampit, Kalteng
7	15 Oktober 2025	Sampit, Kalteng
8	18 Oktober 2025	Semarang, Jawa Tengah
9	4 November 2025	Jalan Sumbawa, Mintaragen, Kec. Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah
10	5 November 2025	Pesisir Bandar Lampung
11	6 November	Jakarta Utara
12		Kel. Karang Maritim, Kec. Panjang, Bandar Lampung
13		Kel. Kangkung, Kec. Bumi waras, Kota Bandar Lampung
14		Kab. Lampung Selatan
15	8 November 2025	Bandar Lampung
16		Kep. Seribu dan Jakarta
17		Kalianak, Surabaya
18		Seunuddon, Aceh utara

19	9 November 2025	Tanggamus, Lampung
20		Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat
21		Citepus Sukabumi Jawa Barat
22	16 November 2025	Kendal, Jawa tengah
23	16 November 2025	Muara Angke, Jakarta
24	19 November 2025	Kapuk Muara, Jakarta
25	22 November 2025	Kepulauan Seribu dan Papanggo - Tanjung Priok
26	23 November 2025	Kepulauan Seribu
27	27 November 2025	Wilayah tepian Sungai Kapuas dan sekitarnya

3. REKOMENDASI DAN EVALUASI

- Berdasarkan data kecelakaan laut periode SON 2025, insiden kapal tenggelam terjadi pada armada kecil (Kapal Nelayan dan Sampan). Perlu dicatat bahwa kecelakaan di Perairan Bengkulu Bagian Utara (23 September 2025) terjadi pada kondisi tinggi gelombang kategori Sedang (1.5 - 2.0 meter) dan kecepatan angin kategori Lemah (7 - 11 km/jam).
- Hal ini mengindikasikan bahwa gelombang kategori *Moderate* pun memiliki risiko fatal bagi kapal berukuran kecil. Mengingat Januari 2026 merupakan puncak Monsun Asia dengan potensi gelombang yang lebih tinggi secara klimatologis, nelayan tradisional diimbau untuk tidak memaksakan melaut jika tinggi gelombang melebihi 1.25 meter, serta wajib melengkapi diri dengan alat keselamatan (*life jacket*).
- Terpantau tren kenaikan frekuensi kejadian banjir rob yang signifikan menjelang akhir tahun, di mana dari total 27 kejadian selama SON, 19 kejadian (70%) terjadi pada bulan November 2025. Wilayah Pesisir Utara Jakarta menjadi lokasi dengan frekuensi kejadian tertinggi, diikuti oleh Semarang (Jawa Tengah) dan Bandar Lampung.
- Otoritas daerah dan masyarakat di wilayah pesisir utara Jawa dan Lampung **diimbau** untuk meningkatkan kesiapsiagaan menghadapi potensi rob pada Januari 2026. Kombinasi antara pasang air laut maksimum astronomis dan storm surge akibat angin baratan yang kuat pada bulan Januari berpotensi memperluas area genangan melebihi kejadian bulan November 2025.
- Mengingat kejadian kecelakaan di Perairan Bima (1 November 2025) terjadi pada kondisi cuaca yang terpantau Cerah Berawan dan gelombang Rendah (0.1 - 0.5 m), pengguna jasa kelautan ditekankan untuk tetap memantau informasi cuaca maritim secara berkala melalui kanal resmi BMKG (InaWIS/InaCAWO) guna mengantisipasi perubahan cuaca lokal yang cepat yang mungkin tidak terdeteksi secara visual.



Observasi Data Maritim

September - Oktober - November 2025

MARINE AUTOMATIC WEATHER STATION (MAWS)

MAWS atau AWS Maritim adalah sistem pemantauan cuaca otomatis yang dirancang khusus untuk lingkungan maritim. Sistem ini secara otomatis mengukur dan mencatat data cuaca, seperti suhu udara, kelembapan, tekanan udara, arah dan kecepatan angin, radiasi matahari, curah hujan, suhu permukaan laut, *water level* dan kualitas air laut. MAWS dipasang pada lokasi pesisir di wilayah Pelabuhan seluruh Indonesia. MAWS menyediakan data cuaca secara *near real-time* yang sangat penting untuk meningkatkan keselamatan berbagai aktivitas maritim. Saat ini, BMKG telah memiliki MAWS yang terpasang di 75 lokasi di seluruh wilayah Indonesia. Pada bagian ini akan dilakukan analisis terhadap lokasi site MAWS di Gilimanuk dengan detil:

Nama : AWS Maritim Gilimanuk

ID AWS : 3000000046

Lokasi : -8.161° LS - 114.437063° BT

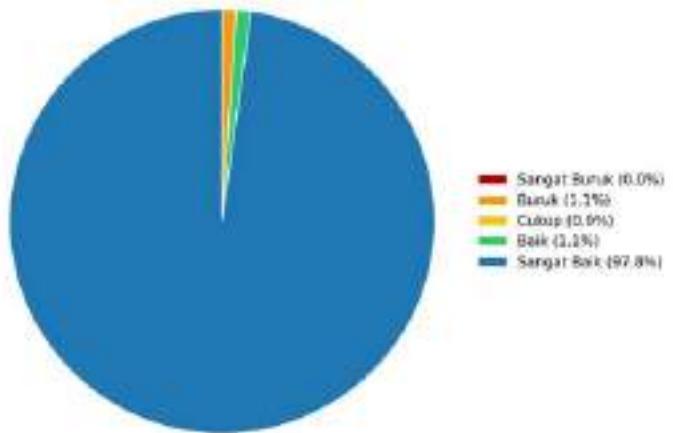
Periode. : September – November 2025

1. Performa AWS Maritim

Sebelum dilakukan analisis terhadap data sensor tiap parameter, dilaksanakan kegiatan pemantauan penerimaan data untuk monitoring performa AWS Maritim. Performa AWS juga dapat menggambarkan kondisi keaktifan suatu AWS. Performa AWS dinilai dalam bentuk persentase dan dapat dikategorikan menjadi 5 kategori. Pembagian kategori performa AWS dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Kategori performa AWS Maritim

No.	Nilai Performa (%)	Kategori
1.	0 - 20	Sangat Buruk
2.	21 - 40	Buruk
3.	41 - 60	Cukup
4.	61 - 80	Baik
5.	81 - 100	Sangat Baik



Gambar 5.1. Persentase Performa AWS Maritim Gilimanuk SON 2025.

Berdasarkan pada Gambar 5.1 performa AWS Maritim Gilimanuk selama periode SON 2025 menunjukkan nilai rata-rata 98.9%, yang mengindikasikan kondisi sangat baik. Dalam kurun 92 hari pengamatan, instrumen tercatat aktif sepanjang periode (92 hari) tanpa hari tidak aktif.

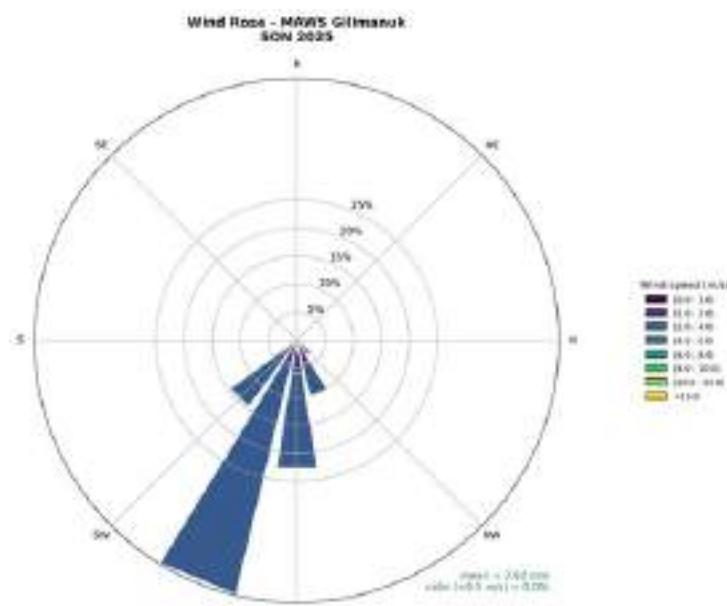
Distribusi harian berdasarkan kategori menegaskan temuan tersebut: sangat baik 90 hari (97.8%), baik 1 hari (1.1%), cukup 0 hari (0%), buruk 1 hari (1.1%), dan sangat buruk 0 hari (0%). Secara keseluruhan, hasil ini merefleksikan keandalan sistem yang tinggi sehingga data yang dihasilkan layak digunakan untuk analisis operasional dan kajian ilmiah.

2. Variabilitas Arah dan Kecepatan Angin

Gambar 5.2 menunjukkan analisis mawar angin AWS Maritim Gilimanuk selama periode SON 2025. Berbasis analisis windrose dan ringkasan statistik MAWS Gilimanuk pada periode SON 2025, pola angin permukaan didominasi hembusan dari sektor selatan hingga selatan–barat daya. Tiga sektor paling dominan adalah S (38.4%), SSW (33.8%), dan SSE (15.8%), yang secara kumulatif menunjukkan persistensi aliran dari belahan selatan.

Kecepatan angin umumnya lemah–menengah, dengan median dan mean 2.62 m/s, nilai minimum 0.94 m/s, dan maksimum 5.12 m/s. Arah angin rata-rata sirkular berada pada 194.7° (FROM; sekitar selatan–barat daya). Rata-rata vektor angin memiliki kecepatan 2.43 m/s dengan arah 196.9° (FROM) atau menuju 16.9° (TO).

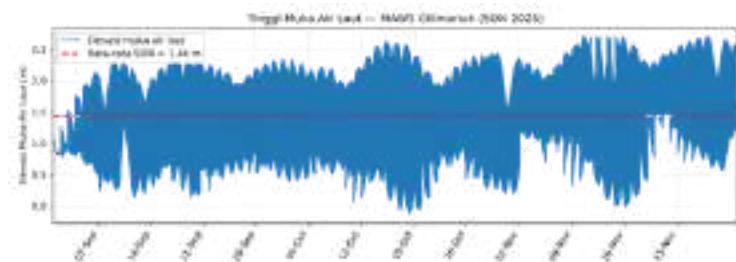
Secara keseluruhan, karakteristik ini konsisten dengan pola angin timur–tenggara/selatan di wilayah Selat Bali pada periode SON, di mana aliran regional dari selatan lebih persisten dan berperan penting terhadap kondisi oseanografi dan keselamatan pelayaran setempat.



Gambar 5.2 Windrose plot AWS Maritim Gilimanuk periode SON 2025.

3. Tinggi Muka Laut

Berdasarkan Gambar 5.3 diketahui tinggi muka laut selama periode SON 2025 memiliki rata-rata 1.44 m, dengan nilai minimum 1.498 m dan maksimum 2.682 m. Kisaran pengamatan berada pada $\pm 0\text{--}2.5$ m, sehingga rentang pasang-surut yang terekam mencapai ≈ 2.5 m. Pola osilasi yang berulang dua kali pasang dan dua kali surut per hari mengindikasikan karakter pasang-surut semidiurnal yang dominan di wilayah pengamatan.



Gambar 5.3 Grafik elevasi Muka Air Laut dari AWS Maritim Gilimanuk periode SON 2025

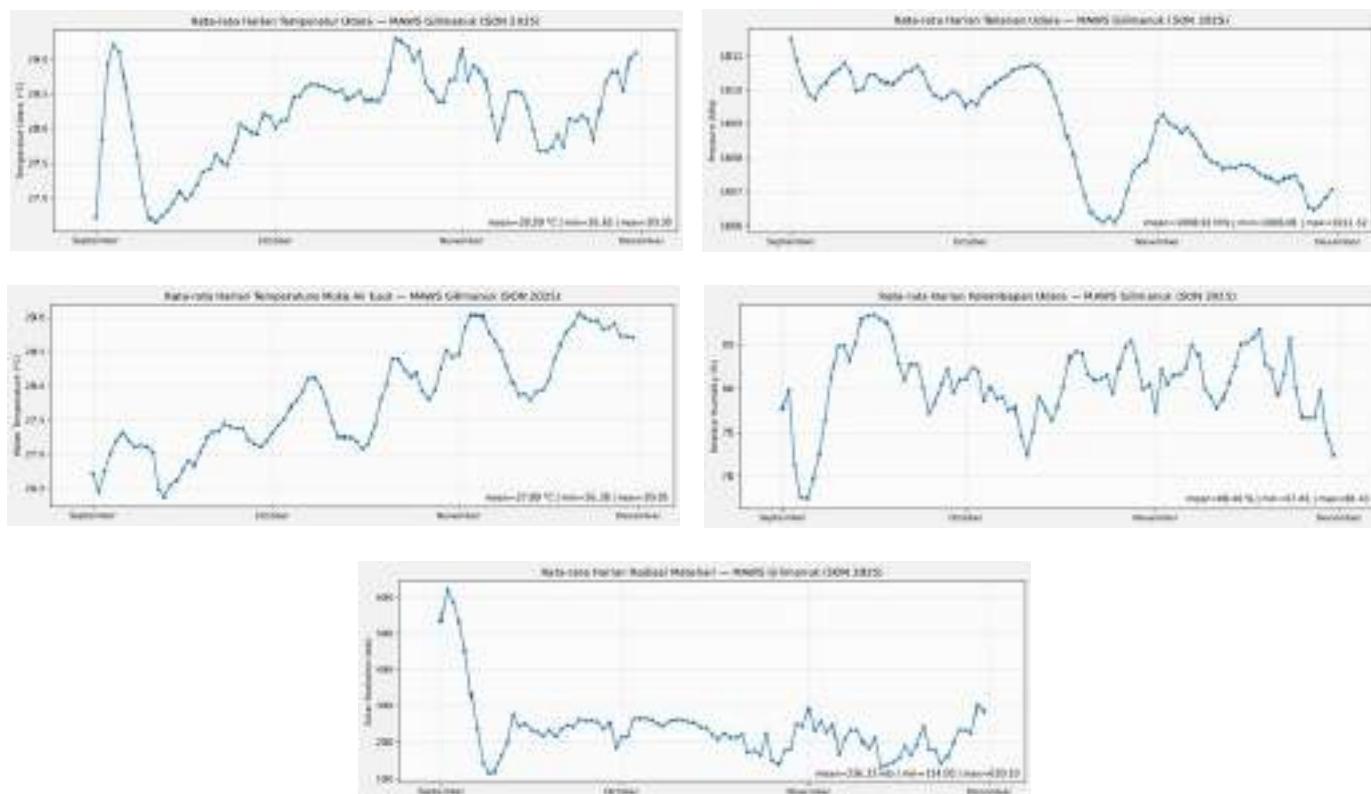
4. Analisis Parameter Cuaca Lainnya

Selain angin, AWS Maritim Gilimanuk merekam suhu udara (temp), kelembapan relatif (rh), radiasi surya (solrad), dan suhu muka laut (watertemp). Ringkasan statistik deskriptifnya disajikan pada Tabel 2, yang memuat minimum absolut, maksimum absolut, dan rerata. Rerata dalam kajian ini didefinisikan sebagai mean aritmetik dari seluruh pengamatan 10 menitan pada periode SON 2025.

Tabel 5.2 Parameter cuaca hasil pengamatan AWS Maritim Gilimanuk periode SON 2025

Kecepatan Angin (m/s)		Arah Angin	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Relatif (%)	Tekanan Udara (hPa)	Radiasi Matahari (W/m ²)	Suhu Muka Air (°C)
Minimum	0	6.0°	26.65	67.41	1006.80	114.92	26.38
Maximum	14.9	318.0°	29.30	88.43	1011.52	619.10	29.05
Rerata	3.95	191.6°	28.20	80.46	1008.92	236.23	27.80

Selanjutnya, pada Gambar 5.4 di bawah ini menunjukkan fluktuasi parameter cuaca harian selama periode SON 2025 pada AWS Maritim Gilimanuk yang meliputi temperatur udara, kelembapan udara, tekanan udara, radiasi matahari, dan suhu permukaan air.



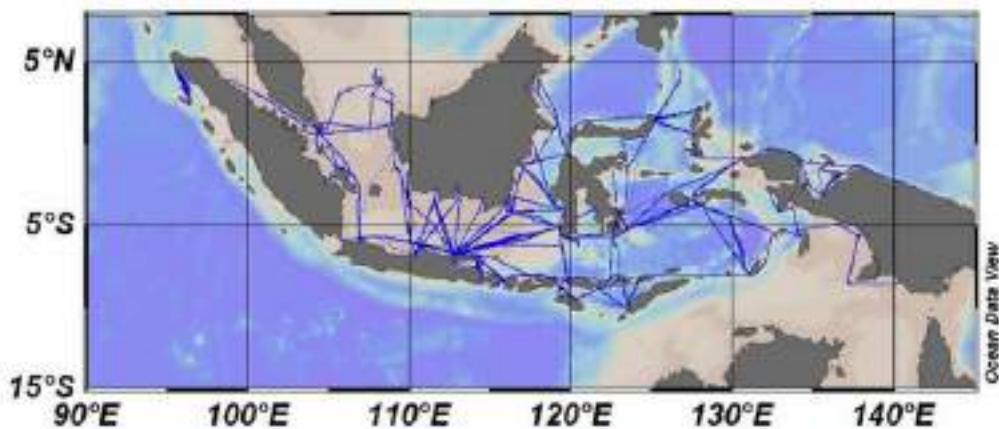
Gambar 5.4 Grafik rata-rata harian parameter suhu, tekanan, suhu permukaan air, kelembapan dan radiasi matahari pada AWS Maritim Gilimanuk periode SON 2025.

Berdasarkan Gambar 5.4, evolusi harian masing-masing parameter menunjukkan dinamika yang jelas sepanjang SON 2025. Rerata harian suhu udara mencapai puncak 29.3°C pada 21 Oktober 2025 dan minimum 26.65°C pada 11 September 2025. Kelembapan relatif tertinggi tercatat 88.43% pada 16 September 2025, sedangkan nilai terendah 67.41% terjadi pada 5 September 2025. Tekanan udara menampilkan puncak 1011.52 hPa pada 1 September 2025 dan terendah 1006.8 hPa pada 25 Oktober 2025. Nilai rerata harian radiasi surya terbesar, 619.10 W m^{-2} , terjadi pada 2 September 2025, sementara nilai terkecil 114.92 W m^{-2} tercatat pada 9 September 2025. Adapun suhu muka laut menunjukkan nilai maksimum 29.05°C pada 21 November 2025 dan minimum 26.38°C pada 13 September 2025. Temuan-temuan ini konsisten dengan ringkasan pada Tabel 5.2 dan menggambarkan variabilitas harian unsur-unsur cuaca permukaan di Gilimanuk periode SON 2025.

VESSEL AUTOMATIC WEATHER STATION (VAWS)

Vessel Automatic Weather Station (VAWS) atau AWS Kapal adalah stasiun perairan bergerak yang dapat melakukan pengamatan dan pengiriman data meteorologi secara otomatis pada kapal yang bergerak. VAWS dilengkapi dengan sensor untuk mendapatkan nilai suhu udara, tekanan udara, SPL, kelembapan, serta arah dan kecepatan angin. Selain parameter cuaca serupa dengan MAWS, VAWS juga merekam posisi GPS dan kecepatan kapal, sehingga memberikan informasi penting tentang kondisi di perairan yang tidak dapat dijangkau oleh stasiun darat. Pada pembahasan ini data yang digunakan dibatasi berdasarkan trayek yang dilalui oleh kapal di masing - masing lokasi dengan melakukan analisis deskriptif terhadap hasil interpolasi nilai parameter cuaca yang digunakan, sehingga dapat diketahui variabilitas parameter cuaca tersebut pada periode SON 2025.

1. Trayektori VAWS



Gambar 5.5 Trayektori VAWS selama periode SON 2025

Pada Gambar 5.5. adalah peta trayektori VAWS selama periode SON 2025 di seluruh wilayah Indonesia. Mobilisasi VAWS dalam peta ini mencakup sebagian besar perairan strategis Indonesia. Jalur pelayaran terlihat padat di Laut Jawa, Selat Makassar, Laut Flores, serta perairan sekitar Selat Sunda dan Selat Lombok, yang mengindikasikan intensitas aktivitas pelayaran dan pengamatan atmosfer laut yang tinggi di kawasan tersebut. Konsentrasi lintasan di wilayah ini menunjukkan bahwa data VAWS sangat representatif untuk menggambarkan kondisi meteorologi laut pada jalur pelayaran utama nasional.

Garis berwarna biru adalah jalur yang dilalui kapal dan menunjukkan bahwa kapal dengan VAWS bergerak di berbagai wilayah perairan Indonesia. Pergerakan VAWS menunjukkan kesesuaian dengan rute kapal. Rute kapal ditunjukkan dengan pola berulang dan menghubungkan beberapa titik di sepanjang jalur perairan. Jalur yang lebih padat seperti Laut Jawa memiliki garis yang cenderung lebih tebal. Hal ini menunjukkan bahwa rute Laut Jawa sering dilalui oleh kapal, sehingga wilayah ini memiliki aktivitas pelayaran yang tinggi.

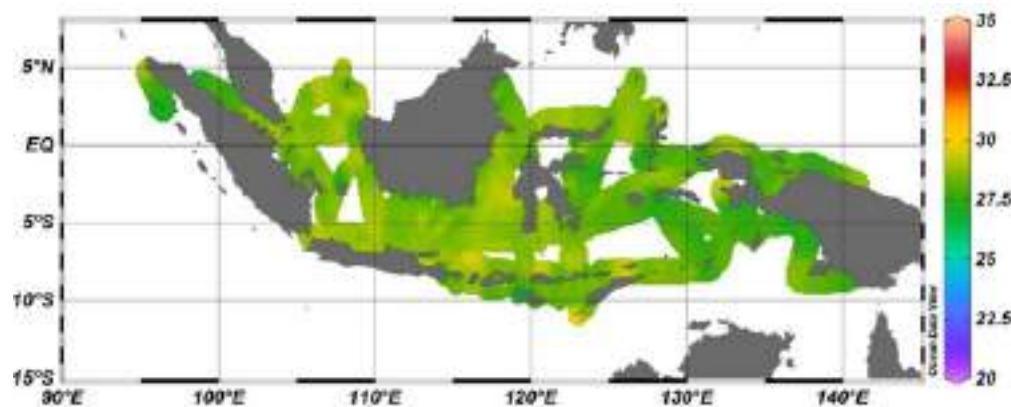
Di wilayah Indonesia bagian barat, trayektori kapal tampak menyebar dari perairan barat Sumatra, Selat Malaka, hingga Laut Jawa. Pola ini mencerminkan jalur logistik dan pelayaran utama yang padat, sekaligus memberikan cakupan pengamatan yang baik di wilayah tersebut. Pada wilayah Indonesia tengah, khususnya Selat Makassar, Laut Flores, dan Laut Banda bagian barat, terlihat trayektori yang cukup rapat dan saling berpotongan. Hal ini menunjukkan pengamatan berulang pada area yang sama, sehingga dapat meningkatkan keandalan analisis temporal kondisi atmosfer laut. Sementara itu, di Indonesia bagian timur, trayektori kapal terlihat lebih memanjang dan relatif jarang, mencakup perairan sekitar Laut Maluku, perairan utara Papua, dan sebagian Laut Arafura. Pola ini mengindikasikan keterbatasan frekuensi lintasan, namun tetap memberikan informasi penting mengenai kondisi atmosfer laut di wilayah tersebut.

Secara keseluruhan, peta trayektori VAWS selama periode SON 2025 menunjukkan bahwa sistem pengamatan berbasis kapal mampu menyediakan cakupan spasial yang luas dan strategis, terutama pada jalur pelayaran utama Indonesia. Distribusi lintasan ini mendukung pemantauan variabilitas atmosfer laut sehingga dapat memperkuat peran VAWS sebagai salah satu sumber data untuk analisis cuaca maritim serta keselamatan pelayaran di wilayah Indonesia.

2. Suhu Udara

Gambar 5.6 menunjukkan bahwa selama periode SON 2025 sebagian besar perairan Indonesia didominasi oleh suhu udara hangat hingga panas, dengan kisaran umum sekitar 26–31 °C. Pola ini merupakan karakteristik tipikal wilayah maritim tropis Indonesia, khususnya pada musim peralihan, ketika radiasi matahari masih relatif tinggi dan tutupan awan mulai meningkat secara bertahap.

Di wilayah Indonesia bagian barat, meliputi perairan barat Sumatra, Selat Malaka, dan Laut Jawa, suhu udara umumnya berada pada kisaran 27–30 °C. Nilai suhu yang relatif tinggi di wilayah ini berkaitan dengan perairan dangkal dan semi-tertutup, terutama di Laut Jawa, yang memungkinkan pemanasan udara lebih intensif akibat interaksi kuat antara laut dan atmosfer. Pada wilayah Indonesia tengah, khususnya Selat Makassar, Laut Flores, dan Laut Banda bagian barat, suhu udara terpantau relatif seragam dengan kisaran 26.5–29 °C. Homogenitas suhu ini dapat mencerminkan karakter perairan terbuka yang lebih dalam dan sirkulasi udara yang lebih aktif, sehingga distribusi panas di atmosfer permukaan menjadi lebih merata.



Gambar 5.6 Peta sebaran suhu udara (°C) periode SON 2025

Sementara itu, di Indonesia bagian timur, meliputi perairan Laut Maluku, perairan utara Papua, dan Laut Arafura, suhu udara cenderung berada pada kisaran 26–28.5 °C, dengan beberapa area menunjukkan nilai yang sedikit lebih rendah. Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh interaksi dengan massa udara maritim Pasifik serta peningkatan tutupan awan dan curah hujan konvektif, yang berkontribusi terhadap penurunan suhu udara permukaan melalui proses evaporasi dan pengurangan radiasi matahari langsung.

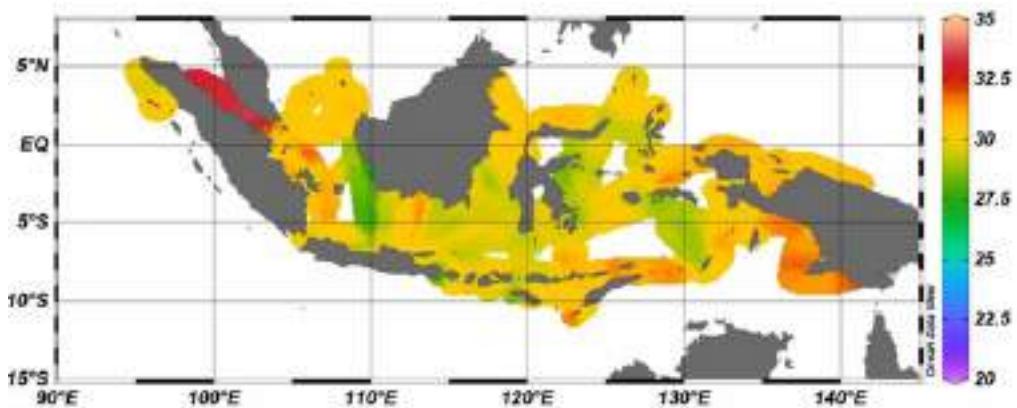
Secara keseluruhan, data suhu udara hasil pemantauan VAWS selama periode SON 2025 menunjukkan adanya pola spasial yang konsisten dengan dinamika musim peralihan di Indonesia. Suhu udara yang relatif hangat dan merata di sebagian besar perairan mendukung terbentuknya kondisi atmosfer yang labil, yang dapat berpotensi meningkatkan aktivitas konveksi dan kejadian cuaca signifikan.

3. Suhu Permukaan Laut

Pada Gambar 5.7 menunjukkan peta sebaran SPL periode SON 2025 di wilayah Indonesia. Peta sebaran SPL selama periode SON menunjukkan bahwa perairan Indonesia secara umum didominasi oleh SPL hangat hingga sangat hangat, dengan kisaran suhu sekitar 28–31.5 °C, dan pada beberapa lokasi tertentu mencapai lebih dari 32 °C. Pola ini mencerminkan karakteristik wilayah maritim tropis Indonesia pada musim peralihan dari monsun timur menuju monsun barat, ketika intensitas radiasi matahari masih tinggi dan proses pendinginan oleh angin relatif melemah.

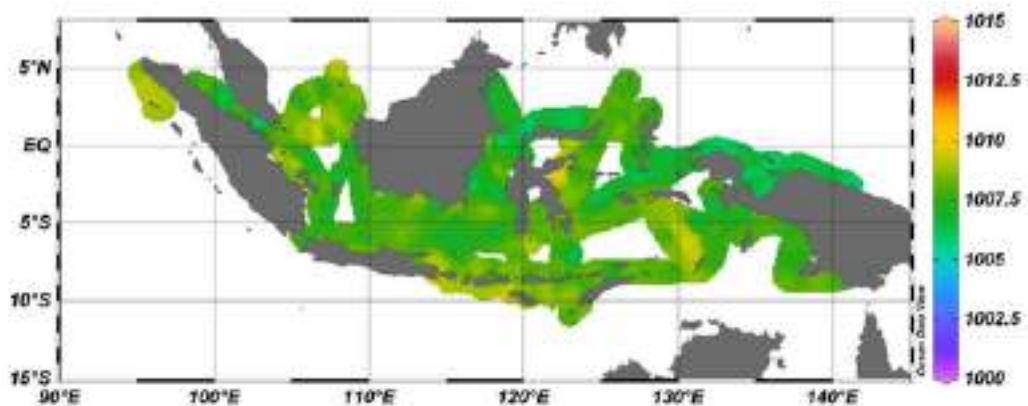
Di wilayah Indonesia bagian barat, khususnya perairan barat Sumatra dan Selat Malaka, terlihat adanya SPL yang sangat tinggi, ditandai dengan warna merah hingga oranye tua yang mengindikasikan suhu mencapai 31–33 °C. Kondisi ini kemungkinan dipengaruhi oleh perairan yang relatif dangkal, sirkulasi terbatas, serta melemahnya angin monsun timur yang menyebabkan berkurangnya proses pencampuran vertikal dan pendinginan permukaan laut. Di wilayah Laut Jawa dan perairan selatan Kalimantan, SPL umumnya berada pada kisaran 29–31°C dan terdistribusi cukup merata. Laut Jawa yang bersifat semi-tertutup cenderung mengalami pemanasan permukaan yang kuat, terutama pada periode SON. Kondisi SPL hangat ini berperan penting dalam meningkatkan ketidakstabilan atmosfer di atasnya, yang sering dikaitkan dengan meningkatnya kejadian hujan konvektif di wilayah Jawa dan sekitarnya. Selanjutnya, di Indonesia bagian tengah, meliputi Selat Makassar, Laut Flores, dan Laut Banda bagian barat, SPL terlihat sedikit lebih rendah dan relatif homogen, dengan kisaran sekitar 28–30 °C. Pola ini menunjukkan adanya pengaruh perairan yang lebih dalam dan terbuka, sehingga proses pencampuran massa air masih cukup efektif. Sementara itu, di wilayah Indonesia bagian timur, khususnya perairan selatan Papua dan Laut Arafura, SPL kembali menunjukkan nilai yang relatif tinggi, mencapai 30–32 °C.

Secara keseluruhan, pola sebaran SPL pada periode SON 2025 memperlihatkan dominasi kondisi laut hangat di hampir seluruh perairan Indonesia, dengan gradien suhu yang relatif kecil antarwilayah. Kondisi ini sangat mendukung terjadinya interaksi laut–atmosfer yang intens, meningkatkan suplai panas ke atmosfer, serta berperan penting dalam dinamika cuaca dan iklim regional Indonesia, khususnya pada masa transisi menuju musim hujan.



Gambar 5.7 Peta sebaran suhu permukaan laut ($^{\circ}\text{C}$) periode SON 2025

4. Tekanan Udara



Gambar 5.8 Peta sebaran tekanan udara (mb) periode SON 2025

Gambar 5.8 menunjukkan peta sebaran tekanan udara permukaan selama periode SON 2025 di wilayah Indonesia. Peta sebaran tekanan udara permukaan selama periode SON 2025 menunjukkan bahwa wilayah Indonesia secara umum berada pada kisaran tekanan sekitar 1006–1011 mb, yang merupakan karakteristik tekanan rendah–menengah khas wilayah tropis maritim. Pola ini mencerminkan dominasi sistem tekanan relatif rendah akibat pemanasan permukaan laut dan daratan yang intens, serta posisi Indonesia yang berada di sekitar ekuator sebagai zona konvergensi atmosfer.

Di wilayah Indonesia bagian barat, khususnya Sumatra bagian barat, Selat Malaka, dan Laut Andaman, tekanan udara cenderung sedikit lebih tinggi dibanding wilayah lain, dengan nilai mendekati 1009–1011 mb. Tekanan yang sedikit lebih tinggi ini dapat berkontribusi terhadap pola angin yang lebih stabil, namun tidak cukup kuat untuk menekan pembentukan awan secara signifikan. Pada wilayah Indonesia bagian tengah, meliputi Laut Jawa, Selat Makassar, Laut Flores, dan Laut Banda bagian barat, tekanan udara berada pada kisaran 1006–1009 mb dan terdistribusi cukup homogen. Pola tekanan yang relatif rendah dan merata ini dapat menunjukkan kondisi atmosfer yang labil, terutama jika dikombinasikan dengan suhu permukaan laut yang hangat pada periode SON.

Kondisi tersebut dapat mendukung terjadinya konvergensi angin di lapisan bawah dan meningkatkan potensi pertumbuhan awan konvektif, yang sering berkaitan dengan meningkatnya frekuensi hujan. Sementara itu, di wilayah Indonesia bagian timur, khususnya perairan sekitar Maluku, Laut Seram, dan perairan utara Papua, tekanan udara cenderung lebih rendah, dengan nilai mendekati 1005–1007 mb. Zona tekanan relatif rendah ini dapat mengindikasikan adanya pusat pemanasan dan aktivitas konveksi yang lebih aktif, sejalan dengan tingginya suhu permukaan laut di wilayah tersebut. Kondisi ini berpotensi memperkuat pembentukan awan hujan dan cuaca tidak stabil.

Secara keseluruhan, pola sebaran tekanan udara pada periode SON 2025 memperlihatkan dominasi tekanan relatif rendah di hampir seluruh wilayah Indonesia. Kombinasi antara tekanan udara rendah, suhu permukaan laut yang hangat, serta melemahnya monsun timur, dapat menunjukkan bahwa selama SON 2025, atmosfer di atas Indonesia berada dalam kondisi yang kondusif untuk terjadinya konvergensi angin, peningkatan aktivitas konvektif, dan peningkatan curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia.

HIGH FREQUENCY RADAR (HF RADAR)

High Frequency Radar (HF Radar) atau Radar Maritim adalah sistem radar yang menggunakan gelombang radio frekuensi tinggi untuk mengukur pergerakan arus laut. Sehingga dapat memberikan informasi mengenai kecepatan dan arah arus laut. Gelombang radio frekuensi tinggi (3-50 MHz) digunakan untuk memetakan arus laut permukaan dengan resolusi spasial-temporal yang relatif tinggi pada wilayah pantauan yang terbatas (Barrick, 1978). Prinsip kerjanya bertumpu pada hamburan Bragg (*Bragg scattering*) dan pergeseran Doppler: gelombang radio yang dipancarkan mengenai permukaan laut, kemudian sinyal hamburan balik direkam sebagai spektrum Doppler (Barrick, 1978; Bue et al., 2020). Pergeseran frekuensi antara sinyal puncar (HF Radar) dan terima dikonversi menjadi kecepatan arus radial (*radial surface current*); penggabungan data radial dari dua stasiun atau lebih (Guérin & Grilli, 2018; Tian et al., 2019) memungkinkan estimasi vektor arus (komponen zonal u dan meridional v).

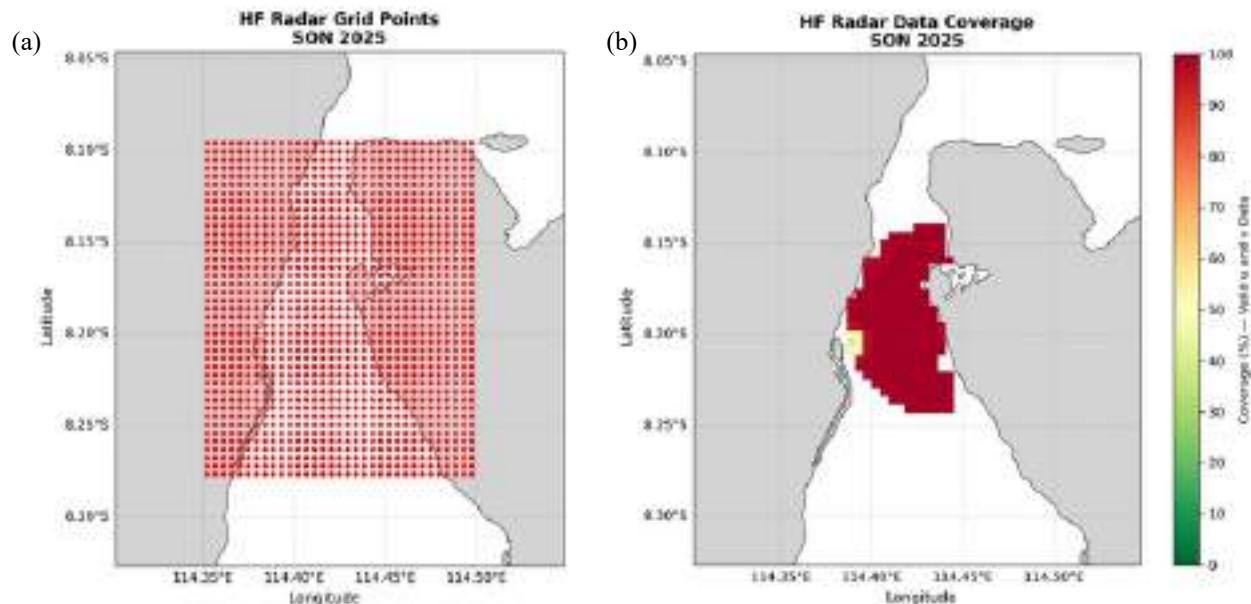
1. Jangkauan Pengamatan

HF Radar BMKG melakukan akuisisi data secara near-real time dengan interval setiap 10 menit. Setiap siklus penyapuan, HF Radar memancarkan gelombang radio berfrekuensi tinggi dan menghasilkan grid reguler berisi 1.023 titik pengamatan (31×33 ; lihat Gambar 5.9 (a)). Pada tahap preprocessing, hanya sel grid yang berada di perairan Selat Bali dan memiliki pasangan komponen arus zonal (u) dan meridional (v) yang valid yang dipertahankan untuk analisis selanjutnya, yaitu penurunan kecepatan (magnitudo) dan arah arus. Gambar 5.9 (b) menyajikan persentase cakupan data selama periode September–Oktober 2025 (SON), dihitung sebagai proporsi waktu ketika kedua komponen u–v tersedia pada tiap sel (0–100%).

Penggunaan Radar Maritim untuk analisis data meteorologi maritim di wilayah Indonesia masih cenderung baru. Hal ini dikarenakan pemasangan alat ini di wilayah Indonesia masih terbatas di empat (4) lokasi, yaitu di Selat Sunda, Selat Bali, Selat Lombok dan Labuan Bajo dimana radar maritim tersebut dioperasikan oleh BMKG (Firdaus et al., 2021; Supriyadi et al., 2021).

Pada bagian ini akan disajikan analisis arah dan kecepatan arus di Perairan Selat Bali pada periode SON pada tahun 2025. Di Selat Bali, sistem yang digunakan adalah CODAR SeaSonde, beroperasi sejak 2022, terdiri atas sepasang stasiun yaitu Boom dan Waru yang digabungkan untuk menghasilkan peta vektor arus permukaan (Firdaus et al., 2021; Supriyadi et al., 2021).

Secara umum, sebagian besar domain menunjukkan ketersediaan data yang tinggi (ditandai warna merah), sedangkan cakupan yang lebih rendah terutama muncul dengan warna lebih pucat. Variasi ini lazim pada sistem HF radar karena deteksi bergantung pada pancar-balik (*Bragg scattering*) permukaan laut dan penalaan frekuensi instrumen (U.S. IOOS, 2016); kondisi gelombang yang lemah, geometri/pelindungan pulau, atau rasio *signal-to-noise* (Paduan & Washburn, 2013) yang rendah dapat mengurangi sinyal balik sehingga sebagian sel tidak terisi pada interval tertentu.

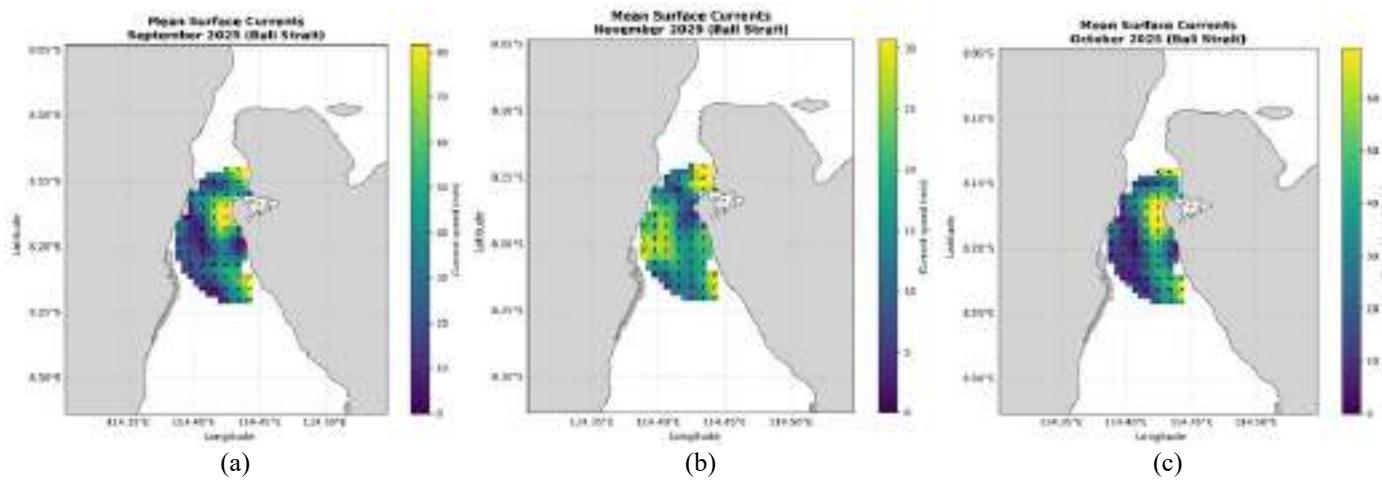


Gambar 5.9 Jangkauan HF Radar Boom dan Waru di Selat Bali. (a) Titik – titik grid pengambilan data (33x31 titik). (b) Persentase cakupan data selama periode SON 2025, dihitung sebagai proporsi waktu ketika pasangan komponen arus u – v tersedia (0 – 100%; skala warna menunjukkan rendah – tinggi)

2. Rata-rata Spasial

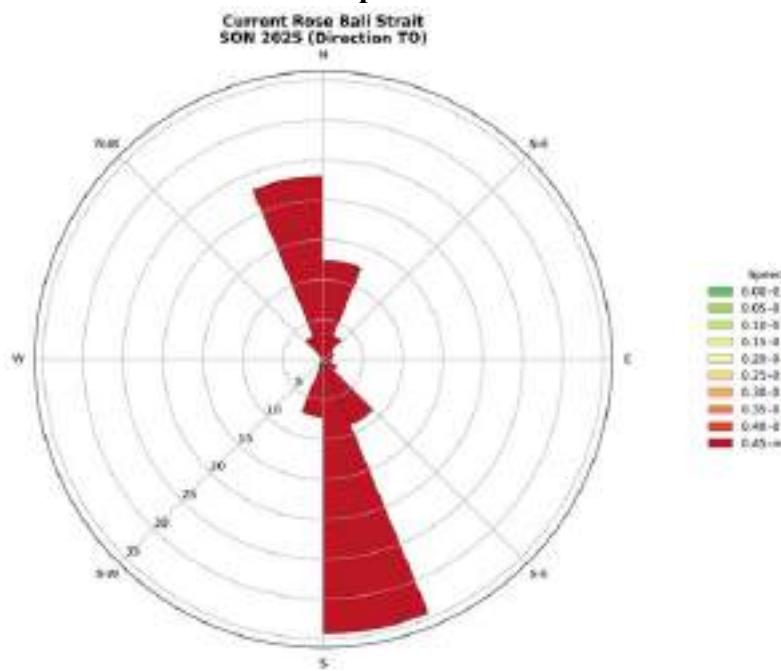
Secara umum berdasarkan Gambar 5.10 dibawah, analisis rata-rata arus permukaan bulanan dan tiga-bulanan yang diperoleh dari sistem HF Radar CODAR (monopole Boom dan Waru) di Banyuwangi, pola arus permukaan di Selat Bali menunjukkan dominasi aliran menuju utara hingga timur-laut (ke arah Laut Bali). Pada periode SON, arus rata-rata tampak relatif konsisten dengan penguatan kecepatan pada bagian tengah hingga utara selat. Pola ini dapat mengindikasikan adanya peran kuat konfigurasi geometrik selat yang sempit dan kendali topografi pantai Jawa Timur–Bali dalam memfokuskan aliran. Informasi kondisi ini relevan bagi keselamatan pelayaran dan operasi penyeberangan Ketapang–Gilimanuk.

Ditinjau secara bulanan, pada bulan September 2025 masih memperlihatkan arus yang relatif lebih kuat dan lebih variatif secara spasial. Hal ini dapat mencerminkan adanya sisa pengaruh musim timur yang belum sepenuhnya melemah. Memasuki bulan Oktober, intensitas arus mulai menurun dan lebih terfokus, sementara arah dominan tetap mengarah ke utara. Pada bulan November 2025, arus permukaan rata-rata tampak lebih seragam dan stabil, dengan variasi spasial yang berkurang dibanding bulan sebelumnya. Evolusi bulanan ini dapat menunjukkan adanya transisi dinamika arus permukaan seiring peralihan monsun menuju awal musim barat.



Gambar 5.10 (a) Rata-rata spasial karakteristik arus permukaan pada bulan September, (b) Oktober dan (c) November 2025

2. Distribusi Arah dan Kecepatan Arus Laut



Gambar 5.11 Wind Rose periode SON 2025 di Perairan Selat Bali

Berdasarkan Gambar 5.11 disamping, arus permukaan (TO) di Selat Bali selama periode SON 2025 menunjukkan dominasi kuat aliran ke arah selatan (S) dan utara (N). Distribusi ini mencerminkan arus dua-arah (*bidirectional flow*) yang khas pada perairan selat sempit. Sebagian besar kejadian arus berada pada kecepatan tinggi ($\geq 0.45 \text{ m/s}$), yang menandakan arus permukaan relatif kuat dan persisten selama periode pengamatan.

Pola arus bolak-balik utara–selatan tersebut mengindikasikan bahwa dinamika pasang surut merupakan pengendali utama arus permukaan di Selat Bali, dibandingkan pengaruh angin musiman. Konfigurasi morfologi selat yang sempit dan memanjang menyebabkan arus pasang (*flood*) dan surut (*ebb*) terkanalisisasi sejajar sumbu selat, sehingga menghasilkan arah arus dominan yang saling berlawanan dengan intensitas yang relatif seimbang. Kondisi ini konsisten dengan karakteristik hidrodinamika Selat Bali sebagai jalur pertukaran massa air antara Laut Bali dan Samudra Hindia. Oleh karena itu, pola arus permukaan Selat Bali pada periode SON 2025 dapat dipahami sebagai hasil interaksi dinamika pasang surut, topografi selat, dan kondisi latar sirkulasi regional.

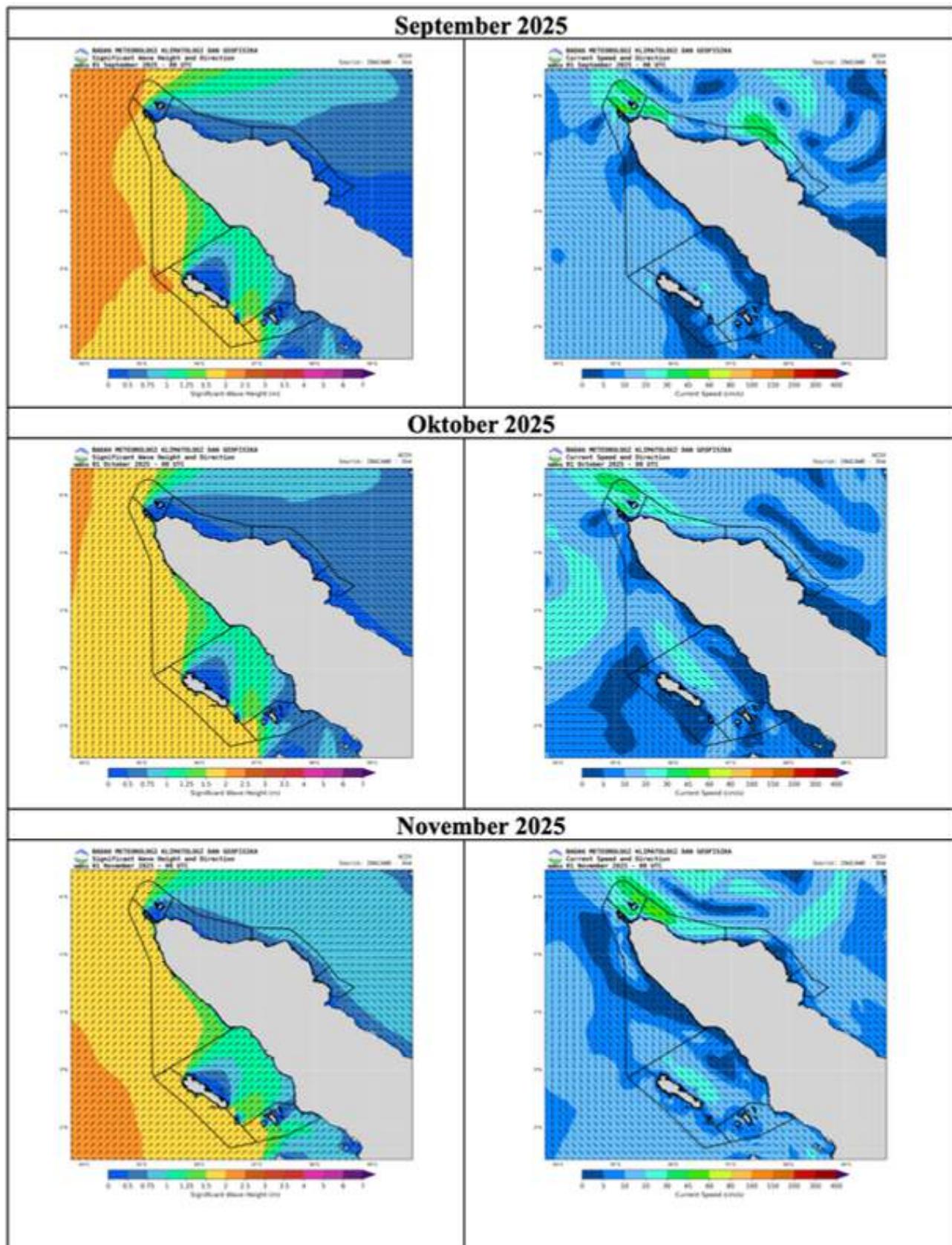
REKOMENDASI & EVALUASI

- Berdasarkan data HF Radar di Selat Bali selama SON 2025, teridentifikasi arus permukaan yang persisten dengan kecepatan tinggi ($> 0,45 \text{ m/s}$) dan pola *bidirectional flow* (dua arah utara-selatan) akibat dominasi pasang surut.
- Operator penyeberangan diimbau meningkatkan kewaspadaan terhadap interaksi antara arus pasang-surut yang kuat tersebut dengan angin Monsun Asia (Baratan) yang bertiup pada Januari. Kondisi *wind against current* (angin berlawanan arus) di selat sempit berpotensi membangkitkan gelombang yang membahayakan stabilitas kapal saat olah gerak sandar.
- Peta sebaran VAWS periode SON 2025 menunjukkan SPL di Laut Jawa dan Selat Makassar sangat hangat (29–31 °C) dengan tekanan udara rendah (1006–1009 mb). Kondisi ini mengindikasikan tersimpannya energi panas yang besar di lautan. Oleh karena itu, nakhoda kapal yang melintasi jalur padat Laut Jawa dan Selat Makassar wajib mewaspadai pelepasan energi tersebut dalam bentuk pertumbuhan awan Cumulonimbus (Cb) yang cepat dan masif. Hal ini berpotensi memicu hujan lebat disertai angin kencang dan penurunan jarak pandang secara tiba-tiba.

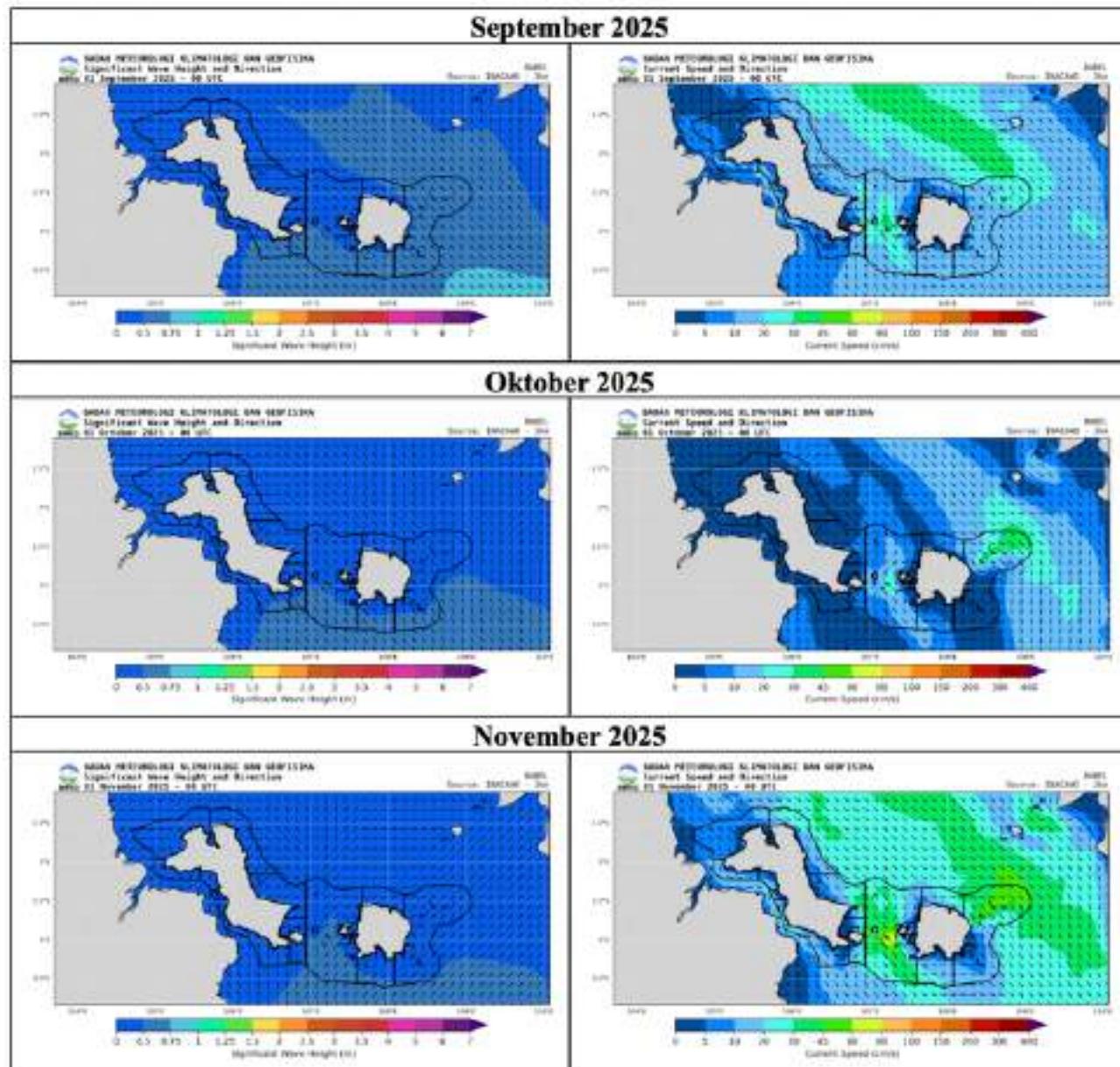


Klimatologi Wilayah Pelayanan Maritim

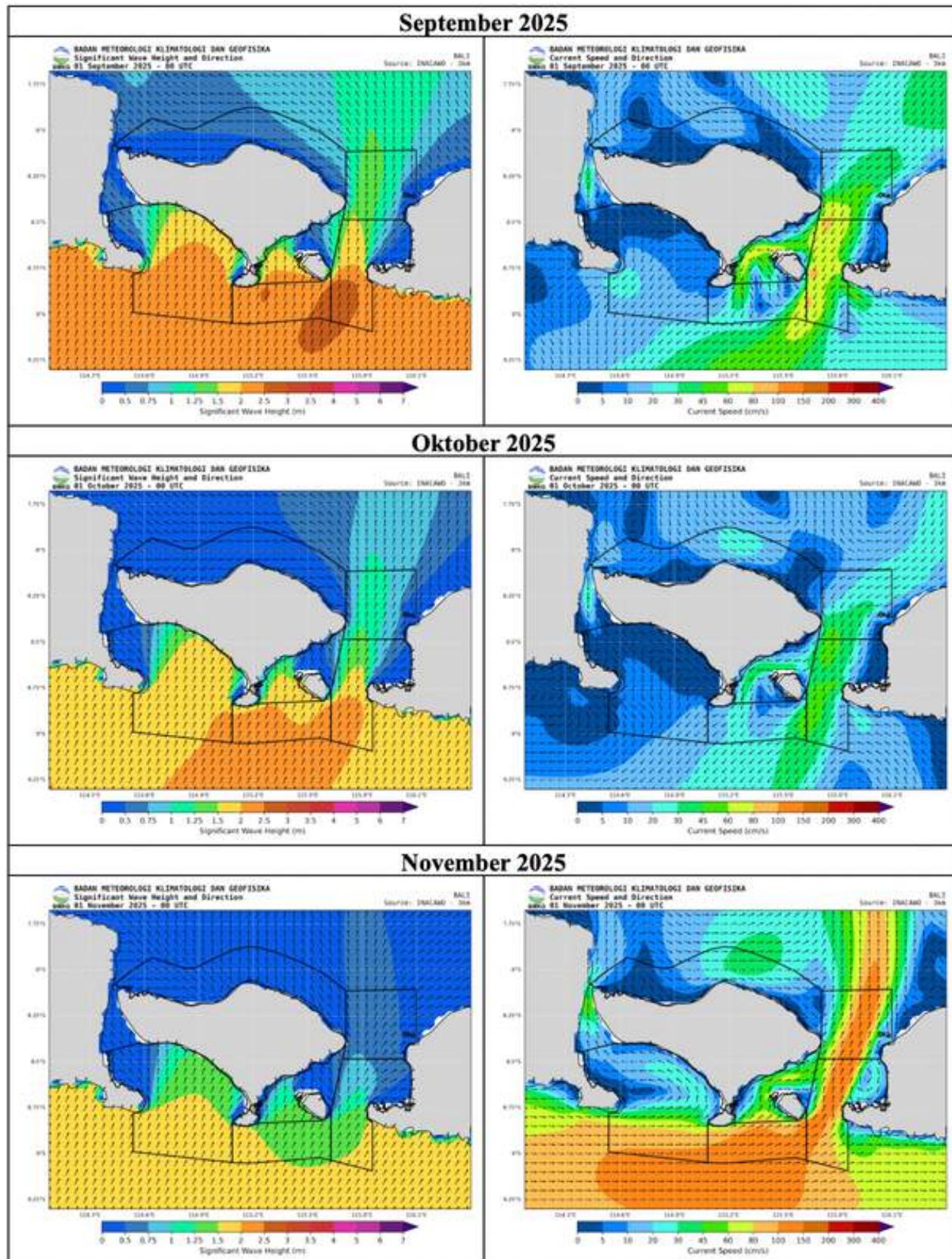
1. Wilayah Aceh



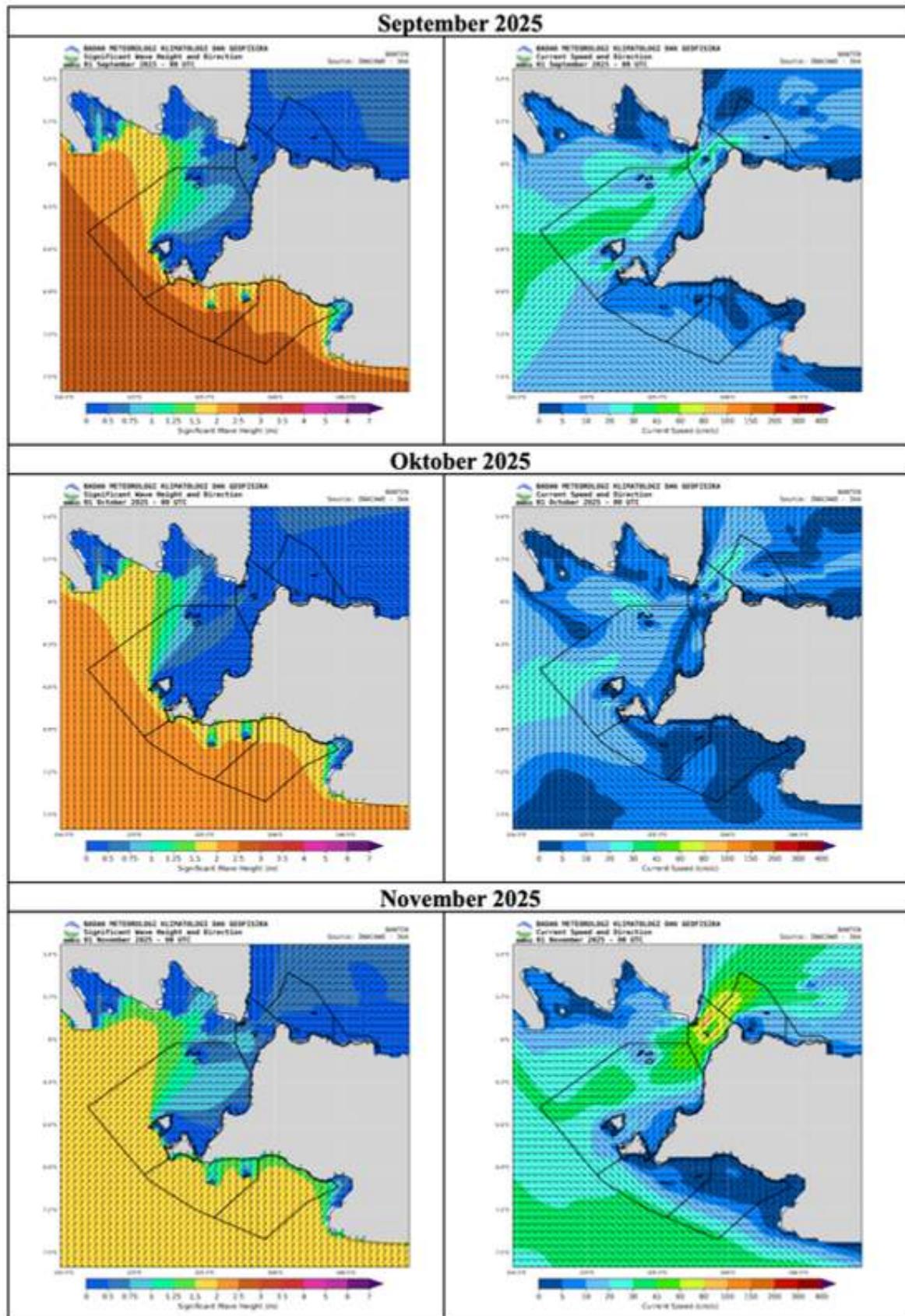
2. Wilayah Bangka Belitung



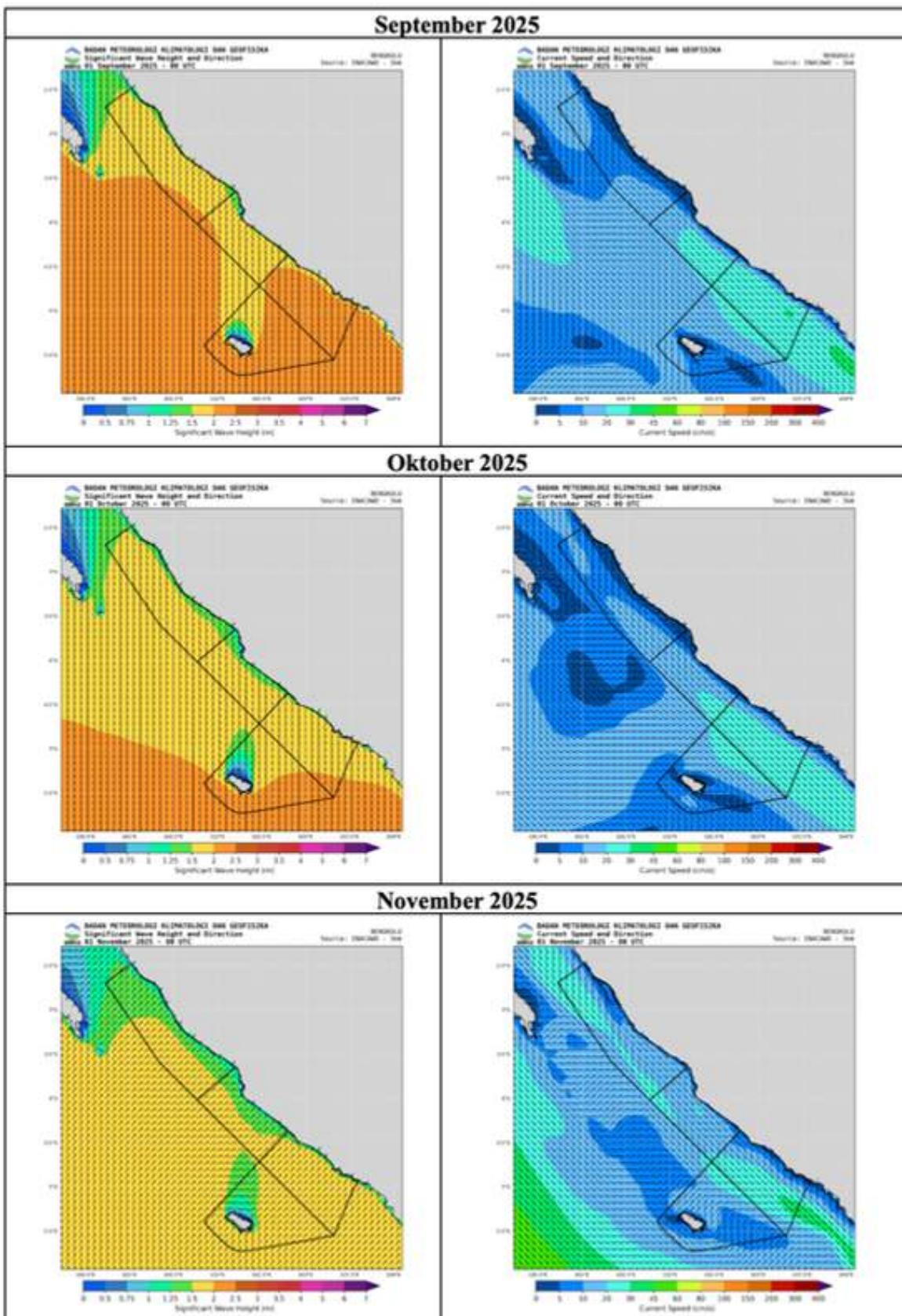
3. Wilayah Bali



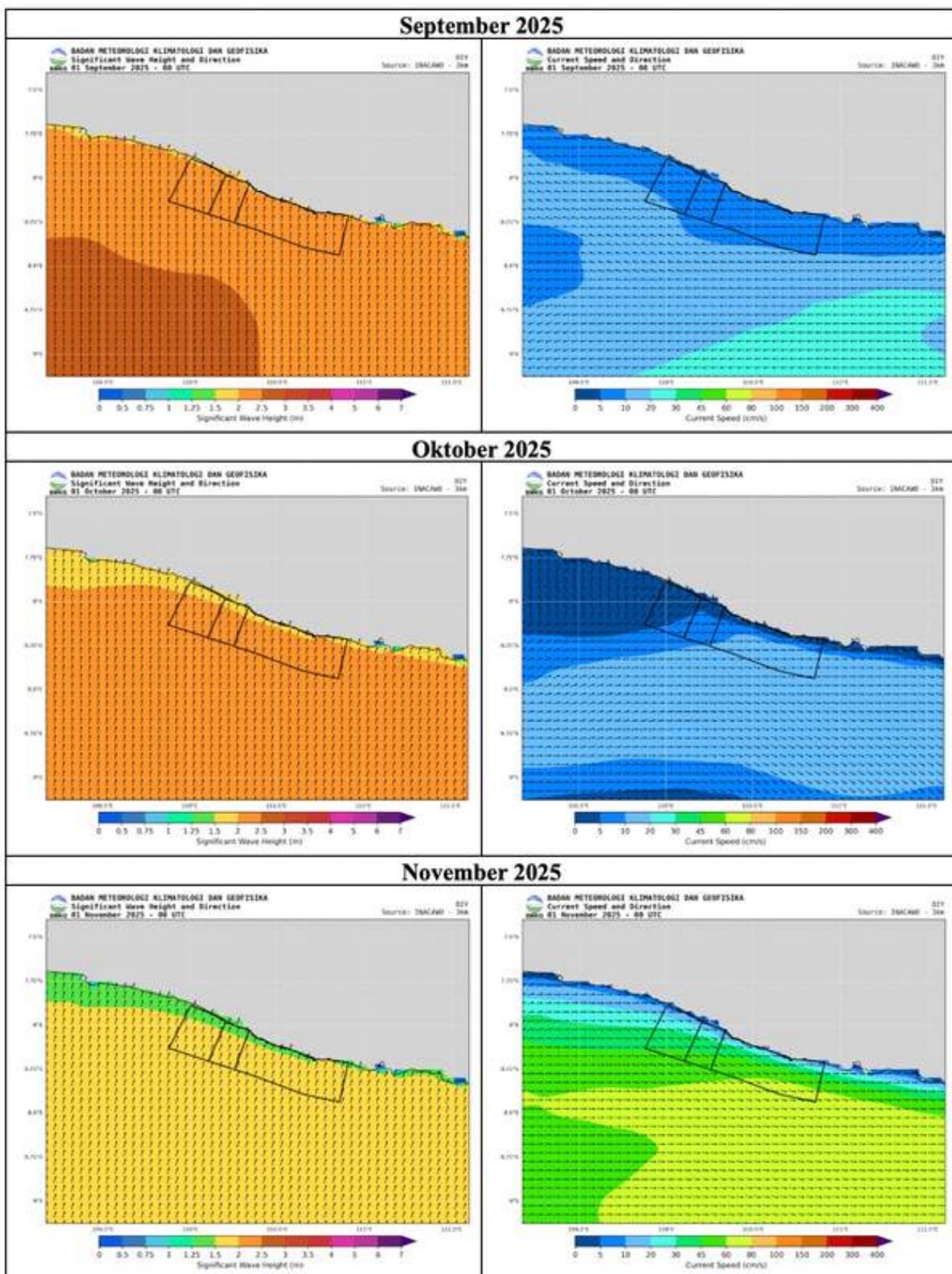
4. Wilayah Banten



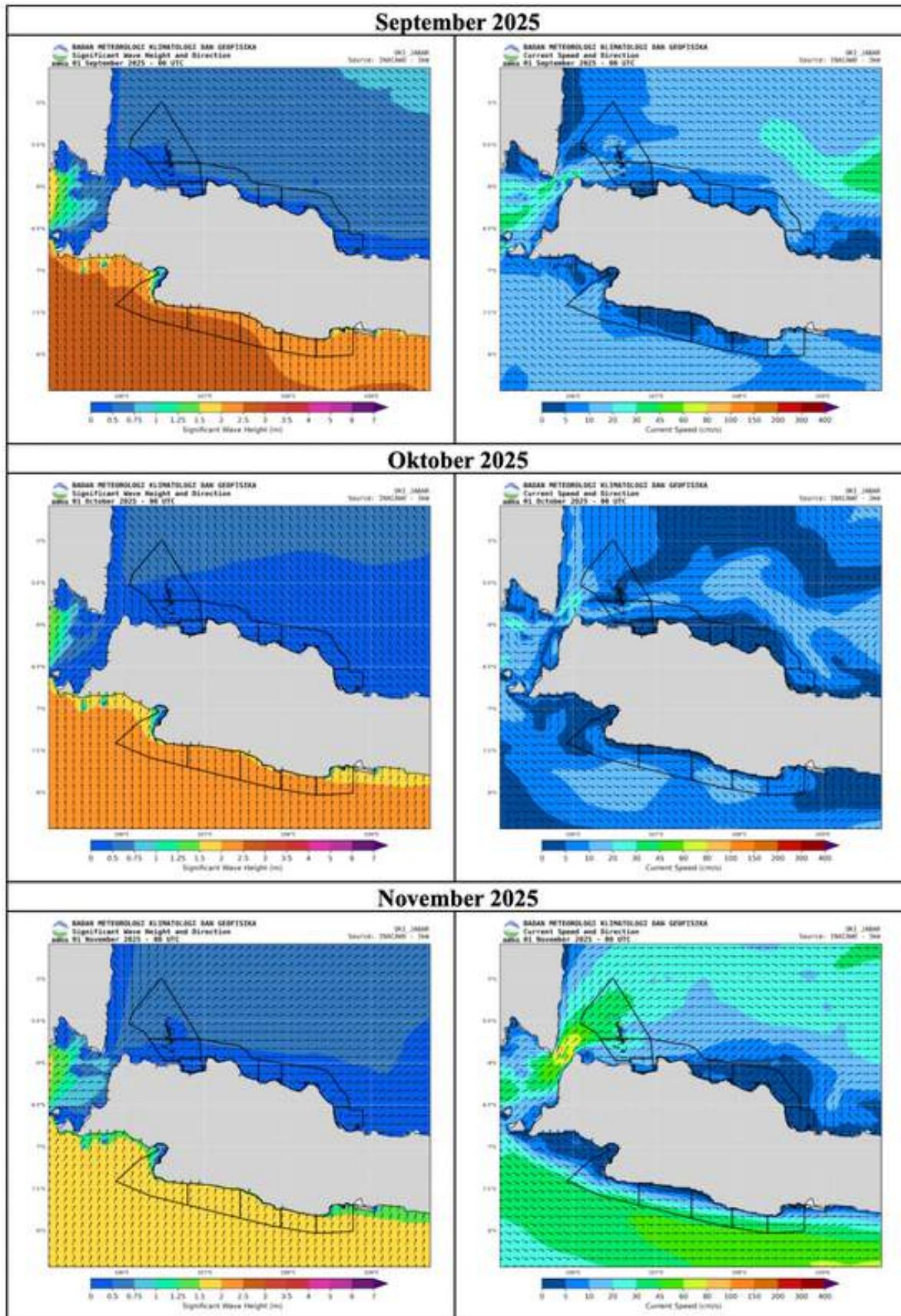
5. Wilayah Bengkulu



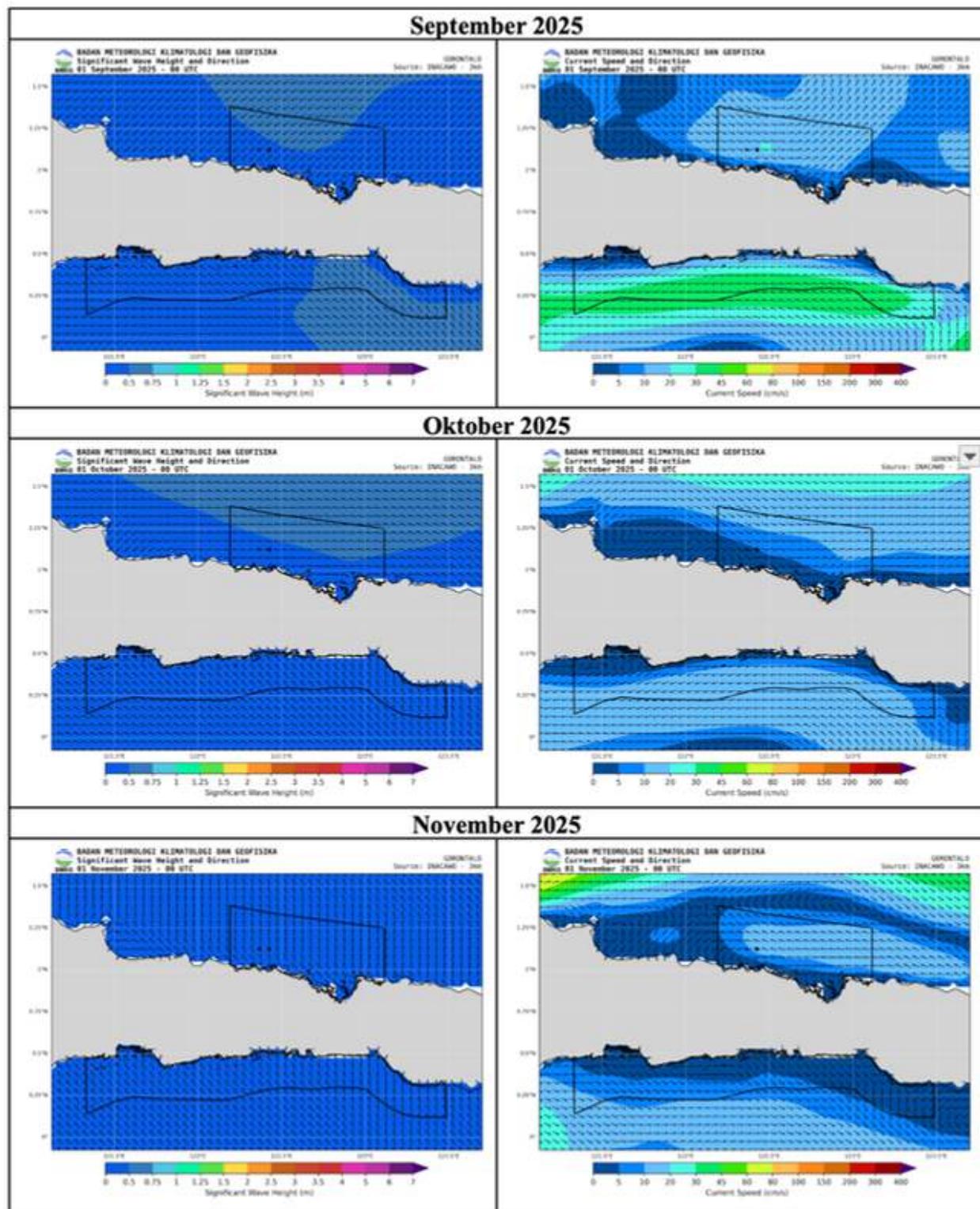
6. Wilayah DI Yogyakarta



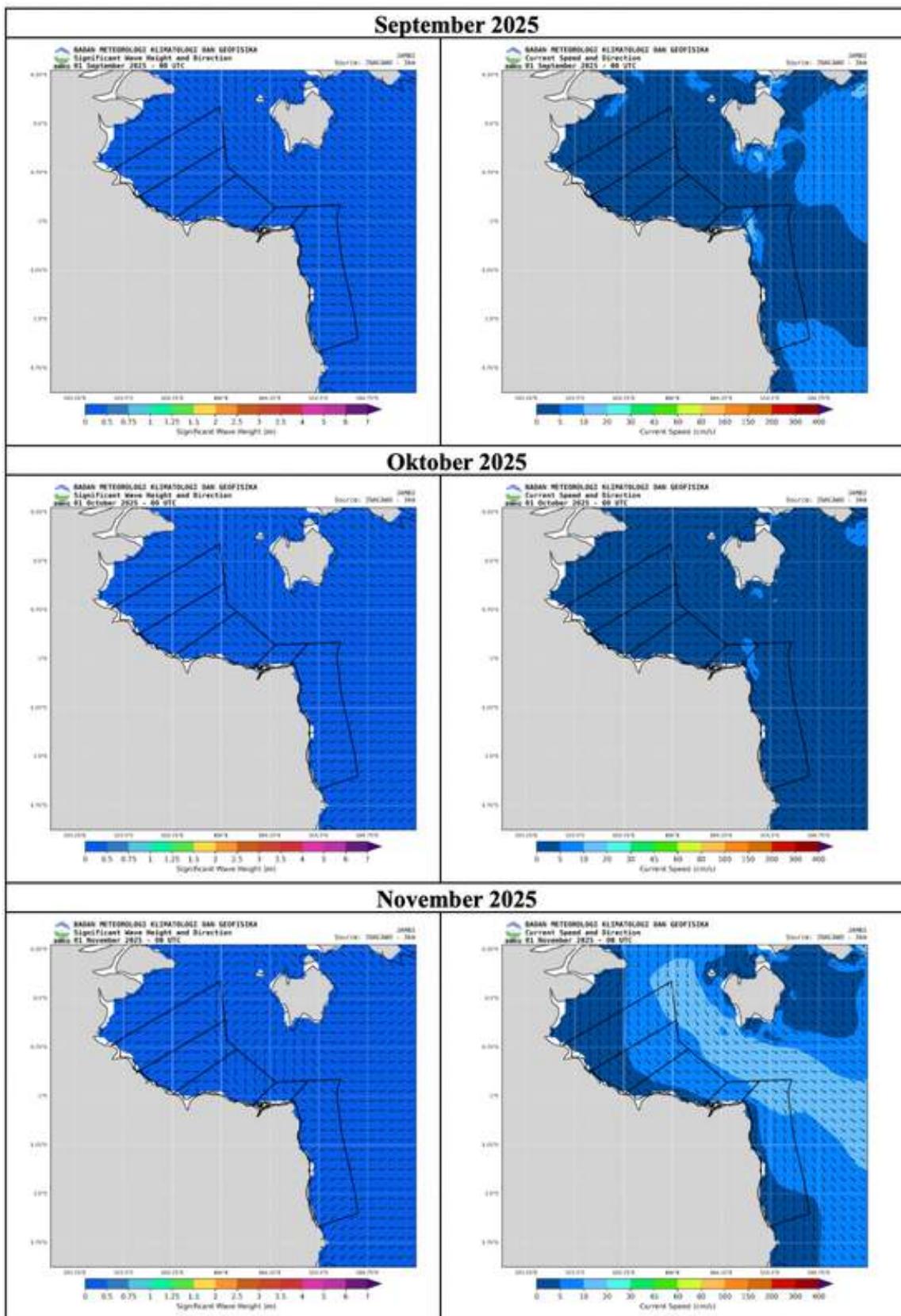
7. Wilayah DK Jakarta dan Jawa Barat



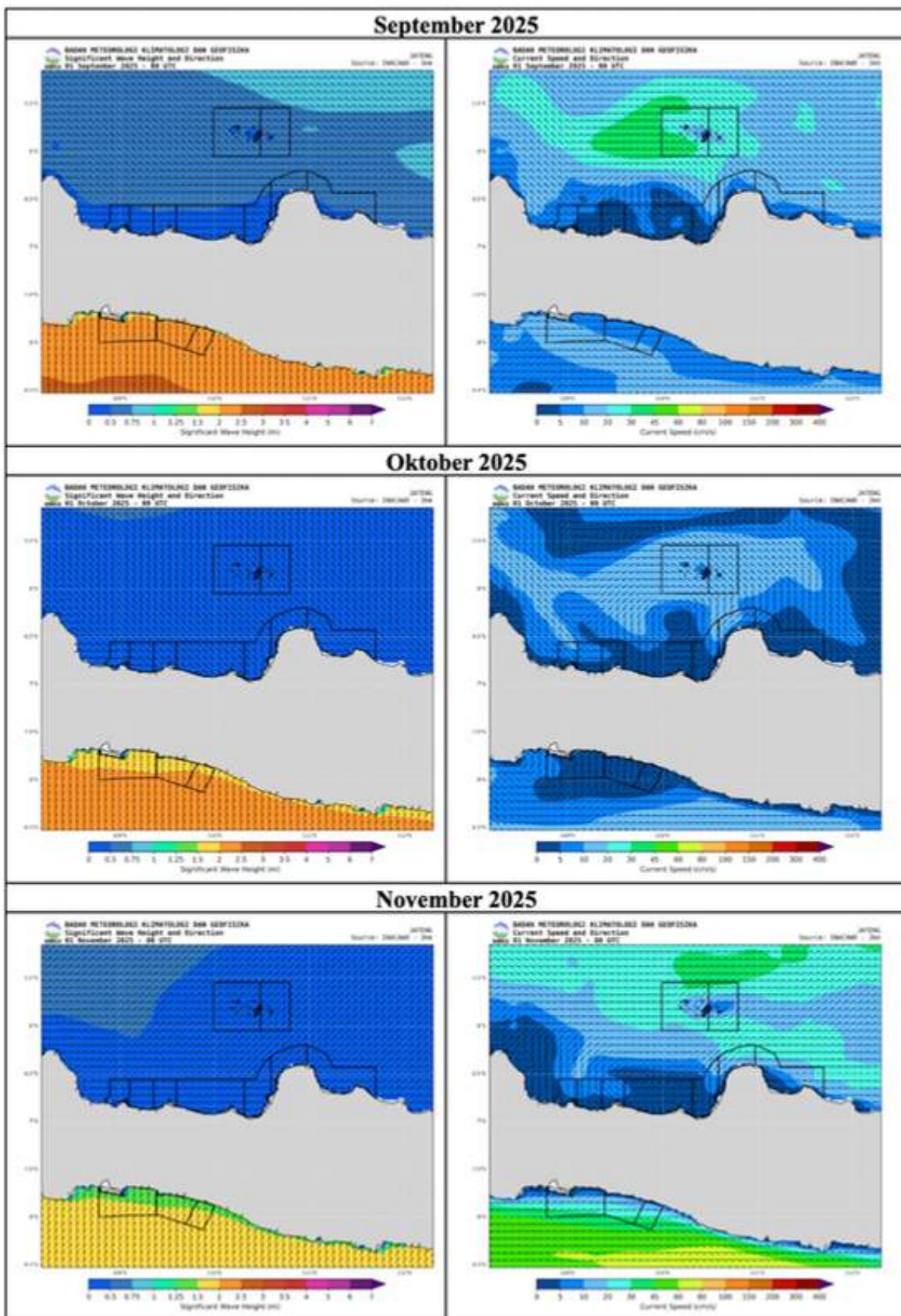
8. Wilayah Gorontalo



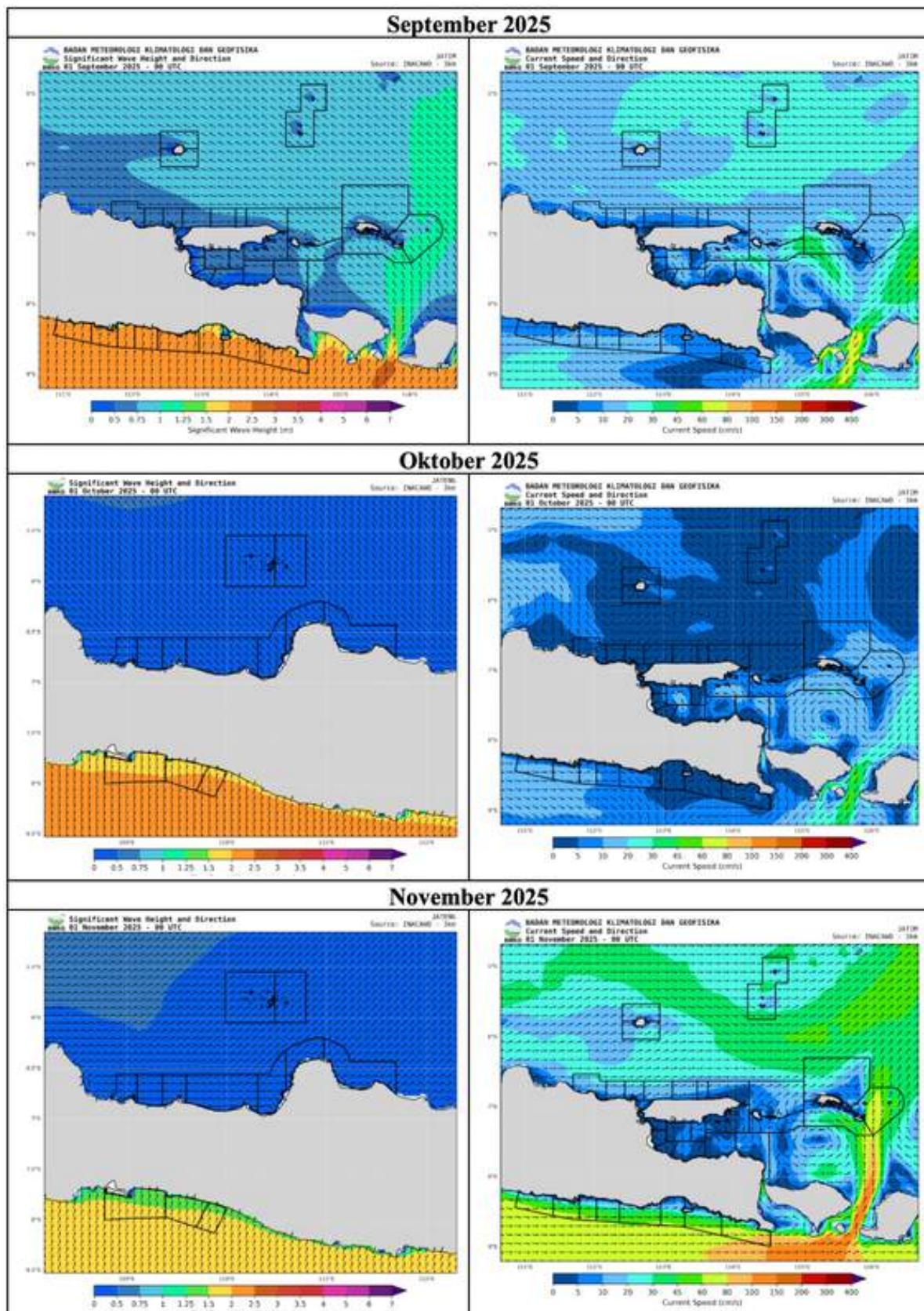
9. Wilayah Jambi



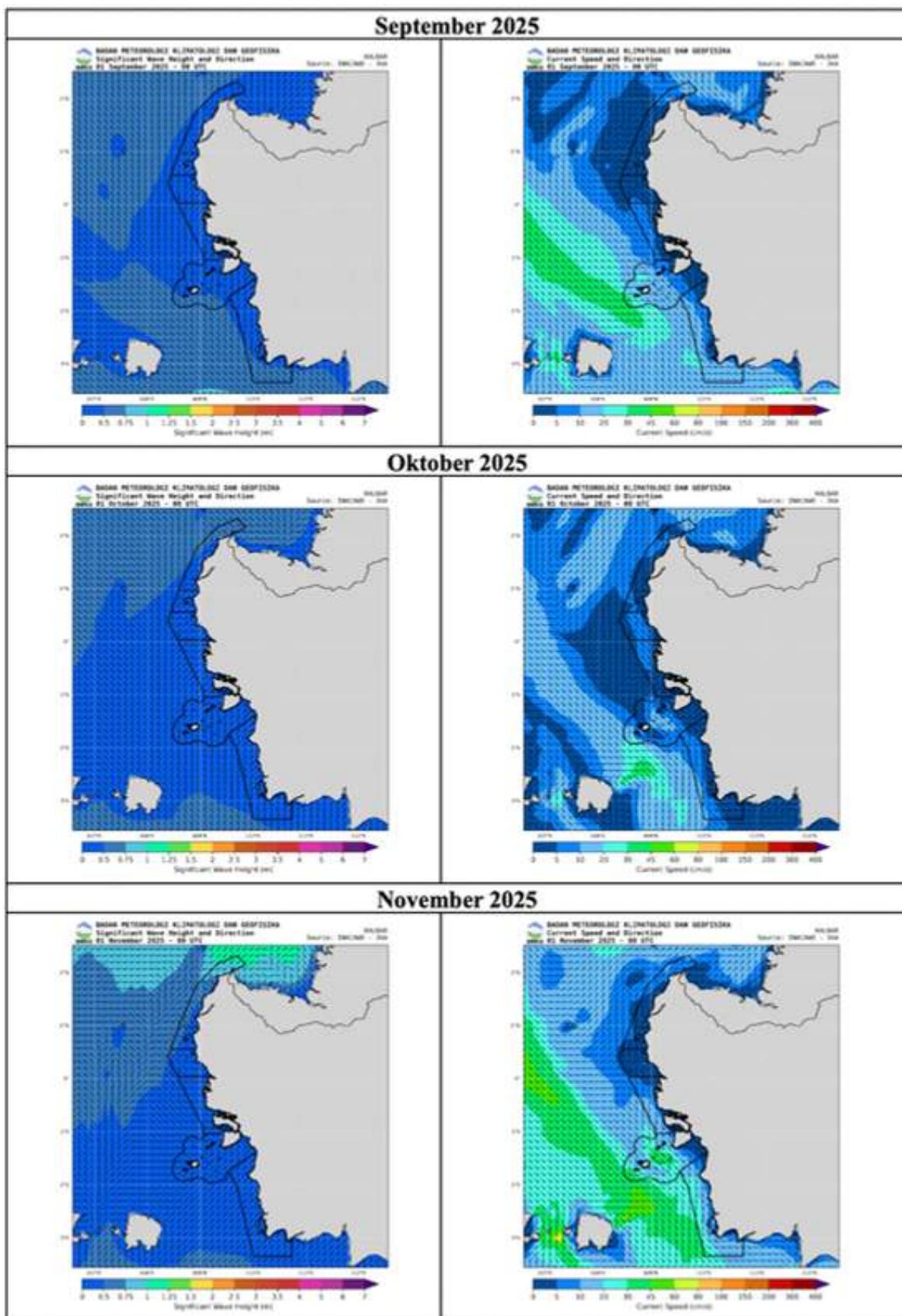
10. Wilayah Jawa Tengah



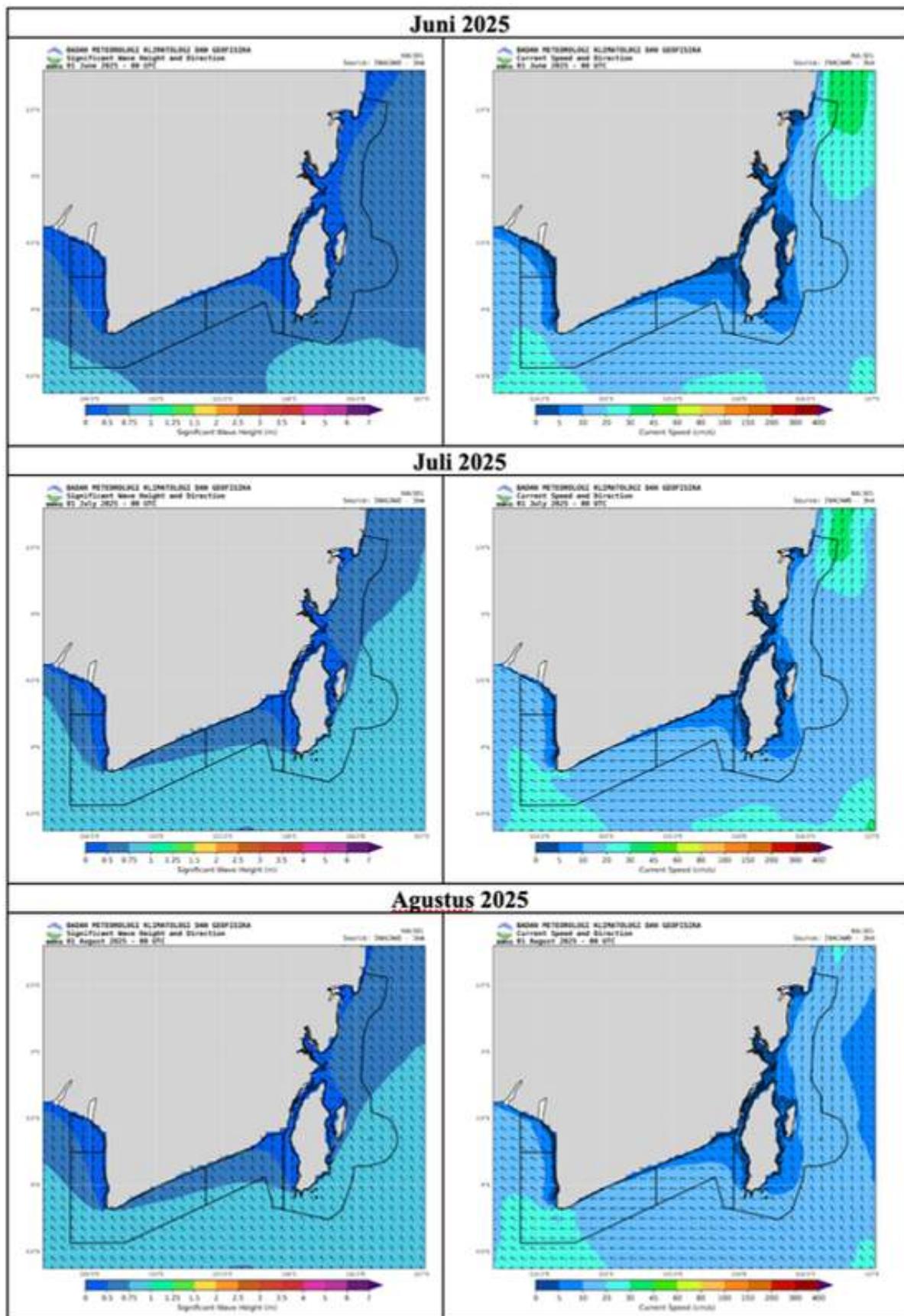
11. Wilayah Jawa Timur



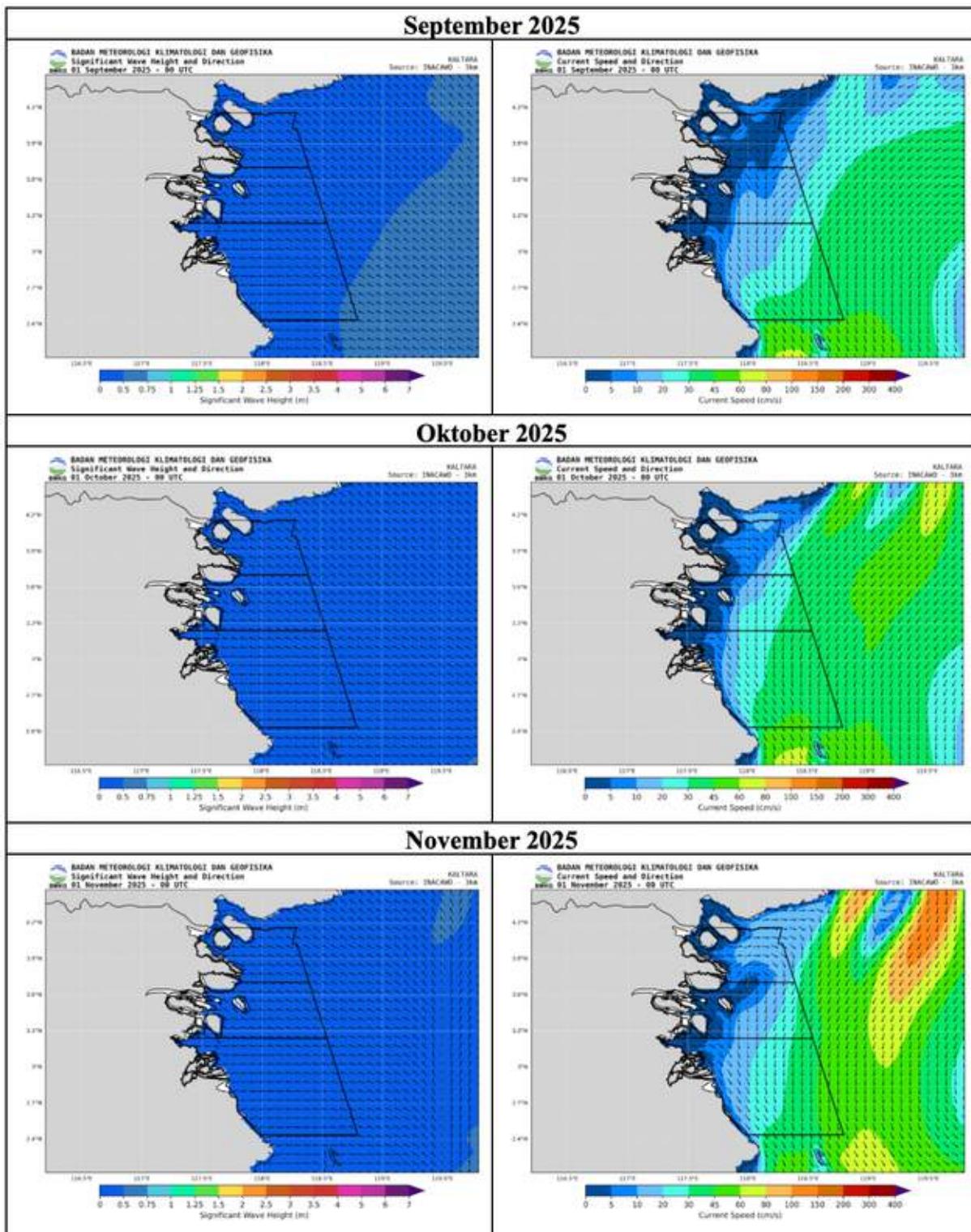
12. Wilayah Kalimantan Barat



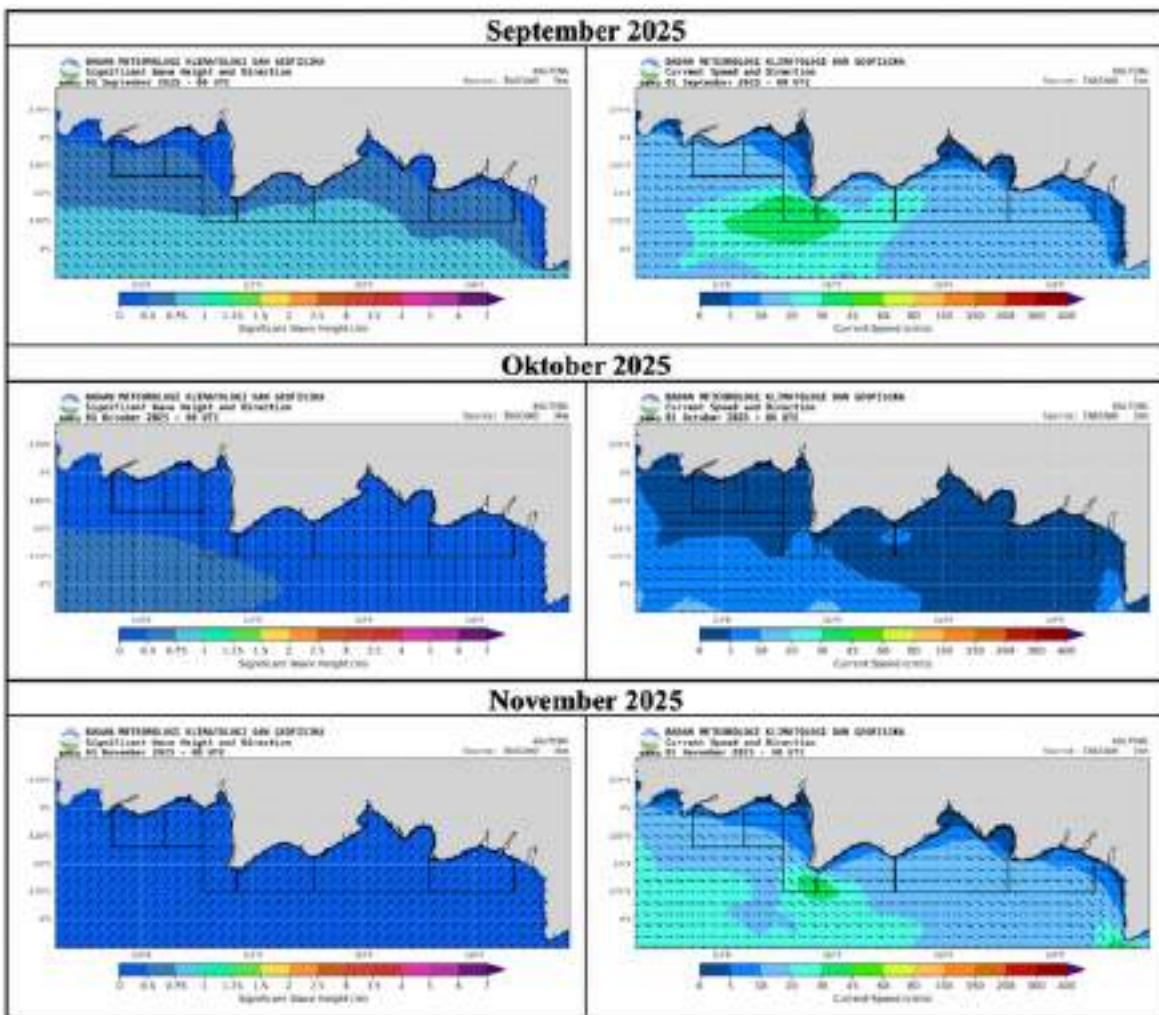
13. Wilayah Kalimantan Selatan



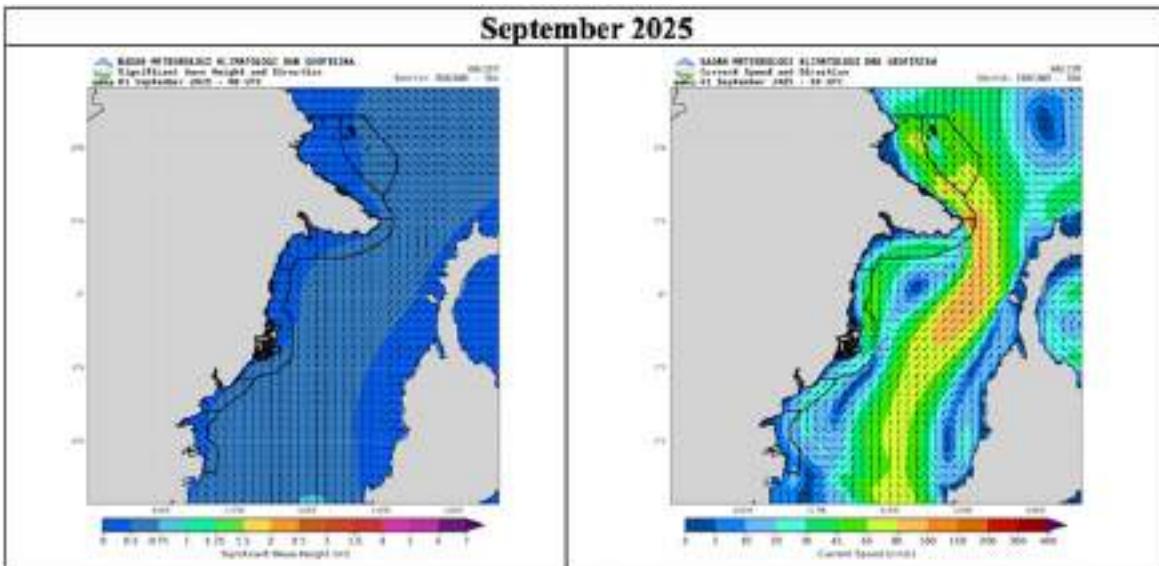
14. Wilayah Kalimantan Utara

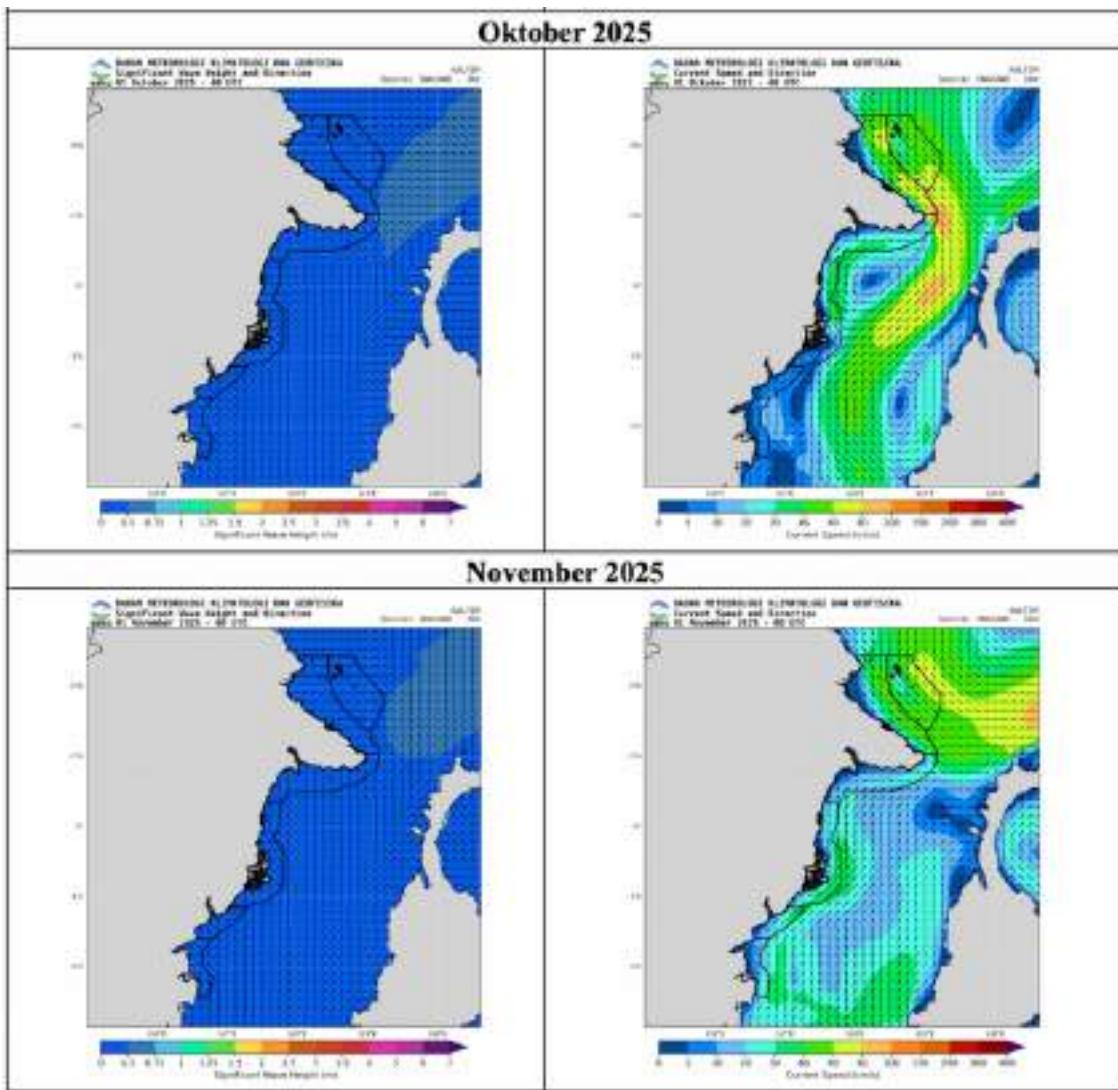


15. Wilayah Kalimantan Tengah

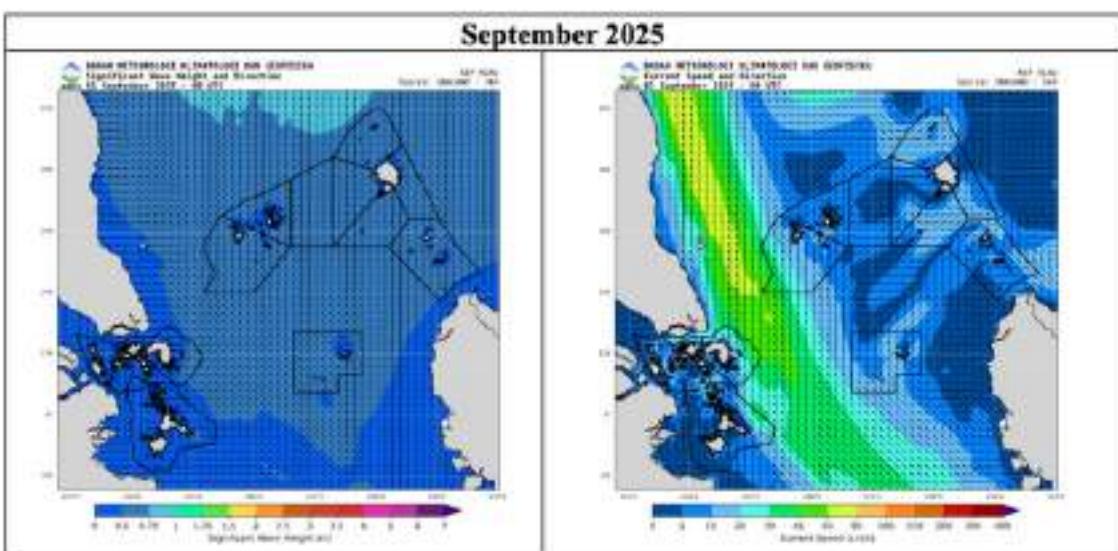


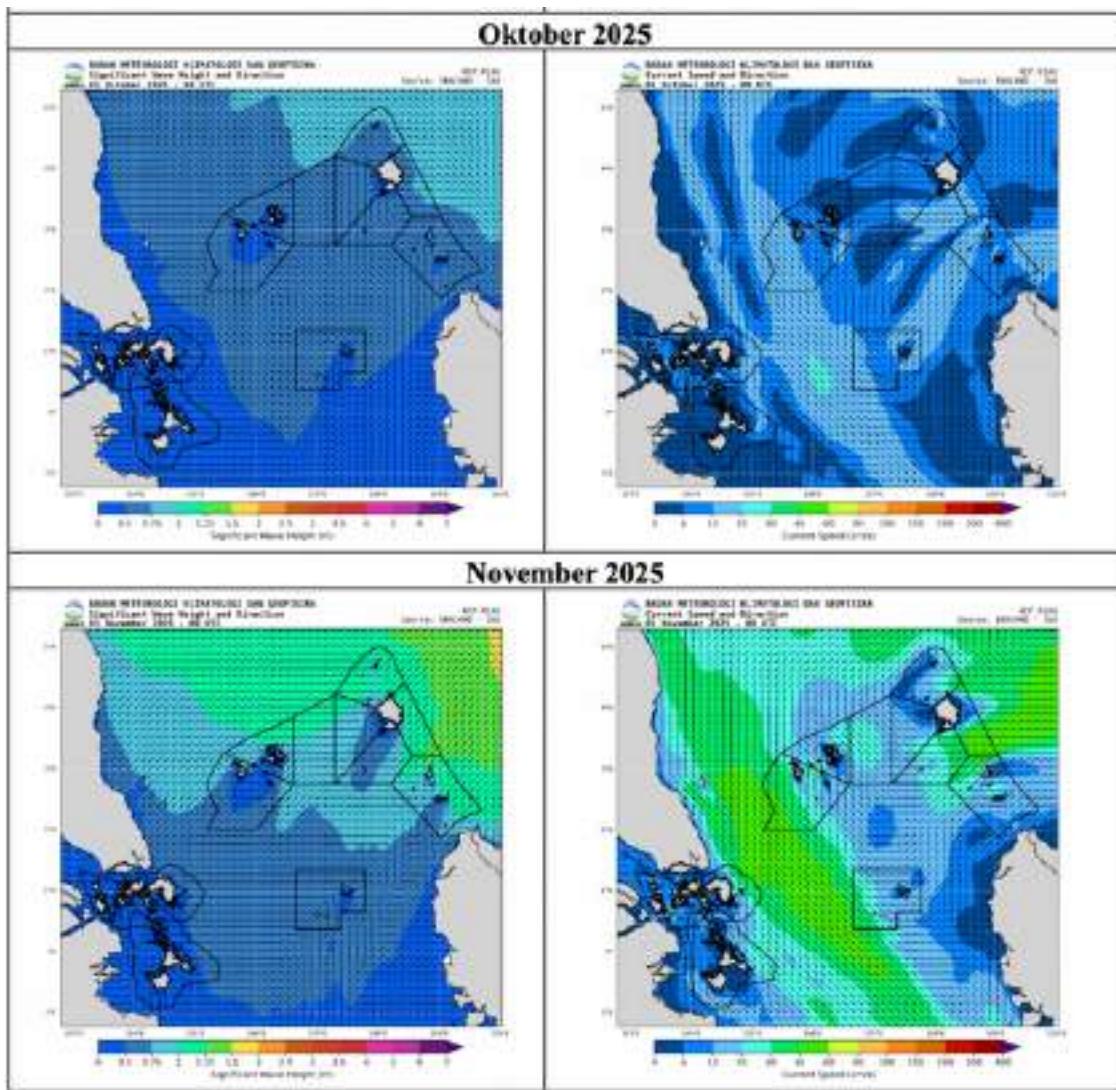
16. Wilayah Kalimantan Timur



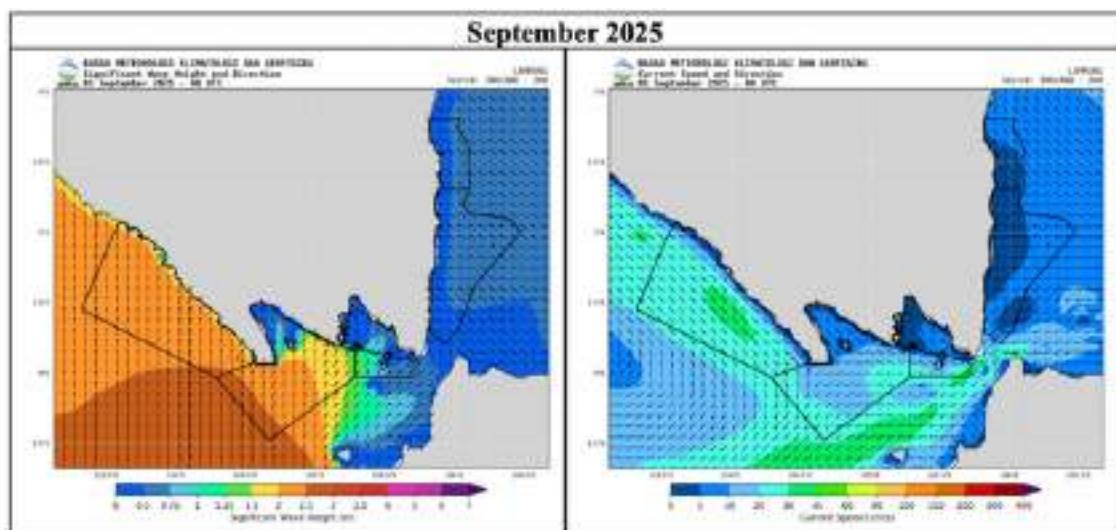


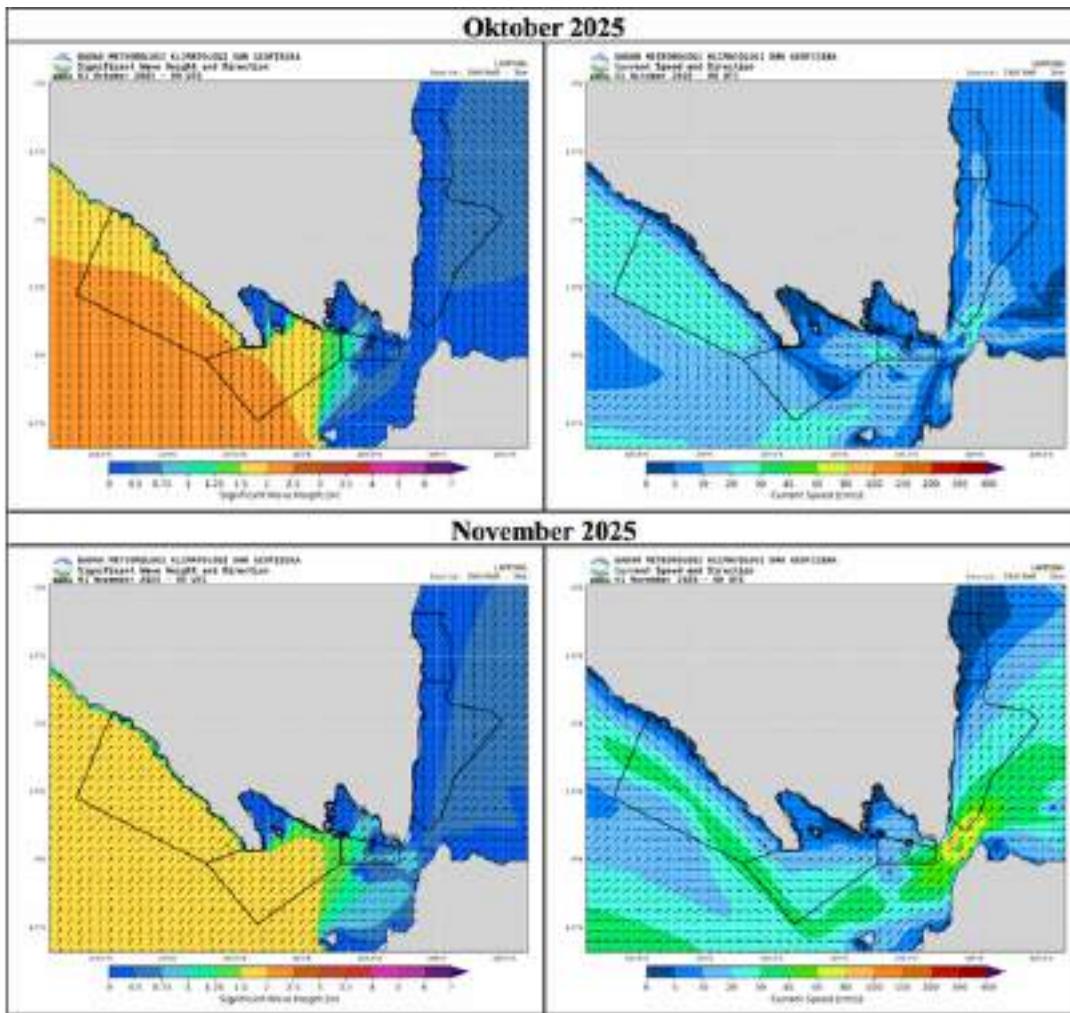
17. Wilayah Kepulauan Riau



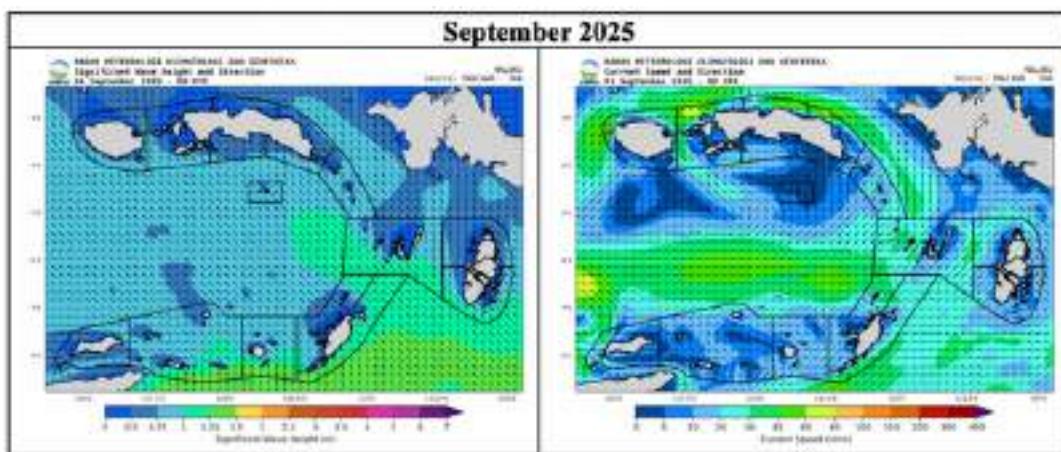


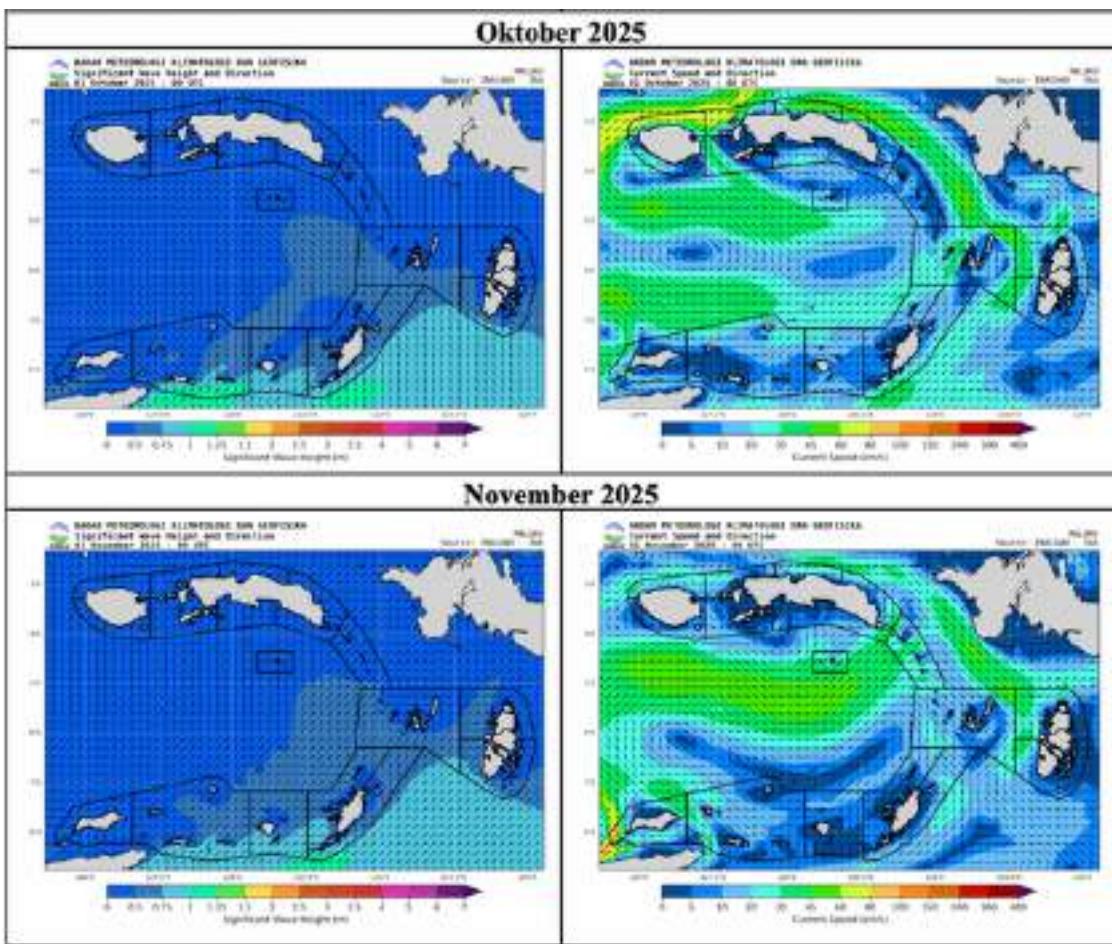
18. Wilayah Lampung



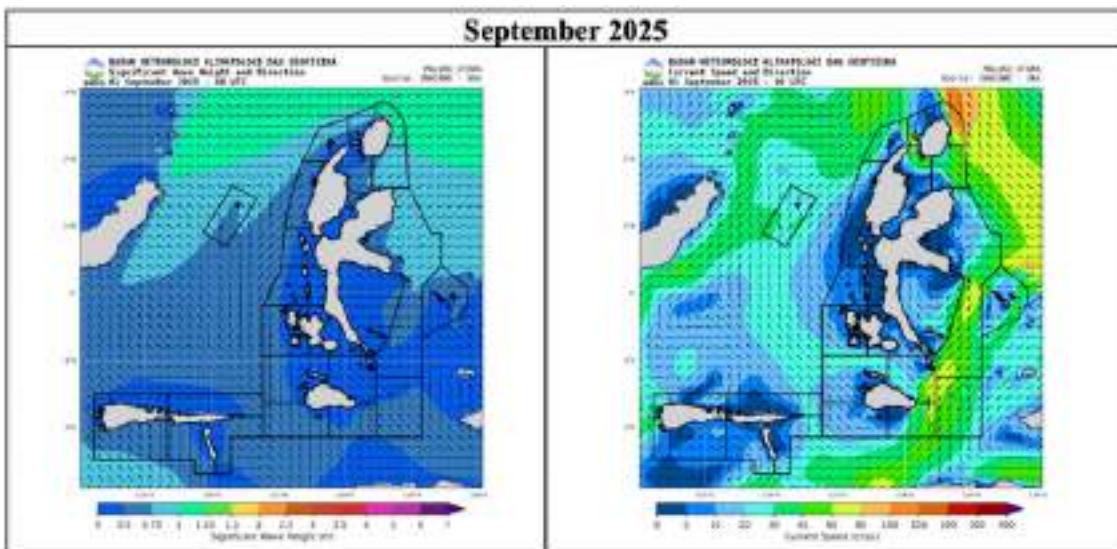


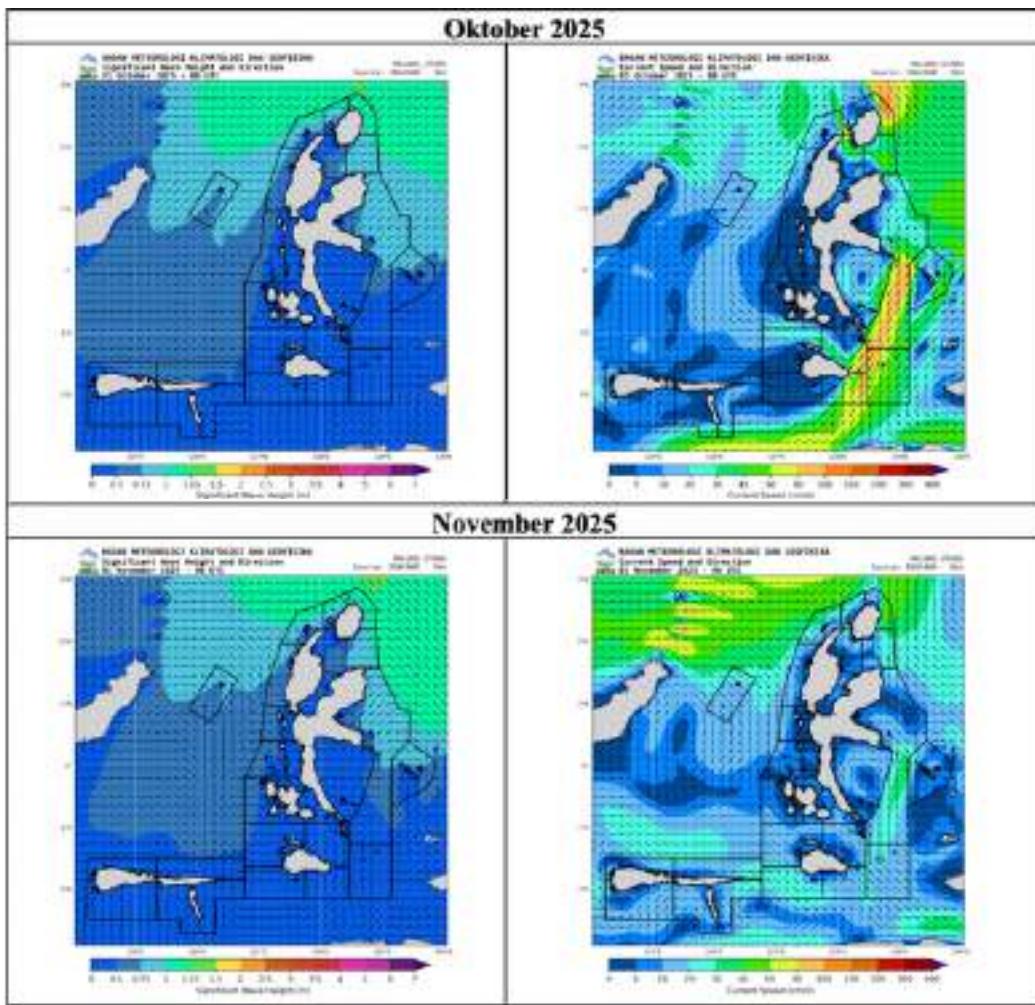
19. Wilayah Maluku



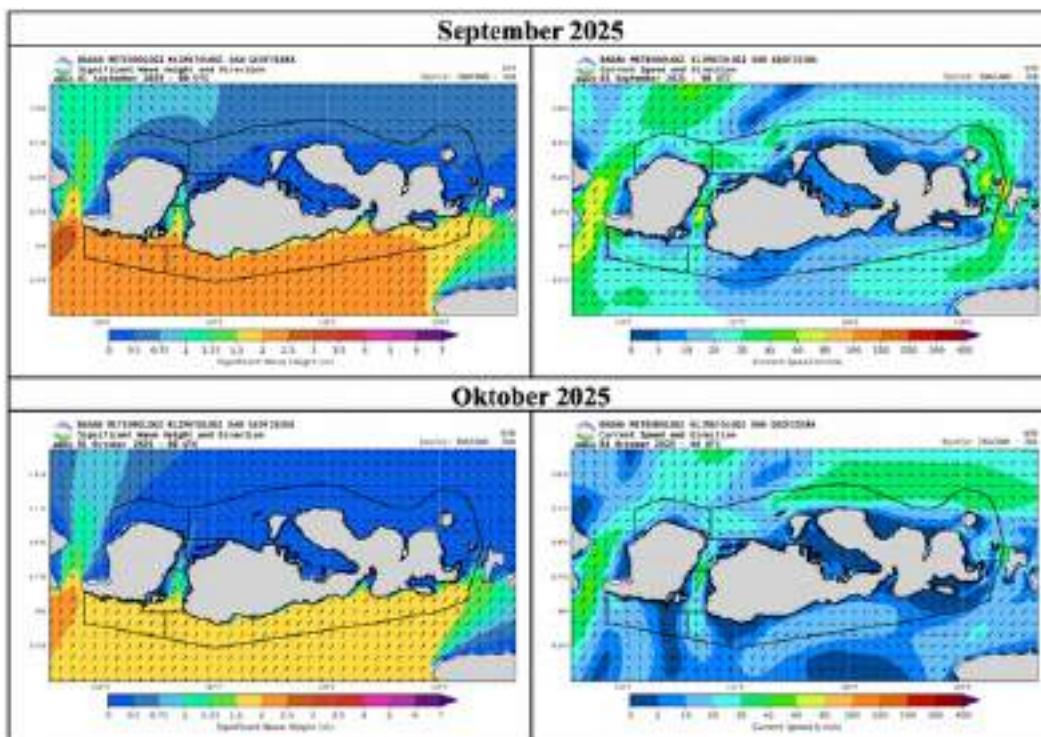


20. Wilayah Maluku Utara

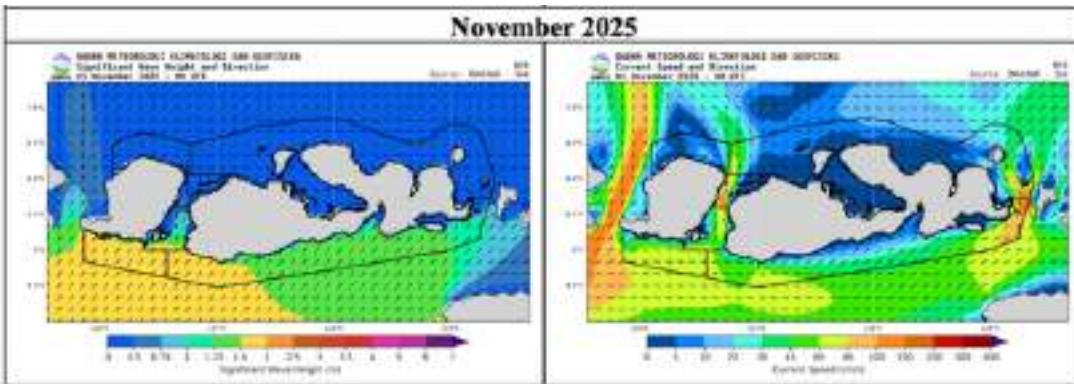




21. Wilayah Nusa Tenggara Barat

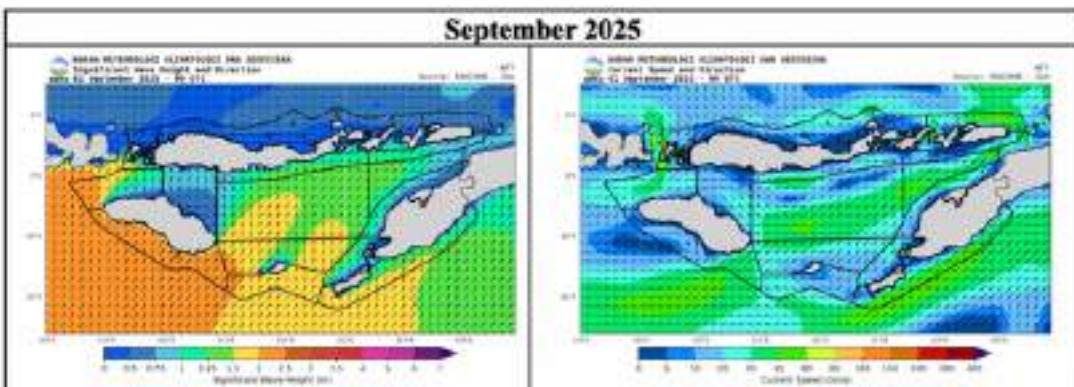


November 2025

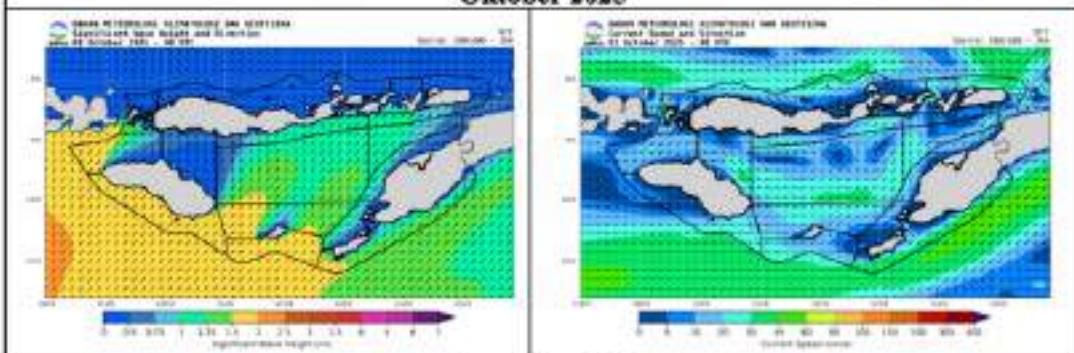


22. Wilayah Nusa Tenggara Timur

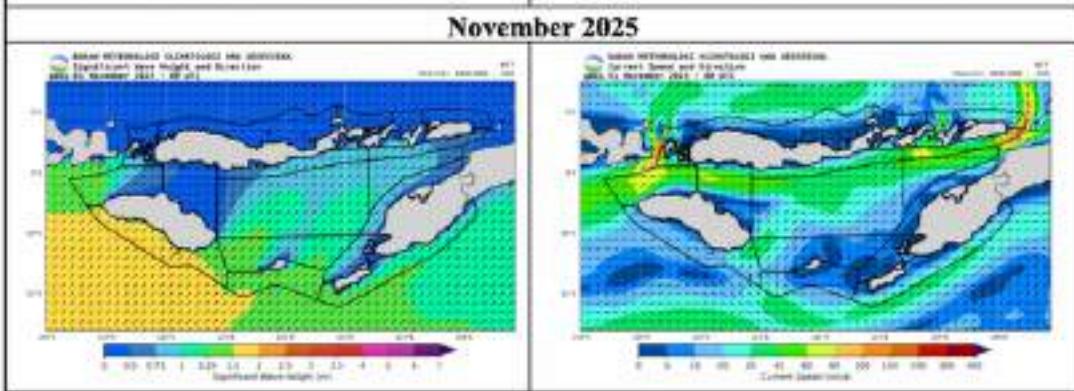
September 2025



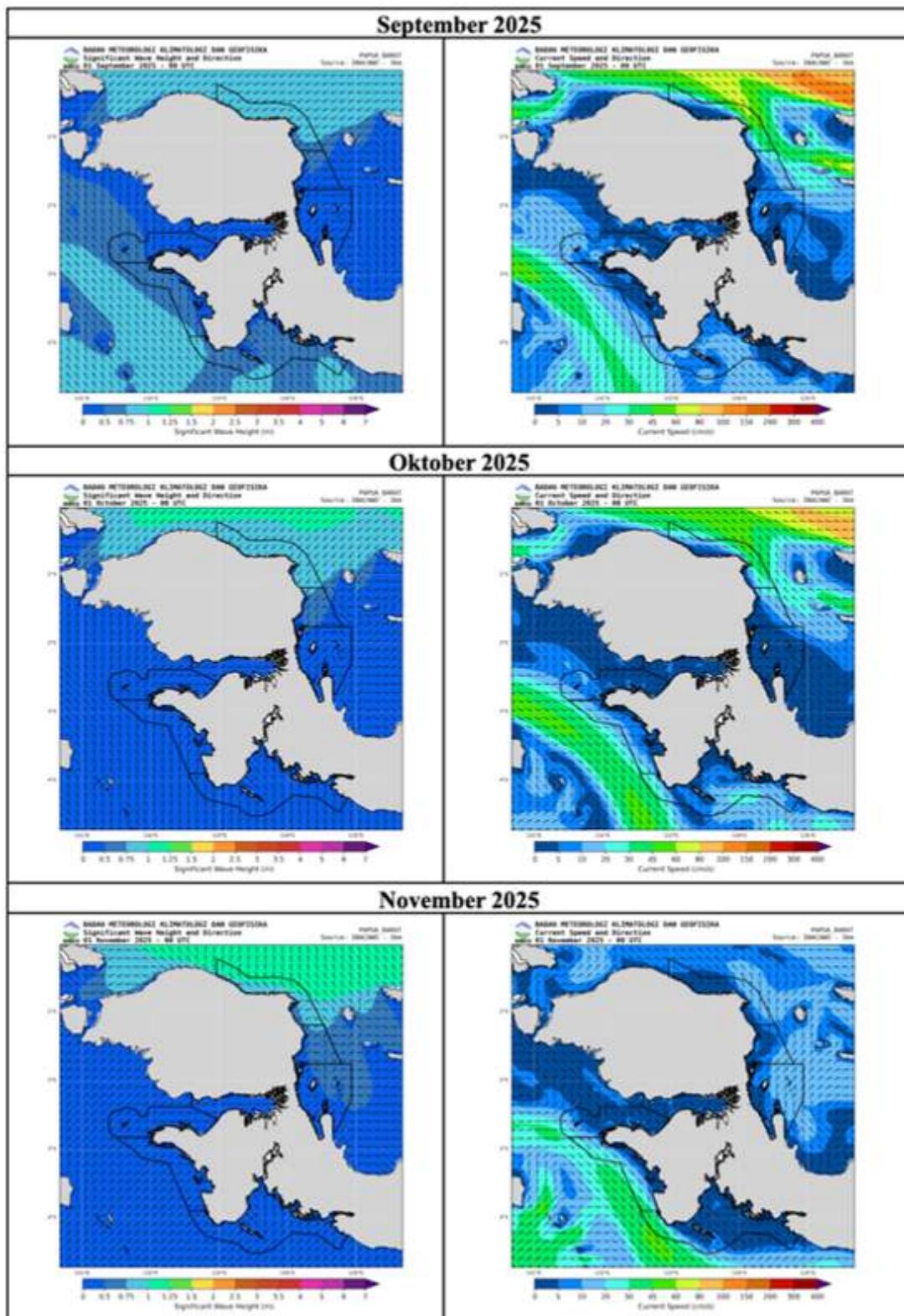
Oktober 2025



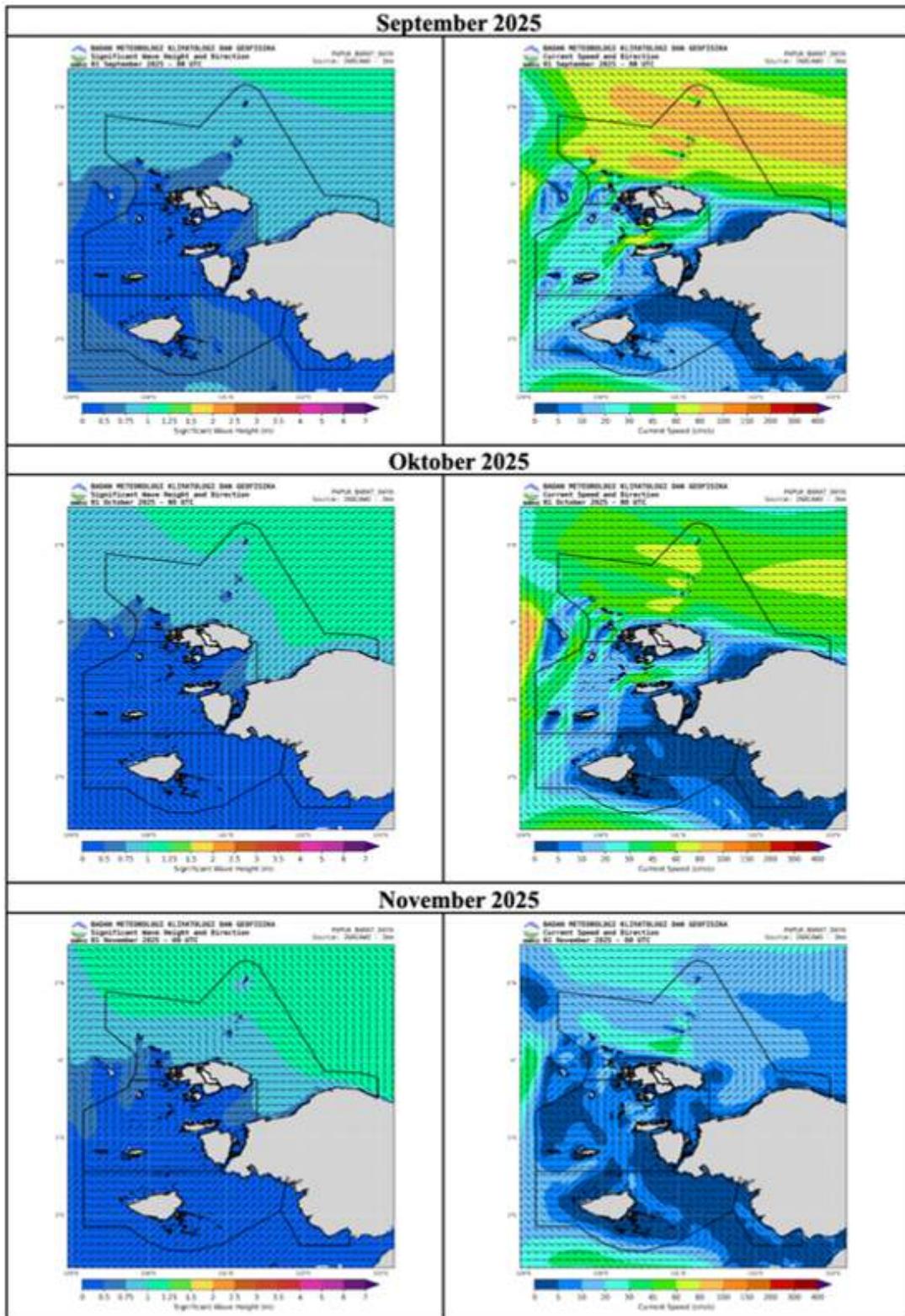
November 2025



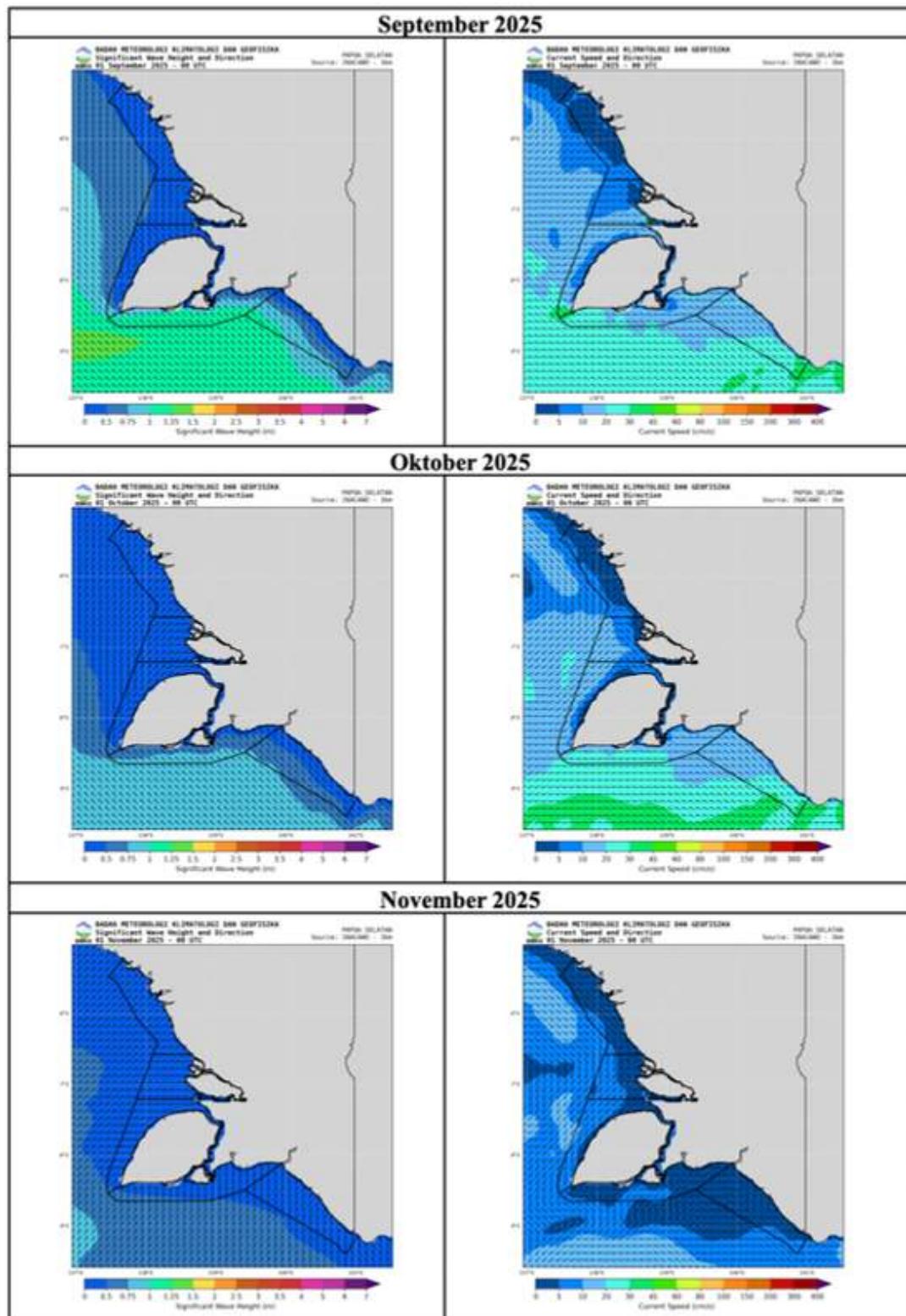
23. Wilayah Papua Barat



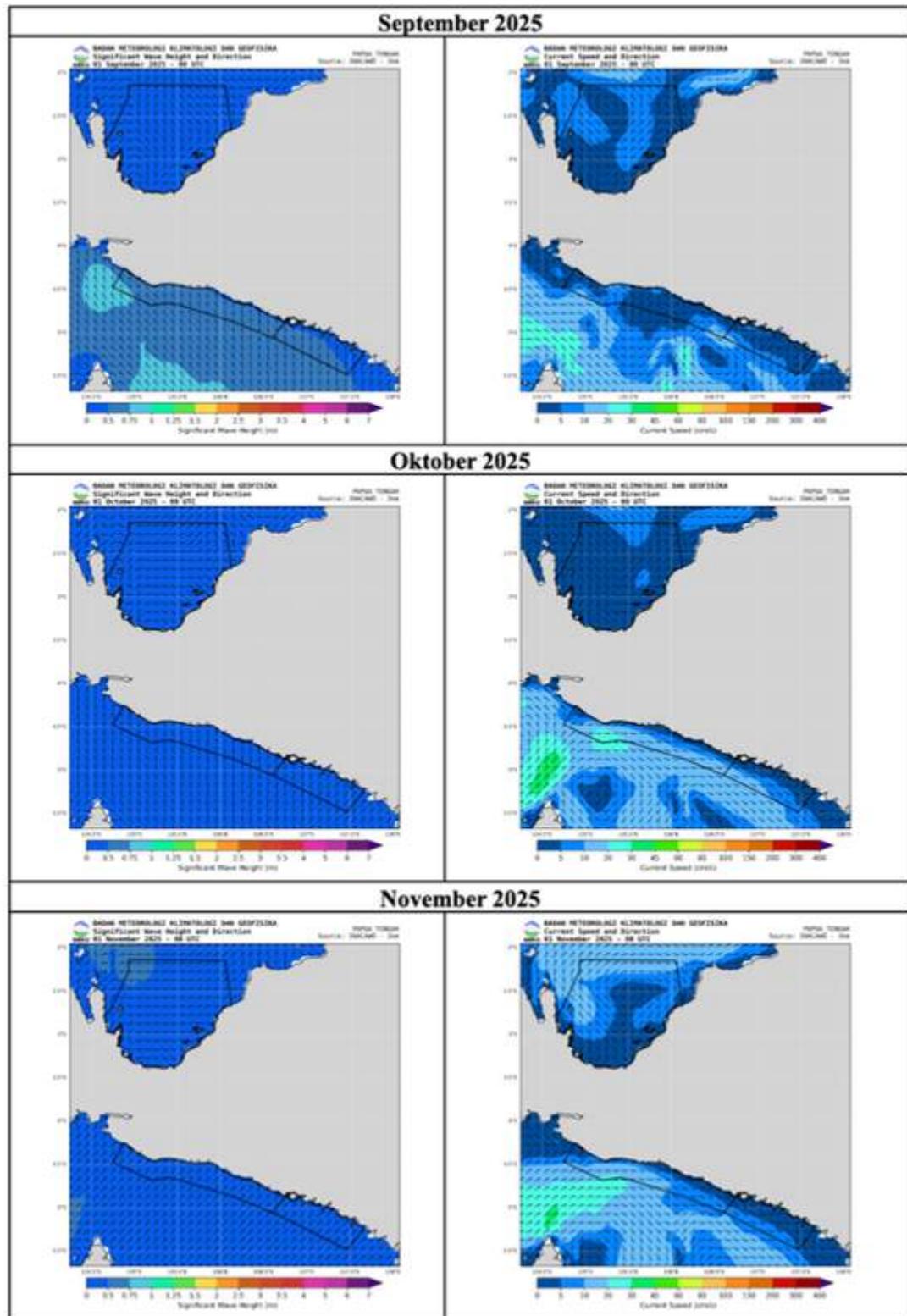
24. Wilayah Papua Barat Daya



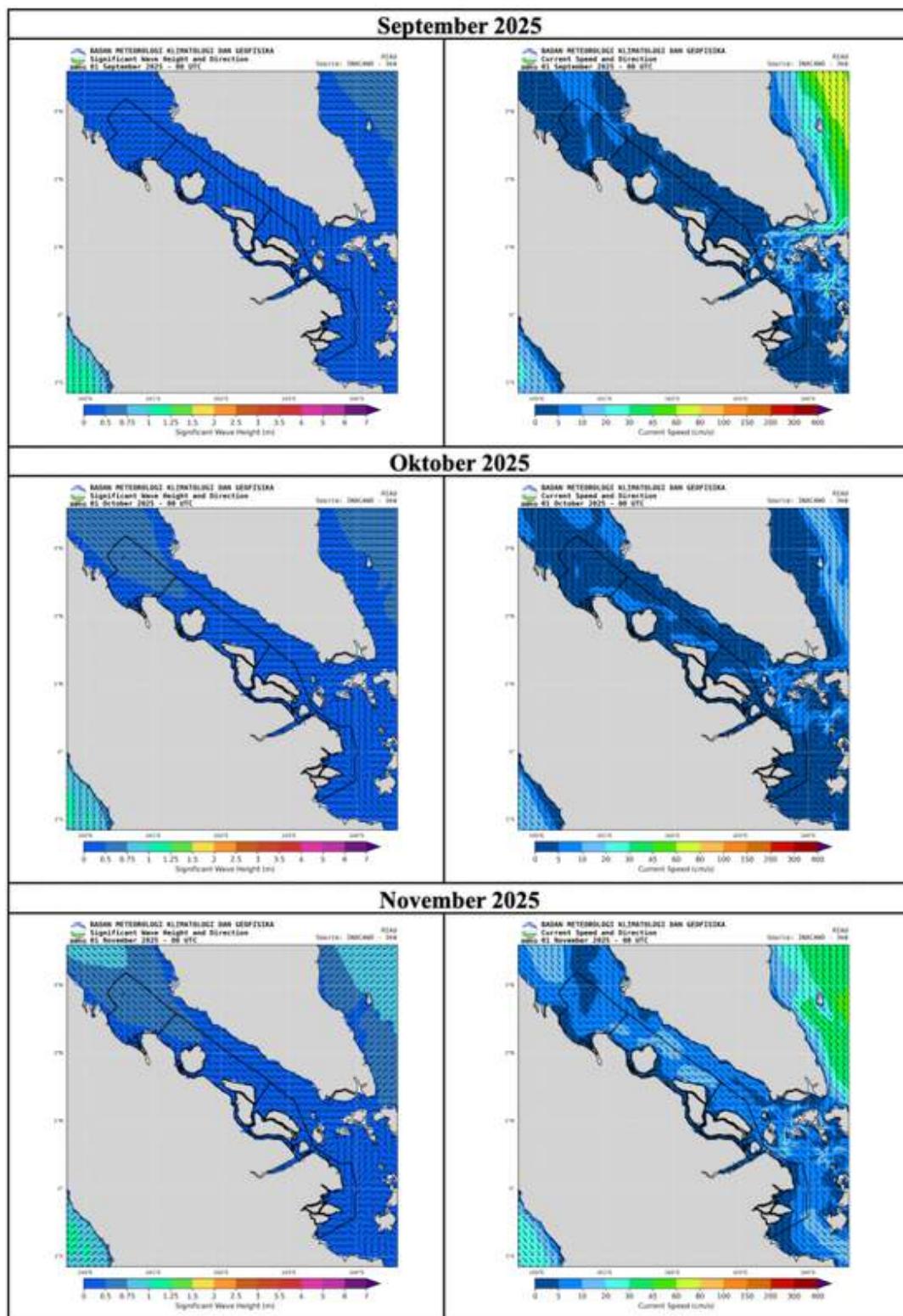
25. Wilayah Papua Selatan



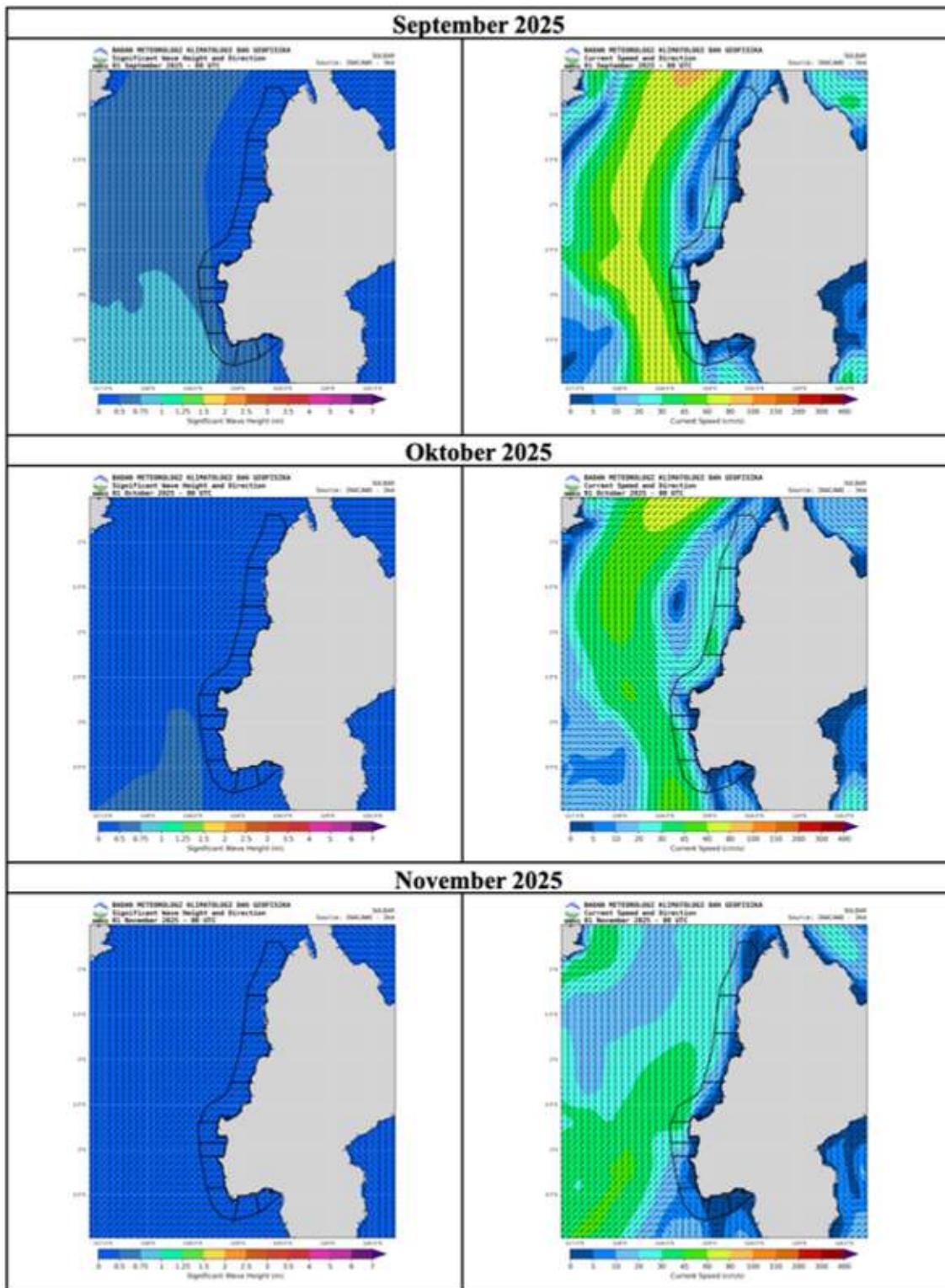
26. Wilayah Papua Tengah



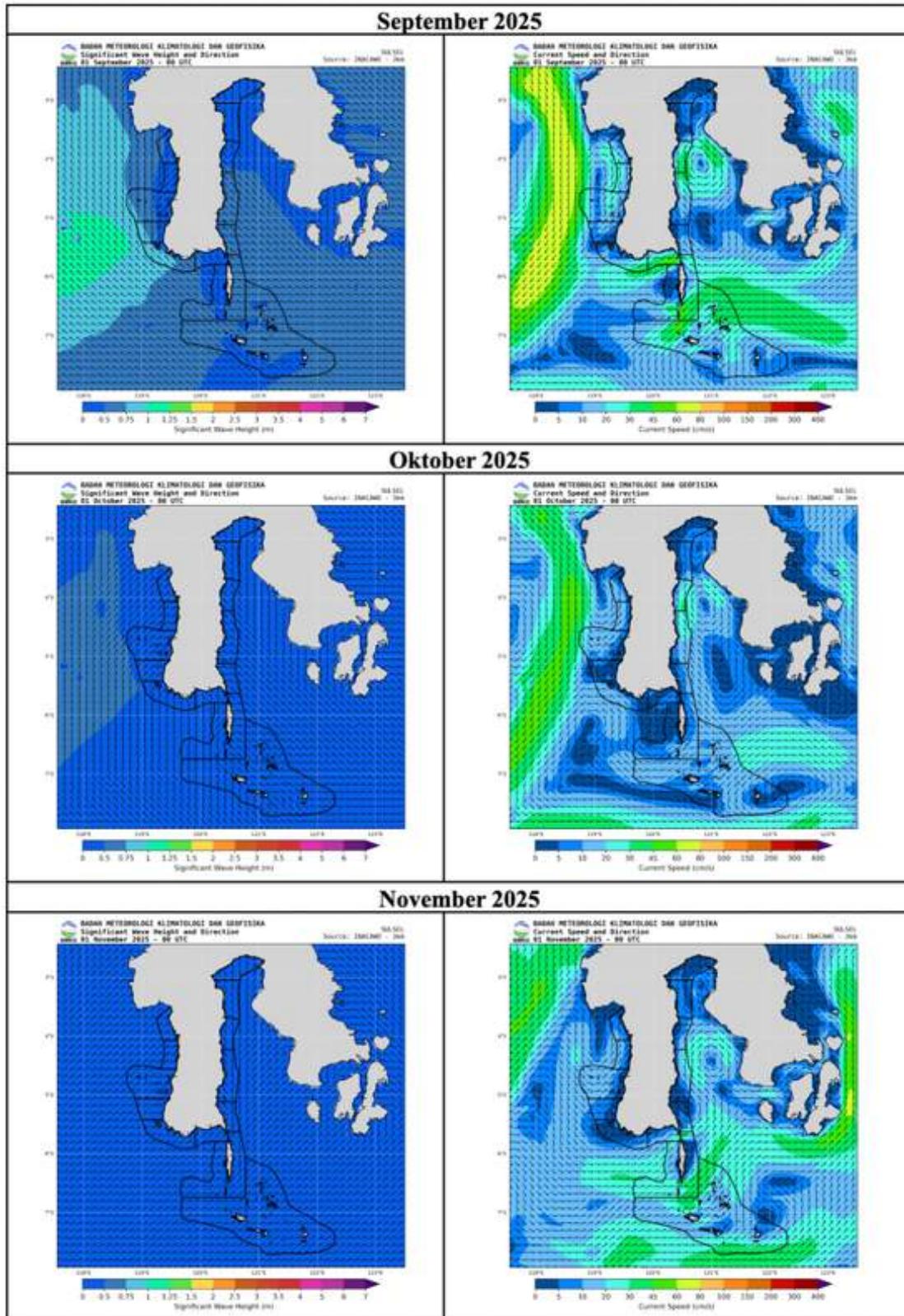
27. Wilayah Riau



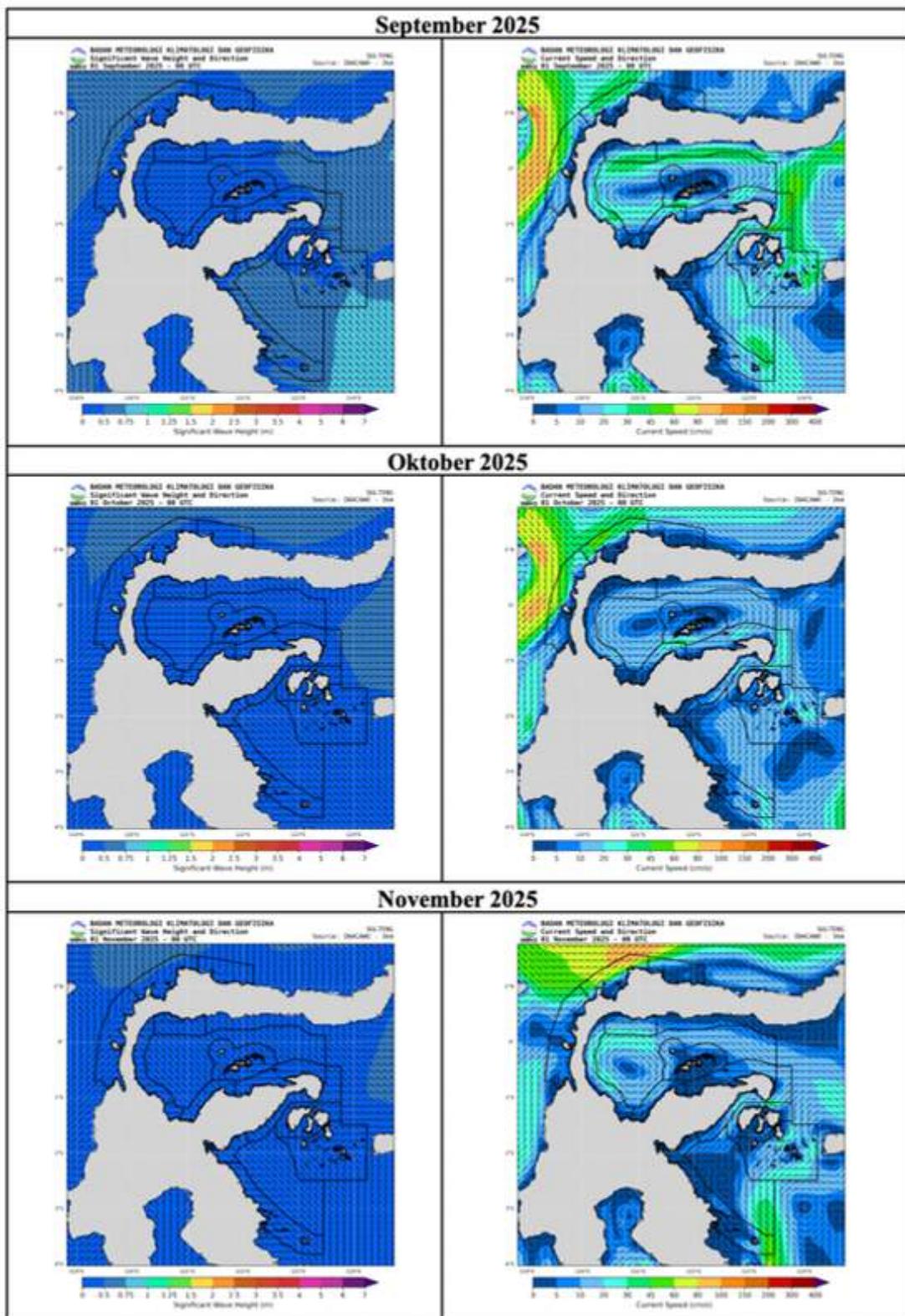
28. Wilayah Sulawesi Barat



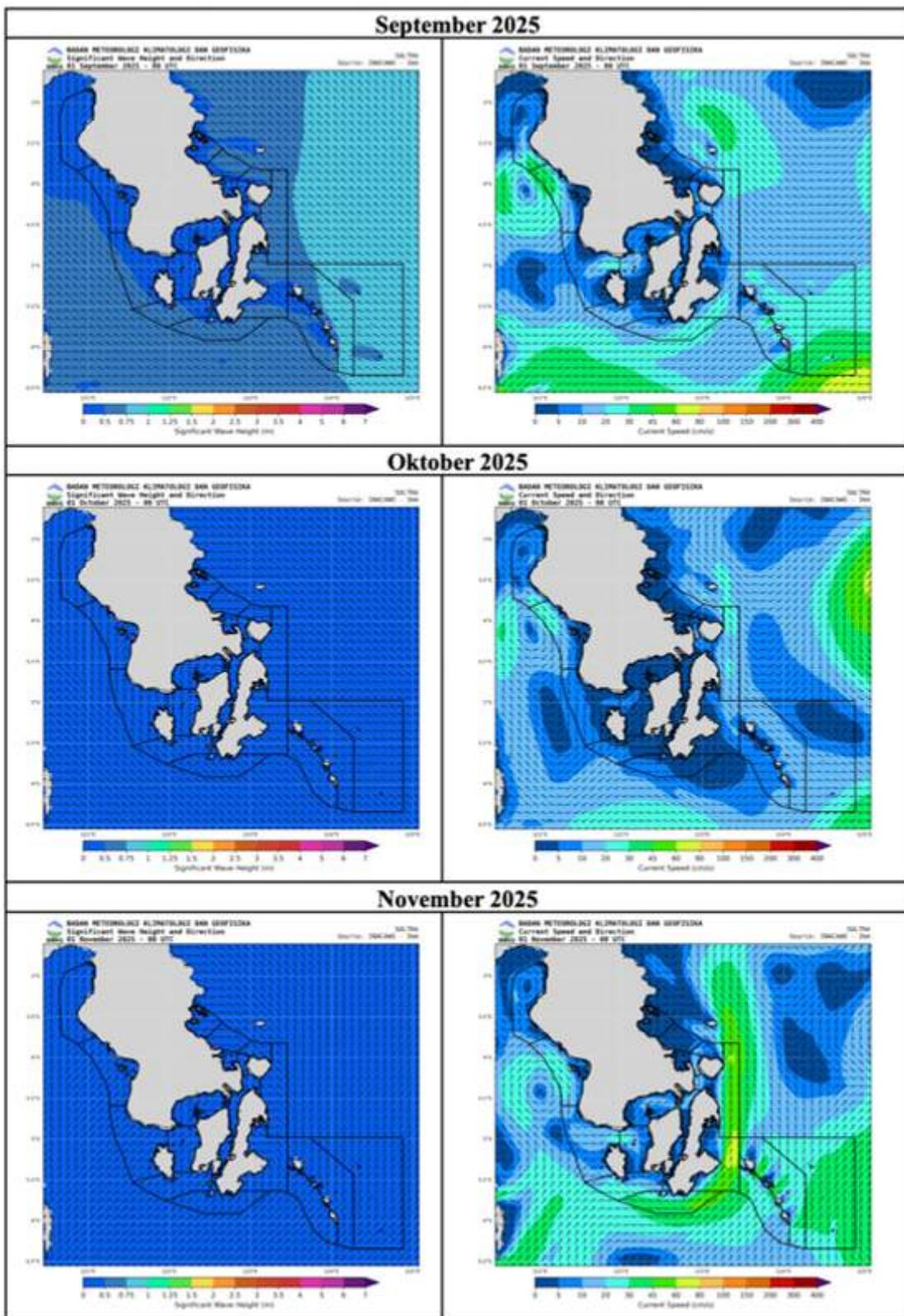
29. Wilayah Sulawesi Selatan



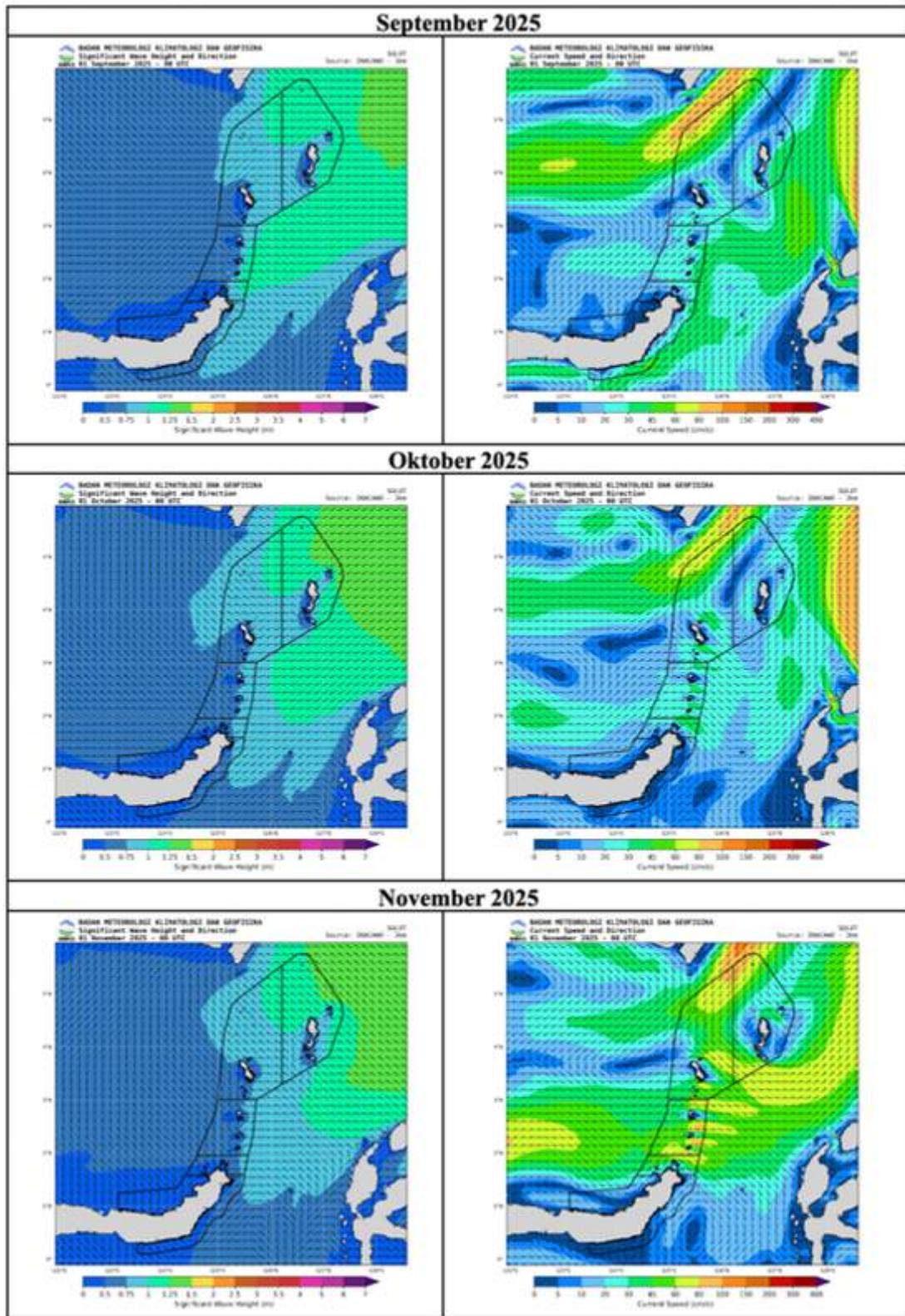
30. Wilayah Sulawesi Tengah



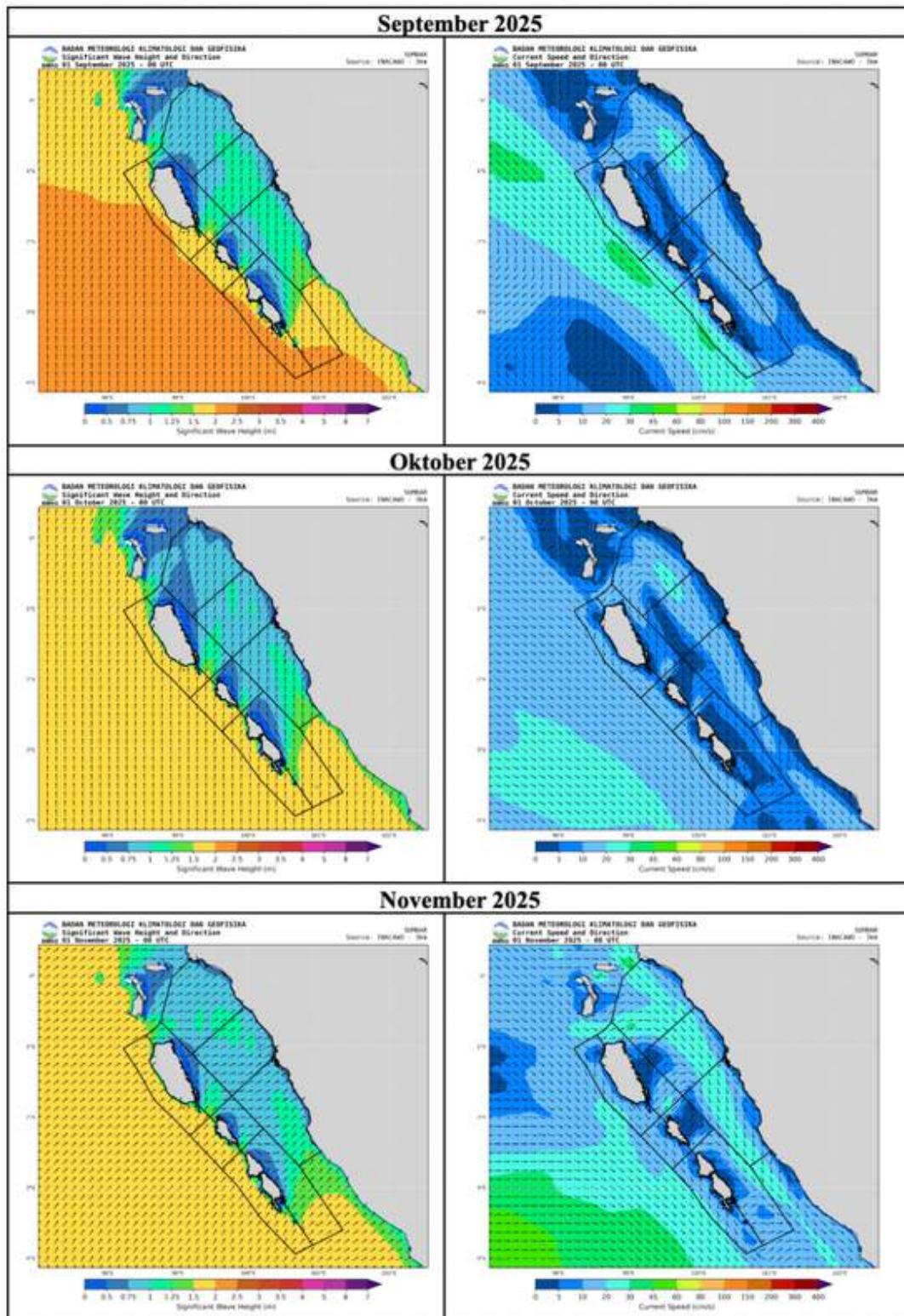
31. Wilayah Sulawesi Tenggara



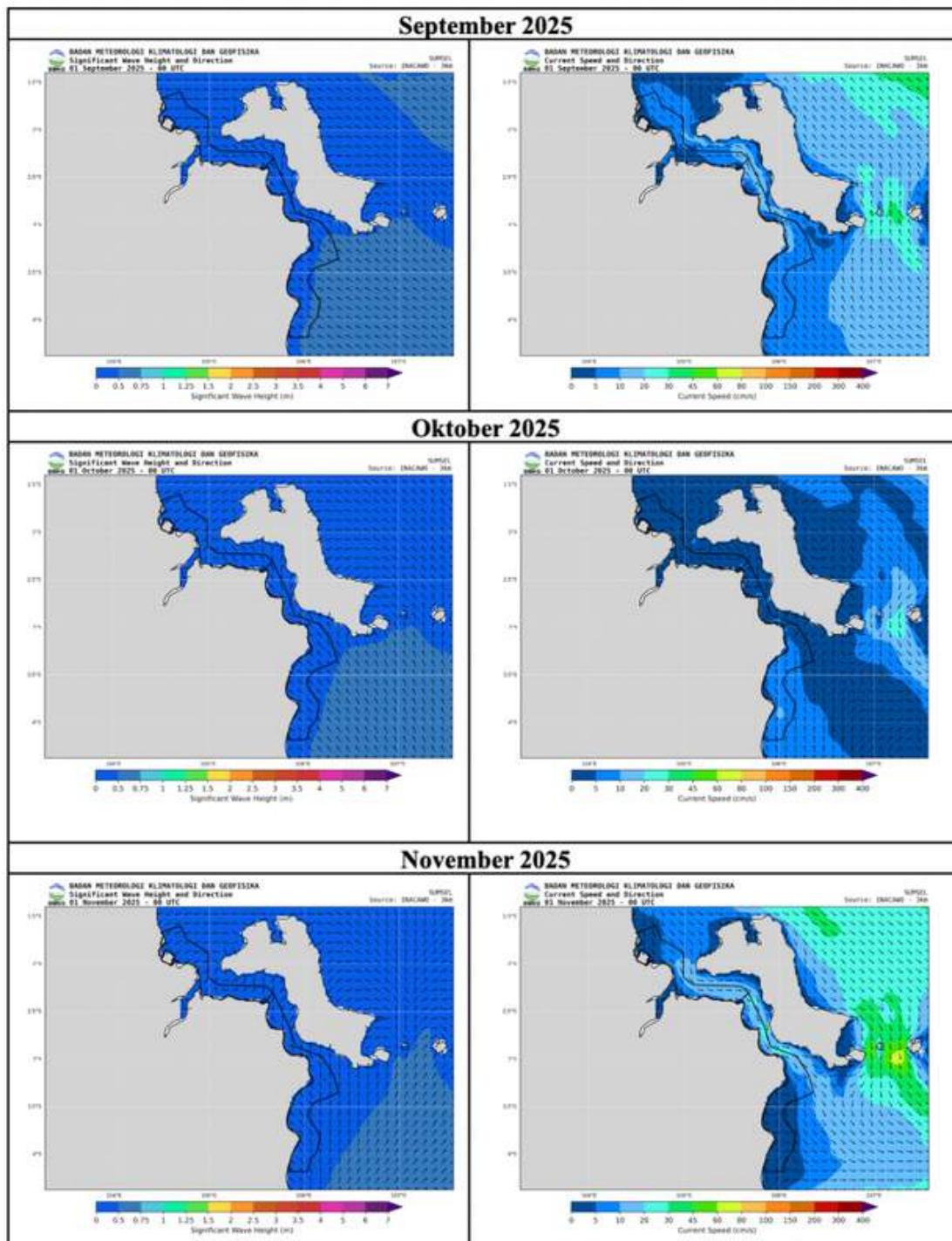
32. Wilayah Sulawesi Utara



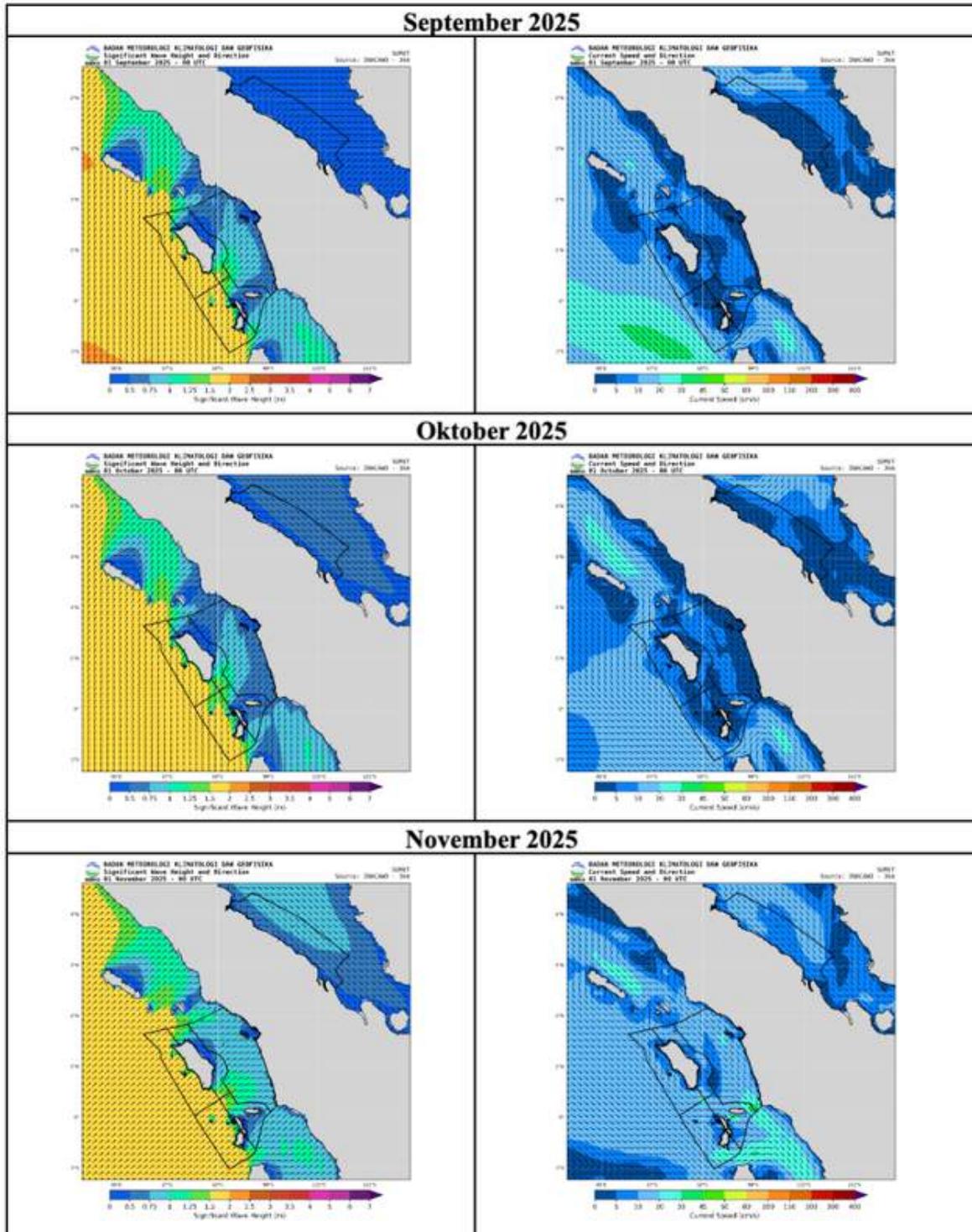
33. Wilayah Sumatera Barat



34. Wilayah Sumatera Selatan



35. Wilayah Sumatera Utara





**KOMITMEN MUTU BERKELANJUTAN:
DIREKTORAT METEOROLOGI MARITIM BMKG
PERKUAT SISTEM MANAJEMEN MUTU ISO 9001:2015**

Pendahuluan: Tantangan Era Transparansi Global

Di tengah dinamika dunia yang semakin transparan dan tanpa batas, tuntutan masyarakat terhadap kualitas pelayanan publik terus meningkat. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), khususnya Direktorat Meteorologi Maritim, menyadari sepenuhnya bahwa layanan informasi meteorologi maritim yang optimal dan akurat bukan lagi sekadar kebutuhan, melainkan keharusan mutlak untuk memberikan kenyamanan dan keamanan kepada masyarakat.

Layanan informasi cuaca maritim menjadi vital bagi berbagai sektor, mulai dari nelayan tradisional, pelayaran komersial, industri pariwisata bahari, hingga kegiatan eksplorasi dan eksploitasi sumber daya laut. Kesalahan atau keterlambatan informasi dapat berdampak pada kerugian ekonomi, bahkan mengancam keselamatan jiwa. Oleh karena itu, menjaga standar pelayanan yang setara dengan standar internasional bukan hanya prestasi semata, tetapi tanggung jawab moral dan profesional.

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan wilayah perairan yang sangat luas, peran informasi meteorologi maritim menjadi semakin strategis. Aktivitas ekonomi maritim yang terus berkembang, dari industri perikanan yang menjadi penopang kehidupan jutaan nelayan, hingga jalur pelayaran internasional yang melintasi perairan nusantara, semuanya bergantung pada akurasi dan ketepatan waktu informasi cuaca dan kondisi laut yang disediakan.

Lebih dari itu, fenomena perubahan iklim global yang semakin nyata telah menghadirkan tantangan baru dalam prediksi cuaca maritim. Pola cuaca yang semakin tidak menentu, peningkatan intensitas fenomena cuaca ekstrem, dan perubahan karakteristik musim memerlukan sistem pemantauan dan analisis yang semakin canggih dan handal. Di sinilah pentingnya sistem manajemen mutu yang terstandarisasi dan teruji secara internasional.

Pemeliharaan ISO 9001:2015: Investasi Jangka Panjang

Pada tahun 2025, Direktorat Meteorologi Maritim BMKG telah melaksanakan kegiatan Pemeliharaan ISO 9001:2015. Kegiatan ini merupakan langkah strategis dalam memastikan keberlangsungan Sistem Manajemen Mutu (SMM) yang konsisten dan efisien di lingkungan Direktorat Meteorologi Maritim.

Direktur Meteorologi Maritim, Eko Prasetyo, menegaskan bahwa pemeliharaan sistem ISO 9001:2015 bukan sekadar formalitas administratif, melainkan komitmen nyata untuk terus meningkatkan kualitas pelayanan. "Sertifikasi ISO yang telah kita raih adalah awal dari perjalanan panjang menuju *excellence*. Pemeliharaan sistem ini memastikan bahwa standar yang telah kita bangun tidak hanya bertahan, tetapi terus berkembang mengikuti dinamika kebutuhan masyarakat dan perkembangan teknologi," ujarnya.



Gambar 7.1 Pemaparan siklus PDCA pada ISO 9001:2005

Kegiatan pemeliharaan ini juga merupakan bentuk akuntabilitas publik Direktorat Meteorologi Maritim. Dengan menerapkan standar internasional ISO 9001:2015, organisasi menunjukkan keseriusannya dalam menjaga transparansi proses, efisiensi operasional, dan efektivitas pelayanan. Setiap prosedur, setiap keputusan, dan setiap layanan yang diberikan telah melalui mekanisme kontrol kualitas yang ketat dan terukur.

Sistem Manajemen Mutu: Pondasi Pelayanan Prima

Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2015 yang diterapkan di Direktorat Meteorologi Maritim mencakup seluruh aspek operasional, mulai dari pengumpulan data observasi, analisis dan pemodelan cuaca maritim, hingga diseminasi informasi kepada pengguna. Setiap tahapan dalam rantai nilai layanan ini dikelola dengan standar prosedur yang jelas dan terdokumentasi mengikuti siklus PDCA (Gambar 7.1). Penerapan sistem ini telah membawa perubahan signifikan dalam cara kerja organisasi. Dokumentasi yang terstruktur memastikan

bahwa pengetahuan dan pengalaman tidak hilang ketika terjadi pergantian personel. Prosedur operasional standar yang terdefinisi dengan baik menjamin konsistensi layanan terlepas dari siapa yang menjalankannya. Mekanisme evaluasi dan perbaikan berkelanjutan menciptakan budaya pembelajaran dan inovasi di seluruh organisasi.

Salah satu aspek penting dari sistem manajemen mutu adalah fokus pada kepuasan pelanggan. Direktorat Meteorologi Maritim secara rutin melakukan survei kepuasan pengguna layanan, menganalisis *feedback* yang diterima, dan menindaklanjuti dengan perbaikan-perbaikan yang diperlukan. Pendekatan *customer-centric* ini memastikan bahwa layanan yang diberikan selalu relevan dan memenuhi kebutuhan aktual pengguna.

Manajemen Risiko: Antisipasi Proaktif

Salah satu elemen kunci dalam ISO 9001:2015 adalah pendekatan berbasis risiko. Direktorat Meteorologi Maritim telah mengintegrasikan manajemen risiko dalam setiap aspek operasionalnya. Ini mencakup identifikasi risiko-risiko potensial yang dapat mengganggu kontinuitas dan kualitas layanan, penilaian tingkat dampak dan probabilitas masing-masing risiko, serta pengembangan strategi mitigasi yang efektif.

Risiko-risiko yang dikelola tidak hanya terkait dengan aspek teknis seperti kegagalan peralatan atau gangguan sistem komunikasi, tetapi juga mencakup risiko-risiko potensial

yang dapat mengganggu kontinuitas dan kualitas layanan, penilaian tingkat dampak dan probabilitas masing-masing risiko, serta pengembangan strategi mitigasi yang efektif.

Risiko-risiko yang dikelola tidak hanya terkait dengan aspek teknis seperti kegagalan peralatan atau gangguan sistem komunikasi, tetapi juga mencakup risiko sumber daya manusia, risiko finansial, dan risiko reputasi. Dengan pendekatan yang komprehensif ini, organisasi lebih siap menghadapi berbagai situasi yang mungkin terjadi dan dapat mempertahankan kontinuitas layanan bahkan dalam kondisi yang menantang.

Implementasi manajemen risiko juga membantu organisasi dalam pengambilan keputusan yang lebih baik. Setiap keputusan strategis, mulai dari investasi teknologi hingga pengembangan layanan baru, didasarkan pada analisis risiko dan manfaat yang cermat. Ini memastikan bahwa sumber daya organisasi digunakan secara optimal untuk mencapai tujuan strategis.

Peningkatan Berkelanjutan: Budaya Organisasi

Prinsip peningkatan berkelanjutan (*continuous improvement*) yang menjadi inti dari ISO 9001:2015 telah menjadi bagian dari Direktorat Meteorologi Maritim (Gambar 7.2). Setiap individu dalam organisasi didorong untuk selalu mencari cara untuk melakukan pekerjaan dengan lebih baik. Mekanisme audit internal yang dilakukan secara berkala menjadi sarana evaluasi objektif terhadap implementasi sistem. Temuan-temuan dari audit tidak dipandang

sebagai kritik negatif, melainkan sebagai peluang untuk perbaikan. Pendekatan konstruktif ini menciptakan lingkungan kerja yang terbuka terhadap pembelajaran dan inovasi.

Selain audit internal, organisasi juga aktif melakukan *benchmarking* dengan organisasi-organisasi meteorologi maritim terkemuka di dunia. Pembelajaran dari praktik terbaik internasional kemudian diadaptasi sesuai dengan konteks dan kebutuhan spesifik Indonesia. Proses transfer pengetahuan dan teknologi ini memperkaya sistem manajemen mutu yang telah ada.



Gambar 7.2 Kegiatan ISO 9001:2005 di lingkungan BMKG

Kolaborasi dan Sinergi Internal

Keberhasilan sistem manajemen mutu sangat bergantung pada partisipasi aktif seluruh elemen organisasi. Direktorat Meteorologi Maritim telah membangun mekanisme komunikasi dan kolaborasi yang efektif antar unit kerja. Forum-forum koordinasi rutin, sistem pelaporan yang transparan, dan platform berbagi pengetahuan menciptakan sinergi yang kuat dalam organisasi.

Program pelatihan dan pengembangan kompetensi dilakukan secara teratur untuk memastikan seluruh pegawai memiliki pemahaman yang sama tentang sistem manajemen mutu dan mampu menjalankan peran mereka dengan optimal. Investasi dalam pengembangan sumber daya manusia ini dipandang sebagai investasi jangka panjang yang akan terus memberikan manfaat bagi organisasi.

Dampak bagi Masyarakat dan Pemangku Kepentingan

Pemeliharaan sistem ISO 9001:2015 memberikan dampak nyata bagi berbagai pemangku kepentingan. Bagi nelayan, informasi cuaca maritim yang akurat dan tepat waktu membantu mereka merencanakan waktu melaut dengan lebih aman dan efisien. Keputusan untuk berlayar atau tetap di darat, penentuan lokasi penangkapan ikan, hingga perkiraan waktu kembali ke pelabuhan, semuanya sangat bergantung pada kualitas informasi meteorologi maritim yang diterima. Industri pelayaran komersial, yang mengangkut jutaan ton kargo setiap tahunnya melalui perairan Indonesia, mendapatkan manfaat signifikan dari prediksi -

kondisi laut yang *reliable*. Informasi tentang tinggi gelombang, arah dan kecepatan angin, serta visibilitas membantu kapten kapal dalam mengoptimalkan rute pelayaran, menghemat bahan bakar, dan yang terpenting, menjaga keselamatan awak kapal dan muatan.

Sektor pariwisata bahari, yang terus berkembang menjadi andalan ekonomi di banyak daerah pesisir Indonesia, juga sangat terbantu dengan informasi cuaca yang memadai. Operator wisata *diving*, *snorkeling*, *island hopping*, dan berbagai aktivitas wisata laut lainnya dapat merencanakan operasional mereka dengan lebih baik, memberikan pengalaman terbaik bagi wisatawan sambil tetap menjaga aspek keselamatan.

Lebih jauh lagi, informasi meteorologi maritim yang berkualitas mendukung kegiatan penelitian kelautan, eksplorasi dan eksploitasi sumber daya laut, operasi lepas pantai industri minyak dan gas, serta upaya mitigasi bencana maritim. Setiap sektor ini memiliki kebutuhan spesifik akan informasi meteorologi maritim, dan sistem manajemen mutu yang baik memastikan bahwa kebutuhan beragam ini dapat terpenuhi dengan optimal.

Teknologi dan Inovasi dalam Pelayanan

Dalam era digital, Direktorat Meteorologi Maritim terus berinovasi dalam cara penyampaian informasi kepada masyarakat. Sistem manajemen mutu ISO 9001:2015 tidak menghalangi inovasi,

tetapi justru memberikan kerangka yang memastikan setiap inovasi tetap menjaga standar kualitas yang telah ditetapkan.

Platform digital, aplikasi *mobile*, *website* interaktif, hingga layanan pesan singkat, semuanya dikembangkan dengan mempertimbangkan kebutuhan pengguna yang beragam. Namun, secanggih apapun teknologi yang digunakan, konten informasi yang disampaikan tetap harus melalui proses verifikasi dan validasi sesuai standar sistem manajemen mutu.

Transparansi dan Akuntabilitas Publik

Salah satu manfaat penting dari penerapan sistem manajemen mutu ISO 9001:2015 adalah peningkatan transparansi dan akuntabilitas organisasi. Setiap proses terdokumentasi dengan baik, setiap keputusan dapat ditelusuri dasar pertimbangannya, dan setiap layanan memiliki standar kualitas yang jelas dan terukur.

Transparansi ini membangun kepercayaan publik terhadap Direktorat Meteorologi Maritim. Masyarakat dapat melihat bahwa organisasi tidak bekerja secara sembarangan, tetapi mengikuti prosedur dan standar yang telah teruji. Ketika terjadi kesalahan atau ketidaksesuaian, sistem yang ada memastikan bahwa masalah tersebut diidentifikasi, dianalisis akar penyebabnya, dan ditindaklanjuti dengan tindakan korektif yang tepat.

Akuntabilitas publik juga diwujudkan melalui mekanisme pelaporan yang regular dan terbuka.

Laporan kinerja, hasil audit, dan tingkat pencapaian target kualitas layanan dipublikasikan dan dapat diakses oleh masyarakat. Keterbukaan informasi ini sejalan dengan prinsip *good governance* dan mendorong partisipasi publik dalam pengawasan kinerja organisasi.

Penutup: Layanan Unggul untuk Indonesia Maritim

Indonesia sebagai negara maritim dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia memiliki ketergantungan tinggi terhadap layanan informasi meteorologi maritim. Direktorat Meteorologi Maritim BMKG yang telah tersertifikasi ISO 9001:2015, melalui kegiatan pemeliharaan sistem di tahun 2025 ini, membuktikan komitmennya untuk memberikan layanan yang unggul dan terpercaya.

Dengan sistem manajemen mutu yang konsisten, efisien, dan terus berkembang, Direktorat Meteorologi Maritim tidak hanya memenuhi standar internasional, tetapi juga berkontribusi nyata bagi kesejahteraan masyarakat Indonesia. Layanan informasi meteorologi maritim yang berkualitas adalah investasi untuk keselamatan, ketahanan ekonomi, dan kemajuan Indonesia sebagai poros maritim dunia.



SEJARAH OBSERVASI MARITIM DI INDONESIA



SEJARAH OBSERVASI MARITIM DI INDONESIA

oleh: Eko Supriyadi

“Nenek moyangku seorang pelaut, gemar mengarung luas samudera...” itulah potongan lirik lagu tentang kehebatan bangsa Indonesia sebagai bangsa pelaut. Namun tahukah Anda, Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki sejarah yang kaya akan peran pelautnya sebagai pengembara samudra luas untuk melakukan perjalanan, berdagang, dan menjelajahi wilayah lain. Sejarah pelaut bangsa Indonesia telah dimulai sejak ribuan tahun yang lalu. Sebagai contoh, ditemukan Perahu Dong Son yang ditemukan di Desa Siboruon, Kabupaten Tapanuli Utara, Sumatera Utara. Perahu ini diperkirakan berasal dari abad ke-2 hingga ke-5 Masehi dan memiliki panjang sekitar 9 meter. Perahu ini ditemukan di dalam tanah dan masih dalam keadaan utuh, lengkap dengan alat navigasi dan kapal kayu. Belum lagi kemajuan maritim masyarakat Bugis dengan ditemukan artefak Kapal Batu Tua yang diperkirakan dari abad-13, serta adanya relief kapal pada stupa Borobudur di Jawa [Munawaroh, Siregar, Widodo]. Contoh di atas memberikan kita informasi bangsa Indonesia merupakan pelaut handal, akan tetapi apakah kehandalan mereka dalam bernavigasi diimbangi dengan kemampuan pengamatan cuaca atau kelautan? Atau pertanyaan sederhananya, sejak kapan pengamatan cuaca di laut Indonesia dilakukan? Karena ketika kita bermain di laut konsekuensi

harus mengetahui tiga kriteria: musim, gelombang, dan kedalaman. Sedikit sekali referensi yang menunjukkan observasi atau pengamatan kelautan di Indonesia. Kegiatan ini baru terlacak pada abad ke-18, ketika Johannes Paulus Van Der Stok (1851) seorang fisika dan metematikawan Belanda meneliti tentang magnet bumi dan hubungannya terhadap pasang surut di nusantara. Hasilnya menakjubkan, rangkaian penelitiannya dirangkum dalam buku berjudul “Wind, Weather. Tides, and Tidal Streams in the East Indian Archipelago”. Buku ini menjadi rujukan utama meteorologis dan oseanografer kala itu. Berlanjut, pada tahun 1899-1900 dilakukan ekspedisi Siboga yang dipimpin oleh Weber, zoologist Belanda dilakukan di sekitar Perairan Timur Indonesia (Weber). Fokus ekspedisi tersebut spesifik mempelajari biologi kelautan. Baru puncaknya pada tahun 1929 ketika Indonesia masih berupa Hindia Belanda dimulailah ekspedisi Snellius yang terkenal itu, yang berfokus kepada fisika kelautan. Kedua ekspedisi itu dilakukan pada perairan yang sama, namun berbeda tujuan penelitian (Gambar 8.1). Van Aken (2005) dalam jurnalnya yang berjudul “Dutch Oceanographic Research in Indonesia in Colonial Times” menyebutkan ekspedisi ini merupakan ekspedisi kelautan paling bergengsi dan berhasil di seluruh dunia kala itu mengalahkan ekspedisi yang ada sebelumnya.

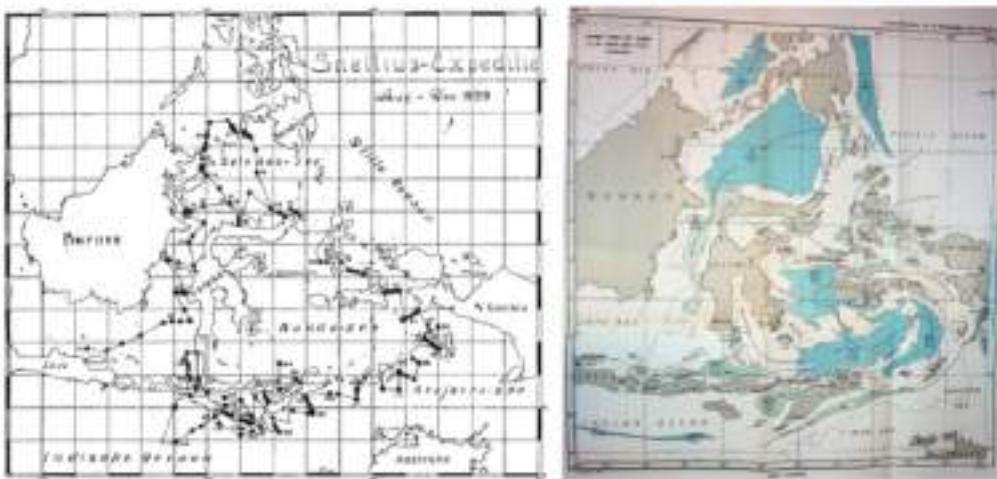


Gambar 8.1. (Kiri) Atlas “Wind, Weather. Tides, and Tidal Streams in the East Indian Archipelago” karangan Van Der Stok (1897). (Tengah) Jurnal Biologi kelautan Ekspedisi Siboga oleh Weber (1902). (Kanan) Volume pertama Ekspedisi Snellius oleh Van Riel (1930). Tiga buku di atas merupakan bagian bukti sejarah observasi maritim di Indonesia.

Ekspedisi oseanografi Snellius ke Indonesia pada tahun 1929 memiliki sejarah dan latar belakang yang sangat menarik. Belanda yang pada waktu itu menjadi penjajah Indonesia, melihat potensi besar dari laut Indonesia yang kaya akan sumber daya alamnya. Hal ini mendorong mereka untuk melakukan penelitian kelautan guna memperoleh pemahaman yang

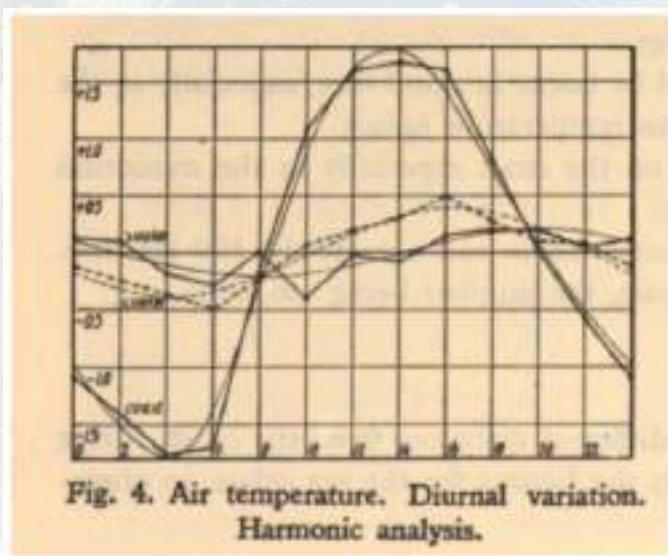
lebih mendalam tentang sumber daya laut yang tersedia. Ekspedisi oseanografi Snellius di Indonesia adalah salah satu upaya pemerintah Belanda untuk memahami lingkungan kelautan di wilayah koloninya. Hal ini didasarkan, karena Belanda tidak hanya menginginkan Hindia Belanda kala itu menjadi pemerintahan kolonial terbaik melainkan terdepan dalam kegiatan ilmiah (Luymes, 1929).

Kata “Snellius” di sini mengacu kepada nama kapal atau nama ekspedisi. Awal pembuatan kapal Snellius dimulai pada tahun 1928, disesuaikan dengan nama ahli matematikawan Belanda, Willebrord Snellius (1580-1626). Kapal ini didesain dengan tujuan khusus untuk melakukan penelitian kelautan yang terintegrasi. Peralatan yang terpasang tergolong canggih pada zamannya, seperti sonar, pengukur suhu, salinitas air laut, dan alat pengambil sampel sedimen dasar laut. Dibangun di kapal galangan di Feijenoord, Rotterdam, kapal Snellius ini akhirnya selesai pada bulan November 1928, dengan panjang 62 meter, lebar 9.7 dan berbobot 1.055 ton. Tepat pada 9 Maret 1929, Kapal Snellius meninggalkan pelabuhan Den Helder dan tiba di Surabaya pada akhir Mei 1929. Dipimpin oleh Van Riel, ekspedisi oseanografi Snellius dimulai pada tanggal 27 Juli 1929 menuju perairan Indonesia Timur seperti: Teluk Tomini, Kepulauan Aru, Kepulauan Raja Ampat, dan Teluk Cenderawasih. Pada 15 November 1930, kapal ini kembali ke Surabaya setelah menempuh jarak 34.000 mil dan menutup kegiatan pertama dengan pengamatan pada 374 stasiun. Dari 374 stasiun tersebut berhasil dilakukan 7.300 titik pengukuran suhu berbagai kedalaman, 7.100 titik pengambilan oksigen, 5.300 titik pengambilan oksigen, dan 33.000 titik pengamatan batimetri. Kapal Snellius memainkan peran penting dalam mengembangkan penelitian kelautan di Indonesia (Gambar 8.2). Dengan peralatan canggih yang dimilikinya, kapal ini mampu melakukan berbagai jenis penelitian kelautan dan memberikan informasi penting tentang kekayaan laut Indonesia. Selama hampir 6 dekade (dilanjutkan dengan ekspedisi Snellius 2 pada Tahun 1985), ekspedisi Snellius telah memberikan kontribusi yang sangat berharga bagi pemahaman tentang ekosistem laut Indonesia dan menjadi tonggak sejarah penting dalam penelitian kelautan di Indonesia.



Gambar 8.2. (Kiri) Jalur ekspedisi Snellius (1929-1930) (Van Riel, Nature 1930). (Kanan)
Lubuk (hijau) dan palung laut (biru) ekspedisi Snellius, terlihat Laut Banda memiliki kedalaman
lebih 7000 m (Pinke, Vol 2, The Snellius Expedition: Oceanographic Results 1935).

Hasil penelitian dari ekspedisi Snellius memperlihatkan bahwa Perairan Indonesia memiliki keragaman hayati yang sangat tinggi, terutama di wilayah Kepulauan Raja Ampat dan Teluk Cenderawasih. Selain itu, penelitian tersebut juga mengungkapkan bahwa perairan Indonesia memiliki kandungan mineral dan sumber daya alam lainnya yang cukup potensial untuk dieksplorasi. Salah satu penemuan paling fenomenal dari ekspedisi ini adalah penemuan palung Banda yang memiliki kedalaman hingga 7000 m dari teknologi sonar yang dibawanya. Untuk aspek meteorologi sendiri, ekspedisi ini tergolong lengkap dalam pengamatan unsur cuaca. Pembaca dapat mempelajari pada buku "The Snellius Expedition: Meteorological Observations" karangan Visser (1936). Salah satu yang menarik adalah membandingkan suhu diurnal di pantai, berjarak > 100 km dan berjarak < 100 km. Diperoleh suhu di pantai lebih panas lebih dari 100°C dibandingkan dua tempat lainnya. Lalu kejadian suhu tertinggi mengalami perbedaan di tiga tempat tersebut, masing-masing terjadi pada 14:30, 16:12, dan 20:00 waktu lokal (Gambar 8.3).



Gambar 8.3. Diurnal suhu udara dari ekspedisi Snellius (Visser, Vol 3, The Snellius Expedition: Meteorological Observations 1936)

Keseluruhan penelitian Snellius dirangkum dalam 6 volume yaitu: volume pertama tentang voyage ekspedisi itu sendiri, volume kedua tentang oseanografi, volume ketiga tentang pengamatan meteorologi, volume keempat tentang biologi kelautan, volume kelima tentang geologi, dan volume ke enam tentang data biologi hasil ekspedisi. Banyak hal yang dapat kita pelajari dari penelitian ini atau mungkin dapat membantu kita memahami perairan Indonesia yang selama ini belum pernah dieksplorasi lebih lanjut.

Ekspedisi "Snellius" sangatlah berharga bagi dunia ilmu pengetahuan. Kegiatan tersebut berhasil membuat peta terperinci dari wilayah Indonesia, menemukan ratusan spesies baru flora dan fauna, serta menemukan data penting tentang geologi wilayah Indonesia. Selain itu, mereka juga mempelajari tentang kehidupan dan kebudayaan masyarakat lokal, yang menjadi bahan studi penting bagi para antropolog dan sosiolog. Namun, ekspedisi Snellius juga menghadapi berbagai rintangan selama perjalanan mereka. Mereka harus menghadapi kondisi alam yang sangat sulit, termasuk cuaca buruk, medan yang sulit dilalui, dan serangan hewan buas. Selain itu, mereka juga menghadapi tantangan dari pihak lokal yang tidak senang dengan kehadiran mereka di wilayah tersebut. Meskipun mengalami berbagai rintangan, ekspedisi Snellius tetap berhasil mencapai tujuannya dan memberikan sumbangan besar bagi dunia ilmu pengetahuan. Sehingga ekspedisi ini menjadi salah satu tonggak penting dalam sejarah penjelajahan Indonesia dan menjadi inspirasi bagi banyak ilmuwan dan penjelajah masa depan, termasuk hingga saat ini.



..... ♦

ISSN 3089-9745

0 773089 974005

Direktorat Meteorologi Maritim

Deputi Bidang Meteorologi | Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika