

Kajian Pengaman Pantai dengan Struktur Gabion untuk Pulau Kecil (Studi Kasus Di Pulau Panjang Jepara)

Coastal Protection Study with Gabion Structure for Small Islands (Case Study In Panjang Jepara Island)

Achmad Subagyo¹, M. Faiqun Ni'am² dan Henny Pratiwi Adi²

¹Rekayasa Manajemen Konstruksi, Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung.
email: a_subagyo@std.unissula.ac.id

²Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung.

Abstrak

Pulau Panjang merupakan pulau kecil di Kabupaten Jepara yang sangat rentan terhadap kerusakan pantai akibat hembasan gelombang, maka diperlukan upaya pengamanan pantai. Pembangunan pengamanan pantai di Pulau Panjang telah dilakukan menggunakan struktur gabion kawat baja dilapis PVC pada tahun 2011. Pemilihan struktur gabion dipilih karena gabion mempunyai keuntungan tidak diperlukan alat berat atau mesin, dapat dilakukan oleh tenaga lokal, konstruksi menggunakan batu dengan biaya rendah, struktur dapat ditambah dilain waktu dan pelaksanaan konstruksi yang sangat cepat. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas, kehandalan dan kinerja pengamanan pantai dengan struktur gabion tersebut. Data penelitian untuk analisis didapat dari instansi terkait, serta data kondisi bangunan dengan melakukan observasi di lokasi penelitian. Analisis data meliputi analisis stabilitas bangunan dan analisis tingkat kerusakan bangunan pantai.

Hasil analisis stabilitas guling (sf) = 3,96, geser (sf) = 2,07 lebih besar dari yang diijinkan = 1,50 jadi bangunan aman terhadap stabilitas, tegangan tanah di bawah struktur σ maks = 0,39 kg/cm², σ min = 0,16 kg/cm² lebih kecil dari σ ult = 5,82 kg/cm², yang berarti aman. Kondisi bangunan pengamanan pantai pada section 1 sebagian dengan tingkat kerusakan rata-rata sedang, pada section 2 terjadi kerusakan dengan tingkat kerusakan ringan, pada section 3 terjadi kerusakan ringan. Kinerja fungsi bangunan memberikan fungsi baik terhadap perlindungan pantai. Kerusakan gabion diakibatkan karena gabion dimanfaatkan untuk fungsi lain oleh masyarakat setempat.

Kata kunci : Gabion, pengamanan pantai, Pulau Panjang

Abstract

Panjang Island is a small island in Jepara Regency very susceptible to coastal damage due to wave overturning so that coastal protection is required. The construction of shoreline protective building on Panjang Island has been carried out using a PVC coated steel wire structure in 2011. Gabion structure was chosen because of some advantages: it doesn't require any heavy equipment; it can be done by local workforce; it is constructed using low-cost stones; the structure can be added at other times; and the construction process is so quick. This study

aimed to determine the stability, reliability and performance of coastal safety with gabion structure.

Research data for analysis were obtained from the relevant agencies as well as building condition data by carrying out observations at the study site. Data analysis included building stability analysis and analysis of the level of damage to the shoreline buildings.

Results of the bolster stability analysis showed $(sf) = 3.96$, shear $(sf) = 2.07$, greater than allowable $= 1.50$ so that the buildings were safe against stability, soil tension under the structure $\sigma_{max} = 0.39 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{min} = 0.16 \text{ kg/cm}^2$ smaller than $\sigma_{ult} = 5.82 \text{ kg/cm}^2$, which meant safe. The condition of the shoreline protective building in section 1 was partially with a moderate level of damage. In section 2 damage occurred with a degree of minor damage. In section 3 there was some minor damage. The performance of building functions provided a good function of coastal protection. Gabion damage was because it was used for other functions by the local community.

Keywords: *Gabion, coastal protection, Panjang Island*

1. Pendahuluan

Negara Indonesia adalah negara kepulauan yang terdiri dari 34 provinsi yang terletak di lima pulau besar dan empat kepulauan dengan jumlah pulau besar maupun kecil sebanyak 17.504 buah (Badan Statistik Pusat 2015). Kerusakan pantai akibat hantaman gelombang menjadi salah satu penyebab kerusakan pantai yang berakibat berkurangnya wilayah daratan, terutama pada pulau kecil hal ini dapat mengakibatkan hilangnya sebuah pulau.

Pulau Panjang adalah salah satu pulau kecil yang berada di wilayah administrasi pemerintahan Kabupaten Jepara, lokasi Pulau Panjang yang berdekatan dengan ibu kota kabupaten sehingga Pulau Panjang sangat strategis keberadaannya. Pulau Panjang merupakan kawasan perairan laut Jawa yang secara geografis berada kurang lebih 1 mil dari pantai kota Jepara posisi koordinat bumi antara $6^{\circ}34'30''$ LS dan $110^{\circ}37'45''$ BT (Ardiannanto et al. 2014). Karena posisi tersebut menjadikan sangat rentan terhadap kerusakan pantai terutama oleh gelombang laut baik pada musim angin Barat maupun angin Timur khususnya pada puncak musim barat (Januari) (Wicaksana, Sofian, and Pranowo 2015). Pulau Panjang oleh pemerintah daerah maupun masyarakat setempat telah dimanfaatkan berbagai keperluan, antara lain sebagai lokasi tujuan wisata, baik sebagai wisata laut maupun wisata religi karena adanya adanya makam Syekh Abu Bakar bin Yahya Ba'alawy serta adanya lampu suar navigasi pelayaran, pada tengah pulau merupakan kawasan hutan konservasi.

Upaya penanganan telah dilakukan oleh pemerintah Kabupaten Jepara diantaranya adalah dengan membangun pengaman pantai menggunakan struktur gabion kawat baja dilapis PVC yang diisi dengan batu belah pada tahun 2011.

Bangunan pengaman pantai sangatlah banyak ragam jenis dan bahannya, pengembangan terus dilakukan untuk mendapatkan desain yang sesuai dengan karakteristik pantai itu sendiri maupun pola gelombang yang terjadi. Pemilihan bangunan pengaman pantai haruslah melalui pertimbangan yang cermat sehingga biaya yang pada umumnya sangat besar telah dikeluarkan dapat optimal mencapai tujuan. Penggunaan gabion sebagai bangunan pengaman pantai dapat dipilih karena

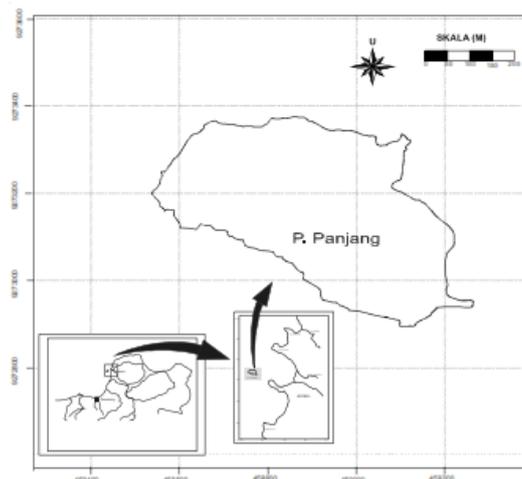
dibandingkan dengan struktur lain gabion memiliki beberapa keuntungan yaitu (Oosthoek 2008):

- Tidak diperlukan alat berat atau mesin. Di daerah dengan tenaga kerja murah, konstruksi dapat dibuat tanpa alat berat, ini bisa mengurangi biaya dan pelaksanaan terutama untuk membangun di daerah terpencil atau di mana peralatan sulit didapat.
- Tenaga kerja lokal dapat dengan cepat dilatih untuk membangun struktur berkualitas tinggi, dengan prosedur dan penggunaan alat sederhana.
- Konstruksi menggunakan batu dengan biaya rendah yang tersedia di lokasi pekerjaan atau dapat didatangkan dengan mudah dari lokasi terdekat.
- Struktur dapat ditambahkan di lain waktu.

Dari hal tersebut perlu dilakukannya penelitian yang bertujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui stabilitas pengaman pantai dengan struktur gabion di Pulau Panjang.
2. Untuk mengetahui kondisi pengaman pantai setelah dibangun selama 7 tahun.
3. Untuk mengetahui kinerja fungsi pembangunan pengaman pantai terhadap pengaruh lingkungan.

Lokasi kajian adalah di Pulau Panjang, secara administrasi masuk dalam wilayah Kabupaten Jepara, posisi koordinat bumi antara 6°34'30" LS dan 110°37'45" BT (Ardiannanto et al. 2014). Berikut peta lokasi penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Pulau Panjang, Kabupaten Jepara
(Munasik et al. 2006)

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yaitu suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui. Dalam penelitian ini

juga menggunakan metode deskriptif yaitu merupakan penelitian yang dilakukan dengan tujuan membuat gambaran suatu keadaan secara objektif.

Data sekunder berupa data angin, data pasang surut, peta bathimetri dan topografi, data mekanika tanah dan data lainnya didapat dari instansi terkait. Data kondisi bangunan gabion dan dampak terhadap lingkungan dengan survai lapangan.

Analisis dilakukan terhadap bangunan pengaman pantai dengan melakukan analisis stabilitas guling, geser serta daya dukung tanah pada pengaman pantai akibat adanya gaya gelombang. Untuk mengetahui kondisi pengaman pantai dengan metode survai yaitu melakukan penilaian kerusakan pengaman pantai menggunakan indek sehingga didapatkan tingkat kerusakannya. Dampak terhadap lingkungan dengan melakukan survai terhadap kondisi pantai di belakang bangunan dan di sekitar bangunan.

Penilaian kerusakan bangunan pengaman pantai digunakan tolok ukur sebagai berikut (Kementrian Pekerjaan Umum 2010):

- Ringan : Bangunan masih dapat berfungsi baik di atas 75% (score-5)
Sedang : Bangunan masih dapat berfungsi baik di atas 50% sampai dengan 75% (score-4)
Berat : Bangunan masih dapat berfungsi tinggal 25% sampai dengan 50% tetapi tidak membahayakan lingkungan (score-3)
Amat Berat : Bangunan berfungsi tinggal 25% sampai dengan 50% dan membahayakan lingkungan (score-2)
Amat sangat berat : Bangunan sudah parah dan membahayakan lingkungan (score-1)

Dari hasil penilaian dilakukan analisis tingkat kerusakan dengan kriteria sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 1. Elevasi Acuan Pasang Surut (Subagyo 2019)

Score	Tingkat Kerusakan
4,01 – 5	Ringan
3,01 – 4	Sedang
2,01 – 3	Berat
1,01 – 2	Amat berat
≤ 1	Amat sangat berat

Penilaian kinerja fungsi bangunan pengaman pantai dengan melakukan survai berdasarkan pengamatan kondisi lingkungan disekitar bangunan pengaman pantai. Pengamatan ditujukan untuk kondisi pantai, kondisi bangunan yang berada di pantai, kondisi kawasan wisata. Dari hasil pengamatan dapat diketahui apakah bangunan memberi kinerja baik atau buruk (Menteri Pekerjaan Umum RI 2011).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Elevasi Pasang Surut

Pasang surut air laut diperairan lokasi penelitian diperlukan untuk analisis ketinggian bangunan. Dengan diketahui elevasi air saat surut maupun elevasi air saat pasang maka akan diketahui elevasi bangunan terhadap elevasi air laut terendah (Lowest Low Water Level /LLWL) dengan elevasi $\pm 0,00$. Pasang surut di perairan Jepara mempunyai tunggang pasang sebesar 1,13 m dengan elevasi penting sebagai berikut (Tabel 2).

Tabel 2. Elevasi Acuan Pasang Surut (Subagyo 2019)

Nilai Elevasi-elevasi Penting	Elevasi (cm)
<i>Highest High Water Level (HHWL)</i>	112.56
<i>Mean High Water Spring (MHWS)</i>	97.52
<i>Mean High Water Level (MHWL)</i>	72.48
<i>Mean Sea Level (MSL)</i>	51.33
<i>Mean Low Water Level (MLWL)</i>	28.26
<i>Mean Low Water Spring (MLWS)</i>	11.38
<i>Lowest Low Water Level (LLWL)</i>	0.00

3.2. Elevasi Air Laut Rencana

Tinggi muka air laut rencana dihitung dari elevasi air pasang tertinggi (*HHWL*) ditambah dengan kenaikan air laut akibat angin dan kenaikan air laut akibat pemanasan global, seperti pada persamaan (1) berikut:

$$\text{Muka air rencana (DWL)} = \text{HWL} + \text{Wind Set up} + \text{SRL} \quad (1)$$

Dengan elevasi air tertinggi (*HWL*) = +1,13

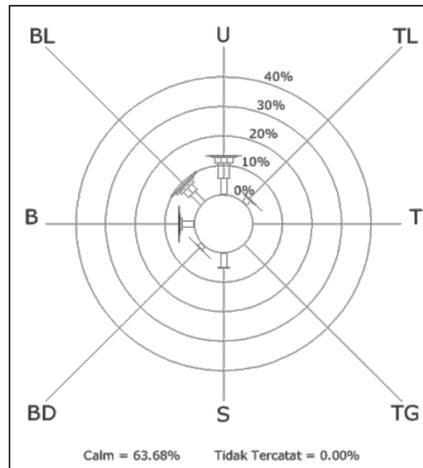
Kenaikan air laut akibat angin (*wind set up*) dihitung dengan persamaan (2) berikut (Triatmodjo 2008) :

$$\Delta H = F.c \frac{V^2}{2gd} = 0.19m \quad (2)$$

SRL untuk 20 tahun (Triatmodjo 2008) didapat = 0,10 meter. Sehingga didapat *DWL* = +1,40 m.

3.3. Kejadian Gelombang

Angin merupakan faktor utama dalam pembangkit gelombang, dengan demikian untuk mengetahui gelombang yang terjadi yaitu dengan melakukan analisis data angin. Data angin yang digunakan adalah data selama 13 tahun yaitu dari tahun 2004-2016 dari Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Mas Semarang. Besaran dan kejadian gelombang dapat dilihat pada (gambar 2), hasil analisa gelombang didapat tinggi gelombang signifikan (H_s) = 1.23 m dengan periode (T_s) = 4.63 detik.



Gambar 2. Waverose Perairan Pulau Panjang (Subagyo 2019)

3.4. Gelombang Rencana

Bangunan pengama pantai dengan struktur gabion merupakan bangunan yang fleksibel maka dalam pemilihan gelombang rencana mengikuti distribusi *Rayleigh*, menggunakan gelombang $H_5 = 1,37 H_s$ (Triatmodjo 2008) didapat gelombang rencana sebesar $H_5 = 1,685$ m. Gelombang yang terjadi di lokasi bangunan H_b dihitung dengan $d_s/gT^2 = 0,007$ dari grafik didapat $H_b/d_s = 0,75$ (Triatmodjo 2008) sehingga didapat $H_b = 1,05$ m.

3.5. Permodelan Gelombang

Untuk mengetahui pola gelombang yang terjadi di Pulau panjang maka dilakukan permodelan gelombang. Permodelan gelombang menggunakan *software Mike-21*. *Mike 21* dapat diaplikasikan untuk simulasi hidrolik dan fenomena terkait di sungai, danau, estuari, teluk, pantai dan laut, dapat juga untuk predeksi gelombang dan analisa dalam skala regional dan skala lokal (Azhar, Wurjanto, and Yuanita 2011). Hasil permodelan gelombang dengan arah angin dominan sebagai berikut (gambar 3):

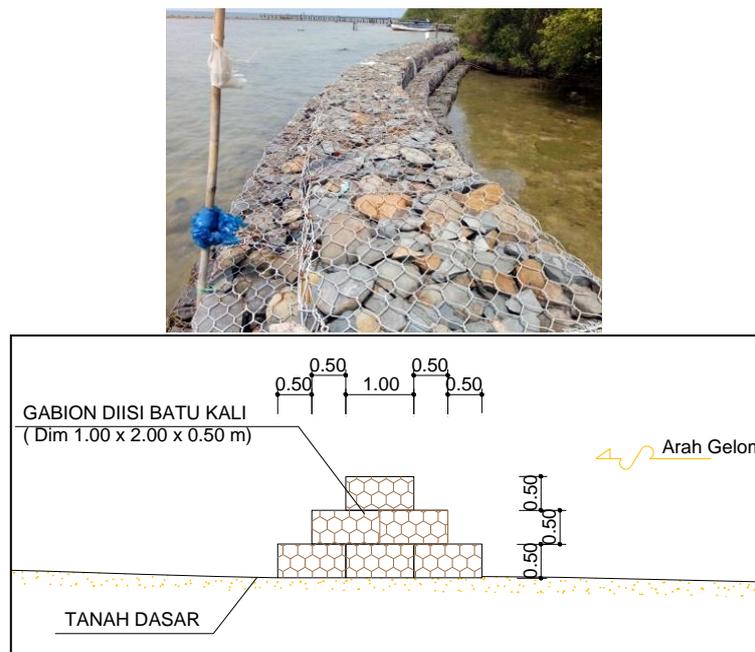


Gambar 3. Permodelan Gelombang dari beberapa arah di Perairan Pulau Panjang (Subagyo 2019)

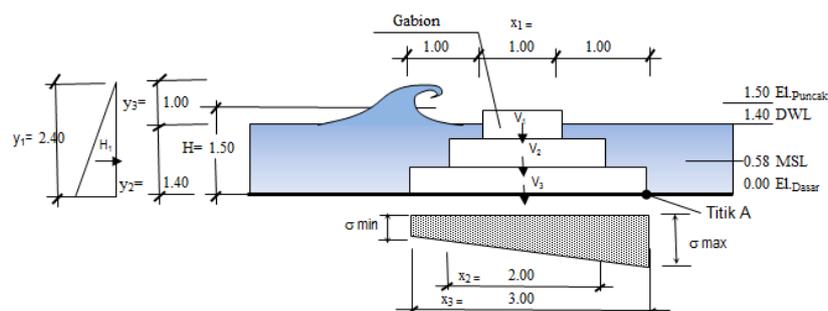
Sedangkan gelombang dari arah Utara tinggi gelombang di lokasi bangunan sebesar 0,30 m sampai dengan 0,60 m.

3.6. Analisis Stabilitas Bangunan

Bangunan pengaman pantai di pulau Panjang dengan struktur gabion terdiri dari tiga lapis dengan masing- masing lapis tinggi 0,50 meter lapis 1 lebar 3,00 meter, lapis 2 lebar 2,00 meter dan lapis 3 lebar 1,00 meter. Ukuran mes gabion panjang 2,00 meter, lebar 1,00 meter dan tinggi 0,50 meter. Kawat gabion yang digunakan adalah kawat dilapisi PVC dengan ketebalan 0,4 – 0,6 mm pelapisan ini dapat memberikan perlindungan dan menghasilkan daya tahan yang lebih tinggi bisa tahan tiga sampai empat kali dari perlindungan galvanis biasa. (Gambar 2.2) (Maccaferry n.d.)



Gambar 4. Prototype Penelitian Bangunan Gabion di Pulau Panjang (Subagyo 2019)



Gambar 5. Dimensi dan Gaya-gaya (Subagyo 2019)

Dari gambar tersebut (Gambar 5) dapat dihitung besar gaya masing sebagai berikut (tabel 3).

Tabel 3.Perhitungan Gaya dan Momen (Subagyo 2019)

Segmen	Uraian	V	H	Lengan		M _V	M _H
		(ton)	(ton)	x (m)	y (m)	(ton.m)	(ton.m)
1. Berat Struktur							
V ₁	x ₁ . h ₁ . γ _{gabion}	0.77	-	1.50	-	1.15	-
V ₂	x ₂ . h ₂ . γ _{gabion}	1.53	-	1.50	-	2.30	-
V ₃	x ₃ . h ₃ . γ _{gabion}	2.30	-	1.50	-	3.44	-
2. Tekanan Hidrostatis pada Kondisi Normal							
H ₁	y ₁ ² . 0,5 . γ _{air laut}	-	2.95	-	1.20	-	3.54
3. Gaya Uplift							
U _n	0,5 . P _u . X ₃	3.58	-	2.00	-	7.15	-
ΣV&ΣM		8.17	2.95	ΣM_V&ΣM_H		14.04	3.54

$$\text{Guling}(Sf) = M_v/M_h = 3,96 > 1,50 \rightarrow \text{aman} \quad (3)$$

$$\text{Geser}(Sf) = (V.0,75/H) = 2,07 > 1,50 \rightarrow \text{aman} \quad (4)$$

Tanah di dasar bangunan berupa karang sedikit lempung dengan data sebagai berikut:

f	= 39.43 derajat	N_c	= 91.38
g	= 1.53 ton/m ³	N_q	= 76.75
c	= 0.24 ton/m ²	N_g	= 93.79

Safe Factor (sf) = 1.50

$$Q_{\text{tanah}} = (1.3 \times c \times N_c) + (g \times D_f \times N_q) + (0.4 \times g \times B \times N_g) = 8,72 \text{ kg/cm}^2$$

(5)

$$Q_{\text{safe}} = 5,82 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan tanah di bawah struktur :

$$\sigma_{\text{maks}} = 3.89 \text{ t/m}^2 = 0.39 \text{ kg/cm}^2 < 5.82 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow (\text{aman})$$

$$\sigma_{\text{min}} = 1.55 \text{ t/m}^2 = 0.16 \text{ kg/cm}^2 < 5.82 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow (\text{aman})$$

3.7. Penilaian Kerusakan Bangunan

Penilaian dengan melakukan survai bangunan pengaman pantai yang dibagi tiap jarak 50 meter, didapat sebagai berikut:

Tabel 4. Penilaian Kondisi Bangunan (Section-1) (Subagyo 2019)

No.	Titik Observasi	Tingkat Fungsi Bangunan	Score Penilaian	Tingkat Kerusakan
1	2	3	4	5
A.	Section 1			
1	P.1	25%-50%	1	Amat sangat berat
2	P.2	25%-50%	1	Amat sangat berat
3	P.3	50%-75%	4	Sedang
4	p.4	>75%	5	Ringan
5	p.5	>75%	5	Ringan
6	P.6	>75%	5	Ringan
7	P.7			
Score rata-rata			3,50	Sedang

Dari hasil penilaian pada section-1 didapat score rata-rata 3,50 sehingga bangunan pengaman pantai gabion mempunyai tingkat kerusakan sedang. Pada lokasi titik P1 sampai dengan P3 terjadi kerusakan amat sangat berat dikarekan pada lokasi tersebut merupakan area wisata, sehingga karena adanya aktifitas tersebut menyebabkan kerusakan gabion.

Tabel 5. Penilaian Kondisi Bangunan (Section-2) (Subagyo 2019)

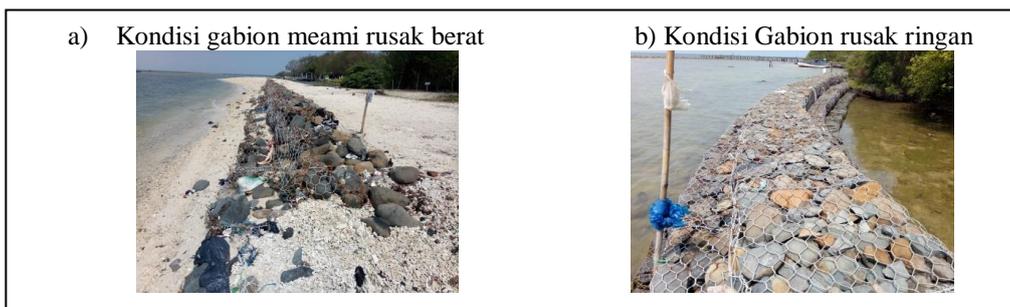
No.	Titik Observasi	Tingkat Fungsi Bangunan	Score Penilaian	Tingkat Kerusakan
1	2	3	4	5
B.	Section 2			
1	P.8	>75%	5	Ringan
2	P.9			
Score rata-rata			5,00	Ringan

Dari hasil penilaian pada section-2 didapat score rata-rata 5,00 sehingga bangunan pengaman pantai gabion mempunyai tingkat kerusakan ringan. Pada lokasi ini tidak ada aktifitas masyarakat.

Tabel 6. Penilaian Kondisi Bangunan (Section-3) (Subagyo 2019)

No.	Titik Observasi	Tingkat Fungsi Bangunan	Score Penilaian	Tingkat Kerusakan
1	2	3	4	5
C. Section 3				
1	P.10	50%-75%	4	Sedang
2	P.11	50%-75%	5	Ringan
3	P.12	50%-75%	5	Ringan
4	P.13	50%-75%	5	Ringan
5	P.14	50%-75%	5	Ringan
Score rata-rata			4,75	Ringan

Dari hasil penilaian pada section-3 didapat score rata-rata 4,75 sehingga bangunan pengaman pantai gabion mempunyai tingkat kerusakan ringan. Pada lokasi ini ada aktifitas masyarakat untuk tambat kapal. Salah satu kondisi gabion yang mengalami kerusakan berat dan ringan dapat dilihat dalam gambar 6 berikut.



Gambar 6. Gambar Kondisi Kerusakan Gabion di Pulau Panjang (Subagyo 2019)

3.8. Penilaian Kinerja Fungsi Bangunan

Penilaian fungsi kinerja bangunan pengaman pantai dengan pengamatan kondisi lingkungan di sekitar bangunan dihasilkan sebagai berikut, terhadap kondisi pantai, pantai dibelakang bangunan tidak tergerus, pohon berdiri kokoh tanpa gangguan gelombang. Fasilitas bangunan berupa fasilitas umum di sekitar bangunan pengaman pantai aman dari ancaman gelombang. Kawasan wisata berupa pantai pasir putih tidak terlindungi oleh bangunan pengaman pantai.

4. Kesimpulan

Pantai Pulau Panjang rentan terhadap kerusakan karena hamtaman gelombang, pembangunan pengaman pantai dengan struktur gabion sesuai dengan kondisi pantai di

Pulau Panjang. Kondisi bangunan masih baik serta memberikan kinerja fungsi yang baik terhadap perlindungan pantai, sedangkan untuk fungsi lain tidak cukup handal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, dosen pengajar dan staf di Program Studi Magister Teknik Sipil Unissula yang telah membantu terselesainya artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiannanto, Ryanditama et al. 2014. "STUDI KELIMPAHAN TERIPANG (HOLOTHURIIDAE) PADA EKOSISTEM LAMUN DAN EKOSISTEM KARANG PULAU PANJANG JEPARA." 3: 66–73.
- Azhar, Rian M, Andoyo Wurjanto, and Nita Yuanita. 2011. "Studi Pengamanan Pantai Tipe Pemecah Gelombang Tenggelam Di Pantai Tanjung Kait." (10): 1–24.
- Badan Statistik Pusat. 2015. *Statistik Indonesia 2015*.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2010. *Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 08/Se/m/2010, Tentang: Pemberlakuan Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai Dan Prioritas Penanganan*.
- Maccaferry. *Brochure_ID_Double_Twist_Product*. "Engineering a Better Solution."
- Menteri Pekerjaan Umum RI. 2011. *Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 01/SE/M/2011, Perihal: Pedoman Operasi Bangunan Dan Pemeliharaan Bangunan Pengaman Pantai*.
- Munasik et al. 2006. "Pola Arus Dan Kelimpahan Karang Pocillopora Damicornis." *Indonesian Journal of Marine Science (Ilmu Kelautan)* 11(1): 11–18.
- Oosthoek, J. 2008. "The Stability of Synthetic Gabions in Waves." *Thesis for degree of Master of science, Delft University of Technology* (June).
- Subagyo, Achmad. 2019. *Analisis Keandalan Penggunaan Gabion Sebagai Struktur Pengaman Pantai (Studi Kasus Di Pulau Panjang Jepara)*. Semarang: Tesis Magister Teknik Sipil Unissula.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Teknik Pantai*. Yogyakarta.
- Wicaksana, Sigit, Ibnu Sofian, and Widodo Pranowo. 2015. "KARAKTERISTIK GELOMBANG SIGNIFIKAN DI SELAT KARIMATA DAN LAUT JAWA BERDASARKAN RERATA ANGIN 9 TAHUNAN (2005-2013)." *Omni Akuatika* 11(2): 33–40.
-