

Studi Karakteristik Gelombang Pada Pantai Manembo-Nembo Kecamatan Matuari Kota Bitung Provinsi Sulawesi Utara

Jeffry Dantje Mamoto^{#1}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115
¹jeffry.mamoto@unsrat.ac.id

Abstrak

Wilayah Bitung tepatnya di pantai Manembo-nembo merupakan salah satu daerah pantai yang pesisirnya menjadi tempat bersandarnya kapal-kapal nelayan. Pada dasarnya wilayah pemukiman yang berada di pesisir pantai mempunyai banyak keuntungan contohnya masyarakat yang berada di dekat pantai Manembo-nembo ini, masyarakat dapat memanfaatkan potensi alam atau hasil laut seperti ikan dan sebagainya. Namun selain keuntungan, masyarakat sekitar pantai juga dapat mengalami kerugian ketika sewaktu-waktu terjadi gelombang besar yang dapat menyebabkan abrasi pantai. Berdasarkan pengamatan dan wawancara di lokasi penelitian pantai Manembo-nembo sering terjadi pergeseran garis pantai yang diakibatkan oleh abrasi pada saat bulan-bulan tertentu sehingga pesisir pantai mengalami kerusakan dan perubahan fisik. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan pendekatan teori dan analisis transformasi gelombang yang terjadi di pantai ini. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui karakteristik gelombang di pantai manembo-nembo dengan menggunakan peramalan gelombang dihitung dengan metode hindcasting gelombang berdasarkan data angin 5 tahun dari BMKG Maritim Bitung untuk mendapat tinggi dan periode gelombang yang terjadi di pantai Manembo-nembo.

Kata kunci – pantai Manembo-nembo, karakteristik gelombang, metode hindcasting gelombang

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan memiliki banyak daerah pantai. Oleh karena itu pantai di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar sebagai daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti sebagai kawasan pemukiman, pelabuhan, dan juga sebagai tempat Wisata. Akibat peningkatan pemanfaatan daerah pantai untuk kegiatan manusia diiringi oleh timbulnya masalah-masalah yang terjadi di daerah pantai, salah satu contoh erosi yang disebabkan oleh gelombang yang dapat mengakibatkan mundurnya garis pantai sehingga berdampak bagi kawasan pemukiman di pesisir pantai.

Pantai Manembo-nembo yang berada di Kecamatan Matuari Girian bawah, Kota Bitung, Provinsi Sulawesi Utara adalah salah satu pantai yang pesisirnya dijadikan sebagai tempat bersandarnya kapal-kapal nelayan. Pada saat-saat tertentu faktor alam berupa tinggi gelombang cukup besar pada daerah pantai ini. Kondisi gelombang yang diperparah oleh abrasi terbilang “*extreme*”, sehingga membuat garis pantai berkurang setiap tahunnya dan kerusakan di area pesisir akibat gelombang. Sehubungan dengan kondisi tersebut, maka diperlukan data dan informasi mengenai karakteristik gelombang yang terjadi pada daerah pantai Manembo-nembo. Sehingga diharapkan nantinya pengetahuan mengenai karakteristik gelombang ini dapat dipergunakan untuk penelitian pantai yang lebih lanjut mengenai karakteristik gelombang ini dapat dipergunakan untuk penelitian pantai yang lebih lanjut.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana kinerja gelombang yang terjadi di daerah Pantai Manembo-nembo dan Apakah arah angin dominan yang menyebabkan terjadinya gelombang di Pantai Manembo-nembo serta bagaimana menganalisis karakteristik Gelombang di daerah Pantai Manembo-nembo.

C. Lingkup Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini, masalah dibatasi pada:

1. Analisis hanya dilakukan di pantai Manembo-nembo, Kecamatan Girian, Kota Bitung, Provinsi Sulawesi Utara
2. Karakteristik gelombang yang ditinjau adalah tinggi gelombang, periode gelombang, refraksi dan transformasi gelombang
3. Data angin yang dipakai adalah data angin 5 tahun terakhir
4. Mengabaikan faktor-faktor bencana alam tertentu seperti tsunami dan lain-lain.

D. Tujuan Penelitian

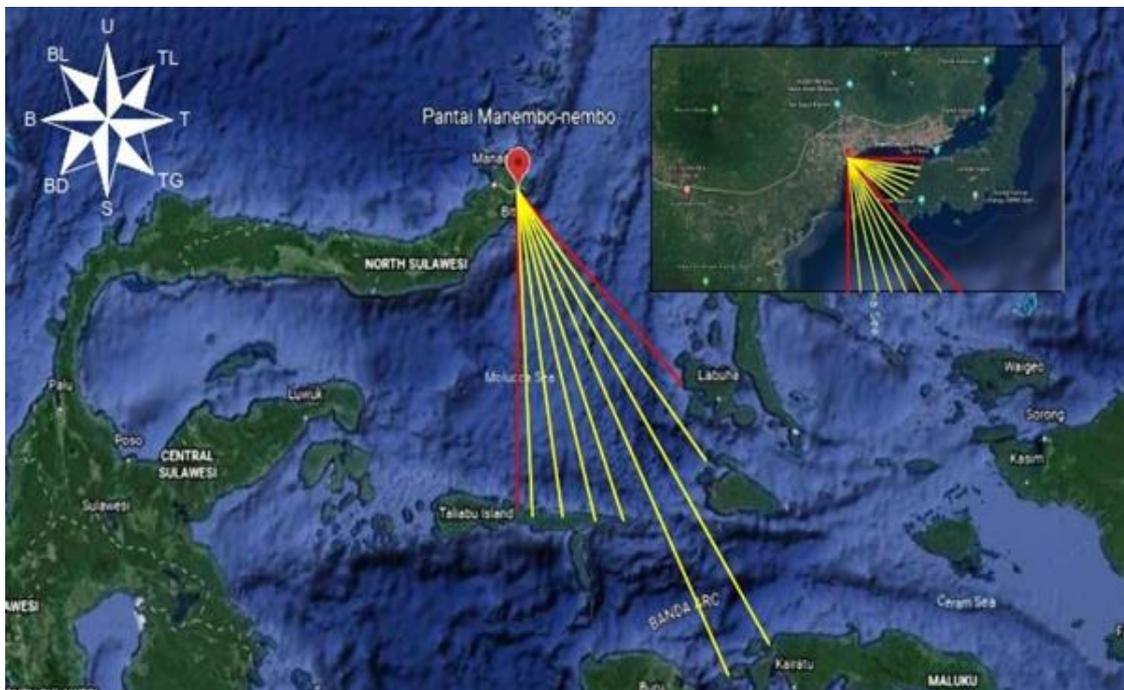
Untuk mengetahui kinerja gelombang di pantai Manembo-nembo serta mengetahui arah angin dominan apa yang mempengaruhi terjadinya gelombang di pantai Manembo-nembo dan untuk memperoleh karakteristik gelombang berupa tinggi gelombang, periode gelombang, gelombang pecah,

koefisien difraksi, koefisien refraksi, dan koefisien shoaling.

E. Manfaat Penelitian

Kiranya hasil dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh dan meningkatkan pengetahuan mengenai teknik pantai khususnya dalam melakukan penelitian terhadap gelombang dan kerusakan pantai.
2. Sebagai bahan referensi di bidang rekayasa pantai khususnya dalam mempelajari karakteristik gelombang.
3. Sebagai sumber literatur bagi khasanah ilmu pengetahuan dalam mengkaji atau meneliti lebih lanjut tentang gelombang di pantai Manembo-nembo



Gambar 1. Fetch Arah Timur, Tenggara, Selatan

II. METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada daerah Pantai Manembo-nembo, Kecamatan Matuari, Kota Bitung, Provinsi Sulawesi Utara. Lokasi penelitian ini tepatnya berada pada posisi 10° 25' 46" N dan 125° 07' 42" E.

2. Metode Pengumpulan data

• Data primer

Survey data primer adalah pengumpulan data utama melalui survey langsung di lapangan untuk mendapatkan data akurat yang terjadi di lokasi studi

• Data sekunder

Pengumpulan data – data sekunder pada prinsipnya dilaksanakan dengan cara mengunjungi lembaga – lembaga atau instansi – instansi terlibat sebagai sumber data untuk dimintai keterangan dan bahkan data – data yang berhubungan dengan studi ini, ataupun dengan menggunakan software – software penunjang. Data – data yang dimaksud meliputi:

- Data kecepatan angin minimal 5 tahun terakhir, didapat dari BMKG Maritim Bitung.
- Peta dunia dari software Google Earth.
- Foto udara dari software Google Earth.
- Peta dan Data Batimetri.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Fetch Efektif

Perhitungan Fetch arah Timur:

Panjang garis fetch untuk sudut 0° adalah 372.2217 km adalah jarak sebenarnya yang didapatkan dengan bantuan Software Google Earth, Google Maps dan AutoCAD 2020. Namun sesuai persyaratan, jika panjang fetch melebihi 200 km, maka dianggap panjang fetch sama dengan 200 km. Karena panjang fetch untuk Timur tenggara untuk sudut 0° adalah 373.2217 km, maka dianggap panjang fetchnya sama dengan 200 km.

Nilai dari cosines 0 adalah 1, maka:

$$F \cos(\alpha) = 200.0000 \times 1 = 200.0000 \text{ km}$$

B. Pengelolaan Data Angin

Data angin yang dianalisa adalah data kecepatan dan arah angin maksimum harian dalam selang waktu 5 tahun terakhir, yakni tahun 2016-2020.

C. Perhitungan Factor Tegangan Angin

Langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan nilai U_A (Perhitungan pada data angin bulan agustus 2020) diuraikan berikut.

Koreksi terhadap elevasi

Data angin diambil dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Bitung yang diukur dari ketinggian + 10 m dari permukaan laut

$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{Z} \right)^{1/7}$$

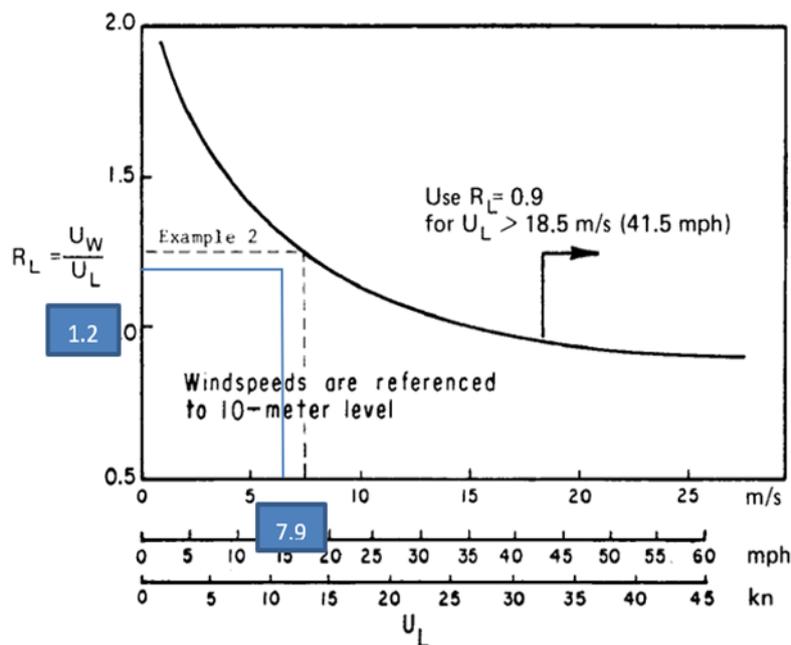
dimana: $U_z = 7.900 \text{ m/dets}$, $Z = 10 \text{ m}$

Sehingga:

$$U_{10} = 7.900 \left(\frac{10}{10} \right) = 7.90 \text{ met/det}$$

Koreksi Terhadap Stabilitas dan Efek Lokasi

Karena tidak ada data perbedaan rata-rata suhu udara dan air laut, maka diambil $R_T = 1,1$



Gambar 2. Grafik Pembacaan Rasio Aplikasi R_L $U_A = 10.43 \text{ m/det}$

D. Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang

Langkah-langkah perhitungan hindcasting gelombang untuk mendapatkan nilai H_o dan T_o adalah sebagai berikut:

Diambil perhitungan data bulan Agustus 2020

- Karena Termasuk Open Water

Hitunglah nilai t_{fetch} .

$$F_{eff} = 200 \text{ km}$$

$$= 200000 \text{ m (Arah Timur Tenggara)}$$

$$U = 10.43 \text{ m/det}$$

$$g = 9.81 \text{ m/det}^2$$

$$t_i = 6 \text{ jam (21600 det)}$$

Pengukuran data angin harian maksimum per 6 jam dari BMKG Bitung

$$t_{fetch} = 68.8 \frac{200000^{\frac{2}{3}}}{9.18^{\frac{1}{3}} 10.43^{\frac{1}{3}}}$$

$$t_{fetch} = 74157.76 \text{ det}$$

- Karena $t_{fetch} > t_i$ maka kondisi gelombang termasuk Duration Limited.

Hitung nilai H_o dan T_o

$$H_o = 1.127 \text{ m}$$

$$T_o = 4.513 \text{ det}$$

- Kontrol apakah kondisi fully developed atau non fully developed

Hasil yang diperoleh tidak memenuhi syarat kondisi fully developed, maka gelombang tersebut termasuk gelombang non fully developed. Sehingga H dan T yang dipakai adalah:

$$H = 1.127 \text{ m}$$

$$T = 4.513 \text{ det}$$

E. Rekapitulasi Arah, Tinggi, dan Periode Gelombang Dari Masing-masing Fetch Berdasarkan Hindcasting Gelombang Tahun 2016-2020 menghasilkan

$$H = 1.1265$$

$$T = 4.513$$

F. Analisa Transformasi Gelombang

Hitung Panjang gelombang laut dalam dengan rumus:

$$L_o = 1.56T^2$$

$$L_o = 1.56 \times 4.513^2$$

$$= 31.7728 \text{ m}$$

Hitung nilai α

$$d/L_o = 10/31.7728$$

$$= 0.31473$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/L_o = 0.31473

Cepat rambat gelombang:

$$C_o = 7.0403 \text{ m/det}$$

$$C = 6.8085 \text{ m/det}$$

$$\sin \alpha = \frac{6.8085}{7.0403} \times \sin 90$$

$$= 0.9671$$

$$\alpha = 75.25^\circ$$

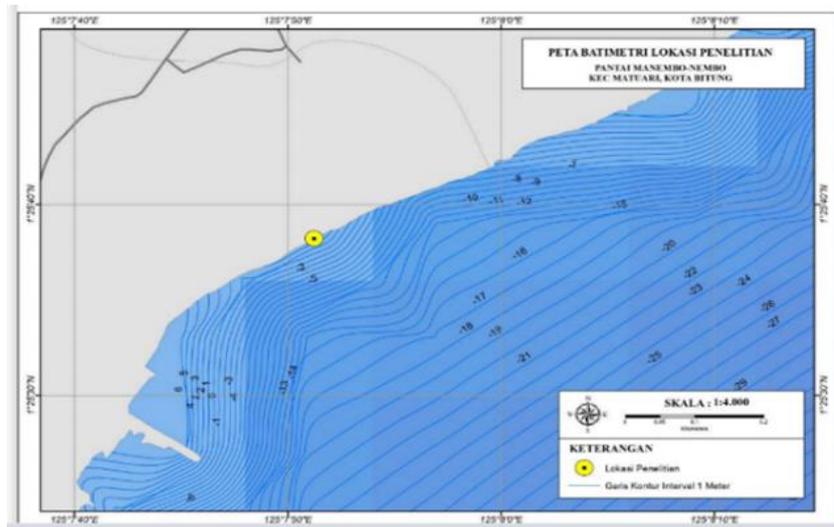
G. Menghitung nilai koefisien Refraksi (Kr)

$$K_r = \sqrt{\frac{90^\circ}{75.25^\circ}}$$

$$= 1.0936$$

H. Menghitung Koefisien Shoaling (Ks), Koefisien Pendangkalan

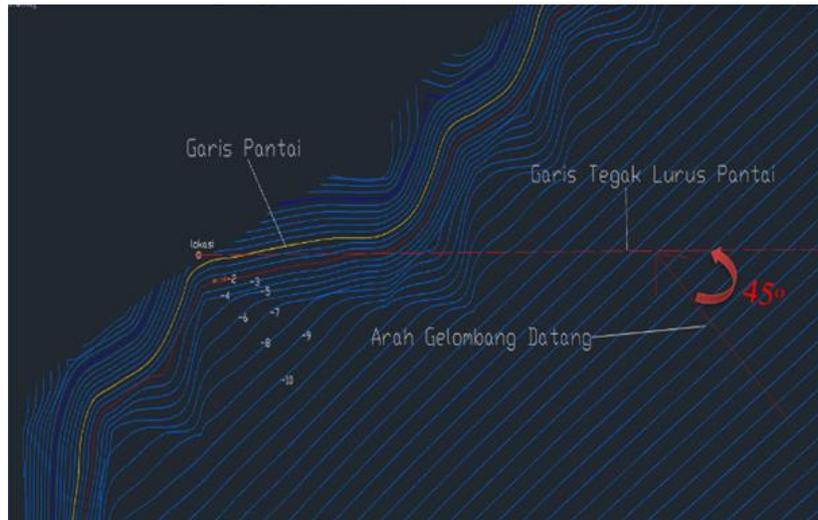
$$K_s = 0.9095$$



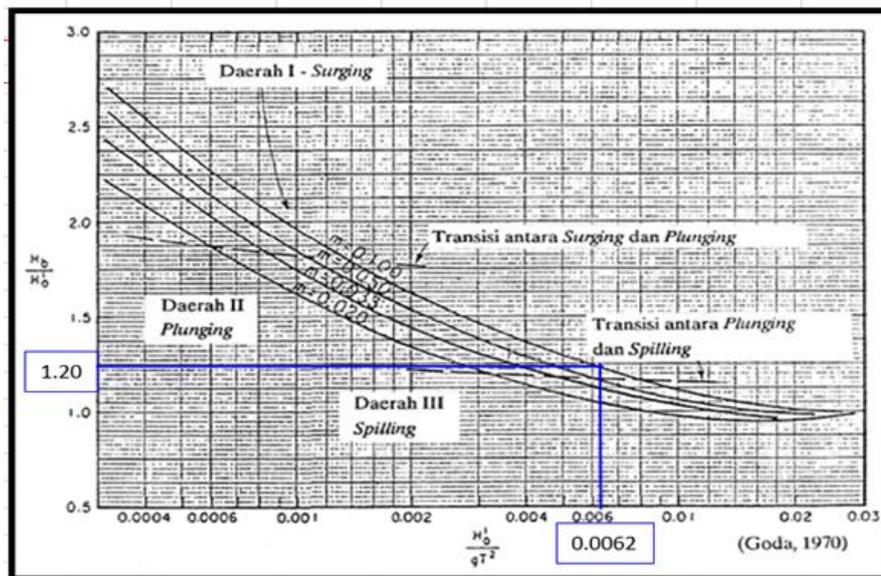
Gambar 3. Peta Batimetri Pantai Manembo-nembo



Gambar 4. Peta Batimetri Pantai Manembo-nembo (sumber: Google Earth)



Gambar 5. Pembelokan Gelombang Sesuai Arah Datang Gelombang Maksimum



Gambar 6. Penentuan Gelombang Pecah

I. Perhitungan Tinggi Gelombang Pecah

$H'o = 1.2319$
 $H'o/gT^2 = 0.0062$

Nilai H_b didapat dari hasil plot antara nilai $H'o/gT^2$ dan kemiringan pantai (m) pada grafik “Penentuan Tinggi Gelombang Pecah, Bambang Triatmodjo, “Teknik Pantai”

Plot pada grafik untuk:

$H'o/gT^2 = 0.0062$ dan $m = 0.01$
 $H_b/H'o = 1.20$
 $H_b = 1.20 \times H'o$
 $= 1.20 \times 1.2319$
 $= 1.4783 \text{ m}$

Dari grafik hubungan antara Tinggi Gelombang Pecah, Tinggi Gelombang Ekuivalen ($H'o$), dan $H_b/H'o$ dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai tinggi gelombang ekuivalen ($H'o$) maka semakin besar

pula nilai $H_b/H'o$ yang akan di dapat, sehingga semakin besar nilai ($H'o$) dan $H_b/H'o$ nilai gelombang pecah juga semakin besar. Dan perlu diketahui nilai $H'o$ di dapat dari nilai kecepatan angin harian yang di rata-ratakan menjadi kecepatan angin bulanan sehingga di dapat nilai tinggi gelombang maksimumnya.

J. Menghitung Kedalaman Gelombang Pecah

$H_b/gT^2 = 0.0074$
 $db/H_b = 1.2$
 $db = db/hb \times H_b$
 $= 1.2 \times 1.4783 \text{ m}$
 $= 1.7739 \text{ m}$

Dari grafik hubungan Antara Kedalaman Gelombang Pecah, Tinggi Gelombang Pecah (H_b), dan db/H_b dapat kita lihat bahwa semakin besar nilai tinggi

gelombang pecah (H_b) maka semakin besar pula nilai db/hb yang di dapat. Sehingga semakin besar nilai tinggi gelombang pecah (H_b) dan nilai db/hb maka semakin besar pula nilai kedalaman gelombang pecah (db) yang didapat.

Perhitungan selisih antara tinggi gelombang pecah dan kedalaman gelombang pecah

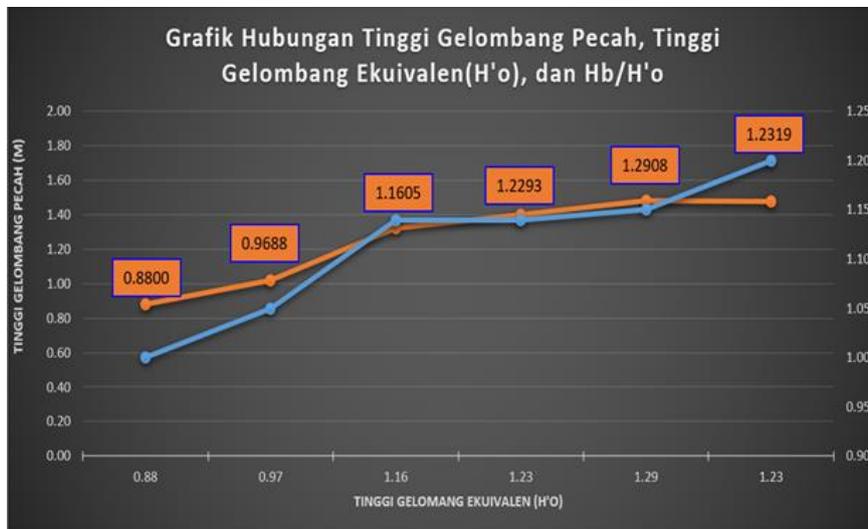
$$H_b/db = 1.4783/1.7739$$

$$H_b/db = 0.8333 \text{ m}$$

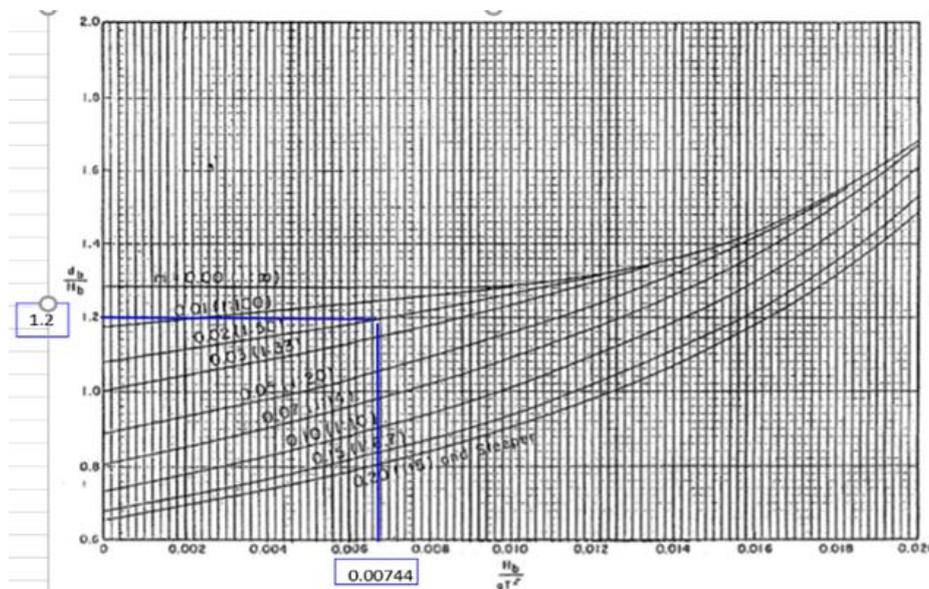
K. Data Perbandingan Dengan Penelitian 2020 Perbandingan Gambar Fetch

Dari kedua gambar fetch dalam penelitian tahun 2020 dan 2022 ini mempunyai kesamaan di karenakan lokasi penelitian untuk keperluan tugas akhir merupakan lokasi yang sama, hal mendetail yang membuat kedua gambar fetch di atas sama yaitu arah

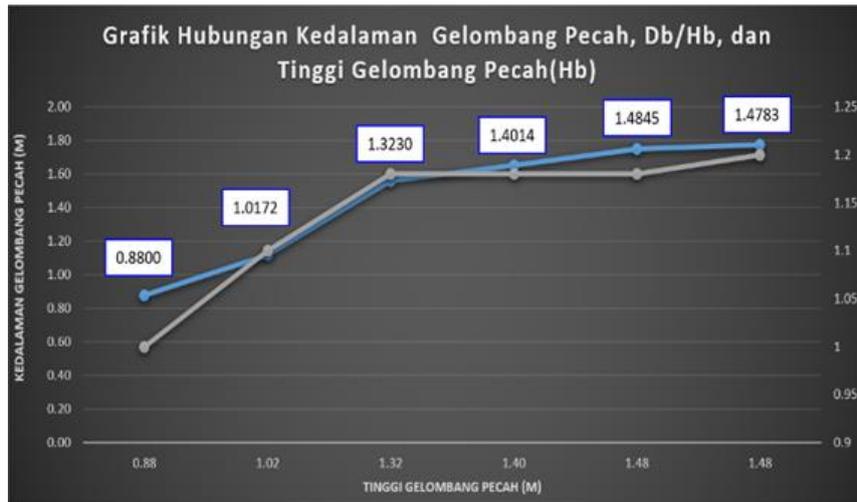
angin yang mempengaruhi terjadinya gelombang menuju lokasi penelitian adalah arah angin yang sama yaitu berasal dari arah E (Timur), S (Selatan), dan SE (Tenggara). Arah angin lain akan diabaikan dan diberi “value“ 0. Selain mempunyai kesamaan gambar di atas juga memiliki perbedaan, perbedaan ini di karenakan pada gambar fetch pada penelitian tahun 2020 garis fetch pada arah Tenggara dan Selatan tidak di tarik sampai menyentuh daratan terdekat, berbeda dengan gambar fetch pada penelitian tahun 2022 garis fetch di tarik sampai menyentuh daratan di depannya sesuai dengan arah angin. Dari tabel perhitungan fetch 2022 kita dapat melihat bahwa fetch efektif yang di peroleh melebihi 200 km, maka sesuai dengan syarat perhitungan fetch jika panjang fetch melebihi 200 km, maka dianggap panjang fetch sama dengan 200 km (Triatmodjo,1999).



Gambar 7. Hubungan Antara Tinggi Gelombang Pecah, Tinggi Gelombang Ekuivalen ($H'o$), dan $H_b/H'o$



Gambar 8. Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah



Gambar 9. Hubungan Antara Kedalaman Gelombang Pecah (db), Tinggi Gelombang Pecah (Hb), dan db/H

L. Data Perbandingan Perhitungan Tinggi Dan Kedalaman Gelombang Pecah

Hasil penelitian 2020

$$H_b = 1.25 \times H_o$$

$$H_b = 0.606 \text{ m}$$

Pada kedalaman 0.667 m

Hasil penelitian 2022

$$H_b/H'o = 1.20$$

$$H_b = (H_b/H'o) \times H'o$$

$$= 1.20 \times 1.2319$$

$$= 1.4783 \text{ m}$$

$$H_b/gT^2 = 1.4783/9.81 \times 4.5130^2$$

$$= 0.0074$$

$$db/H_b = 1.2$$

$$db = db/hb \times hb$$

$$= 1.2 \times 1.4783$$

$$= 1.7739 \text{ m}$$

Dari perhitungan tinggi dan kedalaman gelombang pecah di atas dapat disimpulkan bahwa pada penelitian di tahun 2020 tinggi gelombang pecah yang di dapat adalah 0.606 m pada kedalaman 0.667 m, sedangkan pada penelitian di tahun 2022 tinggi gelombang pecah yang di dapat 1.4783 m pada kedalaman 1.7739 m. Penyebab dari perbedaan ini yaitu pada penelitian di tahun 2020 diambil data tinggi dan periode gelombang pada satu hari di tanggal 25 agustus tahun 2018, berbeda dengan penelitian di tahun 2022 data tinggi dan periode gelombang di ambil berdasarkan arah datang gelombang maksimum tiap bulan pada tahun 2020 yaitu di bulan agustus dikarenakan pada bulan agustus tahun 2020 tinggi dan periode gelombang cukup tinggi. Ada pun penyebab lain dari perbedaan ini yaitu pada penelitian yang di lakukan sebelumnya di tahun 2020 menggunakan software genesis cerdas.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap Pantai Manembo-nembo, dapat disimpulkan sebagai berikut hasil pengamatan, fetch yang didapatkan berasal dari tiga arah yaitu, timur, tenggara, dan selatan. jadi dari penentuan fetch inilah di peroleh tiga arah pembentukan gelombang akibat angin. Pantai Manembo-nembo memiliki sifat angin minimum yaitu termasuk dalam kategori angin Lemah yang membentuk gelombang kecil menuju Panjang dan sifat angin maksimumnya adalah kategori Angin Kencang yaitu gelombang besar mulai terbentuk dengan beberapa percikan air laut. Pada pantai Manembo-nembo ini diperoleh hasil data angin maksimum tiap arah pada tahun 2020 dominan pada arah selatan yang terjadi pada bulan Agustus.

Hasil analisis karakteristik gelombang

Tinggi Gelombang	= 1.1265 m
Periode Gelombang	= 4.5130 det
koefisien refraksi	= 1.0936
koefisien shoaling	= 0.9095
Tinggi gelombang pecah	= 1.4783 m
Kedalaman gelombang pecah	adalah 1.7739 m pada jarak 16,55 m dari pesisir

B. Saran

Selain data karakteristik gelombang masih diperlukan juga data-data lain contohnya data pasang surut air laut di pantai manembo-nembo ini, agar dapat diketahui tipe bangunan pengaman pantai apa yang bisa di bangun di pantai ini agar aktifitas nelayan dan masyarakat sekitar pantai tidak terganggu.

KUTIPAN

- [1] CERC. 1984. *Shore Protection Manual*. US Army Coastal Engineering, Research Center. Washington. Hal.11,12,15,17,,20,21.
- [2] Danial,M,M. 2008. *Rekayasa Pantai*.Alfabeta.Bandung. hal.12,13,26.
- [3] Monding G. A. 2021. Arthur H. Thambas, Tommy Jansen. *Analisis karakteristik gelombang di pantai pulisan kecamatan likupang minahasa utara*. **Skripsi S1**, Program Studi Teknik Sipil, Manado: Universitas Sam Ratulangi. Hal. 13,14,15,16,19,20,21,22,23.
- [4] Tantry N. 2020. Arthur H. Thambas, Tommy Jansen. *Perubahan garis pantai Girian Bawah kota Bitung akibat gelombang*. **Skripsi S1**, Program Studi Teknik Sipil, Manado: Universitas Sam Ratulangi. Hal. 30,34,35,37,38,40,41,42,43,44.
- [5] Thambas A. H, 2007. Bahan Ajar, “*Rekayasa Pantai Dan Muara*”. Manado
- [6] Triatmodjo, B. 1999. *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset. Yogyakarta. Hal. 88,94,95,96,101,116,117,118.
- [7] Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.