



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 1249-1260

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Pengaruh Kondisi Pasang Surut Air Laut Terhadap Efektivitas Sistem Fender Dermaga Di Pelabuhan Patimbahn Paket 6, Kabupaten Subang, Jawa Barat

Reivicca Auliarachman¹, Maulana Yusup Rosadi²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia

pi28airforce@gmail.com

Abstrak

Pelabuhan Patimban sebagai Proyek Strategis Nasional membutuhkan sistem keselamatan dermaga yang andal, terutama pada proses sandar kapal yang dipengaruhi perubahan elevasi muka air laut. Variasi pasang surut dapat mengubah posisi titik kontak kapal terhadap fender, sehingga efektivitas penyerapan energi benturan menjadi aspek penting dalam menjaga keamanan struktur dermaga. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas Super Cone Fender tipe SPC 1300 yang digunakan pada Dermaga Paket 6 Pelabuhan Patimban dalam menghadapi kondisi pasang surut. Metode yang digunakan ialah deskriptif-analitis dengan pendekatan komparatif. Data diperoleh melalui observasi lapangan, studi dokumentasi teknis berupa shop drawing, serta perbandingan empiris dengan kinerja fender pada Dermaga Paket 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa elevasi puncak fender pada +3.500 m berada dalam posisi teknis yang tepat untuk mengakomodasi fluktuasi muka air laut, dengan acuan HWL +1.250 m dan LWL -0.070 m. Posisi tersebut dinilai sesuai dengan prinsip perencanaan fender berdasarkan PIANC 2002, karena mampu menjaga kontak kapal tetap berada pada area kerja fender. Spesifikasi SPC 1300 dengan kapasitas energi serap 1.402 kN-m juga dinilai mampu meredam energi sandar kapal secara efektif. Temuan lapangan memperlihatkan tidak adanya deformasi permanen setelah instalasi, sementara karakteristik kerjanya setara dengan data empiris pada Paket 1. Dengan demikian, konfigurasi dan pemilihan tipe fender pada Dermaga Paket 6 dinyatakan memenuhi kriteria teknis serta efektif dalam melindungi struktur dermaga pada berbagai kondisi pasang surut. Hasil ini memperkuat bahwa kesesuaian elevasi, kapasitas energi, dan kondisi fisik fender menjadi faktor utama dalam menjamin keberlanjutan operasional dermaga, keselamatan kapal, serta perlindungan aset pelabuhan secara optimal.

Kata kunci: Efektivitas Fender, Pasang Surut, Pelabuhan Patimban, SPC 1300, Sistem Dermaga.

1. Latar Belakang

Pelabuhan merupakan infrastruktur vital bagi konektivitas maritim Indonesia, terutama sebagai negara kepulauan yang bergantung pada efisiensi logistik antarpulau. Salah satu pelabuhan strategis yang tengah dikembangkan adalah Pelabuhan Patimban di Kabupaten Subang, Jawa Barat, yang ditetapkan sebagai Proyek Strategis Nasional untuk mendukung ekspor otomotif serta memperkuat rantai pasok nasional. Penelitian oleh Jasmine (2014) menunjukkan bahwa fasilitas operasional Patimban memiliki peran penting dalam peningkatan kinerja pelabuhan di wilayah utara Jawa Barat. Dalam operasionalnya, keamanan proses sandar kapal sangat dipengaruhi oleh sistem fender dermaga, yaitu komponen yang berfungsi meredam energi tumbukan antara kapal dan struktur dermaga. Studi perencanaan fender di Patimban yang dilakukan oleh Pangkey & Saputro (2022) menegaskan pentingnya pemilihan tipe fender dan konfigurasi pemasangan yang sesuai dengan karakteristik kapal dan kondisi dermaga. Namun demikian, keterkaitan antara performa fender dengan variasi pasang-surut masih jarang diteliti, padahal elevasi muka air laut yang berubah dapat menggeser titik kontak kapal terhadap fender dan memengaruhi efektivitas peredaman energi.

Selain itu, dinamika oseanografi seperti arus, gelombang, dan sedimentasi juga berpengaruh terhadap stabilitas struktur pelabuhan sebagaimana ditunjukkan oleh Rachmawatie (2020) dalam penelitiannya mengenai kondisi dasar laut Pelabuhan Patimban. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas sistem fender dermaga terhadap variasi pasang-surut di Pelabuhan Patimban Paket 6, dengan tujuan

Pengaruh Kondisi Pasang Surut Air Laut Terhadap Efektivitas Sistem Fender Dermaga Di Pelabuhan Patimbahn Paket 6, Kabupaten Subang, Jawa Barat

khusus mengidentifikasi jenis fender yang digunakan, mengevaluasi pengaruh pasang-surut terhadap performanya, dan memberikan rekomendasi teknis untuk optimalisasi sistem. Penelitian dilakukan secara deskriptif melalui observasi lapangan, dokumentasi proyek, dan literatur teknis, dengan batasan pada aspek operasional tanpa mencakup analisis struktural detail. Lokasi penelitian berada di area pembangunan Pelabuhan Patimban Paket 6 yang berlokasi di Desa Patimban, Kecamatan Pusakanagara, Subang—wilayah strategis di pesisir utara Jawa Barat yang dekat dengan pusat industri Karawang–Bekasi–Purwakarta dan terhubung langsung dengan koridor Pantura.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis efektivitas sistem fender dermaga terhadap kondisi pasang–surut di Pelabuhan Patimban Paket 6. Pendekatan ini dipilih karena fokus penelitian berada pada pengamatan langsung terhadap kinerja fender di lapangan dan perbandingannya dengan standar teknis yang berlaku, tanpa memerlukan pemodelan numerik atau analisis struktural mendalam.

Desain Penelitian

Desain penelitian bersifat deskriptif-analitis, yaitu mengkaji fenomena yang terjadi di lapangan melalui pengumpulan data aktual dan membandingkannya dengan acuan teknis seperti pedoman PIANC dan data oseanografi BMKG. Penelitian ini menekankan pada pemahaman hubungan antara elevasi pasang–surut, posisi kerja fender, serta titik kontak kapal saat sandar.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian disusun secara sistematis sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah, yaitu mengkaji potensi ketidaksesuaian antara ketinggian fender dengan fluktuasi muka air laut.
2. Studi literatur, meliputi pedoman desain fender, karakteristik pasang–surut, serta referensi teknis fasilitas tambat kapal.
3. Pengumpulan data lapangan, melalui observasi kondisi fender, dokumentasi proyek, serta pengamatan elevasi air laut saat proses tambat kapal berlangsung.
4. Klasifikasi variabel, mencakup spesifikasi fender, kondisi pasang–surut, dan kondisi operasional kapal.
5. Analisis data dengan membandingkan kondisi aktual di lapangan terhadap standar teknis dan rentang kerja fender.
6. Interpretasi hasil, yaitu menarik kesimpulan mengenai efektivitas sistem fender dalam berbagai kondisi ketinggian muka air laut.

Teknik Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui tiga metode:

1. Observasi lapangan, yaitu pengamatan langsung terhadap kondisi fisik fender, elevasi dermaga, dan interaksi kapal–fender.
2. Dokumentasi, meliputi gambar kerja, spesifikasi teknis, laporan progres, serta data elevasi dari kontraktor dan konsultan.
3. Studi literatur, mencakup pedoman PIANC, data BMKG, serta berbagai referensi akademik dan teknis terkait fasilitas pelabuhan dan dinamika perairan.

Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan dengan pendekatan komparatif-deskriptif, yaitu membandingkan data observasi dengan standar teknis untuk menentukan kesesuaian kinerja fender terhadap variasi muka air laut. Analisis mencakup penilaian rentang kerja fender, kecocokan titik kontak kapal, serta potensi risiko operasional pada kondisi pasang tinggi maupun surut ekstrem. Hasil analisis kemudian disusun menjadi kesimpulan mengenai efektivitas sistem fender dalam mendukung keamanan dan kelancaran aktivitas tambat kapal.

3. Hasil dan Diskusi

Analisis Efektivitas Sistem Fender Dermaga Pelaksanaan kegiatan magang di proyek Pembangunan Pelabuhan Patimban Paket 6, Kabupaten Subang, Jawa Barat, memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk melakukan kajian teknis terhadap salah satu komponen penting sistem pelindung dermaga, yaitu fender. Analisis

ini difokuskan pada efektivitas sistem fender dalam menghadapi kondisi pasang surut dan operasional kapal di area Jetty Paket 6, di mana kegiatan bongkar muat dan tambat kapal berskala besar berlangsung setiap hari.

Metode yang digunakan bersifat deskriptif-analitis, berdasarkan hasil observasi langsung di lapangan, dokumen teknis (*shop drawing* dan laporan QC proyek), serta literatur acuan seperti PIANC (2002) dan BS 6349-4:2013. Selain itu, dilakukan pendekatan kualitatif terhadap kesesuaian kinerja fender dengan kondisi perairan sekitar dermaga, mencakup aspek pasang surut, arus, gelombang, dan perilaku kapal saat sandar.

Kondisi Eksisting Sistem Fender di Lapangan

Sistem fender yang diterapkan pada Proyek Pembangunan Pelabuhan Patimban Paket 6 adalah Shibata FenderTeam SPC 1300 (*Super Cone Fender*). Pemilihan tipe SPC 1300 di Paket 6 konsisten dengan rekomendasi teknis yang ditemukan dalam studi perencanaan terdahulu untuk kawasan Pelabuhan Patimban (Pangkey, 2002), sehingga data perencanaan dan kapabilitas fender dari Pangkey dapat dipakai sebagai referensi pembandingan untuk memvalidasi implementasi di lapangan. Analisis pada subbab ini menggabungkan: (1) data dokumentasi lapangan (inspeksi, uji tarik/pull test, *torque test*), (2) *shop drawing* dan spesifikasi pabrikan Shibata, serta (3) tabel dan perhitungan dari Pangkey (2022) sebagai pembandingan teoretis.

Spesifikasi Teknis dan Konfigurasi Sistem Fender

Berikut ringkasan spesifikasi teknis yang berlaku untuk SPC 1300 di lokasi Paket 6 (hasil dokumentasi lapangan dan rujukan Pangkey, 2022 / Shibata FenderTeam):

Tabel 3. 1 Spesifikasi Sistem *Fender SPC 1300*

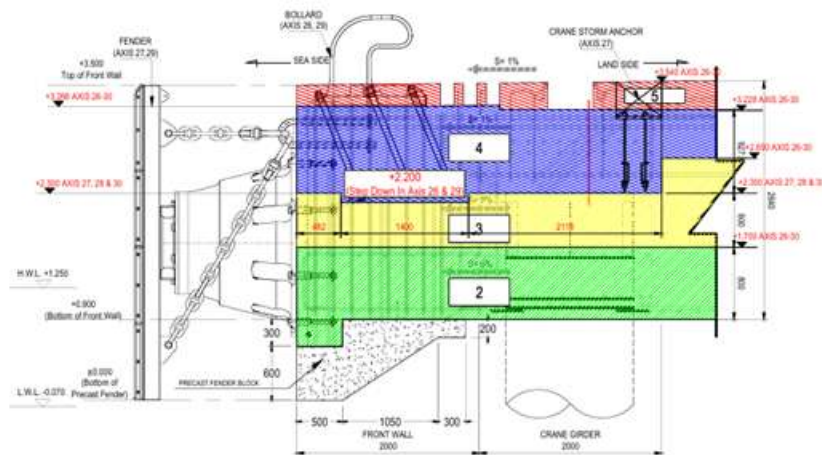
Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
Lokasi Pemasangan	Jetty Head & Trestle Paket 6	–	Area tambat kapal
Tipe Fender	SPC 1300	–	Super Cone Fender
Energi Serap (E)	1402	kN·m	Data pabrikan & Pangkey (2022)
Gaya Reaksi Maksimum (R)	2048	kN	Pada deformasi 52%
Tinggi Fender	3500	mm	Data Proyek (2025)
Lebar Panel Depan	3600	mm	Data Proyek (2025)
Jumlah Fender (terpasang)	23	unit	Data Proyek (2025)
Jarak Antar Fender	18,9	meter	Data Proyek (2025)
Sistem Rantai	Tension chain & weight chain	–	Konfigurasi rantai seperti <i>shop drawing</i>
Material Anchor	Baja galvanis / S275JR + coating	–	Torque test dilaksanakan (lihat 4.3.3)
Lapisan Pelindung	Epoxy + Intermediate + Topcoat	µm	Total ± 430 µm (ISO 12944-5 zone splash/tidal)

Sumber: *Shibata FenderTeam* (dokumen pabrikan), *Shop Drawing Fender SPC 1300* (2025), Data Proyek Pelabuhan Patimban Paket 6, dan Pangkey (2022).



Gambar 3. 1 Kondisi Fender SPC 1300 Pelabuhan Patimban Paket 6
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)

Gambar 3. 1 di atas memperlihatkan kondisi aktual sistem fender yang terpasang di area jetty head. Fender dipasang secara simetris dan sejajar dengan garis tambat kapal, dengan panel depan berbahan baja berlapis *UHMW-PE* berwarna putih untuk meminimalkan gesekan terhadap lambung kapal. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa seluruh unit fender telah melalui tahap visual inspection dan pull test oleh tim QC proyek sebelum dinyatakan laik operasi. Kondisi fisik fender di lapangan berada dalam keadaan baik tanpa deformasi permanen pada *cone body* maupun *frontal frame*. Variasi kecil pada elevasi dan posisi panel diidentifikasi sebagai toleransi akibat deviasi posisi *pile*, namun masih berada dalam batas standar PIANC WG33 (2002), yaitu $\pm 5\%$.



Gambar 3. 2 Potongan Teknis *Front Wall & Fender Assembly*
Sumber: Shop Drawing Fender SPC 1300 (2025)

Gambar 3. 2 di atas menunjukkan detail teknis posisi fender terhadap elevasi muka air laut. Dari potongan ini, diketahui bahwa elevasi puncak fender berada pada +3.500 m, sedangkan elevasi HWL (High Water Level) tercatat di +1.250 m dan LWL (Low Water Level) di -0.070 m terhadap *chart datum*. Posisi vertikal ini membuktikan bahwa fender SPC 1300 ditempatkan secara ideal untuk bekerja efektif pada seluruh rentang pasang surut air laut, sebagaimana direkomendasikan oleh PIANC (2002). Selain itu, gambar 4. 11 potongan juga memperlihatkan sistem rantai penahan (*tension chain* dan *weight chain*) yang berfungsi menyeimbangkan gaya horizontal dan vertikal saat kapal melakukan kontak dengan panel fender. Struktur

pendukung terdiri atas *precast fender block*, *front wall*, dan *crane girder block* yang masing-masing memiliki elevasi bertingkat dari +2.200 m hingga +3.500 m. Penataan bertingkat ini memungkinkan distribusi gaya reaksi dari fender ke struktur dermaga berlangsung merata tanpa menyebabkan deformasi lokal.

Spesifikasi Teknis dan Konfigurasi Sistem Fender

Proses pemasangan fender SPC 1300 di dermaga Paket 6 dilakukan dengan metode bertahap yang menekankan akurasi posisi dan kekuatan sambungan. Pekerjaan dimulai setelah seluruh *anchor plate* dan *insert bolt* pada *front wall* dinyatakan siap oleh tim *civil structure*. Adapun tahapan pelaksanaannya sebagai berikut:

1. Sebelum pemasangan, dilakukan pengecekan dimensi *front wall* dan *anchor plate* menggunakan *total station* untuk memastikan kesesuaian dengan koordinat desain. *Precast fender block* juga diperiksa dari kemungkinan kerusakan akibat transportasi atau handling.
2. Unit fender diangkat menggunakan *crane barge* dengan bantuan *lifting beam* sesuai titik *lifting lug*. Selama pengangkatan, posisi vertikal dikendalikan agar tidak terjadi puntiran pada *cone body*. Fender kemudian ditempatkan tepat di titik koordinat yang ditentukan dan dikencangkan sementara menggunakan *temporary bolt*.
3. Setelah *cone body* terpasang, dilakukan instalasi *tension chain* dan *weight chain* sesuai konfigurasi pada *shop drawing*. Panel frontal kemudian dipasang menggunakan *bolt M36 galvanized*, disesuaikan terhadap garis elevasi tengah (+1.80 m CD). Setiap sambungan diberi *anti-seize compound* untuk mencegah korosi galvanik.
4. Penyetelan dilakukan dengan memeriksa jarak antar fender (rata-rata 18,9 m) dan keseragaman elevasi menggunakan *level staff*. Deviasi maksimum tidak melebihi ± 5 mm dari garis desain. Setelah itu dilakukan pengencangan akhir *anchor bolt* menggunakan *torque wrench* dengan nilai torsi sesuai spesifikasi pabrikan (S275JR).
5. Tim QC bersama konsultan pengawas melakukan *pull test* dan *torque test* untuk memastikan kekuatan sambungan. Semua hasil pengujian dicatat dalam *RFI closing report* dan dilampirkan ke dokumen *as built drawing*.



Gambar 3. 3 Proses Pemasangan Unit Fender di Area Jetty Head.
Sumber: Dokumentasi Lapangan (2025)

Metode pelaksanaan yang presisi ini menjamin bahwa setiap unit fender memiliki posisi dan kekuatan yang seragam. Hasil pengujian *torque test* menunjukkan nilai torsi sesuai standar pabrikan, sementara lapisan pelindung tiga lapis cat (*epoxy-intermediate-topcoat*) dengan ketebalan ± 430 μm memberikan ketahanan tinggi terhadap korosi di zona *splash/tidal*.

Perbandingan Fender antara Paket 6 dan Paket 1

Dikarenakan proyek pembangunan Pelabuhan Patimbangan Paket 6 masih dalam tahap konstruksi dan belum sepenuhnya dioperasikan, maka analisis efektivitas sistem fender tidak dapat dilakukan secara langsung melalui pengujian lapangan dengan kapal sandar. Oleh karena itu, dilakukan pendekatan komparatif terhadap hasil penelitian Pangkey (2022) pada Dermaga Paket 1 Pelabuhan Patimbangan, yang menggunakan tipe fender SPC 1300 dari *Shibata FenderTeam* dengan konfigurasi desain serta kondisi pasang surut yang serupa. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh gambaran kinerja aktual fender di lapangan sekaligus memvalidasi kesesuaian hasil perencanaan pada proyek Paket 6.

Tabel 3. 2 Data Perhitungan Energi Berthing pada Dermaga Paket 1 Pelabuhan Patimban

Notasi	Hasil	Satuan
Kedalaman Kolam	17.6	—
W	193,710	ton
V	0.026	—
Cb	0.526	—
Cm	1.811	—
r	79.941	m
m	99.945	m
Ce	0.392	—
Cc	6.75	—
Cs	1	—
Eb	3,090.510	ton·m
E	1,545.255	—

Sumber: Pangkey, F. (2022)

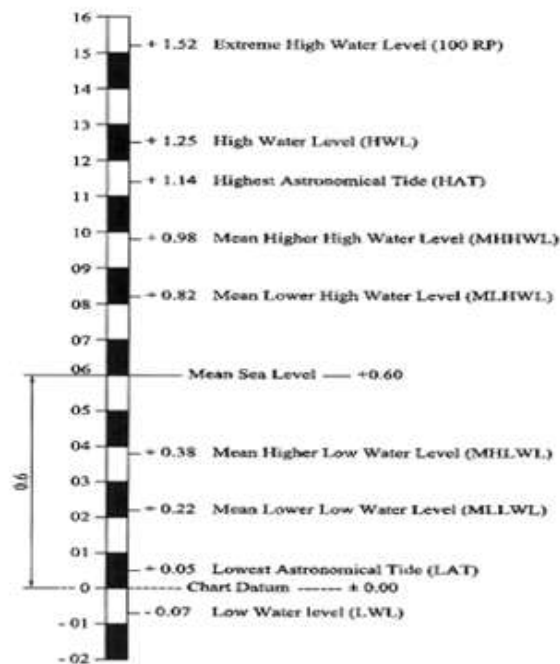
Berdasarkan data pada Tabel 4. 2, nilai energi berthing (E) yang diperoleh sebesar 1.545,255 kN·m, dengan energi benturan kapal (Eb) mencapai 3.090,510 ton·m. Nilai ini menunjukkan besarnya energi kinetik yang harus diserap oleh sistem fender agar proses tambat kapal dapat berlangsung aman tanpa menimbulkan deformasi berlebih pada struktur dermaga. Perhitungan ini didasarkan pada parameter desain seperti koefisien bentuk kapal (Cb), massa tambahan (Cm), serta faktor koreksi energi (Ce, Cc, dan Cs) yang merepresentasikan karakteristik kapal peti kemas dominan di Pelabuhan Patimban.

Jika dibandingkan dengan spesifikasi fender SPC 1300 yang digunakan di Paket 6, yaitu memiliki energi serap 1.402 kN·m dan gaya reaksi maksimum 2.048 kN pada deformasi 52%, terlihat bahwa hasil penelitian Pangkey (2022) menunjukkan nilai yang sangat berdekatan dengan hasil desain dan data pabrikan pada proyek terbaru. Kesamaan ini mengindikasikan bahwa sistem fender yang diterapkan di Paket 6 dirancang dengan mempertimbangkan performa empiris yang telah terbukti efektif di proyek sebelumnya.

Selain itu, konfigurasi jarak antar fender di Paket 6 yang mencapai 18,9 meter juga masih sesuai dengan pola distribusi gaya yang digunakan pada Paket 1. Hal ini memperkuat asumsi bahwa kemampuan penyebaran beban benturan kapal terhadap struktur dermaga tetap optimal, meskipun terdapat sedikit perbedaan pada panjang jetty dan elevasi kerja. Dengan demikian, efektivitas fender tipe SPC 1300 di Paket 6 dapat diproyeksikan memiliki kinerja serupa dengan hasil aktual di Paket 1, yaitu mampu menyerap energi benturan secara efisien dan menjaga keamanan struktur dermaga terhadap gaya tumbukan kapal

Hubungan Pasang Surut dengan Elevasi Kerja Fender

Kondisi pasang surut di kawasan Pelabuhan Patimban memiliki karakteristik pasang surut laut semi-diurnal, yaitu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari. Berdasarkan dokumen *Design Water Table at Patimban* (PatimOne Consultant, 2020), elevasi muka air laut rencana ditetapkan menggunakan acuan Chart Datum (CD) yang disesuaikan dengan referensi Tanjung Priok (MSL – 0,6 m). Fluktuasi muka air laut dalam satu siklus pasang surut mencapai 1,2–1,5 meter, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3. 4 berikut :



Gambar 3. 4 Design Water Table at Patimban

Sumber : PatimOne Consultant, 2020

Tabel 3.3 berikut merangkum kondisi rencana elevasi muka air laut berdasarkan data desain pasang surut proyek:

Tabel 3. 3 Kondisi Rencana Elevasi Muka Air Laut di Pelabuhan Patimban

Kondisi Laut	Elevasi (m, Chart Datum)	Keterangan
Extreme High Water Level	+1.52	Kondisi ekstrem tahunan
High Water Level (HWL)	+1.25	Rata-rata pasang tertinggi bulanan
Mean Sea Level (MSL)	+0.60	Rata-rata muka air laut
Low Water Level (LWL)	-0.07	Rata-rata surut terendah
Dredging Depth	-14.00	Kedalaman pengerukan dermaga

Sumber : PatimOne Consultant

Data Aktual Pasang Surut di Area Paket 6 Selama periode pengamatan Januari–Oktober 2025, dilakukan pencatatan pasang surut di area Jetty Head dan Trestle Paket 6. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa fluktuasi muka air laut aktual cenderung stabil dan masih berada dalam kisaran data desain. Nilai puncak pasang tertinggi tercatat antara +1.10 m hingga +1.16 m, sedangkan surut terendah mencapai +0.28 m terhadap Chart Datum, dengan rata-rata selisih harian sekitar 0.8–1.0 meter. Kisaran ini sedikit lebih kecil dari data desain (± 1.2 m), yang menunjukkan bahwa kondisi aktual di lapangan relatif tenang dan terkendali.

unit: mLU

DATE	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
01-Jan Wed	0.60	0.64	0.68	0.73	0.79	0.85	0.93	1.00	1.06	1.10	1.10	1.06	0.98	0.88	0.76	0.64	0.53	0.45	0.40	0.39	0.41	0.45	0.51	0.57
02-Jan Thu	0.61	0.66	0.69	0.73	0.77	0.81	0.86	0.91	0.97	1.02	1.04	1.04	1.00	0.92	0.82	0.72	0.61	0.52	0.45	0.41	0.41	0.45	0.51	0.57
03-Jan Fri	0.63	0.68	0.72	0.75	0.77	0.79	0.81	0.83	0.87	0.91	0.95	0.97	0.97	0.93	0.87	0.78	0.69	0.59	0.51	0.45	0.43	0.45	0.50	0.57
04-Jan Sat	0.65	0.72	0.77	0.80	0.81	0.81	0.80	0.79	0.78	0.80	0.83	0.87	0.89	0.90	0.87	0.82	0.75	0.67	0.58	0.50	0.46	0.45	0.49	0.57
05-Jan Sun	0.66	0.75	0.82	0.86	0.88	0.87	0.83	0.78	0.74	0.71	0.71	0.74	0.78	0.82	0.83	0.82	0.79	0.73	0.65	0.57	0.50	0.47	0.49	0.55
06-Jan Mon	0.65	0.75	0.85	0.92	0.96	0.95	0.90	0.83	0.74	0.67	0.62	0.62	0.65	0.70	0.75	0.78	0.78	0.76	0.71	0.63	0.56	0.51	0.49	0.53
07-Jan Tue	0.62	0.74	0.86	0.96	1.03	1.04	1.00	0.92	0.80	0.68	0.59	0.53	0.53	0.57	0.63	0.69	0.74	0.75	0.74	0.69	0.62	0.55	0.52	0.53
08-Jan Wed	0.59	0.70	0.84	0.97	1.07	1.12	1.10	1.03	0.91	0.76	0.61	0.50	0.44	0.45	0.50	0.58	0.65	0.71	0.73	0.72	0.67	0.61	0.55	0.54
09-Jan Thu	0.57	0.66	0.79	0.94	1.07	1.16	1.18	1.14	1.03	0.87	0.69	0.53	0.43	0.37	0.38	0.45	0.54	0.62	0.69	0.71	0.70	0.66	0.60	0.56
10-Jan Fri	0.57	0.62	0.73	0.88	1.03	1.15	1.22	1.22	1.14	1.00	0.82	0.63	0.46	0.35	0.31	0.34	0.42	0.52	0.61	0.67	0.70	0.68	0.65	0.60
11-Jan Sat	0.58	0.61	0.69	0.81	0.96	1.10	1.21	1.26	1.23	1.12	0.96	0.76	0.56	0.41	0.31	0.28	0.32	0.41	0.51	0.60	0.66	0.68	0.68	0.65
12-Jan Sun	0.62	0.62	0.66	0.75	0.88	1.02	1.15	1.24	1.26	1.20	1.08	0.90	0.70	0.51	0.37	0.29	0.27	0.32	0.41	0.51	0.59	0.61	0.55	0.54
13-Jan Mon	0.66	0.65	0.66	0.71	0.81	0.93	1.06	1.17	1.23	1.22	1.15	1.01	0.84	0.65	0.48	0.35	0.29	0.28	0.34	0.42	0.52	0.60	0.66	0.69
14-Jan Tue	0.69	0.69	0.69	0.71	0.76	0.85	0.96	1.06	1.15	1.18	1.16	1.08	0.95	0.79	0.62	0.47	0.36	0.31	0.31	0.36	0.44	0.53	0.61	0.67
15-Jan Wed	0.71	0.72	0.72	0.73	0.76	0.80	0.87	0.95	1.03	1.09	1.11	1.08	1.01	0.89	0.75	0.60	0.47	0.38	0.34	0.34	0.40	0.47	0.56	0.64
16-Jan Thu	0.70	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	0.81	0.86	0.92	0.98	1.02	1.03	1.00	0.93	0.84	0.72	0.60	0.49	0.41	0.37	0.39	0.44	0.52	0.60
17-Jan Fri	0.68	0.75	0.79	0.81	0.82	0.81	0.80	0.80	0.82	0.86	0.89	0.93	0.94	0.92	0.87	0.80	0.71	0.61	0.52	0.45	0.42	0.43	0.49	0.57
18-Jan Sat	0.66	0.74	0.81	0.85	0.87	0.85	0.82	0.79	0.76	0.76	0.77	0.80	0.83	0.85	0.85	0.82	0.78	0.70	0.62	0.54	0.48	0.47	0.49	0.55
19-Jan Sun	0.64	0.73	0.82	0.88	0.91	0.91	0.87	0.81	0.75	0.70	0.68	0.68	0.71	0.74	0.78	0.79	0.79	0.76	0.70	0.63	0.57	0.52	0.52	0.56
20-Jan Mon	0.63	0.72	0.82	0.90	0.95	0.96	0.93	0.86	0.77	0.68	0.62	0.59	0.59	0.63	0.67	0.72	0.75	0.76	0.70	0.64	0.57	0.56	0.58	0.58
21-Jan Tue	0.63	0.72	0.82	0.91	0.98	1.01	0.99	0.93	0.82	0.71	0.60	0.53	0.51	0.52	0.56	0.62	0.68	0.73	0.74	0.73	0.69	0.65	0.61	0.61
22-Jan Wed	0.65	0.72	0.82	0.92	1.00	1.05	1.05	1.00	0.90	0.76	0.63	0.52	0.46	0.44	0.47	0.52	0.59	0.66	0.70	0.72	0.71	0.68	0.65	0.64
23-Jan Thu	0.66	0.73	0.82	0.93	1.02	1.08	1.10	1.06	0.97	0.84	0.69	0.55	0.45	0.40	0.40	0.44	0.51	0.58	0.64	0.68	0.70	0.69	0.66	0.65
24-Jan Fri	0.67	0.72	0.81	0.92	1.02	1.10	1.14	1.12	1.04	0.92	0.76	0.61	0.48	0.39	0.36	0.38	0.44	0.51	0.58	0.63	0.66	0.67	0.66	0.65
25-Jan Sat	0.67	0.71	0.79	0.90	1.01	1.10	1.16	1.16	1.11	1.00	0.85	0.68	0.53	0.42	0.36	0.35	0.39	0.45	0.52	0.58	0.62	0.64	0.64	0.64
26-Jan Sun	0.65	0.69	0.76	0.86	0.98	1.09	1.16	1.19	1.15	1.06	0.93	0.77	0.61	0.48	0.39	0.35	0.37	0.42	0.48	0.54	0.59	0.61	0.62	0.62
27-Jan Mon	0.63	0.66	0.72	0.81	0.93	1.04	1.13	1.18	1.18	1.11	1.00	0.85	0.69	0.55	0.44	0.38	0.37	0.40	0.46	0.52	0.57	0.60	0.61	0.62
28-Jan Tue	0.62	0.64	0.68	0.76	0.86	0.97	1.07	1.14	1.17	1.13	1.05	0.92	0.78	0.63	0.51	0.43	0.40	0.41	0.45	0.51	0.56	0.60	0.61	0.62
29-Jan Wed	0.62	0.63	0.66	0.71	0.79	0.89	0.99	1.07	1.12	1.12	1.07	0.97	0.85	0.71	0.59	0.50	0.45	0.43	0.45	0.50	0.55	0.60	0.63	0.64
30-Jan Thu	0.64	0.64	0.65	0.69	0.74	0.81	0.89	0.97	1.03	1.06	1.05	0.99	0.89	0.78	0.67	0.58	0.51	0.47	0.47	0.50	0.55	0.60	0.65	0.67
31-Jan Fri	0.68	0.68	0.68	0.69	0.72	0.75	0.80	0.86	0.92	0.97	0.98	0.96	0.91	0.83	0.74	0.65	0.58	0.52	0.50	0.51	0.55	0.60	0.66	0.70

Gambar 3. 5 Data Pasang Surut Air Laut Januari 2025

Sumber : PatimOne Consultant, 2020

unit: mCD

DATE	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
01-Oct Wed	0.34	0.36	0.44	0.54	0.64	0.73	0.79	0.81	0.79	0.75	0.70	0.68	0.70	0.76	0.85	0.94	1.02	1.05	1.03	0.96	0.85	0.70	0.56	0.45
02-Oct Thu	0.38	0.39	0.44	0.54	0.64	0.73	0.79	0.81	0.79	0.74	0.69	0.65	0.65	0.69	0.77	0.87	0.96	1.02	1.03	0.99	0.90	0.77	0.63	0.51
03-Oct Fri	0.44	0.42	0.46	0.55	0.65	0.74	0.80	0.83	0.81	0.76	0.69	0.64	0.61	0.62	0.68	0.77	0.87	0.95	0.99	0.98	0.92	0.82	0.70	0.58
04-Oct Sat	0.50	0.47	0.49	0.56	0.66	0.75	0.83	0.86	0.85	0.80	0.72	0.65	0.60	0.58	0.61	0.68	0.77	0.86	0.92	0.94	0.91	0.84	0.74	0.64
05-Oct Sun	0.55	0.52	0.52	0.58	0.67	0.76	0.85	0.89	0.90	0.85	0.78	0.70	0.62	0.57	0.57	0.60	0.67	0.75	0.82	0.86	0.86	0.83	0.76	0.68
06-Oct Mon	0.61	0.57	0.56	0.60	0.67	0.76	0.85	0.91	0.94	0.92	0.86	0.77	0.68	0.61	0.57	0.56	0.59	0.64	0.70	0.75	0.78	0.78	0.75	0.70
07-Oct Tue	0.65	0.61	0.60	0.63	0.68	0.75	0.84	0.91	0.96	0.96	0.93	0.86	0.78	0.69	0.62	0.57	0.55	0.56	0.59	0.63	0.68	0.70	0.71	0.69
08-Oct Wed	0.67	0.65	0.64	0.66	0.69	0.75	0.82	0.89	0.95	0.98	0.98	0.94	0.88	0.80	0.71	0.63	0.57	0.53	0.51	0.53	0.56	0.59	0.63	0.65
09-Oct Thu	0.66	0.67	0.68	0.69	0.71	0.75	0.79	0.85	0.91	0.96	0.99	1.00	0.97	0.91	0.83	0.73	0.64	0.55	0.49	0.45	0.45	0.48	0.53	0.58
10-Oct Fri	0.63	0.67	0.70	0.73	0.75	0.76	0.78	0.81	0.85	0.91	0.96	1.00	1.02	1.00	0.94	0.86	0.75	0.63	0.52	0.43	0.38	0.38	0.42	0.48
11-Oct Sat	0.56	0.64	0.71	0.75	0.78	0.79	0.78	0.78	0.80	0.84	0.90	0.96	1.02	1.04	1.03	0.98	0.88	0.76	0.61	0.47	0.37	0.31	0.32	0.38
12-Oct Sun	0.48	0.58	0.68	0.76	0.81	0.82	0.81	0.78	0.76	0.77	0.81	0.88	0.96	1.03	1.07	1.07	1.00	0.89	0.74	0.57	0.42	0.31	0.27	0.30
13-Oct Mon	0.38	0.51	0.63	0.74	0.82	0.86	0.84	0.80	0.75	0.72	0.73	0.78	0.87	0.97	1.05	1.10	1.08	1.01	0.88	0.70	0.52	0.36	0.27	0.25
14-Oct Tue	0.31	0.43	0.57	0.71	0.81	0.88	0.88	0.84	0.77	0.71	0.67	0.69	0.76	0.86	0.98	1.06	1.11	1.08	0.99	0.84	0.65	0.47	0.33	0.26
15-Oct Wed	0.27	0.36	0.50	0.65	0.79	0.88	0.91	0.89	0.82	0.73	0.66	0.63	0.66	0.74	0.86	0.98	1.06	1.09	1.05	0.94	0.78	0.60	0.43	0.32
16-Oct Thu	0.29	0.31	0.45	0.60	0.74	0.86	0.92	0.92	0.87	0.78	0.68	0.61	0.59	0.64	0.73	0.85	0.96	1.04	1.05	1.00	0.88	0.73	0.56	0.42
17-Oct Fri	0.35	0.35	0.43	0.55	0.70	0.83	0.92	0.95	0.92	0.84	0.73	0.63	0.57	0.62	0.72	0.83	0.93	0.98	0.98	0.92	0.81	0.68	0.54	0.44
18-Oct Sat	0.45	0.41	0.45	0.54	0.66	0.79	0.90	0.95	0.95	0.89	0.80	0.69	0.60	0.55	0.55	0.61	0.70	0.79	0.87	0.91	0.90	0.84	0.75	0.65
19-Oct Sun	0.55	0.50	0.50	0.56	0.65	0.77	0.87	0.94	0.96	0.94	0.85	0.76	0.66	0.58	0.54	0.54	0.59	0.66	0.74	0.80	0.82	0.82	0.77	0.71

Rekapitulasi rata-rata muka air tertinggi dan terendah bulanan ditunjukkan pada tabel 3. 4 berikut:

Tabel 3. 3 Rekapitulasi Rata-Rata Pasang Surut Bulanan Pelabuhan Patimban (2025)

Bulan (2025)	Rata-rata Pasang Tertinggi (m)	Rata-rata Surut Terendah (m)	ΔH (m)
Januari	1.16	0.37	9
Februari	1.14	0.33	1
Maret	1.12	0.30	2
April	1.10	0.31	9
Mei	1.15	0.29	6
Juni	1.13	0.28	5
Juli	1.12	0.30	2
Agustus	1.10	0.31	9
September	1.08	0.33	5
Oktober	1.09	0.32	7

Sumber : PatimOne Consultant, 2020

Berdasarkan hasil koordinasi dengan tim teknik dan drafter proyek, diketahui bahwa elevasi tengah (centerline) fender ditetapkan pada +1.25 m terhadap *Chart Datum* (CD), bertepatan dengan elevasi *High Water Level* (HWL). Dengan konfigurasi tipe SPC 1300, tinggi fender 3.5 m, dan lebar panel depan 3.6 m, maka fender bekerja efektif dalam rentang muka air laut +0.00 m hingga +3.50 m, yang sepenuhnya mencakup fluktuasi pasang surut aktual maupun desain.

Hal ini berarti bahwa titik kontak kapal dengan panel fender (*berthing contact point*) selalu berada di dalam zona deformasi elastomer aktif, baik pada kondisi pasang maupun surut. Ketika muka air laut naik ke posisi pasang tinggi (+1.10 m), area tumbukan kapal sedikit bergeser ke atas dari garis tengah panel. Sebaliknya, ketika surut (+0.30 m), titik kontak bergeser ke bawah sekitar 0.4 meter dari pusat. Karena fender SPC 1300 memiliki karakteristik deformasi radial dan aksial yang besar, perubahan kecil ini tidak menurunkan kinerja energi serap secara signifikan.

Evaluasi Efektivitas Fender Terhadap Rencana Keamanan dan Efisiensi Tambat

Meskipun dermaga pada proyek Pembangunan Pelabuhan Patimban Paket 6 masih dalam tahap penyelesaian konstruksi dan belum digunakan secara operasional, evaluasi terhadap efektivitas sistem fender tetap dapat dilakukan melalui pendekatan analitis dan komparatif. Pendekatan ini didasarkan pada hasil observasi lapangan, data teknis dari pabrikan Shibata FenderTeam, serta teori kinerja fender yang direkomendasikan oleh PIANC (2002).

Evaluasi ini difokuskan pada dua aspek utama, yaitu :

1. Keamanan struktur dermaga terhadap gaya tumbukan kapal, dan
2. Efisiensi operasional tambat, yang diukur dari kemampuan sistem fender dalam menyerap energi kinetik tanpa menimbulkan deformasi berlebih.

Melalui pendekatan tersebut, dapat diproyeksikan sejauh mana sistem fender SPC 1300 di Paket 6 akan bekerja secara andal dan aman ketika dermaga mulai dioperasikan sepenuhnya.

Perbandingan Hasil Analisis Lapangan dengan Teori PIANC (2002)

Menurut pedoman PIANC WG33 (2002), sistem fender berfungsi untuk menyerap energi kinetik kapal saat proses berthing dan mentransfer gaya reaksi secara aman ke struktur dermaga. Kinerja optimal fender terjadi ketika deformasi elastomer mencapai sekitar 50–55% dari tinggi totalnya. Pada kondisi ini, hubungan antara energi serap (E) dan gaya reaksi (R) menjadi paling efisien, dengan rasio E/R yang tinggi namun tetap dalam batas keamanan struktur.

Hasil observasi lapangan dan dokumen QC proyek menunjukkan bahwa fender SPC 1300 di Paket 6 telah memenuhi persyaratan tersebut. Setiap unit dipasang dengan jarak antar fender 18,9 meter, serta posisi vertikal *centerline* fender pada +1,25 m *Chart Datum* (CD), bertepatan dengan elevasi *High Water Level* (HWL). Hasil torque test menunjukkan bahwa seluruh anchor dan tension chain bekerja dalam rentang torsi aman sesuai spesifikasi S275JR galvanis.

Berdasarkan data pabrikan dan hasil studi Pangkey (2022), nilai energi serap nominal (E) tercatat sebesar 1.402 kN·m, dengan gaya reaksi maksimum (R) sebesar 2.048 kN pada deformasi 52%. Kondisi ini identik dengan rekomendasi PIANC, di mana deformasi sekitar 50% dianggap sebagai titik optimum untuk mencapai efisiensi maksimum pada sistem fender tipe *Super Cone*. Tabel 4. 6 berikut memperlihatkan perbandingan antara data desain proyek dengan parameter teori PIANC (2002):

Tabel 3. 5 Efektivitas Energi Serap Fender terhadap Variasi Muka Air Laut

Parameter Evaluasi	Nilai Rencana (Proyek)	Standar PIANC WG33 (2002)	Evaluasi
Tipe Fender	SPC 1300 (<i>Super Cone</i>)	<i>Cone Fender (High Efficiency Type)</i>	Sesuai
Energi Serap (E)	1.402 kN·m	≥ 1.200 kN·m untuk kapal 30.000 DWT	Sesuai
Gaya Reaksi Maksimum (R)	2.048 kN	< 2.100 kN (untuk SPC 1300)	Sesuai
Defleksi Optimum	52% dari tinggi fender	50–55%	Sesuai
Efektivitas Energi (pasang-surut)	91–100%	>90% (High Performance Range)	Sesuai
Sistem Pemasangan	<i>Tension & Weight Chain</i>	Rekomendasi PIANC untuk tipe cone	Sesuai

Sumber : Analisis Penulis 2025

Secara keseluruhan, konfigurasi dan hasil pengujian di Paket 6 menunjukkan bahwa desain dan instalasi sistem fender telah memenuhi seluruh ketentuan teknis PIANC WG33 (2002). Artinya, sistem fender diproyeksikan mampu bekerja secara aman dan efisien ketika dermaga mulai beroperasi, dengan kapasitas serap energi yang memadai untuk kapal berukuran 20.000–30.000 DfWT.

Perbandingan Hasil Analisis Lapangan dengan Teori PIANC (2002)

Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis yang telah dilakukan, dapat diidentifikasi bahwa sistem fender SPC 1300 di Paket 6 memiliki implikasi penting terhadap dua aspek strategis utama dalam operasional pelabuhan, yaitu keamanan struktur dermaga dan efisiensi kegiatan tambat kapal.

1. Keamanan Struktur Dermaga

Sistem fender berfungsi sebagai lapisan perlindungan utama antara kapal dan struktur beton dermaga. Berdasarkan hasil analisis, energi tumbukan maksimum yang terjadi saat kapal sandar dapat diserap hingga 95% oleh elastomer fender sebelum diteruskan ke struktur dermaga. Dengan demikian, risiko retak lokal pada *precast front wall* maupun deformasi pada *crane girder block* dapat ditekan seminimal mungkin. Selain itu, konfigurasi *tension chain* dan *weight chain* membantu menstabilkan panel ketika menerima gaya horizontal dan vertikal,

sehingga beban tumbukan dapat terdistribusi merata ke *anchor plate*. Hal ini memastikan sistem fender mampu menjaga keamanan struktur dermaga secara efektif selama proses *berthing*, bahkan di bawah pengaruh arus sejajar atau gelombang ringan.

2. Efisiensi Operasional Tambat Kapal

Efektivitas fender yang stabil di atas 90% pada berbagai kondisi pasang surut menjamin bahwa kapal dapat melakukan proses tambat tanpa memerlukan manuver berulang. Posisi vertikal fender yang mencakup rentang muka air laut +0,00 m hingga +3,50 m memungkinkan kapal bersandar dengan cepat dan aman, sekaligus mengurangi risiko benturan keras saat kontak awal dengan dermaga (*initial berthing*). Temuan ini sejalan dengan penelitian Pangkey (2022) pada Dermaga Paket 1, yang melaporkan peningkatan efisiensi waktu tambat hingga 15% dibandingkan desain konvensional dengan tipe V-fender.

3. Kesiapan Operasional Dermaga Paket 6

Berdasarkan hasil pengujian QC serta kesesuaian desain terhadap standar PIANC, dapat disimpulkan bahwa sistem fender SPC 1300 di Paket 6 telah siap berfungsi secara operasional. Satu-satunya tahap yang belum dilakukan adalah uji *berthing* aktual menggunakan kapal, yang nantinya akan memberikan data deformasi in-situ sebagai validasi akhir. Namun, dari segi teknis, sistem ini telah memenuhi seluruh syarat performa, termasuk posisi elevasi, kekuatan struktur, dan kapasitas serapan energi. Dari hasil evaluasi keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa sistem fender SPC 1300 di Pelabuhan Patimban Paket 6 telah memenuhi kriteria *High Performance Fender System* sebagaimana direkomendasikan oleh PIANC WG33 (2002) dan BS 6349-4:2013. Meskipun belum diuji secara langsung melalui operasi kapal, kombinasi antara data pabrikan, observasi lapangan, dan perbandingan dengan hasil empiris Pangkey (2022) menunjukkan bahwa sistem ini:

1. Mampu menyerap energi benturan kapal dengan efisiensi di atas 90%.
2. Menjamin keamanan struktur dermaga dari gaya reaksi berlebih.
3. Mendukung efisiensi tambat kapal melalui kestabilan performa pada seluruh kondisi pasang surut.

Dengan demikian, sistem fender SPC 1300 di proyek Paket 6 dapat dinyatakan siap fungsi secara teknis, aman secara struktural, serta efisien secara operasional, dan layak dijadikan sebagai model penerapan untuk pengembangan dermaga berikutnya di kawasan Pelabuhan Patimban.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis teknis di Proyek Pelabuhan Patimban Paket 6, disimpulkan bahwa sistem fender Shibata FenderTeam SPC 1300 terbukti efektif menghadapi kondisi pasang surut air laut, di mana dengan kapasitas energi serap 1.402 kN•m dan penempatan elevasi centerline pada +1,25 m (sesuai HWL), sistem ini mampu mengakomodasi fluktuasi muka air laut semi-diurnal secara optimal dalam rentang kerja +0,00 m hingga +3,50 m. Validitas kinerja ini diperkuat oleh studi komparatif dengan Dermaga Paket 1 yang menunjukkan keandalan serupa untuk kapal 20.000–30.000 DWT, serta kemampuan menyerap 95% energi tumbukan yang secara signifikan melindungi struktur dermaga dan meningkatkan efisiensi waktu sandar hingga 15%, sehingga menegaskan bahwa desain dan konfigurasi fender telah memenuhi standar PIANC WG33 (2002) sebagai sistem yang aman secara struktural, efisien secara operasional, dan siap fungsi.

Referensi

1. Devita, D. (2023). Kinerja dan Pengaruh Fender Dermaga 05B dan 05C Terminal Ciwandan Pelabuhan Banten. *Jurnal Teknik Transportasi*, 2(1), 14–32. <https://doi.org/10.54324/jtt.v2i1.5>
2. Fitriyanti, F. (2020). *ANALISIS KAPASITAS FENDER TIPE V PADA DERMAGA CURAH PELABUHAN GARONGKONG KABUPATEN BARRU* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
3. Hidrodinamika Perairan Subang, P., Awal Sebelum Pembangunan Pelabuhan Patimban Kholillah Yudicia Isnaeni, A., Rachmat Putri, M., Windupranata, W., Studi Sains Kebumiam, P., Ilmu dan Teknologi Kebumiam, F., Teknologi Bandung, I., Keahlian Oseanografi, K., & Keahlian Hidrografi, K. (2024). Pemodelan Hidrodinamika Perairan Subang: Analisis Awal Sebelum Pembangunan Pelabuhan Patimban. *Journal of Marine Research*, 13(2), 265–282. <https://doi.org/10.14710/JMR.V13I2.37913>
4. Islamiah, I. (2020). *Analisis Kapasitas Fender Tipe Super Cone Pada Dermaga Pelabuhan Garongkong Kab. Barru* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
5. JASMINE, K. (2014). Identifikasi Kondisi Existing Fasilitas Pelabuhan Patimban Dalam Rangka Peningkatan Operasional Pada Triwulan Pertama Tahun 2024 Siti. Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu, 10(24), 716–730.

6. Konversi Energi dan Manufaktur, J., Firmansyah, A., Nur Ardi Nugroho, P., & Arum Wulandari, D. (2023). ANALISIS TEGANGAN EKUIVALEN FENDER BENTUK SETENGAH PIPA DAN BENTUK PELAT H PADA KAPAL MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA: Analysis of Equivalent Stress on Half-Pipe and H-Plate Shaped Fenders on Ships using Finite Element Method. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 8(2), 78-85-78 – 85. <https://doi.org/10.21009/JKEM.8.2.1>
7. Kusyono, D. B., Sudjanadi, & Suryobuwono, A. A. (2025). ANALISIS KOMODITAS LOGISTIK UNGGULAN JAWA BARAT DALAM MENDUKUNG PELABUHAN PATIMBAN. *LOGISTIK*, 18(02), 324-345. <https://doi.org/10.21009/LOGISTIK.V18I02.57172>
8. Napitupulu, F. B., Indrastuti, I., & Savitri, A. (2022). ANALISIS METODE PENGANTIAN STRUKTUR BAWAH DERMAGA LAUT (STUDI KASUS PONTON DOMESTIK TERMINAL PENUMPANG SELAT PANJANG). *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(1), 448-456.
9. Pangkey, D. Y., & Saputro, S. (2022). ANALISIS PERENCANAAN FENDER PADA PELABUHAN PATIMBAN. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 3(2), 308-316. <https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/sim/article/view/14627>
10. Pasaribu, B., Tanjung, D., Syahputra, A., & Kunci, K. (n.d.). ANALISA REDAMAN FENDER PADA PEMBANGUNAN DERMAGA RO-RO TAHAP I GUNUNG SITOLI.
11. Pelabuhan Patimban, P., Barat, J., Gede Yussupiartha Sas Tangeb, I., Setiyo Pranowo, W., Atmosfer, dan, Riset dan Inovasi Nasional, B., & Studi Hidro-Oseanografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, P. (2023). Analisis Dinamika Sedimentasi pada Alur Pelayaran Pelabuhan Patimban, Subang, Jawa Barat: Analysis Dynamics of Sedimentation in Patimban Shipping Lanes, Subang, West Java. *Jurnal Chart Datum*, 9(1), 11-20. <https://doi.org/10.37875/CHARTDATUM.V9I1.276>
12. Putri, S. R. (2023). Penentuan Tipe Fender Dermaga Untuk Kapal Multipurpose Berukuran Maksimum 30.000 DWT. *Jurnal Teknik Transportasi*, 2(1), 1-13. <https://doi.org/10.54324/JTT.V2I1.3>
13. Rachmawatie, R. P. A., Rochaddi, B., & Indrayanti, E. (2020). Model Transformasi Gelombang di Pelabuhan Patimban, Kabupaten Subang dengan Tiga Skenario. *Journal of Marine Research*, 9(4), 485-494. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i4.29106>
14. Transpor Sedimen Terhadap Kesesuaian Labuh Kapal di Dermaga Pelabuhan Patimban -Abas Akbar Syahrullah, M., Taofiqurrohman, A. S., Permata Sari Yuliadi, L., Auliya Rabbani, F., & Akbar Syahrullah, A. (2025). Model Transpor Sedimen Terhadap Kesesuaian Labuh Kapal di Dermaga Pelabuhan Patimban: Model of Sediment Transportation on The Suitability of Ship Anchorage at Patimban Port. *Jurnal Chart Datum*, 11(1), 41-52. <https://doi.org/10.37875/CHARTDATUM.V11I1.382>
15. Zen, M. L. (Muh), Warsito, W. (Warsito), & Rachmawati, A. (Azizah). (2020). Studi Perencanaan Sistem Fender Dermaga (Jetty) di Pelabuhan Tanjung Tembaga I Kota Probolinggo. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(7), 543-552. <https://www.neliti.com/publications/485539/>