

# PERENCANAAN BANGUNAN PELINDUNG PANTAI PAGATAN KABUPATEN TANAH BUMBU KALIMANTAN SELATAN

Sahidan Azmi (2110512029)

## ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan yang mempunyai lebih dari 17.000 pulau dan wilayah kawasan pantai panjangnya mencapai 80.000 km atau dua kali keliling bumi dan khatulistiwa. Desa Pagatan terletak pada Kecamatan Kusam Hilir Kabupaten Tanah Bumbu. Waktu tempuh  $\pm$  8 jam dari Banjarmasin. Pantai pagatan memiliki kawasan lahan basah berupa pantai yang berlumpur. Abrasi ini juga yang menyebabkan air laut menjadi keruh karena gelombang langsung mengikis lapisan pasir pantai dan yang tertinggal hanyalah lumpur.

Selain itu, dengan tingkat abrasi yang tinggi garis bibir pantai sudah mendekati infrakstruktur jalan. Kalau tidak dilakukan perbaikan penanganan secara cepat, tepat dan efisien, abrasi yang diakibatkan oleh hempasan gelombang akan merusak fasilitas umum yang ada disekitar pantai pagatan tersebut. abrasi dan sedimentasi pantai pagatan saat ini mengalami timbunan lumpur yang terdapat di sepanjang garis pantai dan di dasar laut yang jaraknya beberapa ratus meter dari garis atau bibir pantai. Hal ini dikarenakan tidak ada yang mampu menahan lagi hantaran gelombang dari laut. dengan tingkat abrasi yang tinggi garis bibir pantai sudah mendekati infrakstruktur jalan. Tujuan penelitian ini ialah untuk merencanakan suatu bangunan pelindung pantai yaitu berfungsi sebagai pengendali atau mengurangi terjadinya abrasi pantai. Sehingga bermanfaat menjaga dan melindungi fasilitas umum seperti infrakstruktur jalan, pemukiman, obyek wisata dan lainnya.

Kerusakan pantai (abrasi) yang terjadi pada Pantai Pagatan mengakibatkan terancamnya infrakstruktur umum berupa jalan dan pemukiman penduduk, agar melindungi aset yang berada disekitar pantai tersebut dan menghindari kerusakan yang semakin parah maka perlunya dilakukan perencanaan bangunan pelindung pantai pada pantai pagatan sebagai salah satu upaya penanggulangan abrasi. Upaya untuk menanggulangi pengaruh akibat hempasan gelombang pasang maka perlu direncanakan bangunan pelindung pantai yang mana data yang diperlukan data angin, data pasang surut dan juga peta bathimetri, bangunan Revetment dengan bentuk trapesium dengan bidang kemiringan 1 : 1,5 dengan menggunakan bahan utama yaitu batu pecah.

Dari hasil perhitungan, di rencanakan bangunan dibuat dari tumpukan batu pecah dengan tinggi bangunan 4,486 m dan lebar puncak 1,667 m. Tinggi gelombang rencana dengan kala ulang 10 adalah 3,2182 m dengan arah dominan datangnya angin dari arah selatan terhadap kontur garis laut. Gelombang pecah terjadi pada kedalaman 3,896 m, sedangkan letak bangunan Revetment pada elevasi 1 m dengan panjang yang dilindungi sepanjang 1 km.

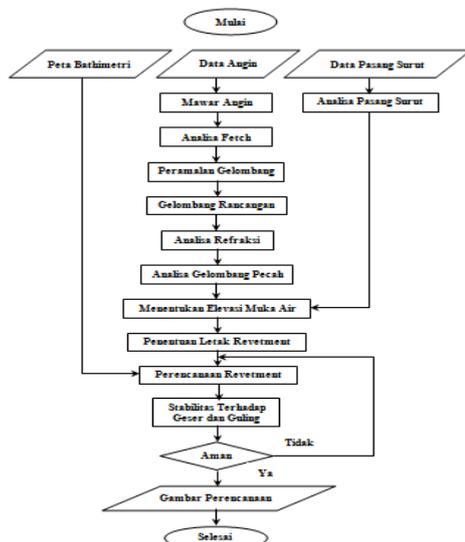
**Kata Kunci :** Pelindung pantai, Abrasi, Revetment.

## PENDAHULUAN

Untuk mencegah maupun menanggulangi permasalahan yang terjadi di pantai, maka bisa dilakukan pembangunan perlindungan pantai secara alami dan juga perlindungan secara buatan. Untuk daerah tingkat kepentingan sangat rendah, seperti lahan kosong dan

tidak ada fasilitas umum perlindungan dapat dilakukan dengan menanam tanaman yang berfungsi sebagai pelindung pantai seperti pohon bakau, mangrove, api-api atau tanaman lain, sedangkan untuk daerah pantai yang sudah sangat kritis perlu pembangunan pelindung pantai seperti pemecah gelombang (*breakwater*), jetty, groin, dinding pantai dan revetment.

Desa Pagatan terletak pada Kecamatan Kusam Hilir Kabupaten Tanah Bumbu. Waktu tempuh  $\pm 8$  jam dari Banjarmasin. Pantai pagatan mempunyai panorama yang indah, tetapi keindahan itu menjadi tidak indah dulu karena pantainya berlumpur. Pantai pagatan memiliki kawasan lahan basah berupa pantai yang berlumpur. Timbunan lumpur ini terdapat di sepanjang garis pantai dan di dasar laut yang jaraknya beberapa ratus meter dari garis atau bibir pantai. Hal ini dikarenakan tidak ada yang mampu menahan lagi hantaran gelombang dari laut. Abrasi ini juga yang menyebabkan air laut menjadi keruh karena gelombang langsung mengikis lapisan pasir pantai dan yang tertinggal hanyalah lumpur.



## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Umum Pantai

Seperti yang telah disampaikan pada bagian pendahuluan, pantai disebut sebagai daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Sedangkan daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut, dan rembesan air laut disebut pesisir (*coast*). Daerah daratan adalah daerah yang terletak di atas garis pasang tertinggi.

### Teori Gelombang

Gelombang merupakan pergerakan naik turunnya air dengan arah tegak lurus

permukaan laut yang membentuk kurva atau grafik sinusoidal (Faiqun, 2008). Proses ini terjadi akibat adanya gaya-gaya alam yang bekerja di laut seperti tekanan atau tekanan dari atmosfer (khusus melalui angin), gempa bumi, gaya gravitasi bumi dan benda-benda angkasa (bulan dan matahari), gaya *coriolis* (akibat rotasi bumi), dan tegangan permukaan.

### Pembangkitan Gelombang Oleh Angin

Gelombang dibentuk oleh angin karena adanya proses pengalihan energi dari angin ke badan laut melalui permukaannya. Karena sifat air yang tidak dapat menyerap energi, maka energi ini diubah kedalam bentuk gelombang yang kemudian dibawa ke pantai.

### Kecepatan Angin

Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan, padahal di dalam persamaan atau grafik pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah yang ada di atas permukaan laut. Oleh karena itu diperlukan transformasi dari data angin di daratan yang terdekat dengan lokasi studi ke data angin di permukaan laut. dalam hal ini data kecepatan angin tersebut.

### Fetch

Di dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, *fetch* dibatasi oleh bentuk dataran yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap angin. *Fetch* rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut.

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

Dengan:

$F_{eff}$  : *Fetch* rerata efektif

$X_i$  : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*.

$\alpha$  : Deviasi pada kedua sisi arah angin, dengan menggunakan pertambahan  $6^\circ$  sampai sudut sebesar  $42^\circ$  pada kedua sisi dari arah angin.

## METODE

### Pengumpulan Data

Data angin sangat diperlukan untuk peramalan tinggi dan periode gelombang. Data kecepatan dan arah angin yang digunakan dalam penyusunan skripsi ialah data kecepatan dan arah angin yang di catat di Stasiun Meteorologi Stagen Kotabaru.

Kecepatan angin rata-rata yang dinyatakan dalam knot terlebih dahulu dikonversikan dalam satuan (m/dt). Kecepatan angin ini perlu dikoreksi terhadap pengaruh suhu didarat dan dilaut, pengaruh lokasi pengukuran dan durasi rata-rata kecepatan angin. Setelah itu dihitung faktor tegangan anginnya ( $U_A$ ).

Langkah penghitungan analisisnya sebagai berikut:

Data angin tanggal 1 Januari 2002:

Arah angin= B

Kecepatan ( $U$ ) = 6 knots =  $6 \times 0,51475 = 3,089$  m/dt

Ketinggian pengukuran = +10,0 m

Perhitungan:

- Diketahui  $R_T$  di lokasi = 1,01  
 $R_T$  adalah faktor koreksi stabilitas berdasarkan perbedaan temperatur udara dengan air laut.
- Koreksi terhadap pengaruh lokasi terhadap fungsi kecepatan angin  $R_L = 1,3$ , nilai  $R_L$  dapat dilihat grafik pada gambar 2.7 atau bisa dicari dengan persamaan  $R_L = 1,5109422 e^{(-0,0249U_{10})}$ .

- Dicari pengaruh durasi kecepatan anginnya dengan menggunakan rumus:

$$U_f = R_T \times R_L \times (U_{10})_t$$

$$= 1,01 \times 1,3 \times 3,089$$

$$= 4,055 \text{ m/dt}$$

$$t = \frac{1609}{U_f} = \frac{1609}{4,055} = 396,774 \text{ dt (waktu tempuh gelombang 1 m)}$$

- Selanjutnya mencari nilai dari  $\frac{U_t}{3600}$ , dengan menggunakan rumus:

$$\frac{U_t}{3600} = 1,277 + 0,296 \tanh(0,9 \log_{10} \frac{45}{t}),$$

untuk  $1 < t < 3600$  detik

$$\frac{U_t}{3600} = -0,15 \log_{10} t + 1,5334, \text{ untuk } 3600 < t < 36000 \text{ detik}$$

Dari rumus di atas diperoleh  $\frac{U_t}{3600} = 1,07$

- Kecepatan angin terkoreksi didapatkan dengan cara sebagai berikut:

$$U = \frac{U_f}{(\frac{U_t}{3600})} = \frac{4,055}{1,07} = 3,78 \text{ m/dt}$$

- Sehingga faktor tegangan angin yang telah terkoreksi adalah:

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

$$= 0,71 \cdot 3,78^{1,23} = 3,65 \text{ m/det}$$

Tabel 3.1. Tabel angin terkoreksi pada bulan Januari tahun 2002

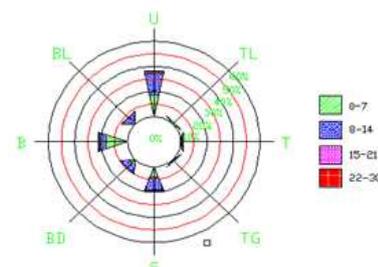
2002									
Tanggal	Arah	Umax (knots)	U10 (m/dt)	Uf (m/dt)	T (detik)	Ut/3600	Ut=3600 (m/dt)	UA (m/dt)	
1	S	10	5,148	6,759	238,065	1,11	6,10	6,57	
2	B	6	3,089	4,055	396,774	1,07	3,78	3,65	
3	S	9	4,633	6,083	264,516	1,10	5,53	5,82	
4	U	6	3,089	4,055	396,774	1,07	3,78	3,65	
5	U	8	4,118	5,407	297,581	1,09	4,96	5,08	
6	U	6	3,089	4,055	396,774	1,07	3,78	3,65	
7	U	5	2,574	3,379	476,129	1,06	3,18	2,95	
8	U	0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	
9	S	9	4,633	6,083	264,516	1,10	5,53	5,82	
10	BD	8	4,118	5,407	297,581	1,09	4,96	5,08	
11	U	6	3,089	4,055	396,774	1,07	3,78	3,65	
12	U	10	5,148	6,759	238,065	1,11	6,10	6,57	
13	TL	6	3,089	4,055	396,774	1,07	3,78	3,65	
14	U	8	4,118	5,407	297,581	1,09	4,96	5,08	
15	U	8	4,118	5,407	297,581	1,09	4,96	5,08	
16	T	6	3,089	4,055	396,774	1,07	3,78	3,65	
17	U	9	4,633	6,083	264,516	1,10	5,53	5,82	
18	U	6	3,089	4,055	396,774	1,07	3,78	3,65	
19	S	10	5,148	6,759	238,065	1,11	6,10	6,57	
20	U	6	3,089	4,055	396,774	1,07	3,78	3,65	
21	U	4	2,059	2,703	595,162	1,05	2,57	2,27	
22	S	3	1,544	2,028	793,549	1,04	1,95	1,62	
23	U	5	2,574	3,379	476,129	1,06	3,18	2,95	
24	U	9	4,633	6,083	264,516	1,10	5,53	5,82	
25	U	9	4,633	6,083	264,516	1,10	5,53	5,82	
26	U	10	5,148	6,759	238,065	1,11	6,10	6,57	
27	U	10	5,148	6,759	238,065	1,11	6,10	6,57	
28	U	10	5,148	6,759	238,065	1,11	6,10	6,57	
29	U	9	4,633	6,083	264,516	1,10	5,53	5,82	
30	U	10	5,148	6,759	238,065	1,11	6,10	6,57	
31	U	10	5,148	6,759	238,065	1,11	6,10	6,57	
Minimum =		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Maximum =		10	5,15	6,76	793,55	1,11	6,10	6,57	
Average =		7,45	3,84	5,04	328,94				

## PEMBAHASAN

### Analisa Mawar Angin

Tabel 3.2. Distribusi Arah Angin Signifikan dan Mawar Angin Bulan Januari.

NO.	ARAH	0-4020K7	8-4020K14	16-4020K21	22-4020K30	JUMLAH
1	U	17,4	16,8	1,6	0,3	36,1
2	TL	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3
3	T	1,0	0,1	0,1	0,0	1,6
4	TG	0,3	1,0	0,0	0,0	1,3
5	S	8,1	10,0	1,0	0,0	19,1
6	BD	3,2	3,2	0,0	0,0	6,4
7	B	11,0	8,7	1,1	0,3	21,1
8	BL	3,2	3,3	0,1	0,1	6,4
9	VMS	-	-	-	-	0,0
JUMLAH TOTAL		48,3	47,4	5,2	1,6	102,5

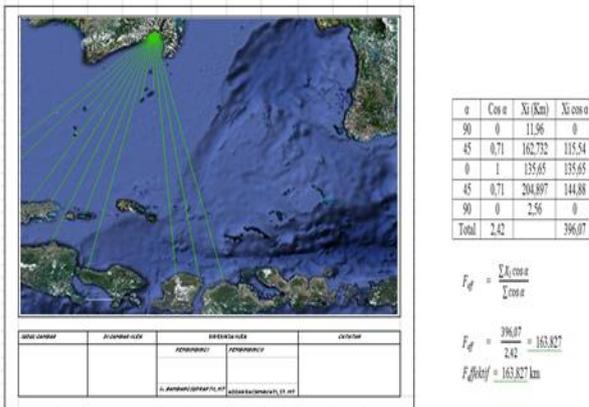


Gambar 3.1. Mawar Angin Bulan Januari

### Mengetahui Fetch Limited (FL) dan Fully Developed Seas (FDS)

Untuk mengetahui Fetch Limited (FL) dan Fully Developed Seas (FDS) yang terjadi.

Dari hasil yang dapat dipakai diatas, ternyata terjadi pada kondisi FDS dari pada dari kondisi Fetch Limited. Hal ini membuktikan bahwa terjadi gelombang yang terbentuk sempurna (Fully Developed Seas) di daerah tersebut.



Gambar 3.13. Analisa fetch efektif

Tabel 3.15. Peramalan Tinggi, Periode, dan durasi gelombang pada bulan Januari

NO	TAHUN	UA (m/dt)	FETCH EFEKTIF (m)	TINGGI GELOMBANG H(m)	PERIODE GELOMBANG T (s)	DURASI t (s)	DURASI t (h)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2002	6.57	163862.76	1.36	6.19	47751.91	13.26
2	2003	8.88	163862.76	1.83	6.83	43265.92	12.02
3	2004	8.86	163862.76	1.83	6.83	43265.92	12.02
4	2005	9.83	163862.76	1.99	7.03	42082.19	11.69
5	2006	7.32	163862.76	1.52	6.42	46067.05	12.80
6	2007	11.20	163862.76	2.32	7.38	40035.59	11.12
7	2008	8.09	163862.76	1.67	6.63	44584.57	12.38
8	2009	9.63	163862.76	1.99	7.03	42082.19	11.69
9	2010	12.00	163862.76	2.48	7.35	39141.58	10.87
10	2011	13.60	163862.76	2.81	7.87	37555.84	10.43

### Penentuan Kala Ulang dan Tinggi Gelombang

Untuk suatu perencanaan berapa besaran dimensi bangunan pengaman pantai pada studi kali ini data tinggi gelombang dengan kala ulang 10 tahun dengan menggunakan metode Fisher-Tippett Type I untuk mendapatkan nilai gelombang signifikan

Tabel 3.27. Rekapitulasi Tinggi Gelombang Maksimum Tahunan

No	Tahun	Bulan	H (m)
1	2002	Maret	2.65
2	2003	Desember	2.65
3	2004	April	2.32
4	2005	Februari	2.81
5	2006	Mei	2.16
6	2007	Januari	2.32
7	2008	November	1.99
8	2009	Desember	2.16
9	2010	Januari	2.48
10	2011	Januari	2.81

Sumber : Hasil perhitungan peramalan gelombang

### Peramalan gelombang

Adapun langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan metode Fisher-Tipper-Tipe I adalah sebagai berikut :

Tabel 3.28. Hitungan Gelombang Periode Ulang

No Urair	Hm	P (Hs < Hm)	ym	Hm . ym	ym <sup>2</sup>	(Hm . ym) / ym <sup>2</sup>	Hm	Hm - Hm
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2.81	0.9	2.87	8.05	8.21	0.14	2.98	-0.17
2	2.81	0.8	1.79	5.02	3.19	0.14	2.75	0.08
3	2.65	0.7	1.25	3.27	1.52	0.05	2.60	0.05
4	2.65	0.6	0.84	2.21	0.70	0.05	2.51	0.14
5	2.48	0.5	0.51	1.27	0.26	0.00	2.45	0.05
6	2.32	0.5	0.25	0.53	0.05	0.01	2.37	-0.05
7	2.32	0.4	-0.04	-0.10	0.00	0.01	2.30	0.02
8	2.16	0.25	-0.32	-0.69	0.10	0.08	2.24	-0.08
9	2.16	0.15	-0.63	-1.35	0.39	0.08	2.17	-0.01
10	1.99	0.06	-1.06	-2.11	1.13	0.20	2.07	-0.08
Jumlah	24.35	5.00	5.41	16.10	15.36	0.75		
Rata-rata	2.44	0.50	0.54	1.61	1.50	0.08		

Sumber : Hasil Perhitungan

## Distribusi Arah Gelombang

Distribusi arah gelombang dilakukan dengan cara meninjau gelombang yang terjadi pada suatu tempat dari berbagai arah. Arah yang ditinjau biasanya hanya beberapa arah saja dengan interval  $45^\circ$ . Arah gelombang disesuaikan dengan urutan arah mata angin.

## Penentuan Elevasi Muka Air Rencana

Elevasi muka air rencana tergantung pada pasang surut, *wave set-up*, *wind set-up*, tsunami, dan pemanasan global. Dalam perencanaan bangunan pelindung pantai di Pantai Pagatan hanya berdasarkan pasang surut dan *wave set-up*.

### 1. Pasang surut

Data pasang surut diperlukan untuk menentukan elevasi muka air rencana dan dimensi bangunan. Pasang surut akan mempengaruhi tinggi gelombang yang terjadi di lokasi bangunan

- Air pasang tertinggi (*HWL*) : 2,531 meter
- Air pasang terendah (*LWL*) : 0,241 meter
- Air pasang rerata (*MWL*) : 1,557 meter

### 2. *Wave set-up*

Untuk menghitung setup gelombang dapat menggunakan persamaan (2.)

$$S_w = 0,19 \left[ 1 - 2,82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}} \right] H_b$$

$$L_0 = 1,56 \times T^2 = 1,56 \times 7,91^2 = 79,606 \text{ m}$$

$$\frac{d}{L_0} = \frac{1}{97,606} = 0,0102$$

Untuk  $\frac{d}{L_0} = 0,0102$  dengan menggunakan tabel L-1, pada lampiran 1 didapat :

$$\frac{H}{H'_0} = 1,435$$

$$H'_0 = \frac{H}{1,435} = \frac{3,2182}{1,435} = 2,243$$

$$H'_0 = 2,243 \text{ m}$$

Untuk mencari nilai tinggi gelombang pecah dapat menggunakan gambar 2.15 didapat:

$$\frac{H'_0}{g \cdot T^2} = \frac{2,243}{9,81 \cdot 7,91^2} = 0,036$$

Untuk kemiringan dasar laut 0,02 m didapat nilai :

$$\frac{H_b}{H'_0} = 1,1 \rightarrow H_b = 1,1$$

$$= 1,1 \times 2,4673 = 2,467 \text{ m}$$

Dengan menggunakan tabel 2.16 untuk mencari nilai kedalaman gelombang pecah :

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{2,467}{9,81 \cdot 7,91^2} = 0,0040 \rightarrow \frac{d_b}{H_b} \rightarrow d_b =$$

$$1,13 \times 2,467 = 2,787 \text{ m}$$

$$S_w = 0,19 \left[ 1 - 2,82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}} \right] H_b$$

$$S_w = 0,19 \left[ -12,82 \sqrt{\frac{2,467}{9,81 \cdot 7,91^2}} \right] 2,467 = 0,385 \text{ m}$$

Jadi *wave set-up* adalah 0,385 m

### 3. Kenaikan muka air akibat pemanasan global

Kenaikan muka air laut yang diakibatkan pemanasan global (*sea level rise, SLR*) diperkirakan dari gambar 2. 1 yang hasilnya 0,2 m

### 4. Penentuan elevasi muka air rencana

#### a. Berdasar *HWL*

$$\begin{aligned} \text{DWL} &= \text{HWL} + S_w + \text{SLR} \\ &= 2,531 + 0,385 + 0,2 \\ &= 3,116 \text{ m} \end{aligned}$$

#### b. Berdasar *DWL*

Kedalaman air pada kondisi ini di dasarkan pada kondisi muka air rencana rendah rerata dan *wave set-up* :

$$\begin{aligned} \text{DWL} &= \text{LWL} + S_w \\ &= 1,577 + 0,358 \\ &= 1,935 \text{ m} \end{aligned}$$

### Perhitungan Parameter Gelombang

Dalam menghitung periode tinggi gelombang signifikan ( $T$ ), diketahui tinggi gelombang signifikan dengan periode 10 tahun ( $H_{ekstrim}$ ) adalah 3,2182 m, maka:

$$H_s = 0,0056 \times (U^2)$$

$$U^2 = \frac{H_s}{0,0056}$$

$$U = \sqrt{\frac{H_s}{0,0056}}$$

$$T = 0,33 \times (U)$$

$$H_{ekstrim} = 0,0056 \times U^2$$

$$U = \sqrt{\frac{H_{ekstrim}}{0,0056}} = \sqrt{\frac{3,2182}{0,0056}} = 23,972 \text{ knot}$$

$$T = 0,33 \times U$$

$$= 0,33 \times 23,972$$

$$= 7,91 \text{ detik}$$

Dimana:

$U$  : Kecepatan angin rata-rata (*knot*)

$T$ : Periode tinggi gelombang signifikan ekstrim (*detik*)

$H_{ekstrim}$  : Tinggi gelombang signifikan dengan periode 10 tahun (*m*)

### Penentuan Gelombang Rencana

Bangunan pengaman pantai harus direncanakan untuk mampu menahan gayagelombang yang bekerja padanya. Hitungan stabilitas bangunan biasanya didasarkan pada kondisi gelombang ekstrim, dimana dengan kondisi tersebut bangunan harus tetap aman.

### Analisa Refraksi

Dari data pasang surut diperoleh:

$$HWL = 2,531 \text{ m}$$

$$LWL = 0,241 \text{ m}$$

$$MWL = 1,557 \text{ m}$$

Kedalaman air di lokasi bangunan berdasarkan HWL dan LWL adalah:

$${}^dHWL = 2,531 - (-1) = 3,531 \text{ m}$$

$${}^dLWL = 0,241 - (-1) = 1,241 \text{ m}$$

$${}^dMWL = 1,557 - (-1) = 2,557 \text{ m}$$

1. Panjang gelombang di laut dalam:  
 $L_o = 1,56 \cdot (T)^2 = 1,56 \cdot (7,91)^2 = 97,606 \text{ m}$
2. Panjang gelombang dielevasi 1 m yaitu:

$$\frac{d}{L_o} = \frac{1}{97,606} = 0,0102$$

Untuk nilai  $\frac{d}{L_o} = 0,0102$  dengan menggunakan tabel L-1 pada lampiran, diperoleh:

$$\frac{d}{L} = 0,04032$$

Sehingga:

$$L = \frac{d}{0,04032} = \frac{1}{0,04032} = 24,802 \text{ m}$$

Dimana:

$d$  : Rata-rata kedalaman air dilokasi bangunan (*m*)

$L$  : Panjang gelombang dikedalaman 1 (*m*)

3. Cepat rambat gelombang di kontur pertama:

$$C_o = \frac{L_o}{T} = \frac{97,606}{7,91} = 12,339 \text{ m/det}$$

4. Cepat rambat gelombang di kontur kedua:

$$C = \frac{L}{T} = \frac{24,802}{7,91} = 3,1355 \text{ m/det}$$

5. Menghitung sudut gelombang datang dikedalaman 1 m:

$$\sin \alpha = \left(\frac{C}{C_o}\right) \sin \alpha_o$$

$$= \left(\frac{3,1355}{12,339}\right) \sin 45$$

$$= 0,413 \cdot 0,707$$

$$\sin \alpha = 0,179$$

$$\alpha = \arcsin 0,179 = 10,311$$

6. Koefisien refraksi gelombang dikedalaman 1 m:

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_o}{\cos \alpha}}$$

$$= \sqrt{\frac{\cos 45^\circ}{\cos 10,311^\circ}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,707}{0,984}} = 0,847$$

Jadi, besar nilai koefisien refleksi adalah 0,847

### Analisa Gelombang Pecah

Tinggi gelombang di laut dalam ekuivalen adalah:

$$H'_0 = K_r \cdot H_{\text{ekstrim}}$$

$$= 0,8471 \cdot 3.2182 = 2,727$$

$$\frac{H'_0}{g(T)^2} = \frac{2,727}{9,81 (7,91)^2} = 0,0044$$

Dimana:

$K_r$ : koefisien refleksi

$H_{\text{ekstrim}}$ : tinggi gelombang dengan periode ulang 10thn

$g$ : percepatan gravitasi (9,81 m/det)

$T$ : periode tinggi gelombang signifikan ekstrim (detik)

$H'_0$  : tinggi gelombang laut dalam ekuivalen (tinggi gelombang di laut dalam yang belum mengalami refleksi).

Dengan kemiringan dasar pantai (m) sebesar 0,020 (1:50), maka diperoleh tinggi gelombang pecah berdasarkan grafik penentuan tinggi gelombang pecah:

$$\frac{H_b}{H'_0} = 1,20$$

$$H_b = 1,20 \cdot H'_0$$

$$= 1,20 \cdot 2,727 = 3,274 \text{ m}$$

Menghitung kedalaman gelombang pecah:

$$\frac{H_b}{g(T)^2} = \frac{3,274}{9,81 (7,91)^2} = 0,0053$$

Dengan menggunakan grafik penentuan tinggi gelombang pecah,

kedalaman gelombang pecah dengan kemiringan dasar pantai 0,020 (1:50), diperoleh:

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

$$d_b = 1,19 \cdot H_b$$

$$= 1,19 \cdot 3,274 = 3,896 \text{ m}$$

Dimana:

$d_b$  : kedalaman gelombang pecah (m)

$H_b$  : tinggi gelombang pecah (m)

Jadi, gelombang pecah akan terjadi pada kedalaman 3,896 m. Berarti gelombang di lokasi bangunan yang direncanakan berada dikedalaman 1 m berkondisi pecah

### Penentuan Tinggi Gelombang Rencana

Contoh di ambil di kedalaman

$$\alpha_0 = 45^\circ$$

$$T = 7,91 \text{ detik}$$

Dimana :

$$A_0 = \text{Sudut gelombang di laut dalam } (^\circ)$$

$$T = \text{Periode gelombang signifikan ekstrim (detik)}$$

1. Panjang gelombang di laut dalam:

$$L_0 = 1,56 \cdot (T)^2 = 1,56 \cdot (7,91)^2 = 97,606 \text{ m}$$

2. Panjang gelombang dikedalaman 1 m yaitu:

$$\frac{d}{L_0} = \frac{1}{97,606} = 0,0102$$

Untuk nilai  $\frac{d}{L_0} = 0,0102$  dengan

menggunakan tabel L-1 pada lampiran, diperoleh:

$$\frac{d}{L} = 0,04032 \text{ dan } K_s = 1,435$$

Sehingga :

$$\frac{d}{L} = 0,04032$$

$$= 0,04032 \rightarrow L = \frac{1}{0,04032} = 24,814 \text{ m}$$

Mencari cepat rambat gelombang di kontur pertama (pers.2-2)

$$C = \frac{L_0}{T} = \frac{97,606}{7,91} = 12,339 \text{ m/dt}$$

3. Mencari cepat rambat gelombang di kontur kedua (kedalaman 1 m)

$$C = \frac{L}{T} = \frac{24,802}{7,91} = 3,137 \text{ m/dt}$$

4. Menghitung sudut gelombang datang di kedalaman 1 m

$$\sin \alpha = \left( \frac{C}{C_0} \right) \sin 45^\circ$$

$$\sin \alpha = \left( \frac{3,137}{12,339} \right) \sin 45^\circ = \left( \frac{3,137}{12,339} \right) 0,0707167812$$

$$= 0,1798$$

$$\sin \alpha = \arcsin 0,1798 = 10,358^\circ$$

5. Menghitung koefesien refraksi gelombang di kedalaman 1 m :

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}} = \sqrt{\frac{\cos 45^\circ}{\cos 10,358^\circ}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,0707167812}{0,9837035}}$$

$$= 0,847$$

6. Menghitung tinggi gelombang pada kedalaman 1 m

$$H_r = K_s \cdot K_r \cdot H$$

Dimana :

$H_r$  : Tinggi kedalaman gelombang rencana di kedalaman 1 m

$K_s$  : Koefesien pendangkalan (*Wave shoaling*)

$K_r$  : Koefesien refraksi

$H$  : Nilai tinggi gelombang di kedalaman tertentu

Sehingga :

$$H_r = K_s \cdot K_r \cdot H$$

$$= 1,435 \cdot 0,854 \cdot 1,499$$

$$= 1,823 \text{ m}$$

Tabel 3. 30. Menghitung Kedalaman Gelombang Rencana

D (m)	d/L <sub>0</sub>	d/L	K <sub>s</sub>	L (m)	C (m/det)	a	K <sub>r</sub>	H <sub>r</sub> (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Laut dalam				97,606	12,340	45,00		3,218
70	0,7172	0,71019	0,999	98,565	12,461	45,565	1,005	3,231
60	0,6147	0,61056	0,997	98,270	12,424	45,391	1,003	3,231
50	0,5123	0,51361	0,992	97,350	12,307	44,850	0,999	3,202
40	0,4098	0,41451	0,978	96,499	12,200	44,354	0,994	3,113
30	0,3074	0,31844	0,951	94,209	11,910	43,037	0,984	2,913
20	0,2049	0,22934	0,919	87,207	11,025	39,180	0,955	2,556
15	0,1537	0,18664	0,913	80,369	10,160	35,605	0,933	2,178
10	0,1025	0,14272	0,931	70,067	8,858	30,503	0,906	1,837
5	0,0512	0,09520	1,019	52,521	6,640	22,364	0,874	1,636
4	0,0410	0,08442	1,059	47,382	5,990	20,074	0,868	1,504
3	0,0307	0,07261	1,118	41,317	5,223	17,414	0,861	1,447
2	0,0205	0,05912	1,213	33,829	4,277	14,187	0,854	1,499
1	0,0102	0,04032	1,435	24,802	3,135	10,358	0,847	1,823

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

1. Kedalaman
2. d/L<sub>0</sub>
3. Tabel Lanjutan-
4. Tabel Lanjutan-
5. Kolom 1/ kolom 3
6. Arc. Sin (sin α<sub>0</sub> ( C/C<sub>0</sub> )
7.  $\sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}}$
8. Kolom 4 x kolom 8 x kolom 9

### Analisa Run-up Gelombang

Contoh perhitungan :

$$L_0 = 97,606 \text{ m}$$

$$H_r = 1,823 \text{ m}$$

Bilangan *Irribaren*

$$I_r = \left( \frac{H_r}{L_0} \right)^{0,5}$$

Dimana :

$I_r$  : Bilangan *Irribaren*

$\theta$  : Sudut kemiringan sisi bangunan ( $^\circ$ )

$H$  : Tinggi Gelombang di lokasi bangunan (m)

$L_0$  : Panjang gelombang di laut dalam (m)

Sehingga :

$$I_r = \left( \frac{H_r}{L_0} \right)^{0,5} = \left( \frac{1,823}{97,606} \right)^{0,5} = 3,658$$

Dengan menggunakan grafik pada gambar 2.22 dihitung nilai *Run-up*. Untuk nilai batu pecah diambil. Sehingga :

$$\frac{R_u}{H_r} = 1,125 \times 1,823 = 2,051 \text{ m}$$

Dimana :

$R_u$  = Naiknya permukaan air karena gelombang pada sisi pemecah gelombang (m)

$H_r$  = Tinggi gelombang di lokasi bangunan (m).

### Perencanaan Dimensi Bangunan Pelindung Pantai

Elevasi puncak bangunan Revetment ditentukan berdasarkan tinggi Run-up, kemiringan sisi dinding pantai. Elevasi muka air rencana dan tinggi jagaan adapun hitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Elv}_{\text{Meru}} &= \text{DWL} + R_u + \text{Tinggi jagaan} \\ &= 1,935 + 2,051 + 0,5 \\ &= 4,486 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana :

DWL = Elevasi Muka Air Rencana

$R_u$  = Run up yang merupakan fungsi dari bilangan irrebaren

F = Tinggi jagaan, direncanakan (0,5 m – 1,5 m)

### Perhitungan Lebar Puncak Pelindung

$$\begin{aligned} B &= n \cdot k_{\Delta} \left[ \frac{W}{\gamma_r} \right]^{\frac{1}{3}} \\ &= 3 \cdot 1,15 \left[ \frac{0,309}{2,4} \right]^{\frac{1}{3}} \\ &= 1,743 \text{ m} \end{aligned}$$

### Stabilitas Bangunan

a. Perhitungan gaya dinamis

$$H_c = 0,78 \times H_r = 0,78 \times 1,823 = 1,423 \text{ m}$$

$$D_s = 1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} R_m &= 0,5 \times \gamma_a \times d_s \times H_c \\ &= 0,5 \times 1,03 \times 1 \times 1,423 \\ &= 0,733 \text{ ton} \end{aligned}$$

### Momen gaya gelombang dinamis:

$$\begin{aligned} M_m &= R_m \times \left( d_s + \frac{H_c}{2} \right) \\ &= 0,733 \times \left( 1 + \frac{1,423}{2} \right) \\ &= 1,255 \text{ ton} \end{aligned}$$

### Perhitungan gaya hidrostatis

$$\begin{aligned} R_s &= 0,5 \times \gamma_a \times (d_s + H_c)^2 \\ &= 0,5 \times 1,03 \times (1 + 1,423)^2 = 3,024 \text{ ton} \end{aligned}$$

Momen gaya hidrostatis:

$$\begin{aligned} M_s &= \frac{1}{6} \times \gamma_a \times (d_s + H_c)^3 \\ &= \frac{1}{6} \times 1,03 \times (1 + 1,423)^3 = 9,758 \text{ tm} \end{aligned}$$

b. Gaya angkat

$$P = \gamma_a \times d_s$$

$$P = 1,03 \times 1,823 = 1,878 \text{ t/m}^2$$

Perhitungan gaya angkat:

$$R_u = \frac{1}{2} \times P \times B$$

$$R_u = \frac{1}{2} \times 1,49 \times 15,130 = 11,272 \text{ ton}$$

Perhitungan momen angkat:

$$M_u = \frac{2}{3} \times R_u \times B$$

$$M_u = \frac{2}{3} \times 11,272 \times 15,130 = 113,583 \text{ tm}$$

Dimana:

$d_s$  : kedalaman air pada bangunan (m)

$\gamma_a$  : Berat jenis air laut ( $\text{t/m}^3$ )

$R_u$  : Gaya angkat pada bangunan (ton)

$M_u$  : Momen angkat pada bangunan (tm)

B : Lebar bangunan (m)

P : Tekanan pada bangunan ( $\text{t/m}^2$ )

c. Gaya dan momen total yang ditimbulkan oleh gaya hidrostatis dan dinamis adalah:

$$\begin{aligned} R_t &= R_m + R_s \\ &= 0,664 + 2,701 = 1,793 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_t &= M_m + M_s \\ &= 1,098 + 8,238 = 9,336 \text{ tm} \end{aligned}$$

### KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan perhitungan tugas akhir ini, dapat kami simpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengolahan data angin didapat nilai tinggi gelombang ekstrim dengan kala ulang 10 tahun yang terjadi pada pantai pagatan ialah setinggi 3,2128 m dan arah datang hembusan angin dominan dari arah selatan. Sedangkan gelombang pecah terjadi pada kedalaman 3,896 m dengan tinggi gelombang pecah 3,274 m.
2. Dari hasil perencanaan bangunan pelindung pantai, tipe bangunan

*revetment* cocok dengan pantai pagatan karena berdekatan dengan jalan raya.

3. Bangunan pelindung *revetment* berbentuk trapesium dan mempunyai sisi kasar dengan kemiringan sisi 1 : 1,5. Bangunan tersebut dibuat dari tumpukan batu pecah dengan tinggi bangunan 4,486 m dan lebar puncak 1,667 m.

#### **Saran**

1. Bangunan pelindung pantai sangat penting disekitar melindungi fasilitas-fasilitas umum seperti insfratruktur jalan dari serangan hempasan gelombang. Diperlukan data-data yang akurat dan dipercaya.
2. Untuk pemilihan tipe dan bentuk bangunan pelindung pantai harus didasarkan pada kondisi lokasi studi.
3. Selain dengan adanya bangunan pelindung pantai buatan, sebaiknya diupayakan lah membangun pelidung pantai alami. Selain mempunyai peranan yang sama pelindung pantai alami biayanya lebih murah ketimbang pelindung pantai buatan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Bambang Triatmodjo., 2012. ***Perencanaan Bangunan Pantai***. Edisi 1. Penerbit Beta offset

Bambang Triatmodjo., 1999. ***Teknik Pantai***. Edisi 1. Penerbit Beta offset

Nur yuwono., 1982. ***Teknik Pantai***.Edisi 1. Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.

Ir Sunggono,. Kh. ***Mekanika Tanah***. Penerbit NOVA

H.R. Mulyanto,. 2010. ***Prinsip Rekayasa Pengendalian Muara dan Pantai***. Penerbit Graha Ilmu.

Anonim.2010. ***Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas***

***Penanganannya***. Penerbit Kementrian Pekerjaan Umum.

Anonim.2010. ***Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Pengaman Pantai***. Penerbit Kementrian Pekerjaan Umum.

Anomin., 2007. ***Perencanaan Pemecah Gelombang Lepas Pantai dan Bangunan Dinding Pelindung Pantai sebagai Alternatif Penanggulangan Abrasi di Pantai Kalibuntu Kab. Probolinggo***.

Anomin., 2007. ***Studi Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Untuk Menanggulangi Pengikisan Pantai di Apenan kota Mataram Nusa Tenggara Barat***.