

ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR PEMECAH GELOMBANG AMBANG RENDAH (PEGAR) BERBAHAN KARUNG GEOTEKSTIL RANGKA BAMBUI SEBAGAI BANGUNAN PELINDUNG PANTAI

(STUDI KASUS : DESA TIMBULSLOKO, KECAMATAN SAYUNG, DEMAK)

Ari Wicaksono¹, Asep Irwan¹, Ilham¹

¹. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Sains Bandung, Cikarang, Indonesia
rywicak@gmail.com

Abstract

PEGAR is the latest innovation in coastal protection made using bamboo which makes costs for make PEGAR become more cheaper than other material for coastal structure and also can reduce wave energy. Regardless of the advantages offered by PEGAR, structural strength of PEGAR need to be considered. This research aims to measure how strong PEGAR withstand the force within. PEGAR in this research using design issued by BALITBANG. The moments, shear and axial forces of this structure are obtained by using SAP2000. The biggest moments, shear, buckling force and axial that works on PEGAR are 1.69 kNm, 7.38 kN, 1750 Kg, 68,52 kN and deflection that occurs are 0.425 mm that obtained from combination 1.2 DL + 1.2 SDL + 1.6 LL. Bending resistance, shear resistance, buckling resistance, compressive sresistance, and deflection PEGAR can accommodate are 4.35 kNm, 14.73 kN, 2523,43 Kg, 136,88 kN and max deflection 2.23 mm therefore we can conclude PEGAR can withstand the force within.

Keywords: *hybrid structure, breakwater, abrasion, protection, bamboo*

Informasi naskah:

Diterima

2021

Direvisi

2021

Disetujui terbit

1. PENDAHULUAN

Secara umum bangunan pantai digunakan sebagai infrastruktur yang berfungsi untuk melindungi pantai. Perlindungan pantai merupakan salah satu upaya untuk mencegah terjadinya proses perubahan garis pantai yang diakibatkan dari hempasan gelombang laut, pergerakan arus pantai dan pasang surut air laut yang mudah menggerakkan sedimen-sedimen di sekitar garis pantai sehingga terjadilah proses abrasi pantai. Fenomena abrasi ini menggambarkan pengikisan daerah pantai yang terjadi karena pengaruh gelombang dan arus laut secara destruktif yaitu erosi pantai, jika dibiarkan erosi pantai akan terus menggerogoti bagian pantai sehingga garis pantai akan semakin menyempit dan apabila tidak diatasi lama

kelamaan daerah-daerah yang permukaannya rendah akan tenggelam (Irwan A, 2019). Salah satunya yaitu pada lokasi penelitian di Pantai Desa Timbulsloko, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak dimana wilayah ini mengalami perubahan garis pantai secara cepat beberapa tahun terakhir. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Purba, C. A. P., Muskananfolo, M. R., & Febrianto, S. (2019) menyimpulkan perubahan garis pantai di pesisir Desa Timbulsloko, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak mengalami proses erosi dan akresi. Luasan erosi terbesar terjadi pada tahun 2005-2010 dengan luasan 107,3174 ha. Sedangkan luasan akresi terbesar terjadi pada tahun 2015-2017 dengan luasan 7,2646.

Permasalahan tersebut tentunya membutuhkan penanganan yang khusus yaitu dengan membuat bangunan pengaman pantai. Terdapat beberapa macam bangunan pantai yaitu pemecah gelombang (*breakwater*), *groin*, jeti, tembok laut (*seawall*), pengisian pasir (*beach nourishment/beach fill*), tanggul laut (*sea dike*) dan *revetment* (USACE, 2000 dalam Hamid, A dan Danial, M.M. 2016). Pemilihan serta penggunaan bangunan pengaman pantai dipilih berdasarkan tinjauan kondisi oseanografi yaitu tingginya gelombang laut, pergerakan arus serta kondisi pasang surut di wilayah studi. Berdasarkan parameter oseanografi tersebut maka bangunan pantai selanjutnya ditinjau dari segi fungsi dan efisiensinya. Pada umumnya bangunan pantai terbentuk dari material keras seperti beton dan baja kemudian dikombinasikan dengan batuan-batuan, namun hal tersebut memakan biaya yang cukup besar. Berdasarkan hasil riset yang dilakukan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui peneliti oleh Sulaiman, D. M., & Larasari, A. A. pada tahun 2017, mahalnya penanganan erosi pantai dapat dilihat dari harga per m mulai dari yang termahal seperti armor dari beton (sekitar Rp.40-50 jt/m). PEGAR merupakan teknologi terbaru bangunan pemecah gelombang ambang rendah dari rangkaian tiang bambu bulat yang dipasang vertikal yang ditancapkan ke dasar laut dengan sekat yang disisipkan pada lajur yang terdekat ke pantai dengan panjang bentang sejauh kurang lebih 25 m dan memiliki spesi antar bamboo yang bervariasi antara 20 hingga 30 cm (Sulaiman, D. M., & Larasari, A. A. 2017). Sulaiman, D. M., (2012) dalam Sulaiman, D. M., & Larasari, A. A. (2017) telah melakukan pengujian kelayakan PEGAR sampai dengan perbandingan harga antara PEGAR geotube dan PEGAR geobag yaitu PEGAR geotube (Rp. 5 jt/m), PEGAR geobag rangka bambu sekitar Rp. 2 jt/m, dan PEGAR 3B sekitar Rp. 0,5 jt/m.

Kekuatan struktur PEGAR perlu diperhatikan karena salah satu fungsi PEGAR ialah sebagai bangunan pelindung pantai. Oleh karena itu, Peneliti bermaksud melakukan analisis kekuatan struktur menggunakan *SAP2000* terhadap PEGAR untuk mengetahui kapasitas struktur PEGAR terhadap gaya yang bekerja berdasarkan lokasi pengaplikasian PEGAR yang telah dilakukan oleh Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat di Desa Timbulsloko, Kecmatan Sayung, Kabupaten Demak.

2. METODE

2.1 Jenis Penelitian

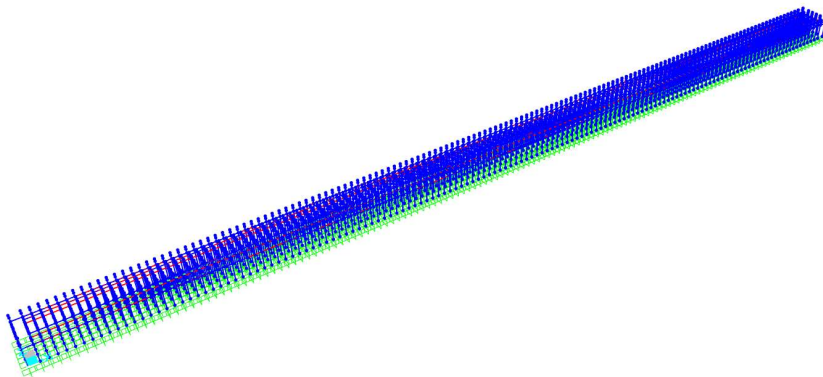
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yaitu penelitian yang karakteristik penelitiannya menekankan analisa datanya pada data – data numerik dalam pengujian hipotesisnya. Dalam penelitian ini peneliti ingin mengetahui apakah struktur PEGAR eksisting dapat menahan gaya – gaya yang bekerja pada strukturnya

2.2 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang didapat melalui peninjauan terhadap jurnal terkait struktur PEGAR dan material bambu serta melalui beberapa *website* untuk mendapatkan nilai respon spectra dan ketinggian pasang surut air laut.

2.3 Desain Model Pegar

Panjang PEGAR yang disimulasikan memiliki panjang 71.36 m dengan jarak antar bambu 50 cm, terkecuali pada 2 bambu pertama dan 2 bambu terakhir memiliki jarak 58 cm. Lebar PEGAR membentang sepanjang 2,73 m dengan jarak antar bambu sebesar 45 cm, terkecuali pada 2 bambu pertama dan 2 bambu terakhir memiliki jarak 70 cm. Tiang bambu yang digunakan memiliki ketinggian 170 cm dari dasar tanah.



Gambar 1.1 Model PEGAR

2.4 Data Material

1. Panjang Bambu (L) : 1700 mm
2. Diameter bambu (D) : 100 mm
3. Ketebalan bambu (t) : 10 mm
4. Modulus Elastisitas (E) : 20560 MPa
5. Modulus Elastisitas acuan (E_{min}) : 10280 Mpa
6. Kuat Lentur (Fb) : 161 MPa
7. Kuat Tekan (Fc) : 45 MPa

- | | |
|---------------------------|---|
| 8. Kuat Geser (Fv) | : 5.83 MPa |
| 9. Luas penampang (A) | : $\pi(r^2 - (r - t)^2) = 2827.43 \text{ mm}^2$ |
| 10. Modulus Penampang (z) | : $\frac{\pi.(D^4 - (D-t)^4)}{4D} = 57623 \text{ mm}^2$ |

2.5 Kombinasi Pembebanan

1. 1.4 DL + 1.4 SDL + 1.4 W
2. 1.2 DL + 1.2 SDL + 1.6 LL
3. 1.2 DL + 1.2 SDL + 1.6 LL + 1.2 W
4. 1.2 DL + 1.2 SDL + LL + EqX + EqY
5. 1.2 DL + 1.2 SDL + LL + EqX - EqY
6. 1.2 DL + 1.2 SDL + LL - EqX + EqY
7. 1.2 DL + 1.2 SDL + LL - EqX - EqY
8. 1.2 DL + 1.2 SDL + LL + 0.3 EqX + 0.3 EqY
9. 1.2 DL + 1.2 SDL + LL + 0.3 EqX - 0.3 EqY
10. 1.2 DL + 1.2 SDL + LL - 0.3 EqX + 0.3 EqY
11. 1.2 DL + 1.2 SDL + LL - 0.3 EqX - 0.3 EqY

Keterangan :

DL : *Dead Load*

SDL : *Super Dead Load*

LL : *Live Load*

W : *Wave*

EqX : *Earthquake in X direction*

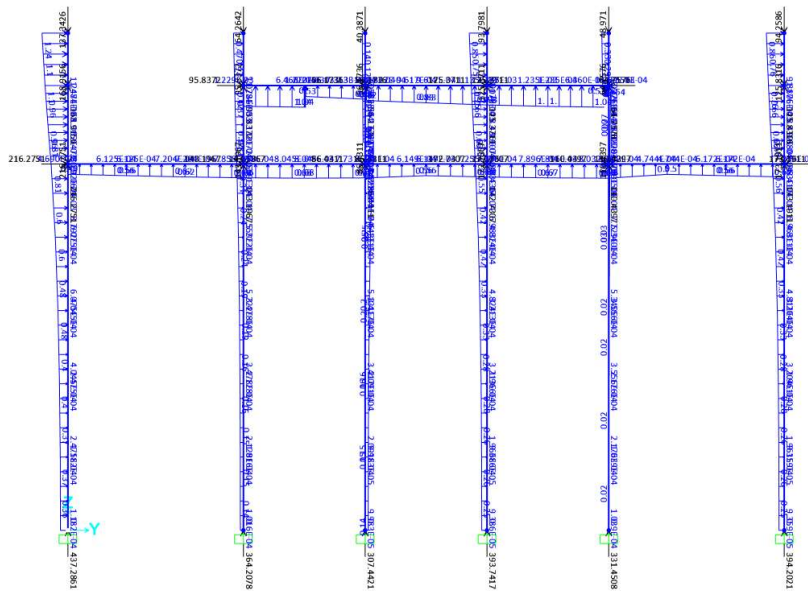
EqY : *Earthquake in Y direction*

3. PEMBAHASAN DAN DISKUSI

3.1 Pembebanan pada PEGAR

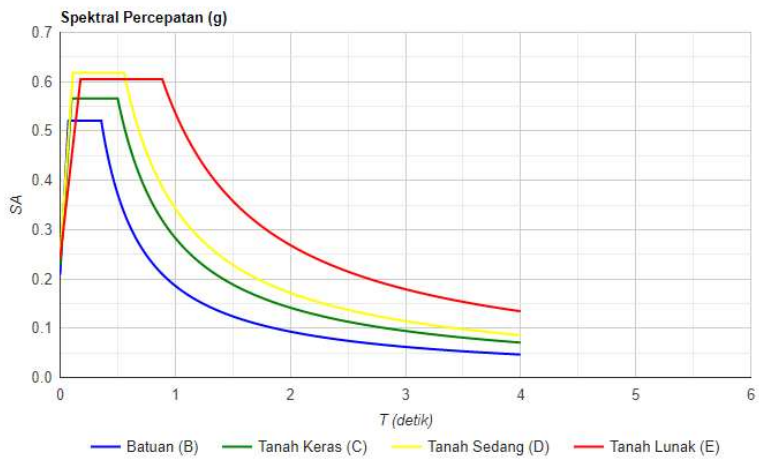
Berikut adalah beban yang membebani PEGAR :

1. Beban hidup sebesar 100 kg/m
2. Beban mati yang berasal dari struktur PEGAR itu sendiri
3. Beban mati tambahan berupa pasir geobag yang berada di atas PEGAR dengan berat $\frac{4}{4000} \text{ kg/cm}^2$ sepanjang PEGAR
4. Beban gelombang yang berasal dari gaya yang dihasilkan gelombang setinggi 3.24 m dengan kecepatan 0,8 m/s



Gambar 3. 1 Beban Gelombang

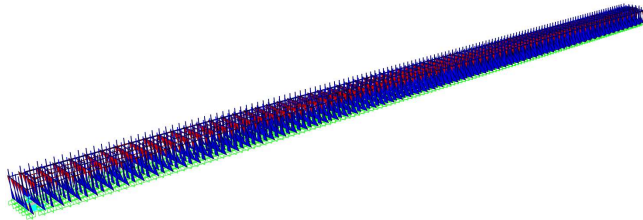
5. Beban gempa yang berasal dari respon spektrum yang dikeluarkan oleh PUPR pada koordinat -6.888771° LS dan 110.504477° BT (Desa Timbulsloko, Kecamatan Sayung).



Gambar 3.2 Spektra Percepatan

3.2 Analisa Struktur

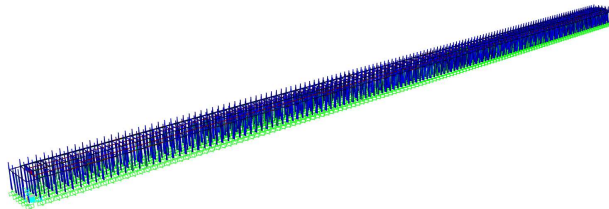
3.2.1 Gaya Momen



Gambar 3. 3 Gaya Momen ada PEGAR

Gaya momen yang bekerja pada PEGAR adalah besaran gaya yang dapat mengakibatkan PEGAR mengalami rotasi. Pada hasil simulasi *SAP2000*. Momen paling besar terjadi di barisan PEGAR paling depan dengan menggunakan kombinasi beban ($1.4 DL + 1.4 SDL + 1.4 W$). Hal ini disebabkan barisan tersebut adalah bagian yang pertama terkena tekanan dari gelombang tertinggi sebelum gelombang mengalami peredaman dengan nilai sebesar 1.69 kNm pada balok 0.97 kNm pada kolom dan yang dihasilkan oleh kombinasi pembebanan 1.

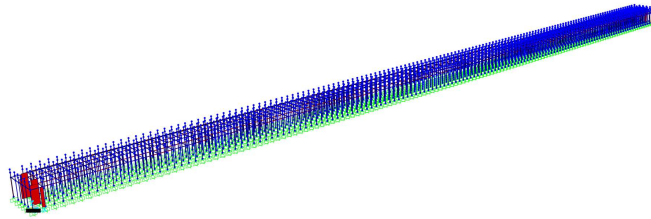
3.2.2 Gaya Geser



Gambar 3. 4 Gaya Geser Pada PEGAR

Gaya geser adalah gaya yang memungkinkan terjadinya retakan miring maupun retakan vertikal pada kolom maupun balok PEGAR. Berdasarkan hasil simulasi *SAP2000*, gaya geser terbesar yang dihasilkan oleh gaya yang bekerja pada PEGAR pada balok adalah sebesar 7.38 kN yang dihasilkan oleh kombinasi pembebanan 11 dan pada kolom sebesar 4,88 yang dihasilkan oleh kombinasi pembebanan 1.

3.2.3 Gaya Aksial



Gambar 3. 5 Gaya Aksial Pada PEGAR

(Sumber : Penulis, 2021)

Gaya aksial merupakan gaya yang tegak lurus terhadap penampang yang akan mengakibatkan sebuah batang tertekan atau tertarik. Pada struktur PEGAR, gaya Aksial terbesar yang dihasilkan senilai 68.52 kN

3.3 Kontrol Perhitungan

Perhitungan struktur pada penelitian ini mengacu pada SNI 7973:2013 Spesifikasi desain untuk konstruksi kayu.

Tabel 4. 1 Faktor Koreksi

	Faktor Koreksi									
	C_m	C_t	C_f	C_i	C_{fu}	C_T	C_r	K_F	ϕ	λ
F'_c	0.8	1	1	0.8	-	-	-	2.4	0.9	0.8
E_{min}'	0.9	1	-	0.95	-	1	-	1.76	0.85	-
F_c	0.8	1	1	0.8	-	-	-	2.4	0.8	0.9
F_b^*	0.85	1	1	0.8	-	-	1	2.54	0.85	0.8
F_b	0.85	1	1	0.8	1	-	1	2.54	0.85	0.8
F_v	0.97	1	-	0.8	-	-	-	2.88	0.75	0.8
E'	0.9	1	-	0.8	-	-	-	-	-	-

(Sumber : SNI, 2013)

3.3.1 Kontrol Terhadap Tekan

Gaya tekan adalah gaya yang cenderung menekan dan mengakibatkan keretakan bahkan hingga kehancuran (Rais,2015).

Menghitung panjang efektif batang tekan (Le):

Karena kedua ujung kolom jepit-Jepit, maka $K_e = 0.8$

$$Le = K_e \cdot L = 0.8 \cdot 1200 = 960 \text{ mm}$$

Hitung rasio kelangsingan batang (Le/d):

$$\frac{Le}{d} = \frac{960}{100} = 9.6 < 50 \dots OK$$

Menentukan kuat tekan sejajar serat:

$$F'_c = F_c \cdot C_m \cdot C_t \cdot C_f \cdot C_i \cdot K_F \cdot \phi \cdot \lambda \tag{1}$$

$$F'_c = 45 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot 2.4 \cdot 0.8 \cdot 0.9$$

$$F'_c = 49.766 \text{ MPa}$$

$$E_{min}' = E_{min} \cdot C_m \cdot C_t \cdot C_i \cdot C_T \cdot K_F \cdot \phi \quad (2)$$

$$E_{min}' = 10280 \cdot 0.9 \cdot 1.0 \cdot 0.95 \cdot 1.0 \cdot 1.76 \cdot 0.85$$

$$E_{min}' = 13148 \text{ MPa}$$

Menghitung faktor stabilitas kolom

Untuk bambu dipancang maka nilai $c = 0.9$

$$F_{cE} = \frac{0.822 \cdot E_{min}'}{\left(\frac{Le}{d}\right)^2} \quad (3)$$

$$F_{cE} = \frac{0.822 \cdot 13148}{9.6^2}$$

$$F_{cE} = 117.270$$

$$C_p = \frac{1 + (F_{cE}/F'_c)}{2c} - \sqrt{\left[\frac{1 + (F_{cE}/F'_c)}{2c}\right]^2 - \frac{(F_{cE}/F'_c)}{c}} \quad (4)$$

$$C_p = \frac{1 + (235.585/49.766)}{2 \cdot 0.9} - \sqrt{\left[\frac{1 + (235.585/49.766)}{2 \cdot 0.9}\right]^2 - \frac{(235.585/49.766)}{0.9}}$$

$$C_p = 0.975$$

Menghitung kuat tekan terkoreksi (F_c') pada kolom:

$$F'_c = F_c \cdot C_m \cdot C_t \cdot C_F \cdot C_i \cdot C_p \cdot K_F \cdot \phi \cdot \lambda \quad (5)$$

$$F'_c = 45 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot 0.978 \cdot 2.4 \cdot 0.8 \cdot 0.9$$

$$F'_c = 48.522 \text{ MPa}$$

Menghitung tahanan tekan terkoreksi (P'):

$$P' = F'_c \cdot A = 48.522 \cdot 2827 = 136888 \text{ N} \approx 136.88 \text{ kN}$$

Kontrol nilai tahanan tekan terkoreksi (P') dengan gaya tekan yang didapat dari *SAP2000*

$$P' > P_u$$

$$136.88 > 68.52 \dots OK$$

3.3.2 Kontrol Terhadap Lentur

Menghitung Rasio Kelangisngan (R_b)

$$\frac{L}{D} < 50 = 17 < 50 \dots OK$$

Menghitung modulus elastisitas terkoreksi

$$E_{min}' = E_{min} \cdot C_m \cdot C_t \cdot C_i \cdot C_T \cdot K_F \cdot \phi \quad (6)$$

$$E_{min}' = 10280 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,76 \cdot 0,85$$

$$E_{min}' = 13148 \text{ MPa}$$

Menghitung nilai desain tekuk kritis

$$F_{bE} = \frac{1,2 \cdot E_{min}'}{R_b^2} \quad (7)$$

$$F_{bE} = \frac{1,2 \cdot 13148}{1,7^2} = 54,59 \text{ MPa}$$

Menghitung desain lentur acuan (F_b^*)

$$F_b^* = F_b \cdot C_m \cdot C_t \cdot C_F \cdot C_i \cdot K_F \cdot C_r \cdot \phi_b \cdot \lambda \quad (8)$$

$$F_b^* = 161 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 2,54 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 189,09 \text{ MPa}$$

Menghitung faktor stabilitas balok (C_L)

$$C_L = \frac{1 + (F_{bE}/F_b^*)}{1,9} - \sqrt{\left[\frac{1 + (F_{bE}/F_b^*)}{1,9} \right]^2 - \frac{(F_{bE}/F_b^*)}{0,95}} \quad (9)$$

$$C_L = \frac{1 + (109,673 / 189,09)}{1,9} - \sqrt{\left[\frac{1 + (109,673 / 189,09)}{1,9} \right]^2 - \frac{(109,673 / 189,09)}{0,95}} = 0,523$$

Menghitung kuat lentur terkoreksi (F_b') pada balok

$$F_b' = F_b \cdot C_m \cdot C_t \cdot C_F \cdot C_i \cdot C_{fu} \cdot K_F \cdot C_L \cdot C_r \cdot \phi_b \cdot \lambda \quad (10)$$

$$F_b' = 161 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 2,54 \cdot 0,523 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \quad F_b' = 98.896 \text{ MPa}$$

Menghitung tahanan lentur terkoreksi (M') pada balok

$$M' = F_b' \cdot z \quad (11)$$

$$M' = 98.896 \cdot 81333 = 8043508 \text{ Nmm} \approx 8.043 \text{ kNm}$$

Kontrol nilai (M') dengan moment terbesar yang dikeluarkan oleh SAP2000

$$M' > Mu \tag{12}$$

8.043 > 1,69 OK

Menghitung kuat lentur terkoreksi (F_b') pada kolom

$$F_b' = F_b \cdot C_m \cdot C_t \cdot C_F \cdot C_i \cdot C_{fu} \cdot K_F \cdot C_P \cdot C_r \cdot \phi_b \cdot \lambda \tag{13}$$

$$F_b' = 161 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 2,54 \cdot 0,975 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot F_b' = 184,367 \text{ MPa}$$

Menghitung tahanan lentur terkoreksi (M') pada kolom

$$M' = F_b' \cdot z \tag{14}$$

$$M' = 184,367 \cdot 81333 = 14995121 \text{ Nmm} \approx 14,99 \text{ kNm}$$

Kontrol nilai (M') dengan moment terbesar yang dikeluarkan oleh SAP2000

14,99 > 0,97 OK

3.3.1.2 Kontrol Terhadap Geser

Menghitung kuat geser terkoreksi (F_V')

$$F_V' = F_V \cdot C_m \cdot C_t \cdot C_i \cdot K_F \cdot \phi_V \cdot \lambda \tag{15}$$

$$F_V' = 5,83 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 2,88 \cdot 0,75 \cdot 0,8 = 7,81 \text{ MPa}$$

Menghitung tahanan geser terkoreksi (V')

$$V' = F_V' \cdot \frac{2}{3} \cdot A \tag{16}$$

$$V' = 7,81 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2827,43 = 14735,83 \text{ N} \approx 14,73 \text{ kN}$$

Kontrol nilai (V') dengan gaya geser terbesar yang dikeluarkan oleh SAP2000 pada kolom

$V' > Vu$

14,73 > 4,88 OK

Kontrol nilai (V') dengan gaya geser terbesar yang dikeluarkan oleh SAP2000 pada balok

$V' > Vu$

14,73 > 7,38 OK

Sehingga dalam hal kekuatan geser, struktur PEGAR memenuhi persyaratan.

3.3.1.3 Kontrol Terhadap Tekuk

Mencari momen inersia bambu :

$$I = \frac{\pi}{4} (r^4 - r_1^4) = \frac{\pi}{4} (50^4 - 40^2) = 289.819 \text{ cm}^4$$

Mencari sumbu kuat bambu :

$$S_x = \frac{\pi}{4r} (r^4 - r_1^4) = \frac{\pi}{4r} (50^4 - 40^2) = 57.96 \text{ cm}^2$$

Mencari radius gyrasi bambu :

$$R_g = \sqrt{I/A} = \sqrt{289.819/28.27} = 3.16 \text{ cm}$$

Mencari nilai kekakuan :

$$k = \frac{ke.L}{R_g} = \frac{2.1 \cdot 170}{3.16} = 112.97$$

$$Po^* = A \cdot Fc = 28.27 \cdot 45 = 12721.5 \text{ kg}$$

$$E'_{05} = 0.69 \cdot E = 0.69 \cdot 20560 = 141860 \text{ kg/cm}^2$$

$$Pe = \frac{\pi^2 \cdot E'_{05} \cdot A}{k^2} = \frac{3.14 \cdot 141860 \cdot 28.28}{112.97^2} = 987.209 \text{ kg}$$

Faktor – faktor koreksi yang digunakan untuk menghitung tekuk :

Faktor aksial (ϕ_c) : 0.9

Faktor stabilitas (ϕ_s) : 0.85

Faktor waktu (λ) : 0.8

c : 1

$$\alpha_c = \frac{\phi_s \cdot Pe}{\lambda \cdot \phi_c \cdot Po^*} = \frac{0.85 \cdot 987.209}{0.8 \cdot 0.85 \cdot 12721.5} = 0.097$$

$$\frac{1+\alpha_c}{2c} = \frac{1+0.097}{2} = 0.5485$$

$$Cp = \frac{1+\alpha_c}{2c} \sqrt{\left(\frac{1+\alpha_c}{2c}\right)^2 - \frac{\alpha_c}{c}} = 0.2755$$

Faktor reduksi terhadap ketahanan tekuk

$$P' = Cp \cdot Po^* \tag{17}$$

$$P' = 0.2755 \cdot 12721.5 = 3504.77 \text{ kg}$$

Gaya tekuk yang diizinkan

$$Pu \leq \lambda \cdot \phi_c \cdot p' \tag{18}$$

$$Pu \leq \lambda \cdot \phi_c \cdot p'$$

$$1750 \leq 0.8 \cdot 0.9 \cdot 3504.77$$

$$1750 \leq 2523.43 \dots \text{OK}$$

3.3.1.4 Kontrol Terhadap Lentutan

Menghitung modulus elastisitas terkoreksi (E')

$$E' = E \cdot C_m \cdot C_t \cdot C_i \tag{19}$$

$$E' = 20560 \cdot 0.9 \cdot 1.0 \cdot 0.8 = 16653 \text{ MPa}$$

Menghitung Lendutan yang terjadi (Δ)

$$\Delta = \frac{w_o \cdot L^4}{30 \cdot E \cdot I} \quad (18)$$

$$\Delta = \frac{247.1700^4}{30.1665.2899286} = 1.424 \text{ mm}$$

Menghitung lendutan ijin (δ)

$$\delta = \frac{L}{300} = \frac{1700}{300} = 5.667 \text{ mm}$$

Kontrol lendutan ijin dengan lendutan yang terjadi

$$\Delta < \delta$$

$$1.42 < 5.66 \dots \dots OK$$

4 KESIMPULAN

Dari analisa struktur yang dilakukan pada penelitian ini, diketahui bahwa struktur PEGAR mampu menahan gaya yang bekerja menggunakan metode *LRFD (Load and Resistance Factor Design)* dengan nilai terfaktor sebagai berikut :

1. Dari analisa struktur yang dilakukan pada penelitian ini, diketahui bahwa struktur PEGAR mampu menahan gaya yang bekerja menggunakan metode *LRFD (Load and Resistance Factor Design)* dengan nilai terfaktor sebagai berikut :
 - 1) Kuat tekan terkoreksi (P') > Beban aksial terfaktor (P_u), 136.88 kN > 68,52 kN
 - 2) Kuat lentur terkoreksi (M') > Beban momen terfaktor (M_u) :
 - a. Pada balok = (M') 4,35 kNm > (M_u) 1,69 kNm
 - b. Pada Kolom = (M') 14,24 kNm > (M_u) 0,97 kNm
 - 3) Kuat geser terkoreksi (V') > Beban geser terfaktor (V_u) :
 - a. Pada balok = (V') 14,73 kNm > (V_u) 7,38 kNm
 - b. Pada Kolom = (V') 14,73 kNm > (V_u) 4,18 kNm
 - 4) Kuat tekuk terkoreksi ($\lambda \cdot \phi_c \cdot p$) > tahanan tekuk terfaktor (P_u) = 2523.43 > 1750
 - 5) Lendutan ijin (δ) > Lendutan yang terjadi (Δ) = 2.23 mm > 0.425 mm
2. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa desain struktur PEGAR BALITBANG mampu bertahan dengan beban karung geobag, gempa dinamis serta oseanografis yang direncanakan menggunakan periode ulang selama 25 tahun

5 UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Bapak Asep Irwan, S.Kel., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Sains Bandung.
- 2) Bapak Ilham., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Sains Bandung
- 3) Bapak Dr. I. G. Lanang Bagus Eratodi, S.T., M.T., selaku Insinyur Struktur Bangunan Bambu yang membimbing dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini
- 4) Bapak Prof.Dr. Ir. Dede Manarolhuda Sulaiman MSc. selaku penemu teknologi Pemecah Gelombang Ambang Rendah (PEGAR)

6 DAFTAR PUSTAKA

- 1 B. S. Nasional, *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain*, Jakarta: BSN, 2013
- 2 B. S. Nasional, *Spesifikasi Desain untuk Struktur Kayu*, Jakarta: BSN, 2013.
- 3 Bambang Triatmodjo, 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta
- 4 CERC, 1984, *Shore Protection Manual Volume II*, US Army Corps of Engineering, Washington.
- 5 Efendi, S. S., Sulaiman, D. M., 2016, *Restorasi Pantai Sriwulan Demak dengan Pagar Geobag Tiang Bambu*. Pertemuan Ilmiah Tahunan HATHI XXXIII.
- 6 Febriyanti, L., Purnomo, W. P., & A'in, C. 2017. Karakteristik Oseanografi dan Sedimentasi Di Perairan Tererosi Desa Bedonom Demak Pada Musim Barat. *Management of Aquatic Resources Journal*, 6(4), 367-275
- 7 Firdausy, A. I., Waluyohadi, I., & Arifi E., 2020. *Desain Struktur Kayu Menggunakan Metode LRFD*, Malang;UB Press
- 8 Hakim, I. N., Fiqiogozari, M., Pranotor, S., Nugroho, P. P., 2014. Perencanaan Perlindungan Pantai Sayung Demak, *Jurnal Karya Teknik Sipil*, Vol.3 No.1, Hal 29-39.
- 9 Hamid, A dan Danial, M.M. 2016. *Kegagalan Bangunan Pelindung Pantai (Studi Kasus Di Wilayah Pantai Utara Kalimantan Barat)*. Seminar Nasional li Penerapan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Universitas Tanjungpura.
- 10 Hapsari, R. W., Hendrarto, B., & Muskananfolo, M. R. 2017. Pemetaan Karakteristik Fisik Sedimen di Pantai Bermangrove di Pesisir Desa Timbulsloko, Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*, 6(3), 283-292.
- 11 Haris, A., 2008. *Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Buluh Bambu Sebagai Bahan konstruksi Menggunakan ISO 22157 :2004*. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Institut Teknologi Pertanian Bogor.
- 12 Irwan, A. 2019. Analisis Abrasi Pantai Pada Akses Jalan Bahumbelu–Morowali Sulawesi Tengah. *Journal of Applied Science (JAPPS)*, 1(2), 001-009.

- 13 Javaidan, A., Smith, I. F. C., Saeidi, N., & Hebel, D. E., 2019 *Mechanical Properties of Bamboo Through Measurement of Culm Physical Properties for Composite Fabrication of Structural Concrete Reinforcement. Front Mater* Vol.6 No.15
- 14 Kaminski, S., & Trujillo, D. J. A., 2016. Structural Use of Bamboo : Part 1: Introduction to Bamboo. *Structural Engineer*, 94(8):40-43
- 15 Mulyati, Arman, A., 2016, Tinjauan Kuat Lekat Tulangan Bambu dengan Beton, *Jurnal Momentum* Vol.18 No.2.
- 16 Oka, G. M., 2005, Cara Penentuan Kelas Kuat Acuan Bambu Petung, MEKTEK Tahun VI No. 18
- 17 Purba, C. A. P., Muskananfolo, M. R., & Febrianto, S. 2019. Perubahan Garis Pantai dan Penggunaan Lahan Desa Timbulsloko, Demak Menggunakan Citra Satelit Landsat Tahun 2000-2017 Shoreline Changes And Land Use In Timbulsloko Village, Demak Regency Using Landsat Satellite Images 2000-2017. *Management of Aquatic Resources Journal*, 8(1), 19-27.
- 18 Sukri, A. S., & Karamma, R., 2019. Pemodelan Pembebanan Gaya Pada Struktur Dermaga Dengan Aplikasi SAP2000. *semanTIK*, Vol.5, No.1, 69-78
- 19 Sulaiman, D. M., & Larasari, A. A. 2017. Rehabilitasi Pantai Dengan Pemecah Gelombang Tiang Pancang dari Bambu Bulat. *Simposium II UNIID 2017*, 2(1), 443-449.
- 20 Sulaiman, D. M., 2012, Rehabilitasi Pantai dengan PEGAR Geotube dan Geobag, Prosiding Workshop Penanganan Erosi Pantai, Buleleng.
- 21 Triatmodjo, B., 1999, Teknik Pantai, Beta Offset, Yogyakarta.
- 22 Utami, W. S., Subardjo, P., & Helmi, M. 2017. Studi Perubahan Garis Pantai Akibat Kenaikan Muka Air Laut di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal of Oceanography*, 6(1), 281-287.
- 23 Wiyono, D., R., & Trisina, W., 2013. Analisis Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang pada Struktur Balok. Universitas Kristen Maranatha. *Jurnal Teknik Sipil* Vol. 9., No. 1.
- 24 Yuanita, N., Kurniawan, A., Al Hakim, M. L., Irawan, K. R., & Saputra, N. W., 2020, *Physical Model of Natural Coastal Protection System : Geobag – Dyke Performance To Effectiveness Of Natural Coastal Protection System, Journal of Sustainability Science and Management* Vol.15, No.6, 85-99.