

PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN PANTAI UNTUK MENGATASI ABRASI DI PANTAI PULAU DERAWAN

Brama Lesmono, Dr. techn Umboro Lasminto, ST.,MSc, Ir. Bambang Sarwono, MSc.
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
E-mail: brama.lesmono@gmail.com; umboro.lasminto@gmail.com

Abstrak - Pulau Derawan adalah salah satu pulau terbaik di Indonesia yang banyak dikunjungi oleh wisatawan lokal maupun mancanegara. Sehubungan dengan banyaknya wisatawan yang datang dari dalam negeri maupun luar negeri, fasilitas komunikasi, penginapan, dan resort pun mulai dibangun. Resort dan penginapan yang ada di Pulau Derawan banyak tersebar di pinggir pantai yang menjadikan kestabilan dinamis pantai mulai terganggu akibatnya proses abrasi mulai terjadi.

Salah satu dari masalah yang ada di daerah pantai adalah abrasi pantai. Abrasi pantai dapat menimbulkan kerugian sangat besar dengan rusaknya kawasan pemukiman, resort dan fasilitas-fasilitas yang ada di pantai Pulau Derawan. Untuk menanggulangi abrasi pantai, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mencari penyebab terjadinya abrasi. Dengan mengetahui penyebabnya maka selanjutnya dapat ditentukan cara penanggulangannya.

Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan perencanaan bangunan pengaman pantai dengan bantuan software SMS8.0. Dari hasil analisis software SMS8.0 pola arus dominan yang terjadi adalah dari arah barat menuju timur dan angkutan sedimen yang terjadi adalah angkutan sedimen sepanjang pantai dari arah barat menuju timur. Dari hasil analisis gelombang didapatkan letak dari gelombang pecah untuk panjang bangunan pengaman pantai. Dari hasil analisa-analisa tersebut maka dapat disimpulkan bangunan yang sesuai adalah groin dengan panjang groin tipe 1 adalah 70 m, groin 2 adalah 55 m, groin 3 adalah 60 m dan groin 4 adalah 25 m. Lebar pada kepala groin adalah 3,3 m dan lebar pada lengan groin adalah 3,2 m. Material yang dipakai yaitu batu yang disusun. Berat satu batu untuk lapisan I untuk kepala yaitu 2,286 ton dan lengan 2,090, lapisan II untuk kepala 0,229 ton dan lengan 0,209 ton, lapisan inti untuk kepala 0,011 ton dan lengan 0,01 ton. Sedangkan tebal lapisan untuk kepala dan lengan yaitu lapisan I 2,5 m, lapisan II 1,5 m, lapisan II 1 m dan lapisan geotekstile 0,5 m.

Kata kunci : abrasi, groin, SMS8.0, Pulau Derawan

I. PENDAHULUAN

Pulau Derawan memiliki pantai bertopografi relatif datar dengan kemiringan lereng 7° - 11° . Morfologi pantai secara umum berupa hamparan pasir putih dengan dune sebagai batas muka pantai dengan daratan (*inland*), pada batas muka pantai terhampar lapisan karang (*coral matras*) menjorok datar ke arah laut berkisar 150 s/d 250 m. Morfologi pantai seperti ini dijumpai pada 2/3 bagian pantai pulau Derawan kecuali pada kawasan pemukiman nelayan/penduduk. Derawan adalah salah satu pulau terbaik di Indonesia yang banyak dikunjungi oleh wisatawan local maupun mancanegara. Sehubungan dengan banyaknya wisatawan yang datang dari dalam negeri maupun luar negeri, fasilitas komunikasi, penginapan, dan resort pun mulai di bangun. Resort dan penginapan yang ada di Pulau Derawan banyak tersebar di pinggir pantai yang menjadikan kestabilan dinamis pantai mulai terganggu akibatnya proses abrasi mulai terjadi.

Abrasi yang terjadi di pulau derawan telah mencapai lokasi bangunan sehingga mengganggu kestabilan bangunan. Terdapat beberapa bangunan yang telah rusak akibat terjadinya abrasi. Abrasi juga mengakibatkan tertutupnya kawasan terumbu karang oleh pasir yang terbawa arus kemudian mengendap. Penutupan pasir pada karang menyebabkan banyak terumbu karang mati.

Dengan kondisi tersebut perlu dibangun bangunan pengaman pantai. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melindungi pantai seperti berikut ini:

1. Memperkuat/melindungi pantai agar mampu menahan serangan gelombang,
2. Mengubah laju transpor sedimen sepanjang pantai,
3. Mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai,

Oleh karena itu, diperlukan studi lebih lanjut untuk merencanakan bangunan pengaman pantai yang sesuai dan efektif dengan kondisi pantai di Pulau Derawan. Selain itu Pulau Derawan adalah kawasan wisata, maka bangunan pengaman pantai yang direncanakan harus mempertimbangkan bentuk fisik yang indah untuk menunjang kegiatan kepariwisataan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pasang Surut

Pasang surut adalah perubahan ketinggian muka air laut karena gerak gravitasi bulan dan matahari dan benda langit lain pada perputaran bumi. Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe, yaitu pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), harian ganda (*semidiurnal tide*) dan dua jenis campuran.

B. Pembangkit Gelombang

Tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan dipengaruhi oleh angin yang meliputi kecepatan angin U , lama hembus angin D , arah angin dan fetch F . Untuk memperkirakan pengaruh kecepatan angin terhadap pembangkitan gelombang dapat digunakan persamaan yang lebih sederhana berikut ini.

$$U(10) = U(y) \left(\frac{10}{y} \right)^{1/7}$$

Setelah dilakukan berbagai konversi kecepatan angin seperti yang dijelaskan di atas, kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan menggunakan rumus berikut:

$$U_A = 0,71U^{1,23}$$

Fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang 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.

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

C. Peramalan Gelombang Laut Dalam

Untuk memperkirakan gelombang dengan periode ulang dilakukan dengan analisa frekuensi. Data yang digunakan pada analisis frekuensi tersebut adalah data angin. Terdapat dua metode dalam mengerjakan analisis frekuensi yaitu distribusi Gumbel (Fisher-Tippett Type I) dan distribusi weibull (CERC,1992)

D. Gelombang Pecah

Gelombang yang menjalar dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena perubahan kedalaman laut. Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang berkurang secara berangsur-angsur sementara tinggi gelombang bertambah. Tinggi dan kedalaman gelombang pecah dapat dihitung dengan menggunakan metode SPM.

E. Arus

Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transpor massa dan momentum tersebut menimbulkan arus di daerah dekat pantai. Di beberapa daerah yang dilintasinya, perilaku gelombang dan arus yang ditimbulkannya berbeda, daerah yang dilintasi gelombang tersebut adalah *offshore zone* dan *swash zone*. Di daerah lepas pantai (*offshore zone*) yaitu daerah yang terbentang dari lokasi gelombang pecah

kearah laut. Di *surf zone*, yaitu daerah antara gelombang pecah dan garis pantai, ditandai dengan gelombang pecah dan penjalaran gelombang setelah pecah kearah pantai.

F. Transpor Sedimen

Transpor sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Transpor sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi transpor menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) dan transpor sepanjang pantai (*longshore transport*). Transpor menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedang transpor sepanjang pantai mempunyai arah rata-rata sejajar pantai.

G. Software SMS8.0

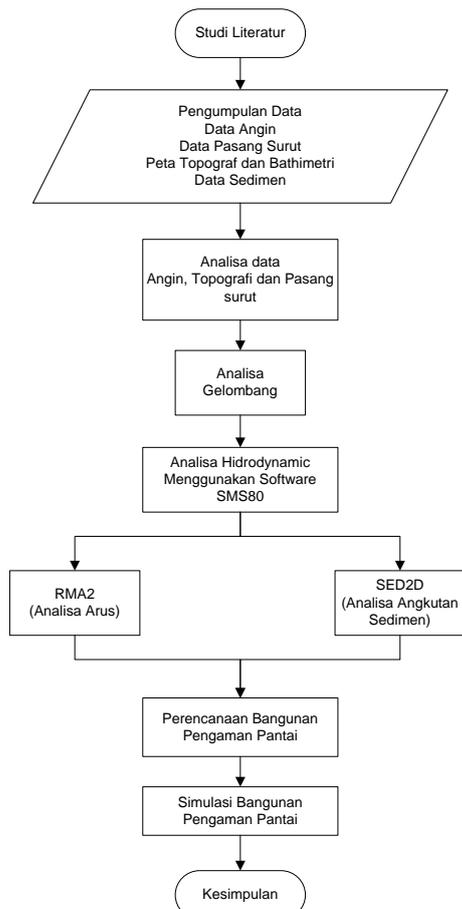
Perangkat lunak yang akan digunakan dalam pemodelan ini adalah *Surface-Water Modeling System (SMS) versi 8.0 (Environmental Modeling Research Laboratory (ERML), 2002)* yang dikembangkan oleh *US Army Corps of Engineers*. Program inti dari SMS ini adalah program pemodelan hidrodinamika yang dapat menghitung elevasi muka air dan kecepatan aliran untuk suatu masalah aliran. SMS sangat cocok untuk perhitungan numerik dengan mesh (grid) yang besar dan kompleks (sampai beberapa ribu elemen). Mesh elemen hingga serta kondisi batas yang diperlukan untuk perhitungan dapat dibuat secara interaktif dan disimpan dalam file-file yang spesifik. File-file tersebut digunakan untuk melakukan perhitungan hidrodinamika.

H. Bangunan Pantai

Groin adalah bangunan pelindung pantai yang biasanya dibuat tegak lurus garis pantai dan berfungsi untuk menahan transpor sedimen sepanjang pantai sehingga bisa mengurangi/menghentikan erosi yang terjadi. Bangunan ini juga bisa digunakan untuk menahan masuknya transpor sedimen sepanjang pantai ke pelabuhan atau ke muara.

III. METODOLOGI

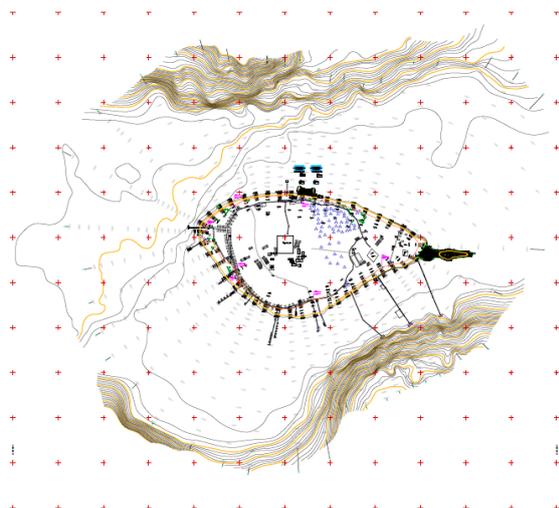
A. Bagan Alir Penyelesaian Tugas Akhir



Gambar 1 Flowchart

IV. ANALISIS DATA

Peta bathimetri dan topografi daerah Pulau Derawan seluas 44 Ha. Pengambilan data bathimetri dan topografi dilakukan dengan pengamatan sepanjang pantai Pulau Derawan 100 m kearah daratan dan 2 km kearah laut atau mencapai kedalaman ≤ 16.8 m.



Gambar 2 Peta bathimetri Pulau Derawan
Sumber : PT. Tegalleja Jaya

B. Data Pasang Surut

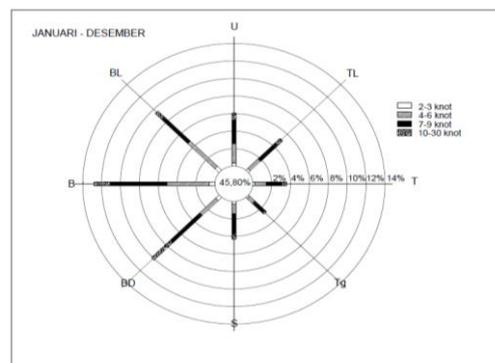
Data pasang surut digunakan untuk mengetahui posisi muka air laut absolut terendah, dan pola pasang surutnya. Selanjutnya posisi air surut terendah berdasarkan pola pasang surut setempat digunakan sebagai acuan untuk penetapan elevasi seluruh bangunan.

Tabel 1 Parameter fluktuasi pasang surut Pulau Derawan

Parameter	Elevasi
HHWL	2,7 m
MHWL	2,23 m
MSL	1,38 m
MLWL	0,59 m
LLWL	0.25 m

C. Data Angin

Data angin yang digunakan dalam peramalan gelombang selama 10 tahun yaitu tahun 2004 sampai dengan 2013 untuk wilayah Pulau Derawan. Penggunaan data angin tahunan diperlukan untuk menghitung pembangkitan gelombang dilokasi dimana struktur pelindung pantai akan dibangun. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung diatas permukaan laut atau pengukuran di darat di dekat lokasi perencanaan.



Gambar 3 Windrose kejadian angin di pantai Pulau Derawan 2004-2013

Sumber : Data Olahan

D. Fetch

Untuk menghitung peramalan gelombang dibutuhkan panjang efektif fetch Perhitungan panjang fetch efektif menggunakan peta rupa bumi pantai Pulau Derawan. Peta yang digunakan dalam perencanaan ini didapat dari sumber google earth yang berskala. Fetch yang di analisis untuk peramalan gelombang hanya dari arah mata angin yang berpengaruh terhadap pantai Pulau Derawan yaitu 5 arah mata angin (barat, barat laut, utara, timur laut, dan timur).

Dimana :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

Utara 191 km, timur laut 200 km, timur 196 km, Barat 87 km, barat laut 144 km

E. Tinggi Gelombang Laut Dalam

Berdasarkan hasil perhitungan fetch dapat digunakan untuk menghitung tinggi dan periode

gelombang. Pada perhitungan ini kecepatan angin yang digunakan adalah kecepatan maksimum bulanan dengan arah angin yang berpengaruh yaitu barat, barat laut, utara, timur laut, timur.

Tabel 2 Urutan kejadian gelombang pertahun yang terbesar.

Tahun	Bulan	Kec Max		Arah Mata Angin	tl	Hmo	Tm
		knot	m/s				
2012	Des	29.00	14.94	T	3	2.30	4.79
2013	Des	28.00	14.42	S	3	2.22	4.73
2011	Feb	26.00	13.39	T	3	1.90	4.60
2006	Agu	25.00	12.88	BD	3	1.76	4.71
2004	Jul	23.00	11.85	U	3	1.54	4.51
2005	Jul	21.00	10.82	U	3	1.35	4.35
2009	Okt	18.00	9.27	BD	3	1.03	4.10
2007	Mar	18.00	9.27	U	3	1.03	4.10
2008	Jan	16.00	8.24	BD	3	0.88	3.93
2010	Mei	14.00	7.21	BL	3	0.68	3.71

Sumber : Perhitungan

F. Periode Ulang Gelombang

Untuk menghitung tinggi dan periode gelombang dapat digunakan metode fisher tippet type 1 dan metode weibul berdasarkan kejadian angin. Bangunan pengaman pantai pada pantai Pulau Derawan direncanakan dengan umur 25 tahun.

Tabel 3 Tinggi gelombang dengan periode ulang tertentu (metode FT-1)

Periode ulang	Yr	Hsr	σ_{nr}	σ_r	Hs-1,28 σ_r	Hs+1,28 σ_r
Tahun	Tahun	m			m	m
2	0.37	1.49	0.34	0.19	1.24	1.73
5	1.50	2.05	0.57	0.32	1.64	2.47
10	2.25	2.43	0.78	0.44	1.86	2.99
25	3.20	2.90	1.06	0.60	2.13	3.67
50	3.90	3.25	1.28	0.72	2.32	4.17
100	4.60	3.60	1.49	0.85	2.51	4.68

Sumber : Perhitungan

Tabel 4 Tinggi gelombang dengan periode ulang tertentu (metode Weibul)

Periode ulang	Yr	Hsr	σ_{nr}	σ_r	Hs-1,28 σ_r	Hs +1,28 σ_r
Tahun	Tahun	m			m	m
2	1.731	2.548	0.63	0.35	2.08	3.00
5	1.978	2.863	0.70	0.39	2.35	3.37
10	2.146	3.077	0.75	0.42	2.53	3.62
25	2.350	3.337	0.80	0.45	2.75	3.92
50	2.493	3.520	0.85	0.48	2.90	4.13
100	2.628	3.692	0.89	0.50	3.04	4.33

Sumber : Perhitungan

G. Gelombang Pecah

Gelombang pecah dapat dihitung dengan menggunakan grafik pada gambar 2.9 -2.10. Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini dimana:

$$H_o = 3,52 \text{ m}$$

$$T = 4,79 \text{ detik}$$

$$\frac{H_o}{gT^2} = 0,0156 \text{ (dimasukan ke dalam grafik)}$$

Didapat dari grafik harga H_b/H_o adalah 0.95.

Maka $H_b = H_o \times 0.95 = 3.344 \text{ m}$ (tinggi gelombang)

Kedalaman gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus dibawah ini dimana:

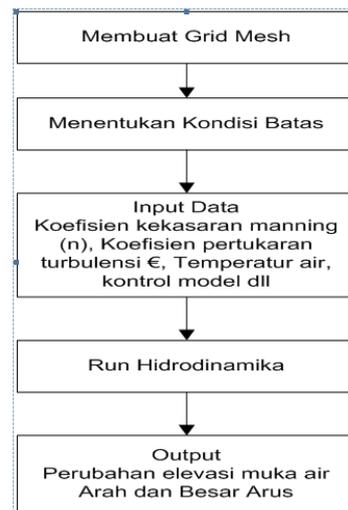
$$\frac{H_b}{d_b} = 0,014856 \text{ (dimasukkan ke dalam grafik)}$$

Didapat dari grafik harga $d_b/H_b = 1,4$

Maka $d_b = H_b \times 1.4 = 4.76 \text{ m}$

H. Pola Arus dan Angkutan Sedimen

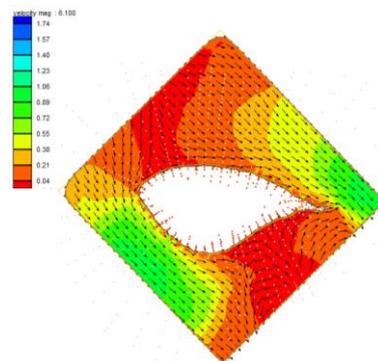
Transpor masa tersebut akan menimbulkan arus dekat pantai. Perbedaan gelombang pecah juga akan menyebabkan perbedaan elevasi air sehingga terjadi arus.



Gambar 4 Metodologi pemodelan arus

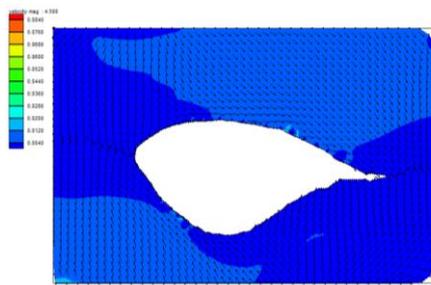
Sumber : Data olahan

Hasil dari pemodelan arus dapat dilihat pada gambar 5.

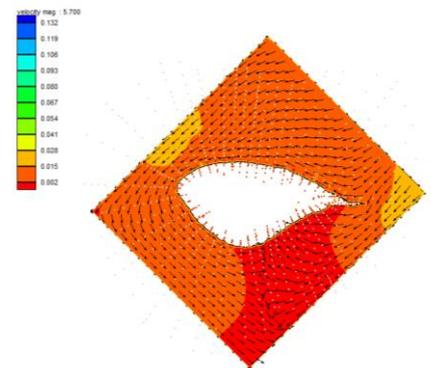


Gambar 5 Pemodelan arah barat laut kondisi eksisting

Sumber : Data olahan

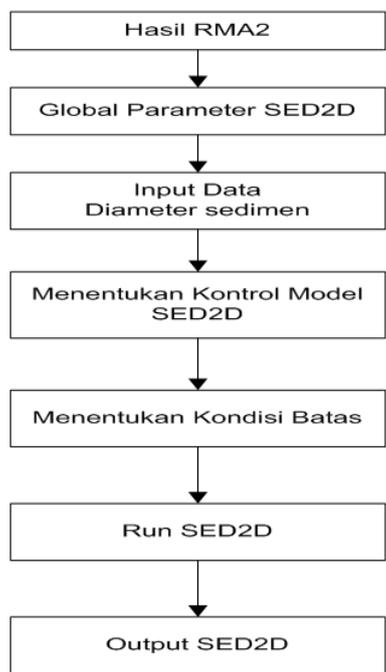


Gambar 6 Pemodelan arah utara kondisi eksisting
Sumber : Data olahan



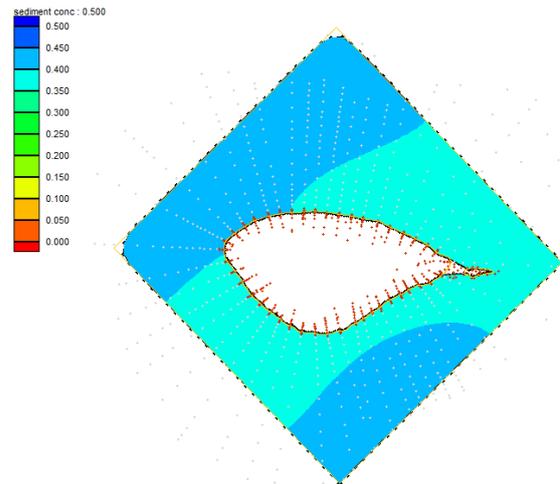
Gambar 7 Pemodelan arah timur laut kondisi eksisting
Sumber : Data olahan

Transpor sedimen pantai di pantai Pulau Derawan termasuk kedalam transport sedimen sejajar pantai.



Gambar 8 Metodologi pemodelan sedimen
Sumber : Data olahan

Pemodelan sedimen yang dilakukan berdasarkan hasil arus yang dominan. Dapat dilihat pada pemodelan arus, arus yang dominan adalah dari arah barat laut. Hasil dari pemodelan sedimen dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 9 Pemodelan sedimen arah barat laut
Sumber : Data olahan

V. PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN PANTAI

A. Penyebab Terjadinya Abrasi

Abrasi di pantai pulau derawan terjadi karena arus yang dominan yang terjadi dari arah barat laut yang langsung menghantam pantai. Abrasi juga disebabkan oleh transpor sedimen sepanjang pantai yang terjadi.

B. Pemilihan Bangunan Pengaman Pantai

Pemilihan struktur pengaman pantai yang tepat dan sesuai dengan kondisi Pulau Derawan dengan mengetahui pola arus dan angkutan sedimen di wilayah pantai. Arus yang dominan terjadi dari arah barat laut dan pola angkutan sedimen yang terjadi adalah angkutan sedimen sepanjang pantai di bagian timur pulau (gambar 9). Dengan demikian bangunan yang sesuai dengan kondisi tersebut adalah groin.

C. Dimensi dan Layout Groin

Pada analisa bab IV diperoleh kedalaman gelombang pecah db adalah (db) adalah 4,36 m sedangkan kemiringan dasar pantai adalah 0,01 maka lebar surfzone yang diperoleh yaitu:

Kedalaman gelombang pecah (db)= 4,18m

Lebar surfzone (Ls) = 732 m

Panjang Groin (Lg) = (40 -60%)xlebar surfzone

= 40% x 732 = 292,8 m

Karena panjang groin terlalu panjang atau tidak sesuai dengan kebutuhan pada pantai Pulau Derawan maka panjang groin ditentukan sepanjang 70 m dengan jarak antar groin 2 x Lg. Groin yang dibangun merupakan groin tumpukan batu.

Tabel 5 Berat batu

Berat Batu									
Posisi	γ_r	γ_a	H	cot θ	K_D	Sr	W	W10	W200
Kepala	2.65	1.03	3.18	1.5	6.4	2.573	2.286	0.229	0.023
Lengan	2.65	1.03	3.18	1.5	7	2.573	2.090	0.209	0.021

Sumber : Perhitungan

Tabel 6 Lebar puncak groin

Lebar Puncak									
Posisi	n	kΔ	γ_r	W	W10	W200	B	B10	B200
Kepala	3	1.15	2.65	2.286	0.229	0.023	3.3	2	0.8
Lengan	3	1.15	2.65	2.09	0.209	0.021	3.2	1.5	0.7

Sumber : Perhitungan

Tabel 7 Tebal lapis lindung

Tebal Lapis Lindung									
Posisi	n	kΔ	γ_r	W	W10	W200	t	t10	t200
Kepala	2	1.15	2.65	2.286	0.229	0.023	2.500	1.500	1.000
Lengan	2	1.15	2.65	2.09	0.209	0.021	2.500	1.500	1.000

Sumber : Perhitungan

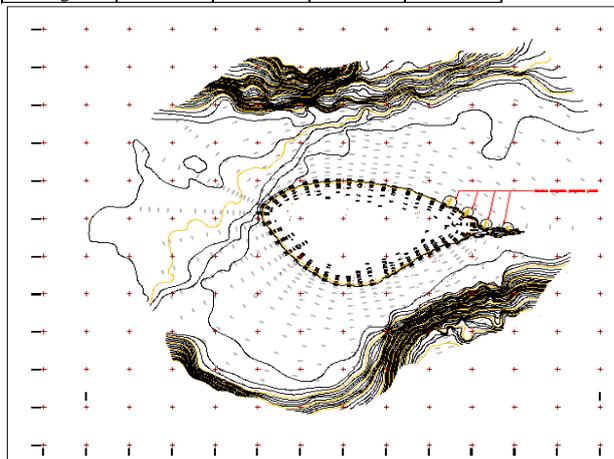
Tabel 8 Jumlah butir batu

Jumlah Butir Batu													
Posisi	A	A10	A200	n	P	γ_r	kΔ	W	W10	W200	N	N10	N100
Kepala	8.47	1.82	0.39	2	37	2.65	1.15	2.29	0.23	0.02	13.55	13.55	13.55
Lengan	598	277	129	2	37	2.65	1.15	2.09	0.21	0.02	1014.84	2186.41	4710.47

Sumber : Perhitungan

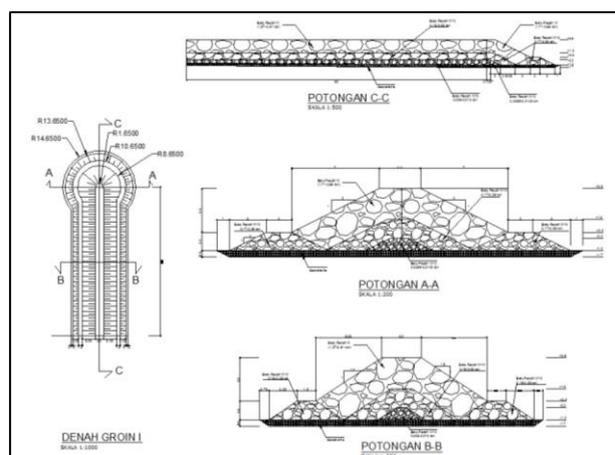
Tabel 9 Berm

Berm				
Posisi	W	W10	B10	t10
Kepala	2.286	0.229	2.000	1.500
Lengan	2.090	0.209	1.500	1.500



Gambar 10 Layout groin seri

Sumber : Data olahan



Gambar 11 Detail groin

Sumber : Data olahan

D. Perbandingan Pola Arus Sebelum dan Sesudah Adanya Bangunan

Berdasarkan hasil dua kondisi pemodelan diatas dapat di simpulkan bahwa kecepatan arus dapat

diminimalisasi dengan dibangunnya bangunan pengaman pantai (groin). Perbandingan antara kecepatan arus sebelum dan sesudah adanya bangunan dapat dilihat pada tabel 5.5.

Arah	Barat Laut	Utara	Timur Laut
V sebelum (m/s)	0.38	0.012	0.015
V sesudah (m/s)	0.19	0.002	0.003

Tabel Perbandingan kecepatan arus sebelum dan setelah adanya bangunan

Sumber : Hasil pemodelan

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pola arus yang dominan yaitu berasal dari arah barat laut dengan kecepatan $V = 0.38$.
2. Pola angkutan sedimen yang terjadi yaitu dari arah barat menuju timur.
3. Abrasi disebabkan karena arus dan sedimen yang terjadi yaitu dari arah barat menuju timur. Abrasi yang terjadi yaitu pada bagian timur pulau.
4. Bentuk dan ukuran bangunan pengaman pantai yang sesuai adalah groin tipe I dengan panjang groin 1 adalah 70 m, groin 2 adalah 55 m, groin 3 adalah 60 m dan groin tipe T groin 4 adalah 25 m. Lebar pada kepala groin adalah 3,3 m dan lebar pada lengan groin adalah 3,2 m. Material yang dipakai yaitu batu yang disusun. Berat satu batu untuk lapisan I untuk kepala yaitu 2,286 ton dan lengan 2,090, lapisan II untuk kepala 0,229 ton dan lengan 0,209 ton, lapisan inti untuk kepala 0,011 ton dan lengan 0,01 ton. Sedangkan tebal lapisan untuk kepala dan lengan yaitu lapisan I 2,5 m, lapisan II 1,5 m, lapisan inti 1 m dan lapisan geotekstile 0,5 m.
5. Kecepatan arus pada kondisi eksisting dapat diminimalisasi dengan adanya bangunan. Kecepatan arus dominan dari arah barat laut sebelum adanya bangunan yaitu 0,38 m/s sedangkan setelah adanya bangunan yaitu 0,2 m/s.

Saran

Untuk perencanaan bangunan selanjutnya sebaiknya perubahan garis pantai di hitung untuk mengetahui seberapa panjang abrasi atau erosi yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triatmojo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- [2] Triatmojo, Bambang. 2011. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- [3] Suntayo dkk. 1997. *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut*. Yogya: BPFE
- [4] Sorensen, Robert M. 2002. *Basic Coastal Engineering*.