

KAJIAN KINERJA BREAKWATER PADA PELABUHAN TANJUNG PRIOK, JAKARTA UTARA

ALIEF FACHREL ARDHAFFA¹, YATI MULIATI SADLI²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
 2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
- Email: fachrel.ardhaffa18@gmail.com

ABSTRAK

Struktur bangunan pemecah gelombang di Pelabuhan Tanjung Priok mengalami kerusakan seperti pecahnya lapisan *armor*, penurunan tanah, dan keretakan. Untuk memaksimalkan fungsi bangunan pemecah gelombang dan mengurangi risiko kerusakan akibat perubahan lingkungan, dilakukan survei lapangan dan analisis desain *armor* dengan mengacu pada Pedoman Perencanaan Pemecah Gelombang dari Kementerian Perhubungan dan Kementerian PUPR. Penelitian ini menghasilkan rekomendasi perbaikan desain, termasuk peningkatan berat dan dimensi *armor* tetrapod serta *armor* kubus, ketebalan dan ketinggian lapisan bangunan pemecah gelombang, serta perbandingan peredaman gelombang antara sisi dalam dan luar kolam pelabuhan. Meskipun bangunan pemecah gelombang Dam Barat dan Tengah masih berfungsi baik dengan peredaman gelombang yang efektif (terutama di OBS 3 dengan 97,87%), Dam Tengah memerlukan perbaikan pada sisi dalam dan penambahan *armor* kubus. Pemantauan berkala diperlukan untuk menjaga kinerja struktur secara optimal.

Kata kunci : Bangunan pemecah gelombang, Pelabuhan Tanjung Priok, Perbaikan Desain, Survei Lapangan

ABSTRACT

Breakwater structure at Tanjung Priok Port experienced damage such as broken armor layers, land subsidence, and cracks. To maximize the function of the breakwater structure and reduce the risk of damage due to environmental changes, a field survey and armor design analysis were conducted with reference to the Breakwater Planning Guidelines from the Ministry of Transportation and the Ministry of Public Works and Public Housing. This study resulted in recommendations for design improvements, including increasing the weight and dimensions of tetrapod armor and cube armor, the thickness and height of the breakwater structure layer, and a comparison of wave attenuation between the inner and outer sides of the port basin. Although the West and Middle Dam breakwater structures are still functioning well with effective wave attenuation (especially at OBS 3 with 97.87%), the Middle Dam requires repairs to the inner side and the addition of cube armor. Periodic monitoring is needed to maintain optimal structural performance.

Keywords : Breakwater Building, Tanjung Priok Port, Design Improvement, Field Survey

1. PENDAHULUAN

Pelabuhan Tanjung Priok merupakan pelabuhan utama di Indonesia yang memegang peranan vital dalam mendukung angkutan laut domestik dan internasional, serta berkontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi nasional dengan menangani hampir 70% dari total arus barang di Indonesia. Seiring dengan pesatnya pertumbuhan ekonomi dan volume perdagangan internasional, pelabuhan ini menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait dengan kondisi lingkungan, seperti gelombang laut, yang dapat mengganggu kegiatan bongkar muat dan navigasi kapal. Untuk mengatasi hal tersebut, keberadaan *breakwater* di Pelabuhan Tanjung Priok sangat penting sebagai struktur pelindung yang berfungsi mengurangi dampak gelombang, sehingga memungkinkan kelancaran operasional pelabuhan. *Breakwater* ini tercatat sebagai Barang Milik Negara (BMN), yang menggarisbawahi pentingnya struktur tersebut dalam sistem logistik nasional. Pemeliharaan *breakwater* menjadi krusial mengingat faktor alam seperti erosi, cuaca ekstrem, dan sedimentasi dapat menurunkan efektivitasnya. Saat ini, kondisi *breakwater* mengalami kerusakan berupa pecahnya lapisan *armor*, penurunan struktur akibat penurunan tanah, serta keretakan dan pengelupasan *armor*. Oleh karena itu, kajian kinerja *breakwater* di Pelabuhan Tanjung Priok sangat diperlukan untuk mengidentifikasi bagian-bagian yang memerlukan pemeliharaan, guna mendukung keselamatan pelayaran dan kelancaran pengelolaan pelabuhan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pemecah Gelombang (*Breakwater*)

Bangunan pemecah gelombang (*breakwater*) adalah struktur buatan yang dibangun di sepanjang garis pantai atau pelabuhan untuk melindungi wilayah perairan dari gelombang laut yang kuat, badai, dan erosi. Tujuan utama *breakwater* adalah menciptakan area yang lebih tenang di dekat pelabuhan atau pantai sehingga kapal dapat berlabuh dengan aman, dan kegiatan seperti bongkar muat barang dapat berlangsung tanpa gangguan. Struktur ini biasanya terbuat dari batu besar, beton, atau material tahan lama lainnya dan dirancang untuk mengurangi dampak gelombang laut yang dapat merusak pelabuhan atau infrastruktur pesisir. (Kantor Kesyahbadanan dan Otoritas Pelabuhan)

2.2 Lapisan Pelindung (*Armor*)

Armor breakwater adalah lapisan pelindung terluar dari struktur *breakwater* yang berfungsi untuk melindungi inti *breakwater* dari kekuatan gelombang laut yang dapat menyebabkan kerusakan. *Armor* ini biasanya terbuat dari material keras dan berat, seperti batu besar, beton bertulang, atau blok beton khusus, yang dirancang untuk tetap stabil dan tidak mudah tergerus oleh gelombang. Tujuan utama *armor* adalah untuk menyebarkan energi gelombang, mencegah erosi pada struktur dasar *breakwater*, serta memastikan keberlanjutan fungsi pelindungnya dalam jangka panjang. (Kantor Kesyahbadanan dan Otoritas Pelabuhan)

2.3 Tipe *Breakwater*

Menurut US Army Corps of Engineer dalam *Shore Protection Manual* (1984) menyatakan bahwa tipe *breakwater* dapat dibedakan menjadi 2 tipe, yaitu :

1. Sisi Tegak : Turap, dan *caisson*
2. Sisi Miring : *Rubble Mound* (Tumpukan *armor* yang terbuat dari batu / beton)

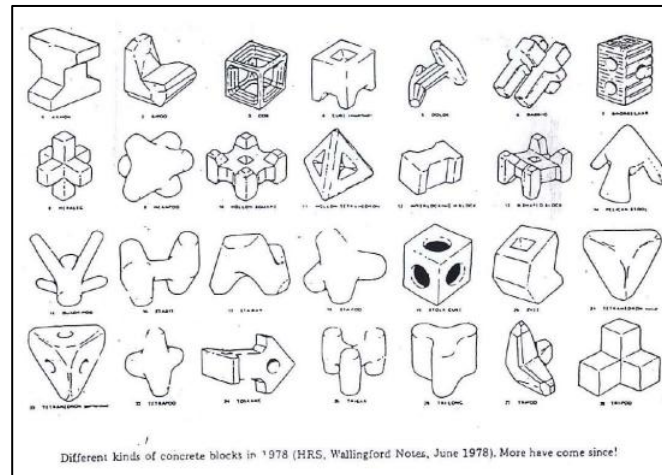
2.4 Bentuk *Breakwater*

Menurut *Shore Protection Manual* (1984) yang diterbitkan oleh US Army Corps of Engineers, *breakwater* dapat dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan bentuknya, yaitu:

1. Tegak Lurus Pantai : Untuk mengubah arah datang arus dan gelombang
2. Sejajar Pantai : Untuk memajukan garis Pantai
3. Bentuk Kombinasi : Gabungan dari bentuk Tegak Lurus Pantai dan Sejajar Pantai

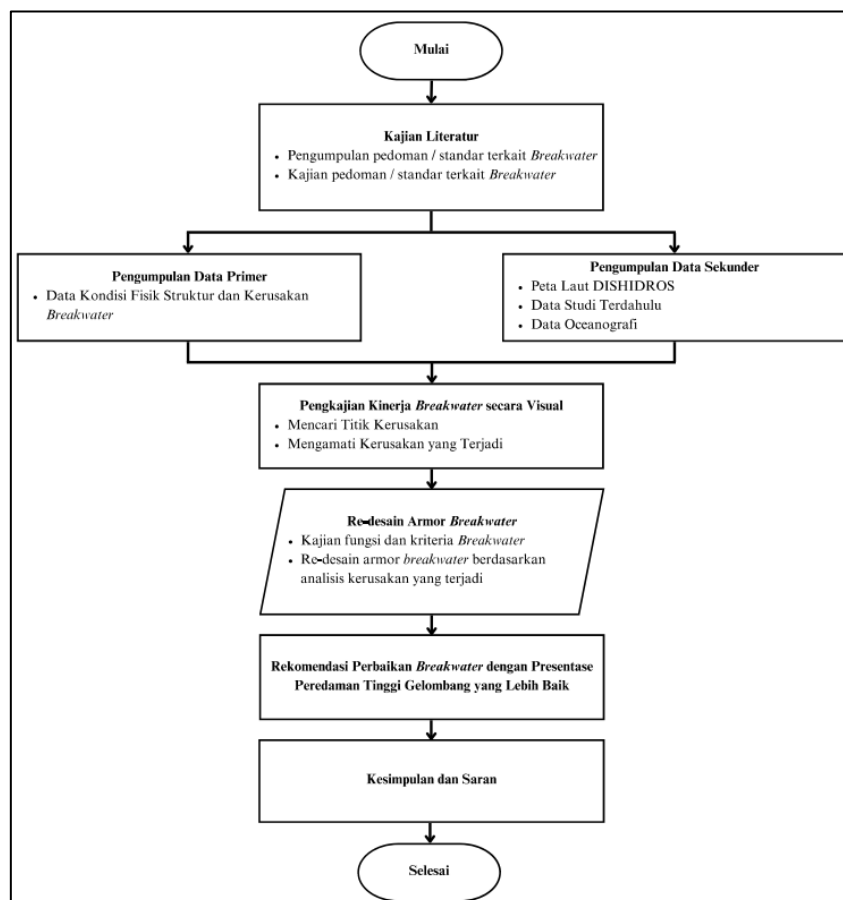
2.5 Jenis-Jenis *Armor*

Dalam jurnal HRS, Wallingford notes (1978), jenis-jenis *armor* dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut ini :



Gambar 1. Jenis-Jenis *Armor Breakwater*

3. METODE PENELITIAN

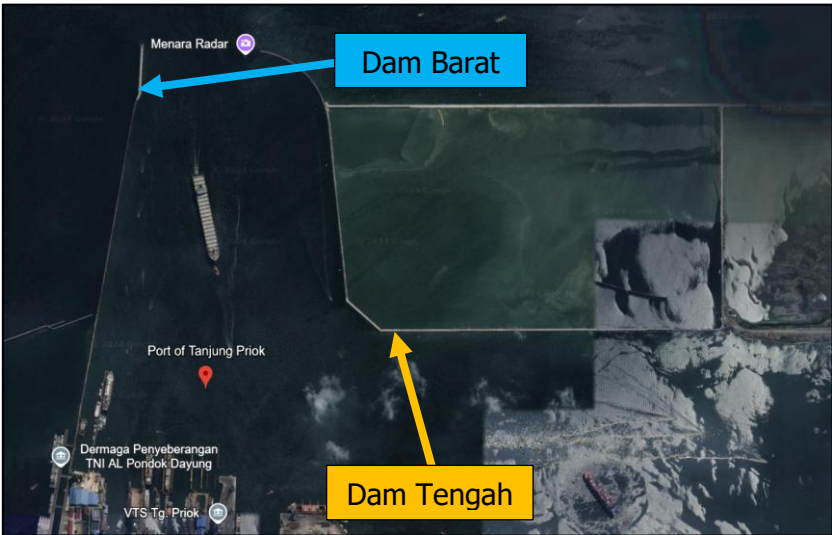


Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian *breakwater* di pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta Utara. Lokasi tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Lokasi Penelitian (Sumber: *google earth*, 2025)

4.2 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Pengumpulan Data Sekunder

No.	Jenis Data	Kegunaan Data	Sumber Data
1.	Peta Laut	Pemahaman kondisi bathimetri sekitar pelabuhan, input pemodelan hidrooseanografi	PUSHIDROSAL TNI AL
2.	Data Teknis <i>Breakwater</i> - Historis Pembangunan <i>Breakwater</i> - As Built Drawing <i>Breakwater</i> - Studi <i>Breakwater</i> Terdahulu	Pemahaman kondisi eksisting struktur <i>breakwater</i>	Kantor KSOP Utama Tanjung Priok, PT. Pelindo Cab. Tanjung Priok
3.	Data Kondisi Lingkungan - Peta Bathimetri - Data Angin - Data Kecepatan Arus - Data Sedimen - Studi Lingkungan Terdahulu	Pemahaman kondisi lingkungan eksisting, input pemodelan hidrooseanografi, validasi hasil pemodelan hidrooseanografi	Kantor KSOP Utama Tanjung Priok, PT. Pelindo Cab. Tanjung Priok, ECMWF
4.	Rencana Induk Pelabuhan	Penyesuaian rencana pemeliharaan terhadap rencana pengembangan pelabuhan	Kantor KSOP Utama Tanjung Priok

4.2 Pengumpulan Data Primer

Data primer dalam penelitian ini dikumpulkan melalui survei lapangan untuk mengidentifikasi titik kerusakan dan jenis kerusakan pada struktur *breakwater* di Pelabuhan Tanjung Priok. Survei ini menggunakan tiga formulir yang mengacu pada Buku III tentang Monitoring dan Perbaikan Pemecah Gelombang, Peraturan Dirjen Perhubungan Laut Nomor: PP.001/7/10/DJPL-17. Pelaksanaan survei visual mencakup pemeriksaan geometri atau kegagalan visual *breakwater*, kondisi *armor*, dan pemeriksaan *cooping concrete* sebagai *head breaker* dari *breakwater*.

4.3 Pembahasan

Hasil dari survei pengamatan visual dan analisis pengamatan visual dapat dilihat pada tabel – tabel berikut ini :

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Survei Pengamatan Visual *Armor*

REKAPITULASI HASIL SURVEI PENGAMATAN VISUAL ARMOR BREAKWATER PELABUHAN TANJUNG PRIOK				
Penilaian	Dam Barat (8 Segmen)	Persentase (%)	Dam Tengah (47 Segmen)	Persentase (%)
Hijau	1,667	20,833	6,250	13,298
Kuning	4,500	56,250	14,438	30,720
Jingga	1,833	22,917	15,123	32,177
Merah	-	-	11,188	23,805
Total		100	Total	100

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Survei Pengamatan Visual Geometri

REKAPITULASI HASIL SURVEI PENGAMATAN VISUAL GEOMETRI BREAKWATER PELABUHAN TANJUNG PRIOK				
Penilaian	Dam Barat (8 Segmen)	Persentase (%)	Dam Tengah (47 Segmen)	Persentase (%)
Hijau	7,500	93,750	23,500	50,000
Kuning	0,500	6,250	-	-
Jingga	-	-	23,500	50,000
Merah	-	-	-	-
Total		100	Total	100

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Survei Pengamatan Visual *Coping Concrete*

REKAPITULASI HASIL SURVEI PENGAMATAN VISUAL COPING CONCRETE BREAKWATER PELABUHAN TANJUNG PRIOK				
Penilaian	Dam Barat (8 Segmen)	Persentase (%)	Dam Tengah (47 Segmen)	Persentase (%)
Hijau	8,000	100,000	46,000	97,872
Kuning	-	-	1,000	2,128
Jingga	-	-	-	-
Merah	-	-	-	-
Total		100	Total	100

Secara keseluruhan, kondisi Dam Barat lebih baik dibandingkan Dam Tengah, terutama pada aspek coping concrete yang sepenuhnya dalam kategori hijau. Di sisi lain, Dam Tengah menunjukkan kondisi yang lebih buruk, terutama pada *Armor Breakwater* yang berada dalam kategori jingga dan merah, memerlukan perhatian lebih untuk perbaikan. Geometri *Breakwater* di Dam Barat didominasi oleh kondisi hijau, sementara Dam Tengah mengalami masalah signifikan pada kategori jingga, yang mengindikasikan perlunya prioritas perawatan yang berbeda antara kedua lokasi tersebut.

Hasil dari hasil analisis terhadap struktur *breakwater* seperti tersaji pada **Tabel 5.**

Tabel 5. Rekapitulasi Analisis Pemecah Gelombang

Matriks Hasil Analisis Pemecah Gelombang (<i>Breakwater</i>)			
Bagian Pemecah Gelombang	Eksisting	Hasil Analisis Minimum	Keterangan
Elevasi Puncak	+ 2,9 m sampai + 3,2 m LWS	+ 2,83 m	Memenuhi
Lebar Puncak	± 2,5 m	2,114 m	Memenuhi
<i>Armor</i> Sisi Luar - Tetrapod (Head)	3,2 Ton	2,52 Ton	Memenuhi
<i>Armor</i> Sisi Luar - Tetrapod (Trunk)	2,0 Ton	1,84 Ton	Memenuhi
<i>Armor</i> Sisi Dalam - Kubus	0,46 - 0,7 m	0,46 x 0,46 x 0,46 m ³	Memenuhi

Berdasarkan tabel hasil analisis pemecah gelombang, kondisi eksisting seluruh komponen pemecah gelombang memenuhi standar minimum yang dianalisis. Elevasi puncak berada pada rentang +2,9 m hingga +3,2 m LWS, lebih tinggi dari hasil analisis minimum sebesar ±2,83 m. Lebar puncak eksisting sebesar ±2,5 m juga melampaui minimum yang dipersyaratkan sebesar 2,114 m. Selain itu, berat *armor* sisi luar baik pada Tetrapod (Head) sebesar 3,2 ton dan Tetrapod (Trunk) sebesar 2,0 ton telah melampaui standar minimum masing-masing sebesar 2,52 ton dan 1,84 ton. Begitu pula, ukuran *armor* sisi dalam berbentuk kubus sebesar 0,46 m³ sampai 0,7 m³, sesuai dengan rentang minimum 0,46 m³.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan visual dan analisis terhadap *breakwater* di Pelabuhan Tanjung Priok, dapat disimpulkan bahwa Dam Barat memiliki kondisi yang lebih baik dibandingkan Dam Tengah, terutama pada aspek coping concrete dan geometri *breakwater*. Meskipun demikian, Dam Tengah menunjukkan kondisi yang lebih buruk, terutama pada *armor breakwater* yang membutuhkan perhatian lebih. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa peredaman gelombang bervariasi, dengan titik observasi 3 (OBS 3) memiliki kinerja yang sangat baik, mampu meredam 97,87% tinggi gelombang. Elevasi puncak *breakwater* saat ini sudah memenuhi kebutuhan, dengan rentang antara +2,9 hingga +3,2m LWS, mendekati nilai yang dibutuhkan. Berat *armor breakwater* juga mencukupi, dengan berat minimal untuk kepala *breakwater* sebesar 2,52 ton dan untuk badan sebesar 1,84 ton, sedangkan *armor* kubus yang terpasang sudah memenuhi dimensi dan berat minimum yang diperlukan.

DAFTAR RUJUKAN

- CERC. (1984): *Shore Protection Manual (Vol 1)*. US Army Corps of Engineers, Washington DC, United States of America. (SPM, 1984).
- Kantor Kesyahbadanan dan Otoritas Pelabuhan Tanjung Priok. (2015): *Laporan As Built Drawing Bangunan Pemecah Gelombang Pelabuhan Tanjung Priok*. KSOP Utama Tanjung Priok, Jakarta Utara.
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2012): *RPT3-Pedoman Perencanaan Pengamanan Pantai*, Kementrian PU, Jakarta.
- Kementrian Perhubungan. (2019): *SKKNI2019-234:Pedoman Perencanaan Pemecah Gelombang*, Kemenhub, Jakarta.
- Muliati, Y. (2020): *Rekayasa Pantai*. ISBN: 978-623-7525-29-5, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- PT. Priangan Raya Utama. (2024): *Laporan Pendahuluan Breakwater Tanjung Priok*, PT. Priangan Raya Utama, Jakarta.