

**Prosiding Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis Ke-35
Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan.
“Smart Agriculture in Providing Food to Prevent Stunting”
Pangkep, 11 Oktober 2023**

Studi Desain Konstruksi Tambahan Fender Dermaga Pendidikan Politani Pangkep

**Study of Ancillary Construction Design for Pier Fenders at Pangkep Polytechnic
Education Dock**

Syatir Suaib¹ dan Irwan Gani¹

¹Program Studi Teknik Kelautan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan
Korespondensi : syatirsuaib2018@gmail.com

Abstrak

Salah satu faktor teknis yang mendukung keberhasilan dermaga pendidikan Politani Pangkep adalah faktor keamanan kapal saat bersandar. Keberadaan fender selama ini masih dirasa kurang efektif dalam meredam benturan kapal dengan dermaga. Oleh karena itu diperlukan konstruksi tambahan pada fender agar kapal dapat sandar dengan aman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui desain konstruksi tambahan fender yang bisa mengurangi pergerakan kapal saat sandar di dermaga pendidikan Politani. Hasil penelitian diharapkan bisa menjadi saran atau rekomendasi pada perbaikan konstruksi fender yang dibutuhkan di Dermaga Pendidikan Politani Pangkep. Konsep dasar yang dipakai adalah fender menyerap energi benturan antara kapal dan dermaga dan meneruskannya ke struktur dermaga. Gaya diteruskan ke dermaga dan fender mengalami defleksi dari 20% hingga 45%. Perhitungan tinggi gelombang dengan prosedur peramalan berlaku baik untuk kondisi fetch terbatas (*fetch limited condition*) maupun kondisi durasi terbatas (*duration limited condition*). Pengukuran arus dilakukan survey secara langsung di lokasi penelitian. Perhitungan energi benturan fender dilakukan pada saat kapal akan merapat, kapal akan membentur dermaga. Gaya yang ditimbulkan akibat benturan antara kapal dan dermaga dikenal dengan gaya berthing. Hasil penelitian terhadap rancangan/desain tambahan fender dermaga melalui tahapan menghitung besar energi benturan kapal sama dengan berat kapal ($W=115$ ton, Koefisien Blok Kapal ($C_b=0.634$ m, Energi benturan kapal ($E=0,0151$ tm) energi yang di absorption fender = 50 % $E = 0,008$ ton. Energi benturan ditentukan fender ban gajah tunggal sebanyak 2 buah pada setiap titik fender. Berdasarkan analisis data, penggunaan fender ban gajah tunggal GT Super 88 N mampu meredam tumbukan kapal latihan Politani dan cukup aman digunakan karena sifat elastisitas cukup tinggi

Kata Kunci: Desain, Konstruksi Tambahan, Fender Dermaga

Abstract

One of the technical factors that support the success of the Politani Pangkep education pier is the safety factor of the ship when leaning. The existence of fenders so far is still considered ineffective in reducing the impact of ships with docks. Therefore, additional construction is needed on the fender so that the ship can dock safely. This study aims to determine the design of additional fender construction that can reduce ship movement when berthing at the Politani education dock. The results of the study are expected to be a suggestion or recommendation on the improvement of fender construction needed at the Politani Pangkep Education Dock. The basic concept used is that the fender absorbs the impact energy between the ship and the dock and passes it on to the dock structure. The force is passed on to the pier and the fender deflects from 20% to 45%. Calculation of wave height by forecasting procedure is applicable for both fetch limited condition and duration limited condition. Current measurements were surveyed directly at the research site. Calculation of fender impact energy is done when the ship will dock, the ship will hit the pier. The force caused by the collision between the ship and the pier is known as the berthing force. The results of the research on the design / design of additional dock fenders through the stages of calculating the amount of ship impact energy equal to the weight of the ship ($W=115$ tonnes, Ship Block Coefficient ($C_b=0.634$ m, ship impact energy ($E=0.0151$ tm) energy absorption fender = 50% $E = 0.008$ tonnes. Impact energy is determined by a single elephant tyre fender of 2 pieces at each fender point. Based on data analysis, the use of single elephant tyre fenders GT Super 88 N is able to reduce the impact of the Politani training ship and is quite safe to use because the elasticity is quite high.

Keywords: Design, Ancillary Construction, Pier Fenders

PENDAHULUAN

Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene dan Kepulauan memiliki 3 (tiga) unit kapal latihan, ketiga kapal tersebut selama ini berlabuh di Pelabuhan Awerange Kabupaten Barru, yang berjarak sekitar 17 KM dari kampus Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene dan Kepulauan, kondisi tersebut menyebabkan pengamanan terhadap kapal menjadi memiliki kekurangan maksimal dan memerlukan biaya tambahan untuk petugas jaga malam disaat kapal berlabuh. Disamping hal tersebut di atas keberadaan dermaga pendidikan juga dibutuhkan dalam hal tempat praktikum mahasiswa tentang kepelabuhanan dan teknik kelautan dan serta merupakan sarana yang bisa ditata dengan prasarana lain disekitarnya seperti tambak, taman taman mangrove dan lain – lain supaya saling mendukung. Lokasi Dermaga Pendidikan Politani berhadapan langsung dengan Selat Makassar dan tidak ada pemecah gelombang alami didepan pantai sehingga gelombang yang menyusur ke pantai cukup tinggi dan membawa energi gelombang yang besar. Salah satu faktor teknis yang mendukung keberhasilan dermaga ini adalah faktor keamanan kapal saat bersandar. Keberadaan fender selama ini masih dirasa kurang efektif dalam meredam benturan kapal dengan dermaga. Oleh karena itu diperlukan konstruksi tambahan pada fender agar kapal dapat sandar dengan aman.

Metode

Asumsi Dasar

Perumusan persamaan yang dapat menghubungkan antara besaran-besaran terukur dengan besaran energi gelombang dilakukan dengan menggunakan asumsi dasar bahwa proses perambatan gelombang di permukaan laut terjadi karena adanya energi yang menggerakannya, yaitu energi kinetik dan energi potensial (Rahayu, 2000 dan Sorensen, 2006). Energi kinetik (E_k) merupakan gerak melingkar molekul air, sedangkan energi potensial (E_p) merupakan energi yang dihasilkan oleh pergerakan gelombang di atas muka laut. Energi potensial tidak hanya terpusat pada satu titik, tetapi menyebar pada seluruh bagian-bagian gelombang. Konsep dasarnya adalah fender menyerap energi benturan antara kapal dan dermaga dan meneruskannya ke struktur dermaga. Gaya diteruskan ke dermaga dan fender mengalami defleksi dari 20% hingga 45%. Menurut Suyono dan Hardi., (2017), benturan kecil antar kapal maupun benturan kapal dengan sisi bangunan dermaga merupakan hal yang sering terjadi walaupun kapal sudah diikat dan menurunkan jangkar.

Beberapa asumsi dasar yang digunakan oleh Rahayu (2000), yaitu:

1. Zat cair atau partikel gelombang adalah homogeny dan tidak termanfaatkan, sehingga rapat massa dianggap konstan
2. Tegangan permukaan diabaikan
3. Gaya coriolis atau gaya yang terjadi akibat perputaran bumi diabaikan
4. Gerak partikel air berada dalam keadaan irrotational
5. Dasar laut dianggap datar, tetap, dan impermeable sehingga kecepatan vertical dasar bernilai nol
6. Tekanan permukaan air dianggap seragam dan konstan
7. Kecepatan partikel air relative lebih kecil daripada kecepatan jalar gelombang
8. Gerak gelombang berbentuk silinder yang tegak lurus arah penjalaran gelombang sehingga gelombang adalah dua dimensi.

Perhitungan Energi Benturan Fender

Pada saat kapal akan merapat, kapal akan membentur dermaga. Benturan juga terjadi selama kapal merapat di dermaga untuk melakukan kegiatan bongkar muat. Gaya yang ditimbulkan akibat benturan antara kapal dan dermaga dikenal dengan Gaya Berthing. Energi kinetik efektif pada saat berthing dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$E = \frac{W.V^2}{2.g}.Cm.Ce.Cs.Cc$$

dengan :

- E = energi kinetik yang terjadi
- Cm = koefisien massa hidrodinamik
- W = berat virtual kapal (ton)
- V = kecepatan merapat kapal (m/detik)
- Ce = koefisien eksentrisitas
- Cs = koefisien softness
- CC = koefisien konfigurasi penambatan

PEMBAHASAN

Fender adalah struktur yang terletak di sepanjang tepi dermaga atau pelabuhan untuk melindungi kapal dari benturan atau gesekan dengan dermaga. Rancangan tambahan fender dermaga pendidikan politani bertujuan untuk meningkatkan perlindungan dan kinerja fender guna menangani kapal yang lebih besar atau mengatasi masalah tertentu.

Rancangan tambahan fender dermaga harus didasarkan pada analisis kebutuhan spesifik dari pelabuhan atau dermaga tertentu, termasuk jenis kapal yang biasanya berlabuh, ukuran kapal, kondisi air, serta anggaran dan sumber daya yang tersedia. Rancangan yang tepat akan membantu meningkatkan keselamatan, mengurangi kerusakan pada kapal dan dermaga, serta meningkatkan efisiensi operasional di pelabuhan atau dermaga tersebut. Berikut adalah proses perancangan tambahan fender tersebut.

Menghitung Energi Benturan Kapal.

Kapal yang digunakan sebagai kapal desain adalah Kapal Latih Politani KM 10 dengan data gambar sebagai berikut :



Rancangan Kapal Latih Penangkapan Ikan ≥ 60 GT Fibreglass

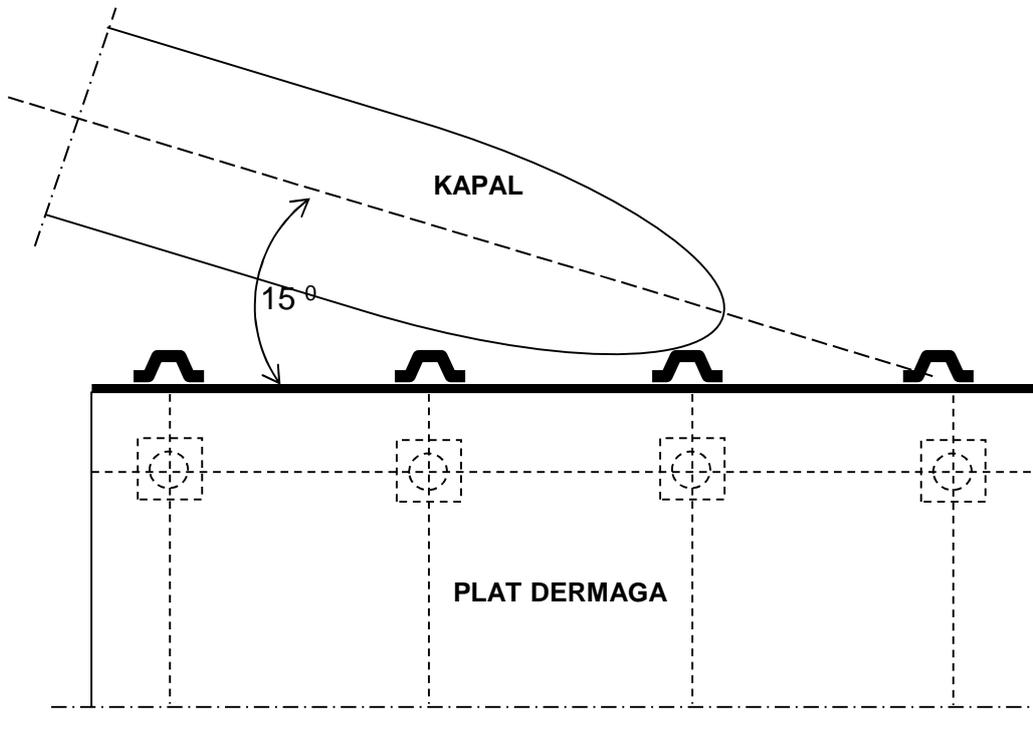
• Panjang Kapal (LOA)	25 meter	• Mesin penggerak <i>Marine Diesel</i>	300 HP
• Lebar Kapal (BMax)	5.25 meter	• Kecepatan Jelajah (V)	7 – 10 Knots
• Tinggi Geladak (H)	2.30 meter	• Awak kapal (ABK)	15 Org
• Sarat Maksimal (T)	1.50 meter	• Konstruksi Utama FRP (<i>Fiberglass Reinforced Plastic</i>)	
• Gross Tonnage (GT)	≥ 60 GT	• Tipe Multipurpose (<i>Trawl dan Purse seine</i>)	
• Sarat Maksimal (T)	1.50 meter		
• Gross Tonnage (GT)	≥ 60 GT		

Data Kapal Latih Politani adalah sebagai berikut :

Panjang maksimum kapal (LoA)	= 25 m
Lebar kapal (B)	= 5,25 m
Draft full load (d)	= 1,5 m
Kecepatan merapat (V)	= 0,15 m/det
Berat jenis air laut (γ)	= 1,024 t/m ³
Gross tonnage (GT)	= 60 ton
Panjang garis air (lpp)	= 22,506 m

Data dari kapal ini selanjutnya diolah terlebih dahulu sebelum menentukan fender yang akan digunakan. Besar energi benturan kapal terhadap fender dermaga adalah parameter yang perlu diperhitungkan. Tahapan menghitung besar energi benturan kapal sebagai berikut :

Kapal dengan muatan penuh merapat ke dermaga dengan membentuk sudut 15° terhadap sisi depan dermaga, seperti tampak pada Gambar dibawah ini :



Energi benturan kapal ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$E = \frac{wv^2}{2g} C_m C_s C_c C_e$$

Dimana :

C_m = koefisien tambatan massa

C_m = di ambil 1,707 (pengolahan dapat dilihat pada lampiran)

C_s = koefisien kekerasan , diambil = 1,0

C_c = koefisien bentuk dari tambatan. Pergerakan kapal merapat ke dermaga, air yang berada diantara kapal dan fasilitas dermaga menimbulkan efek bantalan yang mengakibatkan energi yang diserap fender menjadi berkurang sehingga faktor bentur tempat berlabuh (C_c) lebih kecil dari satu. Namun untuk keamanan diambil nilai $C_c = 1,0$

C_e = Koefisien Eksentrisitas

$C_e = 0,459$ namun untuk factor keamanan diambil = 1,0

Dari keseluruhan data tersebut didapat besar energi benturan sebagai berikut :

$$E = \frac{wv^2}{2g} C_m C_s C_c C_e$$

$$E = \frac{115,1 \times (0,15 \times 15)^2}{2 \times 9,81} \times 1,0 \times 1,701 \times 1,0 \times 1,0$$

$$E = 0,0151 \text{ tm}$$

Energi yang di absorpsi fender = 50 % $E = 0,008 \text{ ton}$

Menurut Hardi dan Suyono (2017), energi benturan yang diterima fender dari benturan kapal diserap berupa energi potensial ditandai dengan adanya deformasi elastis pada bahan. Deformasi elastis ini bersifat *reversibel* atau akan kembali ke posisi semula saat gaya yang bekerja dihilangkan. Pada saat gaya berhenti bekerja, karet akan melepaskan energi kembali ke kapal. Jika benturan yang terjadi cukup kecil, sebagai contohnya disebabkan gelombang di sekitar pelabuhan atau arus laut yang kecil, hal ini tidak akan menjadi masalah. Energi pantulan balik yang diterima kapal cukup kecil dan tidak berefek yang membahayakan kapal. Akan tetapi pada saat kondisi khusus, seperti kesalahan manusia hingga terjadi tabrakan antara kapal dengan dermaga, maka energi yang diserap fender cukup besar. Energi ini akan dikembalikan ke kapal sehingga bisa menyebabkan kapal kehilangan stabilitasnya. Bagian kapal yang membentur akan mengalami kerusakan yang cukup serius. Penggunaan material tambahan pada desain fender yang memiliki sifat deformasi elastis sekaligus plastis diharapkan bisa memperbaiki kondisi ini

Dari energi benturan ditentukan fender Ban Gajah Tunggal GT Super 88 N dengan data sebagai berikut :

Ban Gajah Tunggal GT Super 88 N

Kapasitas R = 1,4 ton

Energi E = 2,8 ton m

Luas Kontak = 0,15 m²

Besar gaya melawan benturan

$$R (R \quad F) = \frac{E}{E} \times K$$

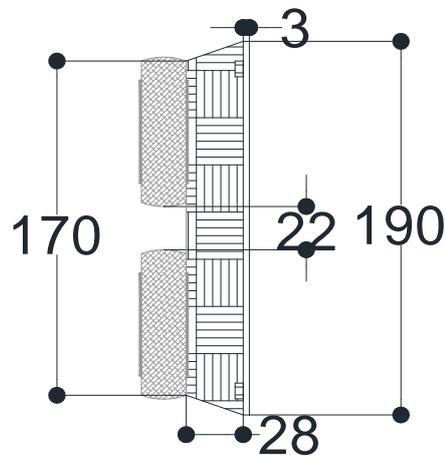
$$R (R \quad F) = \frac{0,015}{2,8} \times 1,4 = 0,008$$



Dalam setiap fender dipasang 2 buah ban sebagai tambahan daya serap maka RF = 2 x 0,008 = 0,02 ton, maka RF > Absorption Fender = 0,02 > 0,008 ton maka dinyatakan **Aman**. Berdasarkan analisa data, penggunaan fender Ban Gajah Tunggal GT Super 88 N mampu meredam tumbukan kapal latih Politani dan cukup aman digunakan karena sifat elastisitas cukup tinggi.

Gambar Desain Fender Tambahan

Dalam desain fender ini, fender ban akan melapisi fender sebelumnya dengan jumlah fender ada 2 buah disetiap fender V. Pada setiap ban akan ditanam besi stainless sebanyak 4 buah yang tertanam dalam cor dermaga. Berikut adalah Gambar desainnya.



KESIMPULAN

1. Energi benturan kapal $E = 0,0151$ tm, Energi yang di absorption fender = 50 % $E = 0,008$ ton. Dalam setiap titik fender dipasang 2 buah ban, sebagai tambahan daya serap maka RF (Reaction Force) = $2 \times 0,008 = 0,02$ ton. maka $RF > \text{Absorption Fender} = 0,02 > 0,008$ ton maka dinyatakan **Aman**.
2. Berdasarkan analisa data, penggunaan fender Ban Gajah Tunggal GT Super 88 N mampu meredam tumbukan kapal latihan Politani dan cukup aman digunakan karena sifat elastisitas cukup tinggi

SARAN

1. Untuk mendapat analisis yang akurat, data yang dimiliki harus benar-benar valid dan lengkap sehingga dalam perhitungan tidak terjadi kesalahan.
2. Disarankan melakukan perhitungan dengan tipe fender yang lain agar mendapat perbandingan pada hasil perhitungan

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur Politeknik Pertanian Negeri Pangkep dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah memberi kesempatan dan mendanai penelitian ini yang bersumber dari dana Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP).

DAFTAR PUSTAKA

- Aminuddin J., Abdullah Farzand, Wihantoro. (2015) Persamaan Energi Untuk Perhitungan dan Pemetaan Area Yang Berpotensi Untuk Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut. Jurnal Wave Vol 9 No.1, Hal 9-16.
- Firdausyi, A. A., & Haidir, A. (2017). Modifikasi Desain Struktur Dermaga Curah Cair Kapasitas 10.000 DWT di Kecamatan Sangatta, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Firstiawaty, Zulhis Shara (2022) Analisis Kemampuan Penyerapan Energi Material Aluminium Foam Sebagai Pengisi Komponen Fender Kapal Laut = Analysis Of The Energy Absorption Ability Of Aluminum Foam Material As A Filler Of Marine Ship Fender Components. Thesis thesis, Universitas Hasanuddin.

- Hardi, W., & Suyono, T. (2017). Aluminum Alloy Construction on Rubber Fender Increase Energy Absorption Capability. *SNTTM XVI 2017*, 72-76.
- Pasaribu., B, Tanjung., D, Andre Syahputra., A.M., 2023. Analisa Redaman Fender pada Pembangunan Dermaga Ro-Ro Tahap I Gunung Sitoli In: *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)*. 2023. p. 24-28.
- PS, A. E. Studi Perencanaan Dermaga Bongkar Muat Batu Bara Desa Marga Sari Kalimantan Selatan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 1(1), 270043
- Triatmodjo B. (1999). Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta
- Triatmojo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Triatmadja R. (2007)). Pengantar Teknik Pantai. Diktat Kuliah S2 FT UGM. Yogyakarta.
- Sorensen, R.N., (2006). Basic Coastal Engineering. Department of Civil and Environmental Engineering Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania