

## ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG, ANGIN PERMUKAAN DAN CURAH HUJAN DI TIGA WILAYAH PEMBAGIAN ZONA HUJAN TAHUN 2021-2022

<sup>1)</sup>Ekik Setyo Amalia Ramadhany, <sup>2)</sup>Nichou Prianbikasatiarsa, <sup>3)</sup>Putri Melani, <sup>4)</sup>Gede Gangga Wisnawa,  
<sup>5)</sup>Arie Realita

<sup>1)</sup> Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: [ekik.20023@mhs.unesa.ac.id](mailto:ekik.20023@mhs.unesa.ac.id)

<sup>2)</sup> Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: [nichou.20033@mhs.unesa.ac.id](mailto:nichou.20033@mhs.unesa.ac.id)

<sup>3)</sup> Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: [putri.20041@mhs.unesa.ac.id](mailto:putri.20041@mhs.unesa.ac.id)

<sup>4)</sup> BMKG, Tanjung Perak Surabaya, email: [gangga.wisnawa@gmail.com](mailto:gangga.wisnawa@gmail.com)

<sup>5)</sup> Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: [arierealita@unesa.ac.id](mailto:arierealita@unesa.ac.id)

### Abstrak

Artikel ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik gelombang laut, angin permukaan, dan curah hujan di tiga wilayah zona hujan Indonesia: Sumatera Barat, Maluku Selatan dan Jawa. Data model yang digunakan diambil dari oPeNDAP BMKG lalu dianalisis per triwulan (DJF, MAM, JJA, SON) dan per tahun (2020-2022). Pada wilayah Sumatera Barat gelombang dan kecepatan angin tertinggi terjadi pada periode JJA dan terendah pada periode MAM dan SON dengan curah hujan yang tertinggi terjadi di bulan september hingga Desember. Pada Wilayah Maluku Tinggi gelombang dan kecepatan angin tertinggi terjadi pada periode JJA dan terendah pada periode MAM dan SON. Pada periode JJA merupakan puncak tertinggi curah hujan di wilayah Maluku. Terakhir, pada wilayah Jawa Tinggi gelombang dan kecepatan angin tertinggi terjadi pada periode JJA dan terendah pada periode MAM dan SON. Pada periode DJF wilayah Jawa mengalami puncak curah hujan dan curah hujan terendah pada periode JJA.

**Kata Kunci:** karakteristik, gelombang laut, angin permukaan, curah hujan, zona hujan.

### Abstract

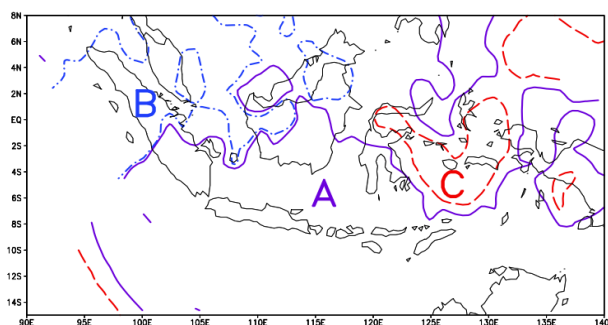
*This article aims to analyze the characteristics of ocean waves, surface winds and rainfall in three rainy zone regions of Indonesia: West Sumatra, South Maluku and Java. The model data used was taken from oPeNDAP BMKG and analyzed per quarter (DJF, MAM, JJA, SON) and per year (2020-2022). In the West Sumatra region, the highest waves and wind speeds occur in the JJA period and the lowest in the MAM and SON periods with the highest rainfall occurring in September to December. In the Maluku region, the highest waves and wind speeds occur in the JJA period and the lowest in the MAM and SON periods. In the JJA period is the highest peak of rainfall in the Maluku region. Finally, in the Java region, the highest wave height and wind speed occurred in the JJA period and the lowest in the MAM and SON periods. In the DJF period, the Java region experienced the peak rainfall and the lowest rainfall in the JJA period.*

**Keywords:** characteristics, ocean waves, surface winds, rainfall, rain zones.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, membentang dari lintang geografis  $6^{\circ}$  LU -  $11^{\circ}$  LS dan  $95^{\circ}$  BT -  $141^{\circ}$  BT, dengan garis pantai mencapai 80.791 km (Bayong, 2006). Terletak di *Maritime Continent* (Ramage, 1971) yaitu benua maritim Indonesia memiliki atmosfer yang sangat kompleks dan pembentukan awannya sangat unik, kompleksitas atmosfernya mempengaruhi pola awan dan hujan. Faktor-faktor seperti monsun, Zona Konvergensi Inter-Tropis (ITCZ), dan interaksi daratan, lautan, dan topografi regional, memainkan peran sentral dalam pembentukan pola iklim yang bervariasi. Radiasi matahari memicu fluktuasi suhu, yang berdampak pada pergerakan massa udara dan pembentukan hujan (Ropelewski and Halpert, 1987), menjadi indikator vital dalam mencerminkan kondisi cuaca jangka pendek maupun panjang di wilayah tropis ini (Hilario *et al.*, 2009).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Aldrian, 2003) terdapat 3 wilayah iklim Indonesia seperti pada (gambar 2.1) dimana wilayah A (sebagai Sumatra, Jawa, Sebagian Kalimantan, Sebagian Sulawesi, dan Sebagian Irian), wilayah B (Indonesia bagian barat laut) dan wilayah C (Maluku dan Sebagian Sulawesi).



**Gambar 1.1.** Tiga wilayah iklim dengan menggunakan metode korelasi ganda, yang membagi Indonesia Menjadi wilayah A (kurva padat); wilayah monsunal selatan, wilayah B (kurva putus-putus); wilayah wilayah semi-muson dan wilayah C (kurva putus-putus panjang); wilayah anti-muson (sumber: Aldrian, 2003).

Dari gambar 2.1 Terdapat tiga tipe curah hujan di wilayah Indonesia: ekuatorial, monsun, dan lokal. Tipe ekuatorial terkait dengan pergerakan zona konvergensi ke utara dan selatan mengikuti gerakan semu matahari. Sumber ini merupakan pertemuan dua massa udara yang bergerak ke atas, dikenal sebagai daerah konvergensi. Tipe monsun dipengaruhi oleh perbedaan tekanan antara Benua Asia dan Australia, menghasilkan Monsun Barat yang membawa hujan dari Asia ke Australia pada Desember-Januari-Februari, sementara Monsun Timur cenderung kurang lembab dan kurang hujan. Tipe curah hujan di Indonesia memiliki musim hujan yang jelas antara Desember-Februari dan musim kemarau pada Juni-Agustus, dengan enam bulan transisi. Sedangkan tipe lokal, seperti yang terjadi di Maluku, Papua, dan sebagian Sulawesi, dipengaruhi kondisi setempat, termasuk pegunungan dan pemanasan lokal yang intensif, dengan satu puncak curah hujan dalam setahun yang berlawanan dengan pola hujan monsun, serta periode kering saat bertiupnya angin Muson Barat.

Perairan di sekitar Sumatera Barat, termasuk Selat Mentawai dan Samudera Hindia, memiliki potensi gelombang tinggi yang dipengaruhi oleh angin dan arus laut dari Samudera Hindia (Hermawan and Komalaningsih., 2008; Marelsa and Oktaviandra., 2019; Agdialta *et al.*, 2023). Di wilayah pesisir utara Pulau Jawa, Laut Jawa yang sempit menyebabkan rendahnya energi gelombang, sementara pesisir selatan Pulau Jawa memiliki gelombang yang kuat karena pengaruh dari Samudera Hindia (Wyrтки, 1961; Setyawan *et al.*, 2008; Wei *et al.*, 2016). Perbedaan ini terkait dengan kondisi geomorfologi serta perbedaan antara dataran rendah di pesisir utara dan pantai bertebing di pesisir selatan (Wei *et al.*, 2016). Di perairan Maluku, terdapat kompleksitas fisik yang unik karena wilayah ini berada di perbatasan Samudera Pasifik dan Samudera Hindia (Loupatty, 2013). Wilayah selatan Maluku, khususnya Laut Banda, memiliki arus dan gelombang dinamis sebagai cekungan terbesar dan terdalam di laut Indonesia (Basit *et al.*, 2012). Wilayah utara Laut Banda

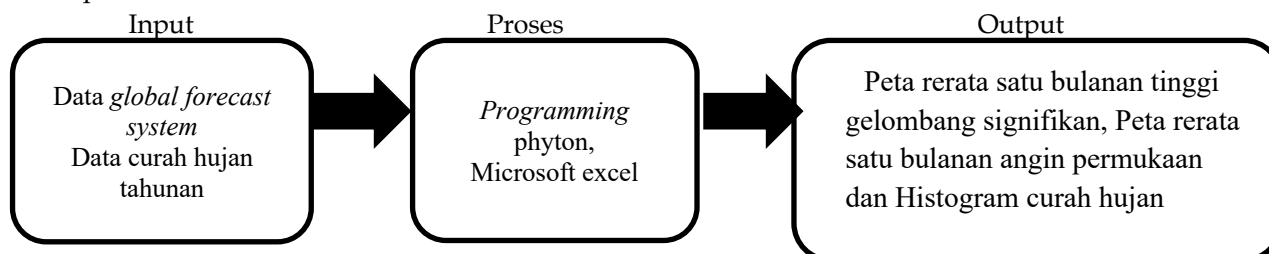
berbatasan dengan Teluk Ambon Luar yang lebih dalam, sementara Teluk Ambon Dalam cenderung semi tertutup dengan kedalaman yang lebih rendah (Basit *et al.*, 2012).

Angin merupakan pergerakan massa udara yang dipicu oleh perbedaan sifat fisik benua dan samudera, memengaruhi pembentukan cuaca di daratan maupun perairan (Batubara, 2017). Di wilayah Indonesia, angin memainkan peran penting dalam dinamika perairan, terutama terkait angin monsun yang mengalami variasi musiman. Wilayah barat Indonesia dipengaruhi oleh Samudera Pasifik, sementara bagian Sumatera lebih dipengaruhi oleh Samudera Hindia, menghasilkan periode angin barat dan timur (Taryono, 2016; Marelsa and Oktaviandra., 2019). Pola angin monsun di Indonesia terbagi menjadi Monsun Timur Laut (Desember-Maret) dan Monsun Barat Daya (Juni-September) yang memiliki sirkulasi konsisten minimal selama 3 bulan (Prawoto *et al.*, 2011). Selama transisi antara kedua monsun tersebut, arah dan kecepatan angin menjadi tidak tetap (Nontji, 2005). Angin mempengaruhi kondisi cuaca, terutama terkait pola monsun, yang penting untuk dipahami dalam konteks iklim Indonesia (Taryono, 2016).

## II. METODE

### A. Rancangan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik gelombang, angin permukaan dan curah hujan di masing-masing wilayah zona hujan serta hubungan tiga parameter tersebut di masing-masing wilayah zona hujan. Data didapatkan melalui oPeNDAP BMKG berupa data model. Wilayah penelitian yang digunakan yaitu tiga wilayah zona hujan yaitu perairan Sumatera Barat, Jawa dan Maluku Selatan. Kemudian data model tersebut diolah menggunakan pemrograman phyton kemudian dilakukan analisis terkait karakteristik dan hubungan masing-masing parameter tersebut. Analisis dilakukan dengan membagi data sesuai periode triwulan atau monsun (Purba, 2014) yaitu Desember-Januari-Februari (DJF), Maret-April-Mei (MAM), Juni-Juli-Agustus (JJA) dan September-Oktober-November (SON). Rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 2.1. Rancangan penelitian karakteristik gelombang, angin permukaan dan curah hujan.

### B. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data melalui oPeNDAP BMKG pada masing-masing koordinat wilayah penelitian. Data global forecast system wilayah 1 yaitu Sumatera dengan titik koordinat 2,008 LU-4,261 LS dan 96,951 BB-102,731 BT didapatkan melalui BMKG Teluk Bayur. Data wilayah 3 yaitu Maluku Selatan dengan koordinat 0,695 LU-7,377 LS dan 123,858 BB-132,562 BT didapatkan melalui BMKG Ambon. Sementara itu, data wilayah 3 yaitu Jawa dengan koordinat -5,625 LU-9,050 LS dan 110,829 BB-114,739 BT didapatkan melalui BMKG Tanjung Perak Surabaya. Data model *InaWave* diunduh satu bulan penuh pada masing-masing wilayah. Model *InaWave* memiliki resolusi spasial 10 km. Selain itu, data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah data curah hujan. Data curah hujan juga didapatkan melalui stasiun meteorologi terdekat yaitu BMKG Teluk Bayur, BMKG Ambon dan BMKG Tanjung Perak. Data curah hujan yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa rata-rata curah hujan setiap bulan dalam lima tahun.

### C. Teknik Pengolahan Data

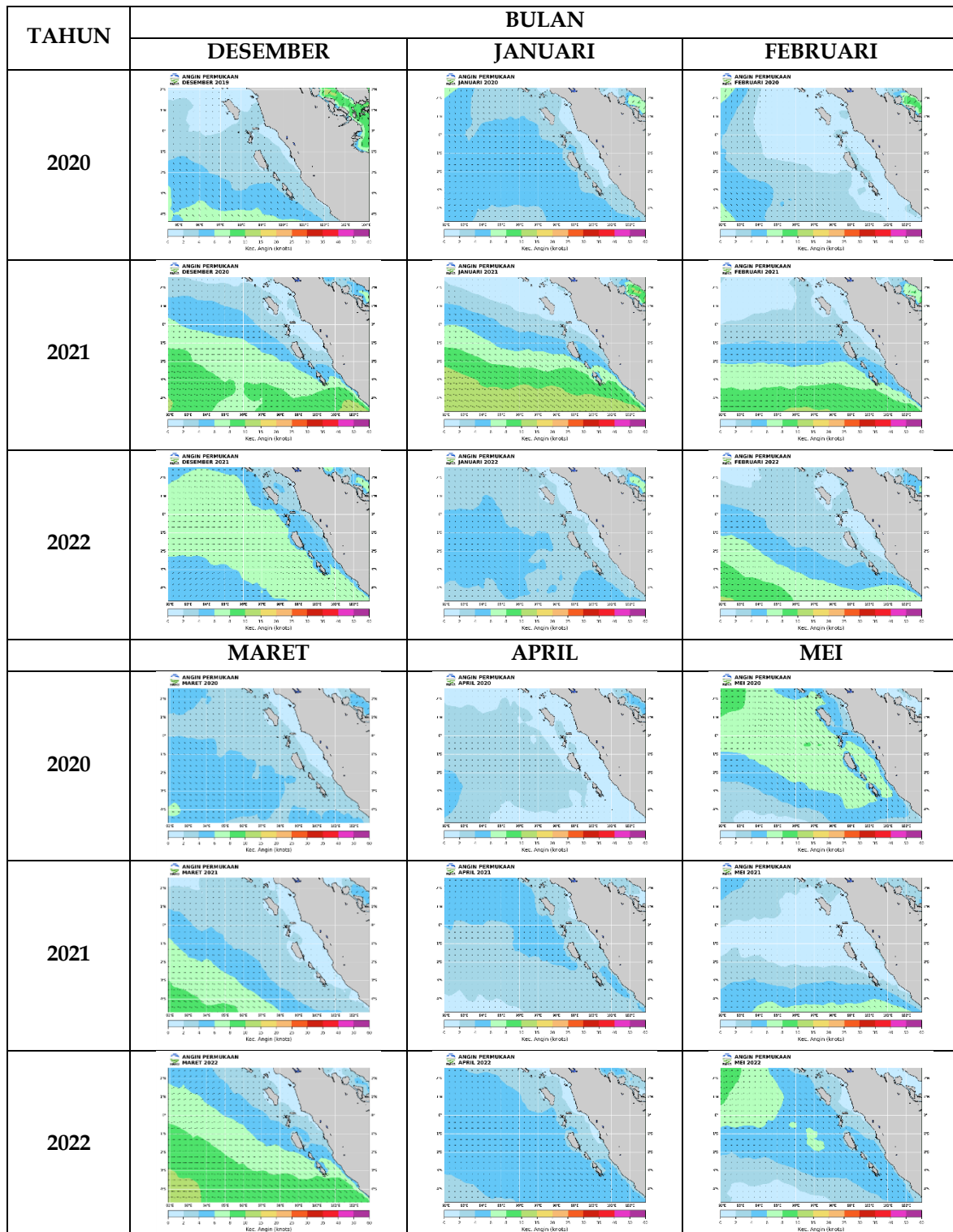
Teknik pengolahan data *InaWave* dimulai dengan menentukan rata-rata data yang telah diunduh dalam satu bulan penuh. Kemudian data *InaWave* yang berisi informasi mengenai berbagai parameter termasuk gelombang dan angin akan diolah melalui phyton sesuai *script* yang telah disiapkan. Proses *scripting* phyton tersebut menghasilkan peta rerata satu bulanan angin dan gelombang pada masing-masing wilayah.

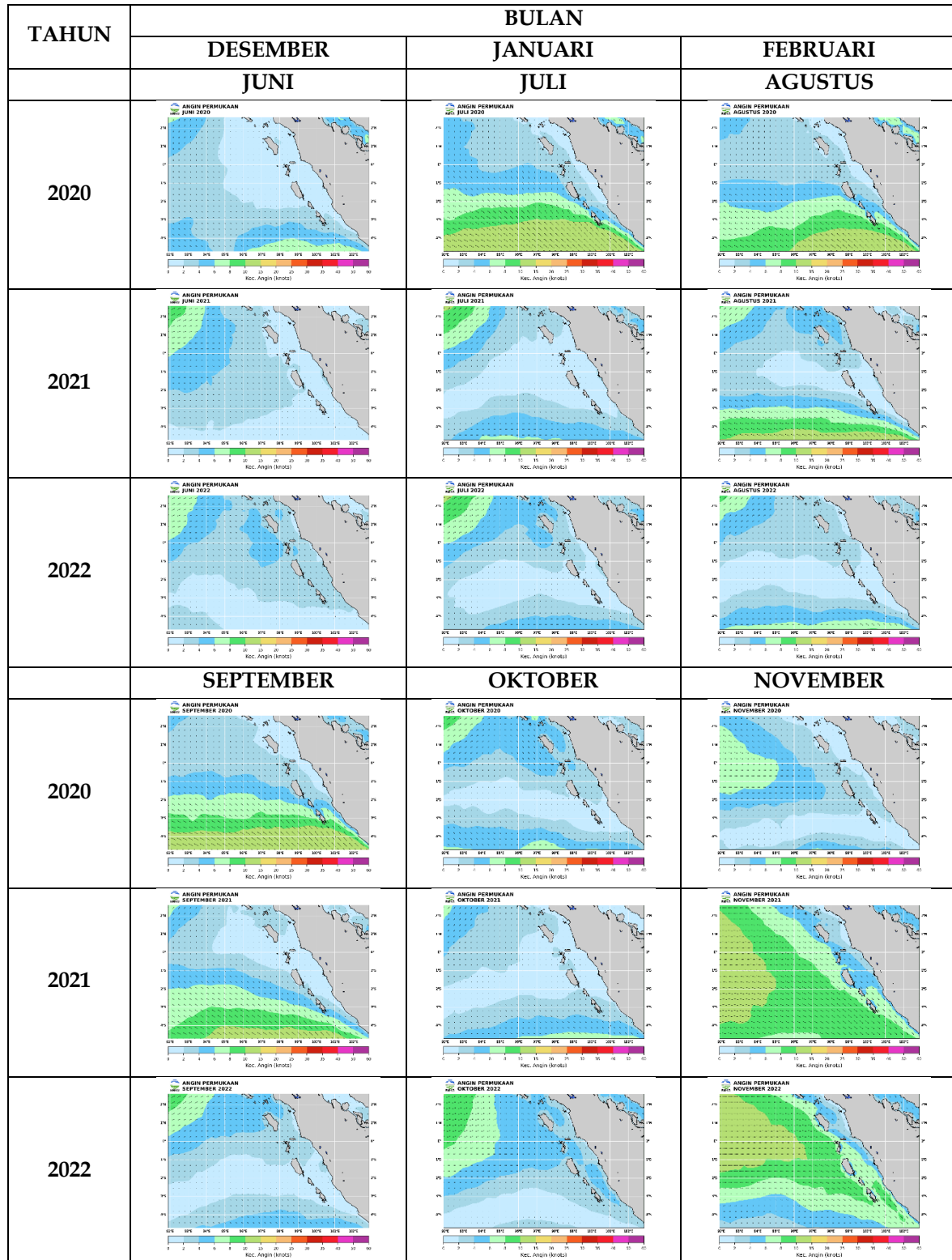
Selain itu pengolahan data curah dilakukan dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel. Data curah hujan yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa rata-rata curah hujan setiap bulan dalam lima tahun.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

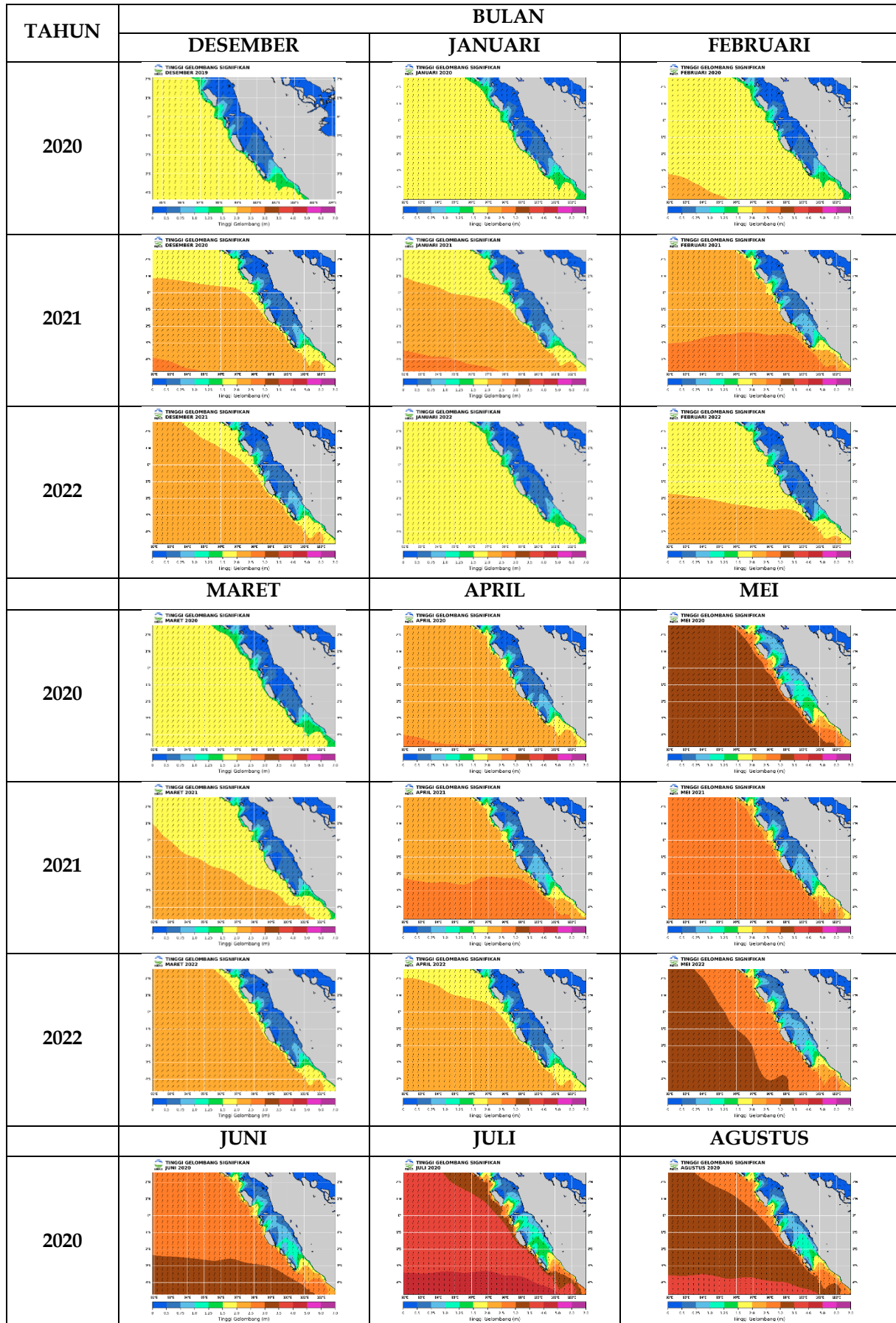
#### A. Hasil

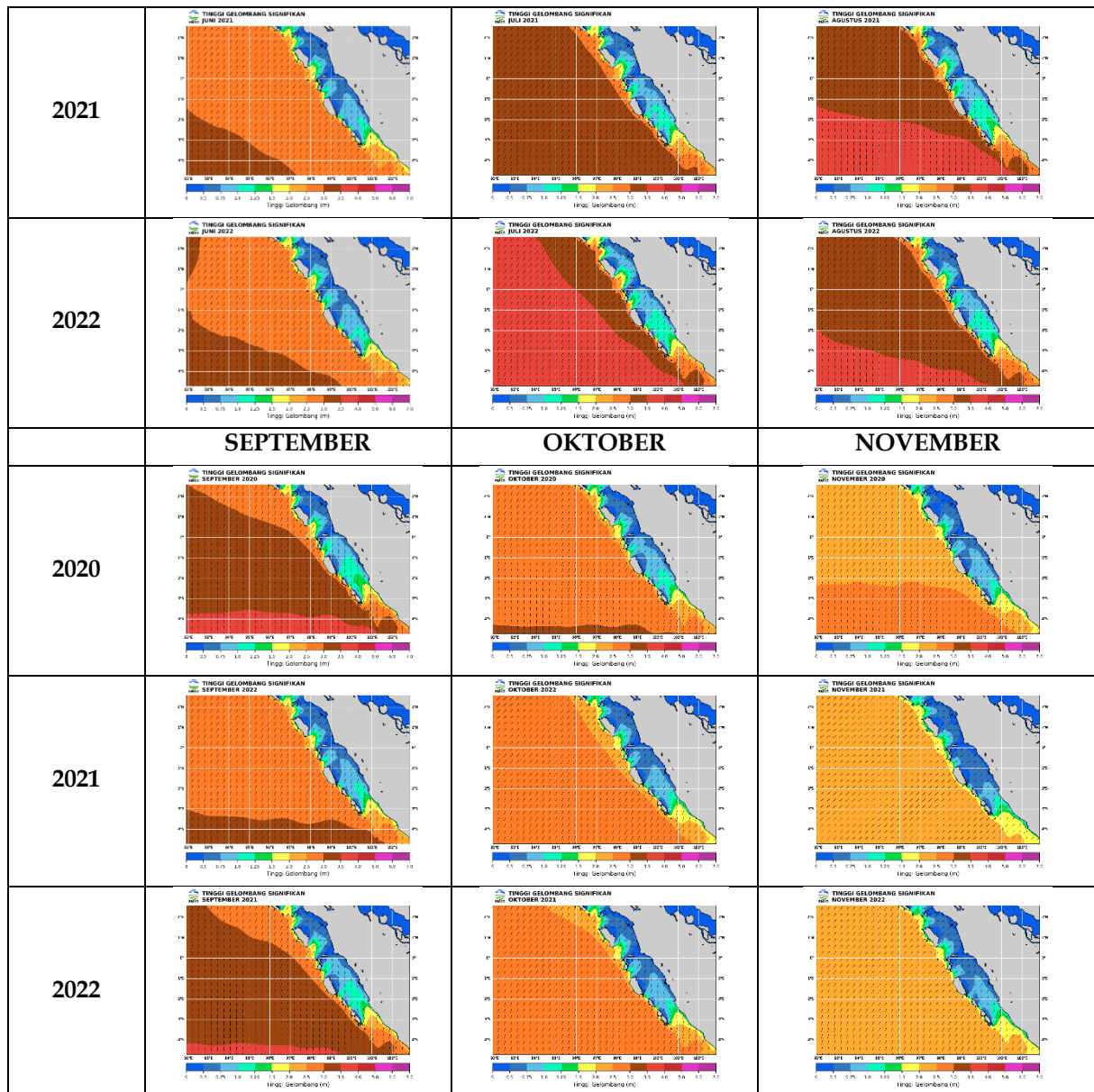
Hasil penelitian berupa peta bulanan tinggi gelombang signifikan, peta bulanan angin permukaan dan histogram curah hujan pada masing-masing wilayah penelitian dari tahun 2020 – 2022. Berikut ini hasil penelitian gelombang, angin permukaan dan curah hujan.



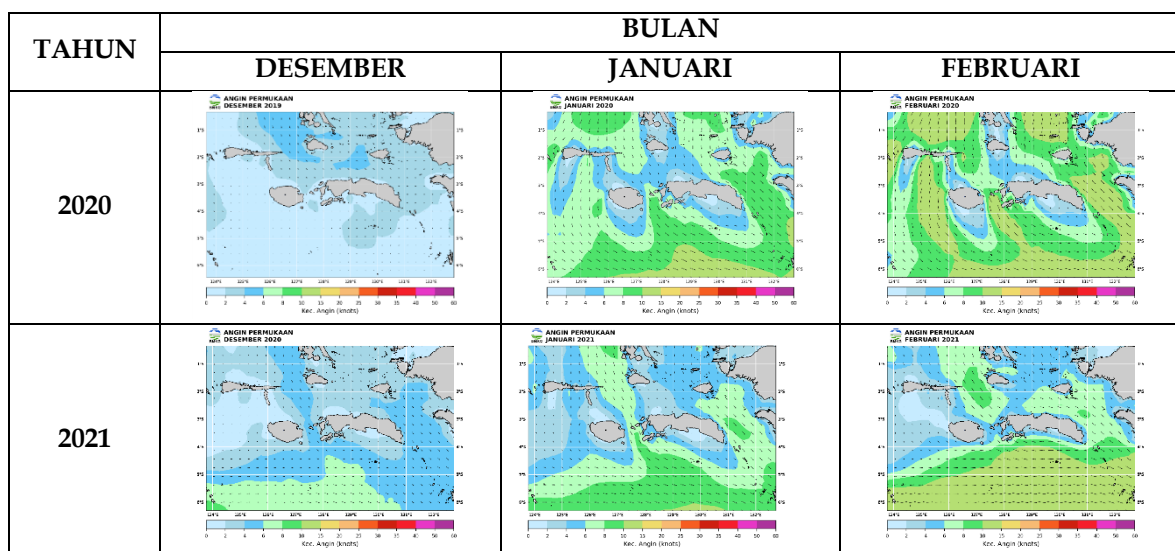


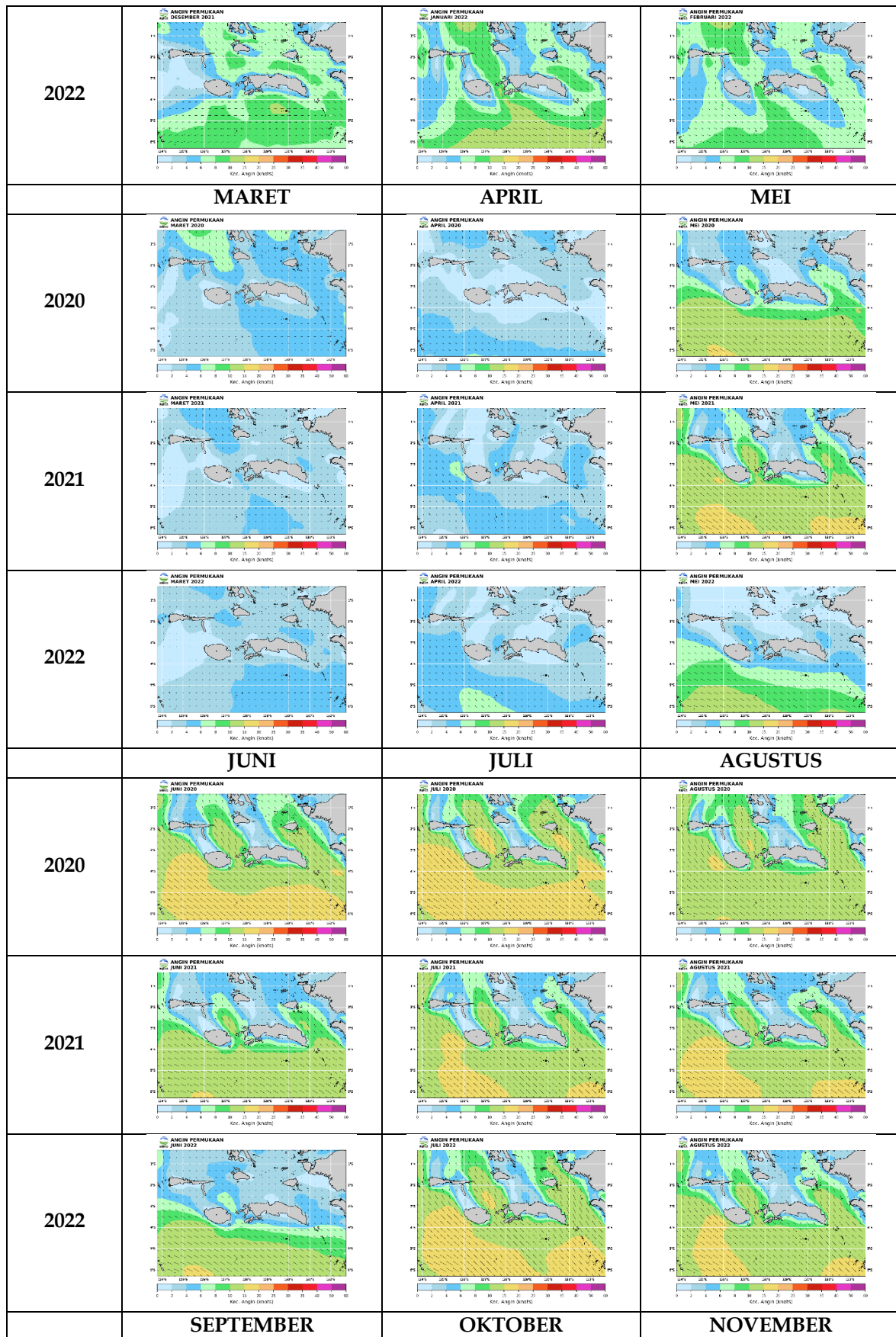
Tabel 3.1. Peta Bulanan Angin Permukaan Wilayah 1

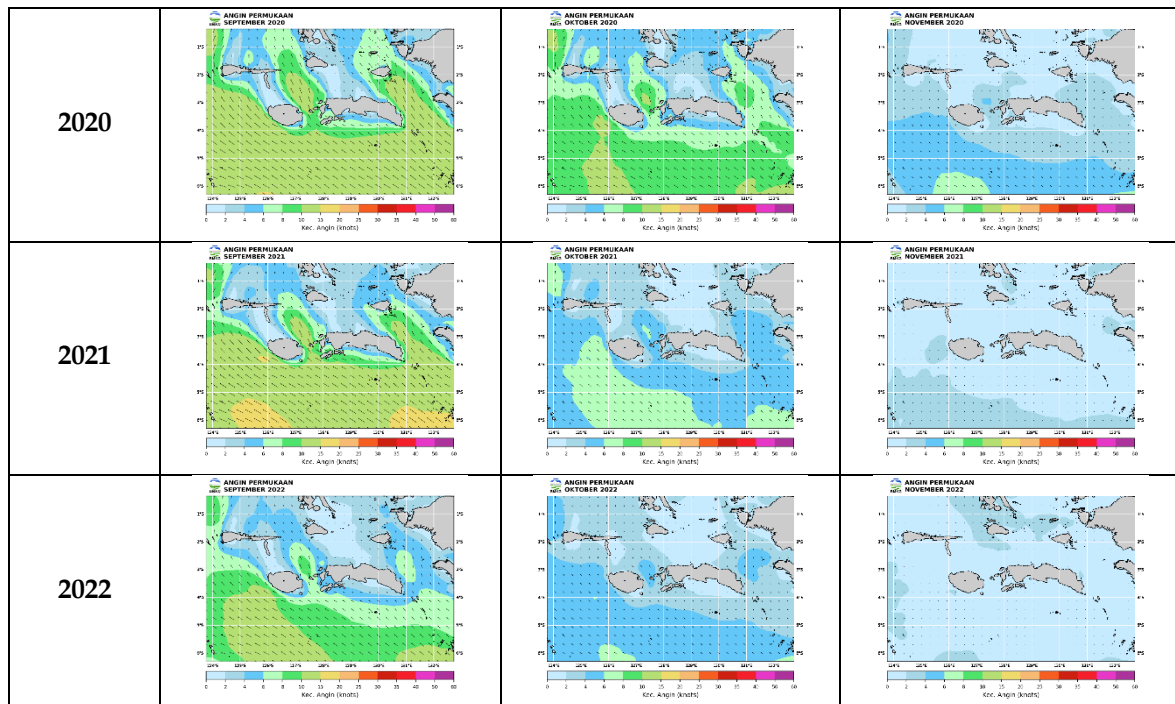




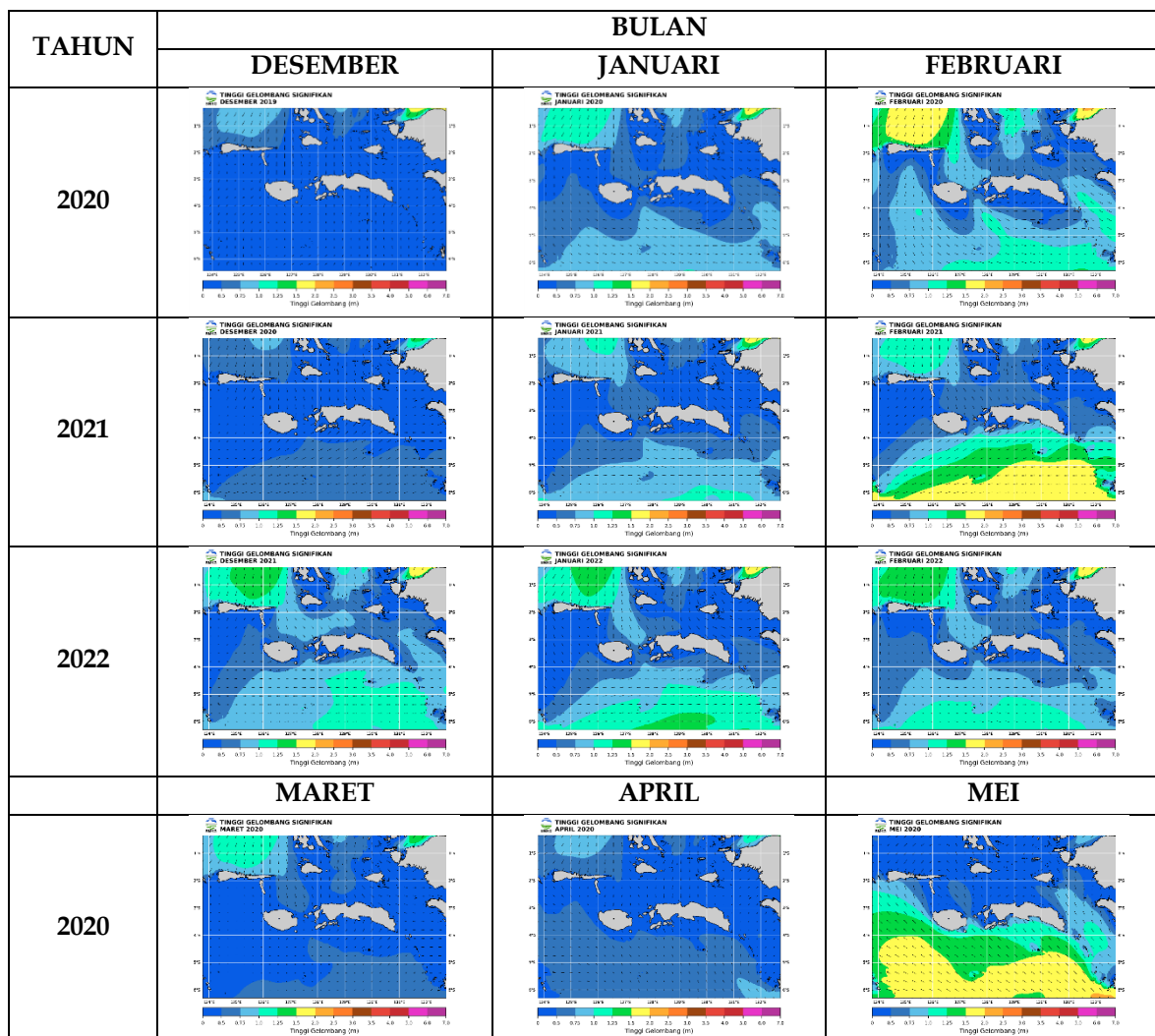
Tabel 3.2. Peta Bulanan Tinggi Gelombang Signifikan Wilayah 1



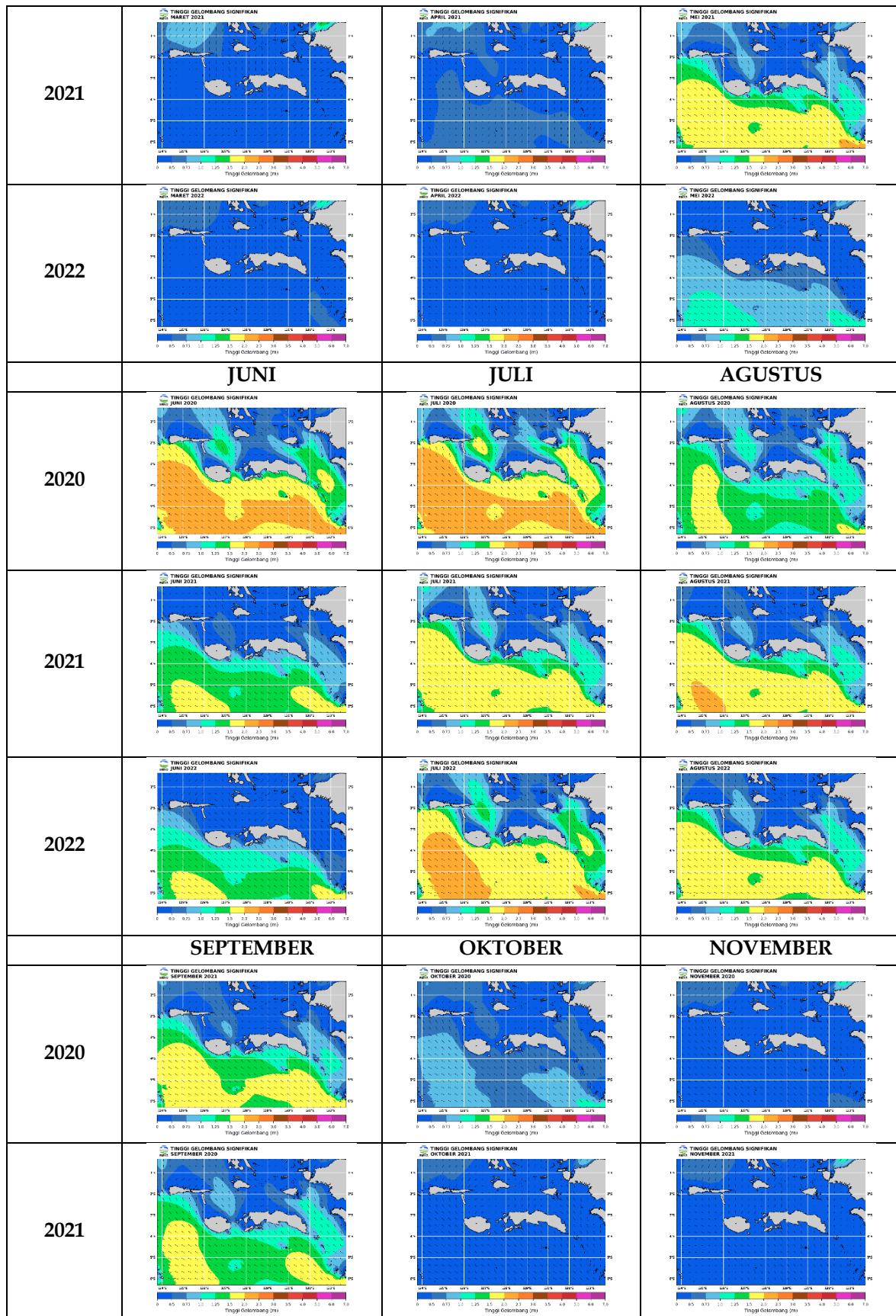


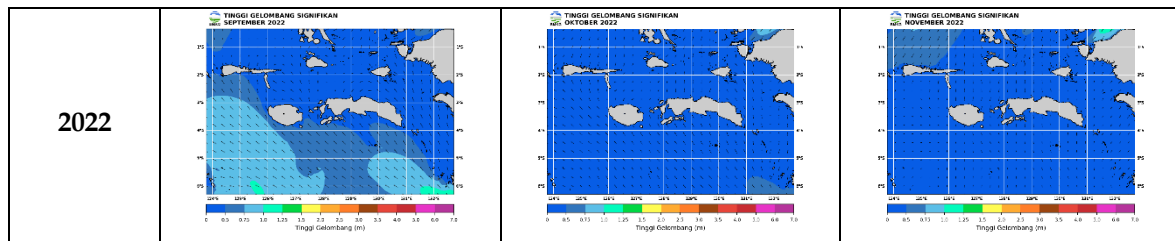


Tabel 3.3. Peta Bulanan Angin Permukaan Wilayah 2

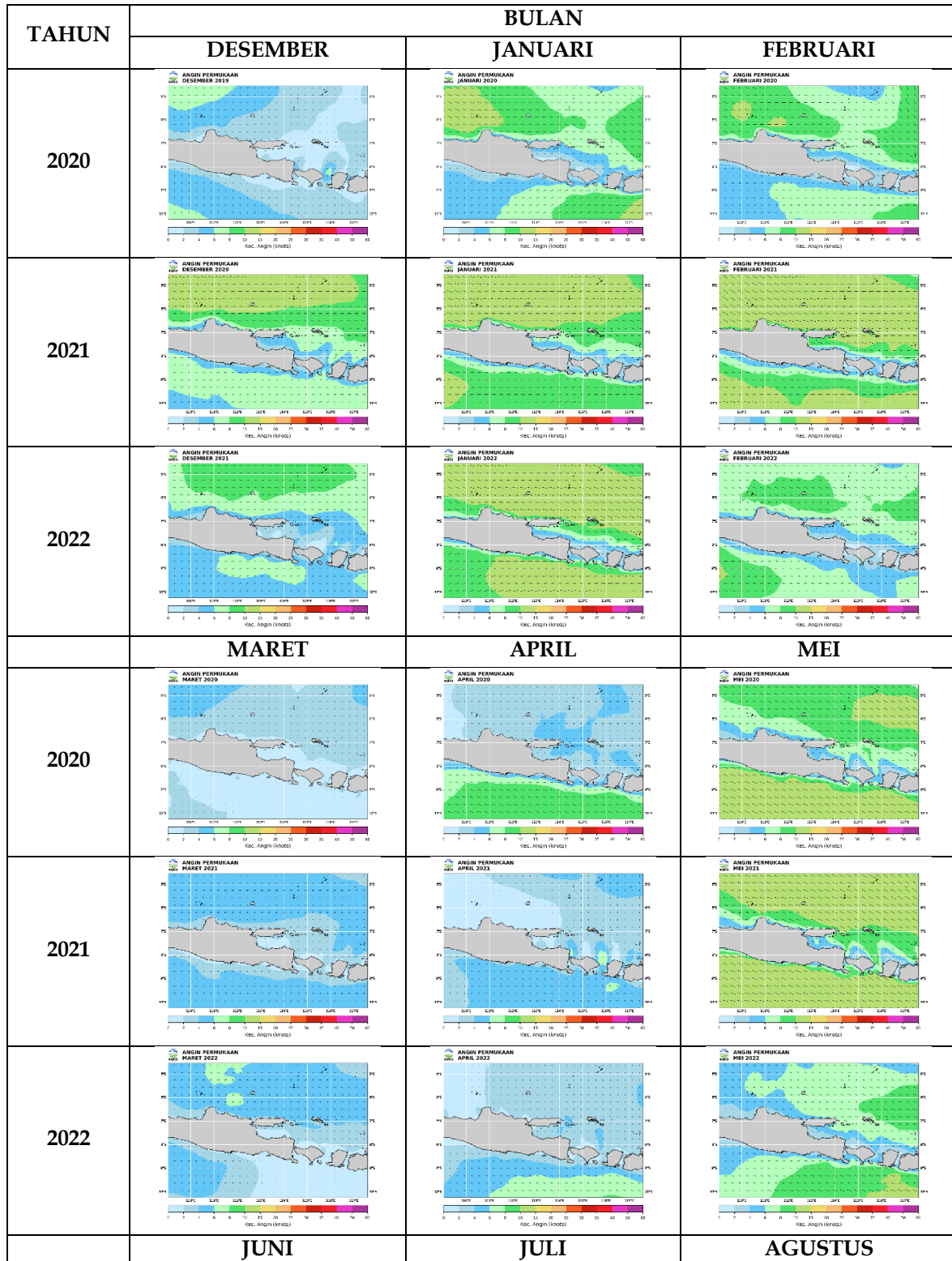


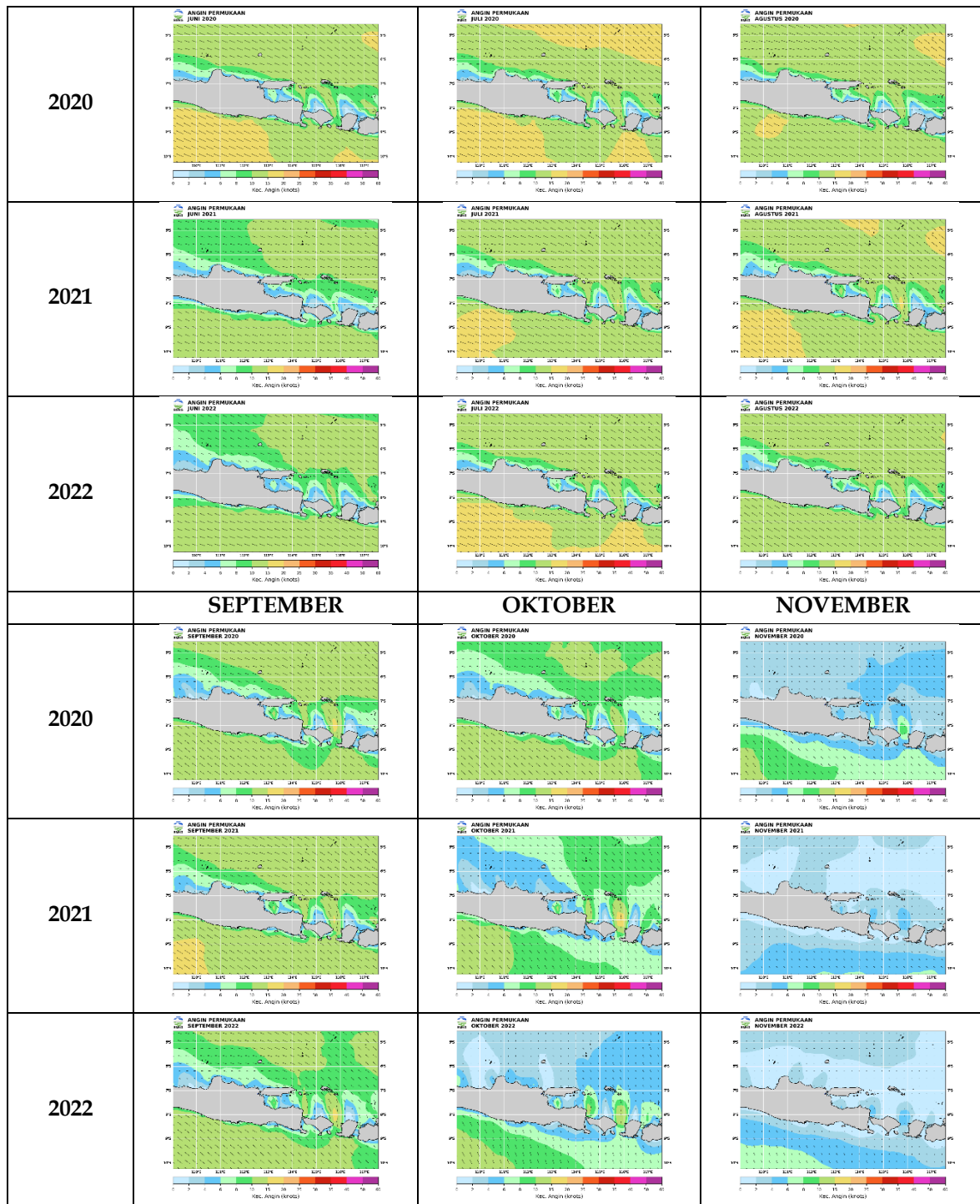
*Analisis Karakteristik Gelombang, Angin Permukaan dan Curah Hujan di Tiga Wilayah Pembagian Zona Hujan Tahun 2021-2022*



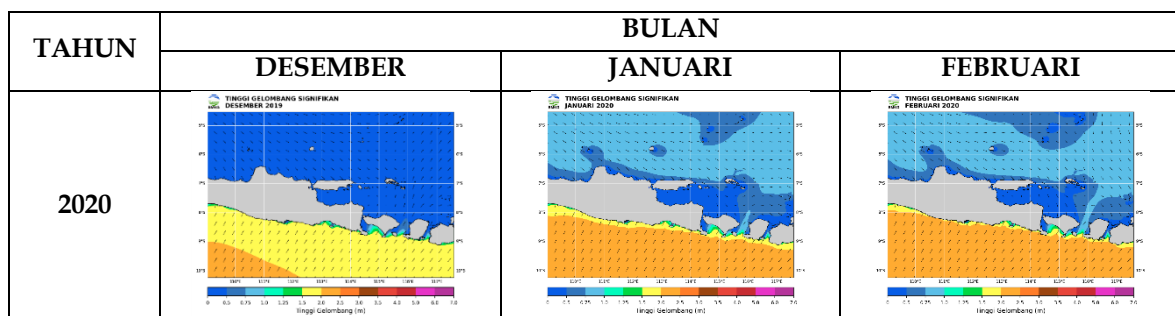


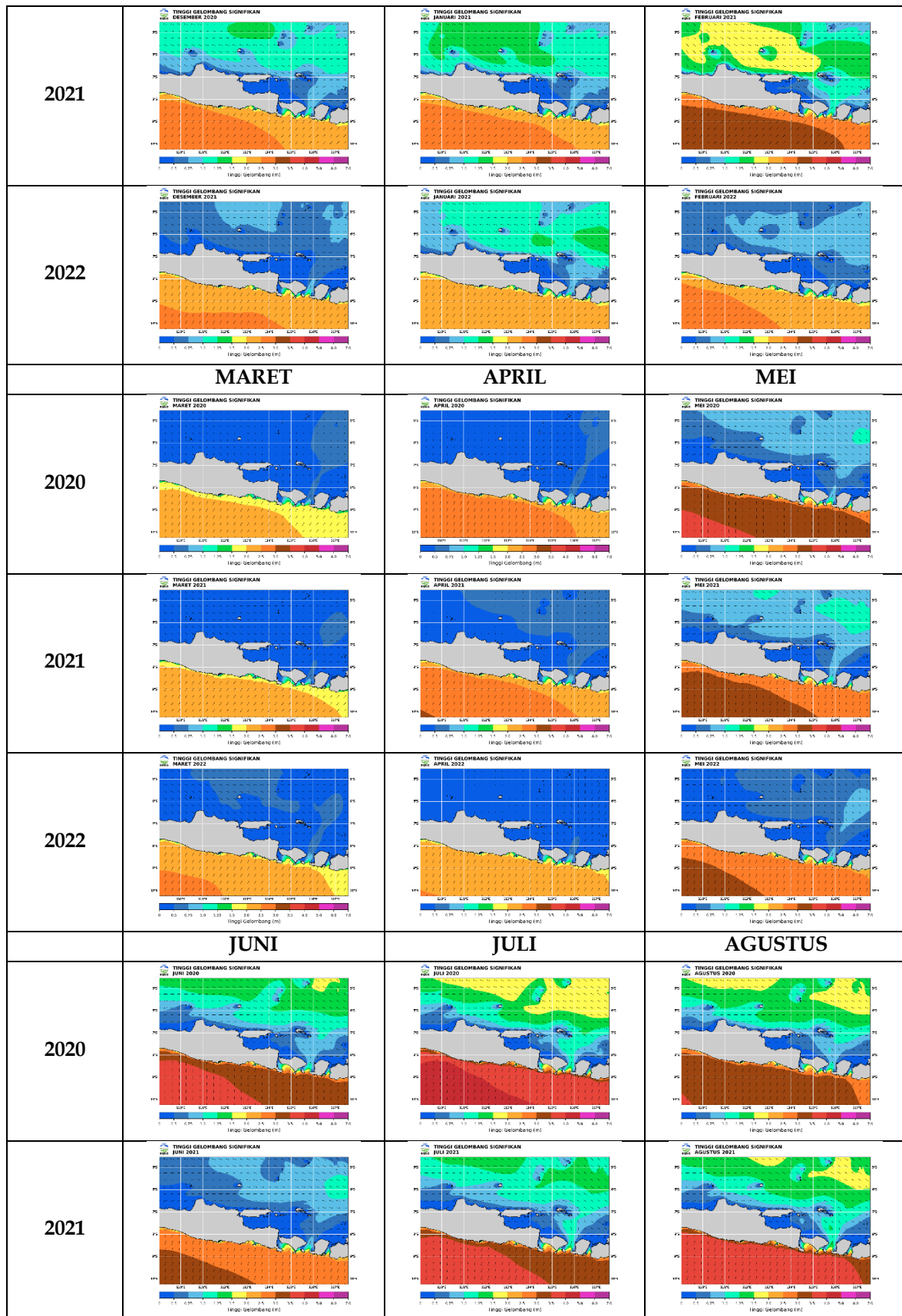
Tabel 3.4. Peta Bulanan Tinggi Gelombang Signifikan Wilayah 2

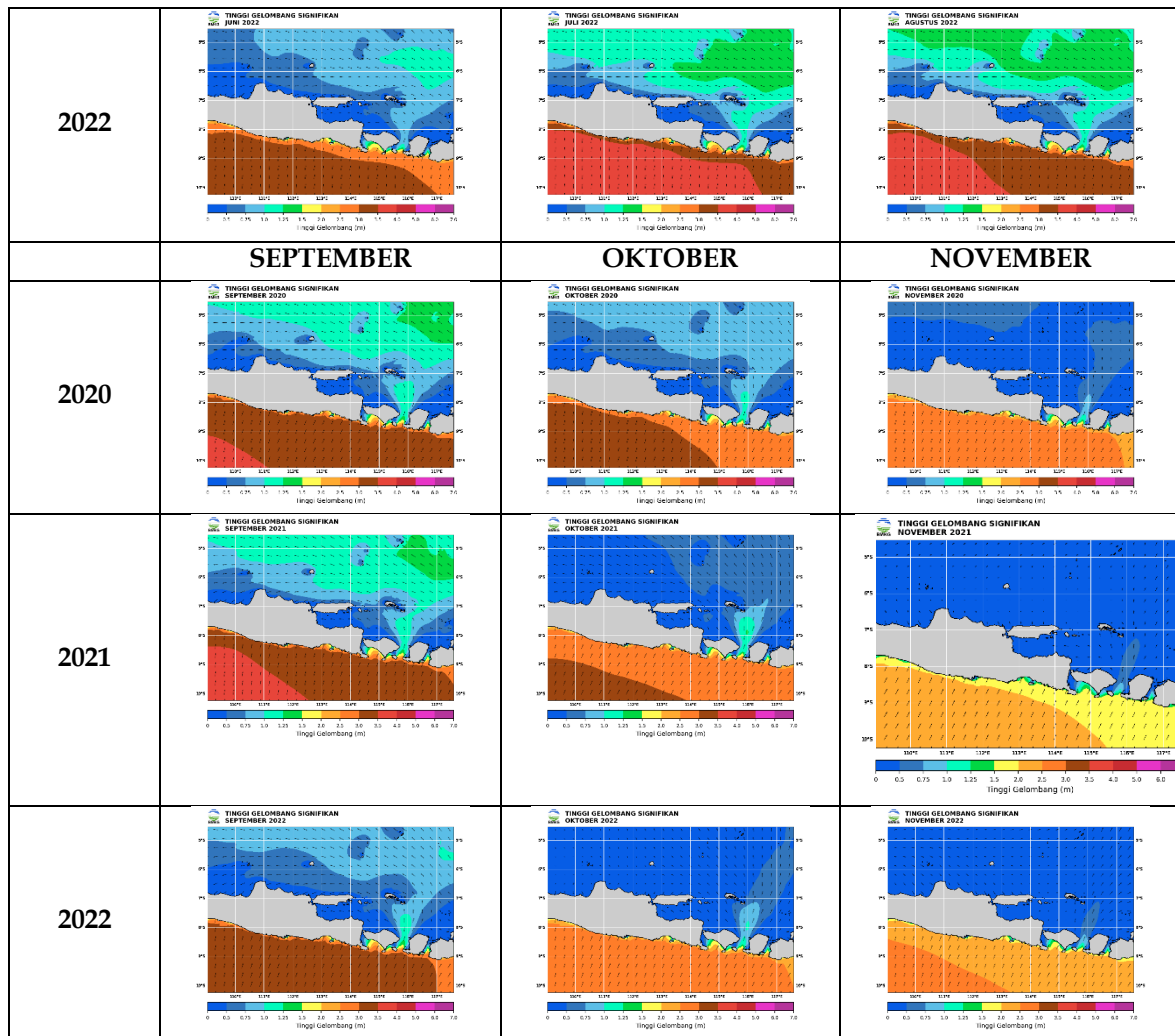




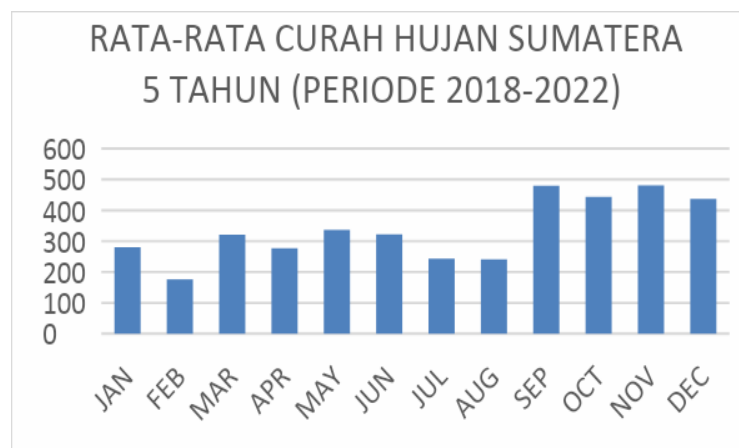
Tabel 3.5. Peta Bulanan Angin Permukaan Wilayah 3



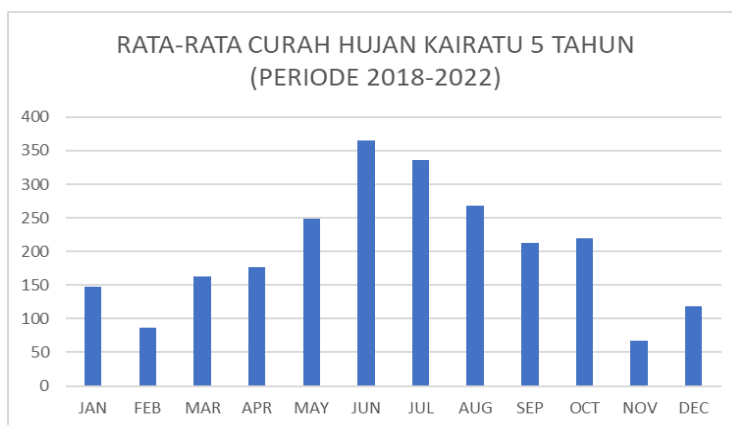




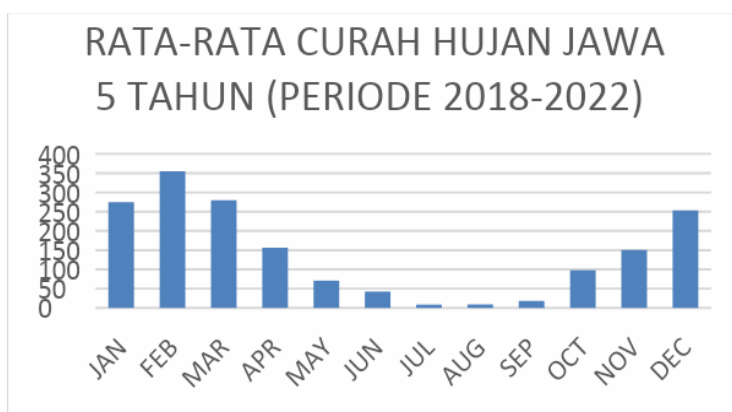
Tabel 3.6. Peta Bulanan Tinggi Gelombang Signifikan Wilayah 3



Gambar 3.1. Data Curah Hujan Wilayah 1 Tahun 2020 – 2022



**Gambar 3.2.** Data Curah Hujan Wilayah 2 Tahun 2020 – 2022



**Gambar 3.3.** Data Curah Hujan Wilayah 3 Tahun 2020 – 2022

## B. Pembahasan

### 1. Wilayah 1

#### 1.1. Kondisi Angin Permukaan dan Gelombang Periode Triwulan

Pada bulan DJF dimulai dari tahun 2020, wilayah tersebut didominasi oleh arah angin dari utara dengan kecepatan berkisar antara 4 hingga 15 knots dengan gelombang tertinggi dominan terjadi di wilayah Samudera Hindia. Hal serupa terjadi pada Desember 2021 hingga Februari 2022, di mana arah angin tetap dari utara meskipun kecepatannya sedikit menurun menjadi sekitar 4 – 10 knots. Berdasarkan data DJF 2020 – 2022 kecepatan angin yang paling besar berada pada bulan Januari 2021 dan Desember 2022 dengan kecepatan mencapai 15 knots. Arah gelombang wilayah perairan Sumatera meliputi Samudera Hindia dan Selat Mentawai relatif berbeda dengan arah angin yaitu dari arah barat daya menuju ke timur laut. Wilayah Samudera Hindia memiliki tinggi gelombang signifikan tertinggi yaitu 3.0 m pada Desember 2022 sedangkan tinggi gelombang signifikan terendah yaitu 0.5 m terjadi di wilayah perairan Selat Mentawai dengan rata-rata tinggi gelombang periode triwulan DJF wilayah 1 adalah 0.5 – 0.25 m.

Pada Maret dan April 2020, arah angin bergerak dari utara dan barat laut sedangkan pada bulan Mei arah angin berubah dari barat. Kecepatan angin pada bulan Maret hingga Mei mencapai puncaknya dengan rentang sekitar 4 – 8 knots. Pada Maret hingga April 2021, kecepatan angin hampir serupa dengan tahun sebelumnya dan terjadi perubahan arah angin bolak-balik antara utara dan tenggara pada bulan April. Pada Mei, arah angin berbalik dari tenggara. Pola angin 2022 relatif sama dengan pola angin tahun 2020 dengan kecepatan 4 – 10 knots. Arah gelombang cenderung dari barat daya ke timur laut. Gelombang tertinggi terjadi pada Mei 2020 mencapai 3.5 m. Gelombang kategori tenang terjadi di wilayah perairan Selat Mentawai pada periode MAM 2020 – 2022 yaitu 0.5 m. Berdasarkan data visual gelombang tinggi signifikan, rata-rata tinggi gelombang periode triwulan MAM yaitu 0.5 – 2.5 m.

Selama periode JJA 2020 – 2022, pola arah angin cenderung bertiup dari arah barat daya hingga tenggara. Kecepatan angin selama periode ini cukup bervariasi yaitu 4 – 10 knots dengan kecepatan tertinggi periode

JJA 2020 mencapai 15 knots. Tinggi gelombang signifikan kategori sangat tinggi 5.0 m terjadi pada sebagian besar wilayah Samudera Hindia pada Juli 2020 sedangkan tinggi gelombang signifikan terendah mencapai 0.5 m dominan di wilayah Selat Mentawai. Arah gelombang relatif sama yaitu dari barat daya ke timur laut. Rata-rata tinggi gelombang signifikan periode JJA yaitu 0.5 – 4.0 m.

Pada periode SON 2020 – 2022, wilayah Sumatera mengalami perubahan musim akibat perubahan arah angin cenderung dari tenggara. Pada saat memasuki Oktober, arah angin berubah dari barat daya atau tenggara. Curah hujan mulai meningkat, meskipun belum stabil secara keseluruhan. Pada November arah angin umumnya dari utara dengan kecepatan 4 – 10 knots. Angin dengan kecepatan tertinggi terjadi pada November 2021 dan 2022 mencapai 6-15 knots. Hal tersebut mencerminkan periode transisi yang signifikan dari musim kemarau ke musim hujan di wilayah tersebut. Arah gelombang dari barat daya ke timur laut dengan tinggi gelombang signifikan tertinggi pada September 2021 mencapai 4.0 di perairan Samudera Hindia sedangkan gelombang terendah mencapai 0.5 m pada periode SON 2020 – 2022 di wilayah perairan Selat Mentawai. Rata-rata tinggi gelombang signifikan periode SON wilayah 1 yaitu 0.5 – 3.0 m.

#### 1.2. Kondisi Tahunan Angin Permukaan, Gelombang dan Curah Hujan

Berdasarkan data angin permukaan, gelombang dan curah hujan, masing-masing periode memiliki karakteristik yang berbeda. Pada periode DJF memiliki ketinggian gelombang cenderung lebih rendah daripada periode lain (Tabel 3.2). Hal tersebut disebabkan karena kecepatan angin yang berhembus dari barat daya hingga barat laut akibat monsun Asia yang masuk ke Indonesia (Mulyana, 2002). Monsun Asia tersebut mengakibatkan wilayah Samudera Hindia tidak rawan gelombang tinggi (Kurniawan *et al.*, 2012). Kemudian dilihat dari pola hujan selama 5 tahun terakhir (Gambar 3.1) pada periode DJF wilayah Sumatera mengalami musim hujan. Namun, curah hujan menurun ketika memasuki bulan Februari. Hal tersebut dipengaruhi oleh pergerakan zona konvergensi ke arah utara dan selatan mengikuti gerak semu matahari (Beer *et al.*, 2002; Sinambela *et al.*, 2008). Karakter curah hujan serupa ditemukan pada periode MAM dan JJA dengan pola curah hujan cenderung sama (Gambar 3.1). Puncak gelombang tinggi pada wilayah perairan Samudera Hindia terjadi pada periode JJA karena angin yang berhembus dari arah barat daya hingga tenggara akibat monsun Australia (Mulyana, 2002) menyebabkan perairan Samudera Hindia rawan gelombang tinggi (Kurniawan *et al.*, 2012). Puncak curah hujan tertinggi terjadi pada periode SON karena karakter ekuator pada wilayah Sumatera yang berhubungan dengan puncak gerak semu matahari (Sinambela *et al.*, 2008). Wilayah Sumatera sebagai wilayah curah hujan tipe ekuator dicirikan dengan musim kemarau singkat dan musim hujan yang panjang (Hermawan, 2010; Mia *et al.*, 2019). Faktor faktor yang mempengaruhi curah hujan yaitu perubahan arah dan kecepatan angin, gerak semu matahari, pengaruh suhu Samudera Hindia, serta topografi geografis.

## 2. Wilayah 2

### 2.1. Kondisi Angin Permukaan, Gelombang dan Curah Hujan Periode Triwulan

Selama periode DJF 2020 – 2021 di wilayah Maluku, angin umumnya bertiup dari barat daya hingga barat laut menyebabkan gelombang tinggi dominan terjadi di perairan dekat Samudra Pasifik dan Laut Banda. Pada bulan Februari 2021, terjadi perubahan arah angin dari utara dengan kecepatan angin 4 – 15 knots. Berdasarkan data (Tabel 3.3) kecepatan angin tertinggi berada pada bulan Januari dan Februari 2021 dengan kecepatan angin mencapai 15 knots. Gelombang signifikan 2.5 m terjadi pada perairan dekat Samudra Pasifik yang berbatasan langsung dengan perairan Laut Halmahera dan Papua. Gelombang yang datang dari Samudera Pasifik di timur laut akan semakin menurun ketika memasuki perairan Maluku. Hal tersebut disebabkan karena kemiringan dasar Laut Halmahera yang semakin miring akibat pertemuan dasar pulau dengan lempeng benua (Bird, 2008). Gelombang signifikan kategori sedang 2.0 m dominan terjadi pada Februari 2021 gelombang signifikan kategori rendah 0.5 m terjadi di wilayah perairan sekitar kepulauan Maluku termasuk Ambon. Gelombang datang dari arah utara dan berbelok ke arah tenggara. Rata-rata tinggi gelombang signifikan periode triwulan DJF wilayah 2 yaitu 0.5 – 1.0 m.

Selama periode MAM tahun 2020 – 2022, terjadi perubahan arah angin yang menarik. Bulan Maret menunjukkan arah angin dari utara sedangkan pada bulan April angin bertiup dari 2 arah yaitu dari utara dan tenggara. Pada bulan Mei terjadi perubahan arah angin dari tenggara dengan kecepatan angin selama ketiga bulan tersebut yaitu 2 – 8 knots. Puncak kecepatan angin tertinggi terjadi pada bulan Mei sepanjang

2020 – 2022 mencapai 15 knots. Tinggi gelombang signifikan tertinggi terjadi pada Mei 2021 di sebagian kecil wilayah Laut Banda mencapai 2.5 m sedangkan tinggi gelombang signifikan terendah terjadi Maret dan April sepanjang 2020 – 2022 pada sebagian besar wilayah perairan Maluku Selatan mencapai 0.5 m. Arah gelombang didominasi dari arah tenggara dan berbelok ke barat meskipun gelombang dari Samudera Pasifik turut berkontribusi dalam perairan Maluku. Sementara itu, rata-rata tinggi gelombang signifikan periode MAM adalah 0.5 – 0.75 m.

Pada periode JJA 2020 – 2022 arah angin umumnya berhembus dari arah tenggara dengan kecepatan angin yaitu 8 – 15 knots. Puncak kecepatan angin tertinggi terjadi pada bulan Juni dan Juli 2020, Agustus 2021, dan Juli 2022 mencapai 20 knots. Tinggi gelombang signifikan tertinggi dominan di wilayah perairan Maluku Selatan tepatnya Laut Banda pada Juli 2022 mencapai 2.5 m sedangkan tinggi gelombang terendah 0.5 m dominan di perairan Laut Seram. Hal tersebut sesuai dengan (Azhari *et al.*, 2022) yang menyatakan bahwa ketinggian gelombang wilayah Laut Banda pada Juni – Agustus berkisar 2.5 – 6 m. Ketinggian gelombang di perairan Maluku bagian utara lebih rendah dibandingkan perairan Maluku bagian selatan pada periode ini dengan arah gelombang dari tenggara dan berbelok ke barat. Sementara itu, rata-rata tinggi gelombang pada periode triwulan ini yaitu 0.5 – 2.5 m.

Pada periode SON 2020 – 2022, pola arah angin relatif konsisten. Pada bulan September, arah angin berubah dari tenggara. Bulan Oktober arah angin dari utara dengan kekuatan yang rendah. Puncak musim hujan sering terjadi pada bulan November, ketika arah angin bertiup dari utara membawa kelembaban yang lebih tinggi dari Samudra Pasifik dengan kecepatan angin rata-rata mencapai 2 – 15 knots. Puncak kecepatan angin tertinggi berada di bulan September 2021 dengan kecepatan angin mencapai 20 knots. Sepanjang periode SON 2020 – 2021 tinggi gelombang signifikan tertinggi di perairan Laut Banda dengan ketinggian mencapai 2.0 m sedangkan tinggi gelombang signifikan terendah dominan terjadi di wilayah perairan Maluku Selatan pada Oktober dan November. Arah gelombang dari tenggara dan utara berbelok ke arah barat. Rata-rata tinggi gelombang signifikan periode SON yaitu 0.5 – 1.0 m.

## 2.2. Kondisi Tahunan Angin Permukaan, Gelombang dan Curah Hujan

Berdasarkan data angin permukaan, gelombang dan curah hujan wilayah 2, pada setiap periode memiliki karakteristik yang berbeda. Pada periode DJF memiliki ketinggian gelombang maksimum di wilayah utara Maluku dekat dengan Samudera Pasifik yang lebih tinggi daripada wilayah lain (Tabel 3.4). Tingginya gelombang tersebut diakibatkan karena kecepatan angin yang berhembus dari barat daya hingga barat laut (Elake *et al.*, 2018) relatif tinggi akibat monsun Asia yang masuk ke Indonesia. Pola curah hujan (Gambar 3.2) selama 5 tahun terakhir menunjukkan bahwa pada periode DJF wilayah Maluku mengalami musim kemarau. Hal ini karena karakter lokal wilayah Maluku yang kuat (Tukidi, 2010). Karakter yang serupa ditemukan pada periode MAM dan SON. Pada periode tersebut, angin dan gelombang cenderung lebih tenang daripada dua periode lainnya. Kondisi angin dan gelombang yang tenang disebabkan oleh masa peralihan dari monsun Asia ke Australia atau sebaliknya. Periode JJA merupakan merupakan periode yang memiliki angin dengan kecepatan kuat dari tenggara yang menyebabkan perairan Laut Banda dan pesisir kepulauan Maluku memiliki gelombang yang lebih tinggi daripada perairan utara Maluku. Ketinggian gelombang tersebut memengaruhi segala aktivitas kelautan (Azhari *et al.*, 2022) termasuk kepentingan niaga dan militer (Armansyah *et al.*, 2018). Pada periode ini, pola hujan (Gambar 3.2) wilayah Maluku mengalami puncak musim hujan yang ditunjukkan dengan nilai curah hujan tertinggi dibandingkan dengan periode lain. Keterkaitan karakter lokal termasuk keberadaan pegunungan, lautan serta faktor pembentukan curah hujan yaitu udara naik menuju dataran tinggi atau pegunungan karena pemanasan lokal yang intensif mempengaruhi karakteristik curah hujan wilayah Maluku (Tukidi, 2010).

## 3. Wilayah 3

### 3.1. Kondisi Angin Permukaan, Gelombang dan Curah Hujan Periode Triwulan

Selama periode DJF 2020 – 2022, arah angin cenderung dari arah barat daya. Pada Februari memungkinkan terjadi puncak musim hujan karena arah angin dominan dari barat daya atau barat laut. Pola ini terulang pada Desember 2021 hingga Februari 2022, dengan kecepatan angin berkisar 6 hingga 15 knots. Tinggi gelombang signifikan tertinggi mencapai 3.5 m di Samudera Hindia pada Februari 2021 dan

gelombang terendah terjadi di laut Jawa mencapai 0.5 m. Arah gelombang wilayah perairan selatan Jawa dari barat daya ke timur laut dan arah gelombang perairan utara dari barat laut ke tenggara sepanjang periode dengan rata-rata 0.5 – 2.5 m.

Pada periode MAM 2020 – 2022 terdapat perubahan arah angin yang menarik. Pada bulan Maret, arah angin umumnya bergerak dari barat laut hingga barat daya. Namun, terjadi pergeseran pada bulan April dimana arah angin berbalik dari timur laut dan tenggara, dan kecenderungan tersebut semakin kuat pada bulan Mei dengan rata-rata kecepatan angin mencapai 15 knots. Pada bulan Maret dan April rata-rata kecepatan 2 – 8 knots. Wilayah perairan selatan Jawa memiliki tinggi gelombang signifikan tertinggi mencapai 4.0 m pada Mei 2020 sedangkan gelombang rendah 0.5 m dominan terjadi di Laut Jawa sepanjang periode MAM. Arah gelombang bulan Maret dan April relatif sama dengan periode triwulan sebelumnya, namun berbeda signifikan dengan bulan Mei di Laut Jawa dari arah tenggara dan berbelok ke barat. Rata-rata tinggi gelombang signifikan yaitu 0.5 – 2.0 m.

Selama periode JJA 2020 – 2022 di wilayah selatan Jawa memiliki arah angin yang relatif serupa. Pada periode ini, arah angin umumnya bertiup dari barat daya hingga tenggara. Rata-rata kecepatan angin selama bulan Juni hingga Agustus berkisar 6 hingga 20 knots. Tinggi gelombang signifikan tertinggi di wilayah Samudera Hindia pada Juli 2020 mencapai 5.0 m dengan tinggi gelombang signifikan terendah di pesisir utara Jawa mencapai 0.5 m. Gelombang perairan Laut Jawa berasal dari tenggara dan berbelok menuju barat sedangkan gelombang Samudera Hindia dari arah barat daya menuju timur laut. Rata-rata tinggi gelombang signifikan periode JJA yaitu 0.5 – 4.0 m.

Pada periode SON di wilayah selatan Jawa memiliki arah angin yang relatif konsisten. Pada periode tersebut, arah angin dominan bertiup dari arah barat daya hingga tenggara dengan kecepatan angin pada bulan September dan Oktober yaitu 6 – 8 knots. Namun, terjadi perubahan pada bulan November yaitu kecepatan angin menurun menjadi 2-6 knots. Pada wilayah perairan, tinggi gelombang signifikan tertinggi terjadi di sebagian kecil wilayah perairan selatan Jawa mencapai 4.0 pada September 2020 dan 2021 sedangkan perairan utara Jawa didominasi oleh gelombang rendah 0.5. Arah gelombang dari tenggara dan berbelok ke barat sedangkan wilayah perairan selatan Jawa dari arah barat daya ke timur laut dan cenderung semakin ke timur laut pada akhir periode. Rata-rata tinggi gelombang signifikan wilayah perairan utara dan selatan Jawa yaitu 0.5 – 3.0 m.

### 3.2. Kondisi Tahunan Angin Permukaan, Gelombang dan Curah Hujan

Berdasarkan data angin permukaan, gelombang dan curah hujan, setiap periode di wilayah 3 memiliki karakteristik yang berbeda. Pada periode DJF memiliki ketinggian gelombang maksimum 3.5 m di Samudera Hindia lebih tinggi daripada wilayah perairan Laut Jawa. Hal tersebut disebabkan pengaruh monsun Asia yang menyebabkan angin dengan kecepatan tinggi berhembus dari barat daya hingga barat laut. Pola curah hujan selama 5 tahun terakhir (Gambar 2.4) menunjukkan bahwa pada periode DJF wilayah Jawa mengalami musim hujan dengan puncak pada bulan Februari sebab angin berhembus dengan kecepatan tertinggi pada bulan Februari. Hal tersebut dipengaruhi oleh monsun Asia karena wilayah Jawa memiliki karakter musonal (Noersomadi and Trismidianto, 2010). Pada periode MAM dan SON tinggi gelombang lebih rendah daripada dua periode lain karena angin yang berhembus dari barat daya juga memiliki kecepatan yang lebih rendah. Kondisi angin dan gelombang pada periode MAM dan SON merupakan karakteristik masa peralihan dari monsun Asia ke Australia atau sebaliknya (Marelsa and Oktaviandra, 2019). Wilayah Jawa mengalami curah hujan terendah pada periode JJA sedangkan ketinggian gelombang maksimum terjadi pada periode JJA dibandingkan periode lainnya. Hal tersebut disebabkan karena wilayah Jawa memiliki karakter musonal (Noersomadi and Trismidianto, 2010). Pada periode JJA, angin dengan kecepatan tinggi berhembus dari barat daya hingga tenggara akibat monsun Australia menyebabkan wilayah Samudera Hindia rawan gelombang tinggi (Kurniawan, *et al.*, 2012).

#### IV. PENUTUP

##### A. Simpulan

1. Sepanjang tahun 2020 – 2022 wilayah Samudera Hindia memiliki gelombang dan kecepatan angin yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah perairan Kepulauan Mentawai. Tinggi gelombang dan kecepatan angin tertinggi terjadi pada periode JJA dan terendah pada periode MAM dan SON. Pada bulan September sampai Desember wilayah Sumatera memiliki curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan bulan lain. Pada bulan Januari sampai Agustus memiliki curah hujan yang hampir sama.
2. Sepanjang tahun 2020 – 2022 wilayah perairan Maluku dekat Samudra Pasifik dan Laut Banda memiliki gelombang dan kecepatan angin yang lebih tinggi dibandingkan perairan sekitar Kepulauan Seram dan Ambon. Tinggi gelombang dan kecepatan angin tertinggi pada periode JJA dan terendah pada periode MAM dan SON. Pada periode JJA merupakan puncak tertinggi curah hujan wilayah Maluku. Periode DJF memiliki curah hujan lebih rendah daripada bulan lain.
3. Sepanjang tahun 2020 – 2022 wilayah perairan Samudera Hindia memiliki gelombang dan kecepatan angin yang lebih tinggi dibandingkan Laut Jawa. Tinggi gelombang dan kecepatan angin tertinggi terjadi pada periode JJA dan terendah pada periode MAM dan SON. Pada periode DJF wilayah Jawa mengalami puncak curah hujan dan curah hujan terendah pada periode JJA.

##### B. Saran

Informasi terkait karakteristik ketinggian gelombang, kecepatan angin dan curah hujan penting untuk diketahui. Hal tersebut berkaitan dengan keselamatan kegiatan yang berhubungan dengan perairan termasuk jalur perdagangan dan pelayaran. Oleh karena itu, perlu adanya keberlanjutan penelitian terkait gelombang, angin permukaan dan curah hujan pada wilayah perairan Indonesia lainnya. Selain itu, penentuan wilayah penelitian lebih spesifik di wilayah perairan Indonesia yang termasuk zona hujan lokal, mussonal atau ekuatorial.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agdialta, J. L. and Bui, D. T. 2020. GIS-Based mapping of seismic parameters for the Pyrenees. *International Journal of Geo-Information*, Vol. 9, Issue 7.
- Aldrian, E. and Susanto, R.D. 2003. Identification of Three Dominant Rainfall Regions Within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature. *International Journal of Climatology*, Vol. 23, pp. 1435-1452.
- Armansyah, D., Sukoco, N. B., and Pranowo, W. S. 2018. Sonic layer depth variation analysis utilizing BIDE (Banda ITF Dynamic Experiment) argo float in situ observation for undersea warfare tactical environment support. *Journal asro*, Vol. 9, No. 1, pp. 62-73.
- Alexander, Y. E., Merlin, T., Pieldrie, N. 2018. Korelasi Multivariabel Enso, Monsun Dan Dipole Mode Terhadap Variabilitas Curah Hujan Di Maluku. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*. Vol. 12, No. 1, pp. 7-16
- Azhari, F., Kurniawan, M. A., Pranowo, W. S., Widodo, K. S., and Purwanto, B. 2022. Karakteristik dan periode ulang tinggi gelombang laut di Laut Banda pada monsun timur. *Jurnal Chart Datum*, Vol 8, No. 2 pp. 75-84.
- Basit, A., Putri, M. R. and Tatipatta. W. M. 2012. Estimation of seasonal vertically integrated primary productivity in Ambon bay using the depth-resolved, time integrated production Model. *Mar. Res. Indonesia*. Vol. 37, No. 1, pp. 47-56.
- Batubara, M. P. N. 2017. The impact of meridional wind to the moisture transport and weather formation in west Indonesia in February 2014. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, Vol. 6.
- Bayong Tjasyono H. K., 2012. *Meteorologi Indonesia*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Vol. 1, pp. 1-210.
- Beer, J., Mende, W., and Stelmacher, R. 2000. The Role of Sun in Climate Forcing. *Quaternary Science Reviews*, Vol. 19, pp. 403-415.
- Bird, E. 2008. *Coastal geomorphology: an introduction*. John Wiley & Sons.
- Hermawan, E., and Komalaningsih, K. 2008. Karakteristik indian ocean dipole mode di Samudera Hindia hubungan-nya dengan perilaku curah hujan di kawasan Sumatera Barat berbasis analisis mother wavelet. *Jurnal Sains Dirgantara*, Vol. 5, pp. 109-129.

- Hermawan, E. 2010. Pengelompokan Pola Curah Hujan yang Terjadi di Beberapa Kawasan Pulau Sumatera Berbasis Hasil Analisis. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. Vol. 11, No. 2, pp. 75-85
- Hilario, F., Guzman, R.D., Ortega, D., Hayman, P. and Alexander, B. 2009. El nino southern oscillation in the Philippines: impacts, forecasts, and risk management. *Philippine Journal of Development*, Vol. 36, No.1.
- Kurniawan, R., Habibie, M. N., and Permana, D. S. 2012. Kajian daerah rawan gelombang tinggi di perairan Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. Vol 13, No. 3.
- Loupatty, G. 2013. Karakteristik energi gelombang dan arus perairan di Provinsi Maluku. *Barekeng*. Vol. 7, No. 1, pp. 19-22.
- Marelsa, N. F., and Oktaviandra, Y. 2019. Analisis karakteristik gelombang laut menggunakan software windwave-12 (studi kasus : Kepulauan Mentawai). *Oseana*, Vol. 44, No. 2, pp. 10-24.
- Mia, N. I. G., Letmi, D., Sugeng, N. 2019. Analisis Karakteristik Periode Ulang Curah Hujan Dengan Metode IWAI KADOYA Untuk Wilayah Sumatera Barat. *Pillar of Physics*. Vol. 12, pp. 47-52
- Mulyana, E. 2002. Analisis angin zonal di indonesia selama periode enso. *Jurnal Sains Dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 3, No.2, pp. 115-120.
- Noersomadi and Trismidianto. 2010. Identifikasi pola simetri monsun Asia Timur dan Australia. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer*. Bandung. LAPAN.
- Nontji, A. 2005. Laut nusantara. Book 4th ed. Jakarta.
- Prawoto, I., Azizah, N., and Taufik, M. 2011. Tinjauan kasus banjir di Kepulauan Riau akhir januari 2011. *Jurnal Megasains*, Vol. 2, No. 2, pp.116-122.
- Prasetyo, B., Irwandi, H. and Pusparini, N. 2018. Karakteristik curah hujan berdasarkan ragam topografi di Sumatera Utara. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 19, No.1, pp. 11-20.
- Purba, N. P. 2014. Variabilitas angin dan gelombang laut sebagai energi terbarukan di pantai selatan Jawa Barat. *Jurnal Akuatika*, Vol. 5, No. 1, pp. 8-15.
- Ramage, C.S. 1971. Monsoon Meteorology. *Academic Press*, New York.
- Ropelewski, C.F. and Halpert, M.S. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the el nino/southern oscillation. *Monthly Weather Review*, Vol. 115, pp. 1606-1626.
- Setyawan, W. B., Pamungkas, A. 2017. Perbandingan karakteristik oseanografi pesisir utara dan selatan Pulau Jawa: Pasang-surut, Arus, dan Gelombang. 2017. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan*. No. 3.
- Sinambela, W., Tiar, D., Iyus, E. R., and Jalu, T. N. 2008. Pengaruh aktivitas matahari pada variasi curah hujan di Indonesia. *Jurnal Sains Dirgantara*, Vol. 5, No. 2, pp. 149-168.
- Taryono., Sofian, I., Tisiana, A. R., Mustika, A. T. 2016. Analisis panjang dan tinggi gelombang untuk operasi KRI TNI- AL di Perairan Indonesia. *Jurnal Chart Datum*. Vol. 1, No. 2, pp. 72-87.
- Tukidi. 2010. Karakter curah hujan di Indonesia. *Jurnal Geografi FIS UNNES*, Vol. 7, No. 2, pp. 136-145.
- Wei, Z., Fang, G., Susanto, R. D., Adi, T. R., Fan, B., Setiawan, A., Li, S., Wang, Y., and Gao, X. 2016. Tidal elevation, current, and energy flux in the area between the South China Sea and Java Sea. *Ocean Science*. Vol. 12, pp. 517-531.
- Wyrtki, K. 1961. Physical oceanography of the Southeast Asian waters. *Scripps Institution of Oceanography*. Vol 2.