

Desain Kapal Extension Barge sebagai Fasilitas Tambahan Sandar Kapal dengan Memperhatikan Pengaruh Pasang Surut di Perairan Galangan Kapal X

Teuku Liulil Absor^{*1}, Ir. Sapto Wiratno Satoto 1^{*} Ir. Rahman Hakim 2^{*}

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Perencanaan dan Konstruksi Kapal

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: teuku.liulil@students.polibatam.ac.id

Abstrak

Keterbatasan fasilitas sandar di Galangan Kapal X, yang disebabkan oleh kedalaman perairan yang tidak memadai dan keterbatasan infrastruktur *Jetty*, mendorong perlunya solusi alternatif yang fleksibel dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang konsep dan desain teknis *Extension Barge* sebagai dermaga tambahan yang dapat digunakan secara efektif dalam kondisi pasang surut. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan deskriptif kualitatif, dengan pengumpulan data primer dan sekunder yang mencakup denah galangan kapal, data pasang surut, kontur perairan, serta parameter desain *Jetty*. Proses perancangan dilakukan melalui tahapan penentuan ukuran utama *Barge*, pembuatan layout peletakan, desain rencana umum (*General Arrangement*), hingga permodelan 3D menggunakan perangkat lunak *Autocad* dan *Rhinoceros*. Sistem *mooring* juga dirancang untuk memastikan keamanan kapal saat bersandar, dengan penambahan *pneumatic fender*. Hasil perancangan menunjukkan bahwa desain *Extension Barge* yang diajukan mampu memenuhi kebutuhan fasilitas sandar tambahan dengan mempertimbangkan variabilitas pasang surut laut. Dengan implementasi desain ini, Galangan Kapal X dapat meningkatkan efisiensi operasional tanpa perlu membangun dermaga permanen yang berbiaya tinggi.

Kata kunci: *Extension Barge*, dermaga apung, pasang surut, desain kapal, galangan kapal

Abstract

The limited berthing facilities at Shipyard X, caused by insufficient water depth and inadequate jetty infrastructure, have created the need for an alternative solution that is both flexible and efficient. This study aims to design a concept and technical layout of an Extension Barge to function as an additional dock that can operate effectively under tidal conditions. The methodology used in this research is a qualitative descriptive approach, utilizing both primary and secondary data, including shipyard layout, tidal data, water contour, and jetty design parameters. The design process involves determining the main dimensions of the barge, creating the placement layout, developing a general arrangement drawing, and building a 3D model using Autocad and Rhinoceros software. A mooring system is also designed to ensure ship safety during berthing, complemented by the addition of pneumatic fenders. The design results demonstrate that the proposed Extension Barge can meet the demand for additional berthing facilities while accommodating tidal variations. By implementing this design, Shipyard X can improve operational efficiency without the need for a costly permanent Jetty construction.

Key Words: *Extension Barge*, floating dock, tidal conditions, ship design, shipyard

1 Pendahuluan

Barge adalah kapal tanpa atau dengan awak dan beroperasi dengan cara didorong atau ditarik. Ciri utama *barge* meliputi perbandingan dimensi utama yang serupa dengan kapal laut pada umumnya, konstruksi yang sesuai dengan standar kapal laut, serta keberadaan ruang muat yang memungkinkan pengangkutan muatan kering atau cair definisi ini berdasarkan *BKI rules for hull, part 1, vol II, sec 31* [1].

Barge merupakan salah satu jenis kapal dengan badan kapal yang pipih atau kotak apung yang besar, *Barge* pada umumnya tidak memiliki sistem propulsi [2]. Kapal *Barge* dipakai sebagai sarana angkutan laut yang biasanya adalah barang-barang berat dan berjumlah banyak, antara lain untuk mengangkut barang, seperti kayu log, aneka mesin, batubara, peti kemas yang berisi berbagai macam barang, dan minyak mentah/crude oil. Kapal *barge* memiliki nilai ekonomis dalam kapasitas daya angkutnya yang besar walaupun kecepatannya lambat [3].

Dibutuhkan Solusi yang cepat, fleksibel, dan tidak memerlukan waktu pembangunan yang lama sehingga Pemanfaatan kapal jenis *Barge* yang dimodifikasi menjadi platform terapung muncul sebagai salah satu alternatif yang sesuai. *Barge* digunakan sebagai dermaga apung untuk mengatasi keterbatasan fasilitas sandar. Keterbatasan ini diakibatkan karena sarat kapal yang terlalu besar ataupun karena lautan di sekitar dermaga memiliki kedalaman air yang kurang serta jarak antar air laut dengan *Jetty* berjarak berkisar 10 meter, sehingga diperlukan *Jetty* sebagai sarana bongkar muat, akan tetapi harga pembangunan *Jetty* sangat mahal sehingga dibutuhkan *Barge* sebagai alternatif yang lebih murah untuk menggantikannya [4]. *Barge* menawarkan fleksibilitas tinggi, mudah dipindahkan, dan dapat beroperasi tanpa perlu pembangunan dermaga permanen.

Galangan Kapal X merupakan fasilitas industri yang berfokus pada kegiatan pembangunan dan perbaikan kapal. Untuk mendukung operasionalnya, galangan ini memerlukan keberadaan dermaga apung. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian yang dapat memberikan kontribusi dalam merancang desain dermaga apung yang sesuai dengan kebutuhan. Penelitian ini dibatasi pada tahap perancangan awal (preliminary design) dan tidak mencakup analisis biaya maupun kajian dampak lingkungan secara menyeluruh (*AMDAL*). Aspek teknis yang dianalisis meliputi kesesuaian tinggi *barge* terhadap *jetty* pada kondisi pasang dan surut, menggunakan sistem tangki *ballast*.

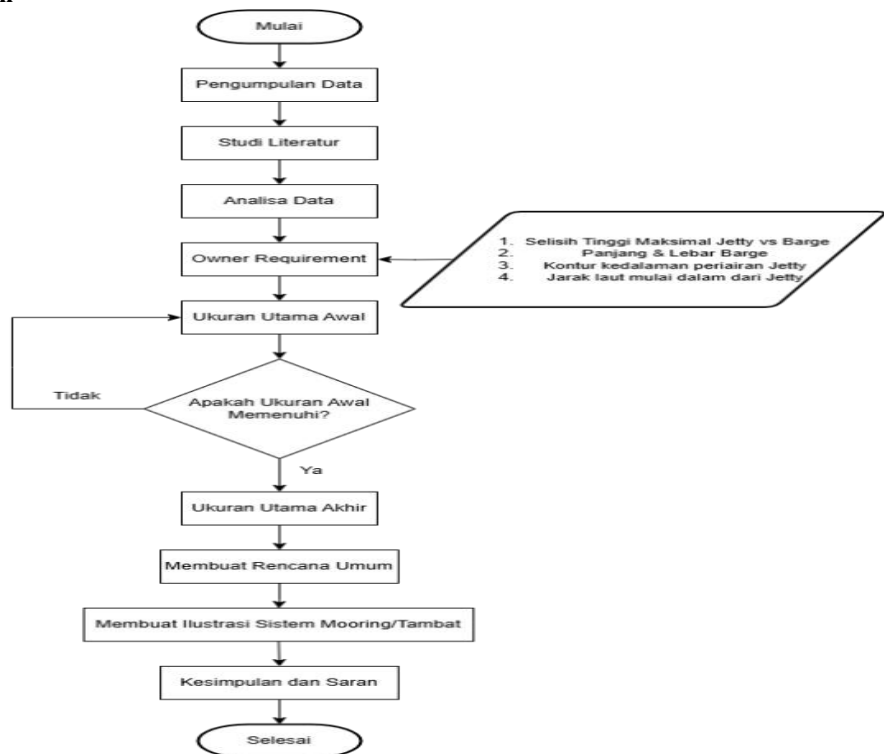
Tujuan dari penelitian ini adalah merumuskan konsep dan desain teknis Extension *Barge* yang dapat berfungsi sebagai dermaga tambahan bagi Galangan Kapal X.

2 Metodologi Penelitian

Referensi metode yang digunakan adalah Teknik Analisa deskriptif kualitatif dan pembahasan penelitian ini, menunjukkan bahwa proses pembuatan desain kapal perlu memperhatikan terlebih dahulu terkait jenis muatan, wilayah perairan, dan *Jetty* [5]. Fokus utamanya adalah merancang *konsep Extension Barge*, yaitu kapal jenis ponton yang berfungsi sebagai fasilitas tambahan sandar kapal. Dalam prosesnya, perancangan ini mempertimbangkan kondisi pasang surut laut di sekitar *Galangan Kapal X* agar desain yang dihasilkan dapat digunakan secara aman dan efisien.

Lokasi penelitian ini berada di *Galangan Kapal X*, yang terletak di wilayah Kabil, Kecamatan Nongsa. Lokasi ini dipilih karena memiliki aktivitas bongkar muat serta perawatan kapal yang padat, namun dengan keterbatasan kapasitas dermaga.

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan

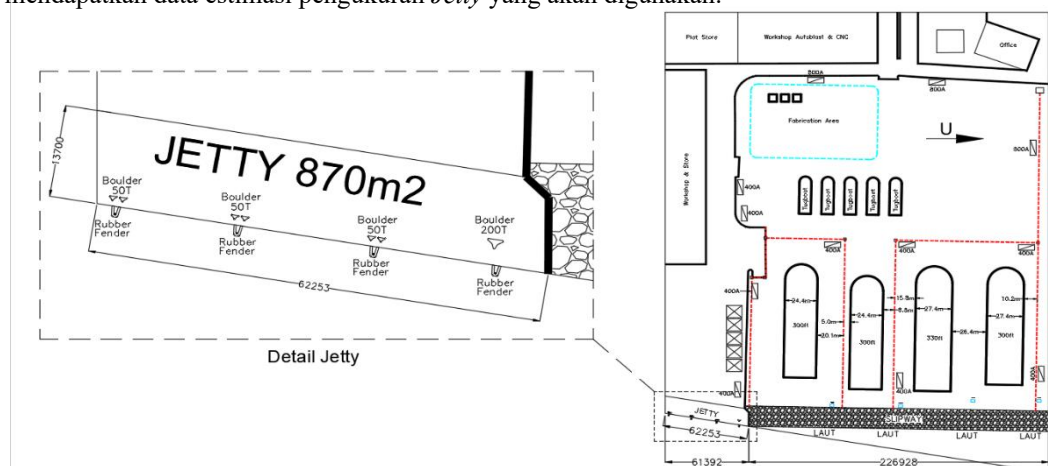
Berikut akan dijelaskan detail Langkah-langkah pengerjaan sesuai dengan diagram alir metodologi pengerjaan pada gambar 1 diatas.

2.2 Pengumpulan Data

Langkah yang pertama dilakukan untuk memulai pengerjaan adalah dengan mengumpulkan data yang bertujuan untuk mendapatkan data yang dijadikan acuan dalam melakukan perhitungan desain untuk kedepannya. Adapun data yang dibutuhkan antara lain:

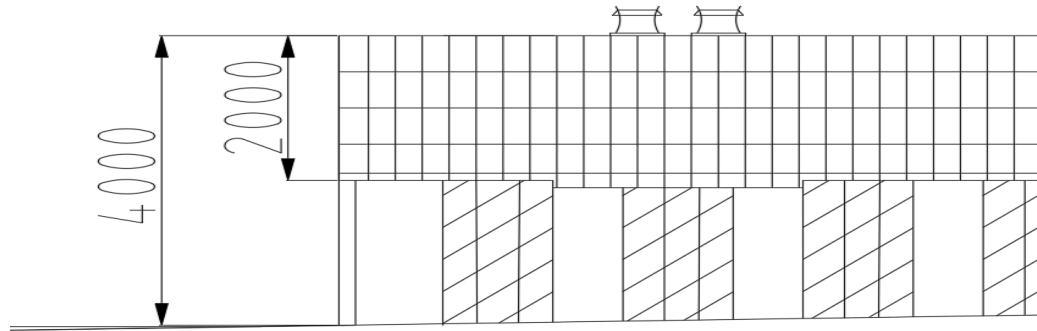
2.2.1. Denah Galangan Kapal dan Detail Jetty.

Berikut adalah *Denah Galangan Kapal X* dan *Jetty* yang ditunjukkan pada gambar 2, didesain menggunakan *Software Autocad* dengan melihat kondisi yang ada sekarang. Pengambilan gambar ini menggunakan aplikasi *Google Earth* sehingga data gambar yang didapatkan merupakan data aktual. Gambar ini berfungsi untuk menunjukkan gambaran awal posisi dan peletakan *Jetty* yang akan didesain, dengan penggunaan aplikasi *Google Earth* maka dapat dilakukan proses pengukuran untuk mendapatkan data estimasi pengukuran *Jetty* yang akan digunakan.



Gambar 2 Denah Galangan Kapal & Detail Jetty

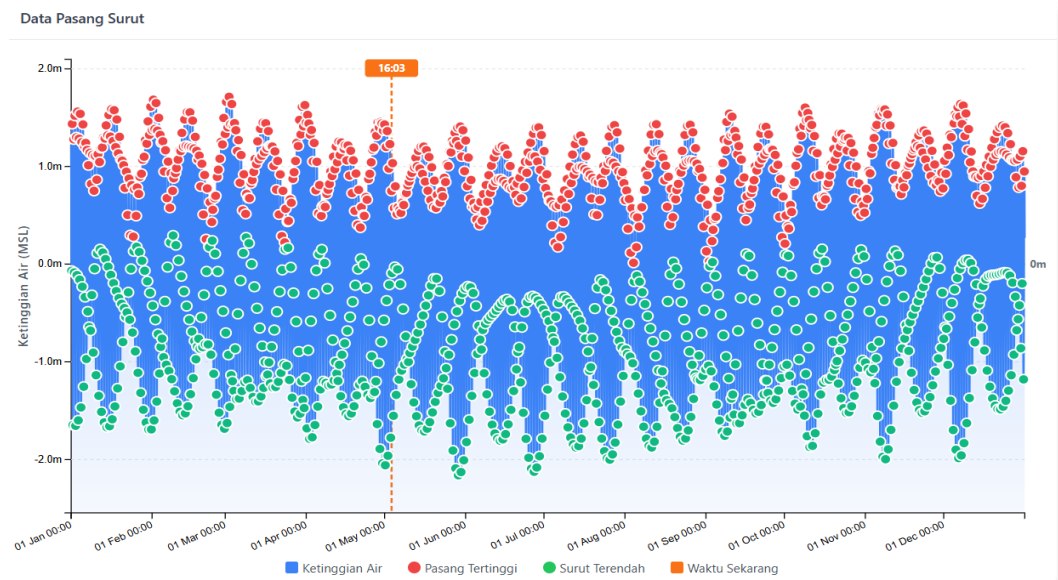
2.2.2. Ketinggian Jetty dari dasar.



Gambar 3 Ketinggian Jetty

Berdasarkan gambar 3 Ketinggian *Jetty* dari dasar adalah 4 Meter. Data ketinggian tersebut diperoleh dari pengukuran langsung menggunakan meteran diambil dari tepi *Jetty* dengan melihat bekas air laut tertinggi di lokasi tersebut.

2.2.3. Kondisi pasang dan surut.



Gambar 4 Kondisi Pasang & Surut Perairan Galangan Kapal X

Pada gambar 4 merupakan kondisi perkiraan pasang dan surut di perairan galangan kapal X menurut *BMKG* (*Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*), Data diambil dari tanggal 01 Januari 2025 - 31 Desember 2025.

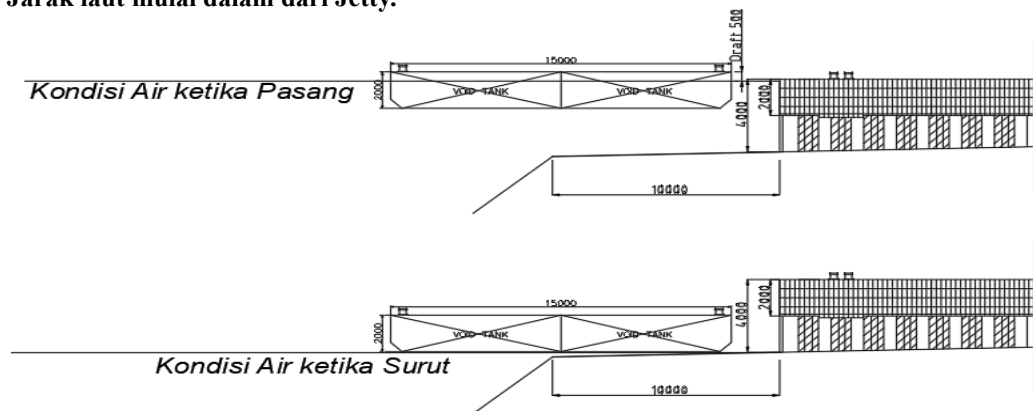
Tabel 1 Kondisi Pasang Tertinggi & Surut Terendah Setiap Bulan

Bulan	Pasang Tertinggi (H)	Surut Terendah (L)
Januari	1.61 m	-1.61 m
Februari	1.68 m	-1.69 m
Maret	1.66 m	-1.63 m
April	1.53 m	-2.04 m
Mei	1.41 m	-2.06 m
Juni	1.40 m	-2.08 m
Juli	1.35 m	-2.00 m
Agustus	1.43 m	-1.88 m
September	1.43 m	-1.81 m
Oktober	1.60 m	-1.86 m
November	1.58 m	-1.97 m
Desember	1.64 m	-1.96 m

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh hasil rata-rata pasang tertinggi dan surut terendah menurut *BMKG* setiap bulan, Dimana pasang tertinggi berada dibulan *Februari* dengan ketinggian 1.68 m, dan surut terendah

di bulan *Juni* dengan tingkat kesurutan $-2,08\text{ m}$. Namun, berdasarkan ukuran aktual di lapangan didapat ketinggian air laut mencapai 3.5 m .

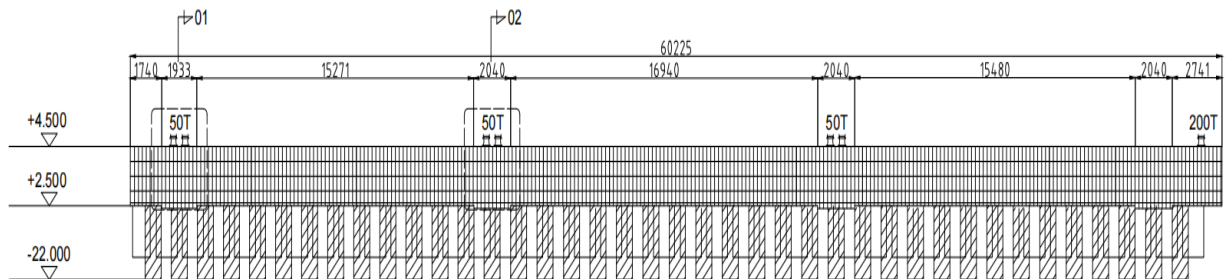
2.2.4. Jarak laut mulai dalam dari Jetty.



Gambar 5 Jarak Laut Mulai Dalam dari Jetty

Berdasarkan gambar 5 diperoleh jarak laut mulai dalam berjarak 10 Meter dari *Jetty*, dengan data yang diperoleh dari *Galangan Kapal X* yang berkerja sama dengan *Konsultan* untuk memetakan perairan *Jetty* dan sekitarnya menggunakan metode *Batimetri* (*Pengukuran dan pemetaan topografi dasar laut*) yang bertujuan untuk menggambarkan kedalaman dan bentuk dasar laut.

2.2.5. Panjang Jetty.



Gambar 6 Panjang Jetty

Berdasarkan gambar 6 diperoleh Panjang ukuran *Jetty* berkisar 60 Meter yang di desain menggunakan *Software Autocad* dengan melihat denah detail *Jetty* yang telah dibuat oleh *Galangan Kapal X*.

2.3 Analisa Data dan Penentuan Parameter Desain

Dari data-data yang didapatkan akan dilakukan Analisa untuk mendapatkan parameter desain atau yang biasa disebut *Owner Requirement*. *Owner Requirement* tersebut berupa ukuran utama barge yang akan didesain menyesuaikan kondisi jetty dan kontur kedalaman perairan disekitar *Jetty*. Serta selisih tinggi maksimal *Jetty* dengan barge yang nantinya akan menjadi bahan penilaian layak atau tidaknya barge tersebut pada saat kondisi pasang maupun surut.

2.4 Penentuan Ukuran Utama Awal

Dari *Owner Requirement* yang telah didapatkan akan diolah dengan cara membuat layout peletakan extension barge pada jetty dengan Panjang extension barge disesuaikan dengan Panjang jetty dan lebar extension barge disesuaikan dengan kontur perairan sekitar jetty, untuk menentukan draft dan tinggi disesuaikan dengan kontur kedalaman pasang surut di jetty. Ukuran utama awal ini akan dijadikan acuan untuk melakukan perhitungan teknis yang meliputi perkiraan berat kapal, perkiraan draft kapal, selisih tinggi extension barge dengan jetty pada saat kondisi pasang dan surut.

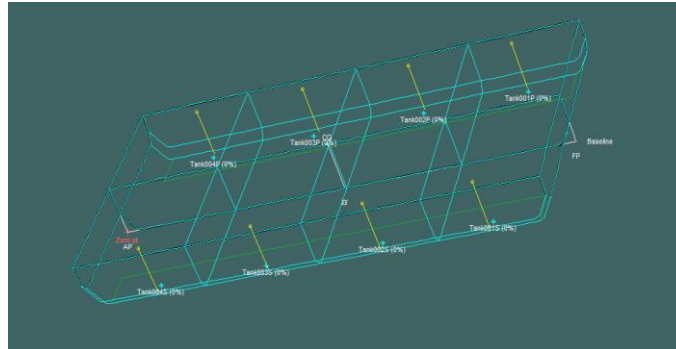
Berikut merupakan ukuran utama barge yang ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2 Ukuran Utama

<i>LOA</i>	29 m
<i>B</i>	15 m
<i>H</i>	3 m
<i>T</i>	0.6 m
<i>Displacement</i>	240 ton

2.5 Pembuatan Desain Rencana Umum

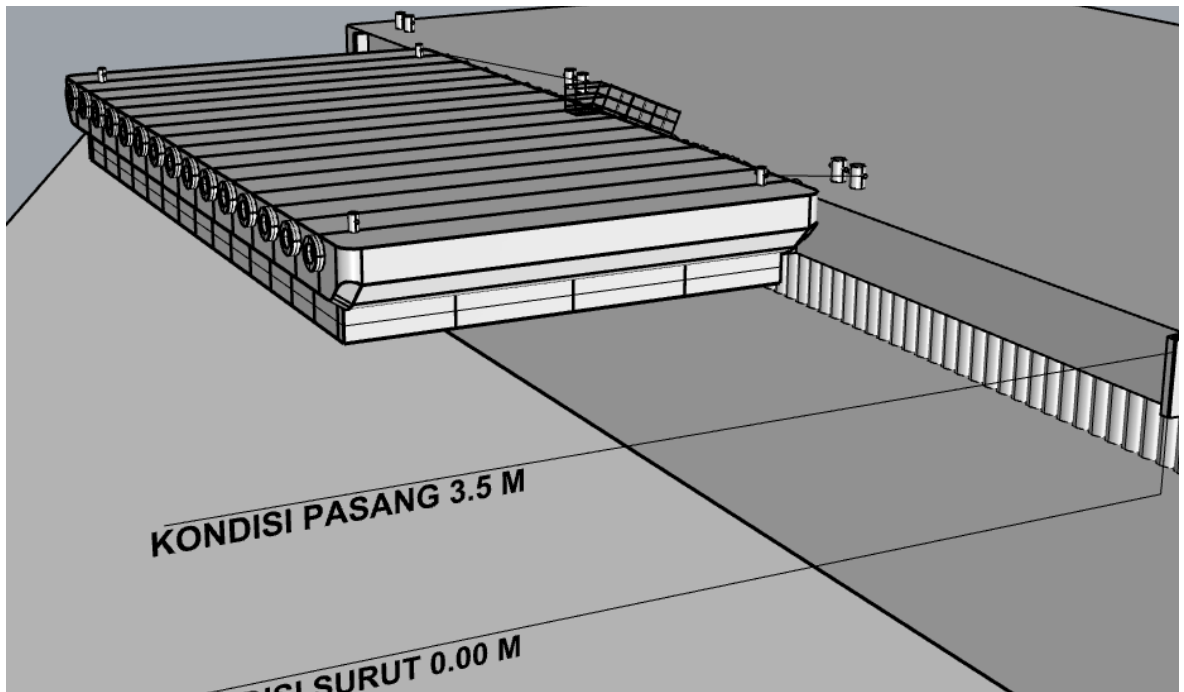
Rencana umum dari *barge* dibuat dari mengembangkan layout awal yang sudah dibuat dengan menambahkan detail dan ukuran yang sudah dihitung dan disesuaikan dengan perhitungan teknis seperti *Lines Plan* dan *General Arrangement*. Digambarkan juga kompartemen-kompartemen yang ada pada *barge*. Pembuatan rencana umum sepenuhnya dikerjakan menggunakan *software Maxsurf* pada gambar 7 & *Autocad* pada gambar 10.



Gambar 7 Compartemen Barge

2.6 Pembuatan Permodelan 3D

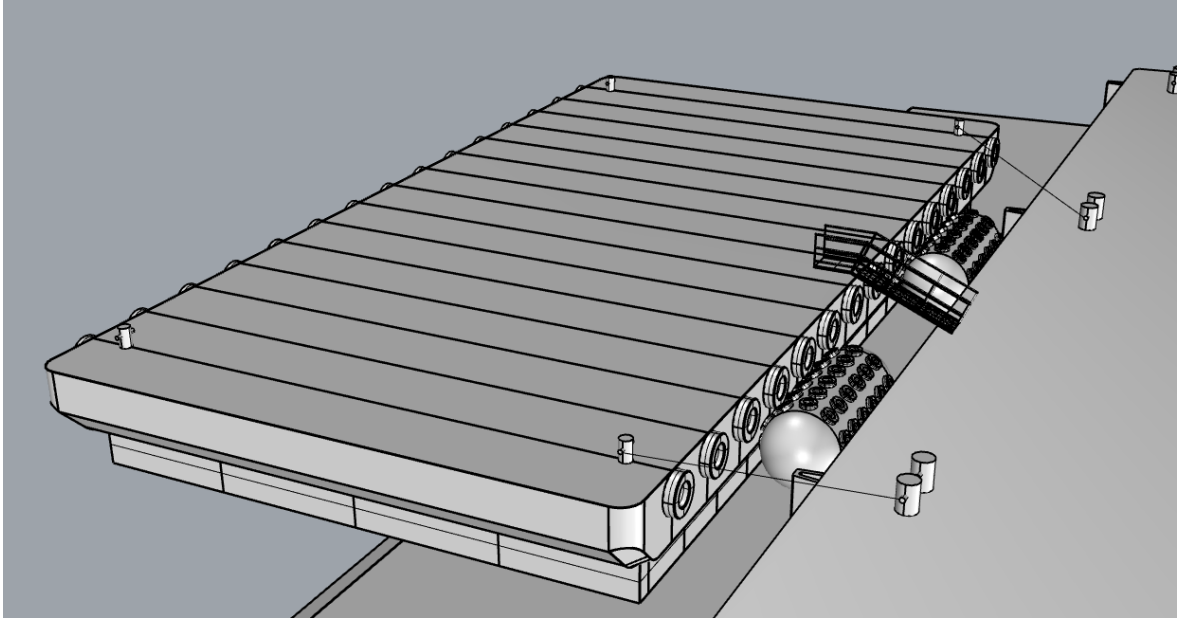
Berikut Pembuatan model 3D pada gambar 8 bertujuan untuk memberikan gambaran visual yang lebih jelas mengenai desain *barge* yang telah dibuat. Permodelan 3D dibuat dengan menggunakan kombinasi *software Autocad*, dan *Rhinoceros*.



Gambar 8 Permodelan 3D Barge Rhinoceros

2.7 Pembuatan Sistem Mooring/Tambat

Perencanaan sistem Mooring yang dijelaskan pada gambar 9 akan disesuaikan dengan bollard yang sudah ada pada Jetty yang nantinya akan dikaitkan pada Bollard Extension Barge, untuk meredam benturan pada Jetty akan ditambahkan Pneumatic Fender. Jarak antar fender dan dimensinya ditentukan berdasarkan desain dermaga dan karakteristik kapal [6], Bollard sangat penting untuk mengamankan kapal, dengan ekstensi terkadang digunakan untuk mengakomodasi kapal yang lebih besar [7].



Gambar 9 Permodelan 3D Sistem Mooring

3. Analisa Data dan Pembahasan

3.1 Owner Requirement

Beberapa poin penting dalam *Owner Requirement* pada tabel 3 untuk *barge* ini antara lain: Selisih tinggi maksimal antara *Jetty* dan *Barge*, Kontur kedalaman perairan di sekitar *Jetty*, Jarak laut mulai dalam dari *Jetty*.

Tabel 3 Owner Requirement

Owner Requirement	
<i>Ship Type</i>	Barge
Selisih Tinggi <i>Jetty vs Barge</i> kondisi pasang	1.9 m (dari atas <i>Jetty</i>)
Selisih Tinggi <i>Jetty vs Barge</i> kondisi Surut	1 m (dari bawah <i>Jetty</i>)
kontur kedalaman perairan disekitar <i>Jetty (pasang)</i>	3.5 m
Jarak laut mulai dalam dari <i>Jetty</i>	10 m

3.2 Displacement Kapal

Berdasarkan hasil perhitungan, berat struktur baja kapal kosong (*tanpa ballast*) pada tabel 4 diperkirakan sebesar 240 ton, data diperoleh dari perhitungan *Maxsurf modeler* dan *Material order*.

Tabel 4 Displacement pada draft minimum

Keterangan	Nilai
Displacement t	240
Volume (displaced) m ³	241
Draft at FP m	0.6
Draft at AP m	0.6

3.3 Perhitungan Ballast

Perhitungan *volume Ballast* kapal pada desain ini menggunakan bantuan software *Maxsurf* pada tabel 5 dengan metode analisis *Equilibrium* untuk mengetahui kapasitas *ballast* kapal pada sarat tertentu & software *Rhinoceros*.

Tabel 5 Kebutuhan Ballast pada beberapa kondisi

Tinggi Air Laut (m)	Draft (m)	Lighthship / Displacement (t)	Volume Kapal (m ³)	Volume Ballast (t)
2	1	240	4.12	182
3	2	240	8.46	627
3.5	2.5	240	1.064	850

- Menghitung *draft* maksimal kapal [8]

$$= \text{Depth poonton} - \text{Freeboard}$$

$$= 3.000 \text{ m} - 0,5 \text{ m}$$

$$= 2,5 \text{ m}$$

- Menghitung *volume ballast* :

$$\text{Volume} \times \text{massa jenis air laut} (1.025 \text{ kg/m}^3) - 240 (\text{lighthship}) = \dots (\text{volume ballast})$$

Contoh :

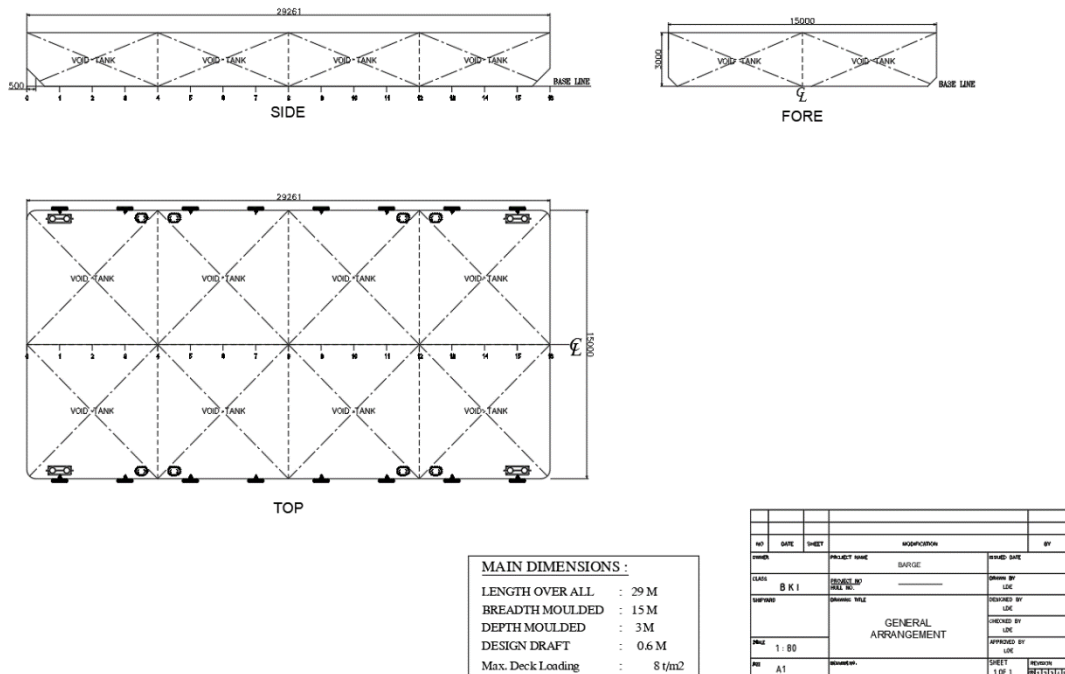
$$1.064 \times 1.025 = 1.090 - 240 = 850 \text{ t}$$

Dari perhitungan diatas didapat *draft* maksimum kapal yang diperlukan agar kapal sejajar dengan *jetty* yaitu *draft* 2.5 m, menggunakan kapasitas *volume ballast* 850 t.

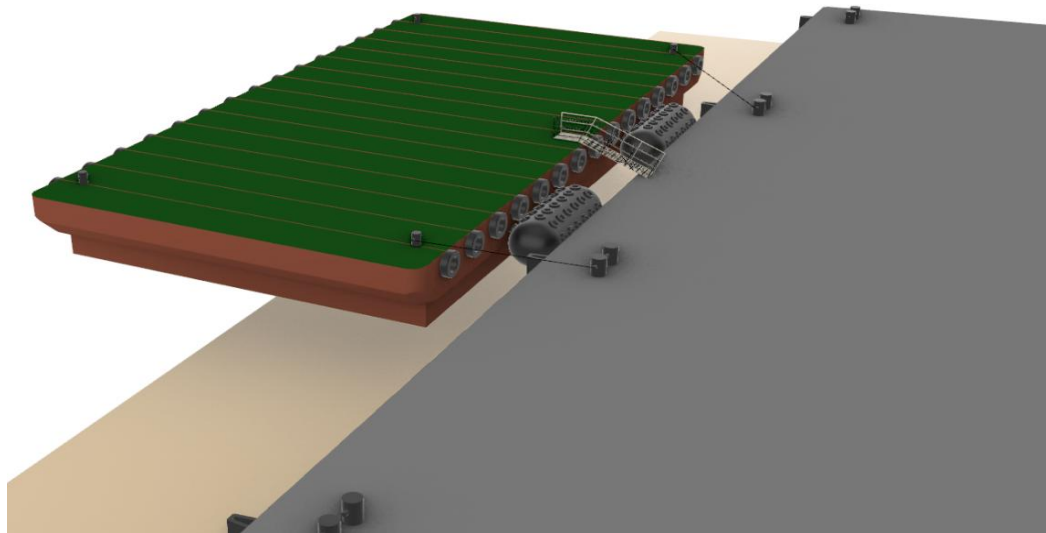
3.4 Desain Rencana Umum dan Desain Model 3D

Rencana umum merupakan desain dari ruangan dan kompartemen-kompartemen yang ada pada barge. Sesuai dengan peletakan peralatan dan perlengkapan yang ada pada barge. Rencana umum barge dapat dilihat pada gambar 10, Pada rencana umum jarak gading didesain sebesar 1,829 m.

Pembuatan model dilakukan dengan menggunakan software. Desain Model 3D barge ini berfungsi untuk memberikan gambaran lebih jelas mengenai desain barge yang dibuat, desain 3D ini sudah disesuaikan dengan ukuran utama dari barge dan desain rencana umum, desain model 3D dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 10 General Arrangement



Gambar 11 Permodelan 3D Rhinoceros

4 Kesimpulan

Penelitian ini secara berhasil merumuskan konsep dan desain teknis dari *Extension Barge* sebagai solusi dermaga tambahan bagi Galangan Kapal X, dengan mempertimbangkan fluktuasi pasang surut yang terjadi di wilayah perairan sekitar dan jarak laut mulai dalam dari *jetty* 10 meter. Hasil perancangan menunjukkan bahwa barge dengan dimensi utama panjang 29 meter, lebar 15 meter, tinggi 3 meter, draft 0,6 meter, dan displacement sebesar 240 ton, mampu memenuhi kebutuhan operasional galangan tanpa memerlukan pembangunan dermaga permanen yang berbiaya tinggi. Desain ini juga menunjukkan efisiensi dalam penyesuaian ketinggian terhadap *Jetty* melalui penambahan ballast hingga 850 ton, sehingga mencapai draft 2,5 meter saat kondisi pasang tertinggi. Sistem mooring dan pneumatic fender yang dirancang turut mendukung kestabilan dan keamanan kapal selama proses tambat. Fakta tambahan yang ditemukan menunjukkan bahwa desain *Extension Barge* ini tidak hanya fleksibel, tetapi juga siap untuk diterapkan dalam kondisi nyata di lapangan, didukung dengan pembuatan model 3D dan rencana umum yang rinci dan terintegrasi.

5 Daftar Pustaka

Penulisan referensi menggunakan urutan angka seperti berikut, dimana nomor urut disesuaikan dengan nomor referensi yang ditulis didalam isi paper.

- [1] Biro Klasifikasi Indonesia, "Rules for Hull 2024," vol. 2, no. January, 2024.
- [2] Wijaya, A., Azhar, A., & Rizqi, M. (2023). Perencanaan Tongkang untuk Isolasi Pasien Covid-19. *BAITA Engineering: Jurnal Arsitektur Perkapalan dan Teknik Kelautan*.
- [3] Priyanda, R. (2016). *Kajian Teknis Perubahan Kapal Tongkang Menjadi Kapal Container untuk Mendukung Percepatan Tol Laut* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [4] Aliffrananda, M. H. N., & Aryawan, W. D. (2019). *Desain Barge sebagai Alternatif Pengganti Jetty untuk Sarana Bongkar Muat Kapal Tanker* (Doctoral dissertation, Sepuluh Nopember Institute of Technology).
- [5] NUR SYAHIDAH, N. U. R. (2022). PELAKSANAAN PERJANJIAN TIME CHARTER DAN VOYAGE CHARTER KAPAL TUGBOAT DAN BARGE DI PT. BINTANG SAMUDERA MANDIRI LINES JAKARTA (Doctoral dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar).
- [6] Fauzan, F. (2018). Perencanaan Fender Dermaga (*Jetty*) Kapal dengan Bobot 10000 Dwt. *Ensiklopedia of Journal*, 1(1), 271815.
- [7] Sitorus, R. (2023). *Perencanaan Perbaikan Dan Perkuatan Sisi Utara Dermaga Konstruksi Untuk Kapal General Cargo 6000 DWT Di Tersus PT Pupuk Kaltim, Bontang* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [8] Rahayuningsih, S. (2018). *Analisa Stabilitas Berdasarkan Data Teoretis dan Hasil Inclining Test Untuk KM. Sabuk Nusantara 99* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).