

Perencanaan Pengaman Pantai di Desa Tanjung Aru, Kecamatan Sebatik Timur, Nunukan, Kalimantan Utara

Arum Alamratri dan Bambang Sarwono

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: arumalamratri@gmail.com; sarwonobambang@yahoo.com

Abstrak—Pantai yang terletak di Desa Tanjung Aru, Kecamatan Sebatik Timur, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara ini memiliki gelombang yang cukup tinggi sehingga pantai pada daerah tersebut mengalami kemunduran garis pantai atau yang biasa disebut sebagai erosi pantai. Erosi pantai menyebabkan kerugian yang besar dengan rusaknya fasilitas dan pemukiman penduduk yang ada pada daerah tersebut. Pengumpulan data dilakukan untuk merencanakan bangunan pengaman pantai. Dari analisis data pasang surut akan didapat elevasi muka air laut yang digunakan untuk menentukan elevasi mercu bangunan pengaman pantai. Dari pengolahan data angin akan diperoleh peramalan gelombang berupa tinggi, periode, dan arah gelombang. Dari hasil analisis data yang telah dilakukan maka dapat dipilih bangunan pengaman pantai dengan mempertimbangkan beberapa aspek, yaitu morfologi pantai, keuntungan dan kerugian masing-masing bangunan pengaman pantai, serta kondisi lingkungan yang ada pada daerah rencana. Bangunan pengaman pantai sendiri terdiri dari breakwater, groin, dan revetment. Berdasarkan hasil perhitungan dan dengan mempertimbangkan berbagai aspek, maka dipilih bangunan pengaman pantai dengan tipe detached breakwater. Detached breakwater adalah bangunan yang dibangun sejajar garis pantai dan berada dekat dengan dengan surf zone. Material yang digunakan adalah batu pecah dan dolos dan memiliki kemiringan 1:2. Detached breakwater tersebut memiliki beberapa lapisan, yaitu primary layer, secondary layer, dan core layer.

I. PENDAHULUAN

PANTAI adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Wilayah pantai yang sangat panjang, aktivitas manusia, dan kegiatan pembangunan di daerah pantai serta faktor alam seperti gelombang, pasang surut, dan arus dapat menimbulkan dampak negatif di daerah pantai dengan terjadinya erosi dan sedimentasi pantai (Triatmodjo, 2011).

Faktor alam berupa gelombang laut yang cukup besar terjadi pada pantai yang terletak di Desa Tanjung Aru, Kecamatan Sebatik Timur, Nunukan, Kalimantan Utara sehingga menyebabkan pantai pada daerah tersebut mengalami kemunduran garis pantai atau yang biasa disebut sebagai erosi pantai. Jika dibiarkan erosi pantai dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar dengan rusaknya kawasan pemukiman dan fasilitas-fasilitas yang ada pada daerah tersebut.

Sehubungan dengan kondisi tersebut, maka upaya penanggulangan harus segera dilakukan guna menghindari kerugian yang lebih besar. Untuk melindungi daerah pantai yang mengalami erosi, maka diperlukan penanganan berupa pembuatan pengaman pantai. Pengaman pantai dapat dilakukan dengan cara alami dan pembuatan struktur pengaman pantai. Tujuan dibuatnya pengaman pantai adalah untuk menghindari terjadinya erosi pantai. Pengaman pantai secara alami misalnya berupa penanaman pohon bakau. Sedangkan, pengaman pantai dengan pembuatan struktur pengaman pantai antara lain pembuatan, *revetment*, *breakwater*, atau *groin*. Pemilihan tipe pengaman pantai ini dilakukan berdasarkan analisis data berupa data angin, pasang surut, dan bathimetri.

Lokasi Perencanaan berada di Desa Tanjung Aru Kecamatan Sebatik Timur, Nunukan, Kalimantan Utara. Letaknya dapat dilihat pada peta di Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Perencanaan Pengaman Pantai
Sumber: Google Maps

Berikut rumusan masalah dari tugas akhir ini:

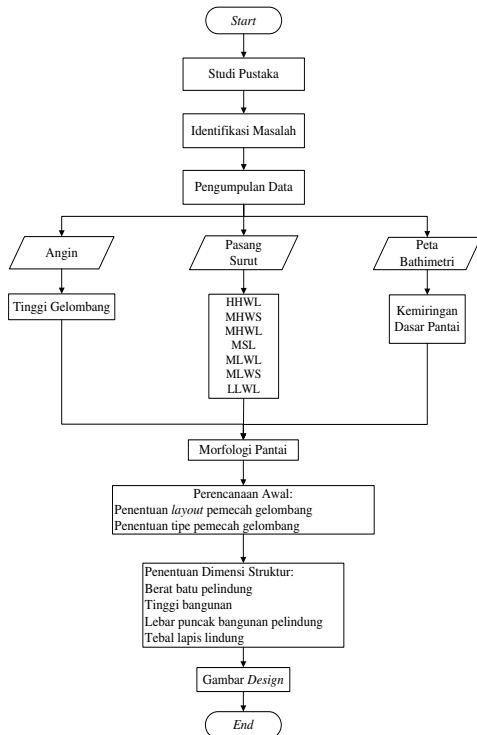
1. Bagaimana kondisi pantai berdasarkan data angin dan tinggi gelombang yang terjadi pada daerah studi tersebut?
2. Bagaimana kondisi pantai berdasarkan peta bathimetri dan data pasang surut?
3. Bagaimana perubahan garis pantai yang terjadi pada lokasi perencanaan?
4. Bagaimana perencanaan bangunan pengaman pantai yang efektif dan efisien sesuai dengan data bathimetri, data pasang surut, dan data gelombang yang ada agar pengaman pantai tersebut dapat mereduksi daya rusak yang diakibatkan oleh gelombang air laut?

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Tidak melakukan analisis data tanah
2. Tidak memperhitungkan anggaran biaya

II. METODOLOGI

Berikut adalah diagram alir perencanaan bangunan pengaman pantai pada tugas akhir ini:

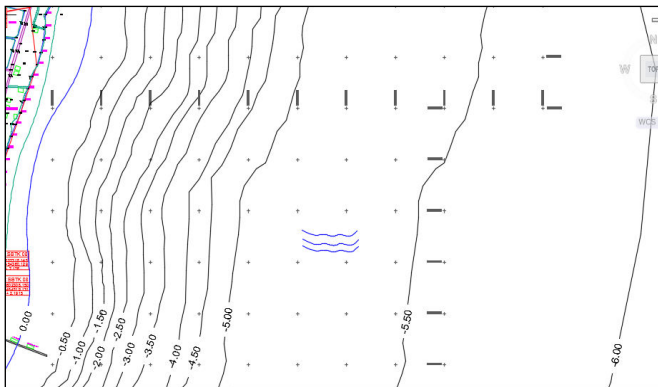


Gambar 2. Diagram Alir Perencanaan Pengaman Pantai.

III. ANALISIS DATA

A. Peta Bathimetri

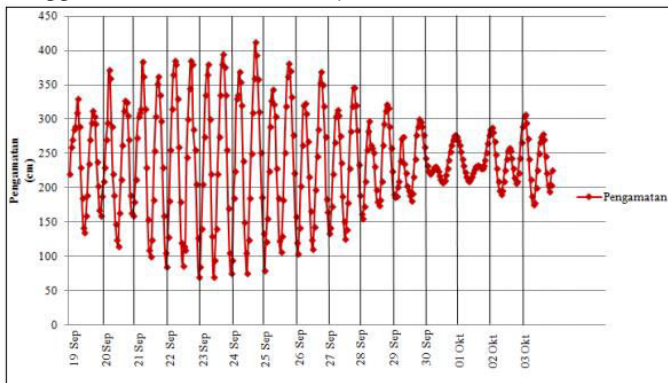
Peta bathimetri dan topografi daerah Desa Tanjung Aru seluas 1295 Ha dengan panjang 3700 km ke arah utara dan 3500 ke arah barat. Dari peta bathimetri di Gambar 3 dapat diketahui bahwa pantai di Desa Tanjung Aru memiliki kemiringan dasar senilai 0.0058.



Gambar 3. Peta Bathimetri.

B. Analisis Data Pasang Surut

Pengamatan pasang surut dilakukan pada tanggal 19 September sampai 3 Oktober 2010, hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4. Data pasang surut dianalisis menggunakan Metode Admiralty.



Gambar 4. Grafik Pasang Surut Pantai di Desa Tanjung Aru, Nunukan, Kalimantan Utara

Berdasarkan pada hasil analisis data, maka didapatkan tipe pasang surut merupakan pasang surut campuran cenderung ganda, artinya dalam sehari terjadi dua kali air pasang dan

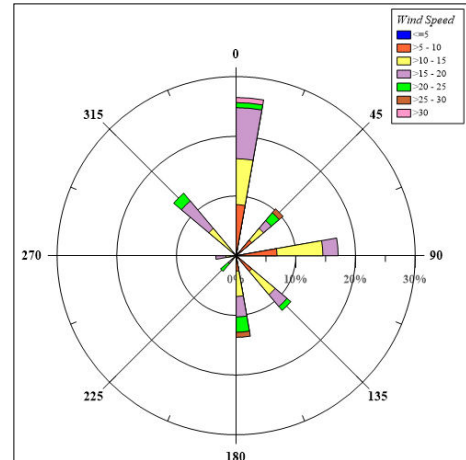
dua kali air surut tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Dan dapat juga elevasi-elevasi rencana:

1. Highest High Water Level = +499.822 cm
2. Mean High Water Level = +365.294 cm
3. Mean Sea Level = +238.53 cm
4. Mean Low Water Level = +111.766 cm
5. Lowest Low Water Level = -22.761 cm

C. Analisis Gelombang

1. Data Angin

Data angin ditampilkan dalam bentuk diagram windrose yang terlihat pada Gambar 5. Dan dapat diketahui bahwa angin dominan berasal dari Arah Utara.



Gambar 5. Windrose Pantai di Desa Tanjung Aru, Nunukan Kalimantan Utara Tahun 2006-2015

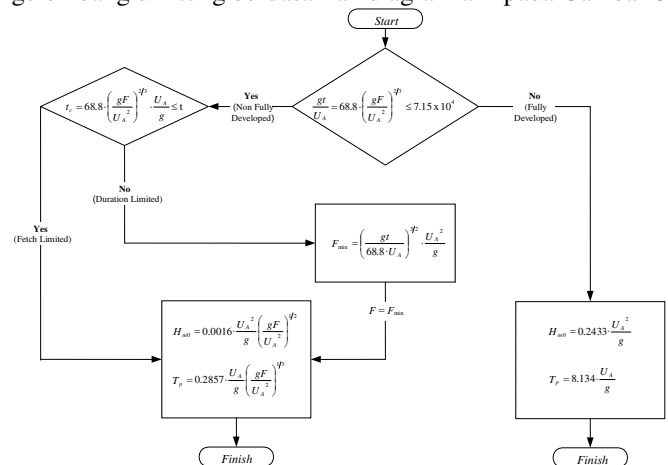
2. Panjang Fetch

Pantai di Desa Tanjung Aru membujur dari arah selatan ke utara. Arah angin yang berpengaruh adalah arah angin dari utara, timur laut, timur, tenggara, selatan, dan barat laut, sehingga:

- Panjang fetch Utara : 15.37 km
- Panjang fetch Timur Laut : 35.98 km
- Panjang fetch Timur : 500.42 km
- Panjang fetch Tenggara : 592.15 km
- Panjang fetch Selatan : 421.72 km
- Panjang fetch Barat Laut : 18.15 km

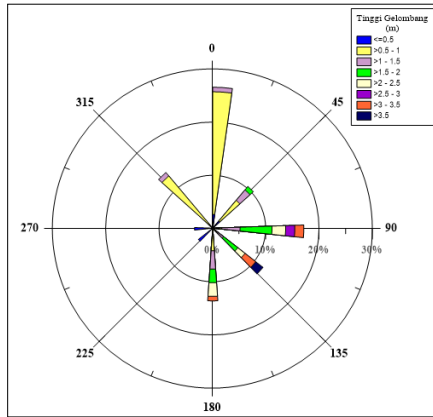
3. Tinggi dan Periode Gelombang pada Laut Dalam Berdasarkan Data Kecepatan dan Arah Angin Maksimum Tahun 2007-2015

Untuk menghitung tinggi gelombang digunakan analisis hindcasting. Metode yang digunakan dalam proses hindcasting ini mengikuti metode yang dijelaskan di dalam SPM (Shore Protection Manual, 1984). Perhitungan tinggi gelombang dihitung berdasarkan diagram alir pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Proses Hindcasting

Dari hasil analisis hindcasting didapat tinggi gelombang tertinggi senilai 3.912 m dengan periode 10.414 detik. Terjadi pada Bulan Juli 2008. Secara singkat tinggi gelombang pada Pantai di Desa Tanjung Aru dapat digambarkan menggunakan diagram waverose seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Waverose Pantai di Desa Tanjung Aru, Nunukan Kalimantan Utara Tahun 2006-2015

4. Perkiraan Gelombang dengan Periode Ulang
Perkiraan gelombang dengan periode ulang membandingkan dua metode yaitu Metode Weibull dan Metode Fisher Tippet Type I. Perhitungan periode ulang menggunakan tinggi gelombang signifikan yang sudah diurutkan pada Tabel 1. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3 dan Gambar 8.

TABEL 1.
TINGGI GELOMBANG SIGNIFIKAN YANG SUDAH DIURUTKAN

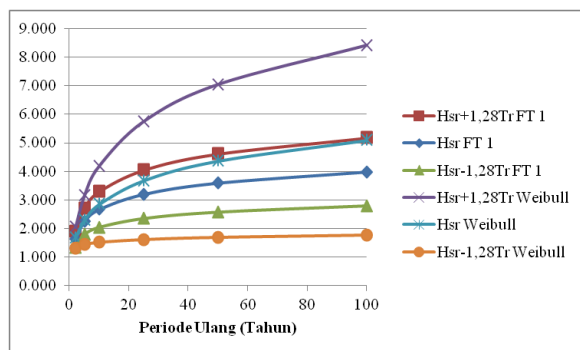
Tahun	H ₃₃
2008	3.286
2006	2.195
2007	2.194
2013	2.146
2011	2.035
2009	1.867
2012	1.784
2014	1.642
2010	1.630
2015	0.796

TABEL 2.
TINGGI GELOMBANG METODE FISSE – TIPPET TYPE 1

Periode Ulang Tahun	y _r	H _{sr} m	τ _{nr}	τ _r	H _{sr-1.28τ_r} m	H _{sr+1.28τ_r} m
2	0.367	1.612	0.337	0.211	1.343	1.882
5	1.500	2.246	0.571	0.357	1.789	2.703
10	2.250	2.665	0.780	0.488	2.041	3.289
25	3.199	3.195	1.062	0.664	2.346	4.045
50	3.902	3.588	1.277	0.798	2.567	4.609
100	4.600	3.978	1.492	0.932	2.785	5.172

TABEL 3.
TINGGI GELOMBANG METODE WEIBULL

Periode Ulang Tahun	y _r	H _{sr} m	τ _{nr}	τ _r	H _{sr-1.28τ_r} m	H _{sr+1.28τ_r} m
2	0.613	1.678	0.458	0.286	1.311	2.044
5	1.886	2.293	1.067	0.667	1.439	3.147
10	3.041	2.851	1.674	1.046	1.513	4.190
25	4.753	3.679	2.588	1.617	1.609	5.749
50	6.164	4.361	3.347	2.091	1.685	7.038
100	7.662	5.085	4.153	2.595	1.764	8.407



Gambar 8. Grafik Tinggi Gelombang Metode Fisser Tippet type 1 dan Weibull

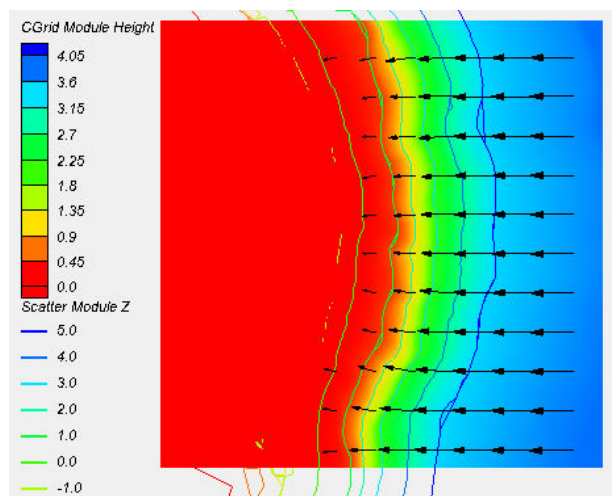
Dari hasil penentuan periode ulang gelombang menggunakan Metode Fisser – Tippet type 1 dan Metode Weibull bahwa

tinggi gelombang signifikan dari 2 tahun sampai 100 tahun kedepan semakin tinggi. Data ini menjadi lebih akurat karena telah diuji dengan selang kepercayaan 80 %. Dimana nilai dari gelombang signifikan berada pada interval selang kepercayaan yang ditentukan

(Nilai H_s - 1.28σ_r dan Nilai H_s +1.28σ_r). Sehingga data tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam pembangunan struktur pengaman pantai. Tinggi gelombang periode ulang 50 tahunan yang digunakan adalah tinggi gelombang dengan menggunakan analisis statik Metode Weibull yaitu sebesar 4.361 m dengan periode gelombang 11.173 detik.

5. Tinggi Gelombang di Laut Dangkal Berdasarkan Periode Ulang 50 Tahun

Pada tugas akhir ini, analisis frekuensi dan pendangkalan gelombang menggunakan permodelan gelombang. Tinggi gelombang dari arah yang berpengaruh pada Pantai di Desa Tanjung Aru dianggap memiliki ketinggian yang sama yaitu tinggi gelombang berdasarkan periode ulang 50 tahunan senilai 4.361 m. Dari hasil permodelan diketahui tinggi gelombang paling tinggi berasal dari Arah Timur. Distribusi tinggi gelombang dapat dilihat pada Gambar 9.

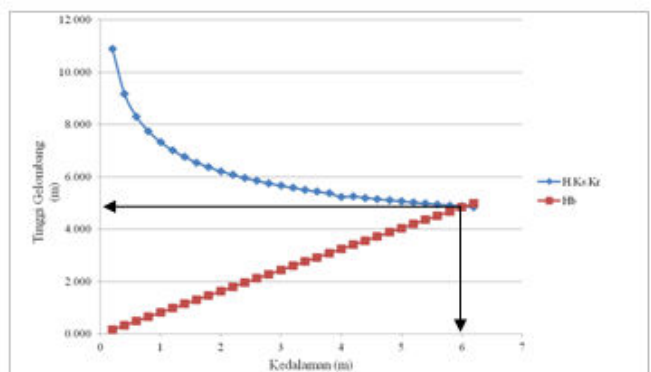


Gambar 9. Distribusi Tinggi Gelombang Arah Timur

6. Gelombang Pecah

Pada permodelan yang telah dilakukan terlihat bahwa tinggi gelombang paling tinggi terjadi dari arah timur. Sehingga perhitungan gelombang pecah dilakukan untuk arah datang gelombang dari arah timur.

Pantai yang terletak di Desa Tanjung Aru adalah pantai yang membujur dari arah selatan ke utara. Arah gelombang datang dari arah timur (Sudut terhadap garis tegak lurus pantai, α = 0°). Gambar 10 merupakan grafik hubungan antara gelombang ekivalen dan gelombang pecah. Perpotongan dua grafik tersebut merupakan posisi gelombang pecah yang terjadi.



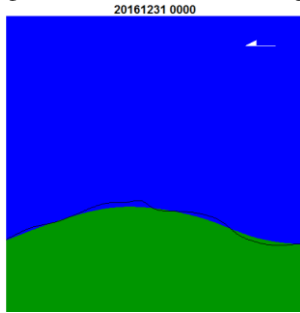
Gambar 10. Grafik Penentuan Gelombang Pecah

Dari grafik diatas didapat tinggi gelombang pecah 4.841 m dan kedalaman gelombang pecah 5.989 m.

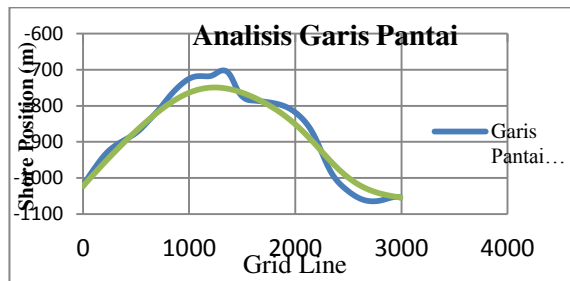
D. Morfologi Pantai

Pada tugas akhir ini analisis morfologi pantai menggunakan Software Genesis dengan input data berupa data angin setiap

tiga jam selama satu tahun, koordinat bathimetridan topografi, dan koordinat garis pantai (*shoreline*). Gambar 11 dan 12 merupakan hasil dari analisis morfologi pantai dan dilihat bahwa pantai mengalami erosi (kemunduran garis pantai).



Gambar 11. Perubahan Garis Pantai Selama Satu Tahun tanpa Menggunakan Bangunan Pengaman Pantai



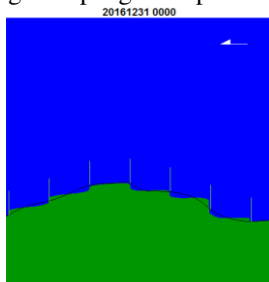
Gambar 12. Grafik Perubahan Garis Pantai

IV. PEMILIHAN JENIS DAN PERENCANAAN LAYOUT BANGUNAN PENGAMAN PANTAI

A. Groin

$$\begin{aligned} \text{Panjang groin} &= 40\% \times L_s = 40\% \times 554 \\ &= 221.6 \text{ m} \approx 225 \text{ m} \\ \text{Jarak antar groin} &= 2 \times L_g = 2 \times 225 \\ &= 450 \text{ m} \\ \text{Jumlah groin} &= 7 \text{ buah} \end{aligned}$$

Gambar 13 adalah perubahan garis pantai yang terjadi dengan adanya bangunan pengaman pantai berupa *groin*.



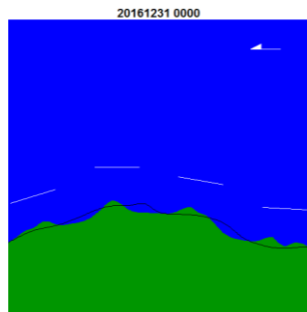
Gambar 13. Perubahan Garis Pantai Selama Satu Tahun dengan Menggunakan *Groin*

B. Pemecah Gelombang Lepas Pantai (*Detached Breakwater*)

Direncanakan di belakang *breakwater* terbentuk tombolo, sehingga didapat:

$$\begin{aligned} \text{Jarak dari garis pantai ke breakwater} &= 300 \text{ m} \\ \text{Panjang breakwater} &= 480 \text{ m} \\ \text{Jarak antar breakwater} &= 384 \text{ m} \end{aligned}$$

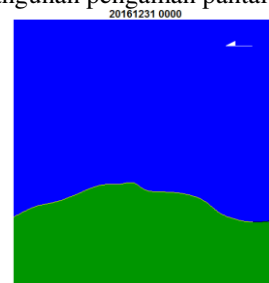
Gambar 14 adalah perubahan garis pantai yang terjadi dengan adanya bangunan pengaman pantai berupa *detached breakwater*.



Gambar 14. Perubahan Garis Pantai Selama Satu Tahun dengan Menggunakan *Detached Breakwater*

C. Revetment

Revetment adalah bangunan yang dibangun sepanjang garis pantai. Gambar 15 adalah perubahan garis pantai yang terjadi dengan adanya bangunan pengaman pantai berupa *revetment*.



Gambar 15. Perubahan Garis Pantai Selama Satu Tahun dengan Menggunakan *Revetment*

Bangunan yang terpilih adalah *detached breakwater*. *Detached breakwater* memiliki beberapa keuntungan yaitu:

- Pantai kelihatan alami tanpa pelindung
- Ada penambahan luas daratan sehingga dapat ditanami Pohon *Mangrove* agar peredaman gelombang laut menjadi maksimal
- Menahan laju sedimen ke arah laut
- Tidak dibangun sepanjang garis pantai yang akan dilindungi sehingga volume bahan yang lebih sedikit.

V. DIMENSI STRUKTUR PEMECAH GELOMBANG

Tipe pemecah gelombang yang terpilih adalah *detached breakwater* dengan kemiringan 1:2. Struktur menggunakan material dolos dan batu pecah. Dari permodelan tinggi gelombang didapat nilai tinggi gelombang pada lokasi bangunan adalah 2.227 m dan berada pada kedalaman 1.75 m dari LWS.

Elevasi rencana dihitung menggunakan rumus:

$$DWL = HHWL + S_w + SLR$$

Diketahui:

$$HHWL = 4.998 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} S_w &= 0,19 \left[1 - 2,82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}} \right] H_b \\ &= 0,19 \left[1 - 2,82 \sqrt{\frac{4.841}{9.81 \cdot 11.173^2}} \right] 4.84 = 0.757 \text{ m} \end{aligned}$$

$$SLR = 0.27 \text{ m}$$

$$\text{Sehingga, } DWL = 6.025 \text{ m}$$

Stabilitas struktur dihitung menggunakan Rumus Van Der Meer:

Pada laut dangkal, gelombang dengan tipe *plunging* ($\xi_{m-1,0} < \xi_{cr}$) dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} N_s &= \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = C_{pl} P^{0.18} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \xi_m^{-0.5} \\ C_{pl} &= 8.4 \end{aligned}$$

Pada laut dangkal, gelombang dengan tipe *surgling* ($\xi_{m-1,0} > \xi_{cr}$) dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} N_s &= \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = C_s P^{-0.13} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \sqrt{(\cot \alpha)} \xi_m^p \\ C_s &= 1.3 \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\alpha = 26.565^\circ$$

$$H_s = 2.227 \text{ m}$$

$$T_p = 11.173 \text{ detik}$$

$$T_p = 1.07 T_{m-1,0} \quad (\text{The Rock Manual, 2007})$$

$$T_{m-1,0} = \frac{11.173}{1.07} = 10.442 \text{ detik}$$

$$P = 0.4 \text{ untuk armor di atas coarse core}$$

$g = 9.81 \text{ m/det}^2$
 $\gamma_a = 1.03 \text{ t/m}^3$
 $S_d = 2 \text{ untuk zero damage.}$
 $N \text{ untuk laut dangkal adalah } < 3000, \text{ digunakan}$
 $N = 3000$

Elevasi mercu *breakwater* dihitung menggunakan rumus:

Elevasi mercu = DWL + Ru + Fb

Dimana,

DWL : *Design water level* (elevasi muka air rencana)

Ru : *Run-up* gelombang

Fb : Tinggi jagaan (0,5 – 1,5 m)

A. Material Batu Pecah

Elevasi mercu *breakwater* dengan menggunakan material batu pecah memiliki nilai Ru = 2.783 m sehingga elevasi berada pada +9.308 m.

Untuk batu pecah nilai γ_r adalah 2.65 t/m³, sehingga didapat $\Delta = \frac{\gamma_r}{\gamma_a} - 1 = \frac{2.65}{1.03} - 1 = 1.573$.

$$\xi_m = \frac{\tan 26.565}{\sqrt{\frac{2\pi \cdot 2.227}{9.81 \cdot 10.442^2}}} = 4.372$$

$$\xi_{cr} = \left[\frac{8.7}{1.3} \cdot 0.4^{0.31} \sqrt{\tan 26.565} \right]^{\frac{1}{0.4+0.5}} = 3.945$$

Didapat $\xi_{m-1,0} > \xi_{cr}$, maka gelombang diklasifikasikan dengan tipe *surgin*. Perhitungan stabilitas butir dihitung dengan rumus:

$$N_s = \frac{H_{2\%}}{\Delta D_{n50}} = C_s P^{-0.13} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \sqrt{(\cot \alpha) \xi_m}^p$$

$$= \frac{3.117}{1.573 D_{n50}}$$

$$= 1.3 \cdot 0.4^{-0.13} \left(\frac{2}{\sqrt{3000}} \right)^{0.2} \sqrt{\cot 26.565} \cdot 4.372^{0.4}$$

$D_{n50} = 1.028 \text{ m}$

$W_{50} = D_{n50}^3 \gamma_r = 1.028^3 \cdot 2.65 = 2.882 \text{ ton}$

Setelah didapat berat butir maka dapat dihitung dimensi struktur pada lapisan-lapisan struktur *breakwater* tersebut dengan menggunakan rumus:

- Dimensi Batu
 $D = \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{1/3}$
- Lebar Puncak Pemecah Gelombang
 $B = nK_\Delta \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$
- Tebal Lapis Lindung
 $t = nK_\Delta \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{1/3}$
- Jumlah Butir Pelindung
 $N = AnK_\Delta \left(1 - \frac{P}{100} \right) \left(\frac{\gamma_r}{W} \right)^{2/3}$

TABEL 4.
REKAPITULASI DIMENSI STRUKTUR BREAKWATER DENGAN MATERIAL BATU PECAH

	Batu Pecah			
	Primary Layer	Secondary Layer	Core Layer	Toe Berm
Berat (ton)	2.882	0.2882	0.014	0.2882
Lebar Puncak (m)	3.548	Menyesuaikan	Menyesuaikan	2.385
Tebal (m)	2.365	1.098	Menyesuaikan	Menyesuaikan
Jumlah per 10 m ²	14	61	Menyesuaikan	61
Dimensi (m)	1.028	0.477	0.176	0.477

B. Material Dolos

Elevasi mercu *breakwater* dengan menggunakan material dolos memiliki nilai Ru = 2.405 m sehingga elevasi berada pada +8.93 m.

Berat butir dolos ditentukan dengan menggunakan bantuan dari grafik persamaan Hudson. Karena Formula Van Der Meer tidak membedakan jenis material yang digunakan.



Gambar 16. Grafik Hubungan Antara Berat Butir dan Tinggi Gelombang Menggunakan Rumus Hudson

Dari grafik di atas didapatkan berat butir dolos adalah 0.505 ton.

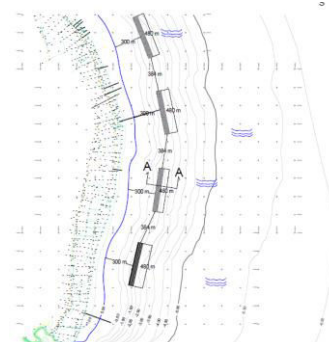
Dengan rumus yang sama maka didapat dimensi struktur *breakwater* seperti yang terlihat pada Tabel 5.

TABEL 5.
REKAPITULASI DIMENSI STRUKTUR BREAKWATER DENGAN MATERIAL DOLOS

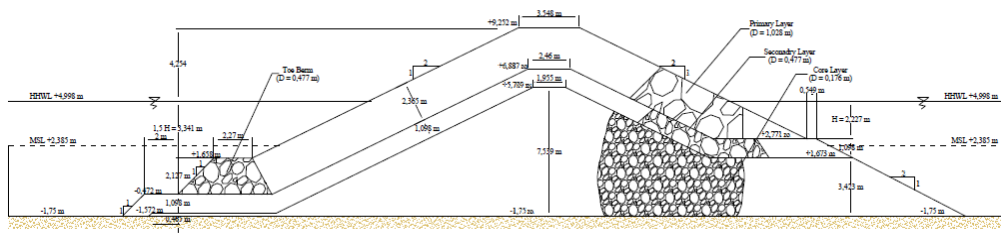
	Dolos			
	Primary Layer	Secondary Layer	Core Layer	Toe Berm
Berat (ton)	0.505	0.2882	0.014	0.2882
Lebar Puncak (m)	1.726	Menyesuaikan	Menyesuaikan	2.3850
Tebal (m)	1.151	1.0978	Menyesuaikan	Menyesuaikan
Jumlah per 10 m ²	23	61	Menyesuaikan	61
Dimensi (m)	0.575	0.4773	0.176	0.4773

VI. GAMBAR PERENCANAAN

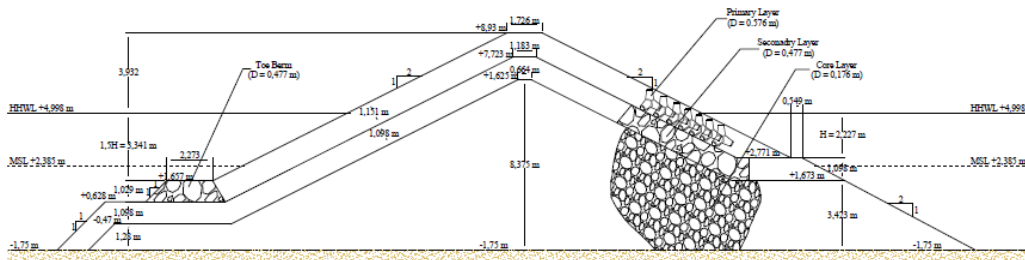
Gambar 17 merupakan *layout* penempatan struktur *breakwater*. Gambar 18 dan 19 adalah gambar potongan *breakwater* dengan menggunakan material batu pecah dan dolos.



Gambar 17. *Layout* Penempatan Struktur *Breakwater*



Gambar 18. Potongan Melintang Breakater dengan Material Batu Pecah



Gambar 19. Melintang Breakater dengan Material Dolos

VII. KESIMPULAN

1. Kondisi pantai yang berada di Desa Tanjung Aru, Kecamatan Sebatik Timur, Nunukan, Kalimantan Utara ini mengalami kemunduran garis pantai atau yang biasa disebut erosi. Erosi yang terjadi disebabkan tinggi gelombang yang cukup tinggi. Tinggi gelombang dihitung berdasarkan data angin pada Tahun 2006-2015.
 - a. Data Angin
 Dari analisis data angin Tahun 2006 – 2015 didapatkan kejadian angin dominan selama 10 tahun berasal dari Arah Utara yaitu sebesar 25.8%.
 - b. Data Gelombang
 Dari perhitungan tinggi gelombang didapatkan tinggi gelombang maksimum adalah 3.912 m dan periode 10.414 detik yang terjadi pada Bulan Juli dan Agustus Tahun 2008 yang dihitung berdasarkan perhitungan tinggi gelombang di laut dalam. Dari data tinggi gelombang signifikan dihitung tinggi gelombang periode ulang 50 tahun yang dihitung menggunakan Formula Weibull, didapat tinggi gelombang 4.361 m dan periode 11.173 detik. Dari tinggi gelombang periode ulang 50 tahun dihitung tinggi gelombang di laut dangkal dengan menggunakan permodelan. Dari permodelan tersebut diketahui tinggi gelombang tertinggi berasal dari Arah Timur.
2. Kondisi pantai berdasarkan peta bathimetri dan pasang surut.
 - a. Data Peta
 Peta yang digunakan dalam analisis ini adalah Peta Bathimetri dan Topografi tahun 2009. Dari peta tersebut didapat kemiringan dasar pantai senilai 0.0058.
 - b. Data Pasang Surut
 Dari analisis data pasang surut hasil pengamatan di lapangan pada 19 September 2010 – 3 Oktober 2010 didapatkan beberapa elevasi penting pasang surut yaitu:

- Highest High Water Level (HHWL) = +499.822 cm
 - Mean High Water Level (MHWL) = +365.294 cm
 - Mean Sea Level (MSL) = +238.53 cm
 - Mean Low Water Level (MLWL) = +111.766 cm
 - Lowest Low Water Level (LLWL) = -22.761 cm
- Data-data elevasi pasang surut ini akan dipakai dalam perencanaan struktur bangunan pengaman pantai.
3. Perubahan garis pantai dianalisis dengan menggunakan *one line model* dibantu dengan menggunakan *Software Genesis*. Rata-rata kemunduran garis pantai (erosi) yang terjadi adalah sebesar 22.573 m per tahun, sedangkan rata-rata akresi yang terjadi adalah 18.457 m.
 4. Bangunan yang terpilih adalah *detached breakwater* yang memiliki panjang 480 m, jarak antar *breakater* 384 m, dan jarak dari garis pantai adalah 300 m. Berat struktur dihitung menggunakan Rumus Van Der Meer. Pada tugas akhir ini struktur pengaman pantai dipilih menggunakan dua material yaitu batu pecah yang memiliki elevasi mercu +9.308 m dan dolos yang memiliki elevasi mercu +8.93 dengan kemiringan 1:2.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Laboratorium Oseanografi Mipa Universitas Sriwijaya. 2012. *Pengolahan Data Pasang Surut dengan Metode Admiralty*, <URL: <http://laboseanografi.mipa.unsri.ac.id/wp-content/uploads/2012/04/Modul-pasut-2012.pdf>>.
- [2] CERC. 1984. *Shore Protection Manual Book I*. Washington : US Army Coastal Engineering Research Center.
- [3] CERC. 1984. *Shore Protection Manual Book II*, Washington : US Army Coastal Engineering Research Center.
- [4] Triatmodjo, Bambang. 2008. *Teknik Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset.
- [5] CIRIA. 1991. *Manual on The Use of Rock in Coastal and Shoreline Engineering*. London : Construction Industry Research And Information Association.
- [6] Triatmodjo, Bambang. 2011. *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset