



PENANGANAN ABRASI PANTAI AMAL BARU KOTA TARAKAN DENGAN BANGUNAN PELINDUNG PANTAI TIPE DETACHED BREAKWATER

Giar Tri Haryanti^{*1}, Edy Utomo²

^{1,2,)} Jurusan Teknik Sipil, Universitas Borneo Tarakan

Jl. Amal Lama No. 1 Tarakan, Kalimantan Utara

e-mail: ^{*1}giartriharyanti03@gmail.com , ²edyutmo99@gmail.com

ABSTRACT: Amal Baru Beach has experienced damage in the form of abrasion and accretion which occurs due to the characteristics of waves that are destructive. One solution to protect Amal Baru Beach from the damage that occurs is a Detached Breakwater which is planned for the next 25 years. The result of this study indicate that the dominant wind direction comes from the East of Tarakan Island with a wave height at a 25-years return period of 2,85 meters with a period of 9,40 seconds. The planned Detached Breakwater structure is a sloping side building with a main protective layer using two recommended tetrapods, namely $W = 0,5$ tons and $W = 0,084$ tons, with a building peak width (B) of 1,76 meters, a main protective layer thickness (t) of 1,17 meters, a second protective layer thickness (t) of 0,21 meters, and a toe protection height of a 0,58 meters. The length of the building (Ls) is 250 meters, the width of the building gap (Lg) is 100 meters and the distance of the breakwater from the coastline (Y) is 100 meters.

Keywords: Abrasion, Accretion, Coastal Building, Protective Layer, Beach

ABSTRAK: Pantai Amal Baru telah mengalami kerusakan berupa abrasi dan akresi yang terjadi akibat dari karakteristik gelombang yang bersifat merusak atau destruktif. Salah satu solusi untuk melindungi Pantai Amal Baru dari kerusakan yang terjadi adalah bangunan pelindung pantai tipe Detached Breakwater. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer dan data sekunder yang akan digunakan dalam perencanaan Detached Breakwater yang direncanakan pada 25 tahun kedepan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dominasi arah angin bersumber dari arah Timur Pulau Tarakan dengan tinggi gelombang pada kala ulang 25 tahun sebesar 2,85 meter dengan periode 9,40 detik. Struktur Detached Breakwater yang direncanakan adalah bangunan sisi miring dengan lapis lindung utama menggunakan tetrapod yang direkomendasikan ada dua, yaitu $W = 0,5$ ton dan $W = 0,084$ ton, dengan lebar puncak bangunan (B) sebesar 1,76 meter, tebal lapis lindung utama (t) sebesar 1,17 meter, tebal lapis lindung kedua (t) sebesar 0,21 meter, dan tinggi pelindung kaki (toe protection) sebesar 0,58 meter. Panjang bangunan (Ls) sebesar 250 meter, lebar celah bangunan (Lg) sebesar 100 meter dan jarak pemecah gelombang dari garis pantai (Y) sebesar 100 meter.

Kata kunci: Abrasi, Akresi, Bangunan Pantai, Lapis Lindung, Pantai

1. PENDAHULUAN

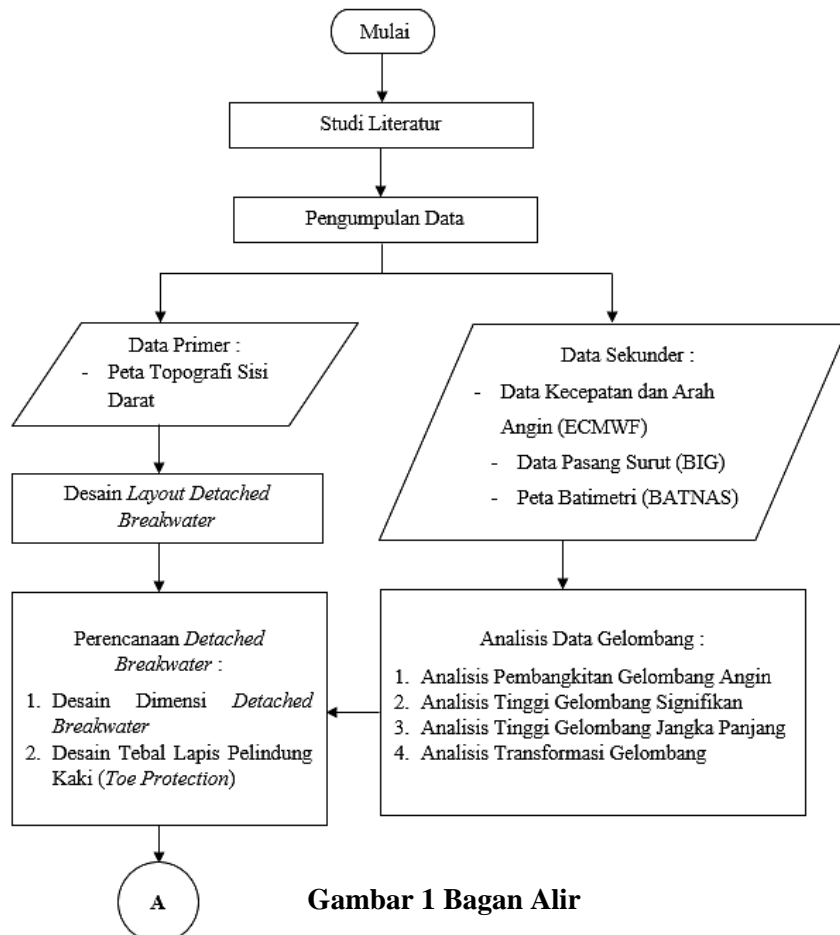
Kota Tarakan terletak antara $3^{\circ}.14'30''$ - $3^{\circ}.26'37''$ Lintang Utara dan $117^{\circ}.30'50''$ - $117^{\circ}.40'12''$. Kota Tarakan memiliki luas 657,33 km² dengan wilayah daratan seluas 250,80 km² dan wilayah lautan seluas 406,53 km². Kota Tarakan terbagi menjadi 4 kecamatan, yaitu Kecamatan Tarakan Timur, Tarakan Barat, Tarakan Tengah, dan Tarakan Utara. Kecamatan Tarakan Timur yang merupakan salah satu wilayah yang ada di Kota Tarakan, dengan luas wilayah daratan sebesar 58,01 km² yang terbagi menjadi

7 Kelurahan, salah satunya adalah Kelurahan Pantai Amal (BPS Kota Tarakan, 2022). Kelurahan Pantai Amal memiliki luas wilayah sebesar 12,15 km² dan memiliki jumlah penduduk sebanyak 9.342 jiwa dengan kepadatan penduduk sebesar 769 jiwa/km² yang tercatat pada tahun 2021 (BPS Kota Tarakan, 2022). Aktivitas masyarakat sebagai nelayan rumput laut yang memanfaatkan wilayah pesisir sebagai tempat penjemuran rumput laut ditambah dengan pengaruh dari gelombang dan pasang surut yang terus menerus terjadi menyebabkan terjadi perubahan terhadap garis pantai dan menimbulkan kerusakan di Pantai Amal Baru. Kerusakan yang terjadi akibat dari aktivitas manusia dan alam tersebut adalah terjadinya abrasi dan akresi di Pantai Amal Baru (Bakri dkk., 2023).

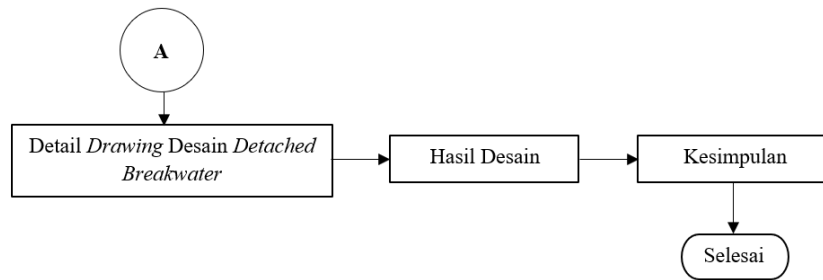
Pada penelitian sebelumnya di Pantai Amal Baru telah mengalami 72% fenomena abrasi dan 28% fenomena akresi dengan nilai perubahan garis pantai berkisar antara 2-5 m/tahun (Bakri dkk., 2023). Akibat dari kerusakan ini, terjadi perubahan garis pantai dan dapat berdampak buruk bagi masyarakat yang ada di wilayah pesisir Pantai Amal Baru. Apabila kerusakan ini tidak ditangani, penduduk yang bermukim di wilayah pesisir Pantai Amal Baru akan kehilangan tempat tinggal dan tempat penjemuran rumput laut karena terjadi perubahan garis pantai.

Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya penanganan serius untuk mengatasi kerusakan yang terjadi di wilayah pesisir Pantai Amal Baru. Salah satu solusi untuk melindungi Pantai Amal Baru dari kerusakan yang terjadi adalah bangunan pelindung pantai. Berdasarkan hasil pengamatan secara langsung di lokasi penelitian, material sedimentasinya adalah pasir. Oleh sebab itu, bangunan pelindung pantai yang direkomendasikan untuk dibangun adalah bangunan yang dapat menghasilkan garis pantai baru. Adapun bangunan pantai yang dapat menjadi solusi untuk menangani kerusakan yang terjadi adalah Detached Breakwater (Bakri dkk., 2023).

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1 Bagan Alir



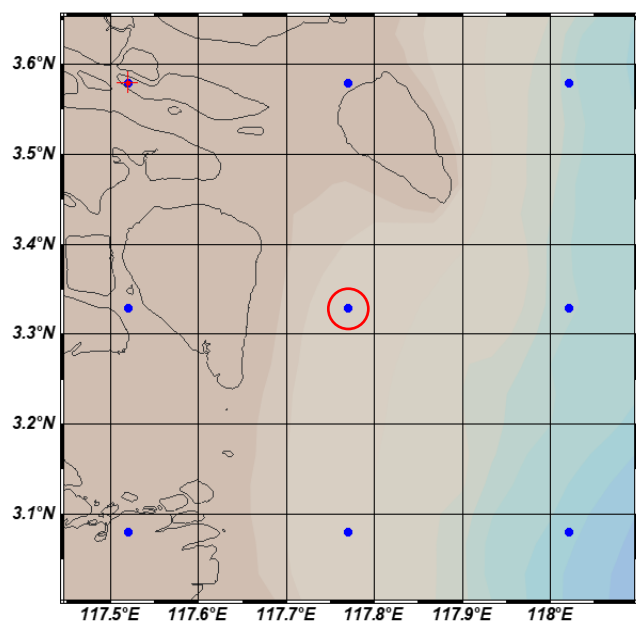
Gambar 1 Lanjutan Bagan alir

Gambar 1 di atas menunjukkan proses yang diterapkan dalam penelitian ini. Penelitian ini diawali dengan studi literatur terkait kerusakan pantai dan solusi yang diberikan untuk menanggulangi kerusakan tersebut. Data topografi merupakan data primer yang diperoleh secara langsung di lokasi penelitian, dilanjutkan dengan pengolahan data sekunder, selanjutnya melakukan perencanaan *Detached Breakwater* yang terbagi dalam Analisis Dimensi *Detached Breakwater*, *Layout* Bangunan Pemecah Gelombang, Analisis Tebal Lapis Pelindung, dan Gambar Hasil Desain *Detached Breakwater*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

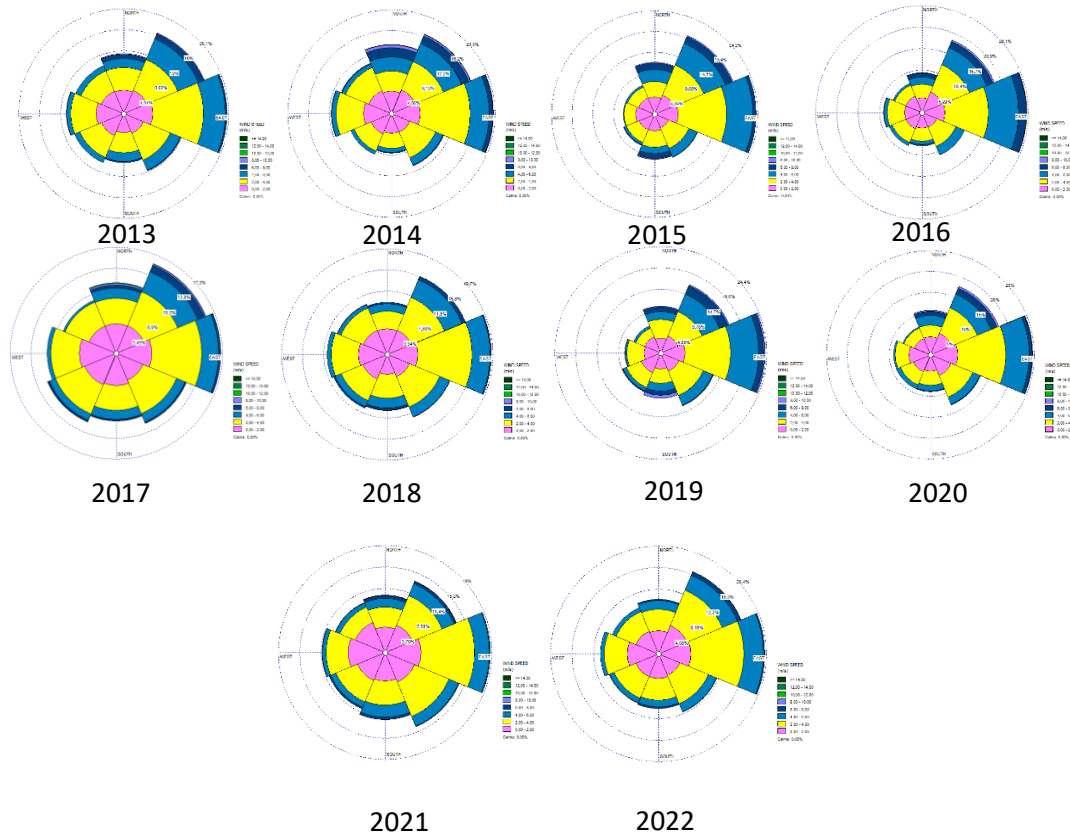
3.1 Analisis Data Angin

Data angin yang bersumber dari ECMWF merupakan kecepatan angin dua arah, yaitu U_{10} (kecepatan angin arah x dengan elevasi 10 meter) dan V_{10} (kecepatan angin arah y dengan elevasi 10 meter) yang perlu untuk diubah menjadi kecepatan angin pada arah resultan. Arah angin yang disajikan oleh ECMWF merupakan arah angin berhembus. Data angin yang digunakan adalah data angin dalam kurun waktu 10 tahun yang dimulai dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2022. Data angin yang diperoleh dari ECMWF berupa data angin dengan komponen u dan v . Data dari hasil download yang didapat dalam bentuk format Netcdf (.nc) yang diekstraksi menjadi format *.txt dengan program ODV (*Ocean Data View*) agar dapat diolah. Data angin yang sudah diekstrak dan dimodelkan dalam bentuk *windrose* dengan menggunakan program WR PLOT untuk mengetahui arah hembusan angin dominan (Lubis dkk., 2016). Berikut merupakan hasil pengolahan data ECMWF menggunakan *software* ODV (*Ocean Data View*), yang dimana titik yang ditandai dengan warna merah merupakan titik sampel data angin yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2 Titik Sampel Data Angin di Sekitar Pulau Tarakan

Hasil pengolahan data angin menampilkan pemodelan mawar angin (*wind rose*) yang ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 3 Model Mawar Angin (*Wind Rose*)

Berikut ini merupakan hasil distribusi frekuensi yang diperoleh dari *software* WRPLOT

Tabel 1 Distribusi Frekuensi, Januari 2013 – Desember 2022

Arah Angin	Klasifikasi Kecepatan Angin (m/s)							Total (%)
	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	> = 12	
Utara (N)	4,28	3,74	1,92	0,87	0,18	0,03	0,00	11,02
Timur Laut (NE)	5,09	6,49	3,85	1,26	0,21	0,02	0,00	16,92
Timur (E)	5,85	10,07	4,59	0,65	0,06	0,00	0,00	21,21
Tenggara (SE)	4,47	5,71	1,92	0,15	0,00	0,00	0,00	12,25
Selatan (S)	4,16	3,74	1,44	0,42	0,10	0,00	0,00	9,86
Barat Daya (SW)	4,71	4,00	0,92	0,13	0,02	0,00	0,00	9,78
Barat (W)	5,27	4,20	0,62	0,03	0,00	0,00	0,00	10,12
Barat Laut (NW)	4,64	3,54	0,61	0,03	0,00	0,00	0,00	8,83
Sub – Total	38,46	41,47	15,87	3,55	0,58	0,05	0,00	99,99
Calms								0,00
Missing/Incomplete								0,01
Total								100,00

Hasil dari pengolahan data angin ECMWF yang telah dihimpun selama 10 tahun terakhir dalam setiap jam menyatakan bahwa dominasi hembusan arah angin terjadi dari arah Timur ke arah Barat Pulau

Tarakan dengan persentase 21,21%. Maka, dapat diperkirakan bahwa pembangkitan gelombang didominasi pada arah Timur Pantai Amal Baru. Persentase kecepatan angin terbesar adalah 41,47% pada rentang kecepatan 2,0 – 4,0 m/s. Kecepatan angin maksimum yang terjadi selama 10 tahun terakhir adalah 12,36 m/s yang terjadi pada tahun 2014.

3.2 Analisis Topografi dan Batimetri

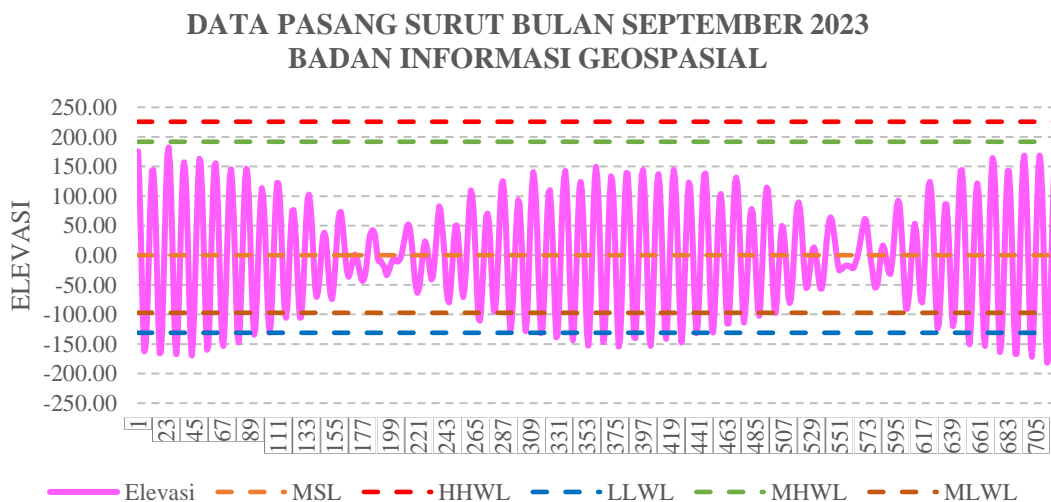
Data topografi dalam penelitian ini merupakan data primer yang diambil langsung menggunakan drone pada tanggal 5 Agustus 2023 di Pantai Amal Baru Pulau Tarakan. Data topografi digunakan untuk memperoleh kemiringan sisi darat Pantai Amal Baru. Data bathimetri yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari BATNAS (Bathimetri Nasional) yang telah disediakan oleh BIG (Badan Informasi Geospasial). Data topografi dan bathimetri yang telah diperoleh selanjutnya diolah dan digabungkan dengan menggunakan Software Land Dekstop untuk mendapatkan kontur sisi darat dan sisi laut Pantai Amal Baru. Hasilnya diperoleh kemiringan pantai sebesar 1:8 atau 0,13. Peta kontur yang telah diperoleh disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Peta Kontur Pantai Amal Baru Kota Tarakan

3.3 Analisis Pasang Surut

Data pasang surut yang digunakan adalah data pasang surut pada Bulan Januari sampai dengan Bulan Desember Tahun 2023. Data pasang surut yang telah diperoleh selanjutnya diolah menggunakan metode Admiralty. Berikut ini merupakan grafik pasang surut yang terjadi pada Bulan September Tahun 2023 dan rekapitulasi elevasi air laut pada Bulan September Tahun 2023.



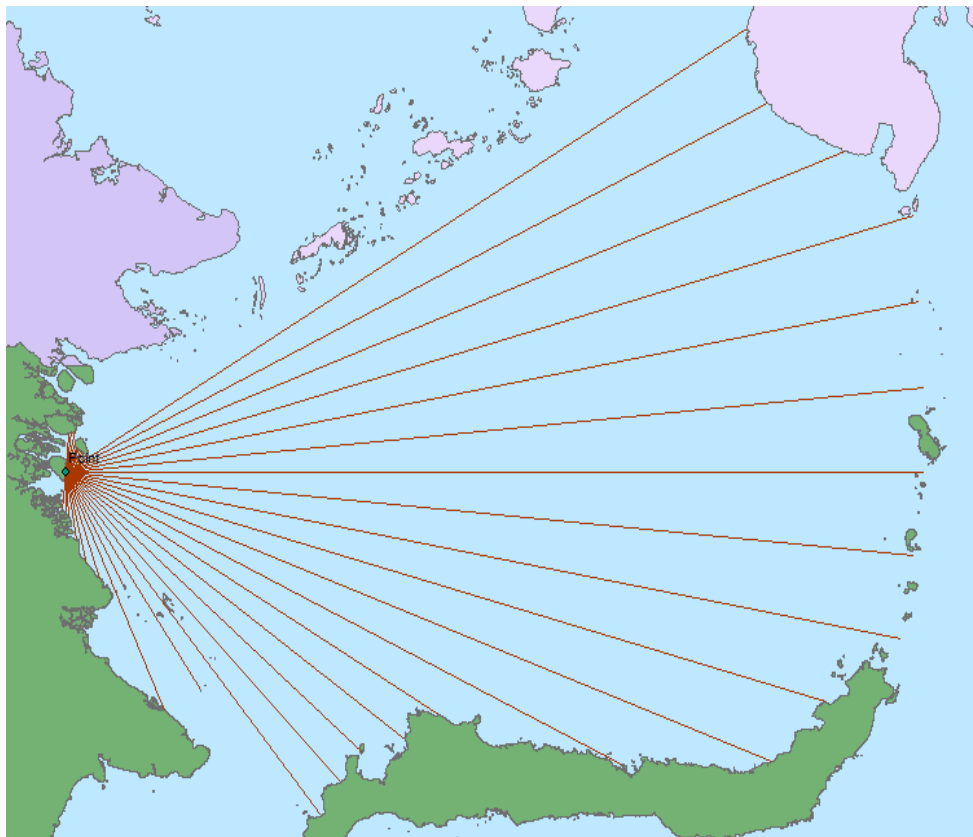
Gambar 5 Grafik Elevasi Muka Air Laut

Tabel 2 Elevasi Muka Air Laut

Elevasi Muka Air Laut	Nilai
MSL	171,687 cm
HHWL	397,288 cm
MHWL	363,505 cm
LLWL	40,622 cm
MLWL	74,405 cm
Bilangan Formzhal	0,23

3.4 Analisis Fetch Efektif

Proses peramalan pembangkitan gelombang oleh angin memerlukan parameter lain untuk digunakan yaitu fetch. Fetch adalah jarak sumber angin dari jarak laut bebas antara lokasi yang ditinjau terhadap daratan yang mengelilinginya (Nabila, 2020). Apabila panjang fetch efektif sebesar >200 km maka fetch efektif yang dipakai adalah 200 km karena kecepatan angin konsisten yang terjadi hanya sejauh 200 km (Suhana dkk., 2018). Selain itu, apabila panjang fetch > 1000 km maka fetch efektif yang dipakai adalah 1000 km (Fauzi dkk., 2021). Panjang fetch dapat ditentukan dengan melakukan pemodelan menggunakan software Arcmap 10.8 dengan menggunakan skala 1:1 agar menghasilkan panjang fetch yang lebih akurat, dimana peta yang digunakan adalah Peta RBI (Rupa Bumi Indonesia). Peta RBI dapat diperoleh melalui laman Badan Informasi Geospasial dengan system koordinat WGS 1984 dan system proyeksi koordinat yang digunakan yaitu system koordinat UTM (*Universal Transvers Mecrator*) Zona 50 N. Tahapan pembuatan fetch dimulai dengan menentukan titik awal pembangkitan gelombang di laut dalam, kemudian menarik garis lurus dari titik awal ke delapan arah mata angin utama sampai membentuk garis dengan sudut 5° sampai menyentuh daratan di sekitarnya dan mengukur panjang dari setiap garis yang terbentuk.



Gambar 6 Lokasi Penelitian dan Penggambaran Fetch

Tabel 3 Panjang *Fetch* Efektif

ARAH FETCH	PANJANG <i>FETCH</i> EFEKTIF	
	km	m
Utara (N)	17,64	17643,95
Timur Laut (NE)	192,98	192984,55
Timur (E)	856,14	856139,67
Tenggara (SE)	365,09	365088,33
Selatan (S)	42,07	42067,19
Barat Daya (SW)	1,77	1768,74
Barat (W)	1,00	999,27
Barat Laut (NW)	1,42	1421,13

3.5 Analisis Tinggi Gelombang

3.5.1 Analisis Peramalan Pembangkitan Gelombang

Perhitungan pembangkitan gelombang dilakukan untuk memperoleh hasil perkiraan tinggi gelombang yang terjadi selama 10 tahun terakhir. Data angin yang dipakai merupakan data angin yang telah di konversi menjadi tegangan angin. Perhitungan pembangkitan gelombang selama 10 tahun terakhir menggunakan metode SPM 1984 sebagai berikut:

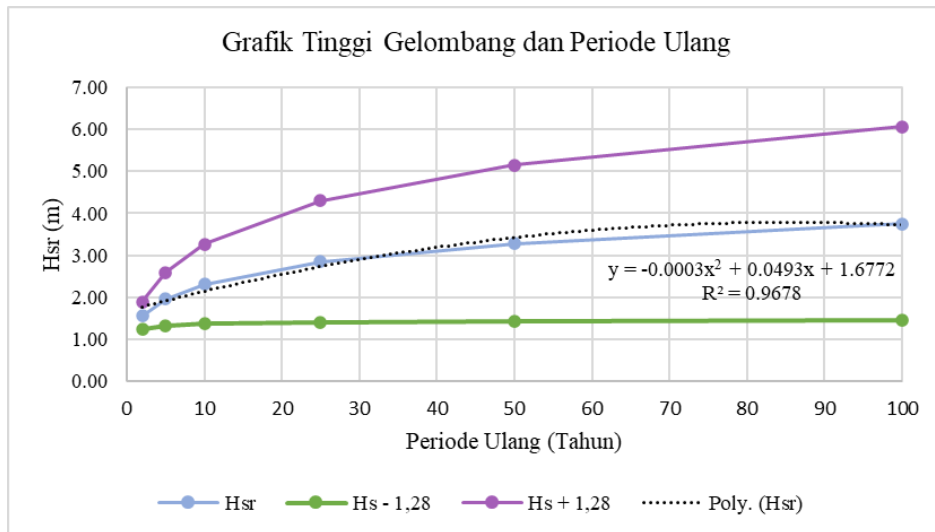
Tabel 4 Perhitungan Tinggi Gelombang dengan Metode SPM 1984

Tahun	Arah Datang Angin					Timur (E)			
	U _f	U	U _W	U _A	F _{eff}	t	Kondisi	H _{m0}	T _p
	m/s	m/s	m/s	m/s	m	detik		m	detik
2013	7,84	8,63	8,63	9,30	856139,67	137786,00	Fully Developed Sea	2,15	7,88
2014	8,27	9,11	9,11	9,93	856139,67	134795,85	Fully Developed Sea	2,45	8,42
2015	7,21	7,94	7,94	8,39	856139,67	142607,81	Fully Developed Sea	1,75	7,11
2016	7,82	8,60	8,60	7,82	856139,67	146013,16	Fully Developed Sea	1,52	6,62
2017	7,08	7,80	7,80	8,21	856139,67	143659,55	Fully Developed Sea	1,67	6,96
2018	7,02	7,73	7,73	8,12	856139,67	144173,78	Fully Developed Sea	1,64	6,88
2019	8,01	8,82	8,82	9,55	856139,67	136590,61	Fully Developed Sea	2,26	8,09
2020	7,66	8,43	8,43	9,03	856139,67	139140,26	Fully Developed Sea	2,02	7,66
2021	6,14	6,76	6,76	6,89	856139,67	152316,33	Fully Developed Sea	1,18	5,84
2022	6,45	7,10	7,10	7,32	856139,67	149247,99	Fully Developed Sea	1,33	6,20

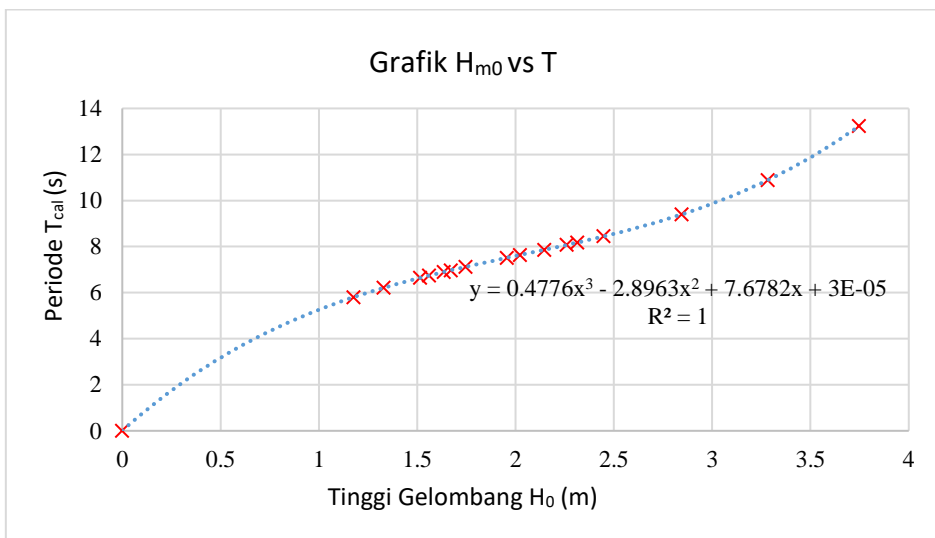
Berdasarkan hasil dari perhitungan pembangkitan gelombang dengan menggunakan metode SPM 1984 dan pemodelan mawar gelombang (*wave rose*) menunjukkan bahwa dominasi arah dan tinggi gelombang terjadi dari arah Timur dengan nilai tinggi gelombang maksimum sebesar 2,45 meter yang terjadi pada tahun 2014 dengan kondisi *Fully Developed Sea* yang artinya gelombang sepenuhnya terbangkitkan oleh angin dan termasuk dalam gelombang destruktif. Maka, untuk menghitung prediksi gelombang jangka panjang menggunakan nilai tinggi gelombang maksimum arah Timur.

3.5.2 Analisis Prediksi Tinggi Gelombang Jangka Panjang

Prediksi gelombang jangka panjang pada penelitian ini menggunakan metode Weibull dengan kala ulang 25 tahun. Hasil prediksi gelombang jangka panjang kala ulang 25 tahun menunjukkan terjadinya peningkatan tinggi gelombang, ditunjukkan pada Gambar 7, dan hubungan antara tinggi gelombang dengan periode selama prediksi gelombang jangka panjang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7 Grafik Tinggi Gelombang dan Periode Ulang

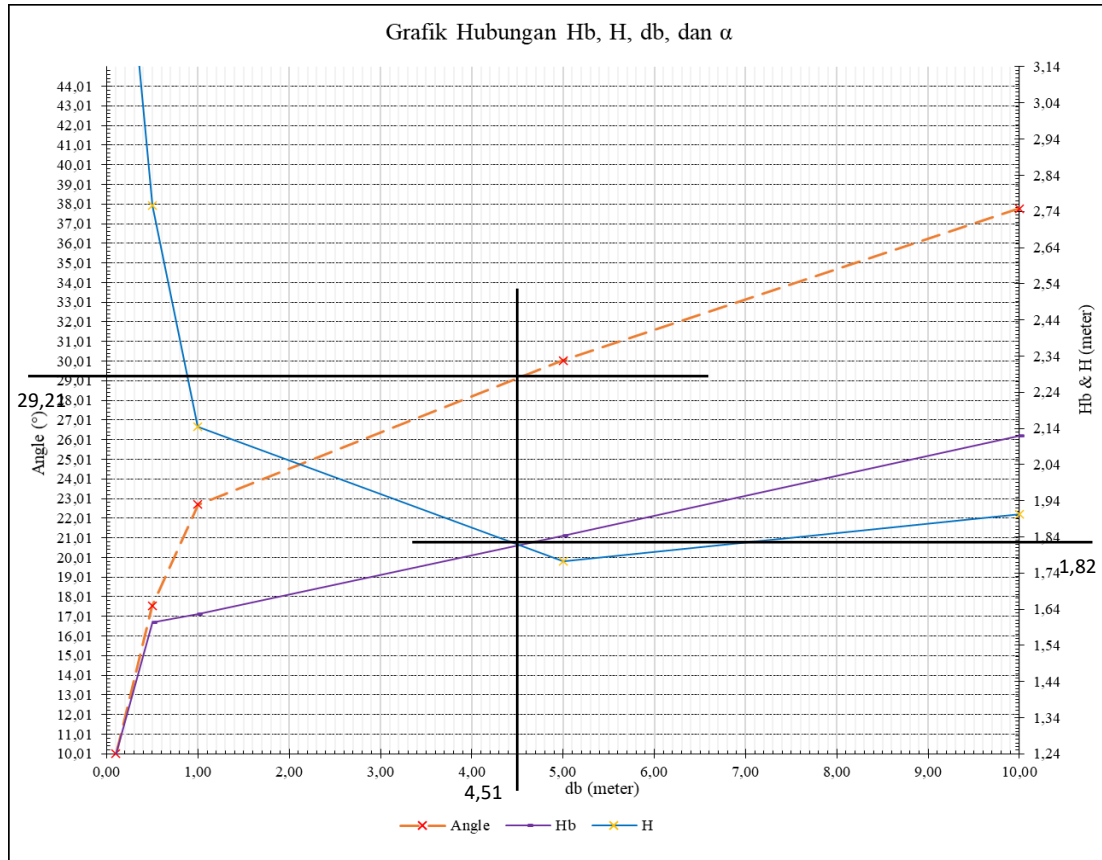


Gambar 8 Grafik Hubungan Tinggi Gelombang dan Periode Ulang

Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa pada jangka waktu 25 tahun yang akan datang diperkirakan tinggi gelombang akan meningkat mencapai ketinggian 2,85 meter, dan berdasarkan Gambar 8 periode gelombang pada jangka waktu 25 tahun kedepan sebesar 9,40 detik.

3.5.2 Analisis Transformasi Gelombang

Analisis transformasi gelombang dilakukan sebab terjadi kenaikan tinggi gelombang akibat dari terjadinya refraksi dan pendangkalan, sehingga terbentuknya gelombang baru. Berikut merupakan hasil perhitungan transformasi gelombang. Perhitungan tinggi gelombang pecah tidak dilakukan dengan menggunakan grafik penentuan tinggi gelombang pecah, melainkan tinggi gelombang pecah diperoleh dengan memakai persamaan dalam menentukan tinggi gelombang pecah. Hal ini dilakukan karena nilai kemiringan (m) yang digunakan merupakan nilai kemiringan pada kondisi yang sebenarnya di lokasi penelitian. Berikut merupakan grafik hubungan antara tinggi gelombang, kedalaman, dan sudut datang gelombang.



Gambar 9 Grafik Hubungan Tinggi Gelombang, Kedalaman, dan Sudut

Berdasarkan dari grafik di atas, diperoleh nilai tinggi gelombang pecah yang terjadi sebesar 1,82 meter pada kedalaman 4,51 meter dengan sudut datang gelombang $29,21^\circ$. Pada Tabel 4.9 menampilkan nilai tinggi gelombang yang sampai di bibir pantai senilai 1,24 meter, hal ini menunjukkan bahwa karakteristik gelombang yang terjadi pada kondisi peramalan pembangkitan gelombang jangka panjang pada 25 tahun yang akan datang bersifat destruktif yang berpotensi menyebabkan abrasi di bibir pantai. Selanjutnya, data hasil transformasi gelombang dan kondisi gelombang pecah ini akan digunakan sebagai acuan dalam mendesain bangunan pelindung pantai tipe *Detached Breakwater*.

3.6 Analisis Dimensi Pemecah Gelombang (*Detached Breakwater*)

Pada perencanaan dimensi *detached breakwater*, tahap pertama yang perlu dilakukan adalah menghitung elevasi puncak bangunan yang dipengaruhi oleh *Run up* gelombang (R_u). Untuk mendapatkan nilai R_u , perlu dilakukan perhitungan bilangan Iribaren (I_r). Bilangan Iribaren dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain tinggi gelombang pecah (H_b), kedalaman gelombang pecah (d_b), dan kemiringan struktur bangunan (θ). Kemiringan struktur bangunan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1:2 dikarenakan profil pantai pada lokasi penelitian terbilang landai dan agar dapat memperkecil *Run up* gelombang. Bilangan Iribaren yang diperoleh sebesar 2,88.

Nilai rasio R_u/H adalah sebesar 0,8125 yang diperoleh dari grafik perbandingan *run up* dan *run down* relatif, sehingga nilai *Run up* gelombang yang terjadi dapat diperoleh sebesar 1,48 meter. Selanjutnya adalah penentuan elevasi puncak bangunan pantai *detached breakwater*. Parameter yang diperlukan dalam perhitungan elevasi puncak bangunan adalah nilai fluktuasi HHWL yang diperoleh sebesar 0,24 meter, nilai *Run up* gelombang (R_u) sebesar 1,48 meter, pengaruh pemanasan global (P_g) yang diperoleh dari grafik kenaikan muka air laut akibat pemanasan global, dan tinggi kebebasan (H_u) yang diambil 0,10 meter. Struktur *detached breakwater* yang direncanakan adalah bangunan dengan masa layan 25 tahun, yaitu sampai pada tahun 2047. kenaikan muka air laut akibat pemanasan global yang terjadi pada tahun 2047 menunjukkan kenaikan muka air laut sebesar 0,29 meter. Sehingga nilai elevasi puncak

bangunan pantai *detached breakwater* yang didapat adalah sebesar 2,11 meter, dengan tinggi struktur *detached breakwater* setinggi 6,13 meter.

3.6.1 Analisis Lapis Pelindung

Untuk merencanakan bangunan pemecah gelombang, perlu untuk dihitung terlebih dahulu berat butir batu pelindung. Nilai K_D yang digunakan mengacu pada CERC, 1984. Jenis batu lapis lindung yang digunakan pada penelitian ini adalah tetrapod dengan jumlah susunan butir (n) adalah 2 dan struktur bangunan berada pada posisi setelah gelombang pecah, sehingga nilai K_D yang digunakan adalah 7,0 dengan kemiringan struktur bangunan adalah 1:2. Lapis pelindung utama yang digunakan adalah tetrapod dengan berat butir sebesar 0,5 ton, dengan lebar puncak pemecah gelombang (B) sebesar 1,76 meter, tebal lapis lindung (t) 1,17 meter, dan jumlah batu pelindung (N) 5 buah.

Pada lapis lindung kedua, berat butir lapis pelindung yang digunakan adalah W/200 yaitu 2,16 kg dengan jenis armor yang digunakan adalah *quarrystone* dengan nilai Koefisien Lapis (k_Δ) adalah 1,1 dan nilai Porositas (P) adalah 40%, dengan tebal lapis pelindung (t) sebesar 0,21 meter, dan jumlah butir lapis pelindung (N) sebanyak 212,52 atau 213 buah.

Pada lapisan inti, berat butir yang digunakan adalah W/4000 yaitu 0,11 kg dengan jenis armor yang digunakan sama seperti lapis lindung kedua, dengan tebal lapis pelindung (t) sebesar 0,08 meter, dan jumlah butir lapis pelindung (N) sebanyak 1565,87 atau 1566 buah.

Pada pelindung kaki, berat butir yang digunakan adalah W/10 yaitu 43,17 kg dengan jenis armor yang digunakan sama seperti lapis lindung kedua, tebal lapis lindung (t) yang digunakan sebesar 0,58 meter dan jumlah butir lapis pelindung sebanyak 28,84 atau 29 buah.

3.6.2 Gambar Hasil Desain Bangunan

a. Layout Bangunan Pantai

Tata letak dari *Detached Breakwater* ini direncanakan terpasang sejajar dengan garis pantai dan berada di lepas pantai. Dengan cara coba-coba (*trial error*), penentuan jarak struktur *detached breakwater* dari garis pantai (Y) dan panjang struktur *detached breakwater* (L_s) diberikan beberapa alternatif berikut ini untuk berbagai ukuran sehingga menghasilkan nilai Indeks Respon Pantai yang kemungkinan akan terjadi.

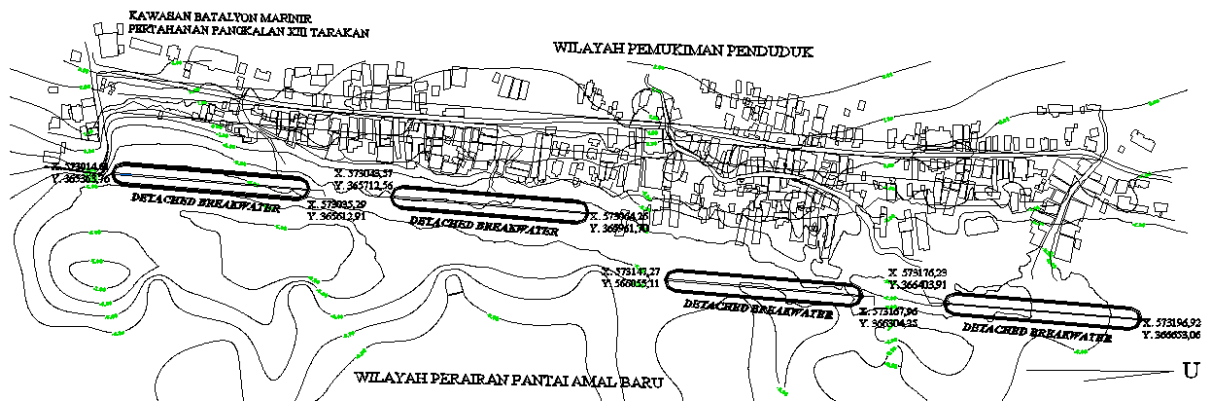
Tabel 5 Alternatif Pemilihan Struktur *Detached Breakwater*

No	L_s (m)	Y (m)	L_s/Y	a/b	L_g (m)	I_s
1	100,0	100	1,1	0,32	100	3,54
2	150,0	100	1,5	0,32	100	3,02
3	250,0	100	2,5	0,32	100	2,00
4	300,0	100	3,0	0,32	100	1,63
5	350,0	100	3,5	0,32	100	1,33

Pada penelitian ini, alternatif struktur *detached breakwater* yang dipilih adalah nilai panjang pemecah gelombang (L_s) = 250 m, jarak pemecah gelombang dari garis pantai (Y) = 100 m, dan lebar celah antar bangunan pantai (L_g) = 100 m sehingga menghasilkan nilai Indeks Respon Pantai sebesar 2,00 dengan maksud agar terbentuk tombolo periodik.

b. Rencana Penempatan *Detached Breakwater*

Adapun hasil desain perletakan bangunan pantai *detached breakwater* ditunjukkan pada Gambar berikut ini.

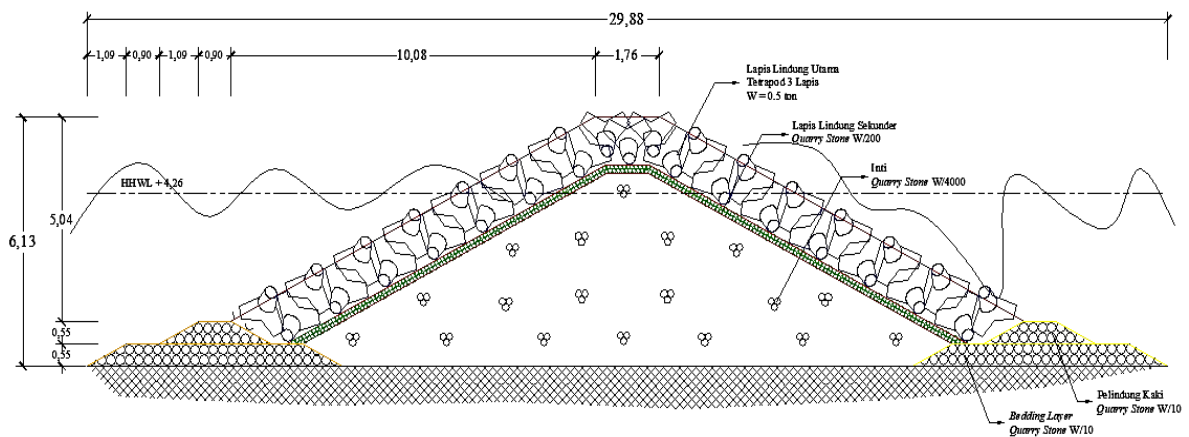


Gambar 10 Layout Bangunan Pantai *Detached Breakwater*

Detached breakwater yang direncanakan adalah sepanjang 1.250 meter. Berdasarkan dari panjangnya wilayah studi dan panjang bangunan *detached breakwater*, direncanakan akan terpasang sebanyak 4 buah bangunan *detached breakwater*. Bangunan pertama dimulai dari titik koordinat E. 573014,61; N. 365363,76 sampai titik koordinat E. 573035,29; N. 365612,91. Kemudian bangunan kedua yang mengarah ke utara dengan jarak 100 meter dimulai dari titik koordinat E. 573043,57; N. 365712,56 sampai dengan titik koordinat E. 573064,26; N. 365961,70. Selanjutnya bangunan ketiga dibuat tidak sejajar dengan bangunan pertama dan kedua karena terdapat bangunan sehingga bangunan ketiga diletakkan menjorok ke laut dengan jarak antar *detached breakwater* 100 meter dan jarak dari garis pantai yaitu 175 meter yang dimulai dari titik koordinat E. 573147,27; N. 566055,11 sampai dengan titik koordinat E. 573167,96; N. 366304,25. Begitupun dengan bangunan keempat yang dibuat sejajar dengan bangunan ketiga, yang dimulai dari titik koordinat E. 573176,23; N. 366403,91 sampai dengan titik koordinat E. 573196,92; N. 366653,06.

c. Detail Potongan Melintang

Berdasarkan hasil dari perhitungan desain struktur *detached breakwater*, diperoleh dimensi struktur bangunan pelindung pantai *detached breakwater* yang disajikan pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11 Detail Struktur *Detached Breakwater* dengan $W = 0,5$ ton

Lapis lindung utama yang digunakan adalah tetrapod dengan berat butir $W = 0,5$ ton, yang mengacu pada dimensi tetrapod dan berat butir lapis lindung tetrapod pada buku “Perencanaan Bangunan Pantai” yang ditulis oleh Bambang Triatmodjo, 2014.

4. KESIMPULAN

1. Tinggi gelombang maksimum sebesar 2,45 meter yang menunjukkan kondisi Fully Developed Sea. Prediksi gelombang jangka panjang pada 25 tahun kedepan menunjukkan tinggi gelombang yang terjadi sebesar 2,85 meter dan serta tinggi gelombang pecah yang terjadi sebesar 1,825 meter.
2. Lapis lindung utama jenis armor yang digunakan adalah tetrapod dengan tebal lapis lindung (t) sebesar 1,17 meter. Pada lapis lindung kedua, jenis armor yang digunakan adalah quarrystone yang memiliki tebal lapis lindung (t) sebesar 0,21 meter. Lapis lindung inti menggunakan quarrystone sebagai batu lapis lindung tebal lapis lindung (t) sebesar 0,08 meter, serta pada bagian pelindung kaki (toe protection), jenis armor yang digunakan adalah quarrystone dengan tebal lapis lindung (t) sebesar 0,58 meter. %.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamratri, A., & Sarwono, B. (2017). Perencanaan Pengaman Pantai di Desa Tanjung Aru, Kecamatan Sebatik Timur, Nunukan, Kalimantan Utara. *JURNAL TEKNIK ITS*, 6, 300–305. <http://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/23087>
- Bakri, M. D., Utomo, E., & Nawir, D. (2023). Linear Regression Analysis on predicting the level of damage and changes in Amal Baru Beach Tarakan City Indonesia. *SINERGI*, 27(1), 133. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2023.1.015>
- BIG. (2023). *An Introduction to Tide Gauge Data*. Badan Informasi Geospasial. <http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id/ipasut/>
- Fauzi, A. N., & Muliati, Y. (2021). *Peramalan Gelombang Dengan Metode Spm Dan Darbyshire Yang Divalidasi Dengan Data Altimetri Di Pantai Monse, Pulau Wowonii Sulawesi Tenggara*. <http://eprints.itenas.ac.id/1449/>
- Kahtijah, S., Utomo, E., & Hermansyah, M. (2022). Kajian Karakteristik Gelombang Pecah Di Pantai Amal Baru Kota Tarakan. *Civil Engineering Scientific Journal*, 1(1), 75–85.
- Lubis, M. Z., & Khoirunnisa, H. (2016). Dinamika Pantai Praikalogu di Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia. *Jurnal Integrasi*, 8(2), 125–133.
- Nabila, N. M., Sasmito, B., & Sukmono, A. (2020). Studi Karakteristik Gelombang Perairan Laut Jawa Menggunakan Satelit Altimetri Tahun 2016-2018 (Studi Kasus: Perairan Laut Utara Jawa). *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1), 67–76. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/26072>
- Suhana, M. P., Nurjaya, I. W., & Natih, N. M. N. (2018). Karakteristik Gelombang Laut Pantai Timur Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau Tahun 2005-2014. *Dinamika Maritim*, 6(2), 16–19.
- Triatmodjo, B. (1999). *TEKNIK PANTAI* (1 ed.). Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2014). *Perencanaan Bangunan Pantai* (III). Beta Offset.
- Utomo, E., Bakri, M. D., & Syarif, I. A. (2023). Identifikasi dan Klasifikasi Kerusakan Jalan Menggunakan Teknologi UAV-Quadcopters dengan Parameter Perubahan Tinggi Penerbangan. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 1–14.
- Utomo, E., Hidayat, W., & Chandra, Y. (2022). Analisis Kombinasi Metode Pengukuran Terrestrial Dan Fotogramteri Pada Penyusunan Master Plan Sekolah NU Kota Tarakan. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 6(3), 215–228. <https://doi.org/10.35334/be.v1i1.2996>
- Utomo, E., Syarif, I. A., Barochah, A. H., Reni, & Sadam, M. S. (2023b). Studi Daerah Rawan Longsor Pada Kawasan Pemukiman Kampung Bugis Kota Tarakan Dengan Penerapan Metode Fotogrametri. *Civil Engineering Scientific Journal*, 2(1), 33–47.