

ANALISA GELOMBANG PADA BANGUNAN PENGAMAN PANTAI TAMBORASI KABUPATEN KOLAKA UTARA

La Welendo

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo
Kampus Hijau Bumi Tridarma Andounohu Kendari 93232

E-mail: lawalendo@gmail.com

Abstrak

Pembangunan pantai Tamborasi di kolaka utara dilakukan sebagai bahan pertimbangan untuk perencanaan pemecah gelombang sebagai pelindung pantai dari ancaman ombak. Hal ini karena pantai Tamborasi ditinjau dari struktur, fungsi, peran ekologis dan pendayagunaan sumber daya pesisir sangat mendukung lokasi pariwisata dan sebagai sumber pendapatan asli daerah khususnya di Kabupaten Kolaka Utara. Saat ini di pantai Tamborasi saat ini telah dilakukan pengamanan pantai lanjutan sepanjang 300 meter dengan bentuk revetmen tembok laut sejajar pantai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ketinggian runup gelombang pada bangunan pengaman pantai kondisi eksisting dan mengetahui kejadian gelombang yang terjadi di wilayah pantai Tamborasi. Penelitian ini menggunakan metode literatur dan pemodelan matematika, dan metode observasi lapangan, yang meliputi pengukuran langsung pada saat terjadi pasang dan surut air laut, dan data sekunder yang meliputi data angin yang diperoleh dari stasiun Rante Angin Kolaka Utara, kondisi geografis wilayah dan geometri pengaman pantai eksisting. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tinggi gelombang maksimum adalah 3,94 meter dan periode gelombang maksimum adalah 9,20 detik. Tinggi gelombang signifikan adalah 3,76 meter, periode gelombang signifikan adalah 9,03 detik dan nilai runup gelombang adalah 4,587 meter.

Kata Kunci : *Pengaman pantai, analisa gelombang, runup gelombang*

Abstract

The wave analysis on the beach safety building at the Tamborasi North Kolaka. The Tamborasi coastal development in northern Kolaka is conducted as a consideration for the planning of the breakwater for the coastal protection from the waves threats. This is because the beach of Tamborasi, reviewed in terms of the structure, function, ecological role and utilization aspects for the coastal resources, is very supportive as the tourism and as the source for the local revenue especially in North Kolaka. Currently, the security of the Tamborasi coastal is done by a-300 meter along sea wall revetment form long shore. The purpose of this study is to determine the height of the wave run-up on the existing protection structure and the wave incident that occurs in the coastal areas of the Tamborasi. The methodology utilized in this study is literature study, mathematical model and field observation by direct measurement in the at high tide and low tide of the sea water, and the secondary data including the wind data obtained from the North Kolaka –Rante wind station, the geographical condition and the geometry of the existing coastal protection. From the wave analysis, it is found that the maximum wave height is 3.94 meters and the maximum wave period is 9.20 seconds. The significant wave height is 3.76 meters and the periods of the significant wave is 9.03 seconds. The result of the value of the wave run-up is 4,587 meter.

Keywords: *beach security, wave analysis, wave runup*

1. Pendahuluan

Wilayah pantai Tamborasi Kabupaten Kolaka Utara Propinsi Sulawesi Tenggara merupakan daerah yang sangat potensi dimanfaatkan untuk

kegiatan manusia, seperti sebagai kawasan pusat pemerintahan, permukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian, perikanan dan pariwisata. Adanya berbagai kegiatan tersebut

dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan lahan, prasarana dan infrastruktur lainnya, yang akhirnya akan mengakibatkan timbulnya masalah yang terjadi di sekitar kawasan pesisir dan timbulnya erosi dan sedimentasi pantai. Kawasan ini dapat intensif pemanfaatannya untuk kegiatan manusia, yang dapat ditinjau dari struktur, fungsi, peran ekologis dan pendayagunaan sumber daya pesisir pantai. Di kawasan pantai ini dapat dimanfaatkan untuk mendukung lokasi pariwisata dan sebagai sumber pendapatan asli daerah.

Pasang surut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik benda-benda astronomi, terutama oleh bumi, bulan dan matahari. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh dan ukurannya lebih kecil. Faktor non-astronomi yang mempengaruhi pasang surut terutama diperairan semi tertutup seperti teluk adalah bentuk garis pantai dan topografi dasar perairan (Pariwono, 1989).

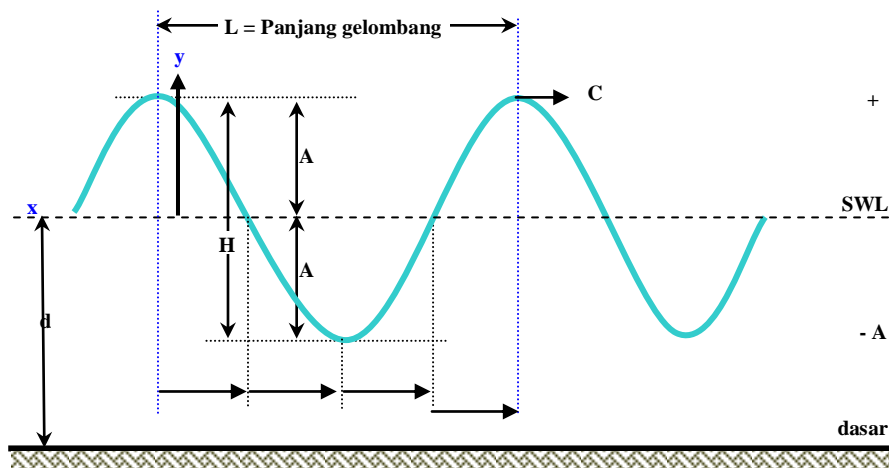
Pengaman pantai Tamborasi saat ini telah dilakukan pengaman pantai lanjutan sepanjang 300 meter dengan bentuk revetmen tembok laut sejajar pantai.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui ketinggian runup gelombang pada bangunan pengaman pantai kondisi eksiting dan mengetahui kejadian gelombang yang terjadi di wilayah pantai Tamborasi. Hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan untuk perencanaan pemecah gelombang sebagai pelindung pantai dari acaman gelombang di sekitar wilayah Tamborasi Kolaka Utara.

2. Tinjauan Pustaka

Teori Gelombang Amplitudo Kecil

Teori gelombang amplitudo kecil diturunkan berdasarkan persamaan *Laplace* untuk aliran tak rotasi (*irrotational flow*) dengan kondisi batas di permukaan air dan dasar laut. Kondisi batas di permukaan air didapat dengan me-linearakan persamaan Bernoulli untuk aliran tak mantap (Dronkers, 1964) (Gambar 1).



Gambar 1. Sket definisi gelombang (Dronkers, 1964)

Beberapa notasi gambar di atas, meliputi notasi d yang merupakan jarak antara muka air rata-rata dan dasar laut (kedalaman laut), notasi $\eta(x,y)$ adalah fluktuasi muka air terhadap muka air rata-rata, a adalah amplitudo gelombang, notasi H adalah tinggi gelombang, notasi L adalah panjang gelombang (m), yaitu jarak antara dua

puncak gelombang yang berurutan, notasi T adalah periode gelombang (dt), yaitu interval waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya, notasi C adalah cepat rambat gelombang (L/T ($m.dt^{-1}$)), notasi K

adalah angka gelombang ($2\pi/L$), notasi σ adalah frekuensi gelombang ($2\pi/T$).

Klasifikasi Gelombang

Klasifikasi gelombang didasarkan pada kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air d dan panjang gelombang L . Gelombang dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu :

Tabel 1. Klasifikasi Gelombang

Klasifikasi	d/L	$2\pi.d/L$	Tanh ($2\pi.d/L$)
Perairan dalam	$> 1/2$	$> \pi$	≈ 1
Perairan transisi	$1/25 - 1/2$	$1/4 - \pi$	$\tanh(2\pi d/L)$
Perairan dangkal	$< 1/25$	$< 1/4$	$\approx 2\pi d/L$

(Shore Protection Manual Volume I, 1984 di Dronkers, 1964).

Kecepatan Angin

Untuk peramalan pembangkitan gelombang biasanya dipergunakan kecepatan angin pada ketinggian 10 m. Apabila kecepatan tidak diukur pada ketinggian tersebut, kecepatan angin perlu dikoreksi dengan rumus : (Soehady, 2011)

$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7} \tag{1}$$

untuk $z = 20$ m , sehingga rumus menghitung kecepatan angin untuk peramalan gelombang adalah :

$$U = R_T * R_L (U_{10})_L \tag{2}$$

Di mana, R_T adalah koreksi akibat adanya perbedaan antara temperatur udara dan air, R_L adalah koreksi terhadap pencatatan angin yang dilakukan di darat, $(U_{10})_L$ adalah kecepatan angin pada ketinggian 10 m diatas tanah.

Faktor tegangan angin (U_A) dapat dihitung dengan rumus : (Harinaldi, 2003)

$$U_A = 0,71 U_{1,23} \tag{3}$$

Dimana U_1 adalah kecepatan angin (m/det)

Hasil perhitungan pada persamaan tersebut kemudian dikoreksi terhadap durasi rata-rata dari kecepatan angin.

Transformasi dari data angin di atas daratan ke data angin di atas laut dengan faktor koreksi (R_L) dengan menggunakan grafik hubungan antara kecepatan angin di darat dan di laut (Gambar 2). Kecepatan angin di laut dihitung dengan rumus :

$$U_w = R_L \cdot U_L = 1,13 \cdot 10 = 11,3m/d \tag{4}$$

Rumus faktor tegangan angin adalah:

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \tag{5}$$

Gelombang Signifikan (H_s).

Tinggi gelombang signifikan (H_s) didapatkan dengan cara memasukkan nilai faktor tegangan angin (U_A) dan panjang Fetch (F). Rumus yang digunakan dalam peramalan gelombang signifikan (H_s), periode signifikan (T_s), dan lama hembusan angin (t) ini adalah (Oehadijono, 2008 dan Saputro, 2010)

$$\frac{g H_s}{U_A^2} = 1.6 * 10^{-3} \sqrt{\frac{gF}{U_A^2}} \tag{6}$$

$$\frac{g T_s}{U_A} = 2.857 * 10^{-1} \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3} \tag{7}$$

$$\frac{gt}{U_A} = 6.88 * 10^{-1} \left(\frac{gF}{U_A^2} \right) \tag{8}$$

Dimana T adalah lama hembusan angin (jam), g adalah percepatan gravitasi (m/det^2), U_A adalah Faktor Tegangan Angin (m/det), dan U adalah kecepatan angin (m/det).

Perhitungan Fetch Efektif

Dalam peramalan gelombang, sangat perlu ditentukan nilai Fetch efektif (F_{eff}) dengan persamaan sebagai berikut (Triatmodjo, 1999 : 155)

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \tag{9}$$

Dimana , X_i adalah panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch, α adalah deviasi pada ke dua sisi dari arah angin dengan menggunakan pertambahan 60° .

Pembangkitan gelombang dengan anggapan *fetch limited* dapat dirumuskan sebagai berikut (Triadmodjo, 1999)

$$\frac{gH_{m0}}{U_A^2} = 1,6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/2} \tag{10}$$

$$\frac{gT_m}{U_A} = 2,857 \cdot 10^{-1} \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3} \tag{11}$$

Pembangkitan gelombang dengan anggapan *fully defelop sea* (Triadmodjo, 1999)

$$\frac{gH_{m0}}{U_A^2} = 2,433 \cdot 10^{-1} \tag{12}$$

$$\frac{gT_m}{U_A} = 8,134 \tag{13}$$

Hasil perhitungan dari kedua metode tersebut di atas diperbandingkan. Bila hasil pembangkitan gelombang dengan metode fetch efektif < FDS, maka digunakan gelombang signifikan dari metode fetch efektif dan bila hasil perhitungan dengan metode fetch efektif > FDS, maka digunakan gelombang signifikan yang dibangkitkan dengan metode FDS.

Analisa Gelombang Rencana

Perubahan arah gelombang karena refraksi dapat menghasilkan konvergensi (penguncupan) atau divergensi (penyebaran) energi gelombang dan mempengaruhi energi gelombang yang terjadi di pantai (Dronkers, 1964).

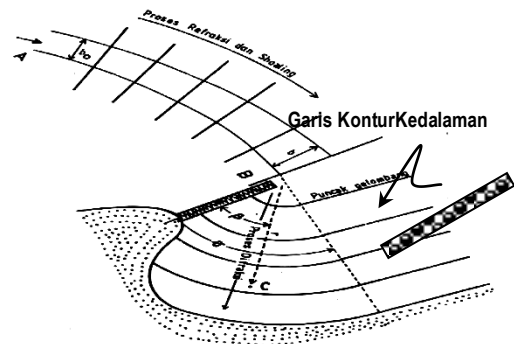
Berdasarkan persamaan cepat rambat gelombang diperoleh :

$$C = \sqrt{\frac{gL}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \tag{14}$$

Dengan C adalah cepat rambat gelombang (m/det), L adalah panjang Gelombang (m), dan D adalah kedalaman (m).

Perambatan Gelombang.

Tinggi gelombang rencana yang akan dipergunakan di lokasi pekerjaan harus ditinjau terhadap proses pada gambat berikut (Dronkers, 1964)) .



Gambar 2. Proses Refraksi, Difraksi dan Shoaling. (Dronkers, 1964)

Persamaanya adalah :

$$H_A = H_0 \tag{15}$$

$$H_B = H_0 \cdot K_R \cdot K_S = H_A \cdot K_R \cdot K_S \tag{16}$$

$$H_C = H_0 \cdot K_R \cdot K_S \cdot K_D = H_B \cdot K_D \tag{17}$$

dimana H_0 adalah adalah tinggi gelombang laut dalam, H_A adalah tinggi gelombang di A, H_B adalah tinggi gelombang di B, H_C adalah tinggi gelombang di C dan K_R adalah keofisien refraksi yang dirumsukan sebagai (Dronkers, 1964)

$$K_R = \sqrt{\frac{b_0}{b}} \tag{18}$$

K_S adalah Keofisien shoaling , yang dirumuskan sebagai

$$K_S = \sqrt{\frac{n_0 \cdot C_0}{n \cdot C}} \tag{19}$$

K_D adalah Koefisien defraksi yang merupakan fungsi $f(r, \theta, \beta)$, sehingga diperoleh : (Nur,1992)

$$H = K_S \cdot K_R \cdot K_D \cdot H_0 \tag{20}$$

Untuk menentukan nilai K_R , K_S , dan K_D dapat dilihat di Nur (2011).

Pendangkalan (shoaling)

Pendangkalan (*shoaling*) adalah proses berkurangnya tinggi gelombang akibat perubahan kedalaman (efek bathimetri). Asumsi yang digunakan adalah bahwa daya gelombang adalah tetap sepanjang perambatannya. Rumus yang digunakan untuk menentukan koefisien shoaling adalah : (Ray, 1996).

$$K_S = \sqrt{\frac{n_0 \cdot L_0}{n \cdot L}} \tag{21}$$

Dimana, K_S adalah koefisien pendangkalan, L adalah panjang gelombang, n adalah 1 untuk di laut dangkal, n adalah 0,5 untuk di laut dalam, L_0 adalah panjang gelombang di laut dalam.

Kenaikan muka air karena gelombang

Gelombang yang datang dari laut menuju pantai menyebabkan fluktuasi muka air di daerah pantai

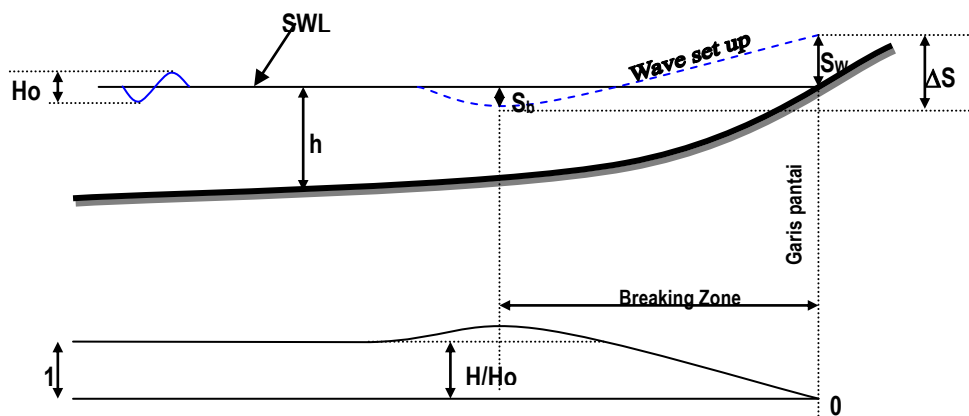
terhadap muka air diam. Pada waktu gelombang pecah akan terjadi penurunan elevasi muka air merata terhadap elevasi muka air diam di sekitar lokasi gelombang pecah. Kemudian dari titik di mana gelombang pecah permukaan air merata miring ke atas ke arah pantai. Turunnya muka air tersebut dikenal dengan “*wave set down*”, sedangkan naiknya muka air disebut “*Wave set up*” seperti terlihat pada gambar 4.

Wave set up di pantai dapat dihitung dengan menggunakan teori longuet. Besar *wave set down* di daerah gelombang pecah diberikan persamaan yaitu (Triatmojo,1999)

$$S_b = -\frac{0,536Hb^{\frac{2}{3}}}{g^{\frac{1}{2}}T} \tag{22}$$

Dimana S_b adalah *Set down* di daerah gelombang pecah, T adalah periode gelombang, H_0 adalah tinggi gelombang laut dalam ekuivalen, Hb adalah tinggi gelombang pecah dan g adalah percepatan gravitasi. *Wave set up* diberikan dalam bentuk (Triatmodjo, 1999)

$$S_w = 019 \left[1 - 2,82 \sqrt{\frac{Hb}{gT^2}} \right] Hb \tag{23}$$



Gambar 3. Proses terjadinya *Wave Set Up* (Triatmodjo, 1999)

3 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode literatur/kepuustakaan dan metode observasi

lapangan. Data-data pendukung dalam penelitian terdiri data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini yaitu observasi dan pengukuran langsung di lokasi penelitian yang

dilakukan pada saat pasang dan surut air laut dan data sekunder meliputi data angin yang diperoleh dari stasiun Rante Angin Kolaka Utara, kondisi

geografis wilayah dan geometri pengaman pantai eksisting.

Tabel 2. Hasil pencatatan arah angin
Sumber : Stasiun Maritim Kendari, 2014

Arah	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	CALM
%	16,83	21,06	16,59	10,72	10,01	12,14	7,99	4,47	0,21
Kec. (m/det)	0,25 - 13,05	0,31 - 14,92	0,00- 12,07	0,09 - 7,97	0,00 - 7,20	0,00 - 9,15	0,00- 5,74	0,00 - 2,92	0,00 - 0,14

4 Analisa dan Pembahasan

Kecepatan dan arah angin

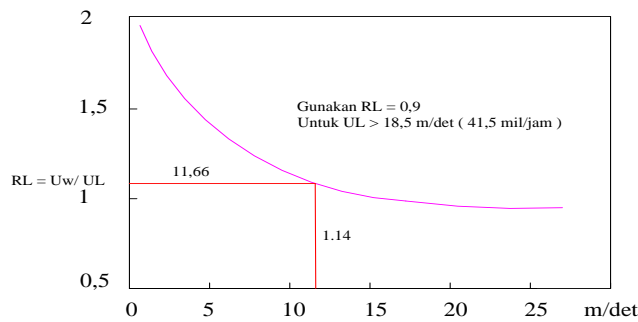
Kecepatan angin bervariasi dan yang terbesar terjadi pada bulan November sampai Maret. Kecepatan angin maksimum dapat mencapai 18 – 24 knot (9 – 13 m/det).

Dengan melihat data angin dan kenyataan di lapangan, bahwa kumulatif arah angin tegak

lurus pantai dari Timur Laut sebesar 65,2 %, dan dari Barat Daya sebesar 34,61 %.

Faktor tegangan angin

Dengan menggunakan data kecepatan angin terbesar dalam setahun untuk masa 10 tahun, selanjutnya dapat dihitung faktor tegangan angin.



Gambar 4. Hubungan Antara Kecepatan Angin di Laut dan Darat

Kecepatan Angin di Laut (U_w)

Dari gambar 5 terdapat hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat, kecepatan angin di laut (U_w) dapat dihitung sebagai berikut : (Soehedy, 2011)

$$U_w = R_L \cdot U_L \tag{24}$$

Untuk U_L 11,66 m/dt diperoleh nilai R_L 1,14, sehingga U_w adalah 13,30 m/dt.

Faktor Tegangan Angin (U_A)

Faktor tegangan angin U₄ maksimum selama 10 tahun terjadi pada tahun 2006 ditentukan dengan berikut : (Soehady, 2011)

$$U_A = 0,71U_w^{1,23} \tag{25}$$

sehingga nilai U₄ adalah 18,74 m/dt.

Fetch Efektif

Untuk daerah Pantai Tamborasi dihitung fetch efektif berdasarkan arah angin dominan, yaitu Timur Laut. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil perhitungan feth efektif

TITIK	α (°)	$\text{Cos } \alpha$	X (Km)	X Cos α (Km)
7 ka	42	0,7431	266	197,66
6 ka	36	0,8090	273	220,86
5 ka	30	0,8660	273	236,42
4 ka	24	0,9135	210	191,84
3 ka	18	0,9511	189	179,76
2 ka	12	0,9781	175	171,17
1 ka	6	0,9945	182	181,00
0	0	1,0000	210	210,00
1 ki	6	0,9945	203	201,88
2 ki	12	0,9781	196	191,71
3 ki	18	0,9511	70	66,58
4 ki	24	0,9135	77	70,34
5 ki	30	0,8660	84	72,74
6 ki	36	0,8090	35	28,32
7 ki	42	0,7431	35	26,01
Jumlah		13,5106		2.246,27

Dari data tabel tersebut diperoleh *fetch* efektif 166,30 Km (diambil maksimum 200 km)

Berdasarkan hasil perhitungan tegangan angin (U_A), lama hembusan angin dan *fetch* seperti yang dijelaskan di atas untuk tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T) dan durasi (D), dengan tegangan angin (U_A) = 17,12 m/dtk dan *fetch* efektif 166,30 km, maka perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Hasil perhitungan pembangkitan gelombang akibat tegangan angin dan *Fetch* efektif.

Waktu Kejadian Tahun	Arah	V	U_L	R_L	U_W	U_A	H	T	D
		Knot	(m/dt)		(m/dt)	(m/dt)	(m)	(dt)	(Jam)
2002	TL	22,69	11,66	1,14	13,30	17,12	3,60	8,90	10,30
2003	TL	23,26	11,96	1,17	13,97	18,20	3,83	9,10	10,10
2004	U	22,82	11,73	1,15	13,45	17,36	3,65	8,90	10,20
2005	TL	22,41	11,52	1,13	12,97	16,61	3,49	8,80	10,90
2006	TL	23,54	12,10	1,18	14,31	18,74	3,94	9,20	10,00
2007	TL	19,08	9,81	0,96	9,40	11,18	2,35	7,80	12,00
2008	TL	18,89	9,71	0,95	9,22	10,91	2,29	7,70	12,10
2009	TL	22,02	11,32	1,11	12,52	15,90	3,34	8,60	11,00
2010	T	20,78	10,68	1,04	11,15	13,79	2,90	8,20	11,50
2011	T	20,48	10,53	1,03	10,83	13,31	2,80	8,09	11,60
2012	TL	21,23	10,91	1,07	11,64	14,54	3,06	8,50	11,10

Gelombang signifikan yang digunakan adalah pada saat H_{33} atau tinggi dari 1/3 nilai tertinggi dari pencatatan gelombang yang telah diurutkan, seperti terlihat pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T)

Sebelum diurut			Sesudah diurut		
No.	H	T	No.	H	T
Urut.	(m)	(dt)	Urut	(m)	(dt)
1	3,60	8,90	1	3,94	9,20
2	3,83	9,10	2	3,83	9,10
3	3,65	8,90	3	3,65	8,90
4	3,49	8,80	4	3,60	8,90
5	3,94	9,20	5	3,49	8,80
6	2,35	7,80	6	3,34	8,60
7	2,29	7,70	7	3,06	8,50
8	3,34	8,60	8	2,90	8,20
9	2,90	8,20	9	2,80	8,09
10	2,80	8,09	10	2,35	7,80
11	3,06	8,50	11	2,29	7,70

Pada gelombang 10 % nilai H_0 adalah 3,94 dan T_{10} adalah 9,20. Nilai gelombang signifikan (H_{33}) adalah $3,63 \approx 4$ data.

Sehingga

$$H_{33} = \frac{3,94 + 3,83 + 3,65 + 3,60}{4} = 3,76 \text{ meter}$$

$$T_{33} = \frac{9,20 + 9,10 + 8,90 + 8,90}{4} = 9,03 \text{ detik}$$

Gelombang 100 % (H_{100}) adalah 11 data , sehingga

$$H_{100} = \frac{3,94 + 3,83 + 2,35 + 2,29}{11} = 3,20 \text{ meter}$$

$$T_{100} = \frac{9,20 + 9,10 + 7,80 + 7,70}{11} = 8,53 \text{ detik}$$

Analisis Koefisien Refraksi dan Shoaling

Dari hasil analisis di atas untuk gelombang signifikan diperoleh tinggi gelombang signifikan, yaitu pada tinggi gelombang (H_0) 3,76 meter dan periode gelombang (T) 9,03 detik.

Panjang gelombang di laut dalam :

$$L_0 = 1,56 \times (9,03)^2 = 128,02 \text{ m}$$

Rumus untuk menghitung cepat-rambat gelombang di laut dalam adalah (Pariwono, ,1989)

$$C_o = \frac{L_0}{T} \tag{26}$$

Sehingga C_o adalah 14,1771 m/detik.

Bila pada kedalaman $d = 2$ m maka :

$$\frac{d}{L_0} = \frac{2}{128,02} = 0,05132$$

Dari tabel lampiran A. hal 266 (Triatmodjo,1999)

Panjang gelombang pada kedalaman 2 meter ($d = 2$ m) adalah (Pariwono, ,1989)

$$L = \frac{d}{d/L} = 38,97 \text{ m}$$

Nilai cepat-rambat gelombang adalah (Pariwono, 1989)

$$C = \frac{L}{T} = 4,316 \text{ m/det.}$$

Arah gelombang pada kedalaman 2 m dihitung dengan hukum “Snellius” : (Pariwono, 1989)

$$\sin \alpha = \left(\frac{C}{C_0} \right) \sin \alpha_0 \tag{27}$$

$$\sin \alpha = 0,132$$

$$\sin^{-1} \alpha \approx 8^\circ$$

Koefisien Refraksi, didapatkan dari persamaan berikut : (Pariwono, 1989)

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}} \tag{28}$$

Sehingga nilai Kr adalah 0,9878

Koefisien Shoaling, didapatkan dari persamaan berikut (Pariwono, 1989)

$$Ks = \sqrt{\frac{n_0 * L_0}{n * L}} \tag{29}$$

Untuk d/L₀ = 0,156, dari tabel Lampiran A. hal 266 (Triatmodjo,1999) →didapat n = 0,9669

Koefisien shoaling (koefisien pendangkalan) nilai n = 0,9669, di laut dalam nilai n₀= 0,5, sehingga diperoleh : (Pariwono, 1989)

$$Ks = \sqrt{\frac{0,5 * 128,02}{0,9669 * 38,97}} = 1,3$$

Tinggi gelombang ekuivalen (H’o) di laut dalam

$$H'o = Kr.Ho \tag{30}$$

$$= 3,714 \text{ m}$$

Tinggi gelombang pecah di laut dalam adalah (Pariwono, 1989)

$$\frac{H'o}{gT^2} = 0,0047$$

Dengan menggunakan gambar pada penentuan Gelombang Pecah (Triatmodjo, 1999) untuk m adalah 0,02 diperoleh (Pariwono, 1989)

$$\frac{H_b}{H_0} = 1,15$$

Sehingga H_b adalah 4,324 meter.

Kedalaman gelombang pecah di laut dalam adalah (Pariwono, 1989)

$$\frac{Hb}{gT^2} = \frac{4,324}{9,81 \times 9,03^2} = 0,0054$$

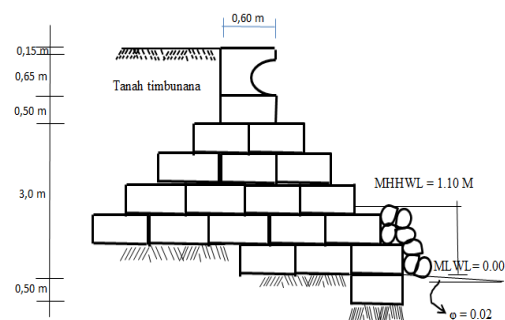
Dengan menggunakan gambar 8, untuk penentuan kedalaman gelombang pecah (Triatmodjo,1999), untuk nilai tersebut dan nilai m 0,02 didapatkan :

$$\frac{d_b}{H_b} = 1,19$$

Sehingga d_b adalah 5,1455 meter.

Geometri Pantai Tamborasi

Lokasi pantai Tamborasi dekat perbatasan dengan Kabupaten Kolaka atau sekitar ± 90 km dari Kabupaten Kolaka menuju utara. Pada tahun 2013 pembangunan pantai Tamborasi (lanjutan) sepanjang 300 meter dengan sumber dana APBN P-II (Non Pendidikan).



Gambar 5. Tembok laut (Revetmen) Tamborasi

Geometri pembangunan pantai Tamborasi adalah konstruksi bangunan berupa susunan blok beton bertangga. Selain itu, fungsi bangunan adalah sebagai dinding penahan revetmen (tembok laut pada garis pantai). Pelindung kaki bangunan adalah rip-rap batu alam. Data elevasi Revetmen (tembok laut) dapat dilihat di gambar 5.

Tinggi Gelombang Rencana di Lokasi Bangunan.

Gelombang dapat diukur atau diramalkan pada perairan (*deep water*). Pada saat gelombang menjalar dari perairan dalam ke pantai di mana bangunan pantai akan dibangun, maka gelombang tersebut mengalami proses perubahan tinggi dan arah gelombang. Apabila gelombang telah pecah sebelum mencapai lokasi pekerjaan, maka gelombang rencana yang dipakai adalah tinggi gelombang pecah di lokasi pekerjaan (Yuwono, 2004). Apabila pantai relatif datar maka tinggi gelombang pecah dapat ditentukan dengan formula

$$H_b = 0,78 d_s \tag{31}$$

dimana D_s adalah kedalaman air di lokasi bangunan (m). Untuk gelombang pecah di lokasi bangunan revetment, maka $H_b=H_D= 0,78 \times 1,10 = 0,858$ m.

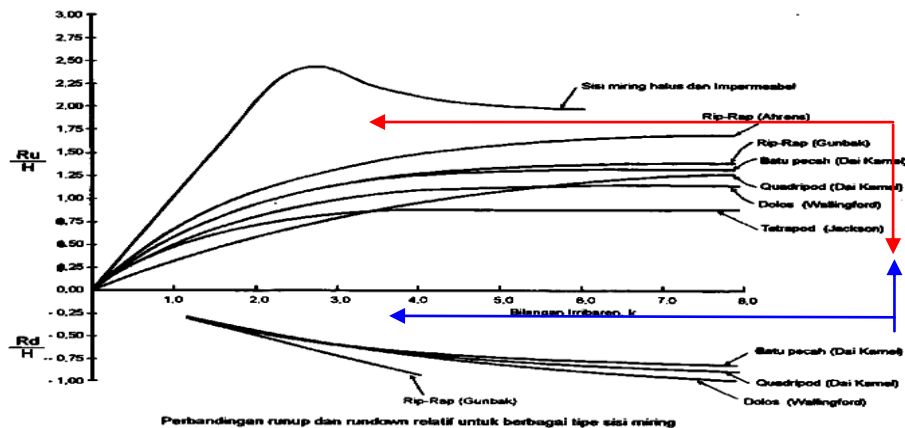
Untuk gelombang tidak pecah di lokasi bangunan, maka

$$H_D = H_o \cdot K_r \cdot K_s \tag{32}$$

sehingga diperoleh H_D adalah 4,828 m.

Ketinggian Run-Up

Pada waktu gelombang menghantam suatu bangunan pantai, gelombang tersebut akan naik (*run-up*) pada permukaan bangunan. *Run-up* atau *Run-down* sangat penting untuk perencanaan bangunan pantai. *Run-up* biasa dipergunakan untuk menentukan mercu bangunan pantai, sedangkan *Run-Down* dipergunakan untuk menghitung stabilitas rip-rap atau *revetment*.



Gambar 6. Grafik Run-up (Triatmodjo,1999)

Elevasi puncak bangunan ditetapkan dengan menggunakan persamaan di bawah ini : (Nur, 2011)

$$\text{Elevasi puncak} = \text{DWL} + Ru + W \tag{33}$$

Dimana, DWL adalah *Design Water Level* (m), Ru adalah *Run-up* (m), w adalah tinggi jagaan, antara 1 m hingga 0,5 m

Dalam perhitungan untuk menentukan elevasi puncak konstruksi bangunan pantai berupa *revetment* ditetapkan kemiringan konstruksi 1 : 2, untuk mendapatkan bilangan kemiringan konstruksi pantai ($Tg \theta = Tg 30^\circ = 0.5$). Selanjutnya ketinggian *Run-Up* menggunakan bilangan Irribaren.

$$Lo = 1,56 \cdot T^2 \tag{34}$$

$$= 1,56 \times (9,03)^2 = 127,24 \text{ m}$$

$$I_R = \frac{T_g \theta}{H/L_0} \quad (35)$$

$$= 5,642$$

Untuk lapis lindung dari batu pecah (*quarry stone*) nilai *run-up* adalah sebagai berikut (Nur,2011)

$$\frac{R_u}{H} = 1,22 \quad (36)$$

Sehingga nilai R_U adalah 4,587 m.

Dengan memperhitungkan tinggi jagaan 1 – 1,5 maka elevasi puncak bangunan ditetapkan dengan menggunakan persamaan di atas, sehingga nilai elevasi puncak adalah 6,97.

5 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan di atas, berikut adalah beberapa kesimpulan dan saran dalam penelitian ini

Dari analisis gelombang didapatkan bahwa tinggi gelombang maksimum adalah 3,94 m dengan periode gelombang 9,20 dtk. Tinggi gelombang signifikan adalah 3,76 m. sedangkan periode gelombang signifikan adalah 9,03 dtk. Pada bangunan pengaman pantai (revetmen) Tamborasi, nilai *run-up* gelombang adalah 4,587 meter.

Dalam perencanaan bangunan pengaman pantai perlu mempertimbangkan faktor tekanan akibat gelombang dan tinggi *run-up* gelombang sehingga konstruksi hasil perencanaann lebih efektif dan aman terhadap konstruksi bangunan, erosi dan gerusan pantai.

Daftar Pustaka

- Dronkers, JJ, 1964. “*Tidal Computations in rivers and coastal water*”s. North- Holland Publishing Company, Amsterdam
- Harinaldi, B, 2003. “*Mekanika Fluida. Jilid 1*” Edisi ke empat. Erlangga Jakarta
- Nur, I. Juliawan, R. 2011. “*Perencanaan Bangunan Pelindung Pantai Semarang Bagian Timu*”, Tugas akhir Jurusan Teknik Sipil. Universitas Diponegoro, Semarang.

Pariwono, JI, 1989. “*Gaya Penggerak Pasang Suru, Dalam Pasang Surut*”, P3O-LIPI, Jakarta,

Saputro, MS, Nawawi, M, 2010, “*Analisis Abrasi Pantai Semarang Bagian Barat*”, Tugas akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.

Soehedy. 2011. “*Analisis Kecepatan Angin Terhadap Panjang Pemeca Gelombang (Breakwater) Pada Alur Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu*”, Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Bengkulu. Bengkulu.

Ray K, Linsley, Joseph B. Framzini, Djoko S, 1996. “*Teknik Sumber Daya Air*”, Jilid 2 Edisi ketiga. Erlangga Jakarta

Triadmojo, B, 1999. “*Teknik Pantai*”, Edisi kedua. Beta offset Yogyakarta.

Oehadijono, 2008. “*Dasar Dasar Teknik Sungai*”. Diktat kuliah Universitas Hasanuddin Puslitbang Air, Balai Pantai.

DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin
