

PERENCANAAN BANGUNAN JETTY DARI BAHAN BRONJONG DI MUARA SUNGAI SUNGGA PANTAI JASRI KABUPATEN KARANGASEM

Putu Gede Panji Oka Chandra¹⁾, Cok Agung Yujana¹⁾, dan I Ketut Yasa Bagiarta¹⁾

1) Jurusan Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali

gedeokachandra04@gmail.com

ABSTRACT

Jasri Beach already has a protection structure in the form of a revetment which also functions to withstand wave overtopping. The tides and river discharge at the mouth of the Sungga River in Jasri Beach affect the spread of sediment floating in the water column and at certain times it can settle on the bottom of the water. Thus, the jetty planning at the mouth of the estuary aims to hold the longshore sediment which is pushed by the waves, into the estuary and then settles which can cause flooding at the mouth of the estuary. Based on the analysis of the jetty structure planning at the estuary of the Sungga River using gabion material, it is obtained: the height of the jetty (El_{jetty}) = 3 m, the weight of the first layer stone (W_1) = 2.486 tons, the weight of the second layer (W_2) = 0.2486 tons, the peak width (B) = 2.434 m, thickness of the first layer (t_1) = 2.434 m, thickness of the second layer (t_2) = 1.129 m, thickness of toe protection (t_{toe}) = 1.781 m, width of toe protection (B_{toe}) = 2.166 m, weight of toe protection stone (W_{toe}) = 0.148 tons, and the estimated of cost construction is IDR 4,106,578,000.00.

Keywords: wave, jetty, overtopping, estuary, Sungga

ABSTRAK

Pantai Jasri telah memiliki bangunan pantai berupa revetment yang juga berfungsi untuk menahan terjadinya limpasan gelombang. Pasang surut dan debit sungai di muara Sungai Sungga Pantai Jasri berpengaruh terhadap penyebaran sedimen yang melayang dikolom air dan saat tertentu dapat mengendap di dasar perairan. Dengan demikian, perencanaan jetty pada mulut muara bertujuan untuk menahan sedimen sejajar pantai yang terdorong oleh gelombang, masuk ke muara dan kemudian mengendap yang dapat menyebabkan terjadinya banjir di mulut muara. Berdasarkan analisis perencanaan bangunan jetty di muara Sungai Sungga dengan menggunakan material bronjong diperoleh: tinggi bangunan jetty (El_{jetty}) = 3 m, berat batu lapis pertama (W_1) = 2.486 ton, berat batu lapis kedua (W_2) = 0.2486 ton, lebar puncak (B) = 2.434 m, tebal lapis pertama (t_1) = 2.434 m, tebal lapis kedua (t_2) = 1.129 m, tebal pelindung kaki (t_{toe}) = 1.781 m, lebar pelindung kaki (B_{toe}) = 2.166 m, berat batu pelindung kaki (W_{toe}) = 0.148 ton, dan perkiraan biaya pembangunannya sebesar Rp.4,106,578,000.00.

Kata kunci: gelombang, jetty, limpasan, muara, Sungga

1 PENDAHULUAN

Muara merupakan sebuah habitat yang timbul akibat aktifitas manusia dan proses alam berupa kenaikan muka air laut, serangan arus dan gelombang (Eulie, Corbett, & Walsh, 2018). Proses alam tersebut mengakibatkan terjadinya pengikisan garis pantai dan penumpukan sedimen di muara sungai (Eulie et al., 2018). Pengikisan dan penumpukan sedimen menyebabkan terjadinya perubahan alur sungai, sehingga dapat menghambat laju air yang keluar muara. Tiga faktor dominan yang bekerja secara bersamaan dalam proses perubahan alur pada muara sungai adalah gelombang, debit sungai dan pasang surut (Yowono, 1992). Faktor kondisi gelombang memberikan pengaruh yang signifikan pada sungai kecil, sedangkan faktor besarnya debit sungai akan menjadi faktor utama pada sungai besar (Triatmodjo, 1999).

Analisis besarnya pengikisan garis pantai dan penumpukan sedimen pada muara dapat dilakukan dengan pendekatan pemodelan. Analisis pemodelan dapat dilakukan dengan melakukan survey topografi berkala dan pengambilan sampel lumpur bersamaan dengan pengamatan ketinggian air, kekeruhan air dan kecepatan aliran (Azhikodan &

Yokoyama, 2021). Analisis dengan menggunakan data hasil pengamatan langsung tentu memerlukan waktu yang cukup lama dan sumber daya yang cukup besar. Alternatif analisis pengikisan garis pantai dan penumpukan sedimen dapat juga dilakukan dengan menggunakan data pemodelan dan penginderaan jauh (Cui & Li, 2011; Aryastana, Eryani, & Candrayana, 2016; Aryastana, Ardantha, & Agustini, 2017; Aryastana, Ardantha, Nugraha, & Candrayana, 2017; Aryastana, Ardantha, & Candrayana, 2018; Aryastana, Ardantha, & Rahadiani, 2018; Ardantha, Aryastana, Rahadiani, & Candrayana, 2019). Data hasil analisis pemodelan besarnya pengikisan garis pantai dan penumpukan sedimen ini merupakan data dasar dalam penanganan pengamanan kawasan muara sungai dan sekitarnya.

Muara Sungai Sungga yang bermuara di Pantai Jasri, Kabupaten Karangasem. Laju erosi pantai yang terjadi di kawasan Pantai Jasri adalah 4.48 m/tahun berdasarkan data citra satelit (Aryastana, Ardantha, Rahadiani, & Candrayana, 2018). Untuk menangani erosi tersebut Pantai Jasri telah memiliki bangunan pantai berupa revetment yang berfungsi untuk menahan terjadinya limpasan gelombang. Besarnya debit sungai dan pasang surut memberi pengaruh terhadap

penyebaran sedimentasi yang melayang di kolom air dan musim tertentu dapat mengendap di dasar perairan.

Pengendapan ini dapat mengakibatkan adanya pembelokan arah alur sungai. Untuk mengatasinya, maka diperlukan adanya perencanaan jetty pada mulut muara. Perencanaan ini diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan perubahan garis pantai dan sedimentasi pada mulut muara. Beberapa perencanaan jetty pada kawasan muara dalam rangka mengatasi permasalahan erosi dan sedimentasi di Provinsi Bali antara lain di muara Sungai Melangit Kabupaten Klungkung (Suryawan, Eryani, & Rahadiani, 2019), muara Sungai Pangi Kabupaten Badung (Werdi & Eryani, 2020). Perencanaan saat ini akan menggunakan material berupa bronjong. Bronjong merupakan kombinasi kawat galvanis yang dianyam dengan dimensi dan bentuk tertentu yang kemudian dimasukkan bantu dengan dimensi tertentu dan ditumpuk dengan formasi tertentu. Penggunaan bronjong diharapkan mampu mengatasi permasalahan erosi dan sedimentasi yang terjadi di mulut muara.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kecepatan Angin

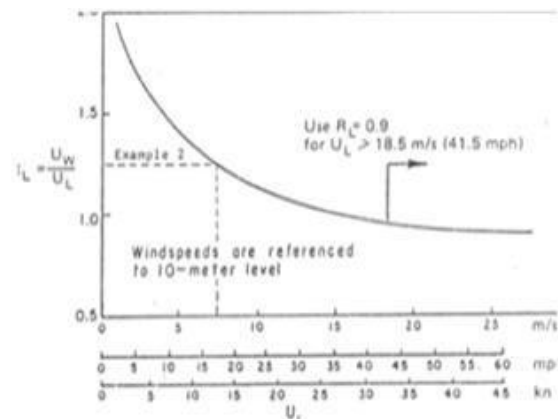
Kecepatan angin merupakan komponen utama dalam analisis peramalan

gelombang. Kecepatan angin yang digunakan adalah kecepatan pada ketinggian 10 meter, yaitu seperti persamaan berikut ini (Triatmodjo, 1999):

$$U_{10} = U_{(y)} \times \left(\frac{10}{15}\right)^{1/7} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana U_{10} adalah kecepatan angin pada ketinggian 10 meter, dan $U_{(y)}$ adalah kecepatan angin pada stasiun. Kecepatan angin dihitung akibat adanya koreksi stabilitas dan lokasi dihitung dengan menggunakan persamaan 2 dan Gambar 1.

$$R_L = U_W/U_L \dots\dots\dots (2)$$



Gambar 1. Kecepatan Angin
(Sumber: Triatmodjo, 1999)

Faktor tegangan angin (U_A) diperlukan untuk mengkoreksi kecepatan angin dengan menggunakan persamaan berikut (Triatmodjo, 1999):

$$U_A = 0.71 \cdot U_W^{1.23} \dots\dots\dots (3)$$

2.2 Panjang Fetch

Panjang efektif suatu angin berhembus dengan arah dan kecepatan

yang tetap disebut panjang *fetch* efektif (F_{eff}), dihitung dengan (Yowono, 1992):

$$F_{\text{eff}} = \frac{\sum X_i \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots \dots \dots (4)$$

2.3 Gelombang Kala Ulang

Tahap awal dalam menentukan gelombang kala ulang adalah dengan menentukan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s), yaitu dengan persamaan c):

$$H_s = \frac{0.0016 \times \sqrt{\frac{g \cdot F_{\text{eff}}}{U_A^2}} \times U_A^2}{g} \dots \dots \dots (5)$$

$$T_s = \frac{0.2857 \times \left(\frac{g \cdot F_{\text{eff}}}{U_A^2}\right)^{\frac{1}{3}} \times U_A}{g} \dots \dots \dots (6)$$

Tinggi gelombang (H_{25}) dan periode (T_{25}) kala ulang untuk 25 tahun dihitung dengan menggunakan persamaan (Yowono, 1992):

$$\bar{H} = \frac{\sum H_s}{\sum N} \dots \dots \dots (7)$$

$$\sigma H = \sqrt{\frac{\sum (H - \bar{H})^2}{N-1}} \dots \dots \dots (8)$$

$$H_{25} = \bar{H} + \frac{\sigma H}{0.94} (3.1985 - 0.495) \dots \dots (9)$$

$$T_{25} = 0.33 \times \sqrt{\frac{H_{25}}{0.0056}} \dots \dots \dots (10)$$

Analisis perhitungan panjang gelombang (L_0), cepat rambat gelombang (C_0) dan tinggi gelombang rencana di laut dalam (H_0) dihitung dengan persamaan berikut (Triatmodjo, 1999):

$$L_0 = 1.56 \cdot T_{25}^2 \dots \dots \dots (11)$$

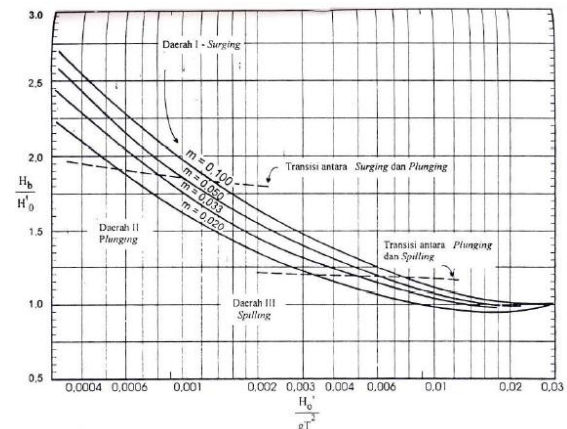
$$C_0 = 1.56 \cdot T_{25} \dots \dots \dots (12)$$

$$H_0 = K_s \cdot K_r \cdot H_{25} \dots \dots \dots (13)$$

2.4 Gelombang Pecah

Gelombang dari laut dalam akan pecah pada kedalaman tertentu ketika menuju pantai. Tinggi gelombang pecah (H_b) ditentukan dengan menggunakan persamaan 14 dan bantuan Gambar 2 berikut ini (Triatmodjo, 1999):

$$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.33 (H_0/L_0)^{\frac{1}{3}}} \dots \dots \dots (14)$$



Gambar 2. Hubungan Kemiringan dan Tinggi Gelombang Pecah
(Sumber: Triatmodjo, 1999)

Kedalaman air di mana gelombang akan pecah diberikan oleh rumus berikut (Triatmodjo, 1999):

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - (a H_b/gT^2)} \dots \dots \dots (15)$$

$$a = 43.75 (1 - e^{-19.5 m}) \dots \dots \dots (16)$$

$$b = \frac{1.56}{(1 + e^{-19.5 m})} \dots \dots \dots (17)$$

2.5 Jetty

Bangunan yang berfungsi menangkap sedimen dan diletakkan tegak lurus pantai biasa disebut dengan *jetty* (Triatmodjo, 1999). Elevasi puncak (E_{jetty}), berat batu pelindung (W), tebal lapis pelindung (t), dan lebar batu puncak jetty (B) dihitung dengan menggunakan rumus (Yowono, 1992; Triatmodjo, 1999):

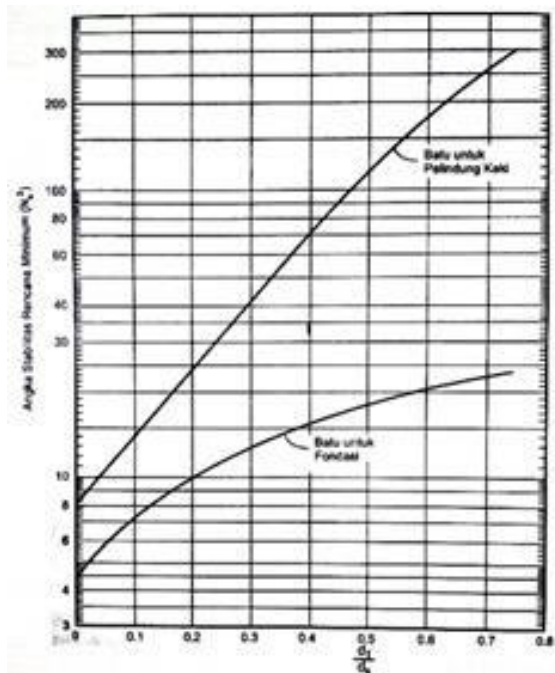
$$E_{jetty} = DWL + R_u + F_b \dots\dots\dots (18)$$

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{KD (S_r - 1)^3 \cot \theta} \dots\dots\dots (19)$$

$$t = n K \Delta \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots (20)$$

$$N = A n K \Delta \left(1 - \frac{P}{100} \right) \left(\frac{\gamma_r}{W} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (21)$$

$$B = n K \Delta \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots (22)$$



Gambar 3. Angka Stabilitas pada Kaki Pelindung Jetty

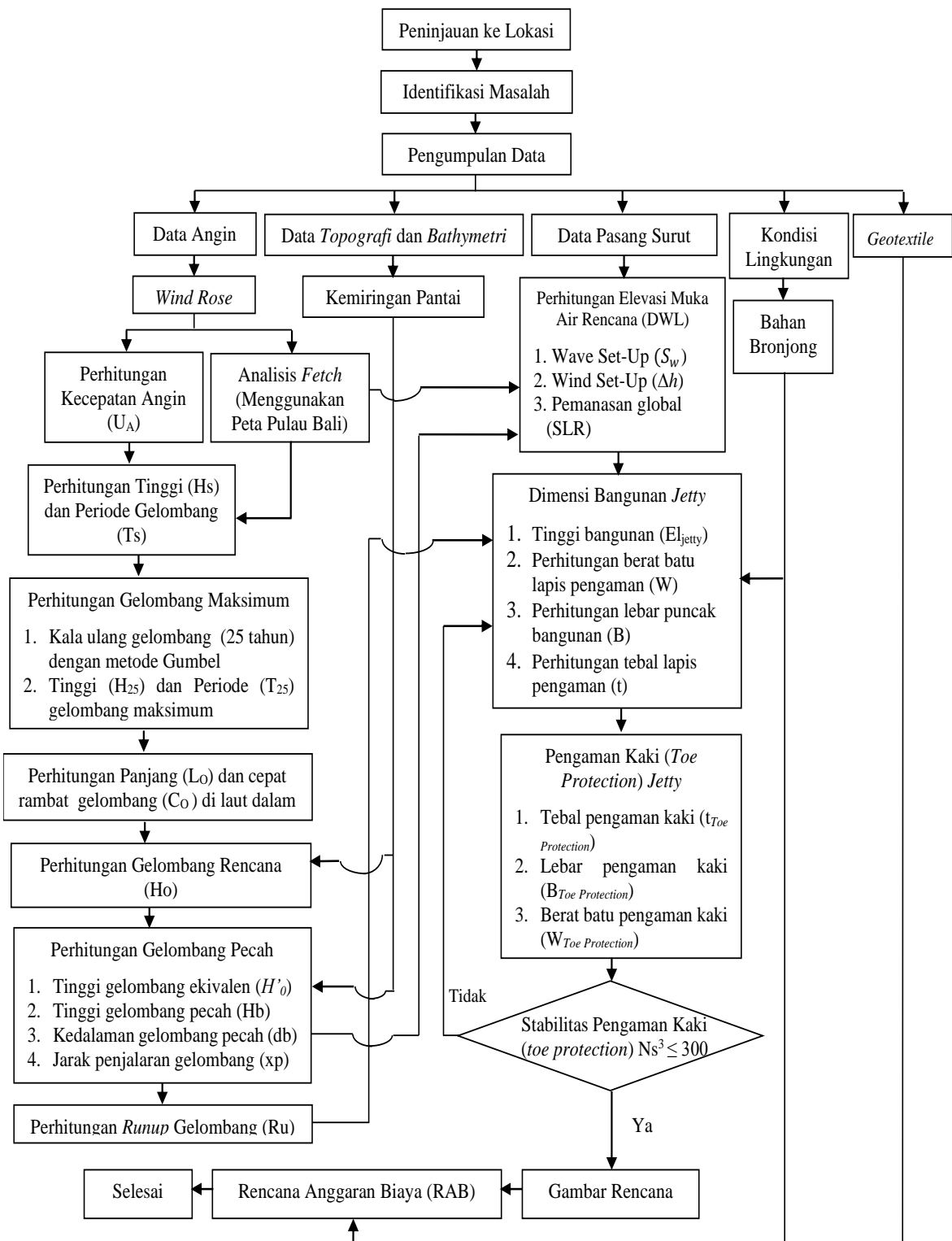
(Sumber: Triatmodjo, 1999)

2.6 Bronjong

Bronjong umumnya digunakan sebagai bahan struktur pengaman pantai dan sungai. Bronjong merupakan anyaman kawat baja yang berbentuk balok dengan dimensi tertentu yang berisi material batu dengan dimensi tertentu. Bronjong umumnya dipasang diletakkan pada tebing pantai atau tepi sungai untuk menahan longsor tebing atau menahan gerusan air atau gelombang. Standar mutu dan cara uji bronjong dan kawat bronjong harus memenuhi SNI 03-0090-1987, sedangkan standar bahan baku kawat bronjong harus sesuai dengan SNI 03-6154-1999. Batu yang digunakan sebagai pengisi bronjong harus keras, kuat, bersih, tahan lama, berbentuk bulat atau persegi, dengan dimensi antara 15-25 cm, minimal 85% batu yang digunakan harus memiliki dimensi yang sama atau lebih besar, batu yang digunakan tidak diperbolehkan keluar dari lubang kawat anyaman. (Pattipawaej, Tanamal, Desiani, Dani, & Pratama, 2013).

3 METODE PERENCANAAN

Proses perencanaan *jetty* di muara Sungai Sungga, Kabupaten Karangasem mengikuti flowchart pada Gambar 4.

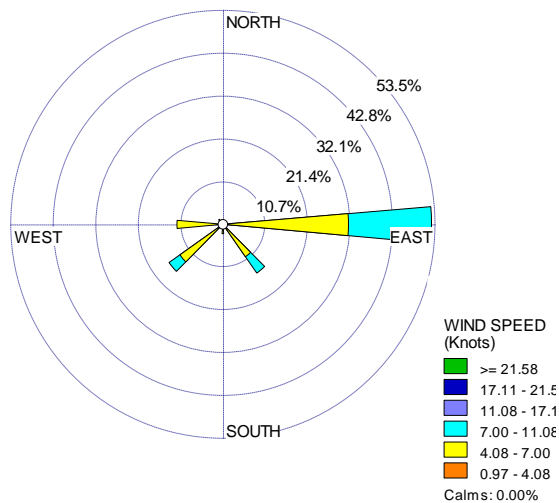


Gambar 4. Alur Perencanaan

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Kecepatan dan Arah Angin

Mawar angin digunakan untuk menggambarkan kecepatan dan arah angin pada area studi dengan menggunakan data angin dari tahun 2012 sampai 2019. Sebaran kecepatan dan arah angin pada daerah studi dapat dilihat pada Gambar 5. Mawar angin menunjukkan bahwa angin dominan bertiup dari arah timur.



Gambar 5. Mawar Angin di Muara Sungai Sungai Pantai Jasri

Hasil analisis kecepatan angin yang dihitung dengan menggunakan persamaan 1 sampai dengan 3 terdapat pada Tabel 1. Hasil analisis pada tahun 2012 sampai dengan 2019 menunjukkan bahwa kecepatan maksimum angin pada ketinggian 10 meter adalah 3.880 m/detik, sedangkan koreksi tegangan angin maksimum adalah 6.297 m/detik.

Tabel 1. Analisis Kondisi Angin pada Daerah Studi

Tahun	Arah	U_{15} (m/dt)	U_{10} (m/dt)	R_L	U_w (m/dt)	U_A (m/dt)
2012	Timur	4.112	3.880	1.52	5.897	6.297
2013	Timur	4.112	3.880	1.52	5.897	6.297
2014	Timur	4.112	3.880	1.52	5.897	6.297
2015	Timur	3.598	3.395	1.56	5.296	5.517
2016	Timur	3.598	3.395	1.56	5.296	5.517
2017	Timur	4.112	3.880	1.52	5.897	6.297
2018	Timur	4.112	3.880	1.52	5.897	6.297
2019	Timur	3.598	3.395	1.56	5.296	5.517

Hasil analisis panjang *fetch* untuk setiap ruas di muara Sungai Sungai Pantai Jasri yang dihitung berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 6. Analisis Panjang *Fetch* untuk Setiap Ruas di Muara Sungai Sungai Pantai Jasri

Tabel 2. Analisis Panjang *Fetch* di Muara Sungai Sungai Pantai Jasri

Arah	Sudut	$\cos \alpha$	X_i (km)	$X_i \cdot \cos \alpha$
	42	0.743	0	0
	36	0.809	0	0
	30	0.866	0	0
	24	0.914	73.60	67.270
	18	0.951	51.80	49.261
	12	0.978	48.46	47.393
	6	0.995	47.39	47.153
Timur	0	1	46.24	46.240
	6	0.995	50.93	50.675
	12	0.978	52.13	50.983
	18	0.951	53.15	50.545
	24	0.914	55.22	50.471
	30	0.866	53.33	46.183
	36	0.809	47.27	38.241
	42	0.743	46.34	34.431
Total		11.094		578.846

Dengan menggunakan persamaan 4 maka diperoleh panjang *fetch* efektif (F_{eff}) adalah 52.17649 kilometer atau 52176.49 meter. Nilai F_{eff} ini akan dijadikan dasar dalam perhitungan selanjutnya.

4.2 Perhitungan Gelombang Rencana

Hasil analisis H_s dan T_s pada periode tahun 2012-2019 yang dihitung berdasarkan persamaan 5 dan 6 disajikan dalam Tabel 3. Nilai H_s maksimum adalah 0.735 meter, sedangkan nilai T_s maksimum adalah 4.302 detik.

Tabel 3. Analisis H_s dan T_s periode 2012-2019

Tahun	F_{eff} (m)	H_s (m)	T_s (dt)
2012	52176.49	0.735	4.302
2013	52176.49	0.735	4.302
2014	52176.49	0.735	4.302
2015	52176.49	0.643	4.116
2016	52176.49	0.643	4.116
2017	52176.49	0.735	4.302
2018	52176.49	0.735	4.302
2019	52176.49	0.643	4.116

Nilai H_s pada Tabel 3 digunakan sebagai dasar dalam perhitungan komponen tinggi gelombang pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Komponen Tinggi Gelombang Rencana

Tahun	U_A (m/dt)	H_s (m)	$(H_s - \bar{H}_s)$	$(H_s - \bar{H}_s)^2$
2012	6.297	0.735	0.034	0.0012
2013	6.297	0.735	0.034	0.0012
2014	6.297	0.735	0.034	0.0012
2015	5.517	0.643	-0.058	0.0034
2016	5.517	0.643	-0.058	0.0034
2017	6.297	0.735	0.034	0.0012
2018	6.297	0.735	0.034	0.0012
2019	5.517	0.643	-0.058	0.0034
Total		5.604		0.016

Tinggi gelombang rencana (H_{25}) dan periode gelombang (T_{25}) dengan kala ulang 25 tahun dihitung dengan menggunakan persamaan 8 sampai 10. Besarnya H_{25} dan T_{25} berturut-turut adalah 0.846 meter dan 4.056 detik. Nilai H_{25} dan T_{25} ini akan dipergunakan untuk menghitung L_0 , C_0 dan H_0 dengan menggunakan persamaan 11 sampai dengan 13. Hasil perhitungan L_0 , C_0 dan H_0 berturut-turut adalah 25.698 m, 6.336 m/dt, dan 0.722 m.

4.3 Perhitungan Gelombang Pecah

Hasil analisis setiap komponen dalam penentuan gelombang pecah adalah:

1. Tinggi gelombang ekuivalen pada kedalaman 2 m:

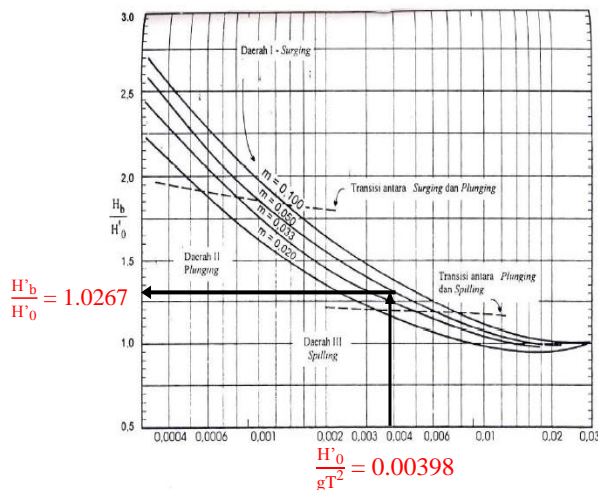
$$H_0' = K_r \times H_0 = 0.643 \text{ m}$$

2. Komponen gelombang pecah:

$$\frac{H_0'}{gT^2} = \frac{0.643 \text{ m}}{9.81 \text{ m/dt}^2 \times (4.056 \text{ dt})^2}$$

$$\frac{H_0'}{gT^2} = 0.00398$$

Nilai komponen gelombang pecah sebesar 0.00398 tersebut kemudian dimasukkan ke dalam Gambar 2, sehingga mendapatkan komponen lainnya seperti pada Gambar 7. Hasil pada Gambar 7 digunakan untuk menghitung tinggi gelombang pecah dengan menggunakan persamaan 14, dimana diperoleh nilai H_b adalah 0.6602 m.

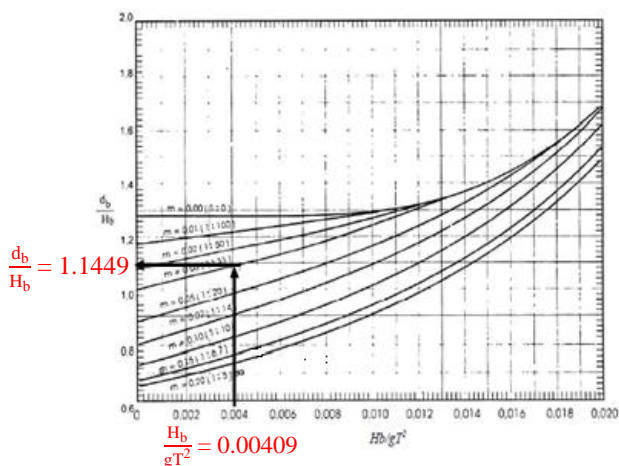


Gambar 7. Perhitungan Komponen Tinggi Gelombang Pecah

Analisis kedalaman gelombang pecah pecah (d_b), dimana terlebih dahulu dihitung komponen pendukungnya yaitu:

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{0.6602 \text{ m}}{9.81 \text{ m/dt}^2 \times (4.056 \text{ dt})^2}$$

$$\frac{H_b}{gT^2} = 0.00409$$



Gambar 8. Hasil Perhitungan Komponen Kedalaman Gelombang Pecah

Hasil komponen sumbu y pada Gambar 8 digunakan untuk menentukan nilai kedalaman gelombang pecah (d_b) dengan menggunakan persamaan 15-17.

Nilai d_b diperoleh sebesar 0.6917 m. Nilai H_b dan d_b ini yang dijadikan dasar dalam meletakkan bangunan *jetty* dan menentukan dimensi material yang akan digunakan.

4.4 Perhitungan Elevasi dan Dimensi Bangunan *Jetty*

1. Elevasi muka air rencana (DWL):

$$\text{DWL} = 0.90 \text{ m} + 0.1028 \text{ m} + 0.16184 \text{ m} + 0.23 \text{ m}$$

$$\text{DWL} = 1.395 \text{ m}$$

2. Elevasi puncak *jetty*:

$$\text{El}_{\text{jetty}} = \text{DWL} + \text{Ru} + \text{Tinggi Jagaan}$$

$$\text{El}_{\text{jetty}} = 3 \text{ m}$$

3. Berat batu lapis lindung:

$$W_1 = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{\text{KD} (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

$$W_1 = 2.486 \text{ ton}$$

$$W_2 = \frac{1}{10} \times W$$

$$W_2 = 0.2486 \text{ ton}$$

4. Lebar puncak *jetty*:

$$B = n K \Delta \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}} = 2.434 \text{ m}$$

5. Tebal lapis lindung:

$$t_1 = n K \Delta \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$t_1 = 2.434 \text{ m}$$

$$t_2 = 2 \times 1.02 \times \left(\frac{0.2486}{1.4635} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$t_2 = 1.129 \text{ m}$$

6. Tinggi pelindung kaki bangunan:

$$t_{toe} = 1.781 \text{ m}$$

7. Lebar pelindung kaki bangunan:

$$B_{toe} = 3 \times 0.722 \text{ m}$$

$$B_{toe} = 2.166 \text{ m}$$

8. Kontrol stabilitas pelindung kaki bangunan:

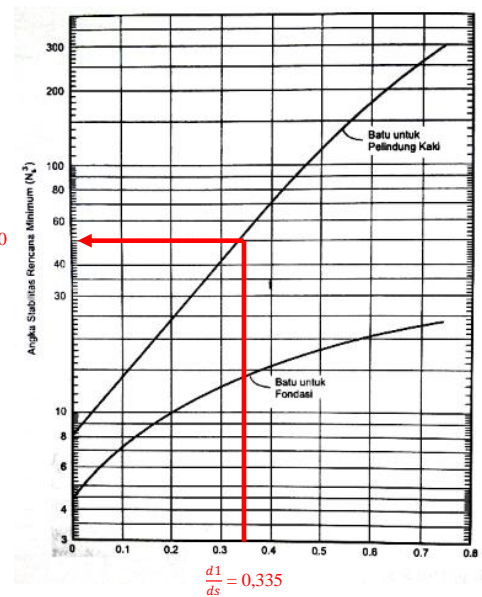
$$d_s = 2.507 \text{ m}$$

$$d_1 = 2.507 \text{ m} - 1.607 \text{ m}$$

$$d_1 = 0.90 \text{ m}$$

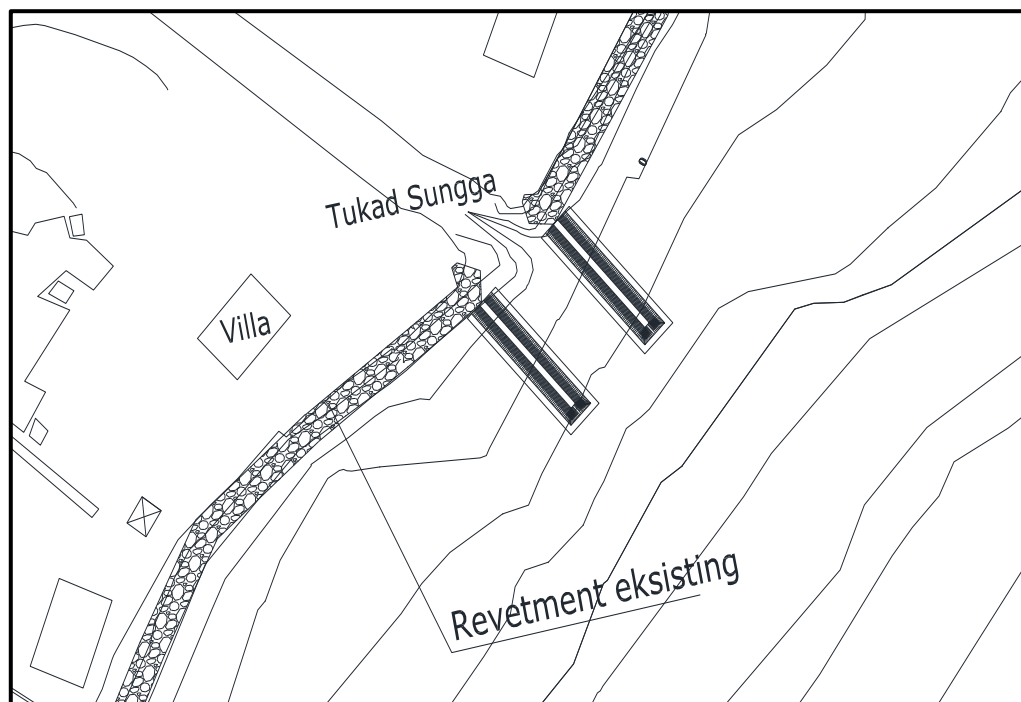
$$\frac{d_1}{d_s} = 0.359$$

Selanjutnya nilai d_1/d_s diatas dimasukkan ke dalam Gambar 3, sehingga diperoleh nilai N_s^3 seperti pada Gambar 9. Nilai $N_s^3 = 50 \leq 300$ sehingga bangunan *jetty* dapat dikatakan aman.

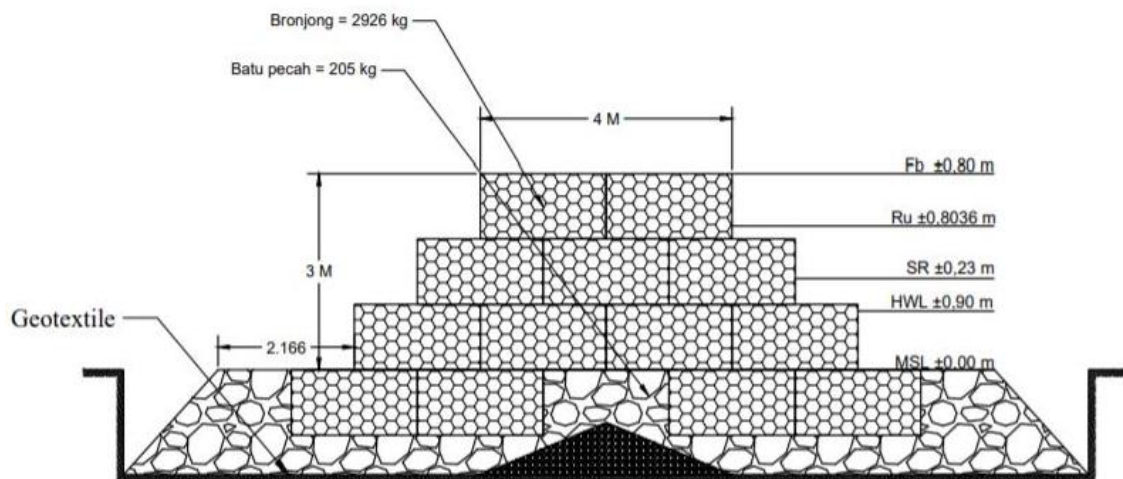


Gambar 9. Analisis Komponen Stabilitas Pelindung Kaki *Jetty*

Rancangan tata letak dan penampang bangunan *jetty* di muara Sungai Sungga ditampilkan pada Gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Denah Penempatan *Jetty* di Muara Sungai Sungga



Gambar 11. Potongan Melintang Jetty di Muara Sungai Sungga

Tabel 5. Rincian Perkiraan Biaya Pembangunan Jetty di Muara Sungai sungga

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	Pekerjaan Pembersihan	M2	1587	12,278.00	19,484,994.46
	Pekerjaan Pemasangan Bowplank	M1	266.628	95,260.00	25,398,983.28
II	PEKERJAAN Pengerukan PASIR				
	Pekerjaan Galian Pasir	M3	3619.77	89,180.00	322,811,088.60
III	PEKERJAAN GEOTEXTILE				
	Pemasangan Geotextile	M2	1598.34	172,040.00	274,978,413.60
IV	PEKERJAAN TUMPUKAN BATU				
	Pekerjaan Tumpukan Batu Lapis Inti	M3	97	452,685.50	43,939,103.22
	Pekerjaan Tumpukan Batu Pelindung Kaki	M3	725.558	452,685.50	328,449,598.68
	Pekerjaan Tumpukan Batu Lapis Dua	M3	903.557	452,685.50	409,027,061.79
V	PEKERJAAN TUMPUKAN BRONJONG				
	Pekerjaan Lapis Lindung Jetty	M3	2856	808,530.50	2,309,163,108.00
A	Jumlah Harga				3,733,252,351.64
B	PPN 10%				373,325,235.16
C	Total Harga (A+B)				4,106,577,586.80
D	Dibulatkan				4,106,578,000.00

4.5 Perhitungan Perkiraan Biaya

Tabel 5 menunjukkan total perkiraan biaya dalam rangka pembangunan *jetty* di muara Sungai Sungga Pantai Jasri yaitu sebesar Rp.4,106,578,000.00 (Empat Milyar Seratus Enam Juta Lima Ratus Tujuh Puluh Delapan Ribu Rupiah).

5 SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari perencanaan *jetty* dari bahan bronjong pada muara Sungai Sungga diperoleh:

1. Angin dominan berasal dari arah Timur dengan persentase 52.50 %, dengan kecepatan angin terkoreksi (U_A) = 6.297 m/dt.

2. Tinggi gelombang maksimum untuk periode ulang 25 tahun (H_{25}) yaitu 0.846 meter.
3. Periode gelombang maksimum untuk periode ulang 25 tahun (T_{25}) yaitu 4.056 detik.
4. Tinggi gelombang pecah (H_b) = 0.6602 m dengan kedalaman gelombang pecah (d_b) = 0.692 m.
5. Ketinggian muka air rancangan (DWL) = 1.395 m yang dihitung dari MSL atau $\pm 0,00$.
6. Dimensi bangunan *jetty*:
 - a. Tinggi bangunan *jetty* (E_{jetty}) = 3 m
 - b. Berat batu lapis pertama (W_1) = 2.486 ton
 - c. Berat batu lapis kedua (W_2) = 0.2486 ton.
 - d. Lebar puncak (B) = 2.434 m
 - e. Tebal lapis pertama (t_1) = 2.434 m
 - f. Tebal lapis kedua (t_2) = 1.129 m
 - g. Tebal pelindung kaki (t_{toe}) = 1.781 m
 - h. Lebar pelindung kaki (B_{toe}) = 2.166 m
 - i. Berat batu pelindung kaki (W_{toe}) = 0.148 ton.
7. Nilai $Ns^3 = 50 \leq 300$ sehingga bangunan *jetty* dikatakan aman.
8. Perkiraan biaya pembangunan *jetty* di muara Sungai Sungga adalah Rp.4,106,578,000.00 (Empat Milyar Seratus Enam Juta Lima Ratus Tujuh Puluh Delapan Ribu Rupiah).

5.2 Saran

1. Perlu adanya *update* pengukuran detail sebelum pelaksanaan pembangunan *jetty*.
2. Perlu adanya survey quarry material sebelum pelaksanaan pembangunan *jetty*.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Ardantha, I. M., Aryastana, P., Rahadiani, A. A. S. D., & Candrayana, K. W. (2019). Analysis of Coastline Change in Klungkung Regency. *The 1st Warmadewa Research and Development Seminar (WARDS)*, 1–9. Denpasar: EAI. <https://doi.org/10.4108/eai.30-10-2018.2281487>
- Aryastana, P., Ardantha, I. M., & Agustini, N. K. A. (2017). Analisis Perubahan Garis Pantai dan Laju Erosi di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung dengan Citra Satelit SPOT. *Jurnal Fondasi*, 6(2), 100–111.
- Aryastana, P., Ardantha, I. M., & Candrayana, K. W. (2018). Coastline change analysis and erosion prediction using satellite images. *MATEC Web of Conferences*, 197, 1–5.

- <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819713003>
- Aryastana, P., Ardantha, I. M., Nugraha, A. E., & Candrayana, K. W. (2017). Coastline Changes Analysis in Buleleng Regency by Using Satellite Data. *The 1st Warmadewa University International Conference on Architecture and Civil Engineering*, 106–113. Denpasar: Warmadewa University Press.
- Aryastana, P., Ardantha, I. M., & Rahadiani, A. A. S. D. (2018). Pemanfaatan Citra Satelit SPOT dalam Analisis Perubahan Garis Pantai di Kabupaten Jembrana. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 12*. Batam: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Aryastana, P., Ardantha, I. M., Rahadiani, A. A. S. D., & Candrayana, K. W. (2018). Deteksi Perubahan Garis Pantai Di Kabupaten Karangasem Dengan Penginderaan Jauh. *Jurnal Fondasi*, 7(2), 94–104. <https://doi.org/10.36055/jft.v7i2.4079>
- Aryastana, P., Eryani, I. G. A. P., & Candrayana, K. W. (2016). Perubahan garis pantai dengan citra satelit di Kabupaten Gianyar. *PADURAKSA*, 5(2), 70–81.
- Azhikodan, G., & Yokoyama, K. (2021). Erosion and sedimentation pattern of fine sediments and its physical characteristics in a macrotidal estuary. *Science of The Total Environment*, 753, 142025. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142025>
- Cui, B.-L., & Li, X.-Y. (2011). Coastline change of the Yellow River estuary and its response to the sediment and runoff (1976–2005). *Geomorphology*, 127(1–2), 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.12.001>
- Eulie, D. O., Corbett, D. R., & Walsh, J. P. (2018). Shoreline erosion and decadal sediment accumulation in the Tar-Pamlico estuary, North Carolina, USA: A source-to-sink analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 202, 246–258. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.10.011>
- Pattipawaej, O., Tanamal, K. T., Desiani, A., Dani, H. J., & Pratama, A. R. (2013). Analisis Stabukutas Struktur Pelindung Pantai Baju Bronjong. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 38–56. <https://doi.org/10.28932/jts.v9i1.1368>
- Suryawan, I. N., Eryani, I. G. A. P., & Rahadiani, A. A. S. D. (2019). Perencanaan Bangunan Jetty dari Bahan Bronjong pada Muara Tukad Melangit di Banjar Tegal Besar Kabupaten Klungkung. *PADURAKSA*, 8(1), 16–26.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Werdi, N. M. K., & Eryani, I. G. A. P. (2020). Alternatif Perencanaan Jetty di Muara Tukad Pangi Kabupaten Badung. *PADURAKSA*, 9(1), 102–113. <https://doi.org/10.22225/pd.9.1.1678.102-113>
- Yowono, N. (1992). *Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai* (Vol. 2). Yogyakarta: Laboratorium Hidraulika dan Hidrologi PAU-IT-UGM.