

Analisis Kondisi Cuaca dan Hidrodinamika di Taman Nasional Bunaken

(Analysis Of Weather Conditions and Hydrodynamics in Taman Nasional Bunaken)

Ben Arther Molle^{*1}, Joshian N. W. Schadu², Deiske A. Sumilat², Ari B. Rondonuwu²,
Alfret Luasunaung², Veibe Warouw²

¹ Program Studi Magister Ilmu Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Bahu, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

² Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi, Jl.
Kampus Bahu. Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

*Corresponding author: ben.molle@bmgk.go.id

Abstract

Taman Nasional Bunaken (TNB) is located in North Sulawesi Province, Republic of Indonesia. TNB offers an exploration experience of marine tourism such as snorkeling and diving. This study was conducted to determine the statistics and correlation of weather parameters on hydrodynamics in the waters of the small island of TNB. This information can be used by marine tourism users. The weather data studied are wind direction and speed. The hydrodynamic conditions studied were wave height and ocean currents. Respondent surveys were also conducted on tourist users at the research sites. The wind direction for the period January - April is dominant from the Northeast, May - September is dominant from the East to the South, October tends to be evenly distributed from the East to the West, and November - December is dominant from the West. Significant wind speeds that occur in January, February, and March range from 18 – 36 knots. The average wave height shows a significant value in January – March, tends to be lower in April – June, fluctuates in July – November, and increases again in December. The maximum current velocity at a sea depth of 16.5 m is stronger than the maximum speed at a depth of 0.5 m and 8.0 m in January – April, and May August. The correlation value of wind speed and sea wave height is significant at 0.96 and the correlation between wind speed and the current speed is 0.74. These results indicate that there is a strong -very strong relationship between parameters. The survey results show that wind speed, wave height, and ocean currents have the same pattern. January, February, November, and December are the months of extreme or bad weather and hydrodynamic conditions.

Keywords: Taman Nasional Bunaken, Weather, Hydrodynamics, Correlation

Abstrak

Taman Nasional Bunaken (TNB) terletak di Provinsi Sulawesi Utara, Negara Republik Indonesia. TNB menawarkan pengalaman eksplorasi suasana wisata bahari seperti snorkling dan diving. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui statistik dan korelasi parameter cuaca terhadap hidrodinamika di perairan pulau kecil TNB. Informasi tersebut dapat digunakan oleh pengguna wisata bahari. Data cuaca yang diteliti adalah arah dan kecepatan angin. Kondisi hidrodinamika yang diteliti ialah tinggi gelombang dan arus laut. Survei responden juga dilakukan kepada pengguna wisata di lokasi penelitian. Arah angin periode Bulan Januari - April dominan dari arah Timur Laut, Bulan Mei – September dominan dari arah Timur hingga Selatan, Bulan Oktober cenderung merata dari arah Timur hingga Barat dan Bulan November – Desember dominan dari arah Barat. Kecepatan angin signifikan terjadi pada bulan Januari, Februari, dan Maret berkisar antara 18 – 36 Knot. Rata-rata tinggi gelombang menunjukkan nilai signifikan pada bulan Januari – Maret, cenderung merendah pada bulan April – Juni, berfluktuasi pada bulan Juli – November dan meningkat kembali di bulan Desember. Kecepatan maksimum arus laut di kedalaman 16.5 m lebih kuat jika dibandingkan kecepatan maksimum di kedalaman 0.5 m dan 8.0 m pada bulan Januari – April serta bulan Mei – Agustus. Nilai korelasi kecepatan angin dan tinggi gelombang laut signifikan sebesar 0.96 serta korelasi kecepatan angin dan kecepatan arus sebesar 0.74. Hasil tersebut menunjukkan antar parameter memiliki hubungan yang kuat - sangat kuat. Hasil survei menunjukkan kecepatan angin, tinggi gelombang dan arus laut mempunyai pola yang sama. Bulan Januari, Februari, November, dan Desember merupakan bulan-bulan terjadinya kondisi cuaca serta hidrodinamika ekstrem atau buruk.

Kata kunci: Taman Nasional Bunaken, Cuaca, Hidrodinamika, Korelasi

PENDAHULUAN

Taman Nasional Bunaken menyediakan tiga fungsi utama, yaitu sebagai tempat konservasi hewan maupun tumbuhan unik dan langka, serta habitatnya baik yang ada di laut maupun di darat, tempat mencari nafkah yang berkelanjutan bagi sekitar 20.000 jiwa penduduknya yang bergantung pada sumberdaya alam dalam kawasan, dan sebagai tempat bagi pengembangan terbatas kegiatan wisata alam terutama wisata selam (Mehta, 1999). Taman Nasional Bunaken menawarkan wisatawan untuk mengeksplorasi suasana dan pemandangan sekitar Pulau, underwater sightseeing atau diving, snorkeling, swimming, kuliner khas laut dan lain-lain yang dapat menambah pengalaman dan kepuasan tersendiri bagi wisatawan.

Dinamika cuaca dapat mempengaruhi proses fenomena hidrodinamika yaitu gelombang laut dan arus laut di suatu perairan. Tinggi dan arah gelombang laut serta arus laut dapat dipengaruhi oleh kecepatan dan arah angin. (Pond dan Pickard, 1983) dalam (Efendi et al.2013) menyebutkan bahwa angin adalah faktor yang membangkitkan arus, arus yang ditimbulkan oleh angin mempunyai kecepatan yang berbeda menurut kedalaman. Kondisi hidrodinamika disuatu perairan tentunya mempunyai karakteristik yang berbeda antara satu dengan yang lain. Karakteristik hidrodinamika disuatu perairan dipengaruhi oleh fenomena-fenomena fisis yang terjadi di laut, seperti arus, gelombang laut, pasang surut, dan sebagainya.

Kondisi hidrodinamika dapat berupa kondisi baik yang dapat mendukung kegiatan kelautan diantaranya yaitu wisata bahari dan kondisi buruk yang dapat mengakibatkan terkendalanya kegiatan wisata hingga dapat memicu terjadinya bencana alam di laut. Berdasarkan alasan diatas kiranya wajar jika topik ini sangat layak diteliti baik dari segi analisis tiap parameter cuaca dan hidrodinamika serta korelasinya akan berguna untuk kegiatan wisata bahari di pulau kecil Taman Nasional Bunaken.

Kajian tentang arah dan kecepatan arus perairan sekitar pulau bunaken pada periode umur bulan perbani di musim pancaroba II telah dilakukan oleh Modalo et al. (2018). Hasil penelitian menunjukkan resultan kecepatan arus saat air bergerak pasang terukur berada pada kisaran 0,05 sampai 2,50 knot, sedangkan saat air bergerak surut berada pada kisaran 0,02 sampai 1,53 knot. Saat air bergerak pasang hampir 50% frekuensi kejadian resultan arusnya berkecepatan < 0,50 knot, saat air bergerak surut sekitar 50% frekuensi kejadiannya berada pada resultan kecepatan antara 0,50 sampai 1,00 knot. Frekuensi kejadian resultan arah arus saat air bergerak pasang terbanyak mengarah ke Timur, yaitu sebesar 27,27%. Saat air bergerak surut, resultan arah pergerakan arus terbanyak mengarah ke Tenggara, yaitu sebanyak 22,73%. Secara spasial, fluktuasi kecepatan dan arah arus perairan sekitar Pulau Bunaken yang terukur pada skala temporal yang singkat (30 detik) memperlihatkan kondisi relatif konstan. Hanya pada beberapa tempat tertentu memperlihatkan kejadian perubahan baik kecepatan dan arah arusnya. Dari uraian tersebut, maka permasalahan yang muncul adalah bagaimana analisis statistik dan korelasi parameter cuaca terhadap hidrodinamika di perairan pulau kecil Taman Nasional Bunaken.

METODE

1. Waktu Dan Tempat Penelitian.

Penelitian ini dilakukan pada rentang Tahun 2015 hingga 2020 di perairan pulau-pulau kecil Taman Nasional Bunaken yang dibatasi wilayahnya pada posisi koordinat 124° 37' 54.00" BT - 124°50'51.0" BT dan 1°34'52.50" LU - 1°49'52.50" LU (Gambar 1). Hal ini karena perairan pulau-pulau kecil Taman Nasional Bunaken merupakan lokasi wisata bahari diantaranya adalah snorkling dan diving.

2. Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data.

Data arah dan kecepatan angin permukaan menggunakan model hasil reanalysis diunduh dengan format data NetCDF resolusi 0.25° x 0.25° untuk

periode data harian jam 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, dan 21 UTC dari Tahun 2015 - 2020 yang diunduh dari website (<https://cds.climate.copernicus.eu/>). Data tinggi gelombang signifikan dan kecepatan arus laut model hasil reanalysis diunduh dengan format data NetCDF resolusi 0.125° x 0.125° untuk periode data harian jam 00, 06, 12, dan 18 UTC dari Tahun 2015 - 2019 yang diunduh dari website (<https://apps.ecmwf.int/>). Data lapangan didapat dari wawancara langsung kepada pengguna wisata bahari di lokasi penelitian. Jumlah pengguna dan penyedia fasilitas wisata bahari yaitu 26 responden terdiri dari jumlah pemilik kapal, operator diving dan snorkling, pengguna wisata dan lainnya.

Data komponen angin permukaan yang telah diunduh kemudian di convert ke bentuk teks menggunakan aplikasi Python sehingga mendapatkan data arah dan kecepatan angin sebaran temporal dan spasial. Data arah dan kecepatan angin tersebut kemudian diplot menjadi Windrose. Setelah melakukan pengunduhan data di website, Langkah selanjutnya yaitu mengekstraksi data rata-rata arah dan gelombang signifikan serta data arus laut (ketinggian 0.5 meter, ketinggian 8.0 meter dan 16.5 meter) dari format .nc ke dalam bentuk angka secara temporal. Pada tahap ini dibutuhkan bantuan software GrADS (The Grid Analysis and Display System). Proses ini dilakukan dengan perintah bahasa pemrograman sederhana yang akan mengolah data dari format .nc kedalam bentuk angka. Titik koordinat yang

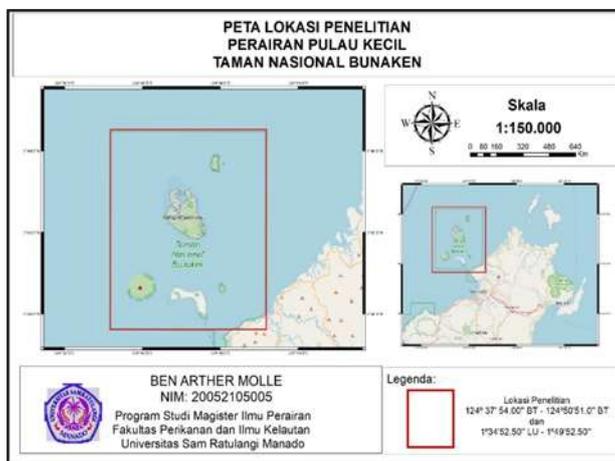
digunakan sebagai titik analisis data temporal yaitu pada garis Lintang 1.625° dan aris Bujur 124.75° atau berada pada sekitaran laut Pulau Bunaken. Data gelombang signifikan dan arus laut secara spasial ditampilkan menggunakan perangkat lunak Panoply untuk melihat sebaran nilai tiap parameter hidrodinamika di lokasi penelitian.

Setelah diketahui variabilitas nilai dari parameter cuaca yaitu kecepatan angin dengan kondisi hidrodinamika yaitu tinggi gelombang dan kecepatan arus laut maka selanjutnya dilakukan tahapan analisis hubungan antara parameter cuaca dengan kondisi hidrodinamika tersebut periode tahun 2015 – 2019 sesuai ketersediaan data pada parameter hidrodinamika. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengukur kekuatan hubungan antar variabel tersebut. Pendugaan hubungan antara parameter cuaca dan hidrodinamika dilakukan dengan perhitungan koefisien korelasi (r). Nilai korelasi dapat dihitung dengan rumus 1.

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2) (n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \dots\dots\dots 1$$

Keterangan:

- n = banyaknya pasangan data kecepatan angin, salinitas, suhu permukaan laut (spl) dan klorofil-a
- Σx = total jumlah dari variabel x
- Σy = total jumlah dari variabel y
- Σx² = kuadrat dari total jumlah variabel x
- Σy² = kuadrat dari total jumlah variabel y
- Σxy = hasil perkalian dari total jumlah variabel x dan y
- x = variabel x (kecepatan angin)
- y = variabel y (gelombang laut dan arus laut)



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian

Tabel 1. Tabel Interpretasi Nilai Korelasi (Sumber: Sugiyono, 2010)

Korelasi (r)	Interpretasi
0	Tidak Ada Hubungan
0,01 - 0,19	Sangat Lemah
0,20 - 0,39	Lemah
0,40 - 0,59	Sedang
0,60 - 0,79	Kuat
0,80 - 0,99	Sangat Kuat
1	Hubungan Sempurna

HASIL DAN PEMBAHASAN

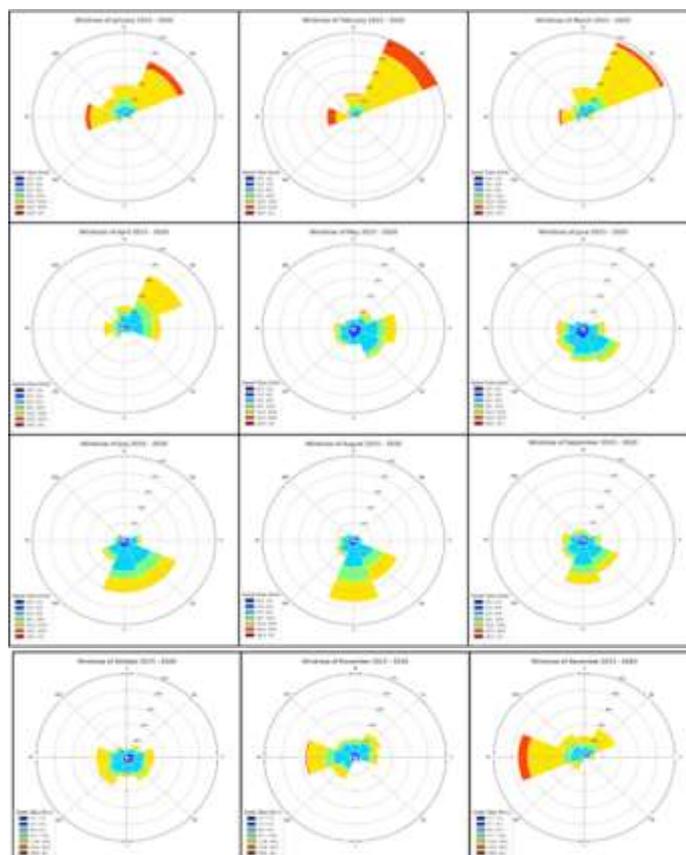
Hasil

1. Analisis Parameter Arah dan Kecepatan Angin Periode Tahun 2015 – 2020.

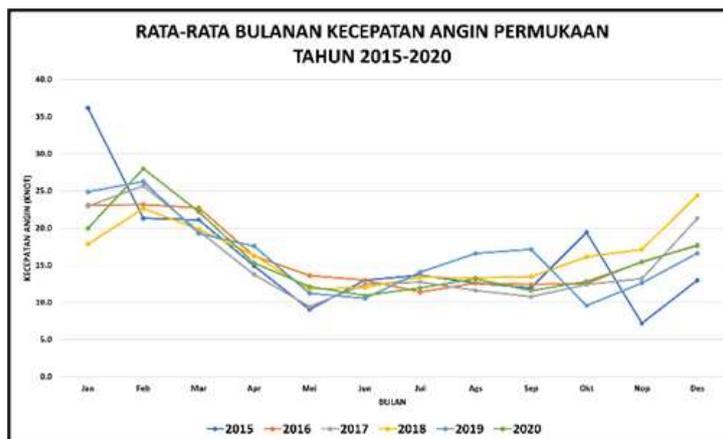
Berdasarkan diagram windrose (gambar 2) angin permukaan ketinggian 10 meter periode Bulan Januari - April dominan dari arah Timur Laut dengan persentase sebesar 35 – 55 %, Bulan Mei – September dominan dari Timur hingga Selatan, Bulan Oktober cenderung merata dari arah Timur hingga Barat dan Bulan November – Desember arah angin

permukaan dominan dari arah Barat dengan presentase sebesar 26 – 38 %.

Jika dilihat dari rata-rata bulanan kecepatan angin Tahun 2015 – 2020 (gambar 3), nilai kecepatan angin signifikan terjadi pada periode bulan Januari, Februari, Maret berkisar antara 18 – 36 Knot kemudian berfluktuatif pada periode bulan April – September berkisar antara 9 – 18 Knot dan berangsur menguat kembali pada bulan Oktober – Desember mencapai 25 Knot. Pola rata-rata bulanan kecepatan angin cenderung mirip dengan pola rata-rata curah hujan bulanan Tahun 2015 – 2020.



Gambar 2. Diagram Arah dan Kecepatan Angin Bulanan Tahun 2015 – 2020.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Bulanan Kecepatan Angin Tahun 2015 – 2020.

2. Analisis Parameter Arah dan Tinggi Gelombang Laut.

Rata-rata bulanan arah gelombang laut Tahun 2015 – 2019 (gambar 4) menunjukkan pola arah gelombang pada periode bulan Januari – April dan Oktober – Desember dominan bergerak dari arah Timur Laut. Perubahan arah gelombang terjadi dengan kecenderungan semakin bergerak dari arah Timur hingga ke Selatan pada periode Bulan Mei – September.

Ketinggian maksimum dan minimum rata-rata harian gelombang signifikan periode Tahun 2015 – 2019 (tabel 1) menunjukkan rata-rata tinggi maksimum pada bulan Januari, Februari, Maret, dan Desember termasuk klasifikasi gelombang sedang (1.25- 2.5 m) sedangkan bulan April – November termasuk klasifikasi gelombang ringan (0.5 – 1.25 m).

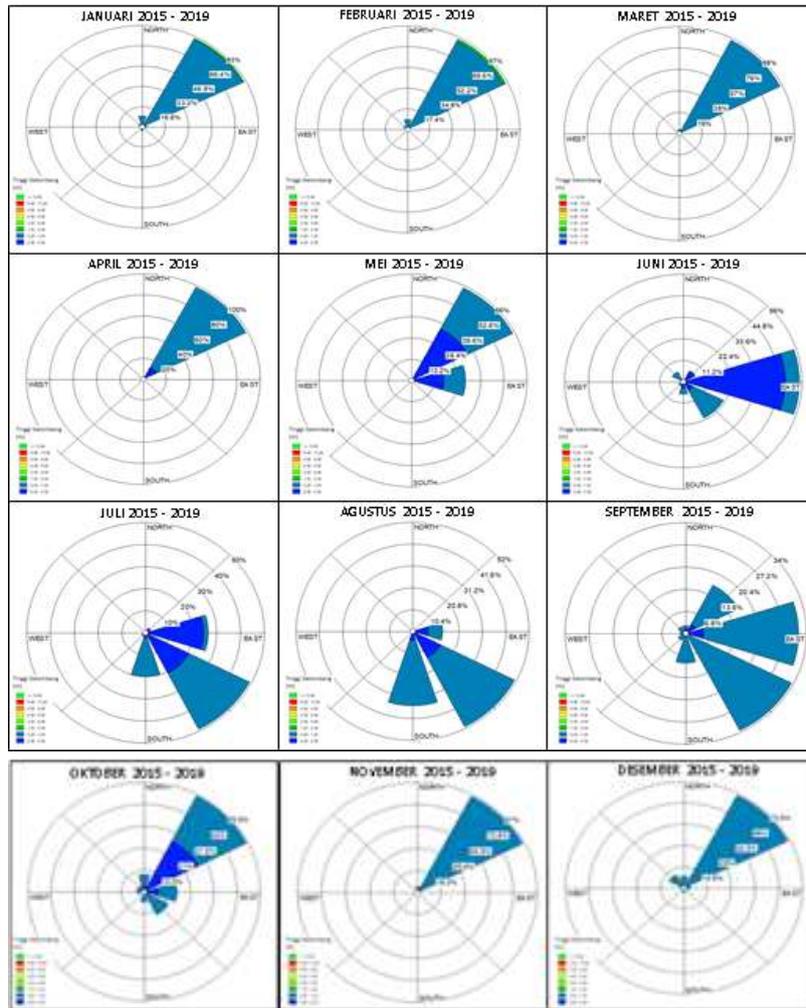
Berdasarkan distribusi spasial gelombang signifikan pada gambar 5, terlihat tinggi gelombang signifikan di daerah penelitian cenderung lebih tinggi di perairan sekitar Pulau Mantehage dan Pulau Nain. Diprakirakan hal ini dipengaruhi oleh distribusi tinggi gelombang yang terjadi di Laut Sulawesi Bagian Timur dan Perairan Bitung – Likupang.

3. Analisis Parameter Arus Laut

Rata-rata bulanan arah kecepatan arus Tahun 2015 – 2019 (gambar 6a), menunjukkan kecepatan arus dalam 3 lapisan kedalaman yaitu kedalaman 0.5 meter, 8.0 meter dan 16,5 meter. Teridentifikasi rata-rata kecepatan arus bulan Januari – April dan September –

Desember pada kedalaman 16.5 m lebih kuat dibanding dengan kedalaman 0.5 m dan 8.0 m. Rentang perbedaan rata-rata kecepatan yaitu sebesar 0.13 m/s atau 0.25 Knot.

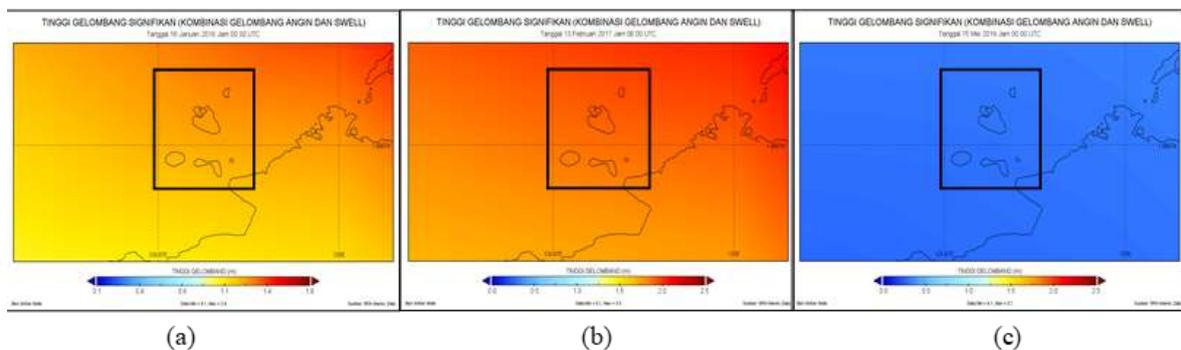
Pada gambar 6 (b), teridentifikasi kecepatan maksimum arus laut di kedalaman 16.5 m dominan lebih kuat jika dibandingkan kecepatan maksimum di kedalaman 0.5 m dan 8.0 m pada bulan Januari – April dan Mei – Agustus. Kecepatan arus maksimum kedalaman 16.5 m berkisar antara 0.9 – 1.24 m/s atau 1.75 Knot – 2.4 Knot dengan perbedaan kecepatan 0.14 – 0.23 m/s terhadap kedalaman di atasnya. Namun pada bulan Oktober dan November kecepatan arus maksimum di kedalaman 0.5 dan 8.0 m lebih kuat dari kedalaman 16.5 m dengan perbedaan berkisar antara 0.09 – 0.23 m/s. Nilai minimum kecepatan arus di lapisan 0.5 m dan 8.0 m pada bulan Oktober berkisar antara 0.01 – 0.02 m/s dan maksimum 0.91 – 0.93 m/s. Pada bulan November, nilai kecepatan minimumnya 0.01 m/s dan maksimumnya 1.49 m/s (Tabel 2). Nilai kecepatan arus pada bulan Oktober tersebut sesuai dengan pernyataan Modalo et al. (2018) yang menyatakan bahwa nilai resultan kecepatan arus yang terukur pada tanggal 13 – 15 Oktober 2017 beragam mulai dari 0.05 Knot sampai maksimum 2.50 knot saat air bergerak pasang. Saat air bergerak surut kecepatan berkisar minimum 0.02 hingga maksimum hanya mencapai 1.53 Knot.



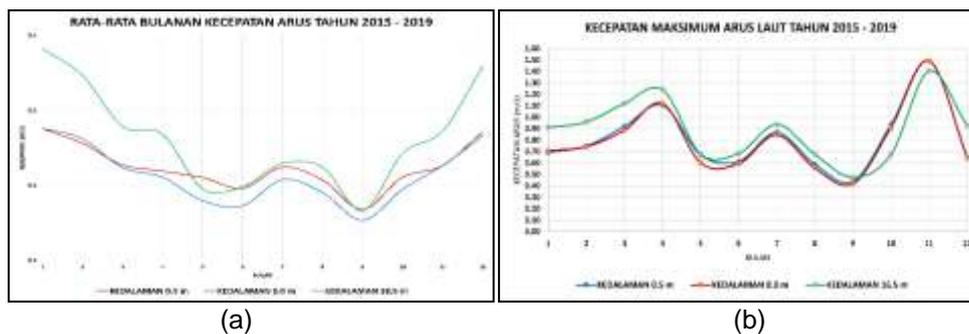
Gambar 4. Diagram Rata-Rata Bulanan Arah Gelombang Laut Tahun 2015 – 2019.

Tabel 1. Tinggi Maksimum dan Minimum Rata-rata Harian Gelombang Signifikan (2015-2019)

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
Tinggi Maksimum (m)	1.5	1.75	1.32	0.95	0.7	1.07	1.03	1.16	0.92	1.10	0.90	1.41
Tinggi Minimum (m)	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.22	0.26	0.3	0.25	0.30	0.43	0.5



Gambar 5. Sampel Distribusi Spasial Tinggi Gelombang Signifikan (a) 16 Januari 2016 jam 00 UTC, b) 13 Februari 2017 jam 06 UTC (c) 15 Mei 2019 jam 00 UTC.



Gambar 6. (a) Grafik Rata-Rata Bulanan Kecepatan Arus (b) Kecepatan Maksimum Arus Laut.

Tabel 2. Tinggi Maksimum dan Minimum Arus Tiap Kedalaman (2015-2019)

	Kedalaman Laut (m)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
Kecepatan Maksimum (m/s)	0.5	0.69	0.75	0.92	1.11	0.67	0.61	0.9	0.6	0.44	0.93	1.49	0.65
	8	0.71	0.74	0.89	1.12	0.60	0.59	0.85	0.56	0.42	0.91	1.49	0.65
	16.5	0.91	0.96	1.12	1.24	0.68	0.68	0.94	0.68	0.47	0.68	1.40	0.93
Kecepatan Minimum (m/s)	0.5	0.03	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
	8	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
	16.5	0.05	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.004	0.02

Berdasarkan sampel distribusi spasial arus laut (gambar 7), terlihat kecepatan arus di kedalaman 0.5 dan 8.0 m cenderung sama di wilayah penelitian dengan rentang kecepatan berkisar antara 0.45 – 0.97 m/s dan arah menuju Barat Laut – Barat. Terjadi peningkatan kecepatan arus di kedalaman 16.5 m hingga sebesar 0.55 m/s dari kedalaman di atasnya. Sebaran spasial arus laut menunjukkan bahwa arus laut di wilayah penelitian di perairan sekitar Pulau Mantehage dan Pulau Nain memiliki nilai kecepatan arus yang lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan arus di Pulau Bunaken, Pulau Siladen dan Pulau Manado Tua. Pengaruh kecepatan arus yang lebih tinggi tersebut didominasi oleh distribusi kecepatan arus yang terjadi di Laut Sulawesi Bagian Timur dan Perairan Bitung – Likupang.

4. Korelasi Kecepatan Angin dan Tinggi Gelombang Laut Signifikan.

Korelasi antara kecepatan angin permukaan dengan tinggi gelombang laut signifikan menunjukkan adanya nilai korelasi positif sangat kuat (gambar 8). Dihitung dengan menggunakan perangkat lunak pengolah angka (MS. Excel) diperoleh nilai korelasi (r) sebesar 0.96 yang artinya kedua parameter ini saling berhubungan. E. Diputra et al. (2018)

dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa Tinggi gelombang signifikan di Teluk Ratai selain dipengaruhi oleh angin, juga dipengaruhi oleh keadaan bintang alamnya. Aror et al. (2019) juga menyebutkan peningkatan yang signifikan tinggi gelombang sebanding dengan peningkatan kecepatan angin.

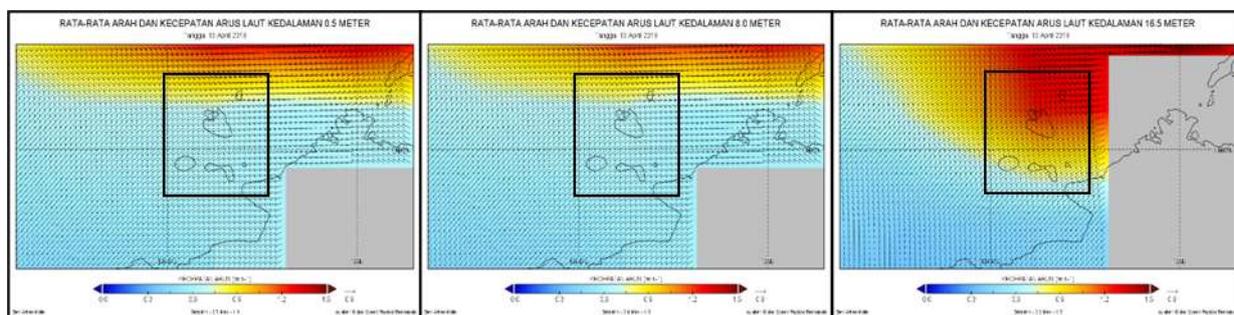
5. Korelasi Kecepatan Angin dan Kecepatan Arus.

Kecepatan arus yang dipakai untuk mencari nilai hubungan antara kecepatan angin dan kecepatan arus adalah kecepatan arus di kedalaman 0.5 m. Pola grafik pada gambar 21, menunjukkan adanya nilai korelasi positif kuat antara kecepatan angin permukaan dengan kecepatan arus. Nilai korelasi (r) sebesar 0.74 yang artinya kedua parameter ini saling berhubungan. Efendi et al. (2013) juga menyatakan bahwa ketika angin berhembus di laut, energi yang ditransfer dari angin ke batas permukaan, Sebagian energi ini digunakan dalam pembentukan gelombang gravitasi permukaan, yang memberikan pergerakan air dari yang kecil kearah perambatan gelombang sehingga terbentuklah arus dilaut. Semakin cepat kecepatan angin, semakin besar gaya gesekan yang bekerja pada permukaan laut, dan semakin besar arus permukaan.

6. Hasil Analisis Data Survei Lapangan.

Hasil survei responden tentang parameter angin, gelombang dan arus diperoleh bahwa kecepatan angin, tinggi gelombang dan arus (gambar 10) mempunyai pola yang sama yaitu pada bulan Januari, Februari, November, dan Desember merupakan bulan terjadinya kondisi cuaca dan hidrodinamika ekstrem atau buruk yang mempengaruhi aktivitas wisata bahari secara signifikan. Pada periode bulan tersebut pengguna wisata mengalami dampak negatif seperti tidak

dapat melakukan penyelaman, menunda waktu wisata, kurangnya wisatawan, hingga perizinan pelayaran kapal wisata tidak diberikan oleh otoritas kelautan. Periode bulan Maret – Oktober kondisi cuaca dan hidrodinamika dikategorikan baik sehingga tidak menimbulkan dampak yang negatif bagi pengguna wisata atau dapat dikatakan bahwa pada periode bulan Maret – Oktober merupakan periode yang baik untuk melakukan aktivitas wisata bahari di Pulau Kecil Taman Nasional Bunaken.



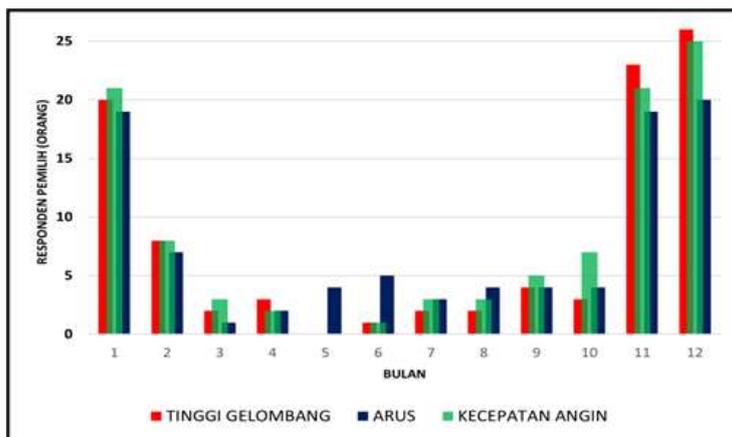
Gambar 7. Sampel Distribusi Spasial Arah dan Kecepatan Arus Laut Tanggal 13 April 2018 (a) Kedalaman 0.5 m (b) Kedalaman 8.0 m (c) Kedalaman 16.5 m



Gambar 8. Grafik Korelasi Kecepatan Angin dan Tinggi Gelombang.



Gambar 9. Grafik Korelasi Kecepatan Angin dan Kecepatan Arus.



Gambar 10. Grafik Persepsi Responden Terhadap Waktu Terjadi Parameter Cuaca, Gelombang Dan Arus Signifikan.

Berdasarkan hasil survei juga memuat informasi tentang waktu – waktu dan kondisi seperti apa yang sekiranya baik dan tidak baik untuk melakukan kegiatan wisata bahari. Berdasarkan informasi responden, kondisi yang sekiranya baik yaitu pada saat angin, gelombang dan arus kategori tenang, kondisi cuaca baik, di pagi hari dan pada periode bulan April – Oktober. Sedangkan kondisi tidak baik untuk kegiatan diving dan snorkeling lebih dominan pada saat terjadi angin Barat karena dapat mengakibatkan kecepatan angin yang kuat, gelombang tinggi dan kecepatan arus yang kuat.

Korelasi antara kecepatan angin permukaan dengan tinggi gelombang laut signifikan menunjukkan nilai korelasi positif sangat kuat dimana pada saat kecepatan angin permukaan menguat maka tinggi gelombang meningkat dan sebaliknya. Pola grafik korelasi kedua parameter menunjukkan nilai signifikan terjadi pada bulan Januari – Maret kemudian cenderung merendah pada bulan April – Juni, berfluktuasi pada periode bulan Juli – November dan meningkat pada bulan Desember. Korelasi antara kecepatan angin permukaan dengan kecepatan arus laut juga menunjukkan nilai korelasi positif kuat antar kedua parameter.

Hasil analisis dan korelasi parameter angin, tinggi gelombang dan arus diperkuat dengan hasil survei responden yang teridentifikasi pada bulan Januari, Februari, November, dan Desember signifikan

mempengaruhi kegiatan wisata bahari di wilayah penelitian. Rata – rata yang responden menyatakan kondisi arus di permukaan laut hingga kedalaman 18.0 meter (m) mempengaruhi aktivitas wisata bahari di wilayah penelitian diperkuat dengan data analisis temporal dan spasial kecepatan arus pada tiga lapisan kedalaman yang menunjukkan bahwa arus pada kedalaman 0.5 m – 8.0 m cenderung sama tetapi pada kedalaman 16.5 m kecepatan arus lebih kuat atau meningkat.

Hasil survey pengguna wisata juga menunjukkan bahwa pada bulan Januari, Februari, November, dan Desember merupakan bulan terjadinya kondisi cuaca dan hidrodinamika ekstrem atau buruk yang mempengaruhi aktivitas wisata bahari secara signifikan. Periode bulan Maret – Oktober kondisi cuaca dan hidrodinamika dikategorikan baik sehingga tidak menimbulkan dampak yang negatif bagi pengguna wisata.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan yaitu parameter cuaca dan hidrodinamika di Pulau – pulau kecil Taman Nasional Bunaken memiliki korelasi atau hubungan yang kuat hingga sangat kuat antar parameter. Hal ini menunjukkan parameter cuaca dan hidrodinamika saling berhubungan, dimana pada saat parameter cuaca menguat maka

kondisi hidrodinamika menguat dan sebaliknya. Kondisi cuaca dan hidrodinamika yang kuat dan berpengaruh negatif terhadap kegiatan wisata bahari di wilayah penelitian didominasi terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, November dan Desember. Hasil analisis hubungan cuaca dan hidrodinamika dapat dipakai sebagai acuan awal pengguna wisata dan pemerintah untuk perencanaan kegiatan wisata bahari di Pulau – pulau Kecil Taman Nasional Bunaken.

Saran

Pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan informasi parameter cuaca dan hidrodinamika lainnya untuk menunjang aktifitas wisata bahari di Pulau – pulau kecil Taman Nasional Bunaken.

DAFTAR PUSTAKA

- Aror, R. D., Patty, W., & Ramdhani, A. (2019). Utilization of Wave watch III Model Output Data for High Wave Analysis. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 24(3), 132. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.24.3.132-138>
- E. Diputra, A., Monang S, S., S Pranowo, W., & Adrianto, D. (2018). Studi Hidrodinamika dan Pola Sebaran Sedimen pada Perencanaan Pembangunan Dermaga Pangkalan TNI AL di Teluk Ratai - Lampung. *Jurnal Chart Datum*, 4(2), 75–86. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v4i2.129>
- Efendi, S. S., Karmen, D., & Perdana, Putu Yoga, S. . (2013). Efektivitas struktur penahan pasir dalam perubahan arus di perairan pantai nusa dua bali. *Kolokium Hasil Litbang Sumber Daya Air*, 1–10.
- Mehta, A. (1999). BALAI TAMAN NASIONAL BUNAKEN Natural Resources Management Program. Order A Journal On The Theory Of Ordered Sets And Its Applications.
- Modalo, R., Rampengan, R., Opa, E., Djamaluddin, R., Manengkey, H., & Bataragoa, N. (2018). Arah dan kecepatan arus perairan sekitar Pulau Bunaken pada periode umur bulan perbani di musim pancaroba II. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 6(1), 61. <https://doi.org/10.35800/jplt.6.1.2018.20201>.