

PERENCANAAN ULANG JETTY DI MUARA BATU PUTIH MEULABOH

Indra Riandi¹, Muhammad Ikhsan², Astiah Amir³

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Meulaboh
^{2&3} Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Meulaboh
Email : indrariandi1993@gmail.com

ABSTRAK

Muara Batu Putih terletak di Kecamatan Johan Pahlawan Kabupaten Aceh Barat. Penumpukan sedimen pada jetty sebelumnya di mulut muara menjadi permasalahan pada muara ini. Permasalahan ini dapat ditanggulangi dengan pembangunan ulang konstruksi jetty sebagai pelindung muara dari penumpukan sedimen. Oleh karena itu, tugas akhir ini bertujuan untuk merencanakan ulang konstruksi jetty di Muara Batu Putih. Data yang digunakan dalam perencanaan ini berupa data angin, data bathymetri, data pasang surut, data kapal dan data material. Angin dominan yang terjadi adalah dari arah barat sebesar 16,08%. Tinggi gelombang rencana dihitung dari karakteristik angin yang terjadi adalah 2,00 m. Berdasarkan analisis sedimen di Muara batu Putih didominasi oleh sedimen sepanjang pantai sebesar 23.740.084,35m³/tahun yang berasal dari arah Barat menuju Barat Laut. Perencanaan dimensi alur muara menggunakan ukuran kapal 30 GT sebagai acuan. Lebar alur muara menggunakan lebar alur hidrolis sungai yaitu 80 m dan kedalaman alur pelayaran yang digunakan adalah 2,5 m. Konstruksi jetty yang dibangun adalah tipe jetty panjang. panjang jetty sebelah kanan 450 m dan sebelah kiri 460 m. Jetty direncanakan dari material batu alam. Lapis luar jetty bagian kepala digunakan batu dengan berat 1429,580 kg/unit sedangkan bagian lengan adalah 1357,151 kg/unit. Elevasi tinggi rencana jetty adalah +3,60 m dan lebar puncak jetty bagian kepala 4,50 m serta bagian lengan 3,00 m.+3,60 m dan lebar puncak jetty bagian kepala 4,50 m serta bagian lengan 3,00 m.

Kata kunci: gelombang, angkutansedimen, Jetty

Abstract

Muara Batu Putih is situated in Johan Pahlawan sub-district of West Aceh District Sediment on the jetty at the mouth of the estuary previously been a problem in this estuary. This problem can be overcome by rebuilding the jetty construction as the protector of estuary sediment buildup. Therefore, this thesis aims to plan the re-construction of the jetty at Muara Batu Putih. The data used in this planning in the form of wind data, the data bathymetry, tide data, ship data and material data. The dominant wind that occurs is from the west amounting to 16.08%. Wave height calculated plan of the characteristics of the wind that occurs is 2.00 m. Based on the analysis of sediments in the estuary White dominated by sedimentary rocks along the coast of 23.740.084,35m³ / year coming from west to Northwest. Planning the mouth of the groove dimensions using the size of the vessel 30 GT as a reference. Groove width wide estuary using a hydraulic flow of the river is 80 m and the depth of the shipping channel used was 2.5 m. Construction jetty built is a long jetty type. length of 450 m jetty right side and the left 460 m. Jetty planned from natural stone material. The outer layer is used a stone jetty head weighing 1429.580 kg / unit while the arm is 1357.151 kg / unit. High elevation plan is +3.60 m jetty and the jetty peak width 4.50 m head and arm 3,00 m. + 3,60 m and the peak width 4.50 m jetty head and the arm 3.00 m.

Keywords: wave, angkutansedimen, Jetty

PENDAHULUAN

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Muara sungai berfungsi sebagai pengeluaran atau pembuangan debit sungai, terutama pada waktu banjir, ke laut. Sungai-sungai yang bermuara pada pantai berpasir dengan gelombang cukup besar sering mengalami penyumbatan muara oleh endapan pasir. Karena pengaruh gelombang dan angin, endapan pasir terbentuk di muara. Transpor sedimen sepanjang pantai juga sangat berpengaruh terhadap pembentukan endapan tersebut. Pasir yang melintas di depan muara akan terdorong oleh gelombang masuk ke muara dan kemudian diendapkan. Endapan yang sangat besar dapat menyebabkan tersumbatnya muara sungai. Penutupan muara tersebut dapat menyebabkan terjadinya banjir di daerah sebelah hulu muara. Padamusim penghujan air banjir dapat mengerosi endapansedimen sehingga sedikit demi sedikit muara sungai dapat terbuka kembali. Selama proses penutupan dan pembukaan kembali tersebut biasanya disertai dengan proses membeloknya muara sungai dalam arah yang sama dengan arah transpor sedimen sepanjang pantai. *Jetty* dapat digunakan untuk menanggulangi masalah tersebut. Mengingat fungsinya untuk alur pelayaran dan penanggulangan banjir, maka dapat digunakan salah satu dari bangunan berikut, yaitu *jetty* panjang, *jetty* sedang dan *jetty* pendek.

Saat ini, muara Batu Putih mengalami sedimentasi yang menyebabkan muara tidak berfungsi lagi. Laju sedimentasi yang tinggi ialah yang menyebabkan volume pendangkalan yang tinggi dalam kurun waktu yang tidak lama. Muara yang dilengkapi dengan konstruksi *jetty* pada pembangunan sebelumnya telah tertutup dengan sedimen. *Jetty* yang di pakai pada perencanaan sebelumnya yaitu *jetty* pendek. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalahnya adalah bagaimana laju sedimentasi pada *jetty* sebelumnya ,b konfigurasi ulang struktur *jetty* yang efektif. Tujuan dari tugas akhir ini adalah Untuk mengetahui laju sedimentasi pada *jetty* eksisting. Dan Untuk mengetahui konfigurasi ulang struktur *jetty* yang efektif.

Lebar puncak jetty

Menurut Triatmodjo (1999), lebar puncak *jetty* tergantung pada limpasan yang diijinkan. Pada kondisi limpasan diijinkan, lebar minimum adalah sama dengan lebar tiga butir batu yang disusun berdampingan (n=3). Selain batasan tersebut, lebar puncak harus cukup lebar untuk keperluan operasi peralatan pada saat pelaksanaan dan perawatan *jetty*.Lebar puncak dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$B = n k_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

- B = lebar puncak (m);
- n = jumlah butir batu;
- k_Δ = koefisien lapis yang diberikan dalam Tabel 2.2;
- W = berat unit batu (ton/unit);
- γ_r = berat jenis batu (ton/m³).

Tabel 1 Koefisien Lapis dan Porositas

Batu Pelindung	n	Penempatan	Koef.Lapis (k _Δ)	PorositasP (%)
Batu alam (halus)	2	random (acak)	1,02	38
Batu alam (kasar)	2	random (acak)	1,15	37
Batu alam (kasar)	>3	random (acak)	1,10	40
Kubus	2	random (acak)	1,10	47
Tetrapod	2	random (acak)	1,04	50
Quadripod	2	random (acak)	0,95	49
Hexapod	2	random (acak)	1,15	47
Tribard	2	random (acak)	1,02	54
Dolos	2	random (acak)	1,00	63
Tribar	1	seragam	1,13	47
Batu alam		random (acak)		37

Sumber : Triatmodjo, 1999.

Tebal dan jumlah butir batu lapis pelindung

Menurut Triatmodjo (1999), tebal dan jumlah butir batu lapis pelindung dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$t = n k_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} \dots\dots\dots(2.)$$

$$N = A n k_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3} \dots\dots\dots(3.)$$

dimana:

- t = tebal lapis (m);
- n = jumlah lapis batu dalam lapis;
- k_{Δ} = koefisien lapis;
- A = luas permukaan (m²);
- P = porositas rerata dari lapis pelindung
- W = berat butir batu (ton/unit);
- γ_r = berat jenis batu (ton/m³);
- N = jumlah butir batu untuk satu satuan luas permukaan.

Stabilitas batu lapis

Menurut Triatmodjo (1999), di dalam perencanaan *jetty* ditentukan berat batu lapis yang terdiri dari lapis luar, lapis kedua, dan lapis ketiga atau lapis inti. Berat butir lapis luar dapat dihitung dengan menggunakan rumus Hudson sebagai berikut :

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} \dots\dots\dots(4)$$

$$S_r = \gamma_r / \gamma_a \dots\dots\dots(5)$$

dimana:

- γ_r = berat jenis batu (ton/m³);
- γ_a = berat jenis air laut (ton/m³);
- θ = sudut kemiringan sisi *jetty*;
- K_D = koefisien stabilitas tergantung pada bentuk batu

Untuk berat batu lapis kedua dapat ditentukan dengan rumus Hudson Jackson sebagai berikut:

$$W_2 = \frac{W}{10} \dots\dots\dots(6)$$

Untuk berat batu lapis ketiga dapat ditentukan dengan rumus Hudson Jackson sebagai berikut:

$$W_3 = \frac{W}{200} \dots\dots\dots(7)$$

Stabilitas kaki *jetty*

Menurut Triatmodjo (1999), stabilitas kaki *jetty* perlu untuk diperhitungkan dikarenakan erosi yang ditimbulkan oleh gelombang mempengaruhi kestabilan konstruksi *jetty*. Perhitungan berat butir pelindung kaki didasarkan pada perencanaan bangunannya.

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{N_s (S_r - 1)^3} \dots\dots\dots(8)$$

$$S_r = \gamma_r / \gamma_a \dots\dots\dots(9)$$

dimana:

- W = berat rata-rata butir batu (ton);
- γ_r = berat jenis batu (ton/m³);
- H = tinggi gelombang rencana (m);
- S_r = perbandingan antara berat jenis batudengan berat jenis air laut;
- N_s = angka stabilitas rencana untukPelindung kaki bangunan;

γ_a = berat jenis air laut (ton/m^3).

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

3.2.1 Data angin

Data angin yang digunakan adalah data angin maksimum diperlukan untuk memprediksi tinggi dan periode gelombang, yaitu data angin yang lebih besar dari 10 Knot. Data angin maksimum diplot dalam tabel berdasarkan persentase dan kecepatan angin. Kecepatan angin dibagi dalam enam kelompok angin yang besarnya berkisar dari 0 - 31 Knot.

3.2.2 Data Topografi dan *Bathymetri*

Data topografi merupakan data elevasi di kawasan pantai Batu Putih. Data *bathymetri* merupakan data kedalaman muara dan laut kawasan Batu Putih yaitu sejauh 2 km dari muara ke arah laut dan 4 km sepanjang garis pantai. Data ini akan dipergunakan untuk penentuan letak konstruksi *jetty*.

3.2.3 Data Pasang Surut

Data ini merupakan fluktuasi muka air laut dimana muka air mencapai ketinggian maksimum saat terjadi pasang dan ketinggian minimum saat terjadi surut. Pasang surut yang terjadi pada pantai Batu Putih adalah tipe pasang surut harian ganda, yaitu dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama.

3.2.4 Data Material

Data material diperlukan untuk mengetahui jenis material yang akan digunakan dalam perencanaan konstruksi *jetty* ini. Batu alam adalah material utama yang digunakan dalam Perencanaan ini. Dalam perencanaan ini data material yang diperlukan berupa berat jenis dari batu alam tersebut berupa $2,65 \text{ ton/meter}^3$.

3.2.5 Data Kapal

Data kapal diperlukan untuk menentukan kedalaman minimum alur pelayaran dan lebar minimum alur pelayaran. Ukuran kapal yang digunakan untuk perencanaan adalah kapal dengan ukuran maksimum yang melewati Muara Lambada Lhok yaitu kapal motor ukuran 30 GT. Dimensi kapal motor 30 GT adalah panjang 25 m, lebar 5 m dan draf 1,5 m.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

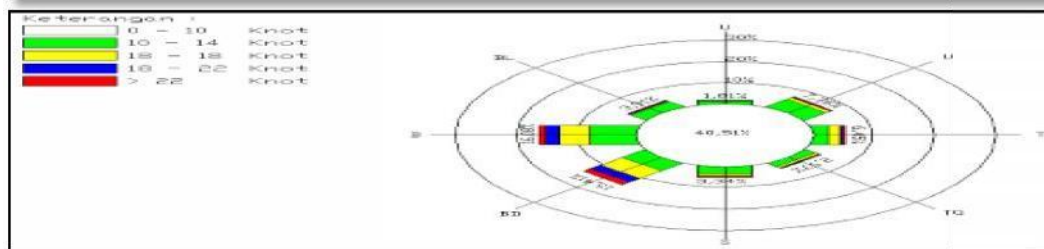
4.1.1 Analisis Iklim Kelautan

Data angin maksimum diplot dalam tabel berdasarkan persentase dan kecepatan angin. Kecepatan angin dibagi dalam enam kelompok angin yang besarnya berkisar dari 0- 31 Knot. Data kecepatan angin yang telah dianalisis dalam bentuk persentase kemudian diplot dalam bentuk mawar angin seperti pada Gambar 1. Distribusi kejadian angin maksimum terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Kejadian angin maksimum di Stasiun Meteorologi Cut Nyak Dhien Nagan Raya Tahun 2005-2014.

Arah/Kec (Knot)	0-10 (Knot)	10 – 14 (Knot)	14 – 18 (Knot)	18 – 22 (Knot)	>22 (Knot)	Total (%)
T	40,51	2,78	2,51	0,93	0,23	6,45
TG		1,35	0,84	0,51	0,27	2,97
S		1,29	0,84	0,51	0,7	3,34
BD		6,14	6,09	2,55	0,63	15,41
B		7,46	4,3	2,61	1,71	16,08
BL		2,04	1,2	0,44	0,23	3,91
U		1,33	0,32	0,08	0,08	1,81
TL		4,55	2,51	0,61	0,11	7,78

Ket : U = Utara; TL = Timur Laut; T = Timur; TG = Tenggara; S = Selatan; BD = Barat Daya; B = Barat; BL = Barat Laut



Gambar 4.1 : Mawar Angin Kejadian Maksimum untuk Station Cut Nyak Dhien Nagan raya 2005-2014

A. Peramalan gelombang



Gambar 4.2 : Fetch arah barat

mengetahui tinggi dan periode gelombang signifikan dilokasi kan data angin yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Cut menganalisis data angin untuk mendapatkan faktor tegangan sebagai faktor pembangkit gelombang yang mempengaruhi

Gambar 4.2, 4.3 dan 4.4.



Gambar 4.3 : Fetch arah Barat Daya



Gambar 4.4 : Fetch arah Selatan

Arah angin dominan adalah dari sebelah Barat dengan persentase sebesar 16,08% sedangkan arah angin minimum adalah 1,81% dari arah Utara. Posisi pantai adalah 35° dari arah Barat. Berdasarkan kondisi tersebut maka angin yang mengakibatkan terjadinya gelombang diperkirakan berasal arah Barat, arah Barat Daya dan arah Selatan. Dalam presentasinya dapat dilihat dalam pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai Fetch Efektif

α°	$\cos \alpha^\circ$	B (km) x_i	BD (km) x_i	S (km) x_i	B (km) $x_i \cos \alpha^\circ$	BD (km) $x_i \cos \alpha^\circ$	S (km) $x_i \cos \alpha^\circ$
42	0,743	12,58	500,00	500,00	9,349	371,572	371,572
36	0,809	500,00	500,00	500,00	404,508	404,508	404,508
30	0,866	500,00	500,00	500,00	433,013	433,013	433,013
24	0,914	500,00	500,00	500,00	456,773	456,773	456,773
18	0,951	500,00	500,00	500,00	475,528	475,528	475,528
12	0,978	500,00	500,00	139,96	489,074	489,074	136,902
6	0,995	500,00	500,00	145,01	497,261	497,261	144,216
0	1,000	500,00	500,00	158,65	500,000	500,000	158,650
6	0,995	500,00	500,00	171,14	497,261	497,261	170,202
12	0,978	500,00	500,00	190,54	489,074	489,074	186,376
18	0,951	500,00	500,00	500,00	475,528	475,528	475,528
24	0,914	500,00	500,00	325,21	456,773	456,773	297,094
30	0,866	500,00	142,75	239,29	433,013	123,625	207,231
36	0,809	500,00	140,63	500,00	404,508	113,772	404,508
42	0,743	500,00	151,13	258,58	371,572	112,311	192,162
Σ	13,511				6393,235	5896,074	4514,265
<i>F_{eff}</i>					473,190	436,393	334,120

B. Analisis gelombang rencana

Pada perencanaan bangunan pantai akan ada gaya-gaya gelombang yang bekerja pada bangunan tersebut, dan gaya-gaya tersebut harus mampu ditahan oleh bangunan pantai yang direncanakan. Perhitungan ini didasarkan pada kondisi ekstrim, yang mana pada kondisi tersebut bangunan harus tetap aman. Tipe perubahan bentuk gelombang dalam perencanaan konstruksi *jetty* ini adalah *shoaling*, refraksi dan gelombang pecah.

a. Periode ulang gelombang

Periode ulang yang dihitung adalah periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahunan. Rekapitulasi Periode ulang tahunan dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan rekapitulasi periode ulang tahunan yang telah direduksi 75% dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Periode ulang tinggi gelombang

Periode Ulang (tahun)	Barat		Barat Daya		Selatan	
	H (m)	T (dtk)	H (m)	T (dtk)	H (m)	T (dtk)
2	3,02	4,608	2,837	4,492	2,470	4,333
5	4,31	5,610	4,195	5,551	3,232	5,056
10	5,17	6,273	5,094	6,252	3,737	5,534
25	6,25	7,112	6,230	7,138	4,374	6,139
50	7,06	7,734	7,072	7,795	4,847	6,588
100	7,85	8,351	7,909	8,447	5,317	7,033

Tabel 4.4 Periode ulang tinggi gelombang yang telah direduksi 75 %

Periode Ulang (tahun)	Barat		Timur Laut		Selatan	
	H (m)	T (dtk)	H (m)	T (dtk)	H (m)	T (dtk)
2	2,26	3,46	2,13	3,37	1,85	3,25
5	3,23	4,21	3,15	4,16	2,42	3,79
10	3,88	4,71	3,82	4,69	2,80	4,13
25	4,69	5,33	4,67	5,35	3,28	4,60
50	5,29	5,80	5,30	5,85	3,64	4,94
100	5,89	6,26	5,93	6,34	3,99	5,27

b. Gelombang rencana

Penentuan tinggi gelombang pada lokasi perencanaan diperoleh melalui analisa deformasi gelombang. Parameter deformasi yang dihitung adalah *shoaling* (K_s), dan refraksi (K_r). Perhitungan dilakukan berdasarkan arah datang gelombang yaitu Barat dengan sudut gelombang 35° arah pantai, arah Barat Daya dengan sudut gelombang 82° dan arah Selatan dengan sudut gelombang 54°. Berdasarkan hasil

perhitungan untuk memperoleh nilai K_s , K_c dan tinggi gelombang (H) pada kedalaman 1 m dari arah gelombang Barat, Barat Daya dan Selatan dapat dilihat pada Tabel 4.5. Tabel 4.5 Perhitungan Tinggi Gelombang Lokasi Arah Barat

d (m)	d/Lo	d/L	n	L	C	sin α	α	Kr	Ks	H
28,0	0,627	0,62736	0,5030	44,63	8,368	0,9895	81,700	0,98188	0,99740	4,59
25,0	0,560	0,56097	0,50610	44,57	8,355	0,9881	80,999	0,94316	0,99506	4,40
22,0	0,493	0,49496	0,51240	44,45	8,333	0,9855	80,390	0,91305	0,99024	4,24
19,0	0,425	0,42890	0,52460	44,30	8,305	0,9822	78,950	0,85213	0,98029	3,92
16,0	0,358	0,36534	0,54660	43,79	8,211	0,9710	75,640	0,74910	0,96588	3,39
13,0	0,291	0,30404	0,5838	42,76	8,016	0,9480	71,210	0,65733	0,94587	2,92
10,0	0,224	0,24548	0,6414	40,74	7,637	0,9032	64,530	0,56888	0,92451	2,47
7,0	0,157	0,18914	0,7226	37,01	6,939	0,8205	54,900	0,49197	0,91382	2,11
6,5	0,146	0,17997	0,7382	36,12	6,771	0,8008	53,350	0,48286	0,91522	2,07
6,0	0,134	0,16993	0,7560	35,31	6,620	0,7828	51,340	0,47200	0,91468	2,02
5,5	0,123	0,16067	0,7729	34,23	6,418	0,7589	49,235	0,46167	0,91874	1,99
5,0	0,112	0,15132	0,7904	33,04	6,195	0,7326	47,000	0,45174	0,92472	1,96
4,5	0,101	0,14185	0,8086	31,72	5,948	0,7033	44,630	0,44222	0,93306	1,93
4,0	0,090	0,1322	0,8273	30,26	5,673	0,6708	42,100	0,43309	0,94455	1,92
3,5	0,078	0,12138	0,8483	28,84	5,406	0,6393	39,400	0,42439	0,95551	1,90
3,0	0,067	0,11109	0,8682	27,01	5,063	0,5987	36,460	0,41598	0,97597	1,90
2,5	0,056	0,10031	0,8886	24,92	4,673	0,5526	40,440	0,42762	1,00420	2,01
2,0	0,045	0,08883	0,9095	22,51	4,221	0,4992	30,112	0,40110	1,04432	1,96
1,5	0,034	0,07629	0,9309	19,66	3,686	0,4359	26,100	0,39367	1,10460	2,04
1,0	0,022	0,06057	0,9546	16,51	3,095	0,3660	21,470	0,38672	1,19038	2,16
0,5	0,011	0,04233	0,9772	11,81	2,215	0,2619	15,070	0,37964	1,39097	2,48

c. Pemilihan periode ulang

Pemilihan periode ulang berdasarkan pada tingkat kerusakan yang ditimbulkan gelombang. Tingkat kerusakan yang diizinkan berkisar antara 0 – 30 %. Kerusakan ini dapat dilihat apabila di daerah pantai tersebut terdapat bangunan pantai. Pada perencanaan ini diizinkan tingkat kerusakan 5 – 10 % maka didapat tinggi gelombang dari arah Barat pada periode 25 tahunan adalah sebesar 2,00 m. Perhitungan tingkat kerusakan dapat dilihat pada Tabel 4.6. Tabel 4.6 Tinggi gelombang koefisien kerusakan arah Barat (25 tahun)

Tingkat kerusakan	(0 - 5) %	(5 - 10) %	(10 - 15) %	(15 - 20) %	(20 - 30) %
H/H _{D=0}	1,00	1,08	1,19	1,27	1,37
H (m)	2,16	2,00	1,81	1,70	1,58

Pemilihan tinggi gelombang koefisien kerusakan arah Barat dikarenakan tinggi gelombang arah Barat lebih besar dari pada arah Barat Daya dan arah Selatan. Untuk pemilihan tinggi gelombang koefisien kerusakan diizinkan tingkat kerusakan (5-10) % ,

4.1.2 Analisis Sedimentasi

Angkutan sedimen sepanjang pantai ditimbulkan oleh arus sepanjang pantai yang dibangkitkan oleh gelombang pecah. Angkutan sedimen ini terjadi di *surf zone* yang erat hubungannya dengan arah datangnya gelombang dan arah angin dominan. Angkutan sedimen sepanjang pantai menyebabkan pendangkalan alur pada muara sungai. Besaran sedimen sepanjang pantai yang terjadi pada arah barat dapat dilihat pada rekapitulasi sedimentasi Tabel 4.7. Perhitungan selengkapnya analisis sedimentasi sepanjang pantai dapat dilihat pada perhitungan berikut :

Tabel 4.7 Rekapitulasi Sedimentasi

Arah	p (Kg/m ³)	g (m/dtk ²)	Hb (m)	db (m)	Cb (m/dtk)	α (°)	SIN α	COS α	PI (Kg/m ³ /dl)	Qs (m ³ /thn)
B	1030	9,81	3,012	3,891	6,178	21,470	0,366	0,931	24117,079	31111031,73
BD	1030	9,81	3,009	3,883	6,172	21,300	0,363	0,932	23881,415	30807024,85
S	1030	9,81	1,911	2,430	4,882	19,920	0,341	0,940	7211,005	9302196,47
Rata-rata angkutan sedimen sepanjang pantai										23.740.084,35

4.1.3 Perhitungan Konstruksi Jetty

A. Kedalaman alur muara sungai

Penentuan kedalaman minimum alur muara sungai ditinjau dari ukuran kapal terbesar yang melewati alur muara tersebut, hal ini dikarenakan alur yang direncanakan memiliki potensi lalu lintas pelayaran. Besarnya kedalaman minimum alur pelayaran Muara Batu Putih adalah 2,50 m. Sedangkan kedalaman alur normal Muara Batu Putih adalah 1 m, nilai tersebut tidak memenuhi syarat minimum alur pelayaran maka

harus dilakukan pengerukan agar memenuhi kedalaman alur pelayaran minimum. Perhitungan kedalaman alur muara minimum dapat dilihat sebagai berikut :

Perhitungan Kedalaman Alur Pelayaran

Data dimensi kapal tipe 30 GT adalah :

Panjang (L) = 25 meter,

Lebar (B) = 5 meter,dan

Draft (df) = 1,5 meter.

Perhitungan kedalaman alur minimum muara :

$dn = 1,5 df = 1,5 \times 1,5 \text{ meter} = 2,25 \text{ meter}$

$EL_{bed} = LLWL - dn = 0,00 - 2,25 \text{ meter} = 2,25$
 $\approx 2,5 \text{ meter}$

Maka, kedalaman alur minimum adalah 2,5meter.Karena kedalaman alur rata-rata lebih kecil dari kedalaman alur minimum, maka dilakukan pengerukan di beberapa titik alur pelayaran.

B. Lebar alur muara sungai

Lebar alur muara sungai dapat ditentukan dengan lebar sungai atau pun lebar minimum persyaratan standar untuk lalu lintas kapal nelayan yang menggunakan alur tersebut. Pada perencanaan ini akan digunakan lebar hidraulik sungai yang lebarnya 80 m sebagai alur desain dikarenakan lebar hidraulik sungai lebih besar dari lebar alur minimum persyaratan standar lalu lintas kapal.

Perhitungan Lebar Alur Pelayaran

Lebar alur di lokasi rencana adalah 80 meter. Alur minimum pelayaran dihitung atas lebar alur minimum untuk lalu lintas satu jalur dan lebar alur minimum untuk dua jalur.

a. Lebar alur minimum lalu lintas satu jalur

$(W_n \geq 4,8 B)$

$W_n = 4,8 B = 4,8 \times 5 \text{ meter} = 24 \text{ meter.}$

b. Lebar alur minimum lalu lintas dua jalur

$(W_n \geq 7,6 B)$

$W_n = 7,6 B = 7,6 \times 5 \text{ meter} = 38 \text{ meter.}$

C. Panjang jetty

Pemilihan panjang *jetty* didasarkan pada perbandingan besarnya sedimentasi sepanjang pantai dan sedimen dari sungai. Pada kondisi muara ini sedimen dari sungai sangat kecil maka sedimen sungai diasumsikan 0. Karena sedimen sepanjang pantai lebih besar maka direncanakan konstruksi *jetty* panjang. Penetapan ujung *jetty* dilakukan berdasarkan lokasi kedalaman gelombang pecah yaitu 3 m, dengan panjang *jetty* sebelah kanan adalah 450 m dan panjang *jetty* sebelah kiri 460 m.

D. Elevasi puncak jetty

Elevasi puncak *jetty* ditentukan berdasarkan tinggi *run-up* gelombang dan tinggi kebebasan, tinggi kebebasan yang umumnya digunakan pada perencanaan *jetty* adalah 0,5 m. Tinggi *run-up* gelombang dihitung pada lokasi perencanaan, besarnya *run-up* juga dipengaruhi oleh jenis material yang digunakan. Pada perencanaan ini material yang digunakan adalah batu alam, sehingga tinggi *run-up* yang didapat adalah 3,60 m. Tinggi *jetty* di setiap kedalaman dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Elevasi puncak *jetty*

d (m)	Batu Pecah	
	Elevasi Jetty (m)	d _s Jetty (m)
1,0	+3,60	4,6
1,5	+3,60	5,1
2,0	+3,60	5,6
2,5	+3,60	6,1
3,0	+3,60	7,1

Kedalaman (d) didapat dari peta topografi dan *bathymetri* dan pemilihan kedalaman berdasarkan kedalaman minimum 1 m dan kedalaman gelombang pecah 3 m. Dari hasil perhitungan didapat elevasi puncak *jetty* adalah 3,60 m. Tinggi *jetty* di setiap kedalaman inilah yang akan dijadikan sebuah perencanaan desain *jetty*.

E. Lebar puncak *jetty*

Pada penentuan lebar puncak *jetty* faktor mobilisasi peralatan berat dan jumlah unit batu yang digunakan pada setiap bagian bangunan menjadi acuan desain. Dari hasil perhitungan didapat lebar puncak *jetty* adalah 3,00 m pada bagian lengan dan 4,50 m pada bagian kepala. Tabel 4.9 Lebar Puncak *Jetty*.

Tabel 4.9 Lebar Puncak *Jetty*

Batu Pecah	N	K_{Δ}	W (ton/u)	V_r (ton/m ³)	B (m)	B desain (m)
Kepala	4	1,15	1,429	2,65	4,68	4,50
Lengan	3	1,15	1,357	2,65	2,76	3,00

F. Tebal dan jumlah butir batu lapis pelindung

Pada perhitungan tebal lapis pelindung didasarkan pada berat dan ukuran butir batu yang digunakan pada setiap bagian *jetty*. Perhitungan jumlah butir batu lapis lindung dihitung dengan setiap luasan 10 m². Perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada dibawah dan Tabel 4.10 dan Tabel 4.11.

Tabel 4.10 Tebal Lapis Pelindung *Jetty*

Lapis	Kepala					
	n	K_{Δ}	W (ton)	V_r (ton/m ³)	t (m)	t _{desain} (m)
t ₁	2	1,15	1,429	2,65	1,87	2,00
t ₂	2	1,15	0,143	2,65	0,87	1,00
Lapis	Lengan					
	n	K_{Δ}	W (ton)	V_r (ton/m ³)	t (m)	t _{desain} (m)
t ₁	2	1,15	1,357	2,65	1,87	2,00
t ₂	2	1,15	0,138	2,65	0,85	1,00

Tabel 4.11 Jumlah Batu Pelindung *Jetty*

Lapis	Kepala						
	A (m ²)	n	K_{Δ}	P (%)	W (ton/u)	V_r (ton/m ³)	N (unit)
N ₁	10	2	1,15	37	1,429	2,65	22
N ₂	10	2	1,15	37	0,143	2,65	102
N ₃	10	2	1,15	37	0,007	2,65	748
Lapis	Lengan						
	A (m ²)	n	K_{Δ}	P (%)	W (ton/u)	V_r (ton/m ³)	N (unit)
N ₁	10	2	1,15	37	1,357	2,65	23
N ₂	10	2	1,15	37	0,136	2,65	105
N ₃	10	2	1,15	37	0,007	2,65	774

G. Stabilitas batu lapis

Berat batu lapis mempunyai dua bagian yaitu bagian kepala dan lengan, dan setiap letak berat batu lapis tersebut masing-masing dibagi menjadi tiga lapis. Pada lapis pertama merupakan peletakan batu-batu besar dan batu-batu kecil diletakan pada lapis inti atau lapis ke tiga, hal ini merupakan hasil dari perhitungan stabilitas batu lapis. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Berat Batu Pelindung *Jetty*

V_r (ton/m ³)	H _d (m)	K _D	V_w (ton/m ³)	S _r	Cot θ	W ₁ (kg/u)	W ₂ (kg/u)	W ₃ (kg/u)	Keterangan	
2,65	2,00	1,9	1,03	2,57	2	1428,580	142,858	7,143	Batu Pecah	Kepala
2,65	2,00	2	1,03	2,57	2	1357,151	135,715	6,786	Batu Pecah	Lengan

H. Perlindungan kaki *jetty*

Pelindung kaki *jetty* digunakan untuk menjaga stabilitas konstruksi *jetty* akibat gerusan gelombang. Pada perencanaan ini dimensi pelindung kaki *jetty* bagian lengan disamakan dengan dimensi kaki bagian kepala dikarenakan pembulatan dari hasil perhitungan. Tinggi pelindung kaki *jetty* adalah 2,00 m dan lebar adalah 3,00 m. Berat batu yang akan digunakan pada lapis pelindung kaki *jetty* adalah 3,00 t/unit. Perhitungan dapat dilihat sebagai berikut dan Tabel 4.13 dan Tabel 4.14.

Tabel 4.13 Tinggi dan Lebar Kaki Pelindung *Jetty*

Dimensi	Kepala					
	n	K_s	W (ton/u)	γ_r (ton/m ³)	t (m)	t desain (m)
r	2	1,15	1,429	2,65	1,87	2,00
B	3	1,15	1,429	2,65	2,81	3,00
Dimension	Lengan					
	n	K_s	W (ton/u)	γ_r (ton/m ³)	t (m)	t desain (m)
r	2	1,15	1,357	2,65	1,84	2,00
D	3	1,15	1,357	2,65	2,76	3,00

Tabel 4.14 Berat Batu Kaki Pelindung *Jetty*

d_s (m)	d_b (m)	d_b/d_s	N_s^3	γ_r (ton/m ³)	γ_w (ton/m ³)	S_r	H (m)	W (ton/u)	W desain (ton/u)	Bagian
5,10	3,10	0,61	19	2,65	1,03	2,57	2,00	0,29	3,00	Lengan
5,60	3,60	0,64	20	2,65	1,03	2,57	2,00	0,27	3,00	Lengan
6,10	4,10	0,67	21	2,65	1,03	2,57	2,00	0,26	3,00	Lengan
6,60	4,60	0,70	22	2,65	1,03	2,57	2,00	0,25	3,00	Kepala
7,10	5,10	0,72	23	2,65	1,03	2,57	2,00	0,24	3,00	Kepala

4.2 Pembahasan

Pada bagian ini dikemukakan pembahasan mengenai analisis dan hasil perhitungan yang berhubungan dengan studi. Hal-hal yang dibahas mencakup tinggigelombang rencana dan analisis sedimentasi konstruksi *jetty*.

4.2.1 Pemilihan periode ulang

Dengan menggunakan data angin pencatatan di darat yang di peroleh dari stasiun Meteorologi Cut Nyak Dhien Nagan Raya Perhitungan tinggi gelombang rencana dapat dilakukan dengan mengalih ragamkan data angin di darat menjadi data angin di laut dan dihitung berdasarkan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahunan. Dari hasil perhitungan didapat tinggi gelombang dengan periode ulang 25 tahunan sebesar 2,00 m, dan kedalaman gelombang pecah sedalam -3 m.

4.2.2 Analisis sedimentasi

Angkutan sedimen sepanjang pantai dihitung dengan rumus CERC yang dihitung berdasarkan komponen fluks energi gelombang. Pada analisis ini angkutan sedimen dihitung dari tiga arah mata angin yaitu Barat, Barat Daya dan Selatan yang dihitung dalam satu tahun. Pada Tabel 4.8 dari perhitunganketiga arah tersebut di dapatlah pergerakan total sedimen sebesar 23.740.084,35 m³/tahun yang bergerak ke arah Barat Laut.

4.2.3 Konstruksi *jetty*

Mengurangi pendangkalan pada *jetty* sebelumnya di Muara Batu Putih, maka direncanakan ulang konstruksi *jetty*. Hal ini dikarenakan sesuai dengan fungsinya yaitu untuk menghalangi penumpukan sedimen sepanjang pantai di mulut muara yang mengakibatkan pendangkalan alur muara.

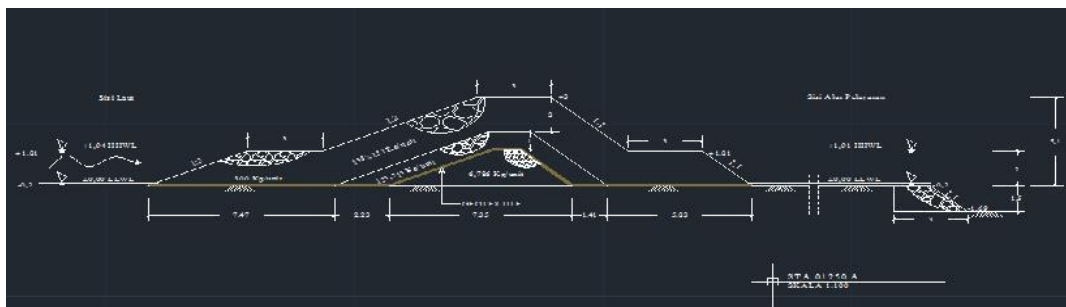
Konstruksi *jetty* yang direncanakan adalah tipe *jetty* panjang. pemilihan tipe *jetty* ini karena sedimen sepanjang pantai lebih dominan dari sedimen dari sungai. Peletakkan *jetty* dimulai pada kedua sisi muara untuk pangkal *jetty* dan ujung *jetty* diletakkan diluar gelombang pecah yaitu pada kedalaman -3 m. Panjang *jetty* sebelah kanan adalah 450 m dan sebelah kiri 460 m.

Konstruksi *jetty* dibangun dari batu alam. Material ini dipilih karena lebih mudah di dapatkan dan mudah dalam perbaikan. Penetapan lebar alur mengikuti lebar hidraulik sungai sebesar 80 m, hal ini dikarenakan lebar hidraulik sungai lebih besar dari lebar alur syarat minimum. Kedalaman alur harus dilakukan pengerukan dikarenakan kedalaman alur sungai semula hanya memiliki kedalaman 1 m, sehingga diperlukan pengerukan minimum sedalam 2,5 m. Pengerukan yang dilakukan dapat menyebabkan lonsor pada tanah sehingga pelindung kaki *jetty* di buat lebih dalam.

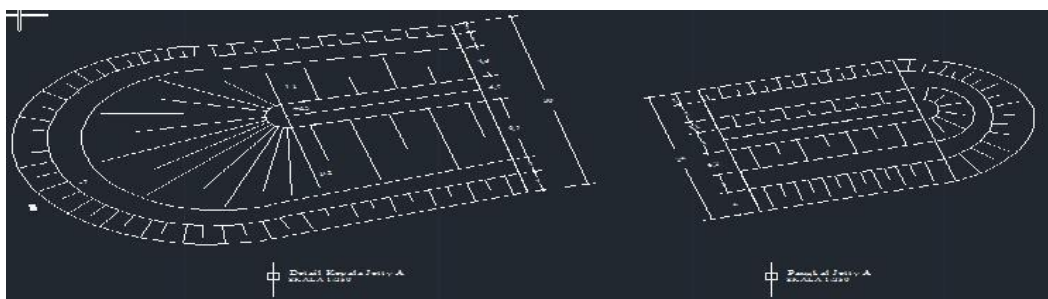
Elevasi *jetty* berdasarkan HHWL (*highest high water level*), tinggi gelombang rencana dan *run-up* gelombang, maka didapat ketinggian +3,60 m. Dari hasil perhitungan didapat tebal lapis pertama 2,00 m dan tebal lapis kedua 1,00 m untuk bagian kepala dan lapis pertama 2,00 m dan tebal lapis kedua 1,00 m untuk bagian lengan lengan. Talud yang digunakan 1 : 2 pada sisi laut dengan anggapan dapat mengurangi limpasan gelombang. Pada sisi pelayaran digunakan talud 1 : 1.

Lebar puncak *jetty* untuk bagian kepala adalah 4,50 m dan bagian lengan 3,00 m. Untuk menjaga stabilitas konstruksi *jetty* digunakan butir batu pelindung dengan berat 1,429 ton/unit untuk bagian kepala dan 1,357 ton/unit untuk bagian lengan. Untuk setiap luasan 10 m² bagian kepala jumlah butir pelindung lapis pertama adalah 22 unit, lapis kedua adalah 102 unit dan untuk lapis ketiga 748 unit. Untuk bagian lengan 23 unit di lapis pertama 105 unit di lapis kedua dan 774 unit untuk lapis ketiga.

Untuk mencegah gerusan oleh gelombang pada dasar bangunan maka direncanakan pelindung kaki dari material batu alam, dengan berat butir 3,00 t/unit, tinggi 2,00 m dan lebar 3,00 m. Pada bagian alur pelayaran pelindung kaki ini mempunyai tinggi desain yang lebih besar karena adanya pengerukan pada alur pelayaran. Dari langkah – langkah perhitungan diatas, dimensi konstruksi *jetty* disajikan dalam bentuk gambar desain *jetty*. Desain *jetty* dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4.6 : Potongan Konstruksi *Jetty* STA 0+250



Gambar 4.7 : Detail Kepala dan Pangkal *Jetty*

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan diambil berdasarkan hasil perhitungan hasil dan pembahasan. Saran diberikan untuk kualitas perencanaan yang lebih baik di masa mendatang.

5.1 Kesimpulan

- Kesimpulan yang dapat diambil dari perencanaan ulang yang telah dilakukan adalah:
1. Rekapitulasi angkutan sedimen didominasi oleh angkutan sedimen sepanjang pantai yaitu sebesar 23.740.084,35m³/tahun menuju ke arah Barat Laut. Besarnya nilai sedimentasi dikarenakan lokasi penelitian langsung berhadapan dengan laut lepas yaitu arah barat. Dengan besarnya nilai angkutan

sedimen, kesimpulan ini menunjukkan sangat cocok apabila konstruksi *jetty* memakai tipe *jetty* panjang dari pada konstruksi tipe *jetty* pendek sebelumnya.

2. Konfigurasi ulang struktur Konstruksi pelindung muara yang direncanakan adalah *jetty* tipe panjang dengan material penyusunnya batu gunung yang terdiri dari tiga lapis, yaitu lapisan terluar, lapisan kedua, dan lapisan inti. Pada lapis terluar bagian kepala *jetty* berat batu berkisar antara 1428,580 kg/unit dan bagian lengan *jetty* 1357,151 kg/unit. Pada lapis kedua bagian kepala *jetty* berkisar antara 142,858 kg/unit dan bagian lengan *jetty* 135,715 kg/unit. Untuk lapis inti bagian kepala *jetty* adalah 7,143 kg/unit dengan bagian lengan *jetty* 6,786 kg/unit. Panjang konstruksi *jetty* dari perencanaan ulang adalah sebelah kiri lebih panjang yaitu 460 m dari pada konstruksi *jetty* sebelah kanan yaitu 450 m dengan kedalam battimatri 3 m.

5.2 Saran

1. Diharapkan dari penelitian ini dapat menjadi solusi masalah yang terjadi di lokasi Muara Batu Putih.
2. Untuk menanggulangi masalah erosi yang terjadi akibat pembangunan *jetty* dapat dipertimbangkan untuk melakukan pembangunan *revetment* di sebelah kanan *jetty*.
3. Diharapkan dari segi perencanaan bangunan pengaman pantai pada pelaksanaan dilapangan untuk memperhatikan dampak lingkungan sekitar pantai.
4. Diharapkan pada penelitian ini dapat bermanfaat untuk penelitian lanjutan yang berkaitan dengan bangunan pengaman pantai yang akan datang di Universitas Teuku Umar.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Asnawi., 2010. *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai di Bulu Tuban*, <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-28138-3108100703-Paper.pdf>. April 2015 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.
- CERC, 1984. *Shore Protection Manual*, Volume II, US Army Coastal Engineering Research Center, Washington.
- Fahmi, M., 2013. *Perencanaan Jetty di Muara Lambada Lhok Kabupaten Aceh Besar*, Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Syaih Kuala, Banda Aceh.
- Google Map 2014, kabupaten Aceh Barat, viewed maret 2015, available from internet. <http://www.leuserfoundation.org/index.php>. Maret 2015
- Google Search 2013, *bangunan pengaman pantai*, viewed April 2015, available from internet. <http://www.ilmusipil.com>. April 2015
- Pataton, K.Y., 2013. *Perencanaan Jetty di Muara Sungai Ranoyapo Amurang*, <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=108097&val=1013-8>. April 2015 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulagi.
- Pratikto, dkk., (2000). *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut* [http:// digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-17492-Bibliography.pdf](http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-17492-Bibliography.pdf), BPFE, Yogyakarta.
- Syamsudin, N. Yuwono, dan R. M. Azhar, 2005. Pedoman Perencanaan Jati Tipe Rubble Mound untuk Penanggulangan Penutupan Muara Sungai oleh Sedimen, Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Triatmodjo, B., 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 1999. *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.