

Analisis Tinggi *Revetment* Dengan Dimensi Yang Sesuai Agar Tidak Mengalami *Overtopping* Di Negeri Rutah Kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah

Erdin Calvin Leuwol¹, N. Retraubun², Ch. Joseph³

¹*Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake – Ambon
Gmail : erdinleuwol1@gmail.com*

^{2,3}*Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon
Gmail : Nikolasretraubun@gmail.com*

Abstract

Rutah village, Amahai District, Central Maluku Regency is one of the impacts of problems that occur in coastal areas where the transportation route is damaged due to overtopping. The condition of the *Revetment* in Rutah Country with a height of 1 m is still unable to withstand the magnitude of the waves. This encourages the author to conduct research and analysis of these problems. With tide data and wind data obtained from BMKG Amahai and processed using formula approaches. After analyzing and calculating, the magnitude of the breaking waves that occurred in Rutah Country, Amahai District, Central Maluku Regency was $H_b = 2.890$ m, $L_b = 0.120$ m and $d_b = 2.139$ m. For *Revetment* in Rutah Country, an additional height must be made by 40 cm so that *Revetment* in Rutah country becomes 1.40 cm.

Keywords: Alternative, Overtopping, *Revetment*

1. PENDAHULUAN

Pantai merupakan salah satu kawasan hunian atau tempat tinggal paling penting di dunia. Secara umum pantai adalah suatu bentuk geografis yang berada pada daerah pesisir laut. Daerah pantai menjadi batasan antara daratan dan lautan. Panjang pantai di Indonesia kurang lebih 99.093 km dan merupakan pantai terpanjang kedua di dunia setelah Kanada. Dengan jumlah pulau mencapai 17.500, kerusakan yang terjadi pada daerah pantai sering dipengaruhi oleh faktor-faktor alamiah seperti arus pantai, angkutan sedimen pantai, perubahan kenaikan muka air laut dan gelombang Laut. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk. (PROF. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo, CES., 2016).

Maluku adalah salah satu Propinsi tertua di Indonesia yang merupakan bagian dari gugusan kepulauan dengan panjang pantai kurang lebih 10.662 km. Propinsi Maluku terdiri dari 11 Kabupaten/Kota, Pulau Seram, kecamatan Amahai, kabupaten Maluku tengah Negeri Rutah merupakan salah objek lokasi penulisan ini, Rutah merupakan salah satu Negeri yang terletak di pesisir pantai. *revetment* di Negeri Rutah memang sudah dibuat oleh pemerintah setempat dengan tujuan mengurangi dampak dari gelombang. Tetapi kenyataannya masih terjadi *Overtopping*. *Overtopping* ialah meluapnya air melewati *revetment* yang menyebabkan kerusakan pada daratan. dampak *overtopping* pada Negeri Rutah yaitu terjadi kerusakan pada *revetment*, dan daerah yang membatasi antara

perairan dengan jalan raya sehingga terjadi kerusakan pada jalan raya.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Definisi Pantai

Pantai adalah jalur yang merupakan batas antara darat dan laut, diukur pada saat pasang tertinggi dan surut terendah, dipengaruhi oleh fisik laut dan sosial ekonomi bahari, sedangkan kearah darat dibatasi oleh proses alami dan kegiatan manusia di lingkungan darat. (PROF. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo, CES., 2016)

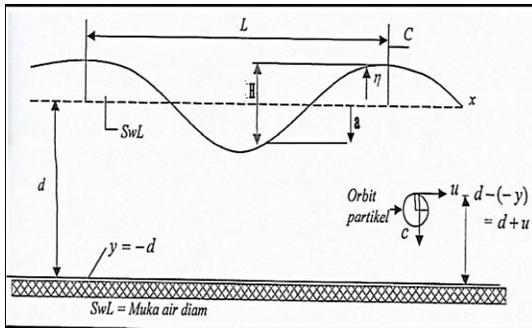
Pantai merupakan gambaran nyata interaksi antara air, gelombang dan material (tanah) dari suatu tempat ke tempat lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya lagi di daerah lain secara terus – menerus. Dengan kejadian ini menyebabkan perubahan garis pantai. Dalam kondisi normal, pantai selalu bisa menahan gelombang dan mempunyai pertahanan alami (*sand dune*, hutan bakau dan terumbu karang) untuk melindungi diri dari serangan arus dan gelombang.

2.2. Gelombang

Gelombang laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitannya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik bendabenda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi,

gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung berapi atau gempa di laut, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal dan sebagainya. (elhusna, S.T., 2013).

Pasang surut juga merupakan faktor penting karena bisa menimbulkan arus yang cukup kuat terutama di daerah sempit, misalkan di teluk, estuary, dan muara sungai. Selain itu elevasi muka air pasang dan air surut juga penting untuk merencanakan bangunan pantai (Bambang Triatmodjo, 2012)



Gambar .1 Defenisi Gelombang, (Bambang Triatmodjo, 2012)

Keterangan:

- d : jarak antara muka air merata dan dasar laut.
- $\eta(x,t)$: Fluktuasi muka air terhadap muka air diam.
- a : Amplitudo gelombang
- H : Tinggi Gelombang
- T : Periode gelombang yaitu interval waktu yang diperlukan oleh partikel air Untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya
- L : Panjang gelombang yaitu jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan.
- C : Kecepatan rambat gelombang = L/T
- K : Angka gelombang = $2\pi/L$.
- σ : Frekuensi gelombang

2.3. Karakteristik Gelombang

Gelombang adalah salah satu bentuk energi yang dapat membentuk pantai, menimbulkan arus dan tranспор sedimen. Secara umum bentuk gelombang di alam sangatlah kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena ketidaklinieran, tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang random dengan pengertian suatu deret gelombang mempunyai tinggi dan periode yang berbeda (PROF. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo, CES., 2016)

2.4. Gelombang Pecah (Wave Breaker)

Gelombang yang menjalar dari laut dalam dan menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Pengaruh kedalaman laut mulai terasa pada kedalaman yang lebih kecil dari setengah kali panjang gelombang. Di

laut dalam profil gelombang adalah *sinusoidal* (semakin menuju ke perairan yang lebih dangkal puncak gelombang semakin tajam dan lembah gelombang semakin datar) Selain itu kecepatan dan panjang gelombang berkurang secara berangsur-angsur sementara tinggi gelombang bertambah.

Gelombang pecah dapat di bedakan menjadi tiga tipe berikut ini:

1. *Spilling*
2. *Plunging*
3. *Surging*

Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang, sehingga tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan persamaan:

$$\frac{H_b}{H'_0} = \frac{1}{3,3(H'_0/H_0)^{1/3}} \dots\dots\dots(1)$$

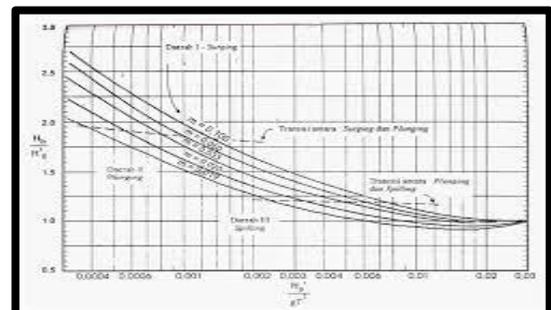
Kedalaman air dimana terjadi gelombang pecah adalah:

$$d_b = \frac{H_b}{b(aH_b/gT^2)} \dots\dots\dots(2)$$

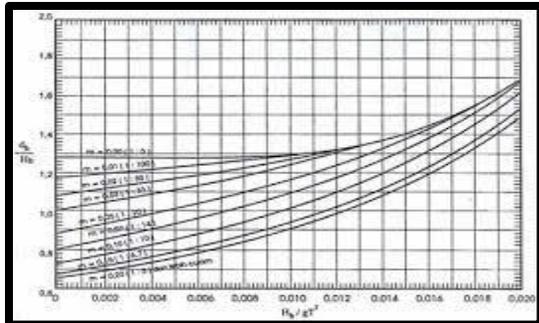
Di mana:

- H_b : tinggi gelombang pecah
- H'_0 : tinggi laut dalam ekuivalen
- d_b : kedalaman air saat gelombang pecah
- g : percepatan gravitasi
- T : periode gelombang

Sudut datang gelombang pecah dihitung berdasarkan analisis refraksi pada kedalaman dimana terjadi gelombang pecah. Gambar 2 adalah grafik yang dibuat Goda yang memberikan hubungan antara H_b / H'_0 dan H'_0 / gT^2 untuk berbagai kemiringan dasar pantai. sedangkan Gambar 2.7 adalah grafik hubungan antara d_b / H'_0 dan H_b / gT^2 .



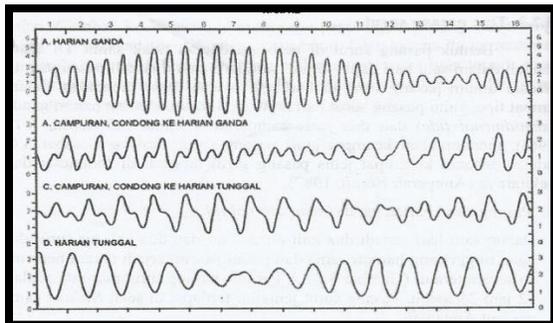
Gambar 2. Grafik Penentuan tinggi gelombang pecah (Triatmodjo, 2012).



Gambar 3 Grafik Penentuan kedalaman gelombang pecah (Triatmodjo, 2012).

2.5. Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi (gerakan naik turunnya) muka air laut secara berirama karena adanya gaya tarik bendabenda di langit, terutama bulan dan matahari terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap massa air laut di bumi lebih besar dari pada gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut ada 2,2 kali lebih besar dari pada gaya tarik matahari (Jasin & Jansen, 2019).



Gambar 4. Tipe Pasang Surut (Triatmodjo, 2012)

2.6. Fetch

Fetch merupakan daerah dimana kecepatan dan arah angin adalah konstan. Jika perubahan arah angin tidak lebih dari 15°, maka masih dianggap konstan. Sama halnya dengan kecepatan angin yang masih dianggap konstan jika perubahannya tidak lebih dari 5 knot (2,5 m/dtk) terhadap kecepatan rerata (Triatmodjo, 2012).

Di alam tinjauan pembangkit gelombang di laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan mengelilingi laut. Di 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. Fetch rerata efektif di berikan dengan persamaan :

$$F_{eef} = \frac{\sum Xi \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

F_{eef} : Fetch rerata efektif

Xi : Panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch

α : deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.



Gambar 5. Peta panjang fetch (Yuwono, 1982).

2.7. Angin

Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya 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, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, maka semakin besar gelombang yang terbentuk.

Untuk menghitung peramalan gelombang biasanya memakai kecepatan angin pada ketinggian 10 m, tetapi jika kecepatan angin tidak diukur pada ketinggian tersebut maka perlu dikoreksi berdasarkan ketinggian dengan menggunakan persamaan (4) sebagai berikut :

$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{Z} \right)^{1/7} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

U_{10} = kecepatan angin pada ketinggian 10 m (m/detik).

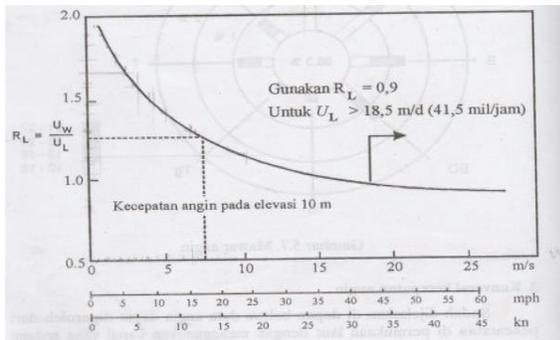
U_z = kecepatan angin pada ketinggian Z m (m/det).

Z = ketinggian pengukuran (m).

Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan, padahal didalam rumus-rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah yang ada dipermukaan laut. Oleh karena itu diperlukan

transformasi dari data angin yang ada di atas daratan yang terdekat dengan lokasi studi ke data angin diatas permukaan laut. Hubungan antara angin diatas laut dan angin diatas daratan terdekat diberikan oleh $R_L = U_w/U_L$ seperti dalam Gambar 5.

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data di permukaan laut pada lokasi pembangkitan. Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur melalui katulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau 1 knot = 1,852 km/jam = 0,5 m/d.



Gambar 6. Gambar antara kecepatan angin dan darat
Sumber: (Bambang Triatmodjo, 2012)

Dalam peramalan gelombang dengan menggunakan grafik dan persamaan yang ada berdasarkan *SPM (Shore Protection Manual), 1984* maka kecepatan angin harus dirubah kedalam *Wind Stress Factor UA*, dengan menggunakan persamaan (5) sebagai berikut :

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

U = kecepatan angin (m/det)

UA = Wind Stress Factor

Dengan demikian dapat menentukan tinggi gelombang signifikan (H_s), periode signifikan (T_s), lama hembusan angin (t) dengan menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut :

Fetch limited :

$$H_s = 5,112 \times 10^{-4} U_A F^{1/2} \dots\dots\dots (6)$$

$$T_s = 6,23 \times 10^2 (U_A F)^{1/3} \dots\dots\dots (7)$$

$$t = 3,125 \times 10^{1/3} \left(\frac{F^2}{U_A} \right)^{1/3} \dots\dots\dots (8)$$

2.8 Overtopping

Limpasan yang terjadi didaerah pantai dan melewati bangunan pelindung, merupakan salah satu penyebab abrasi. Abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Abrasi biasanya disebut juga erosi pantai. Kerusakan garis pantai akibat abrasi ini dipacu

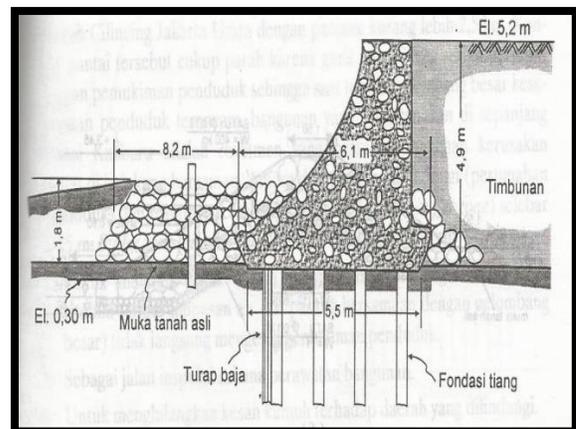
oleh terganggunya keseimbangan alam daerah pantai tersebut.

2.9 Revetment

Revetment adalah bangunan berupa dinding penahan gempuran gelombang yang ditempatkan disepanjang kawasan yang akan dilindungi. Penggunaan *Revetment* dimaksudkan untuk memperkuat tepi pantai agar tidak terjadi pengikisan akibat gempuran gelombang. Tetapi bila dinding penahan tidak direncanakan dengan baik, bangunan tersebut dapat cepat rusak terutama kerusakan pada bagian kaki. Karena itu pada bagian dasar perlu dirancang suatu struktur pelindung erosi yang cukup baik.

Secara kasar profil *Revetment* dapat dikelompokkan dalam bentuk: vertikal, miring, lengkung cembung, dan lengkung cekung.

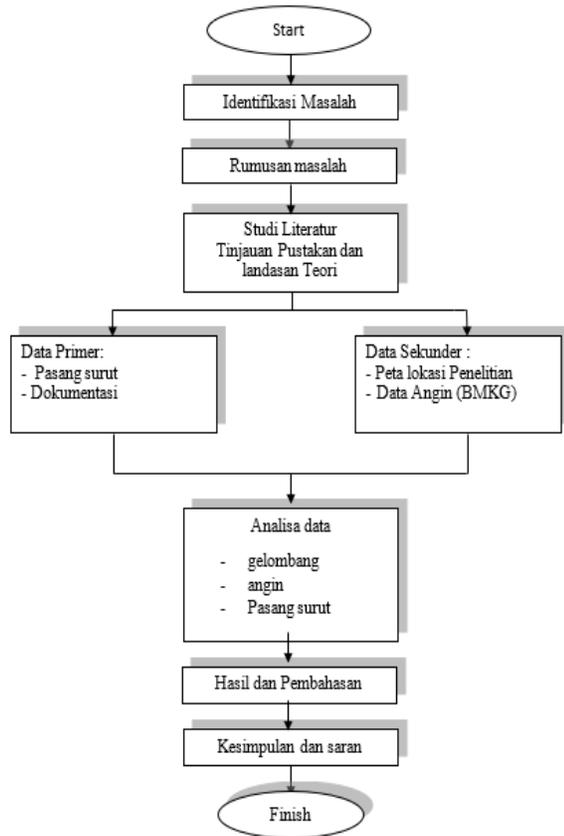
- a. Struktur dinding yang vertical kurang efektif menahan hempasan gelombang terutama *overtopping* dibanding dengan dinding cekung. Pemakaian dinding vertical dapat mempercepat *scouring* di kaki *seawall* (pada air dangkal). namun struktur ini sangat murah dan cepat pengerjaanya (*sheet pile*).
 - b. Struktur dinding miring yang terdiri dari tumpukan batu sangat efektif untuk menyerap dan menghancurkan gelombang, mereduksi *run-up*, *overtopping* dan *scour*. Dinding cembung dan miring kurang efektif untuk mereduksi *run-up* dan *overtopping*.
 - c. Struktur dinding cekung merupakan srtuktur yang paling efektif mereduksi *overtopping* gelombang jika angin laut tidak begitu keras. Jika puncak struktur akan digunakan sebagai jalan maka desain ini merupakan bentuk yang terbaik untuk melindungi puncak dan mereduksi hempasan air.
- Salah satu bentuk reventmen dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7. Salah Satu Bentuk *Revetment* (Bambang Triatmodjo, 2012)

3. METODOLOGI PENELITIAN

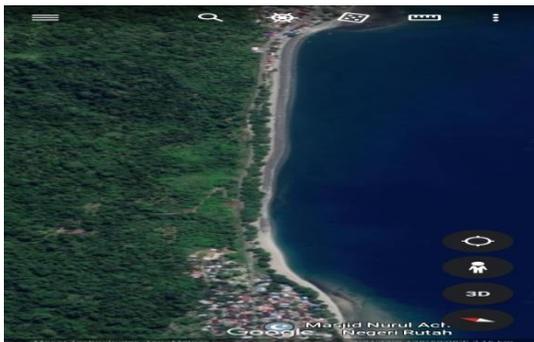
3.1. Bagan Alur Penelitian



Gambar 8. Bagan Alur Penelitian

3.2. Waktu Penelitian dan Lokasi Penelitian

Penelitian yang diperlukan untuk pengambilan data-data dalam penulisan tugas akhir memerlukan waktu yang cukup. Untuk itu penentuan waktu penelitian juga berdasarkan musim gelombang yang terjadi pada Negeri Rutah. Untuk pengambilan data maka lokasi yang dituju dapat dilihat pada gambar 9 yaitu pada kawasan Negeri Rutah, Kecamatan Amahai, Kabupaten Maluku Tengah.



Gambar 9. Peta Lokasi, (googlemap)

3.4. Teknik Pengumpulan Data

- a) Data Primer : Adalah data yang diperoleh dengan cara melakukan pengukuran langsung di lapangan : Pasang Surut
- b) Data Sekunder : Data Angin dari BMKG

3.5. Teknik Analisa Data

Analisa data yang dilakukan yaitu melakukan proses perhitungan penentuan tinggi gelombang yang terjadi di lapangan dengan proses analisa sebagai berikut :

- a) Pengolahan data angin yang didapat dari BMKG menjadi mawar angin (skema feekusensi angin) dan dilanjutkan dengan perhitungan *fetch* untuk mengetahui arah angin terbanyak dan terbesar pada lokasi penelitian.
- b) Perhitungan pasang surut dan pengolahannya dengan menggunakan persamaan rumus *fetch* efektif menurut Triatmodjo (1999).
- c) Menghitung penentuan tinggi gelombang signifikan menggunakan hasil penjabaran dari perhitungan panjang *fetch* serta dengan menggunakan persamaan rumus yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan energi gelombang.
- d) Perhitungan perubahan garis pantai dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan CERC dengan memakai program Excel 2010 dan menghitung transport sedimen pantai dengan menggunakan rumus.

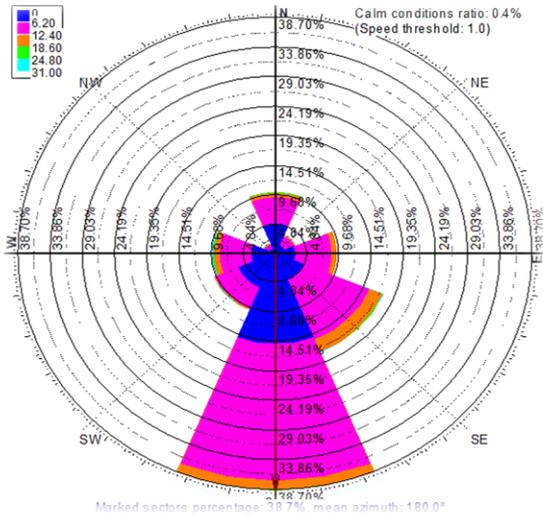
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Angin

Angin yang bergerak di atas permukaan laut akan menyalurkan energi ke air laut. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga permukaan air yang tenang akan terganggu dan menimbulkan gelombang kecil di atas permukaan air laut. Jika kecepatan angin bertambah besar dan berhembus terus menerus akan menimbulkan gelombang yang lebih besar terbentuk. Dalam penelitian ini data angin yang di pakai adalah data angin yang diperoleh dari stasiun badan meteorology klimatologi dan geofisika (BMKG) Amahai selama tahun 2009-2019. Data angin yang diperoleh ditulis dalam derajat sehingga dikonversikan kedalam delapan penjuru mata angin (Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat Daya, Barat, Barat Laut). Berikut arah angin yang dipakai sebagai acuan:

1. Utara ($337,5^\circ < U < 22,5^\circ$)
2. Timur Laut ($22,5^\circ < U < 67,5^\circ$)
3. Timur ($67,5^\circ < U < 112,5^\circ$)
4. Tenggara ($112,5^\circ < U < 157,5^\circ$)
5. Selatan ($157,5^\circ < U < 202,5^\circ$)
6. Barat Daya ($202,5^\circ < U < 247,5^\circ$)
7. Barat ($247,5^\circ < U < 292,5^\circ$)
8. Barat Laut ($292,5^\circ < U < 337,5^\circ$)

Berdasarkan data angin yang diperoleh, dalam sepuluh tahun terakhir, dominan kejadian angin yang terjadi adalah angin yang bertiup dari arah selatan dan tenggara.

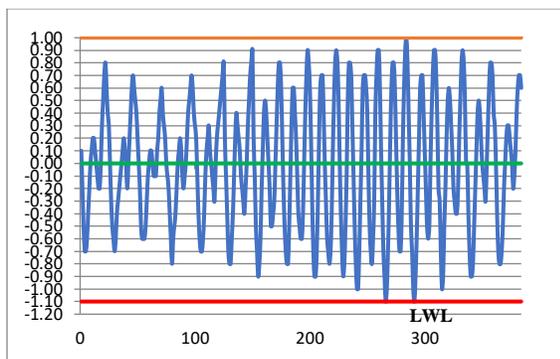


Gambar 10. Wind Rose (HydognomonSoftware)

4.2. Pasang Surut

Pasang surut adalah suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda benda astronomi terutama oleh matahari bumi dan bulan. Pengetahuan tentang pasang surut adalah penting didalam perencanaan bangunan pantai dan pelabuhan. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) sangat penting untuk merencanakan bangunan-bangunan tersebut.

Pengambilan data pasang surut di pantai Rutah Kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah. Proses pengambilan data dilakukan selama 15 hari terhitung sejak tanggal 10 – 25 September 2020. Hasil pencatatan tersebut digambarkan dalam grafik seperti terlihat pada gambar :



Gambar 11. Grafik Pasang surut (Sumber Hail Analisa)

Berdasarkan pengukuran pasang surut tersebut diperoleh beberapa elevasi muka air laut :

1. High Water Level : 2.50 m
2. Midle Water Level : 1.50 m
3. Low Water Level : 0.40 m

4.3. Analisa Panjang Fetch

Hembusan angin di atas permukaan air laut akan menyebabkan terjadi riak yang kecil dan semakin lama angin bertiup akan terjadi gelombang. Kecepatan angin dan arah datangnya angin sangat mempengaruhi besar gelombang yang terjadi.

Fetch merupakan jarak pengaruh hembusan angin yang dapat menimbulkan gelombang yang mulai diukur dari lokasi pantai yang akan ditinjau sampai dengan daratan yang sesuai dengan arah fetch berdasarkan derajat mata angin. Penentuan panjang fetch dilakukan sebagai berikut:

- a) Garis fetch ditarik setiap interval 3°.
- b) Panjang garis fetch diukur mulai dari lokasi peramalan gelombang sampai dengan daratan diujungnya.
- c) Setiap garis fetch dalam daerah suatu penjurur angin diproyeksikan ke arah penjurur tersebut.
- d) Fetch efektif diperoleh dengan membagi jumlah keseluruhan panjang proyeksi garis tersebut dengan cosinus sudutnya.

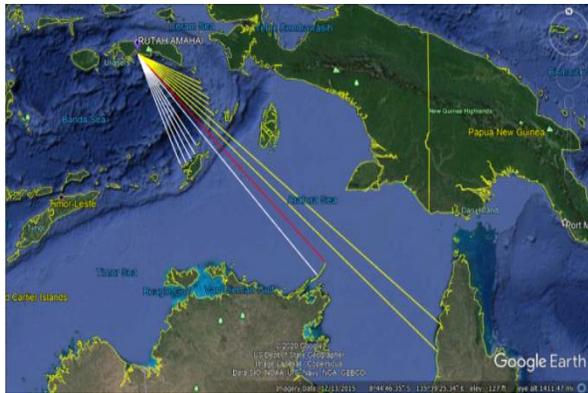
Hasil perhitungan panjang fetch efektif



Gambar 12. Panjang Garis Fetch Arah Selatan



Gambar 13. Panjang Garis Fetch Arah Barat Daya



Gambar 14. Panjang Garis Fetch Arah Tenggara

4.4. Penentuan tinggi gelombang

Tabel 1. Perhitungan Penentuan Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Arah Selatan.

| GELOMBANG SELATAN | | | | | | | |
|-------------------|--------|---------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|
| No | U | U | U _w | U _A | F _{eff} | H _s | T _s |
| | (knot) | (m/det) | | | | | |
| 1 | 2 | 1.03 | 1.75 | 1.41 | 623403.27 | 0.57 | 5.71 |
| 2 | 4 | 2.06 | 2.88 | 2.61 | | 1.05 | 6.99 |
| 3 | 6 | 3.09 | 3.40 | 3.20 | | 1.29 | 7.47 |
| 4 | 8 | 4.12 | 4.12 | 4.05 | | 1.64 | 8.08 |
| 5 | 10 | 5.15 | 4.38 | 4.36 | | 1.76 | 8.28 |
| 6 | 12 | 6.18 | 4.64 | 4.68 | | 1.89 | 8.47 |
| 7 | 14 | 7.21 | 5.05 | 5.20 | | 2.10 | 8.77 |
| 8 | 16 | 8.24 | 5.36 | 5.59 | | 2.26 | 8.98 |
| 9 | 18 | 9.27 | 5.56 | 5.86 | | 2.37 | 9.12 |

Tabel 2. Perhitungan Penentuan Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Arah Barat Daya

| GELOMBANG BARAT DAYA | | | | | | | |
|----------------------|--------|---------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|
| No | U | U | U _w | U _A | F _{eff} | H _s | T _s |
| | (knot) | (m/det) | | | | | |
| 1 | 2 | 1.03 | 1.75 | 1.41 | 116381.93 | 0.25 | 3.28 |
| 2 | 4 | 2.06 | 2.88 | 2.61 | | 0.46 | 4.02 |
| 3 | 6 | 3.09 | 3.40 | 3.20 | | 0.56 | 4.29 |
| 4 | 8 | 4.12 | 4.12 | 4.05 | | 0.71 | 4.64 |
| 5 | 10 | 5.15 | 4.38 | 4.36 | | 0.76 | 4.76 |
| 6 | 12 | 6.18 | 4.64 | 4.68 | | 0.82 | 4.87 |
| 7 | 14 | 7.21 | 5.05 | 5.20 | | 0.91 | 5.04 |
| 8 | 16 | 8.24 | 5.36 | 5.59 | | 0.98 | 5.16 |
| 9 | 18 | 9.27 | 5.56 | 5.86 | | 1.02 | 5.24 |

Tabel 3. Perhitungan Penentuan Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Arah Tenggara

| GELOMBANG TENGGARA | | | | | | | |
|--------------------|--------|---------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|
| No | U | U | U _w | U _A | F _{eff} | H _s | T _s |
| | (knot) | (m/det) | | | | | |
| 1 | 2 | 1.03 | 1.75 | 1.41 | 689037.16 | 0.6 | 5.9 |
| 2 | 4 | 2.06 | 2.88 | 2.61 | | 1.1 | 7.2 |
| 3 | 6 | 3.09 | 3.40 | 3.20 | | 1.4 | 7.7 |
| 4 | 8 | 4.12 | 4.12 | 4.05 | | 1.7 | 8.3 |
| 5 | 10 | 5.15 | 4.38 | 4.36 | | 1.9 | 8.6 |
| 6 | 12 | 6.18 | 4.64 | 4.68 | | 2.0 | 8.8 |
| 7 | 14 | 7.21 | 5.05 | 5.20 | | 2.2 | 9.1 |
| 8 | 16 | 8.24 | 5.36 | 5.59 | | 2.4 | 9.3 |
| 9 | 18 | 9.27 | 5.56 | 5.86 | | 2.5 | 9.4 |

4.5. Analisa Refraksi, Shoaling dan Gelombang Pecah

Berdasarkan tinggi gelombang (H_s) dan periode gelombang (T_s) pada hasil perhitungan di atas maka, dapat dihitung gelombang pecah dan refraksi gelombang dengan mengasumsikan kedalaman dasar laut (d) 3 meter.

Dari hasil perhitungan refraksi, maka diperoleh gelombang refraksi (H'₀) tertinggi yaitu 2,350 m, gelombang pecah (H_b) tertinggi 2,890 m, Panjang Gelombang Pecah (L_b) sebesar 0,120 m, celerity gelombang pecah (c_b) sebesar 1,092 m/det, dan kedalaman gelombang pecah (d_b) sebesar 2.139 m.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Analisa Refraksi

| Hasil Analisa Refraksi | Arah Selatan | Arah Barat Daya | Arah Tenggara |
|-----------------------------------------|--------------|-----------------|---------------|
| Tinggi gel. Refraksi (H' ₀) | 2.350 | 0.872 | 2.206 |
| Tinggi gel. Pecah (H _b) | 2.890 | 1.073 | 2.713 |
| Panjang gel (L _b) | 0.120 | 0.127 | 0.110 |
| Celerity gel. Pecah (c _b) | 1.092 | 0.665 | 1.036 |
| Kedalaman gel. Pecah (d _b) | 2.139 | 0.794 | 1.927 |
| Sudut Datang Gelombang | 10° | 50° | 40° |

4.6. Analisa ketinggian Revetment

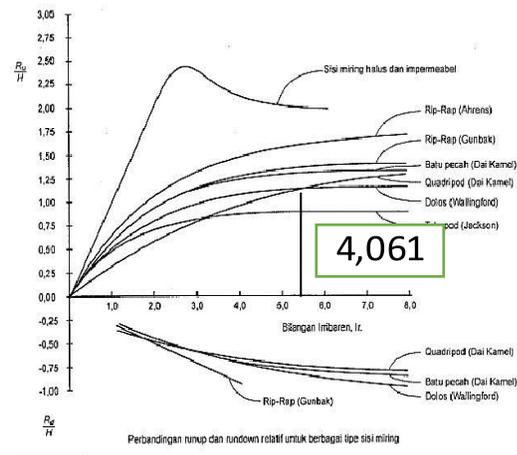
Perhitungan run up gelombang Berdasarkan data analisa pasang surut di atas, maka untuk mengukur ketinggian Revetment pada Negeri Rutah kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah ialah dengan menggunakan gelombang pecah arah Selatan yang dimana gelombang pecah arah selatan lebih besar di banding dengan gelombang pecah Arah Barat daya dan Tenggara.

$$I_r = \frac{tg\theta}{\left(\frac{H}{Lo}\right)^{0.5}} = \frac{\frac{1}{2}}{\left(\frac{2,350}{129,885}\right)^{0.5}} = 4,061 \text{ m}$$

Dimana :

- tgθ : $\frac{1}{2}$
- H : kedalaman gelombang pecah (m)
- Lo : panjang gelombang laut dalam (m)

Dengan grafik Run Up gelombang untuk Batu Pecah diperoleh nilai



Gambar 15. Grafik Run Up gelombang untuk Batu Pecah

$$y_1 = 1,00 \quad x_1 = 4,0$$

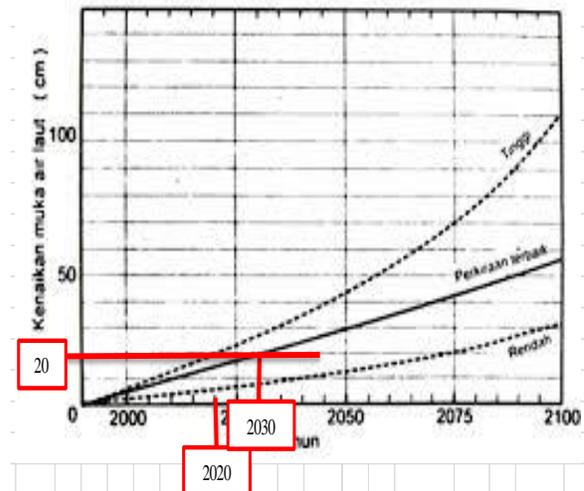
$$y_2 = 1,25 \quad x_2 = 5,0$$

$$x = 4,061$$

$$y = 1.015 Ru/H$$

$$\frac{Ru}{H} = 1.015$$

$Ru = H \times 1,015 = Ru = 2,350 \times 1,015 = 2,38 \text{ m}$
 Jadi tinggi run up gelombang adalah 2,38 m
 Perhitungan elevasi dan puncak Revetment
 Menghitung elevasi puncak pemecah gelombang dengan memperhitungkan tinggi kebebasan 0,5 adalah sebagai berikut :
 Elevasi Revetment = DWL + Ru + Fb
 Fb = 0,5
 DWL = HWL + SLR
 HWL = El. HWL - El. Db = 2,50 - (2,139) = 0,361 m
 SLR = Faktor Pemanasan Global (Berdasarkan Bambang Triatmodjo, 2011, Hal. 99) untuk 10 Tahun = 20 cm = 0,2 m.



Gambar 16. Grafik Faktor Pemanasan Global

$$DWL = 0,361 + 0,2$$

$$DWL = 0,561$$

$$\text{Elevasi Revetment} = 0,561 + 2,38 + 0,5$$

$$\text{Elevasi Revetment} = 3,441 \text{ m}$$

Tinggi Revetment

$$H \text{ Revetment} = \text{EL Revetment} + \text{EL Dasar Laut}$$

$$H \text{ Revetment} = 3,441 - 2,139$$

$$H \text{ Revetment} = 1,302 \text{ m} / 1,4 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka ketinggian Revetment yang sesuai pada Negeri Rutuh Kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah adalah 1,4 m

4.7. Alternatif Penanggulangan

Revetment pada Negeri Rutuh dapat di lihat pada Gambar 4.9 yang memiliki ketinggian 1 m dan panjangnya 200 m dibangun dengan bertujuan untuk melindungi jalur transportasi dari hantaman gelombang . Namun kenyataan yang terjadi ketinggian Revetment tersebut belum dapat membendung besarnya gelombang pada area tersebut terkhususnya pada musim Timur. Berdasarkan analisis dan perhitungan data yang telah di ambil, masalah yang terjadi pada Negeri Rutuh terletak pada Revetment tersebut. dari hasil perhitungan yang di peroleh ternyata ketinggian Revetment yang sebenarnya adalah 1,4 m. Maka dari itu, perlu penambahan 40 cm pada Revetment di Negeri Rutuh guna untuk menghindari terjadinya overtopping. Konstruksi revetment yang baru dapat di lihat pada Gambar 4.10.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan pada penulisan ini, maka kesimpulan yang dapat ditarik adalah :

1. Besar gelombang pecah yang terjadi pada Pantai Negeri Rutah Kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah adalah $H_b = 2.890$ m dan $L_b = 0.120$ m dan $db = 2.139$ m untuk arah angin Selatan.
2. Perhitungan Ketinggian Revetment sebagai berikut :
 $= DWL + \text{run up gelombang} + \text{tinggi kebebasan}$
 $= 0,561 + 2,4 + 0,5$
 $= \text{Elevasi Revetment} = 3,461\text{m} - \text{EL Dasar Laut}$
 $= H \text{ Revetment} = 1,32 \text{ m} / 1,4 \text{ m}$
3. Tinggi Revetment pada Negeri Rutah yang awalnya 1 m mengalami penambahan 40 cm sehingga ketinggian Revetment yang sesungguhnya pada Negeri rutah adalah 1,4 m.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka disarankan bagi

- a. Mahasiswa agar lebih mempelajari tentang penanggulangan masalah-masalah pantai terkhususnya perencanaan Bangunan Pantai dan Overtopping.
- b. Pemerintah Maluku Tengah terkhususnya kepada Dinas Pekerjaan Umum agar perlu mengamati dari berbagai factor dalam merancang dan membangun sebuah Bangunan Pantai agar tidak terjadi masalah Overtopping seperti yang terjadi pada Negeri Rutah sehingga mendatangkan kenyamanan bagi masyarakat setempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo. (2012). *PERENCANAAN BANGUNAN PANTAI*.
- elhusna, S.T., M. T. (2013). Inersia. *ISSN; 20869045*, 5(1).
- Mulyabakti, C., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2016). Analisis Karakteristik Gelombang Dan Pasang Surut Pada Daerah Pantai Paal Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 4(9), 585–594.
- PROF. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo, CES., D. (2016). *TEKNIK PANTAI*.