



## **STUDI BANGUNAN PELINDUNG PANTAI TIPE *REVTMENT* SEBAGAI ALTERNATIF PENANGANAN ABRASI DI PANTAI AMAL BARU KOTA TARAKAN**

Arin Isyamelya Maharani\*<sup>1</sup>, Edy Utomo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>) Jurusan Teknik Sipil, Universitas Borneo Tarakan

Jl. Amal Lama No. 1 Tarakan, Kalimantan Utara

e-mail: [arinisymlyaa04@gmail.com](mailto:arinisymlyaa04@gmail.com) , [edyutmo99@gmail.com](mailto:edyutmo99@gmail.com)

**ABSTRACT:** *It is known that Amal Baru beach, Tarakan City has experienced 72% abrasion phenomenon and 28% accretion phenomenon with the condition of shoreline change due to abrasion reaching 2.59 meters per year, which causes heavy damage to the coastal area. One of the triggers that causes this abrasion phenomenon is changes in wave characteristics. One solution to protect the coast from abrasion and accretion is to build a revetment type of coastal protection building. This study aims to determine the value of the generated wave height and the value of the thickness of the protection layer as a reference in designing revetment type of coastal protection buildings utilizing several methods, namely, the Wilson Method used to analyze wave generation, the Admiralty Method used in tidal analysis, the Weibull Method used to analyze long-term wave predictions. The results of calculations of wave height and tides that have been carried out at Amal Baru Beach, Tarakan City for revetment type of coastal buildings, namely, for the main protection layer showed the peak width of the building reaching 1.76 meters and the thickness of the protection layer was 1.17 meters. The second protection layer used quarrystone with a grain weight of 2.435 meters and has a protection layer thickness of 0.21 meters. The core protection layer used quarrystone with a grain weight of 0.12 kg and had a protection layer thickness of 0.08 meters. Toe protection used quarrystone with a grain weight of 48.7 kg and has a toe protection width of 0.85 meters and a protection layer thickness of 0.57 meters.*

**Keywords:** *Abrasion, Accretion, Coastal Building, Protection Layer, Beach, Revetment*

**ABSTRAK:** Diketahui bahwa di pantai Amal Baru, Kota Tarakan telah mengalami 72% fenomena abrasi dan 28% fenomena akresi dengan kondisi perubahan garis pantai akibat abrasi adalah 2,59 meter per tahun, yang menyebabkan kerusakan berat pada daerah pantai. Salah satu pemicu yang menyebabkan adanya fenomena abrasi ini adalah perubahan pada karakteristik gelombang. Salah satu solusi untuk melindungi pantai dari abrasi dan akresi adalah dengan membuat bangunan pelindung pantai tipe *Revetment*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tinggi gelombang yang dibangkitkan dan nilai ketebalan lapis lindung sebagai acuan dalam mendesain bangunan pelindung pantai tipe *Revetment* dengan menggunakan beberapa metode yaitu, Metode *Wilson* digunakan untuk menganalisis pembangkitan gelombang, Metode *Admiralty* digunakan dalam analisis pasang surut, Metode *Weibull* digunakan untuk menganalisis prediksi gelombang jangka panjang. Hasil perhitungan dari tinggi gelombang dan pasang surut air laut yang telah dilakukan di Pantai Amal Baru Kota Tarakan untuk bangunan pantai tipe *Revetment* yaitu, untuk lapis lindung utama diketahui lebar puncak bangunan 1,76 meter dan tebal lapis lindung 1,17 meter. Lapis lindung kedua digunakan *quarrystone* dengan berat butir 2,435 meter dan memiliki tebal lapis lindung 0,21 meter. Lapis lindung inti digunakan *quarrystone* dengan berat butir 0,12 kg dan memiliki tebal lapis lindung 0,08 meter. *Toe protection* (pelindung kaki)

digunakan *quarystone* dengan berat butir 48,7 kg dan memiliki lebar pelindung kaki 0,85 meter serta tebal lapis lindung 0,57 meter.

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

## 1. PENDAHULUAN

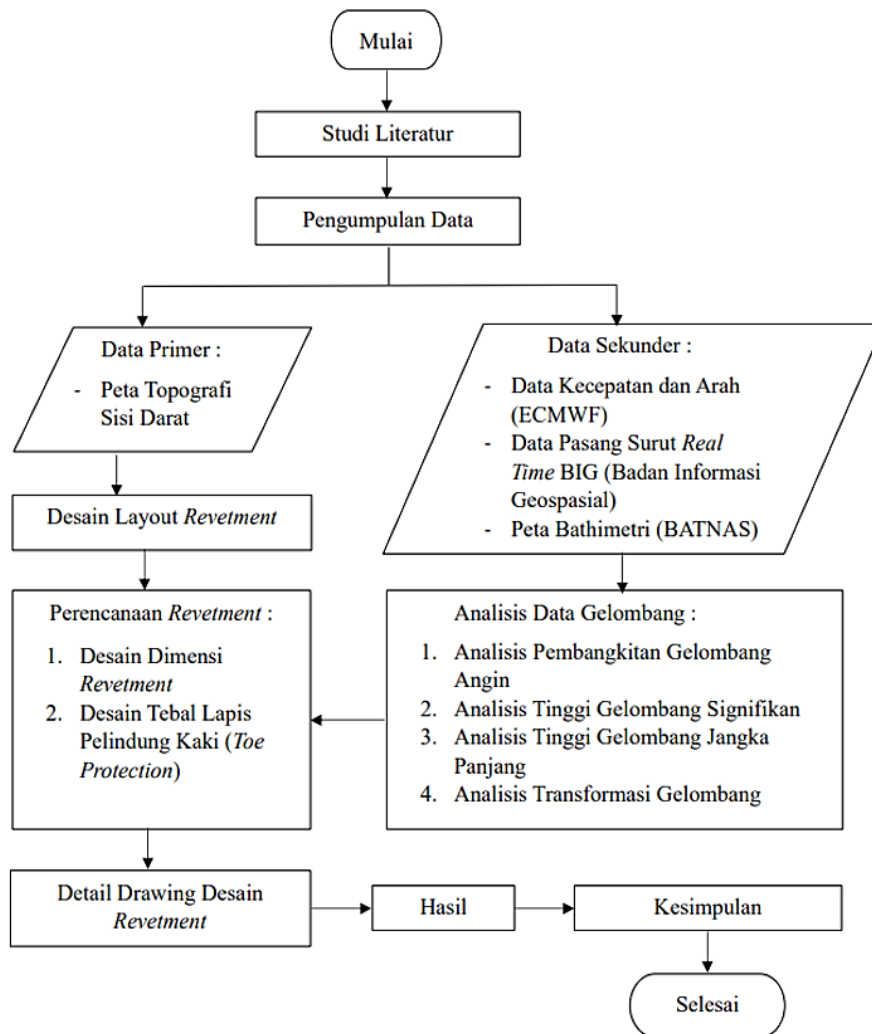
Kota Tarakan merupakan satu-satunya kota yang ada di wilayah provinsi Kalimantan Utara. Pada tahun 2021, jumlah kecamatan yang ada di kota Tarakan adalah 4 kecamatan dan 20 kelurahan. 4 kecamatan di Kota Tarakan yaitu, Tarakan Timur yang memiliki 7 kelurahan, Tarakan Barat memiliki 5 kelurahan, Tarakan Tengah memiliki 5 kelurahan, dan Tarakan Utara yang memiliki 3 kelurahan. Di Wilayah Kota Tarakan di bagian utara berbatasan Bulungan dan Tana Tidung, bagian selatan berbatasan dengan kabupaten Bulungan, bagian barat berbatasan dengan Kabupaten Bulungan, sedangkan bagian timur berbatasan dengan Laut Sulawesi. Kota Tarakan merupakan dataran rendah yang memiliki rata-rata ketinggian  $\pm 18$  meter diatas permukaan laut. Kota Tarakan memiliki luas wilayah 657,33 km<sup>2</sup> dengan luas daratan 250,80 km<sup>2</sup> dan luas lautan 406,53 km<sup>2</sup> (BPS Kota Tarakan, 2022). Kota ini menjadi salah satu pintu gerbang pembangunan di Kalimantan Utara karena pembangunan kotanya yang cukup pesat dan dinobatkan ssebagai kota terkaya ke-17 di Indonesia. Selain disebut kota penghasil minyak dan gas, Kota Tarakan juga mulai membangun potensi untuk pariwisata, industri, bahkan menuju pada konsep smart city. Kota Tarakan juga merupakan salah satu daerah yang memiliki pertumbuhan ekonomi diatas rata-rata nasional yang akan diupayakan untuk terus mewujudkan pemerataan ekonomi daerahnya serta membuka peluang investasi (SDGs, 2018). 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).

Berubahnya garis pantai biasanya disebabkan oleh eksploitasi sumber daya dan mengakibatkan ekosistem pasir menjadi tidak terkendali. Proses sedimentasi yang terjadi di daerah pantai menyebabkan perubahan garis pantai yang cenderung bergerak ke arah laut (retogradasi). Akibatnya, lahan baru muncul di area ini dan dimanfaatkan oleh penduduk untuk berbagai kegiatan (Parman, 2010). Pemanfaatan wilayah pesisir yang tidak dikendalikan dengan baik akan rentan terhadap ancaman kenaikan muka air laut, abrasi atau erosi dan gelombang tinggi yang dapat merusak infrastruktur dan merugikan masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut.

Salah satu perubahan bentuk fenomenanya adalah abrasi dan akresi. Abrasi terjadi ketika daya tahan material menurun akibat pelapukan dan tekanan dari arus serta gelombang melebihi ketahanannya. Sedangkan akresi di pantai sebagian besar dipengaruhi oleh transportasi sedimen pada muara sungai (Mulyati, 2022). Pada penelitian sebelumnya, diketahui bahwa pantai Amal Baru telah mengalami 72% fenomena abrasi dan 28% fenomena akresi dengan kondisi perubahan garis pantai akibat abrasi adalah 2,59 meter per tahun, yang menyebabkan kerusakan berat pada daerah pantai (Bakri, dkk, 2023). Salah satu pemicu yang menyebabkan adanya fenomena abrasi ini adalah perubahan pada karakteristik gelombang (Kahtijah, dkk , 2022). Abrasi yang terjadi di pantai Amal ini perlu segera ditangani karena dapat berdampak buruk pada kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat di daerah tersebut. Salah satu solusi yang akan diberikan untuk melindungi pantai dari abrasi dan akresi adalah dengan membuat bangunan pelindung pantai seperti revetment.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan secara sistematis seperti yang ditunjukkan pada bagan alir penelitian berikut ini.



Gambar 1 Bagan alir

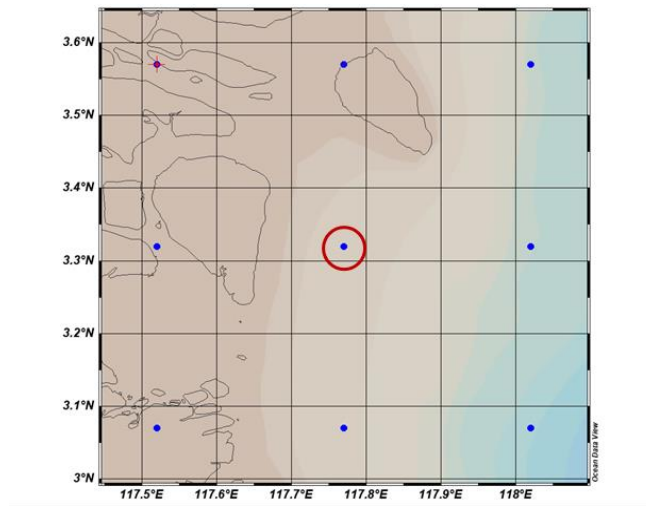
Gambar 1 di atas menunjukkan proses yang diterapkan dalam penelitian ini. Penelitian ini diawali dengan studi literatur terkait kerusakan pantai dan solusi yang diberikan untuk menanggulangi kerusakan tersebut. Data topografi merupakan data primer yang diperoleh secara langsung di lokasi penelitian, 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

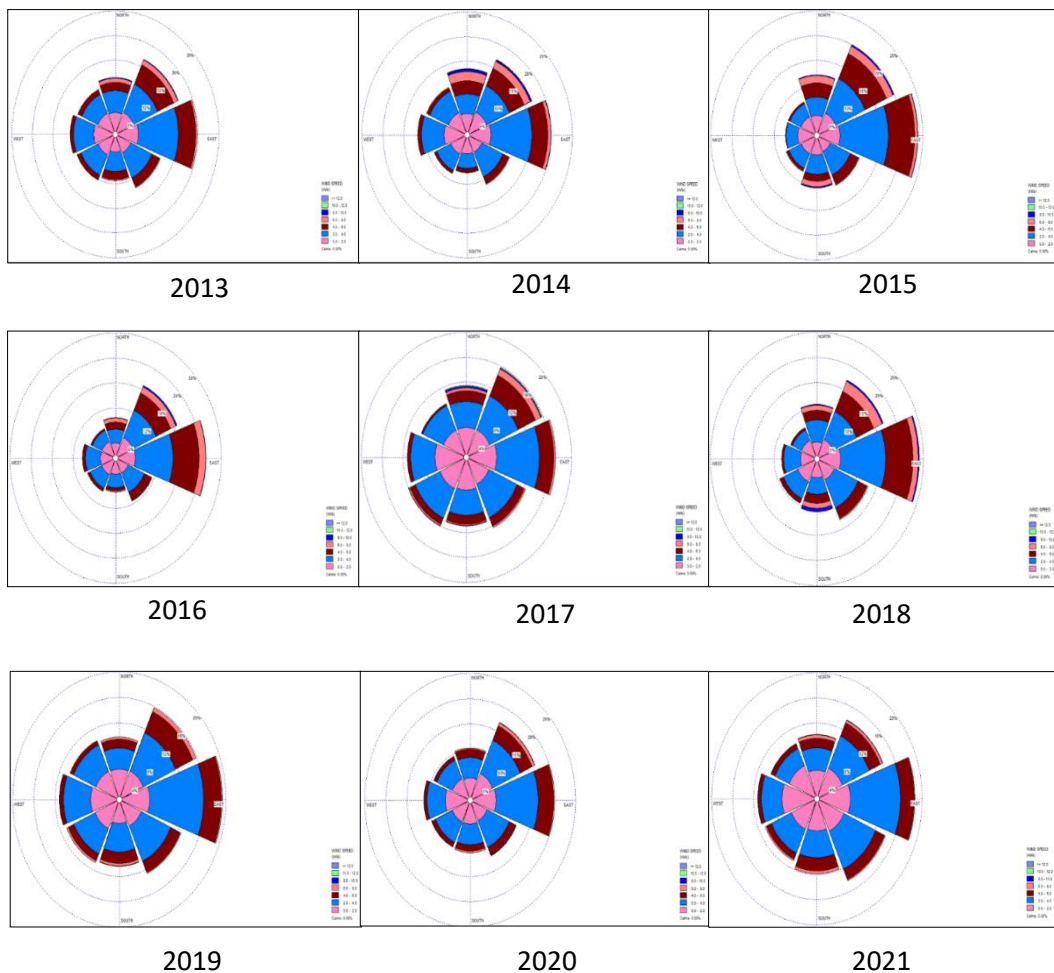
Data angin yang bersumber dari ECMWF merupakan kecepatan angin dua arah, yaitu  $U_{10}$  (kecepatan angin arah  $x$  dengan elevasi 10 meter) dan  $V_{10}$  (kecepatan angin arah  $y$  dengan elevasi 10 meter) yang perlu untuk diubah menjadi kecepatan angin pada arah resultan. Arah angin yang disajikan oleh ECMWF merupakan arah angin berhembus. Kemudian, data angin yang digunakan adalah data angin dalam rentang 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 kemudian dimodelkan dalam bentuk *windrose* dengan menggunakan program WR PLOT untuk mengetahui arah hembusan angin dominan (Lubis dkk., 2016). Di bawah ini merupakan hasil pengolahan data ECMWF dengan

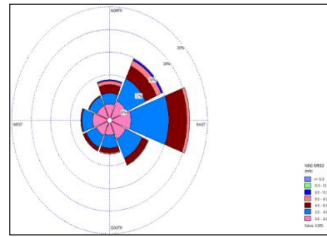
menggunakan *software* ODV (*Ocean Data View*) dimana ditemukan 9 titik, yang dimana titik yang ditandai dengan warna merah merupakan titik sampel data angin yang digunakan dalam penelitian ini.



**Gambar 2 Titik Sampel Data Angin di Sekitar Pulau Tarakan**

Kemudian hasil dari pengolahan data angin ditampilkan dalam pemodelan bentuk mawar angin (*windrose*) dibawah ini.





2022

Gambar 3 Model Mawar Angin (*Wind Rose*)

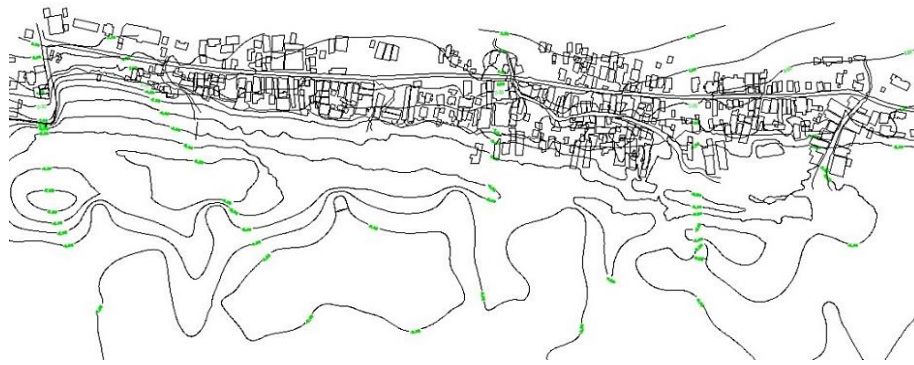
Tabel 1 Distribusi Frekuensi, Januari 2013 – Desember 2022

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	0,1	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
<b>Sub - Total</b>	<b>38,46</b>	<b>41,47</b>	<b>15,87</b>	<b>3,55</b>	<b>0,58</b>	<b>0,05</b>	<b>0,00</b>	<b>99,99</b>
Calms								0,00
Missing/Incomplete								0,01
<b>Total</b>								<b>100,00</b>

Berdasarkan hasil dari pengolahan data angin ECMWF yang didapatkan selama 10 tahun terakhir dalam setiap jam menunjukkan bahwa arah angin yang berhembus dominan terjadi datang dari arah Timur dengan persentase 21,21% yang diperkirakan pembangkitan gelombang yang terjadi didominasi dari arah Timur Pantai Amal Baru Pulau Tarakan. Untuk kecepatan angin terbesar yang didapatkan sebesar 41,47% dalam rentang kecepatan 2,0 – 4,0 m/s. Sedangkan nilai kecepatan angin maksimum yang terjadi dalam 10 tahun terakhir adalah 12,36 m/s yang terjadi pada tahun 2014.

### 3.2 Analisis Topografi dan Batimetri

Dalam penelitian ini, penggunaan data topografi sebagai data primer yang untuk mendapatkan kemiringan sisi darat adalah pendekatan yang tepat. Data topografi diambil secara langsung dengan menggunakan drone pada tanggal 05 Agustus 2023 yang berlokasi di Pantai Amal Baru Kota Tarakan. Sedangkan, data sekunder yang digunakan adalah data bathimetri yang bersumber dari BATNAS (Bathimetri Nasional) yang sudah disediakan oleh BIG (Badan Informasi Geospasial). Selanjutnya data topografi dan bathimetri yang telah diperoleh akan diolah lalu digabungkan untuk mendapatkan sisi kontur darat dan laut di Pantai Amal Baru dengan menggunakan perangkat Software Land Desktop. Hasil yang diperoleh dengan perbandingan kemiringan pantai 1:8 atau 0,13. Pada gambar di bawah ini merupakan peta kontur dan potongan yang sudah diperoleh dari hasil olah data menggunakan perangkat *Software Land Desktop* (LDT).



Gambar 4 Peta Kontur Pantai Amal Baru Kota Tarakan

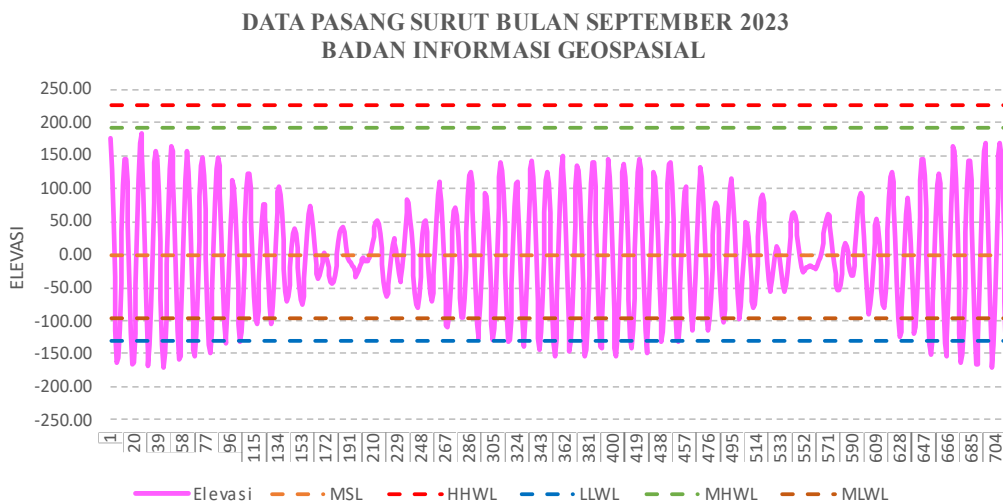
### 3.3 Analisis Pasang Surut

Pada penelitian ini digunakan data pasang surut dari bulan Januari hingga bulan Desember tahun 2023. Data pasang surut yang telah diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan Metode *Admiralty*. Dibawah ini merupakan hasil rekapitulasi elevasi air laut pada Bulan September Tahun 2023.

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

Berikut merupakan grafik pasang surut yang terjadi pada Bulan September Tahun 2023.



Gambar 5 Grafik Elevasi Muka Air Laut

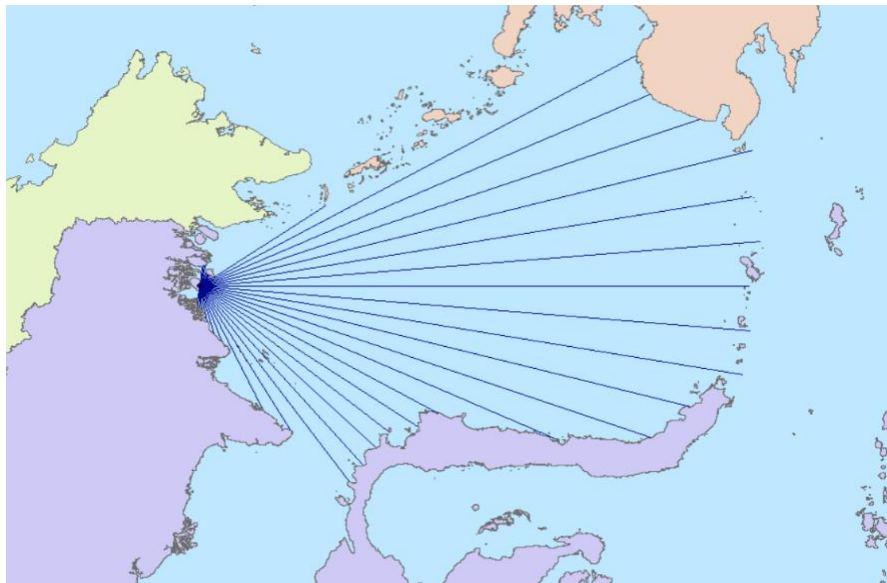
### 3.4 Analisis *Fetch* Efektif

Dalam menentukan Panjang *fetch* dilakukan pemodelan dengan menggunakan software Arcgis 10.8. Untuk menghasilkan Panjang *fetch* yang lebih akurat digunakan Peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) dan menggunakan perbandingan 1:1. Peta RBI sendiri diperoleh dari laman Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan sistem koordinat WGS 1984 dan sistem proyeksi koordinat yang digunakan adalah sistem koordinat UTM (*Universal Transvers Mecrator*) Zona 50 N. Langkah dalam pembuatan *fetch* dimulai

dengan menentukan titik awal pembangkitan gelombang di laut dalam lalu menarik garis lurus dari titik awal ke delapan arah mata angin sampai membentuk garis dengan sudut  $5^\circ$  hingga menyentuh daratan yang berada di sekitarnya dan mengukur panjang garis dari setiap garis yang dibentuk. Kemudian, panjang *fetch* yang telah terbentuk akan dihitung untuk mendapatkan nilai *fetch* efektif.

**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



**Gambar 6 Lokasi Penelitian dan Penggambaran *Fetch***

### 3.5 Analisis Tinggi Gelombang

#### 3.5.1 Analisis Peramalan Pembangkitan Gelombang

Pada 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. Berikut merupakan perhitungan pembangkitan gelombang selama 10 tahun terakhir dengan menggunakan metode *Wilson*.

**Tabel 1 Distribusi Frekuensi, Januari 2013 – Desember 2022**

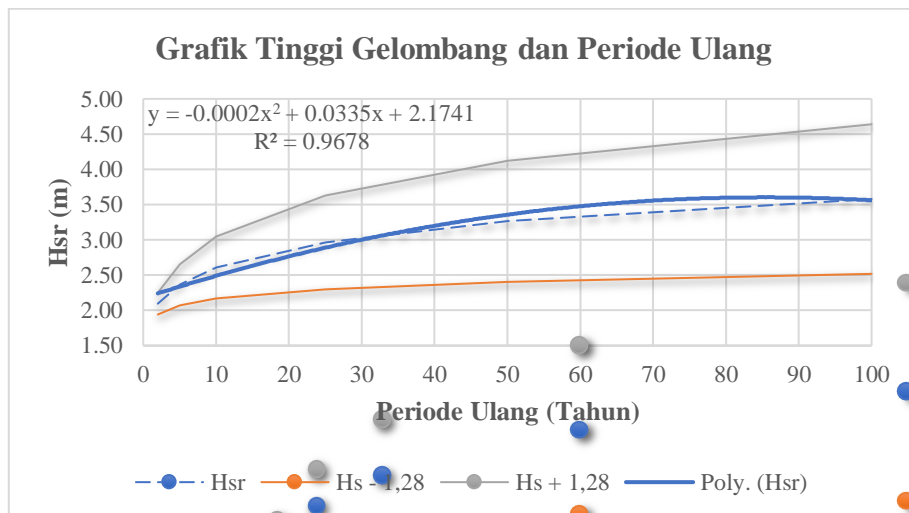
Tahun	Arah Datang Angin				Feff (m)	Timur	
	Uf (m/s)	U (m/s)	UW (m/s)	UA (m/s)		H <sub>m0</sub>	T <sub>p</sub>
2013	6,69	7,36	7,36	7,65	856139,7	1,51	6,34
2014	8,28	9,11	9,11	9,93	856139,7	2,38	8,24
2015	7,21	7,94	7,94	8,39	856139,7	1,77	6,96
2016	7,82	8,60	8,60	9,26	856139,7	2,11	7,68

Tahun	Arah Datang Angin				Feff (m)	Timur	
	Uf (m/s)	U (m/s)	UW (m/s)	UA (m/s)		H <sub>m0</sub>	T <sub>p</sub>
2017	7,08	7,80	7,80	8,21	856139,7	1,71	6,80
2018	7,02	7,73	7,73	8,12	856139,7	1,67	6,73
2019	8,01	8,82	8,82	9,55	856139,7	2,22	7,92
2020	7,66	8,43	8,43	9,03	856139,7	1,95	7,35
2021	6,14	6,76	6,76	6,89	856139,7	1,25	5,71
2022	6,45	7,10	7,10	7,32	856139,7	1,39	6,07

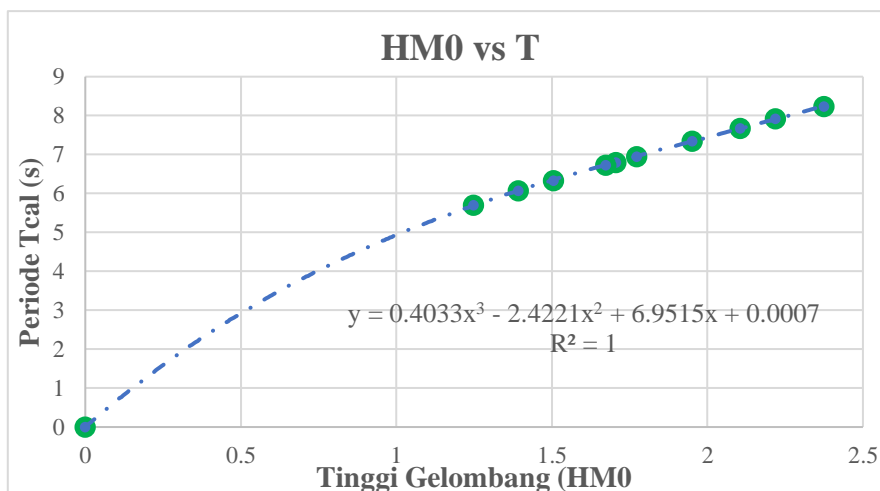
Berdasarkan hasil dari perhitungan pembangkitan gelombang dengan menggunakan Metode *Wilson* menunjukkan bahwa selama 10 tahun terakhir tinggi gelombang maksimum dominan terjadi dari arah Timur dengan ketinggian gelombang mencapai 2,38 meter yang terjadi pada tahun 2014.

### 3.5.2 Analisis Prediksi Tinggi Gelombang Jangka Panjang

Pada penelitian ini prediksi gelombang jangka panjang akan dilakukan dengan menggunakan Metode *Weibull* dengan kala ulang 25 tahun. Berdasarkan hasil prediksi gelombang jangka panjang kala ulang 25 tahun menunjukkan bahwa terjadi peningkatan tinggi gelombang yang ditampilkan pada gambar 7 dan pada gambar 8 merupakan hubungan antar tinggi gelombang dengan periode selama prediksi jangka panjang.



Gambar 7 Grafik Tinggi Gelombang dan Periode Ulang



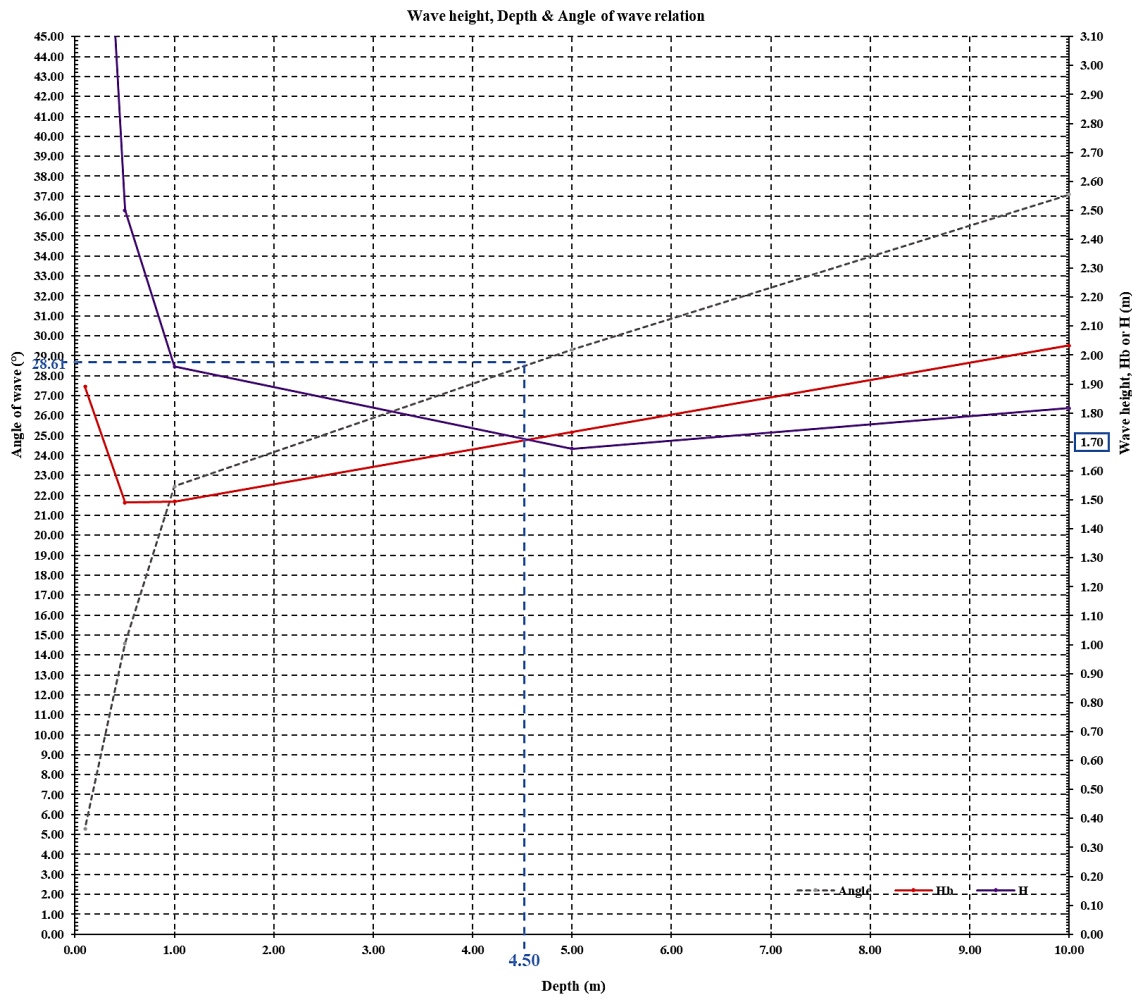
Gambar 8 Grafik Hubungan Tinggi Gelombang dan Periode Ulang



Pada gambar 7 menunjukkan bahwa pada jangka waktu 25 tahun yang akan datang dapat diperkirakan tinggi gelombang akan mencapai ketinggian 2,73 meter dan pada gambar 8 menunjukkan periode gelombang pada jangka waktu 25 tahun ke depan sebesar 9,13 detik.

### 3.5.2 Analisis Transformasi Gelombang

Analisis transformasi gelombang dilakukan dikarenakan terjadi kenaikan tinggi gelombang akibat terjadinya refraksi dan pendangkalan, sehingga terbentuk gelombang baru. Berikut merupakan hasil perhitungan transformasi gelombang.



**Gambar 9 Grafik Hubungan Tinggi Gelombang, Kedalaman, dan Sudut**

Pada 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.

Pada Gambar 9 di atas menunjukkan sudut datang gelombang adalah  $28,61^\circ$  dan nilai ketinggian gelombang 1,70 meter dengan kedalaman 4,5 meter yang menunjukkan bahwa dari hasil olah data diatas, kondisi peramalan pembangkitan gelombang jangka panjang yang terjadi pada 25 tahun yang akan datang berpotensi menyebabkan abrasi pada tepi pantai yang kemudian dari data hasil transformasi gelombang ini akan digunakan sebagai dasar dalam mendesain bangunan pelindung pantai tipe *Revetment*.

### 3.6 Analisis Dimensi Pemecah Gelombang (*Revetment*)

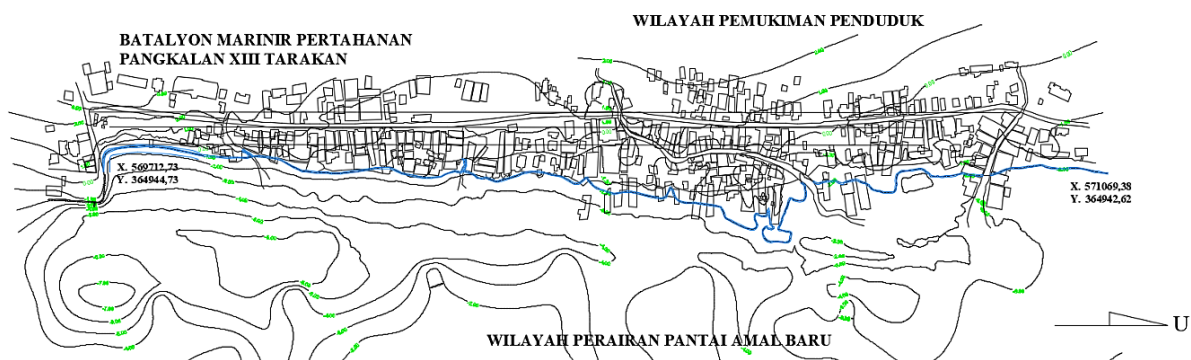
Pada perencanaan dimensi *Revetment*, tahap pertama yang perlu dilakukan adalah menghitung elevasi puncak bangunan yang dipengaruhi oleh *Run up* gelombang ( $R_u$ ). Untuk mendapatkan nilai  $R_u$ , perlu dilakukan perhitungan bilangan *Irribaren* ( $I_r$ ). Bilangan *Irribaren* dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ), kedalaman gelombang pecah ( $d_b$ ), dan kemiringan struktur bangunan ( $\theta$ ). 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 *Irribaren* yang diperoleh sebesar 2,51 m.

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 1,60 meter. Selanjutnya untuk penentuan elevasi puncak bangunan pantai *Revetment*, parameter yang diperlukan dalam perhitungan elevasi puncak bangunan adalah nilai fluktuasi HHWL yang diperoleh sebesar 0,20 meter, nilai *Run up* gelombang ( $R_u$ ) sebesar 1,60 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 *Revetment* 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 *Revetment* yang didapat adalah sebesar 2,19 meter, dengan tinggi struktur bangunan pantai *Revetment* adalah 2,90 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 1,84 meter, tebal lapis lindung ( $t$ ) 1,22 meter, dan jumlah batu pelindung ( $N$ ) 4,52 buah. Pada lapis lindung kedua, berat butir lapis pelindung yang digunakan adalah W/200 yaitu 2,435 kg dengan jenis *armor* yang digunakan adalah *quarystone* dengan nilai Koefisien Lapis ( $k_\Delta$ ) 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 154,48 atau 155 buah. Pada lapisan inti, berat butir yang digunakan adalah W/4000 yaitu 0,12 kg dengan jenis *armor* yang digunakan sama seperti lapis lindung kedua yaitu *quarystone*, dengan tebal lapis pelindung ( $t$ ) sebesar 0,08 meter, dan jumlah butir lapis pelindung ( $N$ ) sebanyak 1138,24 atau 1139 buah. Pada pelindung kaki (*Toe Protection*), berat butir yang digunakan adalah W/10 yaitu 48,7 kg dengan jenis *armor* yang digunakan sama seperti lapis lindung kedua, tebal lapis lindung ( $t$ ) yang digunakan sebesar 0,85 meter dan jumlah butir lapis pelindung sebanyak 20,97 atau 21 buah.

#### a. Rencana Penempatan *Revetment*

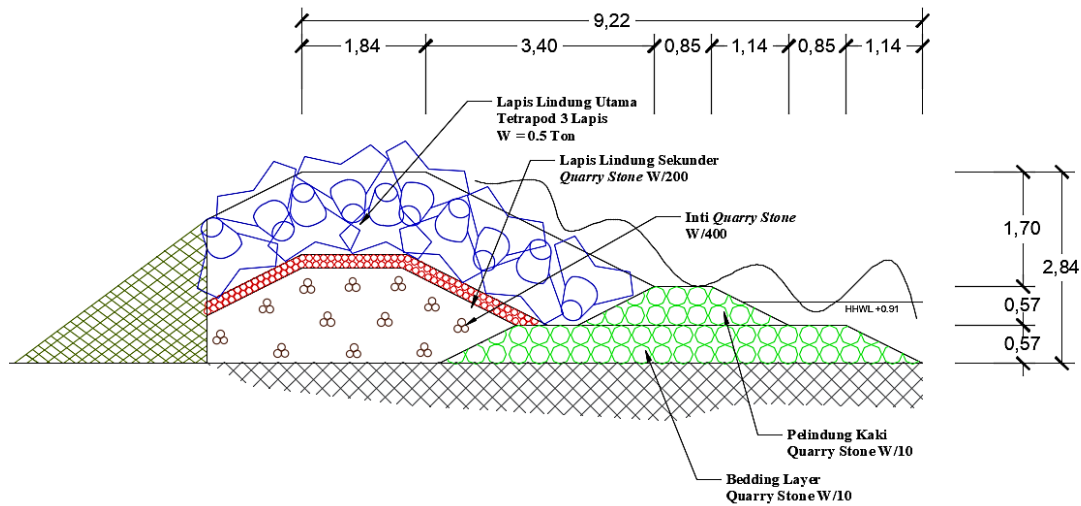


Gambar 10 Layout Bangunan Pantai *Revetment*

Tata letak dari bangunan *Revetment* yang direncanakan ini akan dipasang di sepanjang garis pantai yang berfungsi sebagai pelindung pantai yang ditunjukkan pada gambar 10. Berdasarkan dari panjangnya wilayah studi bangunan *Revetment*, direncanakan akan terpasang pada titik koordinat E. 569712,73; N. 364944,73 sampai titik koordinat E. 571069; N. 364942,62

#### b. Detail Potongan Melintang

Berdasarkan hasil dari perhitungan desain struktur *Revetment*, diperoleh dimensi struktur bangunan pelindung pantai *Revetment* yang ditampilkan pada Gambar 11.



**Gambar 11 Detail Struktur *Revetment* 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. Berdasarkan hasil analisis perhitungan nilai dan tinggi gelombang yang terjadi di Pantai Amal Baru Kota Tarakan menunjukkan bahwa tinggi gelombang maksimum adalah sebesar 2,38 meter yang terjadi pada tahun 2014. Prediksi gelombang jangka panjang yang terjadi pada 25 tahun kedepan menunjukkan bahwa tinggi gelombang terjadi sebesar 2,73 meter dengan periode gelombang sebesar 9,13 detik, serta tinggi gelombang pecah yang terjadi sebesar 1,70 meter.
2. Berdasarkan hasil perhitungan tinggi gelombang dan pasang surut air laut maka diperoleh dimensi dan tebal lapis lindung struktur *Revetment* dengan lapis lindung utama jenis armor yang digunakan adalah tetrapod dengan lebar puncak bangunan (B) 1,84 meter dan tebal lapis lindung (t) 1,22 meter. Pada lapis lindung kedua, jenis armor yang digunakan yaitu, quarrystone dengan berat butir 2,435 kg yang memiliki tebal lapis lindung (t) 0,21 meter. Pada lapis lindung inti digunakan jenis armor quarrystone dengan berat butir 0,12 kg dengan tebal lapis lindung (t) 0,08 meter. Pada bagian pelindung kaki (Toe Protection), jenis armor yang digunakan adalah quarrystone dengan berat butir 48,7 kg dan lebar pelindung kaki adalah 0,85 meter serta tebal lapis lindung (t) adalah 0,57 meter.

## DAFTAR PUSTAKA

- 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>

- 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.
- Mulyati, Y., 2022. *Rekayasa Pantai*. Bandung: Itenas.
- 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.
- Parman, S. (2010). Deteksi Perubahan Garis Pantai Melalui Citra Penginderaan Jauh di Pantai Utara Semarang Demak. *Jurnal Geografi, Universitas Negeri Semarang*, 7(1), 30-38.
- 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., Barocah, 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.