

DESAIN PONTON DERMAGA PENUMPANG MENGGUNAKAN BAHAN ALTERNATIF DARI *FIBERGLASS REINFORCED POLYMER (FRP)*

Zaidi Irawan¹, Pardi¹

¹Politeknik Negeri Bengkalis Jurusan Teknik Perkapalan
Jl. Bathin Alam Sei. Alam Bengkalis, Bengkalis, Riau, Indonesia
Email: pardi@polbeng.ac.id

Abstrak

Perancangan sebuah dermaga apung adalah salah satu solusi alternatif yang dinilai paling tepat dengan kondisi daerah pesisir pantai. Bangunan ponton pada dermaga sangat penting peranannya tetapi masih banyak pelabuhan rakyat yang ada disekitar pesisir kabupaten Bengkalis tidak memiliki bangunan ponton sebagai media sandarnya kapal. Dalam penelitian ini dermaga apung direncanakan berdasarkan hasil survey data di lapangan lokasi tempat pelabuhan yang ditargetkan. Dalam hal ini, material yang dipilih dalam perancangan yaitu *Fiberglass Reinforced Polymer (FRP)* sebagai material alternatif ponton kemudian di desain menggunakan beberapa sofwer untuk penggambaran dan analisis perhitungan kekuatan. Berdasarkan survey lapangan didapat dimensi dermaga apung dalam bentuk ponton dengan ukuran panjang (L)= 10 m, lebar (B) = 4 m, tinggi (H) = 1 m dan sarat (T)= 0,5 m. Dengan menggunakan bahan dasar FRP didapat berat total konstruksi adalah 1,82 ton. Konstruksi penguat yang digunakan dalam ponton ini adalah sistem konstruksi memanjang dan sistem konstruksi melintang.

Kata kunci: Dermaga, Ponton, *Fiberglass Reinforced Polymer (FRP)*, pelabuhan, konstruksi

Abstract

The design of a floating pier is one of the alternative solutions that is considered the most appropriate for the conditions of the coastal area. The pontoon building on the wharf has a very important role, but there are still many people's ports around the coast of Bengkalis district that do not have pontoon buildings as a medium for ships to dock. In this study, a floating dock was planned based on the results of survey data in the location of the targeted port location. In this case, the material chosen in the design is Fiberglass Reinforced Polymer (FRP) as an alternative pontoon material and then designed using several software for the description and analysis of strength calculations. Based on the field survey, it was found that the dimensions of the floating pier are in the form of a pontoon with length (L) = 10 m, width (B) = 4 m, height (H) = 1 m and draft (T) = 0.5 m. By using FRP base material, the total construction weight is 1.82 tons. The reinforcement construction used in this pontoon is a longitudinal construction system and a transverse construction system.

Keywords: Pier, Pontoon, Fiberglass Reinforced Polymer (FRP), port, construction

1. PENDAHULUAN

Dermaga atau pelabuhan merupakan pintu gerbang perekonomian yang menjadi pertemuan transportasi lokal maupun internasional dan antar moda khususnya yang menyangkut arus kegiatan keluar masuk kapal, barang dan penumpang. Dermaga sendiri terdiri atas beberapa jenis atau tipe, salah satunya yaitu dermaga apung dengan memanfaatkan sebuah konstruksi yang biasa disebut ponton atau umumnya disebut sebagai Dermaga Ponton. Dermaga ponton sendiri umumnya menggunakan konstruksi yang berbahan dasar baja. Pada kondisi yang ada, banyak dermaga-dermaga yang terletak di pesisir Kabupaten Bengkalis khususnya yang tidak memiliki ponton sebagai media

tambatnya kapal. Dermaga disini juga memiliki dimensi yang relatif kecil karena hanya dimanfaatkan oleh kapal-kapal ukuran kecil. Karena tidak ada ponton, maka kapal akan bertambat di dermaga hanya bersandarkan kepada tiang pancang yang biasanya berbahan kayu nibung, sehingga untuk menaik turunkan barang ataupun manusia sedikit mengalami kesulitan. Perancangan sebuah ponton dermaga apung adalah salah satu solusi alternatif yang bisa diterapkan pada dermaga yang belum memiliki ponton sebagai mediaambatnya kapal. Ponton dermaga direncanakan berdasarkan hasil *survey* data di lapangan dimana ponton tersebut akan ditempatkan sesuai kebutuhan. Selain biaya produksi yang relatif mahal, bangunan apung yang memiliki

konstruksi baja tentu juga wajib melakukan tindakan *maintenance* atau perawatan secara rutin pada interval waktu tertentu. Kegiatan seperti ini tentu mengalami berbagai kesulitan khususnya pada pemilihan metode perawatan yang akan diterapkan. Maka dari itu, mencari bahan atau material alternatif sebagai pengganti baja pada konstruksi ponton tersebut adalah hal yang penting untuk dilakukan. Material yang cukup menjanjikan digunakan sebagai alternatif untuk menggantikan baja salah satunya adalah material *fiberglass reinforced polymer* (FRP). Pada perancangan, ponton ini dibuat dengan bahan utama *fiberglass reinforced polymer* (FRP) karena dinilai memiliki daya tahan yang kuat, tahan lama, lebih ekonomis, dan relatif mudah dalam proses pengerjaan dan perawatannya. Perhitungan konstruksi bangunan ponton untuk dermaga dilakukan berdasarkan ketentuan yang ada. Hasil konsep desain diperiksa karakteristiknya seperti analisa kekuatannya. Dalam penelitian ini, penulis membuat desain ponton dermaga dengan material *fiberglass reinforced polymer* (FRP) sebagai bahan atau material alternatif untuk diterapkan pada konstruksi utama bangunan ponton yang akan digunakan pada dermaga. Dengan penelitian ini maka diharapkan potensi ketidakterseediaanya ponton sebagai media tambat pada beberapa dermaga dapat dilakukan analisa teknis dan biaya akan dapat diminimalisir dan struktur dermaga memiliki usia pakai lebih panjang dan mudah dalam hal perawatannya.

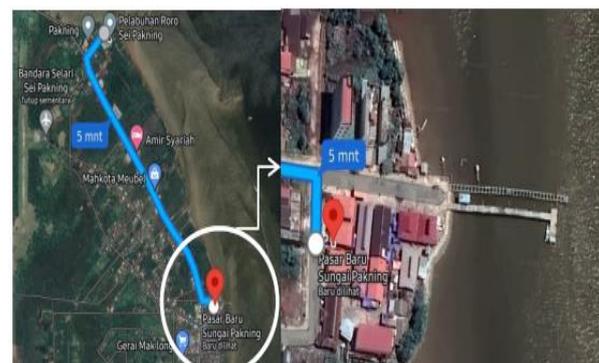
2. METODE

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa kegiatan mulai dari pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk proses perhitungan kekuatan, dimensi dan lain sebagainya. Data yang dibutuhkan dibedakan menjadi dua, yaitu data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang didapatkan langsung dari lapangan, sementara data sekunder adalah data yang diambil dari sumber lain, seperti internet, atau jurnal.

2.1 Penentuan Dimensi Ponton

Ukuran utama dermaga ponton disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan sehari-hari. Dimensi dermaga didasarkan pada jenis dan ukuran kapal yang merapat dan bertambat pada dermaga tersebut. Ukuran utama bangunan Ponton dermaga juga dapat diperoleh setelah melakukan survey kelapangan yaitu terjun langsung untuk melihat kondisi dan ukuran dari dermaga yang sudah ada lalu disesuaikan dengan dimensi yang sesuai dengan ponton. Pada kesempatan ini penulis memilih ukuran ponton yang relatif kecil dengan menyesuaikan dengan dermaga yang ada disekitaran daerah Sungai Pakning yang mana belum memiliki bangunan ponton sebagai media tambatnya kapal. Setelah melakukan survey kelapangan secara langsung maka didapat ukuran utama dari bangunan ponton yang akan dirancang

Dalam menentukan ukuran utama ponton dilakukan dengan cara melakukan observasi secara langsung dilokasi dermaga yang sering disinggahi. Dermaga yang dimaksud yaitu dermaga yang hanya kapal-kapal kecil yang bersandar di dermaga tersebut. Kapal yang dimaksud yaitu kapal penumpang dan kapal nelayan dengan ukuran panjang kapal rata-rata yaitu 10-12 meter. lokasi yang dijadikan tempat pengamatan yaitu di Pasar Baru Sungai Selari. Berikut adalah gambar view lokasi berdasarkan penglihatan melalui Google maps:



Gambar 1. Lokasi Pengamatan
(Sumber : google maps)

Dalam menentukan ukuran utama ponton penulis menggunakan beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan:

1. Dalam menentukan panjang ponton disesuaikan dengan panjang rata-rata kapal yang sering berlabuh di dermaga yaitu kapal berukuran 10-12 meter. Maka diambil panjang ponton untuk didesain yaitu sepanjang 10 meter.
2. Dalam menentukan lebar ponton direncanakan agar sisi lebar juga bisa digunakan untuk kapal bersandar. Kapal ukuran panjang rata-rata 6-8 meter yang sering berlabuh di dermaga menjadi pengacu dalam menentukan lebar ponton ini. Maka diambil lebar ponton untuk didesain yaitu sebesar 4 meter dengan asumsi sisi melebar ponton juga bisa digunakan untuk kapal bersandar.
3. Dalam menentukan tinggi ponton direncanakan dengan melihat tinggi rata-rata kapal yang berbahan fiberglass terutamanya kapal nelayan yang berkisar sekitar 0.8-1.8 meter. Maka diambil tinggi ponton untuk didesain yaitu sebesar 1 meter. Dalam penentuan tinggi ini, juga di perhatikan dari bentuk lambung ponton yang tergolong kotak dan akan memiliki gaya apung yang tinggi karena berbahan fiberglass yang memiliki berat jenis sekitar 1.5 ton/m^3



Gambar 2. Kapal yang bersandar didermaga (panjang 6-12 meter)

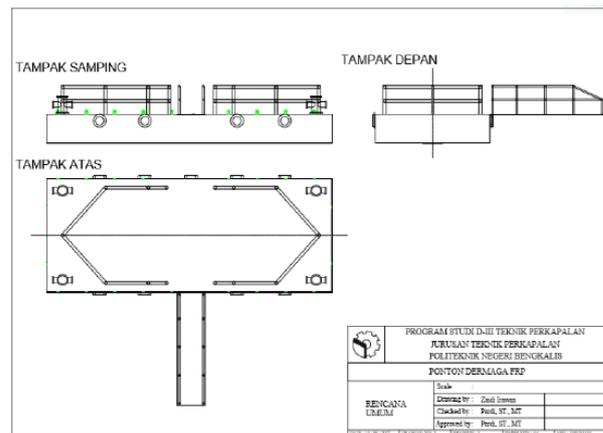
(Lokasi: Pasar Baru, Sungai Selari)

Berdasarkan berbagai pertimbangan tersebut maka dipilih ukuran utama ponton sebagai berikut :

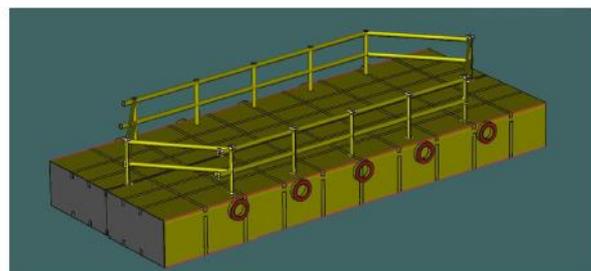
Panjang (LoA)	= 10 m
Lebar (B)	= 4 m
Tinggi (H)	= 1 m

2.2. Gambar Desain Ponton Dermaga

Desain dibuat dengan menggunakan ukuran utama yang telah ditentukan. Berikut ini gambar desain tersebut.



Gambar 3. General arrangement



Gambar 4. 3D Desain Ponton dermaga

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem konstruksi Ponton (*framing system*) dibedakan dalam dua jenis utama yaitu sistem kerangka *frame* melintang (*transverse framing system*) dan sistem membujur atau *frame* memanjang (*longitudinal framing system*). Dari kedua sistem utama ini maka dikenal pula sistem kombinasi (*combination/mixed framing system*). *Main frame*, yaitu *frame* utama yang paling banyak digunakan disebut Gading-gading. Desain Konstruksi yang dipakai dalam konstruksi Ponton ini ditentukan dengan memakai dua sistem Konstruksi yaitu:

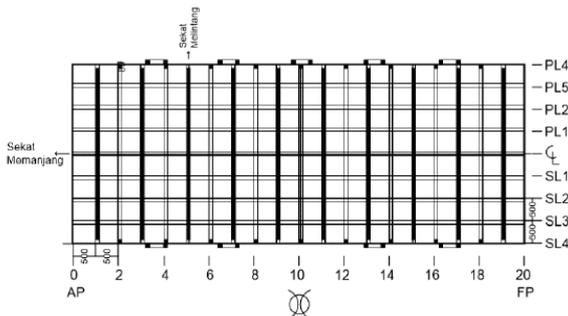
1. Sistem Konstruksi Melintang

Dalam tahap ini yang utama adalah menentukan jarak *frame* sesuai dengan ketentuan Regulasi BKI Volume V edisi tahun 2016 mengenai kapal FRP. Dari regulasi dapat ditentukan jarak *frame* standart yaitu 500 mm (*section 9 frame spacing*).

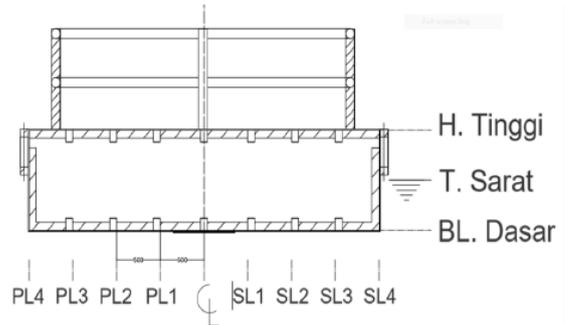
2. Sistem Konstruksi Memanjang

Dalam sistem ini *frame-frame* konstruksi memanjang sama dengan melintang, dalam penyambungan konstruksi memanjang menerus tidak terputus. Yang terputus atau disambung adalah konstruksi melintang

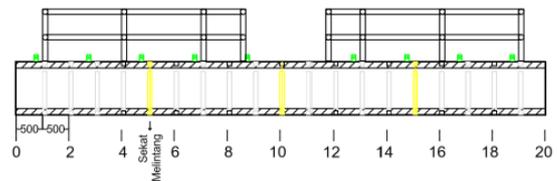
Berikut ini gambar konstruksi melintang dan memanjang dari desain ponton dermaga



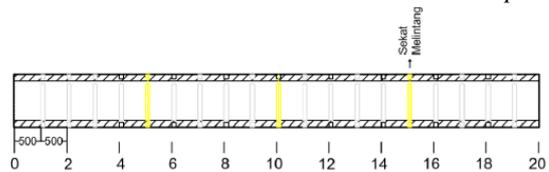
Gambar 5. View Bottom Plate dan Main Deck



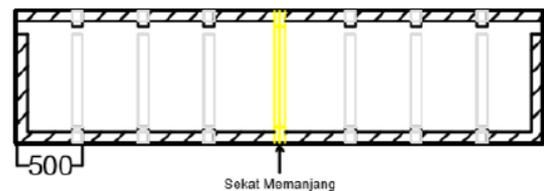
Gambar 6. View After dan Forward Shell Plate



Gambar 7. View Side Shell Port dan Starboard plate



Gambar 8. View Side Shell Port dan Starboard plate



Gambar 9. View Side Shell Port dan Starboard plate

3.1 Perencanaan perhitungan tebal laminasi

Dalam menghitung tebal laminasi pada ponton dermaga ini menggunakan formulasi yang ditentukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) FRP 2016 volume V. Adapun perhitungan tersebut adalah sebagai berikut :

Konstruksi Bottom

a. Lebar dan Tebal Lunas

Lebar lunas = $530 + 14.6L$
 = 676 mm
 = 800 mm (diambil)
 Tebal Lunas = $9 + 0.4L$
 = 13 mm

b. Tebal Bottom Shell Plate

Tebal bottom shell = $15.8 \times a \times \sqrt{T+0.026L}$
 = 6,887060331 mm

= 8 mm (ditetapkan)

Konstruksi Dinding lambung

Tebal side shell = $15 \times a \times \sqrt{T+0.026L}$
= 6,538348415 mm
= 8 mm (ditetapkan)

Konstruksi Deck

Tebal Deck = $4.8 \times a \times \sqrt{0.25L+4.6}$
= 6,394998045 mm
= 8 mm (ditetapkan)

Konstruksi Watertight Bulkhead

Berikut adalah perhitungan ketebalan bulkhead with laminates of single skin construction.

$$tf = 12 \times cBhd \times a \times \sqrt{h} \text{ (mm)}$$

$$= 12 \times 1 \times 0,5 \times \sqrt{1}$$

$$= 6 \text{ mm}$$

Modulus Frame Melintang

$$W = 32 \times a \times h \times l^2$$

$$= 8 \text{ cm}^3$$

diambil profil 40 x 30 x 6 mm

Modulus Frame Memanjang

$$W = 49 \times a \times h \times l^2$$

$$= 12,25 \text{ cm}^3$$

diambil profil 50 x 30 x 6 mm

3.2 Perhitungan luas dan berat konstruksi

Dalam perhitungan berat ini asumsi berat Jenis FRP = 1500 kg/m³. Dengan menggunakan asumsi tersebut didapat rincian rekapitulasi tabel luas dan berat sebagai berikut.

Tabel 1. Luas dan Berat Konstruksi

Bagian	Luas (m ²)	Berat (Kg)
Lunas	6,76	131,82
Bottom Shell Plate	40,00	480
Deck Shell Plate	40,00	480
side shell starboard	10,00	120
side shell portside	10,00	120
side shell after	4,00	48
side shell forward	4,00	48
Transverse Bulkhead	12,00	108
Longitudinal Bulkhead	10,00	90

Bagian	Luas (m ²)	Berat (Kg)
Frame memanjang deck	8,88	40
Frame memanjang bottom	8,88	40
Frame melintang deck	8,16	36,8
Frame melintang bottom	8,16	36,8
Frame melintang side shell PS	2,05	9,28
Frame melintang side shell SB	2,05	9,28
Frame Melintang Transverse Bulkhead	2,05	9,28
Frame Melintang Longitudinal Bulkhead	2,05	9,28
Total	179	1817

Jadi berat total konstruksi ponton dermaga diperkirakan 1,82 ton.

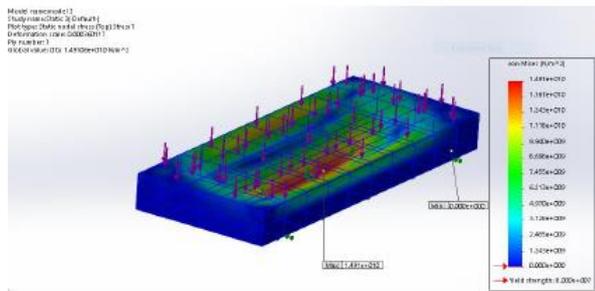
3.3. Analisa Kekuatan Ponton

Pada analisa penelitian ini menggunakan dua tipe pembebanan statis yaitu beban 2000N dan beban 3000N. Berikut adalah hasil setelah dilakukan analisa :

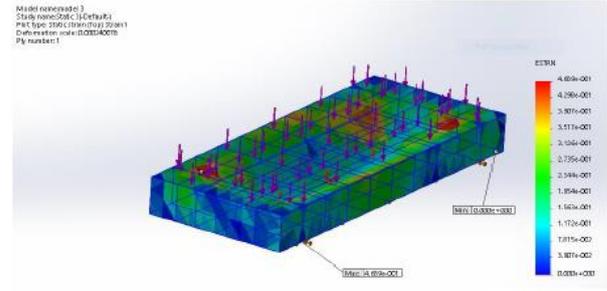
Analisis stress pada beban statis

Analisis distribusi tegangan beban statis dilakukan terhadap rancangan menggunakan tipe *Von Misses Stress*. Hasil analisis ditunjukkan dengan warna merah pada tegangan maksimum, dan warna biru pada tegangan minimum. Hasil analisis yang telah dilakukan terhadap rancangan diperlihatkan pada gambar 10 dan gambar 11.

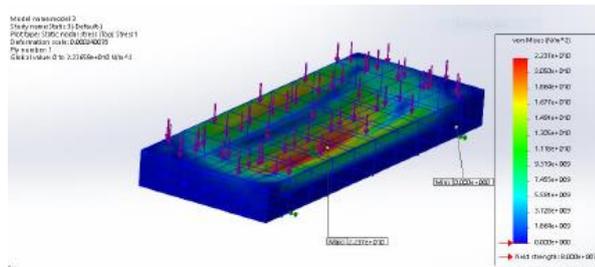
- Pada pembebanan 2000N menghasilkan tegangan maksimum sebesar 14910 Mpa, tegangan minimum sebesar 0 Mpa.
- Pada pembebanan 3000N menghasilkan tegangan maksimum sebesar 22370 Mpa, tegangan minimum sebesar 0 Mpa.



Gambar 10. Analisa Stress pada rancangan (pembebanan 2000N)



Gambar 13. Analisa Strain pada rancangan (pembebanan 3000N)



Gambar 11. Analisa Stress pada rancangan (pembebanan 3000N)

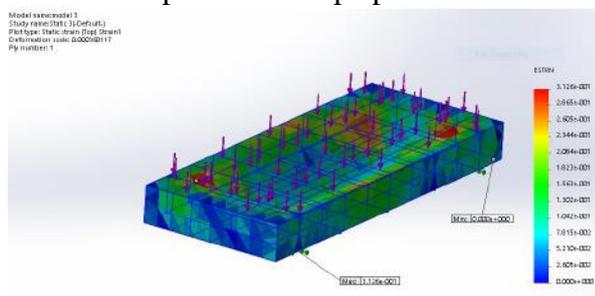
4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam penentuan dimensi ponton dermaga sangat tergantung pada ukuran panjang kapal yang akan bersandar dan karakteristik perairan dilokasi seperti kedalaman, kuat arus dan kondisi pasang surut air.
2. Dari segi konstruksi penguatan perlu diberikan pada daerah sisi dan center dari ponton untuk memberikan kekuatan pada saat benturan kapal ketika bersandar.
3. Berat konstruksi dengan menggunakan bahan FRP relatif lebih ringan dibandingkan dengan menggunakan material baja.

Analisis strain pada beban statis

Pengujian analisis *strain* dengan menggunakan *Software Solidworks* ditunjukkan pada gambar 12 dan gambar 13. Perubahan regangan maksimum ditunjukkan pada warna merah sebesar 0,3126% pada pembebanan 2000N dan 0,4689% pada pembebanan 3000N. sedangkan perubahan regangan minimum ditunjukkan pada warna biru sebesar 0% pada kedua tipe pembebanan.



Gambar 12. Analisa Strain pada rancangan (pembebanan 2000N)

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Semoga penelitian ini bermanfaat dan dapat diimplementasikan dalam mengatasi berbagai permasalahan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Muhammad Saleh, A. (2020). Analisis Desain Lifting Poonton Untuk Kapal Kecil. *Inovtek Polbeng*, 10(1)

- [2] Sundari, I., Lubis, M., Lukman, A., & Tanjun, D. (2020). Perencanaan Desain Pekerjaan Pembangunan Ponton Ukuran 8 Meter X 16 Meter Terminal Penumpang Dermaga A Dumai. Buletin Utama Teknik, 15(2), 101-106
- [3] Sihombing, P., & Adi, F. T. (2020). Menentukan Design Konstruksi Landing Ponton Yang Tepat Di Pelabuhan Sri Tanjung Gelam Karimun. Jurnal Jalasena, 1(2), 108-118.
- [4] Ma'ruf, B. (2011). Studi standardisasi konstruksi laminasi lambung kapal fiberglass. Jurnal Standardisasi, 13(1), 16-25.
- [5] Susanto Rudi, 2012. Tugas Akhir. Proses Laminasi, Perhitungan Banyaknya Kebutuhan Material.
- [6] Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Volume V Rules For Fibreglass Reinforced Plastic Ships 2016