

**Studi Perencanaan Konstruksi Pelindung Pantai Pada Wilayah Industri di Pesisir
Pantai Blekok Situbondo**
Study Of Coastal protection contruction plan on industrial area in Blekok Coastal Situbondo

Linda Erwiyana¹, Noor Salim^{2*}, Arief Aliehudin³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : linda.erwiyana123@gmail.com

²Dosen, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember* Koresponden Author
Email : salimkzt@gmail.com

³Dosen, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : ariefalihudien@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Pantai Blekok Situbondo merupakan wilayah yang sangat kompleks sebagai hasil dari interaksi antara faktor fisik, kimiawi dan biologis. Daerah pantai merupakan wilayah pertemuan antara ekosistem daratan dan lautan sehingga memiliki karakteristik yang spesifik. Untuk menangani hal tersebut perlu adanya perencanaan bangunan pelindung pantai agar daerah wisata Pantai Blekok tetap terjaga keindahannya. Data yang digunakan berupa data sekunder dan data primer yang didapatkan dari instansi terkait, jurnal penelitian di Pantai Blekok maupun survey secara langsung. Data sekunder berupa data analisa bathimetri, analisa pasang surut, analisa gelombang, analisa angin, data karakteristik tanah dan daya dukung tanah sedangkan data primer berupa luas perencanaan bangunan revetment. Setelah menganalisis semua data, didapatkan dimensi dan desain bangunannya. Hasil penelitian mendapatkan dimensi revetment dengan tinggi bangunan 7,32 m, lebar revetment 3 m, elevasi mercu 7,63 meter, lebar puncak 1,9 meter, kemiringan 1 : 5, dengan panjang rencana bangunan 795 m, keruntuhan terjadi pada ujung toe protection dan nilai safety factor dari stabilitas tanah 3,7.

Keywords: pantai, bangunan pelindung pantai, daerah wisata pantai blekok

Abstract

Blekok Situbondo Beach is a very complex area as a result of the interaction between physical, chemical and biological factors. The coastal area is a meeting area between land and ocean ecosystems so that it has specific characteristics. To deal with this, it is necessary to plan a coastal protective building so that the Blekok Beach tourist area is maintained its beauty. The data used in the form of secondary data and primary data obtained from related institutions, research journals in Blekok Beach and surveys directly. Secondary data in the form of bathimetric analysis data, tidal analysis, wave analysis, wind analysis, soil characteristics data and soil carrying capacity while primary data in the form of revetment building planning area. After analyzing all the data, the dimensions and design of the building are obtained. The results of the study obtained the dimensions of the revetment with a building height of 7.32 m, a revetment width of 3 m, a crest elevation of 7.63 meters, a peak width of 1.9 meters, a slope of 1: 5, with a design length of 795 m, the collapse occurred at the end of the toe protection. and the safety factor value of soil stability is 3.7.

Keywords: beach, coastal protection building, blekok beach tourism area

1. PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Pantai Blekok Indonesia memiliki potensi wilayah pantai yang sangat besar. Bagi masyarakat Indonesia pantai sudah tidak asing karena sebagian besar penduduk bermukim di daerah pesisir. Adanya karakter pantai Blekok yang khas seperti semilir angin yang bertiup, deburan ombak, pemandangan matahari terbenam (sunset), pasang surut dan berbagai organisme seperti cangkang kerang-kerangan yang terdampar serta tepian pantai yang berpasir putih menjadi daya tarik pantai.

Pantai Blekok Situbondo merupakan wilayah yang sangat kompleks sebagai hasil dari interaksi antara faktor fisik, kimiawi dan biologis. Daerah pantai merupakan wilayah pertemuan antara ekosistem daratan dan lautan sehingga memiliki karakteristik yang spesifik. Konsep keterpaduan dalam pengelolaan kawasan pesisir sangat diperlukan agar kondisi lingkungan di daerah tersebut dapat terjaga sepanjang masa. Salah satu konsep penting yang perlu diperhatikan adalah mengelola alam sesuai dengan kemampuan alam melakukan perbaikan dirinya sendiri. Di Indonesia sendiri 60% penduduknya hidup di wilayah pesisir, peningkatan jumlah penduduk yang hidup di wilayah pesisir memberikan dampak tekanan terhadap sumber daya alam pesisir seperti degradasi pesisir, pembuangan limbah ke laut, erosi pantai (abrasi), akresi pantai (penambahan pantai) dan sebagainya..

b. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara perencanaan bangunan pelindung pantai (*revetment*) yang aman ?
2. Bagaimana cara menganalisis luas tanah urug yang dibutuhkan untuk membangun sebuah revertment?
3. Bagaimana mengetahui stabilitas tanah untuk penurunan tanah (*settlement*) ketika akan dibangun sebuah *revetment* di Pantai Blekok Situbondo?

c. Tujuan

1. Merencanakan bangunan pelindung pantai yang aman .
2. Mengetahui dan menganalisis luas tanah urug yang dibutuhkan.
3. Mengetahui stabilitas tanah untuk penurunan tanah ketika akan dibangun sebuah *revetment* di daerah wisata Pantai Blekok situbondo

d. Batasan Masalah

1. Tidak melaksanakan metode pelaksanaan pekerjaan.
2. Tidak memperhitungkan biaya konstruksi.
3. Data yang digunakan menggunakan data sekunder yang dibutuhkan dari instansi terkait dan data primer untuk survey lapangan yang diperlukan.

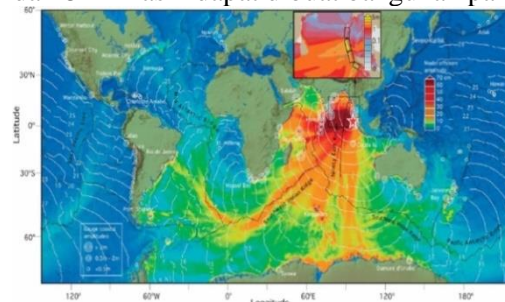
2. TINJAUAN PUSTAKA

a) Teknik Pantai

Teknik pantai (*Coastal Engineering*) merupakan ilmu rekayasa beserta penerapannya pada suatu gagasan, perencanaan dan pembangunan yang bermaksud mengubah ataupun mengendalikan interaksi antara udara, air dan daratan di daerah pantai untuk suatu kepentingan manusia dan untuk mengembangkan sumber daya alam yang ada di daerah tersebut (Nur Yuwono, 1986).

b) Bathimetri

Kondisi bathimetri juga perlu diteliti mengenai kedalaman laut. Hal ini sangat berpengaruh pada perencanaan bangunan pelindung pantai. Di laut yang mengalami pasang surut variasi muka air kadang-kadang cukup besar. Tinggi pasang surut yang kurang dari 5 m masih dapat dibuat bangunan pantai.



Gambar 1. Peta Bathimetri Dunia

Sumber : google peta bathimetri

c) Pasang Surut

Pasang surut merupakan salah satu gejala alam yang tampak di laut, yakni suatu gerakan vertikal partikel massa air laut dari permukaan sampai bagian terdalam dari dasar laut. Gerakan tersebut dipengaruhi gravitasi bumi dan bulan, bumi dan matahari, atau bumi dengan bulan dan matahari. Pasang surut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal, yakni dorongan ke arah luar pusat rotasi. Hukum gravitasi Newton menyatakan, semua massa benda tarik menarik satu sama lain dan gaya ini tergantung pada besar massanya, serta jarak di antara massa tersebut. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa, tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meski massa bulan lebih kecil dari massa matahari tetapi jarak bulan ke bumi jauh lebih kecil, sehingga gaya tarik bulan terhadap bumi pengaruhnya lebih besar dibanding matahari terhadap bumi.

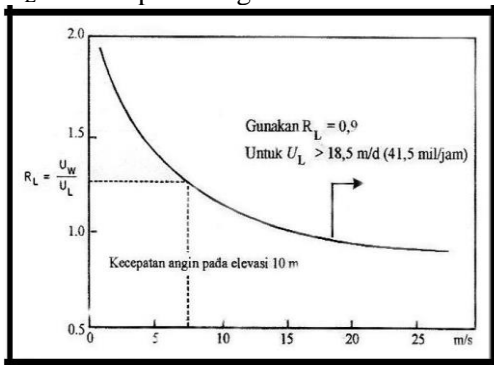
d) Konversi Kecepatan & Tegangan Angin

$$R_L = \frac{U_w}{U_L} \quad (1)$$

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \quad (2)$$

dimana :

- R = faktor korelasi
- U_w = kecepatan di atas permukaan laut
- U_L = kecepatan angin di atas daratan



Gambar 2. Grafik Korelasi akibat Peredaan Ketinggian, R_L
 Sumber: Bambang Triatmodjo, 1999

e) Fetch

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos a}{\sum \cos a} \quad (3)$$

dimana :

- F_{eff} : fetch rerata efektif
- X_i : panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch
- a : deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua arah sisi angin.

f) Refraksi Gelombang

$$L_o = 1,56 \times T^2 \quad (4)$$

$$C_o = L_o / T \quad (5)$$

$$C = L / T \quad (6)$$

$$\sin a = \left(\frac{C}{C_o} \right) \sin a_o \quad (7)$$

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos a_o}{\cos a}} \quad (8)$$

$$K_s = \sqrt{\frac{n_o L_o}{n L}} \quad (9)$$

$$H = H_{s_o} \times K_r \times K_s \quad (10)$$

g) Gelombang Pecah

$$\left(\frac{H_b}{H'_o} \right) = \left(\frac{1}{3,3 \left(\frac{H'_o}{L_o} \right)^{1/3}} \right) \quad (11)$$

$$\left(\frac{d_b}{H_b} \right) = \left(\frac{1}{b - \left(\frac{a H_b}{g T^2} \right)} \right) \quad (12)$$

dimana :

- H_b : tinggi gelombang pecah
- H'_o : tinggi gelombang laut dalam ekuivalen
- L_o : panjang gelombang di laut dalam
- d_b : kedalaman air pada saat gelombang pecah
- m : kemiringan dasar laut
- g : percepatan gravitasi
- T : periode gelombang

• **Wave set up**

$$S_w = 0,19 (1 - 2,82 \sqrt{\frac{H_b}{g T^2}} H_b) \quad (13)$$

A. Bangunan Pelindung Pantai

Bangunan pantai digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. *Revetment* adalah bangunan yang dibangun pada garis pantai dan digunakan untuk melindungi pantai dari serangan gelombang dan limpasan gelombang (*overtopping*) ke darat. Bangunan tipe ini banyak digunakan di Indonesia,

mengingat dasar laut di pantai perairan Indonesia kebanyakan dari tanah lunak. Selain itu bangunan tipe ini mempunyai sifat fleksibel.

• **Stabilitas Batu Lapis Pelindung**

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D(S_r-1)^3 \cot \theta} \quad (14)$$

$$S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_a} \quad (15)$$

dimana :

- W : berat butir batu pelindung
- γ_r : berat jenis batu
- γ_a : berat jenis air laut
- H : tinggi gelombang rencana
- θ : sudut kemiringan sisi bangunan pantai
- K_D : koefisien stabilitas yang tergantung pada bentuk batu pelindung (batu alam atau buatan), kekasaran permukaan batu, ketajaman sisi-sisinya, ikatan antara butir, keadaan pecahnya gelombang.

• **Dimensi Revetment**

$$B = nk_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (16)$$

dimana :

- B : lebar puncak
- n : jumlah butir batu ($n_{\text{minimum}} = 3$)
- k_{Δ} : koefisien lapis (tabel 5.3)
- W : berat batu pelindung
- γ_r : berat jenis batu pelindung

$$t = nk_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (17)$$

$$N = Ank_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (18)$$

dimana :

- t : tebal lapis pelindung
- n : jumlah lapis batu dalam lapis pelindung
- k_{Δ} : koefisien yang diberikan dalam tabel 5.2
- A : luas permukaan
- P : porositas rerata dari lapis pelindung (%) yang diberikan tabel 5.3
- N : jumlah butir batu untuk satuan luas permukaan A
- γ_r : berat jenis batu

• **Run Up**

$$I_r = \frac{t g \theta}{\left(\frac{H}{L_0} \right)^{0.5}} \quad (19)$$

dimana :

- I_r = bilangan Irrabaren
- θ = sudut kemiringan sisi bangunan

- H = tinggi gelombang dilokasi bangunan
- L_0 = panjang gelombang di laut dalam

• **Elevasi Puncak Revetment**

$$El = HWL + R_u + \text{tinggi kebebasan} \quad (20)$$

• **Tinggi Revetment**

$$H_{\text{revetment}} = El_{\text{revetment}} - El_{\text{Dsr.Lau}} \quad (21)$$

B. Tanah

• **Kestabilan Lereng**

Tujuan dari analisis stabilitas lereng, yaitu:

- Untuk dapat mengerti dan mengembangkan bagaimana karakteristik alami dari lereng.
- Untuk dapat menghitung kestabilan suatu lereng dalam jangka waktu yang pendek (pada saat konstruksi yang dilaksanakan) ataupun dalam jangka waktu yang panjang.
- Untuk menganalisis bagaimana terjadinya mekanisme keruntuhan pada lereng, serta mendapatkan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya keruntuhan tersebut.
- Untuk dapat memperbaiki serta mendesain ulang atas keruntuhan lereng yang terjadi dan merencanakan desain yang baru dengan stabilitas yang lebih akurat dan aman untuk dikerjakan.

• **Stabilitas Daya Dukung Tanah & Safety Factor**

$$q_1 = \left(1 - 0,2 \times \frac{B}{L} \right) \gamma_s \cdot \frac{B}{L} \cdot N\gamma + \left(1 + 0,2 \times \frac{B}{L} \right) \cdot C \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q \quad (22)$$

$$Q_{ult} = q_1 \times B \quad (23)$$

$$W = A \times \gamma_{\text{armour}} \quad (24)$$

Syarat kestabilan daya dukung tanah adalah sebagai berikut :

$$SF = \frac{Q_{ult}}{W} > 2 \quad (25)$$

dimana :

- γ_{tanah} = berat jenis tanah (t/m^3)
- γ_w = berat jenis air laut (t/m^3)
- γ_{arm} = berat jenis batu lindung
- θ = sudut geser dalam tanah ($^{\circ}$)
- D = kedalaman konstruksi (m)
- B = lebar *revetment* (m)
- L = panjang *revetment* (m)
- W = berat sendiri konstruksi (t/m)
- A = luas penampang struktur

• **Plaxis**

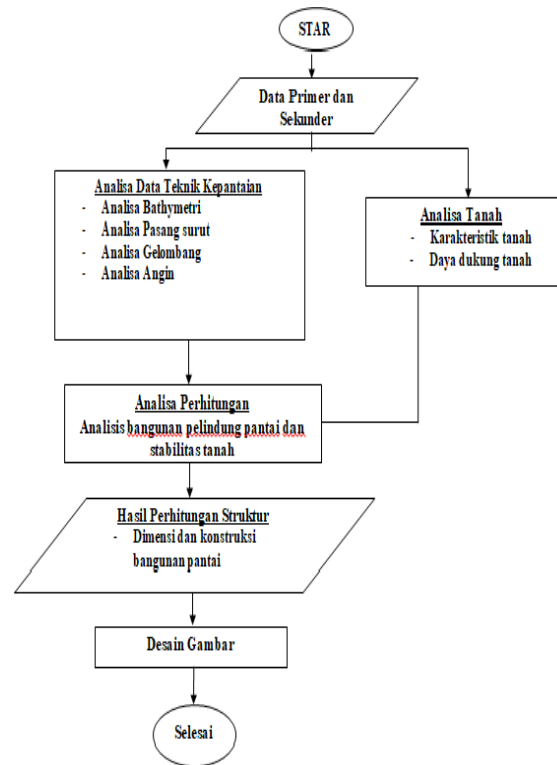
Plaxis V.8.2 adalah program analisa geoteknik, terutama untuk analisa stabilitas tanah dengan menggunakan metode elemen hingga yang mampu melakukan analisa yang dapat mendekati perilaku sebenarnya. Pada pemodelan ini menggunakan model *Mohr-Coulomb* yang memerlukan 5 buah parameter diantaranya, kohesi (c), sudut geser dalam (ϕ), *modulus young* (E_{ref}), *poisson's ratio* (ν), *dilatancy angle* (ψ). Berikut beberapa tahap untuk melakukan perhitungan di Plaxis 8.2.

3. METODOLOGI



Gambar 3. Lokasi Perencanaan *revetment*
 Sumber: *google earth*

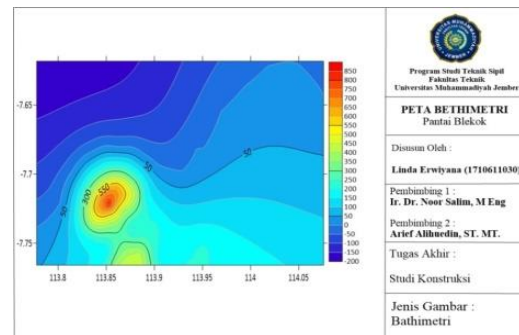
Data yang banyak diperlukan yaitu data sekunder data tersebut lalu diolah untuk mendapatkan dimensi bangunan pelindung pantainya.



Gambar 4. Diagram Alur
 Sumber: Hasil Perhitungan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bathimetri



Gambar 4. Peta Bathimetri Pantai Bangsring
 Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan profil kedalaman pada cross section tegak lurus terhadap garis pantai dapat dilihat bahwa profil perariran 0-60 dibawah permukaan laut dan terdapat cekungan dengan kedalaman 20 meter dibawah permukaan laut dan kemiringan sebesar 12 derajat

B. Pasang Surut


Tabel 1. Data hasil pasang surut dalam 5 tahun

Tanggal	Waktu	Elevasi	MSL	Pasut (m)	Pasut (cm)	Julian Day	MAX	MIN
20/06/2020	10:00:00	-1,98	3,29	1,31	131,00	44002		-1,98
20/06/2020	11:00:00	-0,97	3,29	2,32	231,70	44002		
20/06/2020	12:00:00	-0,81	3,29	2,48	247,90	44002		
20/06/2020	13:00:00	-0,55	3,29	2,74	273,70	44002		
20/06/2020	14:00:00	-0,26	3,29	3,04	303,50	44003		
20/06/2020	15:00:00	0,03	3,29	3,32	331,50	44003		
20/06/2020	16:00:00	0,24	3,29	3,53	352,70	44003		
20/06/2020	17:00:00	0,35	3,29	3,64	364,40	44003		
20/06/2020	18:00:00	0,38	3,29	3,67	366,60	44003		
20/06/2020	19:00:00	0,33	3,29	3,62	361,60	44003		
20/06/2020	20:00:00	0,25	3,29	3,54	353,60	44003		
20/06/2020	21:00:00	0,18	3,29	3,47	347,30	44003		
20/06/2020	22:00:00	0,17	3,29	3,46	346,30	44003		
20/06/2020	23:00:00	0,23	3,29	3,52	352,20	44003		
21/06/2020	0:00:00	0,35	3,29	3,64	364,30	44003		
21/06/2020	1:00:00	0,50	3,29	3,79	379,40	44003		
21/06/2020	2:00:00	0,64	3,29	3,93	392,70	44003		
21/06/2020	3:00:00	0,70	3,29	3,99	399,20	44003		
21/06/2020	4:00:00	0,66	3,29	3,95	395,00	44003		
21/06/2020	5:00:00	1,78	3,29	5,07	507,00	44003	1,78	
21/06/2020	6:00:00	0,21	3,29	3,50	350,40	44003		

Sumber: Badan Informasi Geospasial

C. Angin

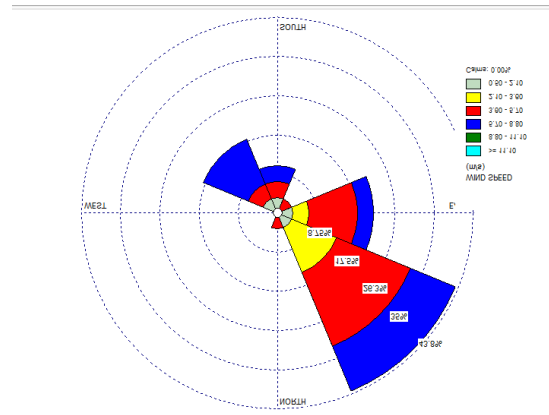
Tabel 2. Data Angin Bulan Februari 2021



ID WMO : 96987
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Banyuwangi
 Lintang : -8.21500
 Bujur : 114.35530
 Elevasi : 52

Tahun	Bulan	Tanggal	Jam	Arah	Kecepatan	Curah Hujan
2021	2	1	1	30	6	0
2021	2	2	2	30	4	5,5
2021	2	3	3	60	3	18,5
2021	2	4	4	20	4	49,5
2021	2	5	5	170	2	3
2021	2	6	6	100	2	22
2021	2	7	7	40	4	8,3
2021	2	8	8	40	4	25,5
2021	2	9	9	230	2	38,5
2021	2	10	10	230	7	5
2021	2	11	11	60	4	0,3
2021	2	12	12	90	4	6
2021	2	13	13	90	3	67,8
2021	2	14	14	40	3	6,1
2021	2	15	15	50	4	22
2021	2	16	16	30	2	0,5
2021	2	17	17	190	5	3,4
2021	2	18	18	40	8	3,1
2021	2	19	19	70	6	0
2021	2	20	20	70	4	2,6
2021	2	21	21	100	5	26,3
2021	2	22	22	220	6	31,5
2021	2	23	23	210	4	4,4
2021	2	24	24	30	6	30,7
2021	2	25	1	220	6	1,6
2021	2	26	2	60	3	2,9
2021	2	27	3	120	5	2,1
2021	2	28	4	200	7	19,2

Sumber: BMKG

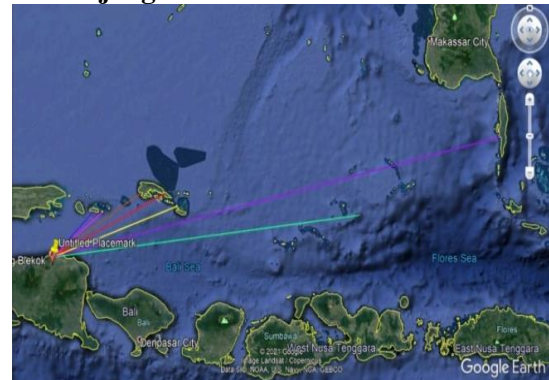


Gambar 6. Windrose

Sumber: WR Plot

D. Gelombang

• Panjang Fetch



Gambar 7. Fetch Arah Timur

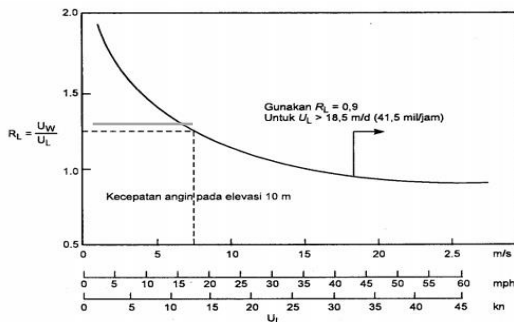
Sumber: Google Earth

Tabel 3 Perhitungan Fetch Efektif

arah	a	cos a	Xi (KM)	Xi*Cos a	Feef (KM)
	42	0,743	90,2	67,0186	
	36	0,809	99,8	80,7382	
	30	0,866	168	145,488	
	24	0,914	200	182,8	
	18	0,951	212	201,612	
	12	0,978	738	721,764	
	6	0,995	494	491,53	
SE	0	1	0	0	139,946
	6	0,995	0	0	
	12	0,978	0	0	
	18	0,951	0	0	
	24	0,914	0	0	
	30	0,866	0	0	
	36	0,809	0	0	
	42	0,743	0	0	
Σ	336	13,512	2002	1890,951	

Sumber: Bambang Triatmodjo

• **Tinggi dan Periode Gelombang Pada Laut Dalam**



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin di Laut dan Darat
 Sumber: Bambang Triatmodjo, (1999)

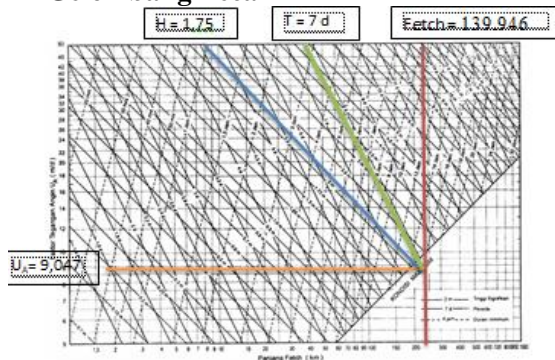
Menghitung kecepatan angin di atas permukaan laut

$$U_w = U_L \times R_L = 5,654 \times 1,4 = 7,917 \text{ m/dt}$$

Menghitung nilai faktor tegangan angin dalam m/dt

$$U_A = 0,71 \times U_w^{1,23} = 0,71 \times 7,917^{1,23} = 9,047 \text{ m/dt}$$

• **Gelombang Pecah**



Gambar 9. Grafik Peramalan Gelombang
 Sumber: Bambang Triatmodjo, (1999)

- Tinggi gelombang signifikan (H_o) = 0,3 meter (diperoleh dari rata-rata 30% gelombang (H))
- $L_o = 1,56 \times T^2 = 1,56 \times 4,5^2 = 76,44 \text{ m}$

• **Perhitungan Koefisien Refraksi**

$$L_o = 76,44 \text{ m}$$

$$C_o = \frac{L_o}{T} = \frac{76,44}{7} = 10,92 \text{ m/dt}$$

$$\frac{d}{L_o} = \frac{50}{76,44} = 0,657$$

$$\frac{d}{L} = 0,657$$

$$L_1 = \frac{d}{\frac{d}{L}} = \frac{30}{0,94001} = 76,88 \text{ m}$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{31,915}{4,5} = 10,98 \text{ m/dt}$$

$$\text{Sina}_1 = \frac{C}{C_o} \text{ sina}_o = \frac{2,84}{2,81} \sin 180^\circ = 0 \approx a_1 = 0^\circ$$

$$= \sqrt{\frac{\cos a_o}{\cos a_1}} = \sqrt{\frac{\cos 0}{\cos 0}} = 1$$

• **Perhitungan Koefisien Shoaling (K_s)**

$$K_s = \sqrt{\frac{n_o L_o}{n_1 L_1}}$$

$$K_s = \sqrt{\frac{0,1 \times 31,59}{0,5001 \times 31,915}} = 0,444$$

$$H_1 = K_s \cdot K_r \cdot H_o = 0,444 \times 1 \times 2,1 = 0,932 \text{ m}$$

$$H'_o = K_r \cdot H = 1 \times 1,75 = 1,75 \text{ meter}$$

Penentuan tinggi gelombang pecah.

$$\frac{H_b}{H_o} = \frac{1}{3,07 \left(\frac{H_o}{L_o}\right)^{1/3}} = \frac{1}{3,07 \left(\frac{2,1}{76,44}\right)^{1/3}} = 2,1 \text{ m}$$

Menghitung kedalaman gelombang pecah.

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{3,7}{9,81 \times 1,6^2} = 0,15$$

$$a = 43,75(1 - e^{-19m}) = 43,75(1 - e^{-19 \cdot 0,1}) = 37,2063$$

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5m})} = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5 \times 0,1})} = 37,2063$$

$$d_b = 1,23 \times H_b = 1,23 \times 3,7 = 4,5 \text{ m}$$

• **Elevasi Muka Air Rencana**

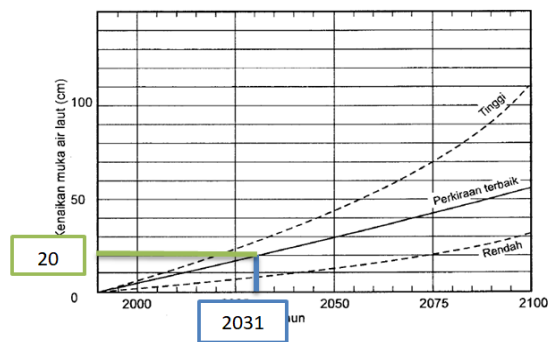
$$DWL = MHWL + S_w + SLR$$

$$H_b = 3,7 \text{ m}$$

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

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

$$S_w = 0,19 \left(1 - 2,82 \sqrt{\frac{3,7}{9,81 \times 7^2}}\right) \times 3,7 = 0,530 \text{ m}$$



Gambar 11. Grafik Perkiraan Besarnya Kenaikan Muka Air Laut (sea level rise) dari

tahun 1990 – 2100

Sumber: Bambang Triatmodjo, (1999)

$$= 2 \times 1,10 \times \left(\frac{0,49}{2,3}\right)^{\frac{1}{3}} = 1,32 \text{ m}$$

Sehingga didapatkan elevasi muka air rencana sebagai berikut :

$$DWL = MHWL + S_w + SLR$$

$$DWL = 4,18 + 0,530 + 0,2 = + 5,8 \text{ meter}$$

E. Perhitungan Dimensi *Revetment*

• *Run-up Gelombang dan Tinggi Revetment*

Direncanakan :

Jenis bangunan = *revetment*

Lapis pelindung = *Block* beton

Tinggi gelombang (H) = 1 meter

$$L_o = 1,56 \times T^2 = 1,56 \times 7^2 = 76,44 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{\text{tg } \theta}{\left(\frac{T}{L_o}\right)^{0,5}} = \frac{1/2}{\left(\frac{7}{76,44}\right)^{0,5}} = 1,25$$

$$\frac{R_u}{H} = 0,75$$

$$R_u = 0,75 \times 1 = 1,3125 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi mercu} &= DWL + R_u + F_b \\ &= 5,8 + 1,31 + 0,52 \\ &= + 7,63 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{E. } Revetment &= HWL + R_u + t. \text{ kebebasan} \\ &= 5,07 + 0,6 + 0,50 \\ &= 6,32 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{T. } Revetment &= \text{E. } Revetment + \text{El. Dasar} \\ &= 6,32 + 1 \\ &= 7,32 \text{ m} \end{aligned}$$

• Perhitungan Lapis Lindung

- Lapis Lindung Luar (*armour stone*)

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} \text{ untuk } S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_\alpha}$$

dimana :

γ_r = berat jenis beton (2,3 t/m²)

γ_α = berat jenis air laut (1,03 t/m²)

K_D = 6,5 m

N = 2

$$\begin{aligned} W_1 &= \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} = \frac{2,3 \times 1,75^3}{6,5 \times \left(\frac{2,3}{1,03} - 1\right)^3 \times 2} \\ &= 0,49 \text{ ton} = 490 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Tebal Lapis Lindung (t_1)

Untuk nilai dari koefisien lapis

$$(K\Delta) = 1,10$$

$$T_1 = n K\Delta \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{\frac{1}{3}}$$

- Lapis Pelindung Kedua (*second stone*)

$$\frac{W}{10} = \frac{0,49}{10} = 0,049 \text{ ton}$$

- Tebal Lapis Pelindung (t_2)

$$\begin{aligned} t_2 &= n K\Delta \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{\frac{1}{3}} = 2 \times 1,10 \times \left(\frac{0,49}{2,3}\right)^{\frac{1}{3}} \\ &= 1,38 \text{ m} \end{aligned}$$

• Lebar Puncak *Revetment* (t_2)

n = 3 (minimum)

$K\Delta$ = 1,10

$$\begin{aligned} B &= n K\Delta \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{\frac{1}{3}} = 3 \times 1,10 \times \left(\frac{0,49}{2,3}\right)^{\frac{1}{3}} \\ &= 1,98 \text{ m} = 2 \text{ m} \end{aligned}$$

• Jumlah Batu Pelindung

$$\begin{aligned} N &= A \times n \times K\Delta \cdot \left(1 - \frac{P}{100}\right) \times \left(\frac{\gamma_r}{W}\right)^{\frac{2}{3}} \\ &= 10 \times 2 \times 1,10 \cdot \left(1 - \frac{47}{100}\right) \times \left(\frac{2,3}{0,49}\right)^{\frac{2}{3}} \\ &= 29,23 \text{ buah} = 29 \text{ buah} \end{aligned}$$

• *Toe Protection*

- Tinggi *Toe Protection* (t)

$$t_{toe} = r = 1,4 \text{ m}$$

- Lebar *Toe Protection*

$$B = 2H = 2 \times 1,75 = 3,5 \text{ m}$$

- Berat butir *Toe Protection*

$$D_s = 1,3$$

$$d_1 = d_s - t_{toe} = 1,3 - 1,2 = 0,1$$

$$\frac{d_1}{d_s} = \frac{0,1}{1,3} = 0,1$$

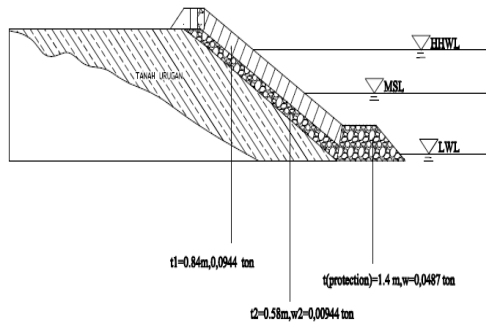
$$\begin{aligned} W &= \frac{\gamma_r H^3}{N s^3 (S_r - 1)^3} \\ &= \frac{2,65 \times 1,75^3}{14 \times \left(\frac{2,65}{1,03} - 1\right)^3} = 0,26 \text{ ton} = 260 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Berat batu lapis pelindung *Toe*

$$W = 0,5 \times 0,005096$$

$$= 0,002548 \text{ ton}$$

$$= 2,55 \text{ kg}$$

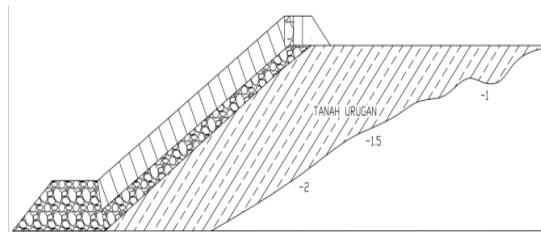


Gambar 12. Potongan A-A Perencanaan Bangunan *Revetment*
 Sumber: Hasil Perhitungan

F. Tanah

• Urugan

L Perencanaan = Panjang *revetment* x Lebar
 = 795 m x 3 m = 2.385 m²
 Volume tanah urug = 12,8 m x 795 m²
 = 10.176 m³



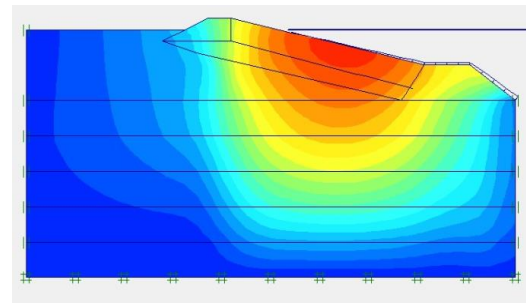
Gambar 16. Potongan Tanah Urug
 Sumber: Hasil Perhitungan

• Analisa Kestabilan Struktur *Revetment*

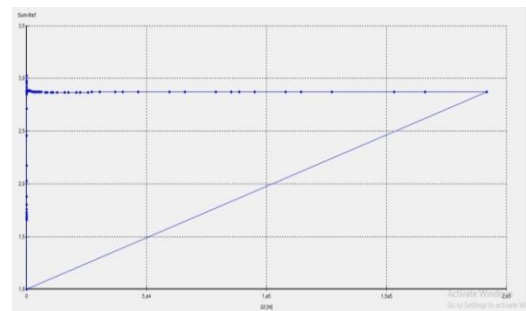
Tabel 4. Data – data Tanah Dasar

kedalaman (meter)	soil deskripsi	Berat Isi Tanah		Spesific Gravity	Direct Shear		e	v
		Y moist (ton/m ³)	Y dry (ton/m ³)		Q (kg/cm ²)	C (kg/cm ²)		
3	Pasir halus	2,00	1,70	2,68	25,1	4,7	67	0,16
6	Pasir kerikil	2,00	1,60	2,67	35,8	4,8	43	0,17
9	pasir kasar	2,00	1,65	2,66	34,7	4,5	43	0,16
12	pasir kasar	2,15	1,90	2,66	34,7	4,5	43	0,14
15	pasir lanuan	2,00	1,90	2,66	27,5	4,3	65	0,14

Sumber: Andrew Ghea Mahardika, 2020



Gambar 18. Total Displacements (U_{tot})
 Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 19. Curve
 Sumber: Hasil Perhitungan

5. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari seluruh proses analisis dapat disimpulkan beberapa hal yang berkaitan dengan perencanaan bangunan pelindung pantai di Pantai Blekok situbondo , antara lain adalah :

- Berdasarkan hasil analisis, di peroleh perencanaan dimensi *revetment* sebagai berikut.
 - Elevasi mercu : 7,63 meter
 - Elevasi *revetment* : 6,32 meter
 - Tinggi *revetment* : 7,32 meter
 - Lebar puncak : 1,9 meter
 - Tebal lapis lindung 1 : 1,32 meter
 - Tebal lapis lindung 2 : 1,38 meter
 - Tinggi *toe protection* : 1,4 meter
 - Lebar *toe protection* : 3,5 meter
 - Jumlah batu pelindung : 29 buah
 - Jenis batu lapis : *block* beton
 - Kemiringan : 1 : 5
 - Fungsi bangunan : mencegah abrasi
- Volume tanah urug yang dibutuhkan adalah 3.392 m³ (dengan luas perencanaan 2385 m²).

3. Hasil stabilitas tanah akibat beban pelindung pantai (beban yang bekerja adalah beban mati yang terdiri dari struktur revertment dan beban hidup diperkirakan 400kg.m² yang mempunyai nilai beban safety factor 3,7 yang berarti sudah aman (stabil) diatas stabilitas izin minimal.

B. Saran

1. Meninjau ulang pada masing – masing data yang didapatkan dengan survey langsung menggunakan alat di lapangan.
2. Bangun pelindung pantai ini masih kurang mendetail dalam membahas perencanaan diharapkan untuk penelitian berikutnya dapat lebih baik lagi untuk masalah perencanaanya

FONDASI. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat .5(3), 143-150.

Indriasari, V., Risandi, J., & Akhwady, R. (2016, Mei). KARAKTERISTIK DAN DAYA DUKUNG TANNAH UNTUK STRUKTUR PERLINDUNGAN PANTAI DI PANTAI KEDULUNGU, KABUPATEN TABANAN PROVINSI BALI. 5(3), 251-258.

Liunsanda, M., Mamoto, J., & Dundu, A. (2017, November). PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN PANTAI DI PANTAI PAL KABUPATEN MINAHASA UTARA. 5, 613-623.

6. DAFTAR PUSTAKA

Triadmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.

Fuad, M., Sambah, A., Isdianto, A., & Andira, A. (2016, Desember 6). Pemetaan batimetri sebagai informasi dasar untuk penempatan fish apartment di Perairan Bangsring, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur.

Mahardika, A., & Pratama, M. (2020, Desember). PENGUJIAN PEMADATAN TANAH METODE STANDARD PROCTOR DENGAN ALAT UJI PEMADAT STANDARD. *Isu Teknologi*, 15(2), 64-68.

Cempaka, A. (2012). *PERENCANAAN PEMECAH GELOMBANG PELABUHAN PERIKANAN PONDOK MIMBO*. Jember: Universitas Jember.

Triadmodjo, B. (2012). *Perencanaan Bangunan Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Warman, R. S. (2019). *KUMPULAN KORELASI PARAMETER GEOTEKNIK DAN*