ISSN 1411-1586

# Teodolita

JURNAL ILMU-ILMU TEKNIK VOL. 22 NO. 1 Juni 2021


- Analisis Probabilitas Kejadian Gelombang Pada Alur Pelayaran Pelabuhan Agats Papua Dengan Perhitungan Fetch Dan Data Angin — *Novi Andhi Setyo P, Citra Pradipta H, Pingit Broto Atmadji*
- Analisis Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Dan Superplasticizer (Consol Ss-8) Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi — *F Eddy Poerwodihardjo, Iwan Rustendi*
- Perencanaan Kawasan Wisata Budaya Dengan Pendekatan Arsitektur Neo Vernacular Di Banjarnegara — *Dinda Kartika Sari, Dwi Jati Lestariningsih, Yohana Nursruwening*
- Perencanaan Resort Dengan Arsitektur Tropis Di New Kawasan Pangandaran — *Faryd Achmad Maulana, Dwi Jati Lestariningsih, Yohana Nursruwening*
- Perancangan Ruang Kreatif Dengan Passion Mode Di Kota Purwokerto — *Lidya Puspita, Yohanes Wahyu Dwi Y, Dwi Jati Lestariningsih*
- Analisis Kesuksesan Penerapan Sistem Informasi Akademik Menggunakan Model Delone-Mclean Dan Technology Acceptance Model (Tam) — *Eko Sudaryanto, Dody Wahjudi*
- Analisis Intensitas Pencahayaan Ruangan Rawat Inap Di Rumah Sakit Islam Purwokerto — *Hanggita Permana, Dody Wahjudi, Priyono Yulianto*
- Analisis Efisiensi Sistem Meterisasi Lampu Penerangan Jalan Umum Underpass Purwokerto — *Rian Arif Setiawan Kholistianingsih, Isra' Nuur Darmawan*
- Re-Desain Taman Kober Di Purwokerto Menjadi Taman Desa Dengan Pendekatan Budaya — *Dinda Kartika Sari, Khoirur Roziqin, Wita Widyandini*
- Kajian Tentang Sebaran Sampah Kabupaten Banyumas — *Susatyo Adhi Pramono , Basuki*
- Feasibility Teknis Pembangunan Kandang Ayam Closed House Bpu — *Reni Sulistiawati AM, Yohanes Wahyu Dwi Y*



UNIVERSITAS WIJAYAKUSUMA PURWOKERTO

| Teodolita | Vol.22 | NO. 1 | Hlm. 1 - 102 | ISSN 1411-1586 | Purwokerto Juni 2021 |
|---|---|---|---|---|---|

Diterbitkan oleh Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto

# JURNAL TEODOLITA

**VOL. 22 NO. 1, Juni 2021** **ISSN 1411-1586**

## HALAMAN REDAKSI

Jurnal Teodolita adalah jurnal imiah fakultas teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto yang merupakan wadah informasi berupa hasil penelitian, studi literatur maupun karya ilmiah terkait. Jurnal Teodolita terbit 2 kali setahun pada bulan Juni dan Desember.

Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto
Pimpinan Redaksi : Dody Wahjudi, ST.,MT
Sekretaris : Citra Pradipta Hudoyo, ST., MT
Bendahara : Yohana Nursruwening, ST., MT
Tim Reviewer :

1. Dr. Ir. Irawadi, CES. (Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik (UNWIKU)
2. Dr. Novi Andhi Setyo Purwono, ST., MT (Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik (UNWIKU)
3. Ir. Dwi Jati Lestariningsih, MT (Prodi Arsitektur Fakultas Teknik UNWIKU)
4. Kholistianingsih, ST., MEng (Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik UNWIKU)
5. Dr. Remigildus Cornelis, ST., MT. (Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana Kupang)
6. Sulfah Anjarwati, ST., MT. (Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purwokerto)
7. Ain Sahara, ST., M.Eng. (Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan)
8. Eka Widiyananto, ST., MT. (Arsitektur STT Cirebon)
9. Dr. Ani Tjitra Handayani, ST., MT (Teknik Sipil STTNAS Yogyakarta)
10. Ir. Gigih Priyandoko, MT., Ph.D (Teknik Elektro Universitas Widya Gama Malang)
11. Dr. Ir. Hadi Wahyono, M.A. (Arsitektur UNDIP Semarang)

Alamat Redaksi : Sekretariat Jurnal Teodolita
Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto
Karangsalam-Beji Purwokerto
Telp 0281 633629
Email : jurnalteodolita@gmail.com

Tim Redaksi berhak untuk memutuskan menyangkut kelayakan tulisan ilmiah yang dikirim oleh penulis. Naskah yang di muat merupakan tanggungjawab penulis sepenuhnya dan tidak berkaitan dengan Tim Redaksi.

# PENGANTAR REDAKSI

Edisi Juni 2021 memuat materi yang membahas tentang ilmu-ilmu teknik bidang Teknik Sipil, Teknik Arsitektur dan Teknik Elektro. Pembahasan yang diberikan diharapkan dapat menambah wawasan bagi siapa saja yang membacanya.

Kontribusi makalah dari berbagai pihak baik di dalam lingkungan kampus maupun di luar lingkungan kampus sangat redaksi harapkan agar dapat memberikan pengetahuan tentang perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang ada.

Akhir kata redaksi mengharapkan peran serta seluruh komponen untuk dapat menjadi pemakalah pada jurnal teodolita pada edisi Desember 2021..

**REDAKSI**

# JURNAL TEODOLITA

**VOL. 22 NO. 1, Juni 2021** **ISSN 1411-1586**

## DAFTAR ISI

**Analisis Probabilitas Kejadian Gelombang Pada Alur Pelayaran Pelabuhan Agats Papua Dengan Perhitungan Fetch Dan Data Angin** ..... **1 - 10**
*Novi Andhi Setyo Purwono, Citra Pradipta Hudoyo, Pingit Broto Atmadji*

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN SUPERPLASTICIZER (CONSOL SS-8) TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI** .....…… **11 - 22**
*F Eddy Poerwodihardjo, Iwan Rustendi*

**Perencanaan Kawasan Wisata Budaya Dengan Pendekatan Arsitektur Neo Vernacular Di Banjarnegara** .....……..... **23 - 29**
*Dinda Kartika Sari, Dwi Jati Lestariningsih, Yohana Nursruwening*

**Perencanaan Resort Dengan Arsitektur Tropis Di New Kawasan Pangandaran** **30 - 39**
*Faryd Achmad Maulana, Dwi Jati Lestariningsih, Yohana Nursruwening*

**Perancangan Ruang Kreatif Dengan Passion Mode Di Kota Purwokerto** ..... **40 - 47**
*Lidya Puspita, Yohanes Wahyu Dwi Yudono, Dwi Jati Lestariningsih*

**Analisis Kesuksesan Penerapan Sistem Informasi Akademik Menggunakan Model Delone-Mclean Dan Technology Acceptance Model (Tam)**……..... **48 - 52**
*Eko Sudaryanto, Dody Wahjudi*

**Analisis Intensitas Pencahayaan Ruangan Rawat Inap Di Rumah Sakit Islam Purwokerto** ..... **53 – 65**
*Hanggita Permana, Dody Wahjudi, Priyono Yulianto*

**Analisis Efisiensi Sistem Meterisasi Lampu Penerangan Jalan Umum Underpass Purwokerto** ..... **66 –74**
*Rian Arif Setiawan, Kholistianingsih, Isra' Nuur Darmawan*

**Re-Desain Taman Kober Di Purwokerto Menjadi Taman Desa Dengan Pendekatan Budaya** ..... **75 - 80**
*Dinda Kartika Sari, Khoirur Roziqin, Wita Widyandini*

**Kajian Tentang Sebaran Sampah Kabupaten Banyumas** ..... **81 – 91**
*Susatyo Adhi Pramono , Basuki*

**Feasibility Teknis Pembangunan Kandang Ayam Closed House Bpu**..... **92 – 102**
*Reni Sulistiawati AM, Yohanes Wahyu Dwiyudono*

# ANALISIS PROBABILITAS KEJADIAN GELOMBANG PADA ALUR PELAYARAN PELABUHAN AGATS PAPUA DENGAN PERHITUNGAN FETCH DAN DATA ANGIN

**Novi Andhi Setyo Purwono [1]), Citra Pradipta Hudoyo [2]), dan Pingit Broto Atmadji [3])**

[1] Program Studi Teknik Sipil, Universitas Wijaya Kusuma, Purwokerto, Jawa Tengah
novi.andhiugm@gmail.com

**ABSTRACT**

Agats Seaport is a port located in Asmet Regency, Papua Province. This port has a pier with a length of 137 m, which is used for loading and unloading of goods and transportation to and from surrounding cities. The results of the orientation in the field indicate that the port suffered heavy damage in the trestle area and a thorough assessment of the existing port facilities requires a thorough evaluation of the structural strength and preparation of detailed designs to rehabilitate the damaged marine facilities
To support the evaluation of these damages, it is necessary to have an analysis related to hydrooceanography which is quite influential on these activities, one of which is the analysis of wave events in harbor waters or the open sea
The results of the Windrose analysis showed that the wind coming from the south dominated the wind speed with an average frequency distribution of 4.38 m/s during observations. The significant wave height (Hs) for 10 years was 3.59 m and a significant wave period (Ts) by 10 seconds. Based on the calculation of the return period waves with a return period of 50 years, the result is a wave height (Hsr) of 5.56 m (fisher tippet type 1) method.

***Keywords:*** Wave Forecast, Wind rose wave rose, Port Agats Pelabuhan

**INTISARI**

Pelabuhan Laut Agats merupakan pelabuhan yang berlokasi di Kabupaten Asmet, Provinsi Papua. Pelabuhan ini memiliki dermaga dengan panjang 137 m, yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat barang dan transportasi dari dan ke kota-kota sekitar**.** Hasil orientasi di lapangan menunjukkan bahwa pelabuhan tersebut mengalami kerusakan berat pada area trestel dan diperlukan asesmen menyeluruh pada fasilitas pelabuhan yang ada sehingga memerlukan evaluasi kekuatan struktur secara menyeluruh dan menyiapkan detail desain untuk merehabilitasi fasilitas laut yang mengalami kerusakan.
Untuk mendukung evaluasi tentang kerusakan-kerusakan tersebut perlu adanya analisa terkait hidrooseanografi yang cukup berpengaruh terhadap kegiatan tersebut, salah satunya adalah analisa kejadian gelombang pada perairan pelabuhan ataupun laut terbuka.
Hasil analisis *Windrose* didapatkan bahwa angin yang berasal dari arah Selatan lebih mendominasi kecepatan angin ata-rata distribusi frekuensi sebesar 4,38 m/s selama pengamatan dilakukan Hasil tinggi gelombang signifikan (Hs) selama 10 tahun sebesar 3,59 m dan periode gelombang signifikan (Ts) sebesar 10 detik. Berdasarkan perhitungan gelombang kala ulang dengan kala ulang 50 tahun didapatkan hasil tinggi gelombang (Hsr) sebesar 5,56 m (metode *fisher tippet type 1*).

**Kata Kunci:** Peramalan Gelombang, Wind rose wave rose, *Pelabuhan Agats*

## PENDAHULUAN

Pelabuhan Laut Agats merupakan pelabuhan yang berlokasi di Kabupaten Asmet, Provinsi Papua. Pelabuhan ini memiliki dermaga dengan panjang 137 m, yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat barang dan transportasi dari dan ke kota-kota sekitar.

Pelabuhan Agats memiliki hierarki sebagai Pelabuhan Pengumpul (PP) dari tahun 2017 hingga 2037. Selain dermaga pelabuhan tersebut memiliki Trestel 1 (45x8) $m^2$, Trestel 2 (22x6) $m^2$, serta fasilitas darat berupa Lapangan Penumpukan (32 x 32) $m^2$.

Hasil orientasi di lapangan menunjukkan bahwa pelabuhan tersebut mengalami kerusakan berat pada area trestel dan diperlukan asesmen menyeluruh pada fasilitas pelabuhan yang ada sehingga memerlukan evaluasi kekuatan struktur secara menyeluruh dan menyiapkan detail desain untuk merehabilitasi fasilitas laut yang mengalami kerusakan.
Untuk mendukung evaluasi tentang kerusakan-kerusakan tersebut perlu adanya analisa terkait hidrooseanografi yang cukup berpengaruh terhadap kegiatan tersebut, salah satunya adalah analisa kejadian gelombang pada perairan pelabuhan ataupun laut terbuka.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Angin

Angin adalah aliran udara dalam jumlah yang besar disebabkan oleh rotasi bumi dan juga sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara yang tinggi ke bertekanan udara rendah. Angin merupakan sirkulasi udara yang kurang lebih sejajar dengan permukaan bumi. Gerakan udara disebabkan oleh temperatur atmosfer. Perubahan temperatur di atmosfer disebabkan oleh perbedaan penyerapan panas oleh tanah dan air, perbedaan panas di gunung dan lembah, atau perbedaan suhu pada belahan bumi bagian utara dan selatan karena adanya perbedaan musim dingin dan musim panas, maka pada waktu siang hari daratan lebih panas daripada laut. Udara di atas daratan akan naik dan diganti oleh udara dari laut, sehingga terjadi angin laut. Sebaliknya, pada waktu malam hari daratan lebih dingin daripada laut, udara di atas laut akan naik dan diganti oleh udara dari daratan sehingga terjadi angin darat. Indonesia mengalami angin musim, yaitu angin yang berhembus dalam satu arah dalam satu arah dan satu periode dalam satu tahun. Periode yang lain, arah angin berlawanan dengan angin pada periode sebelumnya. (Triatmodjo, 2009).
Kecepatan angin dapat menimbulkan gaya gesek di permukaan laut. Arus yang ditimbulkan angin disebut *drift currents*. Jenis arus ini kebanyakan terjadi disekitar permukaan perairan pantai. Kecepatan *drift current* yang paling besar biasanya berada di perairan selat yang posisinya searah dengan arah angin. Kondisi ini disebut sebagai *longshore drift currents*, yakni arus sejajar pantai yang ditimbulkan karena tiupan angin (Wibisono, 2005).
Kecepatan angin diukur dengan anemometer, jika tidak tersedia anemometer, kecepatan angin dapat diperkirakan berdasar keadaan lingkungan dengan menggunakan skala *Beaufort*, seperti pada Tabel 1 dan 2. Kecepatan angin biasanya dinyatakan dalam knot. Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur melalui katulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau 1 knot = 1,852 km/jam.

**Tabel 1 Skala *Beaufort***

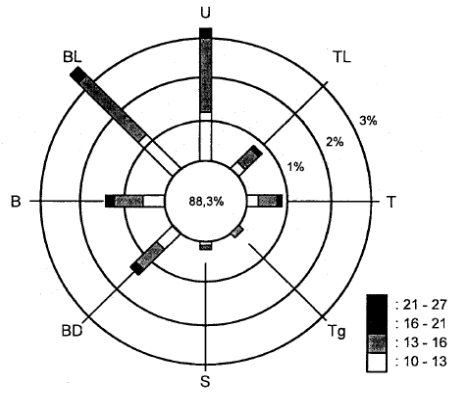
| Tingkat | Sifat Angin | Keadaan Lingkungan | V (knot) | P (kg/m²) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | Sunyi (*calm*) | Tidak ada angin, asap mengumpul | 0-1 | 0,2 |
| 1 | Angin sepoi | Arah angin terlihat pada arah asap, tidak ada bendera angin | 1-3 | 0,8 |
| 2 | Angin sangat lemah | Angin terasa pada muka, daun ringan bergerak | 4-6 | 3,5 |
| 3 | Angin lemah | Daun atau ranting terus menerus bergerak | 7-10 | 8,1 |
| 4 | Angin sedang | Debu atau kertas tertiup, ranting dan cabang kecil bergerak | 11-16 | 15,7 |
| 5 | Angin agak kuat | Pohon kecil bergerak, buih putih di laut | 17-21 | 26,6 |

**Lanjutan Tabel 2 Skala *Beaufort***

| Tingkat | Sifat Angin | Keadaan Lingkungan | V (knot) | P (kg/m²) |
|---|---|---|---|---|
| 6 | Angin kuat | Dahan besar bergerak, suara mendesir kawat tilpun | 22-27 | 41,0 |
| 7 | Angin kencang | Pohon seluruhnya bergerak, perjalanan di luar sukar | 28-33 | 60,1 |
| 8 | Angin sangat kuat | Ranting pohon patah, berjalan menentang angin | 34-40 | 83,2 |
| 9 | Badai | Kerusakan kecil pada rumah, genting tertiup dan terlempar | 41-47 | 102,5 |
| 10 | Badai kuat | Pohon tumbang, kerusakan besar pada rumah | 48-55 | 147,5 |
| 11 | Angin ribut | Kerusakan karena badai terdapat di daerah luas | 56-63 | 188,0 |
| 12 | Angin topan | Pohon besar tumbang, rumah rusak berat | 64 | 213,0 |

(Sumber: Triatmodjo, B, 2009)

Karakteristik angin meliputi profil geseran angin, massa jenis angin, arah angin, dan kekuatan angin. Frekuensi kejadian pada tiap arah mata angin dan kelas kecepatan angin pada lokasi dan waktu yang ditentukan dengan menggambarkan *windrose*. *Windrose* adalah sebuah grafik yang memudahkan dalam penyajian data angin. *Windrose* merupakan suatu gambar berbentuk lingkaran persentase angin, memiliki penyebaran kelompok dengan variasi warna berbeda yang menandakan perbedaan kecepatan angin yang terjadi atau suatu gambar yang memetakan kecepatan dan arah angin dengan sederhana. *Windrose* juga diperjelas dengan menampilkan grafik kecenderungan arah pergerakan angin dan persentasenya pada suatu wilayah dengan cepat (Yulianti, 2011).




**Gambar 1 *Windrose***
(Sumber: Triatmodjo, B, 1999)

## 2. Gelombang

Gelombang adalah pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/ grafik sinusoidal. Salah satunya gelombang laut yang disebabkan oleh angin, angin di atas lautan mentransfer energinya ke perairan, menyebabkan riak-riak, alun/ bukit, dan berubah menjadi apa yang kita sebut sebagai gelombang.

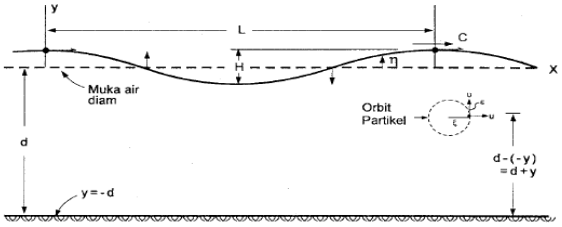
Gelombang pada dasarnya adalah manifestasi dari gaya-gaya yang bekerja pada fluida. Tiupan angin dan jatuhnya batu pada permukaan air dapat menimbulkan gelombang. Gaya gravitasi dan tegangan permukaan akan bereaksi untuk menimbulkan rambatan gelombang. Bentuk ideal gelombang beramplitudo kecil di perairan dalam adalah sinusoidal. Gelombang laut timbul karena adanya gaya pembangkit yang bekerja pada laut. Ditinjau dari sering terjadinya, gelombang angin merupakan gelombang yang paling dominan dalam informasi meteorologi kelautan. Kondisi gelombang di suatu perairan diperoleh secara tidak langsung dari data angin yang terdapat di suatu kawasan perairan. Hal ini didasari atas kondisi umum yang berlaku di laut, yaitu sebagian besar gelombang yang ditemui di laut dibentuk oleh energi yang ditimbulkan oleh tiupan angin. Gelombang jenis ini dikenal sebagai gelombang angin (Roni Kurniawan, dkk, 2011). Analisis gelombang diperlukan juga analisis *waverose* dengan menggunakan WRPLOT *View*. *Waverose* menggambarkan frekuensi kejadian pada tiap arah mata angin dan kelas ketinggian gelombang pada lokasi dan waktu yang telah ditentukan. *Waverose* juga diperjelas dengan menampilkan grafik dari kecenderungan arah pergerakan gelombang dan persentasenya pada suatu wilayah dengan cepat. *Waverose* menghasilkan nilai tinggi gelombang air laut dalam satuan centimeter (cm) atau meter (m).

Pada kondisi sesungguhnya di alam, pergerakan orbital di perairan dangkal (*shallow water*) dekat dengan kawasan pantai. Sehingga, dapat dibayangkan bagaimana energi gelombang mampu mempengaruhi kondisi pantai. Simulasi pergerakan partikel air saat penjalaran gelombang menuju pantai ketinggian dan periode gelombang tergantung kepada panjang *fetch* pembangkitannya. *Fetch* adalah jarak perjalanan tempuh gelombang dari awal pembangkitannya. *Fetch* ini dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Semakin panjang jarak *fetch*nya, ketinggian gelombangnya akan semakin besar. Angin juga mempunyai pengaruh yang penting pada ketinggian gelombang. Angin yang lebih kuat akan menghasilkan gelombang yang lebih besar.

### A. Teori Gelombang Airy

Gelombang yang terjadi di alam sangat kompleks dan tidak dapat dirumuskan dengan akurat, tetapi dalam mempelajari fenomena gelombang yang terjadi di alam dilakukan beberapa asumsi sehingga muncul beberapa teori gelombang. Salah satu teori gelombang adalah teori gembang amplitudo kecil atau teori gelombang airy. Teori gelombang airy merupakan teori gelombang yang paling sederhana karena merupakan teori gelombang linier, yang pertama kali diperkenalkan oleh Airy pada tahun 1845.

Teori Gelombang Airy diturunkan berdasarkan persamaan *Laplace* untuk aliran tidak rotasi (*irrotational flow*) dengan kondisi batas di dasar laut dan di permukaan air (Zakria, 2008).




**Gambar 2 Definisi Gelombang**
(Sumber: Triatmodjo, B, 1999)

Profil muka air merupakan fungsi ruang (x) dan waktu (t) yang mempunyai bentuk berikut ini:

$\eta(x,t) = H/2 \cos(kx - \sigma t)$ (1)

Beberapa notasi yang digunakan adalah:

$\eta(x,t)$ = fluktuasi muka air terhadap muka air diam

H = tinggi gelombang = 2a (m).

k = angka gelombang $2\pi/L$

$\sigma$ = frekuensi gelombang $2\pi/T$ (Hz).

Cepat rambat (C) dan panjang gelombang (L) diberikan oleh persamaan berikut:

$C = \frac{gT}{2\pi} \tan \frac{2\pi d}{L} = \frac{gT}{2\pi} \tan kd$ (2)

$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tan \frac{2\pi d}{L} = \frac{gT^2}{2\pi} \tan kd$ (3)

Dengan:

d = jarak antara muka air rerata dan dasar laut (m)

a = amplitudo gelombang

T = periode gelombang (s)

C = kecepatan rambat gelombang = L/T (m/s)

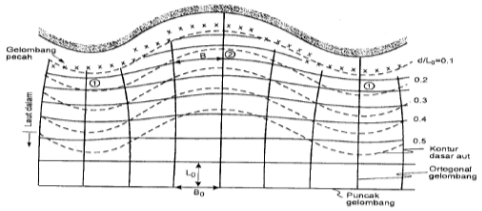
L = panjang gelombang (m)

## B. Deformasi Gelombang

Deformasi gelombang adalah perubahan sifat gelombang yang terjadi ketika ada gelombang bergerak merambat menuju ke pantai.

a. Refraksi Gelombang

Refraksi gelombang adalah peristiwa pembelokan arah gelombang yang memasuki perairan dangkal yang disebabkan karena sebagian gelombang masih merambat dengan kecepatan gelombang laut dalam pada waktu masuk ke laut dangkal. Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut.




**Gambar 3 Refraksi Gelombang**
(Sumber: Triatmodjo, B, 1999)

Gambar 2.3 terdapat angka 1 dan 2 menunjukkan bahwa lokasi 1, garis ortogonal gelombang menguncup maka energinya besar, sedangkan di lokasi 2 garis ortogonal gelombang menyebar maka energinya kecil. Apabila akan direncanakan suatu pelabuhan di daerah pantai, maka lokasi 2 lebih cocok daripada lokasi 1, karena bangunan yang direncanakan akan menahan energi gelombang yang lebih kecil.

Refraksi gelombang terdapat koefisien pendangkalan (Ks) dan koefisien refraksi (Kr) dengan persamaan:

$$H1 = Ks\ Kr\ H0 \qquad (4)$$

Suatu deretan gelombang yang menjalar dari laut dengan kedalaman $d_0$ menuju kedalaman $d_1$, dengan perubahan kedalaman mendadak dan dianggap tidak ada refleksi gelombang pada perubahan tersebut (Triatmodjo, 1999). Adanya perubahan kedalaman maka cepat rambat dan panjang gelombang berkurang dari $C_0$ dan $L_0$ menjadi $C_1$ dan $L_1$. Sesuai dengan hukum Snell, berlaku:

$$\sin \alpha_1 = \left(\frac{C1}{C0}\right) \sin \alpha_0 \qquad (5)$$

dengan:

$\alpha_0$ = sudut antara garis puncak gelombang dengan kontur dasar dimana gelombang melintas (°)

$\alpha_1$ = sudut yang sama yang diukur saat garis puncak gelombang melintasi kontur dasar berikutnya (°)

$C_0$ = kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur pertama (m/s)

$C_1$ = kecepatan gelombang pada kedalaman kontur berikutnya (m/s)

Koefisien refraksi menggunakan rumus:

$$K_r = \sqrt{\frac{b0}{b1}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha 0}{\cos \alpha 1}} \qquad (6)$$

Untuk menghitung koefisien pendangkalan, dicari nilai n dengan menggunakan lampiran berdasar nilai $d/L_0$.

$$Ks = \sqrt{\frac{n0\ L0}{n1\ L1}} \qquad (7)$$

b. Gelombang Pecah

Gelombang menjalar dari tempat yang dalam menuju ke tempat yang makin lama makin dangkal, pada suatu lokasi tertentu gelombang tersebut akan pecah. Gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang (Triatmodjo, 1999).

Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus:

$$\frac{Hb}{H'0} = \frac{1}{3{,}3(H'0/L0)^{1/3}} \qquad (8)$$

Kedalaman air dimana gelombang pecah diberikan oleh rumus :

$$\frac{db}{Hb} = \frac{1}{b-(\frac{aHb}{gT^2})} \qquad (9)$$

dimana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m dan persamaan:

$$a = 43{,}75(1-e^{-19m}) \qquad (10)$$

$$b = \frac{1{,}56}{(1+e^{-19{,}5m})} \qquad (11)$$

dengan:

Hb : tinggi gelombang pecah (m)

$H'_0$ : tinggi gelombang laut dalam ekivalen (m)

$L_0$ : panjang gelombang di laut dalam (m)

db : kedalaman air pada saat gelombang pecah (m)

m : kemiringan dasar laut (m)

g : percepatan gravitasi ($m/s^2$)

T : periode gelombang (s)

## C. Pembangkitan Gelombang

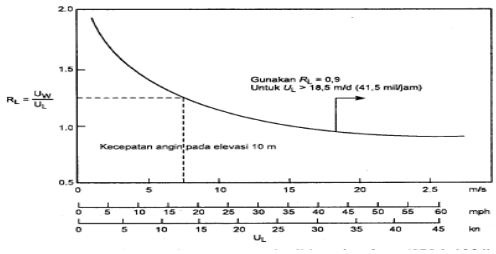
Gelombang di laut umumnya gelombang yang dibangkitkan oleh angin. Angin yang bertiup di atas permukaan laut merupakan pembangkit arus dan juga pembangkit utama gelombang. Angin terus-menerus berhembus dan transfer energi semakin besar dari angin ke muka air, sehingga terbentuk gelombang yang lebih panjangdan memiliki tinggi gelombang semakin besar (M. Furqon Azis, 2006). Sifat-sifat gelombang dipengaruhi oleh faktor angin dan sedikitnya ada tiga faktor angin yang sangat berpengaruh, yaitu:

a. Kecepatan angin

Kecepatan angin pada umumnya semakin kencang angin yang bertiup, semakin besar gelombang yang terbentuk dan gelombang mempunyai kecepatan yang tinggi dan panjang gelombang yang besar. Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan, tetpi di dalam rumus pembngkitan gelombang data angin yang digunakan adalah data angin di atas permukaan laut, maka diperlukan transformasi dari data angin di daratan yang terdekat dengan lokasi studi ke data angin di atas permukaan laut. Hubungan antara angin di atas laut dan angin di daratan terdekat, yaitu RL = Uw/UL. (2.13)
Rumus dan grafik pembangkitan gelombang mengandung variabel UA, yaitu faktor tegangan angin yang dihitung dari kecepatan angin. Kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

UA $= 0{,}71\mathrm{UW}^{1{,}23}$ (12)

Dimana:
UA = faktor tegangan angin (m/s)
UW = kecepatan angin di laut (m/s)




**Gambar 2.4 Hubungan Kecepatan Angin di Laut dan Darat**
(Sumber: Triatmodjo, B, 1999)

b. Lama Hembus Angin

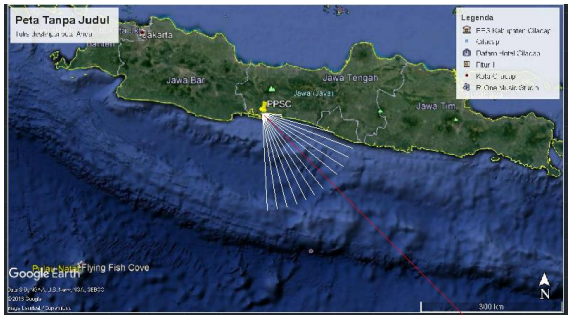
Tinggi, kecepatan, dan panjang gelombang seluruhnya cenderung untuk meningkat sesuai dengan lamanya angin bertiup. Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energi ke air. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut menjadi semakin besar, jika angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk.

c. *Fetch*

Tinjauan pembangkitan gelombang di laut, *fetch* dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin, tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Panjang *fetch* adalah panjang laut yang dibatasi oleh pulau-pulau pada kedua ujungnya (Triatmodjo, 1999). Persamaan *fetch* rerata efektif adalah:

$F_{eff} = \frac{\sum Xi \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$ (13)

Dengan:
Feff = *fetch* rerata efektif (km)
Xi = panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch* (km)
`α = deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin (°).




**Gambar 4 Contoh *Fetch***
(Sumber : Suhendri dkk, 2019)

## D. Kala Ulang Gelombang

Penetapan gelombang dengan periode ulang tertentu dibutuhkan data gelombang dalam jangka waktu pengukuran cukup panjang. Data tersebut bisa berupa data pengukuran gelombang atau data gelombang hasil prediksi berdasarkan data angin. Pengukuran gelombang dalam jangka waktu panjang di Indonesia belum banyak dilakukan, karena sulit dan mahal, tetapi pengukuran angin sudah banyak dilakukan. Gelombang ekstrim yang diprediksi tergantung pada kebenaran data yang tersedia dan jumlah tahun pencatatan. Dari setiap tahun pencatatan dapat ditentukan gelombang representatif, seperti $H_s$, $H_{10}$, $H_{33}$, $H_{maks}$. Perencanaan bangunan-bangunan pantai perlu dipilih tinggi dan periode gelombang individu yang dapat mewakili suatu spektrum gelombang. Apabila tinggi gelombang dari suatu pencatatan diurutkan dari nilai tertinggi ke terendah atau sebaliknya, maka akan dapat ditentukan nilai Hn yang merupakan rerata dari n persen gelombang tertinggi. Misal $H_{10}$ adalah tinggi rerata dari 10% gelombang tertinggi dari pencatatan gelombang. $H_{33}$ yaitu tinggi rerata dari 33% nilai tertinggi dari pencatatan gelombang. Hs merupakan tinggi gelombang signifikan. Cara untuk menghitung nilai tinggi gelombang adalah:

Gelombang 10% ($H_{10}$) adalah:
n = 10% x jumlah data dalam pencatatan

$H_{10} = \frac{\sum_i^n Hn}{n}$ (14)

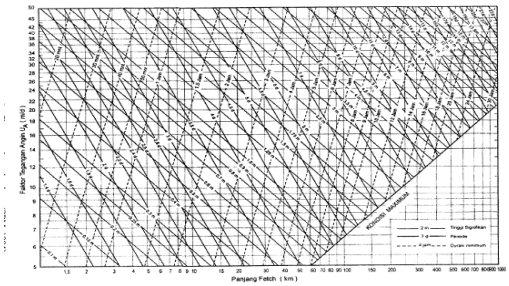
$T_{10} = \frac{\sum_i^n Hn}{n}$ (15)

Gelombang 33% (gelombang signifikan, Hs) adalah:

$H_{33} = \frac{\sum_i^n Hn}{n}$ (16)

$T_{33} = \frac{\sum_i^n Hn}{n}$ (17)

Berdasarkan data representatif untuk beberapa tahun pengamatan dapat diperkirakan gelombang yang diharapkan dilampaui satu kali dalam T tahun, dan gelombang tersebut dikenal dengan gelombang periode ulang T tahun atau gelombang T tahunan (Triatmodjo, 1999). Pembangkitan gelombang dengan data angin menggunakan grafik SPM 1984.



**Gambar 5 Grafik Peramalan Gelombang (SPM, 1984)**

(Sumber: SPM, 1984)

Metode untuk memprediksi gelombang dengan periode ulang tertentu, yaitu distribusi *Gumbel* (*Fisher-Tippett Type* I) dan distribusi *Weibull* (CERC, 1992). Metode ini dilakukan untuk tinggi gelombang signifikan dengan berbagai periode ulang. Biasanya pendekatan yang dilakukan adalah mencoba beberapa metode tersebut untuk data tersedia dan kemudian dipilih yang memberikan hasil terbaik. Langkah perhitungan periode ulang gelombang antara lain:

1) Metode *Gumbel (Fisher-Tippett Type I)*

a. Menghitung probabilitas bahwa H(m) tidak terlampaui atau ($H_s$<$H_{sm}$) dengan rumus:

$P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m-0,44}{Nt+0,12}$ (18)

Dimana:

P(Hs ≤ Hsm): Probabilitas dari tinggi gelombang representatif ke-m yang tidak dilampaui.

Hsm : Tinggi gelombang urutan ke-m

m : Nomor urut tinggi gelombang signifikan

: 1,2,3,...N

NT : Jumlah kejadian gelombang selama pencatatan.

b. Menghitung distribusi *Fisher-Tippett Type I*

ym $= -\ln\{-\ln P(Hs \leq Hsm)\}$ (19))

c. Parameter hitungan analisis regresi linier yang dihitung adalah nilai Hsm × $y_m$, $y_m^2$, dan ($H_{sm}$ - $H_{sm\ rata\text{-}rata}$)$^2$.

d. Beberapa nilai di atas dapat dihitung parameter Â dan Bˆ berdasarkan data Hsm dan ym dengan menggunakan rumus berikut (Bambang Triatmojo, 1999):

Hsr = Â yr+ Bˆ (20)

Dengan:

$\hat{A} = \frac{n\sum HsmYm - \sum Hsm\sum ym}{n\sum Ym^2 - (\sum Ym)^2}$ (21)

Bˆ = Hsm - Â ym (22)

$yr = -\ln\left\{-\ln\left(1-\frac{1}{LTr}\right)\right\}$ (23)

Dengan:

Tr = Periode ulang (tahun)

K = Panjang data (tahun)

L = Rerata jumlah kejadian per tahun = NT/K

e. Nilai Hsr yaitu perkiraan tinggi gelombang yang dihitung dengan persamaan regresi linier yang telah didapatkan dari perhitungan.

σnr = $\frac{1}{\sqrt{N}}[1+\alpha(yr-c+\varepsilon\ln v)^2]$^0.5 (24)

Dengan:

σnr : Standar deviasi yang dinormalkan dari tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang Tr

N : Jumlah data tinggi gelombang signifikan

α : $\alpha 1 e^{\alpha 2 N^{-1,3+k\sqrt{-\ln v}}}$ (25)

α1, α2, e, $\varepsilon$, k : koefisien empiris yang terdapat pada tabel 3.

**Tabel 3 Koefisien untuk Menghitung Standar Deviasi (Triatmodjo, 1999)**

| Distribusi | $\alpha_1$ | $\alpha_1$ | k | C | $\varepsilon$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Gumbel (Fisher-Tippett Type I) | 0,64 | 9 | 0,93 | 0 | 1,33 |
| Weibull (k=0,75) | 1,65 | 11,4 | -0,63 | 0 | 1,15 |
| Weibull (k=1) | 1,92 | 11,4 | 0 | 0,3 | 0,9 |
| Weibull (k=1,4) | 2,05 | 11,4 | 0,69 | 0,4 | 0,72 |
| Weibull (k=2,0) | 2,24 | 11,4 | 1,34 | 0,5 | 0,54 |

(Sumber: Triatmodjo, 1999)

σr = σnr σHs (26)

Dengan:

σr : Kesalahan standar dari tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang Tr

σHs : Standar deviasi dari data tinggi gelombang signifikan.

2) Metode *Weibull*

Hitungan perkiraan tinggi gelombang ekstrim dilakukan dengan cara yang sama seperti metode *Fisher-Tippett Type I*. Rumus-rumus probabilitas yang digunakan untuk metode *weibull* adalah sebagai berikut (Triatmodjo, 1999):

$P(Hs \leq Hsm) = 1 - \frac{m-0,22-\frac{0,27}{\sqrt{k}}}{NT+0,2+\frac{0,23}{\sqrt{k}}}$ (27)

Dimana:

P(Hs ≤ Hsm): Probabilitas dari tinggi gelombang representatif ke-m yang tidak dilampaui

Hsm : Tinggi gelombang urutan ke-m

m : Nomor urut tinggi gelombang signifikan

: 1,2,3,...N

NT : Jumlah kejadian gelombang selama pencatatan

k : Parameter bentuk, pada analisis ini dipakai k = 2.

Tinggi gelombang signifikan untuk periode ulang dihitung dari fungsi distribusi probabilitas dengan rumus :

Hsr = Â $y_m$ + Bˆ (28)

$y_m$ = $[-\ln\{1 - P(Hs \leq Hsm)\}]$^1/k (29)

yr = $\{\ln(LTr)\}^{1/k}$ (30)

Dengan:

Hsr : Tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang Tr

Tr : Periode ulang (tahun)

K : Panjang data (tahun)

L : Rata-rata jumlah kejadian per tahun = NT/K

Deviasi standar data tinggi gelombang signifikan:

σHs = $\left[\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(Hsm - Hsm\,rata - rata)^2\right]^{1/2}$ (2.33)

Dari beberapa nilai di atas dapat dihitung parameter Â dan Bˆ berdasarkan data Hsm dan ym dengan menggunakan persamaan berikut:

Hsr = Âyr + Bˆ

Dengan:

Â = $\frac{n\sum Hsm\,ym - \sum Hsm\sum ym}{n\sum ym^2 - (\sum ym)^2}$ (31)

Bˆ = Hsm – Âym (32)

## Metodologi Penelitian

### A. Data Penelitian

Pelabuhan Laut Agats merupakan pelabuhan yang berlokasi di Kabupaten Asmet, Provinsi Papua. Data yang digunakan antara lain : Data Angin tahun 2010 – 2019, Data Batimetri, dan Peta Lokasi yang didapatkan dari BMKG Timika dan Kantor PLTU Timika.

### B. Langkah – Langkah Pengolahan Data

Langkah-langkah pengolahan data secara garis besar adalah sebagai berikut:

i. Mengolah data angin. Mengolah data arah dan kecepatan angin menjadi data tinggi gelombang dan arah gelombang.

ii. Menganalisis panjang *fetch* berdasarkan peta lokasi penelitian.

iii. Menggambar mawar gelombang (*wave rose*).

iv. Menentukan tinggi gelombang rencana dengan kala ulang tertentu menggunakan metode distribusi *Gumbel (Fisher Tippett-Type* I) dan distribusi *Weibull*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Data Angin

Hasil pengolahan data angina yang berasal dari data angina BMKG Timika tersaji pada Tabel 4 dan Tabel 5. Pada table tersebut disajikan probabilitas kejadian angina selama periode pencacatan yaitu 10 tahun, dimana table tersebut menggolongkan angina berdasarkan arah dan kecepatannya.

**Tabel 4 Data Angin**

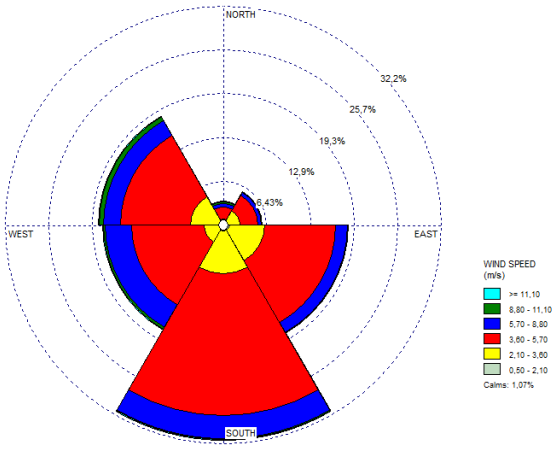
| | Directions / Wind Classes (m/s) | 0,50 - 2,10 | 2,10 - 3,60 | 3,60 - 5,70 | 5,70 - 8,80 | 8,80 - 11,10 | >= 11,10 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 330 - 30 | 192 | 648 | 1464 | 528 | 216 | 48 | 3096 |
| 2 | 30 - 90 | 360 | 1824 | 2280 | 432 | 48 | 72 | 5016 |
| 3 | 90 - 150 | 864 | 4464 | 9168 | 1464 | 48 | 72 | 16080 |
| 4 | 150 - 210 | 864 | 5400 | 18168 | 2976 | 168 | 24 | 27600 |
| 5 | 210 - 270 | 168 | 2352 | 9360 | 3312 | 312 | 48 | 15552 |
| 6 | 270 - 330 | 504 | 3744 | 9000 | 2256 | 528 | 144 | 16176 |
| | Sub-Total | 2952 | 18432 | 49440 | 10968 | 1320 | 408 | 83520 |
| | Calms | | | | | | | 936 |
| | Missing/Incomplete | | | | | | | 3192 |
| | Total | | | | | | | 87648 |

**Tabel 5 Persentase kejadian Angin**

| | Directions / Wind Classes (m/s) | 0,50 - 2,10 | 2,10 - 3,60 | 3,60 - 5,70 | 5,70 - 8,80 | 8,80 - 11,10 | >= 11,10 | Total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 330 - 30 | 0,22 | 0,74 | 1,67 | 0,60 | 0,25 | 0,05 | 3,53 |
| 2 | 30 - 90 | 0,41 | 2,08 | 2,60 | 0,49 | 0,05 | 0,08 | 5,72 |
| 3 | 90 - 150 | 0,99 | 5,09 | 10,46 | 1,67 | 0,05 | 0,08 | 18,35 |
| 4 | 150 - 210 | 0,99 | 6,16 | 20,73 | 3,40 | 0,19 | 0,03 | 31,49 |
| 5 | 210 - 270 | 0,19 | 2,68 | 10,68 | 3,78 | 0,36 | 0,05 | 17,74 |
| 6 | 270 - 330 | 0,58 | 4,27 | 10,27 | 2,57 | 0,60 | 0,16 | 18,46 |
| | Sub-Total | 3,37 | 21,03 | 56,41 | 12,51 | 1,51 | 0,47 | 95,29 |
| | Calms | | | | | | | 1,07 |
| | Missing/Incomplete | | | | | | | 3,64 |
| | Total | | | | | | | 100 |

### B. Mawar Angin (*Windrose)*

*Windrose* adalah sebuah metode penggambaran informasi mengenai kecepatan dan arah angin pada suatu lokasi tertentu. Hasil analisis *Windrose* didapatkan bahwa angin yang berasal dari arah Selatan lebih mendominasi kecepatan angin rata-rata distribusi frekuensi sebesar 4,38 m/s selama pengamatan dilakukan.




**Gambar 6 Mawar Angin (*windrose*) Data Stasiun Meteorologi Mo0zez Kilangan Timika selama 10 tahun (2010-2018)**

### C. *Fetch*

*Fetch* adalah daerah pembangkitan gelombang atau dalam pengertian yang lain bisa diartikan sebagai tempat awal dimana gelombang mulai terbentuk dan menjalar ke suatu daerah tertentu. Fetch merupakan jarak perjalanan tempuh gelombang dari awal pembangkitannya. Fetch ini dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Semakin panjang jarak fetchnya, ketinggian gelombangnya akan semakin besar. Apabila tidak ada daratan/pulau maka panjang *fetch* dibatasi sampai dengan 200 km.

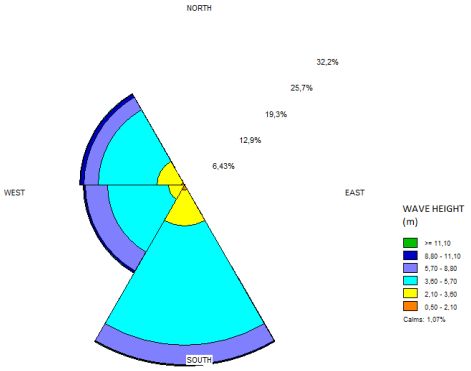
**Gambar 7 *Fetch* arah Barat sebesar 143,71 km.**

**Gambar 8 *Fetch* arah Barat Daya sebesar 200 km**

**Gambar 9 *Fetch* arah Selatan sebesar 200 km.**

## D. Mawar Gelombang (*Waverose*)

Mawar Gelombang (*Waverose*) adalah sebuah metode penggambaran informasi mengenai frekuensi kejadian pada tiap arah mata angin dan kelas ketinggian gelombang pada lokasi dan waktu yang telah ditentukan. Waverose menghasilkan nilai tinggi gelombang air laut dalam satuan centimeter (cm) atau meter (m). Hasil analisis Waverose didapatkan bahwa arah gelombang yang berasal dari arah Barat Daya lebih mendominasi dengan tinggi gelombang signifikan sebesar 3,59 m dan bulan April merupakan bulan dimana tinggi gelombang mencapai titik tertingginya.




**Gambar 10 *Waverose* selama 10 tahun (2010-2019)**

Hasil tinggi gelombang signifikan dan periode signifikan kemudian didapat nilai Hs dan Ts sebagai berikut.

## E. Gelombang Kala Ulang

N (jumlah data tinggi gelombang signifikan) = 10

Hrms (tinggi gelombang root mean *square*) = 2,53 m

Trms (periode gelombang *root mean square*) = 7,29 s

Hs ( tinggi gelombang signifikan) = 3,59 m

Ts (periode gelombang signifikan) = 10,35 s

Tinggi gelombang signifikan (Hs) didapat dari perhitungan tinggi gelombang *root mean square* (Hrms), dimana Hrms dihitung dengan rumus:

$$Hrms = \sqrt{\frac{\sum nH0^2}{\sum n}}$$ .= 2,53 m

Hubungan tinggi gelombang signifikan dengan tinggi gelombang *root mean square* didefinisikan dengan rumus:

Hs = 1,42 × Hrms

Hs = 1,42 × 2,53 = 3,59 m

Periode gelombang signifikan (Ts), dihitung dengan rumus periode gelombang *root mean square* (Trms), dimana Trms dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Trms = \sqrt{\frac{\sum nT0^2}{\sum n}} = 7,29$$

Kemudian hubungan periode gelombang signifikan dengan periode gelombang *root mean square* dihitung dengan rumus:

Ts = 1,42 × Trms

Dengan menggunakan rumus di atas, maka didapat hasil sebagai berikut:

Ts = 1,42 × Trms

= 1,42 × 7,29

= 10,35 detik

Perhitungan selengkapnya seperti tersaji pada Tabel 6 berikut.

**Tabel 6 Perhitungan Tinggi Gelombang Signifikan**

| TAHUN | KECEPATAN | ARAH | HS | PERIODE | $HS^2$ | $TS^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2010 | 10 | 360 | 2.43 | 7.17 | 5.92 | 51.40 |
| 2011 | 10 | 315 | 2.43 | 7.17 | 5.92 | 51.40 |
| 2010 | 10 | 360 | 1.61 | 6.24 | 2.58 | 38.97 |
| 2013 | 10 | 270 | 2.43 | 7.17 | 5.92 | 51.40 |
| 2014 | 11 | 320 | 1.76 | 7.48 | 3.09 | 55.92 |
| 2015 | 12 | 300 | 3.08 | 7.76 | 9.50 | 60.18 |
| 2016 | 10 | 240 | 2.43 | 7.17 | 5.92 | 51.40 |
| 2017 | 12 | 230 | 3.08 | 7.69 | 9.50 | 59.08 |
| 2018 | 12 | 220 | 3.08 | 7.76 | 9.50 | 60.18 |
| 2019 | 10 | 230 | 2.43 | 7.17 | 5.92 | 51.40 |
| | | | | Jumlah | 63.77 | 531.32 |

Dari tabel 3.24 hasil perhitungan tinggi gelombang kala ulang metode *Weibull* didapatkan tinggi gelombang pada periode ulang 2 tahun sebesar 2,42 m, periode ulang 5 tahun sebesar 2,89 m, periode ulang 10 tahun sebesar 3,15 m, periode ulang 25 tahun sebesar 3,45 m, periode ulang 50 tahun sebesar 3,64 m, dan periode ulang 100 tahun sebesar 3,82 m.

Setelah dilakukan perhitungan masing-masing model distribusi, kemudian dilakukan rekapitulasi perhitungan kala ulang tinggi gelombang untuk mempermudah pembacaan yang disajikan dalam Tabel 7 berikut.

**Tabel 7 Perhitungan Gelombang Kala Ulang**

| Kala Ulang, T (Tahun) | *Weibull* | | *Gumbel (Fisher-Tippet Type I)* | |
|---|---|---|---|---|
| | YR | Hsr = H (m) | YR | Hsr = H (m) |
| 2 | 0.833 | 2.42 | 3.338 | 3.50 |
| 5 | 1.269 | 2.89 | 4.422 | 3.97 |
| 10 | 1.517 | 3.15 | 5.254 | 4.34 |
| 25 | 1.794 | 3.45 | 6.368 | 4.82 |
| 50 | 1.978 | 3.64 | 7.220 | 5.19 |
| 100 | 2.146 | 3.82 | 8.080 | 5.56 |

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

a. Dari data angin selama 10 tahun yang diperoleh dari BMKG Timika, dengan menggunakan aplikasi WR Plot didapatkan angin yang berhembus dominan yaitu dari arah Selatan dengan kecepatan rata-rata distribusi frekuensi sebesar 4,38 m/s.
b. Hasil analisa *Fetch* dengan tiga arah mata angin yaitu timur, tenggara, selatan, dan barat daya dengan sudut datang (42º, 36º, 30º, 24º, 18º, 12º, 6º, 0º, -6º, -12º, -18º, -24º, -30º, -36º, -42º) didapat *Fetch* efektif dari arah Barat sebesar 143,71 km sedangkan *Fetch* efektif dari Barat Daya sebesar 200 km dan *Fetch* efektif dari Selatan sebesar 200.
c. Hasil analisis mawar gelombang (*Waverose*) disimpulkan bahwa bulan April merupakan bulan dimana tinggi gelombang mencapai titik tertingginya.
d. Hasil tinggi gelombang signifikan (Hs) selama 10 tahun sebesar 3,59 m dan periode gelombang signifikan (Ts) sebesar 10 detik.
e. Berdasarkan perhitungan gelombang kala ulang dengan kala ulang 50 tahun didapatkan hasil tinggi gelombang (Hsr) sebesar 5,56 m (metode *fisher tippet type 1*).

### Saran

Dari analisis yang dilakukan adalah perlu dilakukan perhitungan dengan data angin terbaru dan apabila ada data yang lebih panjang lebih bagus, misal data angina selama 50 tahun Data angin yang digunakan dalam penelitian ini adalah data angin pada tahun 2010-2019, untuk itu diperlukan data terkini agar dapat digunakan sesuai kondisi pada saat ini.

## DAFTAR PUSTAKA


- Data Angin Kota Timika Tahun 2008-2017. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Timika. 2018.

Ika Nurmalita Sari. 2019. "*Studi Transpor Sedimen Di Muara Sungai Silugonggo Kecamatan Juwana Kabupaten Pati*". UII Yogyakarta.

Muhammad Rizki. 2014. "*Analisa Gelombang Ekstrim Di Perairan Pelabuhan Belawan*". Universitas Sumatera Utara.

Purwono NAS., Nizam., Triatmadja R., *Characteristics of High Growth Casuarina Equisetifolia and HighInudation of Tsunami when Propagation Through Greenbelt Vertical Rod,* Applied Mechanics and Materials International Journal, Main Theme Ocean Science and Coastal Engineering, Chapter 1 : Hidrodynamics and Morphodynamics vol

862 pp 21-26, Publishing Scientific. NetZurich Switzerland, 2017

Sari, Maya. 4 April 2016. "*7 Jenis Jenis Angin – Pengertian – Proses dan Sifat Angin*". *https://ilmugeografi.com/fenomena-alam/jenis-jenis-angin*

Suhendri, Rizki O. A. 2019. "*Pengaruh Arah Mulut Pemecah Gelombang Terhadap Peredaman Gelombang Di Kolam Pelabuhan Perikanan Samudera Timika*". Universitas Wijayakusuma Purwokerto.

Triatmodjo, B, 2009, *Perencanaan Pelabuhan*, Halaman 68.