

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pariwisata berbasis maritim di Indonesia, saat ini berkembang pesat. Misalnya di Kepulauan Wakatobi, Pulau Nias, Taka Bonerate, Karimunjawa, dan Labuan Bajo. Labuan Bajo sebagai ibu kota Kabupaten Manggarai Barat merupakan gerbang wisata bahari ke dan dari Kawasan Taman Nasional Komodo (TNK) yang dapat dicapai dengan moda udara dan laut. Bandara Udara Komodo dan Pelabuhan Marina Labuan Bajo, keduanya berada di dalam kota Labuan Bajo. Ketertarikan untuk berwisata ke Manggarai Barat meningkat dan meluas

Untuk memfasilitasi wisatawan domestik maupun mancanegara pada destinasi wisata berbasis maritim, maka pelaku usaha angkutan wisata gencar mengembangkan kapal – kapal tradisional contohnya kapal pinisi. Penggunaan kapal kayu ini memberikan daya tarik wisata. Pelabuhan Marina Labuan Bajo, selain pelayanan kapal penumpang dan ferry ro-ro, juga difungsikan sebagai pelabuhan pangkal untuk kapal wisata. Saat ini, pada KSOP Labuan Bajo tercatat sebanyak 688 unit sebagai kapal wisata dan beroperasi di Kawasan Pariwisata Komodo atau perairan Labuan Bajo. Sebagian besar dari kapal-kapal tersebut adalah kapal kayu type Pinisi dan sangat disukai serta dikenal oleh wisatawan lokal maupun mancanegara.

Kapal – kapal tersebut membutuhkan perawatan rutin agar keselamatan kapal terjaga. Kapal harus diapungkan atau ditarik ke darat agar seluruh permukaan bawah kapal dapat dirawat. Namun, dengan jumlah armada tersebut fasilitas pengedokan di kawasan wisata belum tersedia. Kapal hanya dikandaskan di pantai, pekerjaan reparasi dan pemeliharaan lambung kapal hanya bisa dilakukan sewaktu air surut.

Maka dari itu perlu didesain fasilitas perawatan sehingga fungsi dan keselamatan tetap baik. Floating dock merupakan pilihan tepat yang memiliki kelebihan dalam hal kemudahan untuk mengedokkan kapal karena dapat diapungkan dan ditenggelamkan sesuai kebutuhan pengedokan, serta dapat dipindahkan sesuai kebutuhan. Berdasarkan uraian di atas dilakukan penelitian dengan judul

“Perancangan Struktur dan Analisis Kekuatan Struktur *Floating Dock* untuk Perawatan Kapal Kayu”

1.2 Teori

1.2.1 Kapal Pinisi

Kapal pinisi memiliki nilai historis dan tradisional yang cukup kental bagi bangsa Indonesia. Kapal ini telah digunakan sejak dahulu kala oleh orang-orang suku Bugis dalam berlayar mengarungi nusantara. Penggunaan kapal pinisi pada mulanya sebagai kapal layar general cargo. Selama masa keemasan pada tahun 1970, ribuan kapal pinisi telah dibangun yang kemudian menjadi armada pelayaran untuk perdagangan terbesar di dunia, menghubungkan secara virtual semua pulau di kepulauan Nusantara.

Peran pelayaran tradisional dalam memberdayakan masyarakat di bidang pariwisata adalah melalui peningkatan pelayanan kapal layar tradisional sebagai kapal wisata tradisional. Indonesia mempunyai banyak faktor pendukung unggulan yang dapat menjadikannya sebagai pusat pariwisata bahari dunia. Salah satu upaya yang diyakini mempunyai manfaat yang sangat besar dalam mendorong perekonomian di daerah yang berbasis pada wisata bahari adalah pelibatan masyarakat dalam pemanfaatan akar budaya kapal layar tradisional sebagai daya tarik kapal wisata tradisional (*Traditional Cruise*). (Ardiwidjaja, 2016)

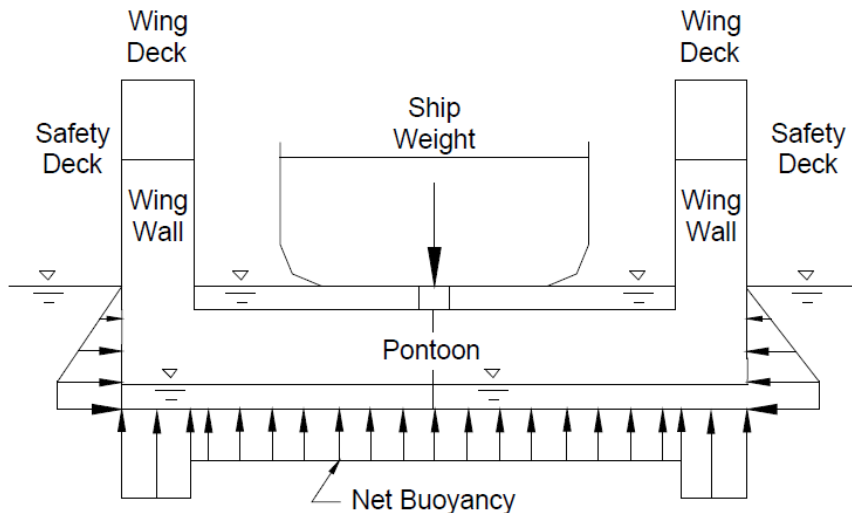
Sebagai wujud peradaban teknologi tradisional, kapal pinisi memiliki keunikan yang turut menunjang viralitas Kawasan Pariwisata Taman Nasional Komodo. Istilah pinisi merupakan sebutan khusus bagi kapal/perahu layar tradisional Bugis Makassar, Sulawesi Selatan, bercirikan dua tiang utama dan tujuh buah layar. Berdasarkan perspektif peradaban teknologi, proses pembangunan kapal "Pinisi" di tahun 2017 telah mendapatkan pengakuan internasional sebagai "Warisan Budaya tak Benda" oleh UNESCO. (Alhar, 2022)

1.2.2 *Floating Dock*

Dok apung adalah suatu alat yang digunakan sebagai tempat memperbaiki kapal. Khususnya bagian luar kapal dan yang berada di bawah garis air dimana dok apung tersebut berupa rangkaian ponton – ponton, ataupun sebuah ponton yang memanjang yang dapat mengangkat seluruh bagian kapal yang berada di atasnya. Sehingga setelah kapal terangkat dari air, kita dapat memperbaiki atau mereparasi kapal dengan leluasa. Dok apung ini juga dilengkapi dengan pipa – pipa dan katup yang berfungsi sebagai saluran penyedotan air dari luar yang dimasukkan ke dalam sel – sel ponton agar dok apung dapat tenggelam. Sehingga kapal bisa masuk dan juga berfungsi saluran pembuangan air yang ada di ponton agar isi ponton kosong dan dok kembali terangkat / terapung sehingga kapal di atasnya ikut terangkat (Fathulloh, 2001).

Dari sudut pandang desain, pembingkaihan dok apung menghadirkan masalah terutama dari segi struktural. Kurang dalam *self-propulsion*, ditarik pada kecepatan yang relatif rendah, serta bentuk dan pengaturan didasarkan terutama pada pertimbangan efisiensi struktural daripada yang biasanya lazim dalam bidang perkapalan. Untuk alasan yang sama, beberapa konsep *framing* dan metode serta pendekatan yang digunakan dalam analisis dok agak condong ke arah mencerminkan pemikiran terbaik dari praktik desain struktural saat ini. (Amirikian, 1957)

Floating dock memiliki dua komponen utama yaitu *pontoon* dan *wing walls*. Ponton berfungsi sebagai bagian paling utama yang harus menopang berat kapal dan *floating dock* itu sendiri. Ponton harus mendistribusikan beban kapal yang terpusat sepanjang centerline *floating dock* sehingga gaya apung tersebar secara merata pada kekuatan melintang *floating dock*. Sedangkan *wing walls* berfungsi untuk menjaga stabilitas saat ponton ditenggelamkan serta beban tidak merata akibat kapal dapat terdistribusi dengan kekuatan memanjang *floating dock* (Heger, 2015)



FLOATING DRY DOCK COMPONENTS

Gambar 1 Komponen Utama *Floating Dry Dock*
(Sumber : Heger, 2005)

(Heger,2005) dalam (Hadiansyah,2017) menjelaskan beberapa keuntungan dan kerugian dari *floating dry dock* adalah:

- Mempunyai nilai jual yang cukup tinggi apabila sudah tidak diperlukan
- Kapal dapat dipindahkan dari dan ke darat relative mudah
- Memanfaatkan perairan sekitar galangan yang tidak digunakan
- Kemiringan dan trim dok dapat disesuaikan dengan kondisi kemiringan atau trim kapal sehingga dapat menurangi beban blok dan menjaga stabilitas kapal pada saat docking
- Kapal yang lebih panjang dari dok apung tetap dapat dilakukan pengedokan dengan meletakkan *bow/stern* kapal melebihi panjang dok apung
- Panjang dok apung dapat ditambah relative mudah
- Dok apung dapat dipindahkan menuju perairan yang lebih dalam untuk proses *docking* atau *undocking* kapal, hal ini dapat mengurair kebutuhan dredging untuk menjaga kedalaman.

Sedangkan kerugian dari *floating dry dock* adalah :

- Biaya perawatan untuk system perpompaan, katup – katup (*valves*) dan konstruksi dok apung lebih mahal
- Pergerakan pekerja dan material terbatas oleh ruang yang tersedai di atas dok apung.
- Memiliki jangka umur pemakaian yang lebih pendek jika dibandingkan dengan *slipway*, *graving dock*, atau *lifting dock*.

1.2.2.1 Jenis *Floating Dock*

a. *Unit Dock*

Dock dapat berupa susunan kontinu atau segmental. Kontinuitasnya mungkin lengkap atau sebagian. Dalam kasus sebelumnya, seluruh rangka dirakit bersama untuk membentuk satu benda kaku, contohnya digambarkan pada Gambar 2 (a).

b. *Composite Dock*

Mereka yang memiliki kesinambungan parsial mungkin menyesuaikan diri dengan beberapa variasi. Beberapa mungkin memiliki dua dinding samping yang menyatu dan ponton yang dapat dilepas yang terdiri dari satu atau beberapa segmen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (b). Ini adalah tipe komposit atau Rennie.

c. *Sectional Dock*

Dok berbentuk U, dok yang tidak belayar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (c).

d. *Three – Piece Dock*

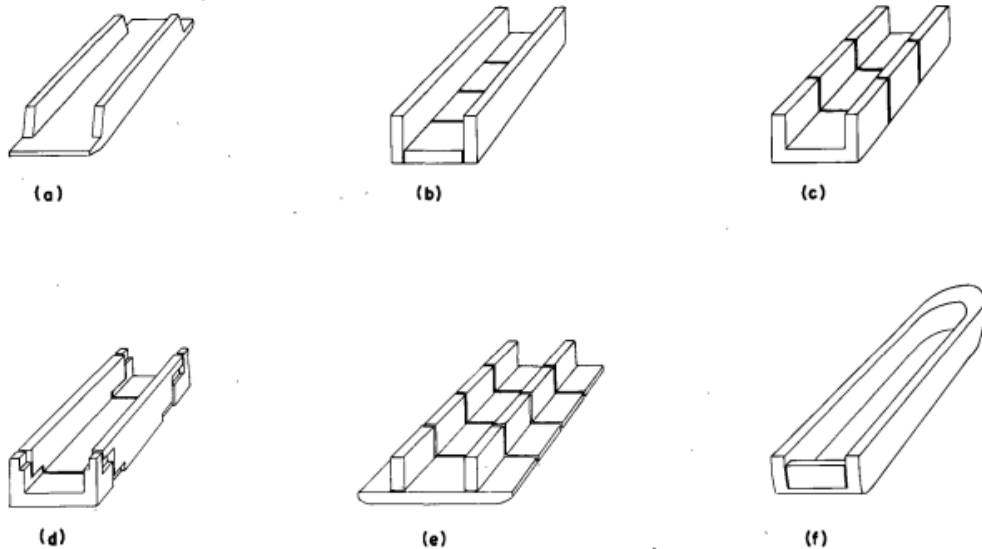
Saluran dermaga dibagi menjadi tiga segmen, namun kontinuitas dinding samping tetap dipertahankan dengan menyediakan sambungan yang tumpang tindih antara dinding segmen tengah dan ujung seperti ditunjukkan pada Gambar 2 (d). Pengaturan ini memungkinkan penyambungan segmen ujung ke dalam segmen tengah, dan juga memungkinkan pengangkatan segmen tengah keluar dari air dengan menaikannya ke atas dinding sayap dan ponton segmen ujung. Ini adalah dock Harris tipe self-docking tiga bagian.

e. *AB Sectional Dock*

Modifikasi dari bentuk U untuk penggunaan layanan di pangkalan lanjutan dan, oleh karena itu, disebut sebagai tipe AB. Di sini, untuk memudahkan penarik ruas tersebut, ponton diperpanjang melampaui dinding sayap untuk membentuk bentuk haluan dan buritan. Sebagai bantuan lebih lanjut dalam penarik, dinding sayap memiliki susunan berengsel yang memungkinkannya diturunkan ke atas ponton selama perjalanan laut.

f. *Ship Shaped Dock*

Dock memiliki haluan tertutup dan gerbang buritan berengsel untuk membentuk cekungan terapung berbentuk kapal, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (f). Ini adalah dermaga baja tipe ARD yang dikembangkan oleh *Bureau of Yards and Docks*.



Gambar 2 Tipe *Floating Dock*
(Sumber : Amirikian, 1957)

1.2.2.2 Cara Kerja Floating Dry Dock

Dok apung bekerja menggunakan prinsip Archimedes. Volume air yang dipindahkan sama dengan berat dok itu sendiri ditambah dengan berat kapal dan berat ballast dok apung. Dok dioperasikan dengan membuka katup dan mengisi tangki ballast untuk menenggelamkan dok. Ketika dok tenggelam, isi dari tiap tangki ballast dapat divariasikan. Metode untuk mengatur *flooding rates* mengacu pada *system ballasting* dok. (Heger,2005). Ada 2 tipe *system ballasting*:

1. *Valve controlled dock* dengan pemballasan dan deballas menggunakan pengaturan pipa dan katup. Laju banjir atau pumping diatur dengan memvariasikan poisisi katup – katup pada tiap tangki ballast.
2. *Pump controlled dock* memiliki satu pompa dan satu katup pengisian pada tiap tangki ballast. Laju banjir dikontrol dengan menyalakan pompa ketika katup pengisian masih terbuka dan laju pemompaan diatur dengan membuka katup banjir dengan pompa masih berjalan.

Biasanya *ballasting/deballasting* dikontrol dari ruang kontrol yang berada pada *wingwalls*. Dari ruang kontrol tiap pompa dan katup dapat dioperasikan dan level *ballast* dapat dimonitor. Setiap floating dry dock harus memiliki level air dan indikasi sarat yang memperlihatkan secara akurat ketinggian air pada setiap tangki ballas dan sarat pada enam lokasi di dok : *forward*, *amidship*, dan *aft* pada *port* dan *starboard side*. Tanpa system tersebut, sulit untuk mengetahui apakah pompa atau katup tersumbat dan apakah tangki ballast tertentu terisi atau terpompa. (Heger,2005)

1.2.2.3 Perhitungan Ukuran Utama *Floating Dock*

Berikut adalah karakteristik dari dimensi *floating dock* yang harus dipenuhi dalam tahap perencanaan :

$$B = B_1 + 2b \quad (1)$$

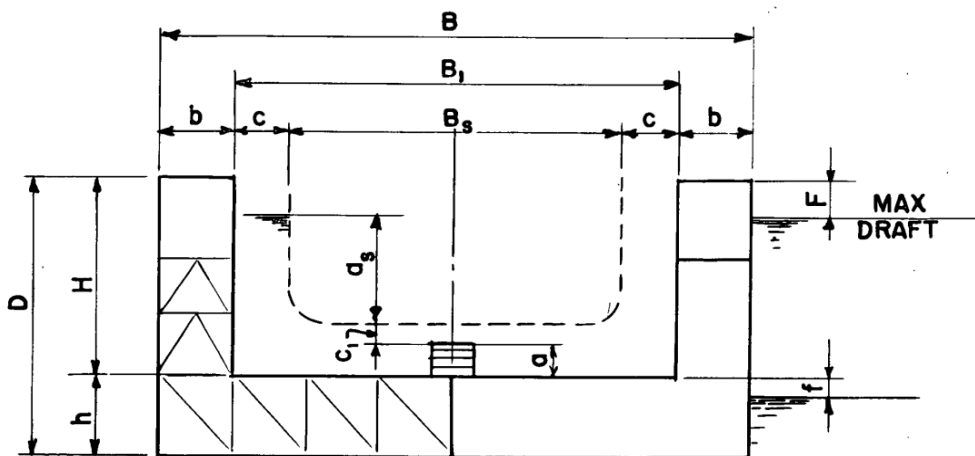
$$B_1 = B_s + 2c \quad (2)$$

$$D = H + h \quad (3)$$

$$H = d_s + a + c_1 + F \quad (4)$$

Dimana :

B	= Lebar keseluruhan ponton	(m)
H	= Jarak dari dasar ponton ke geladak ponton	(m)
b	= Lebar <i>wing wall</i>	(m) ;
H	= Jarak dari geladak ponton ke geladak <i>wing wall</i>	(m)
B ₁	= Lebar geladak pengedokan	(m)
D	= Tinggi keseluruhan <i>floating dock</i>	(m)
B _s	= Lebar kapal diatas dok	(m)
d _s	= Sarat kapal diatas dok	(m)
a	= Tinggi balok pengedokan	(m)
c	= Jarak bebas sisi kapal dengan <i>wing wall</i>	(m) ; $c \geq 1500$ mm
c ₁	= Jarak bebas alas kapal dengan balok pengedokan	(m) ; $c_1 \geq 600$ mm
F	= Freeboard dok pada kondisi perendaman maks.	(m) ; $F \geq 1000$ mm



Gambar 3 Tampak melintang dan jarak bebas *floating dock* dengan kapal (Amirikin, 1957)

Penentuan nilai h ditentukan berdasarkan perhitungan kebutuhan daya angkat (*lifting*). Pada kondisi ini sangat dianjurkan untuk menggunakan kapal terberat sebagai acuan kebutuhan daya angkat ditambah dengan berat dari dok apung itu sendiri.

1.2.3 Perhitungan Konstruksi *Floating Dock*

Perhitungan konstruksi menggunakan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI 2016) Volume II *Rules for Hull* dan (BKI 2019) *Rules for Floating Docks* meliputi tebal pelat, modulus dan ukuran profil.

Notasi Simbol :

v_o = kecepatan kapal

ρ_c = berat jenis muatan sesuai kondisi pemuatan [t/m^3]

ρ = berat jenis cairan [t/m^3]

= 1,0 t/m^3 untuk air tawar dan air laut

z = jarak vertikal pusat beban konstruksi di atas garis dasar [m]

x = jarak dari ujung belakang panjang L [m]

P_o = beban luar dinamis dasar.

$$= 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot c_0 \cdot c_L \cdot f \quad [kN/m^2] \quad (5)$$

Untuk arah gelombang berlawanan atau searah dengan arah laju kapal.

$$p_{01} = 2,6 \cdot (C_B + 0,7) \cdot c_0 \cdot c_L \quad [kN/m^2] \quad (6)$$

untuk arah gelombang melintang terhadap arah maju kapal.

C_B = koefisien blok

$C_0 = [L/25 + 4,1]C_{RW}$; $L < 90$ m

C_L = koefisien panjang

= 0,569 $L < 90$ m

C_{RW} = koefisien daerah pelayaran

= 0,600 Pelayaran perairan terlindungi

f = faktor peluang

= 1,0 Untuk Pelat

= 0,750 Untuk Gading biasa, penegar, pembujur

= 0,600 Untuk Gading besar, penumpu, senta

a. Beban Geladak Cuaca

$$P_D = (P_o \cdot 20 \cdot T \cdot C_D) / ((10 + Z - T) \cdot H) \quad (7)$$

Besar P_D tidak boleh lebih kecil dari :

$$P_{Dmin} = 16 \cdot f \quad (8)$$

b. Beban Sisi Pada Kapal

- 1) Untuk elemen yang pusat bebannya terletak di bawah garis muat

$$P_s = 10 (T - Z) + P_o \cdot C_f \left(1 + \frac{z}{T} \right) \quad [\text{kN/m}^2] \quad (9)$$

untuk arah gelombang berlawanan atau searah dengan arah laju kapal

$$P_{s1} = 10 (T - Z) + P_{o1} \left[1 + \frac{z}{T} \left(2 - \frac{z}{T} \right) \right] \cdot 2 \frac{|y|}{B} \quad [\text{kN/m}^2] \quad (10)$$

untuk arah gelombang melintang terhadap arah maju kapal. Termasuk penambahan tekanan quasi-statis akibat kemiringan kapal.

y = jarak horizontal antara pusat beban dan garis tengah kapal (m)

- 2) Untuk elemen yang pusat bebannya berada diatas garis muat :

$$P_s = P_o \cdot C_f \left(1 + \frac{20}{10 + z - T} \right) \quad [\text{kN/m}^2] \quad (11)$$

untuk arah gelombang berlawanan atau searah dengan arah laju kapal.

$$P_{s1} = \left(1 + \frac{20}{10 + z - T} \right) \frac{|y|}{B} \quad [\text{kN/m}^2] \quad (12)$$

c. Beban Alas

Beban luar p_B pada alas kapal ditentukan menurut rumus berikut:

$$P_B = (10 \cdot T) + (P_o \cdot C_F) \quad [\text{kN/m}^2] \quad (13)$$

untuk arah gelombang berlawanan atau searah dengan arah laju kapal.

$$P_B = 10 \cdot T + p_{o1} \cdot 2 \frac{|y|}{B} \quad [\text{kN/m}^2] \quad (14)$$

d. Beban Alas Dalam

Beban alas dalam ditentukan menurut rumus berikut:

$$P_c = m \cdot G/V \cdot h \quad [\text{kN/m}^2] \quad (15)$$

Dimana :

m = Berat muatan dalam ruang muat (payload)

V = Volume ruang muat (m^3) tidak termasuk beban palka

h = jarak tertinggi muatan di atas alas dalam jika ruang muat terisi penuh.

Ukuran (*scantling*) pada struktur melintang dan membujur kapal ditentukan dengan peraturan BKI Pedoman Lambung 2016, yaitu :

k = faktor bahan diambil 1,0 untuk baja

ℓ = panjang yang tidak ditumpu [m]

e = lebar geladak yang ditumpu, diukur dari pusat ke pusat bidang tak ditumpu yang berdekatan [m]

p = beban [kN/m^2]

c = 0,55

= 0,75 untuk balok, penumpu dan pelintang geladak yang ditumpu pada salah satu atau kedua ujungnya secara sederhana

1. Pelintang Alas

$$W = c \cdot T \cdot e \cdot l^2 \quad (\text{cm}^3) \quad (16)$$

e = Jarak antara pelintang alas

2. Pelintang Geladak

Modulus pelintang geladak tidak boleh kurang dari :

$$W = c \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (17)$$

$$A_w = 0,05 \cdot e \cdot l \cdot P \cdot k \quad (18)$$

3. Pembujur Alas, Pembujur Geladak dan Gading Biasa (Main Frame)

$$Wl = (83,3/\sigma_{pr}) \cdot m \cdot a \cdot l^2 \cdot P \quad (19)$$

$$Al = (1 - 0,817 \cdot m \cdot a) \cdot 0,05 \cdot a \cdot l^2 \cdot p \cdot k \quad (20)$$

l = panjang tidak ditumpu [m]

P = beban [kN/m²]

$$\sigma_{pr} = \sigma_{perm} - |\sigma_L|$$

$$\sigma_L = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{perm} = (0,8 + L/450) \cdot 230/k$$

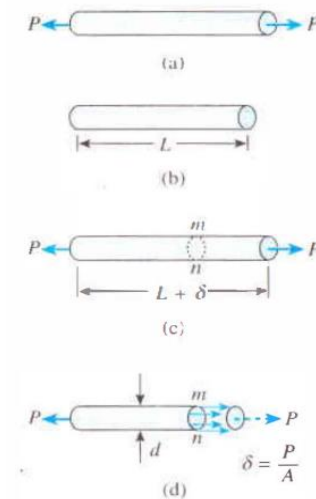
4. Gading Besar (Web Frame)

$$W = 0,55 \cdot e \cdot l^2 \cdot ps \cdot k \cdot n \quad (21)$$

$$A_w = 0,05 \cdot e \cdot l \cdot ps \cdot k \quad (22)$$

1.2.4 Tegangan

Setiap material adalah elastis pada keadaan alaminya. Karena itu jika gaya luar bekerja pada benda, maka benda tersebut akan mengalami deformasi. Ketika benda tersebut mengalami deformasi, molekulnya akan membentuk tahanan terhadap deformasi. Tahanan ini per satuan luas dikenal dengan istilah tegangan. Secara matematik tegangan bisa didefinisikan sebagai gaya per satuan luas. Konsep dasar dalam mekanika bahan adalah tegangan dan regangan. Dapat ditinjau pada sebuah benda berbentuk batang *prismatic*. (Gere & Timoshenko, 2000)



Gambar 4 (a) Batang prismatis yang mengalami tarik (b) Diagram benda bebas dari segmen batang (c) Segmen batang setelah dibebani (d) Tegangan normal pada batang
 (Sumber : Gere & Timoshenko, 2000)

Dengan mengasumsikan bahwa tegangan terbagi rata (Gambar 4 (d)), dapat dilihat bahwa resultannya hampir sama dengan intensitas σ dikalikan dengan luas penampang A dari batang tersebut. Dengan demikian, kita mendapatkan rumus berikut untuk menyatakan besar tegangan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (23)$$

Dimana :

σ = Tegangan (N/mm²)
 P = Gaya atau beban (N)
 A = Luas penampang (mm²)

Kekuatan melintang harus dianalisis untuk beban yang disebabkan oleh tekanan air dan beban pada balok lunas. Tegangan pada balok penopang melintang dok apung, pada pelat dan rangka tidak boleh melebihi tegangan berikut ini :

Tabel 1 Standar tegangan minimum

Tipe Pembebanan	Tegangan Minimum
Compressive, tensile and bending stresses	$\sigma_{cr} = 160 \text{ N/mm}^2$
Shear stress	$\tau_{cr} = 100 \text{ N/mm}^2$
Equivalent stress	$\sigma_v = 200 \text{ N/mm}^2$

Sumber : BKI, 2019

Kekuatan membujur dok dianalisis ketika dok menopang kapal dengan berat yang sama dengan kapasitas angkat dok. Tegangan yang dihasilkan dari momen lentur terkecil tidak lebih dari; $\sigma = 120 \text{ N/mm}^2$. (BKI, 2019)

1.2.5 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga (*Finite Elemen Method*) adalah metode numerik yang digunakan untuk memecahkan permasalahan teknik berupa persamaan matematis dengan menggunakan rumus integral dalam sistem aljabar linear dan non-linear dengan tingkat ketelitian yang cukup akurat. Tipe masalah teknis yang dapat diselesaikan menggunakan metode elemen hingga adalah analisis struktur yang meliputi analisis tegangan, buckling, dan analisis getaran. Selain itu metode elemen hingga juga bisa menyelesaikan masalah teknis non struktur seperti perpindahan panas dan massa, distribusi listrik dan magnet, mekanika fluida, dan lain sebagainya. (Susatio, 2004)

Adapun tipe – tipe permasalahan pada struktur meliputi :

1. Analisis tegangan/*stress*, meliputi analisis *Truss* dan *frame* serta masalah masalah yang berhubungan dengan tegangan - tegangan yang terkonsentrasi.
2. *Buckling*
3. Analisis Getaran

Dalam persoalan - persoalan yang menyangkut geometri yang rumit, seperti persoalan pembebanan terhadap struktur yang kompleks, pada umumnya sulit dipecahkan melalui matematika analisis. Hal ini disebabkan karena matematika analisis memerlukan besaran atau harga yang harus diketahui pada setiap titik pada struktur yang dikaji. Penyelesaian analisis dari suatu persamaan diferensial suatu geometri yang kompleks, pembebanan yang rumit, tidak mudah diperoleh. Formulasi dari metode elemen hingga dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan ini. (Susatio, 2004)

Selain metode ini merupakan metode konvensional yang digunakan untuk memecahkan masalah tegangan dan deformasi yaitu menggunakan teori balok, teori kolom, pelat dan lain-lain. Sehingga penerapannya dibatasi untuk sebagian struktur dan beban sederhana. Disisi lain metode elemen hingga menerapkan:

- a) Membagi sebuah struktur menjadi elemen-elemen kecil
- b) Mengubah setiap elemen menjadi model matematika
- c) Menggabungkan elemen-elemen kemudian memecahkannya secara keseluruhan

Terdapat berbagai bentuk tipe elemen dalam metode elemen hingga yang dapat digunakan untuk memodelkan kasus yang akan dianalisis. Macam dari bentuk elemen tersebut yaitu :

1. Elemen satu dimensi

Elemen satu dimensi terdiri dari garis (*line*). Tipe elemen ini yang paling sederhana, yakni memiliki dua titik nodal, masing-masing pada ujungnya, disebut elemen garis linier. Dua elemen lainnya dengan orde yang lebih tinggi, yang umum digunakan adalah elemen garis kuadratik dengan tiga titik nodal dan elemen garis kubik dengan empat buah titik nodal.

2. Elemen dua dimensi

Elemen dua dimensi terdiri dari elemen segitiga (*triangle*) dan elemen segiempat (*quadrilateral*). Elemen orde linier pada masing-masing tipe ini memiliki sisi berupa garis lurus, sedangkan untuk elemen dengan orde yang lebih tinggi dapat memiliki sisi berupa garis lurus, sisi yang berbentuk kurva ataupun dapat pula berupa kedua-keduanya.

3. Elemen Tiga Dimensi

Elemen tiga dimensi terdiri dari elemen tetrahedron, dan elemen balok.

1.2.6 ANSYS

ANSYS adalah salah satu software yang digunakan untuk menganalisis berbagai macam struktur, aliran fluida, dan perpindahan panas dari software analisis yang lain yaitu NASTRAN, CATIA, Fluent dan yang lain. Secara umum penyelesaian elemen hingga menggunakan ANSYS dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu :

1. *Preferences*

Tahapan ini menentukan analisis model yang akan digunakan. Pada penelitian ini menggunakan tipe analisis *static structural*.

2. *Preprocessing*: pendefinisian masalah :

Langkah umum dalam preprocessing terdiri dari :

- a. Mendefinisikan *keypoint/ lines/ areas/ volume*
- b. Mendefinisikan tipe elemen dan bahan yang digunakan/ sifat geometric
- c. Mesh *lines/ areas/ volumes* sebagaimana dibutuhkan. Jumlah detail yang dibutuhkan akan tergantung pada dimensi daerah yang dianalisis.

3. *Solution : assigning loads, constraints, and solving*

Di sini, perlu menentukan beban, *constraints* (translasi dan rotasi) dan kemudian menyelesaikan hasil persamaan yang telah di set.

4. *Postprocessing: futher processing and viewing of the result*

Tahap *postprocessing* digunakan untuk menampilkan hasil-hasil dari diagram kontur tegangan (*stress*), regangan (*strain*), dan perpindahan titik simpul (*displacement*).

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana menentukan ukuran *floating dock* yang sesuai untuk kapal kayu?
2. Bagaimana rancangan *floating dock* yang baik untuk kapal kayu?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Merancang *floating dock* untuk kebutuhan perawatan kapal kayu di kawasan wisata maritim.
2. Asesmen kekuatan struktur *floating dock* tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberika manfaat antara lain :

1. Sebagai bahan pertimbangan galangan kapal kayu, *surveyor* serta *owner* dalam mendesain *floating dock*.
2. Sebagai konsep pengembangan keselamatan kapal.

1.6 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat dikerjakan dengan lebih fokus dan mendalam, maka perlu membatasi permasalahan penelitian ini. Batasan masalahnya antara lain :

1. Kapal kayu yang digunakan pada penelitian merupakan kapal yang sudah beroperasi
2. Penelitian fokus pada rancangan struktur.
3. Tidak memperhitungkan biaya.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan mulai dari bulan November 2023 hingga selesai yang dilakukan di Laboratorium Struktur Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

2.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan perancangan *floating dock* untuk kapal kayu dengan pendekatan peraturan BKI untuk penentuan dimensi serta bantuan software ANSYS dengan menggunakan metode elemen hingga untuk analisis kekuatan dok.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Data pada penelitian ini berupa data sekunder yang berisi ukuran utama kapal kayu yang telah beroperasi. Berikut data ukuran utama kapal kayu pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Kapal Kayu

No.	P (m)	L (m)	H (m)	GT
1	24.07	6.1	2.65	103
2	22.7	6.02	2.68	103
3	26.14	5.46	3	104
4	26	6	2.5	106
5	25.92	6.23	2.42	109
6	27	8	2.5	125
7	24.74	6.95	3.05	132
8	18	6.15	3.4	144
9	25.35	7.25	3.4	147
10	27.2	7.15	2.9	148
11	25.7	7.11	2.66	149
12	23.56	7.46	3.17	151
13	23.56	7.46	3.17	151
14	24.4	8.45	2.52	161
15	25.89	6.77	2.67	167
16	24.99	7.85	3.47	171
17	26.92	7.8	3.36	172
18	25.56	7.8	2.3	186
19	28.84	8.55	3.32	250
20	30.21	7.85	3.55	255
MAX	30,21	8,6	3,55	255

Dari data sudah ada diatas dapat dicari kapal dengan ukuran utama terbesar yang akan dijadikan patokan dalam perencanaan *floating dock*. Dari hasil pemilihan ukuran utama max dari Tabel 2 diatas didapatkan ukuran utama terbesar sebagai berikut :

Panjang : 30,21 meter
 Lebar : 8,6 meter
 Tinggi : 3,55 meter
 GT : 255

Setelah didapatkan ukuran kapal terbesar dari data yang tersedia, selanjutnya dipilih kapal sebagai patokan. Kapal Chakana dipilih sebagai patokan karena memiliki ukuran utama yang paling mendekati dengan ukuran terbesar kapal.

Nama Kapal : CHAKANA
 Panjang : 30,21 meter
 Lebar : 7,85 meter
 Tinggi : 3,55 meter
 Sarat : 2,62 meter
 LOA : 43,09 meter
 GT : 255
 LWT : 208 Ton (Saputra,2024)

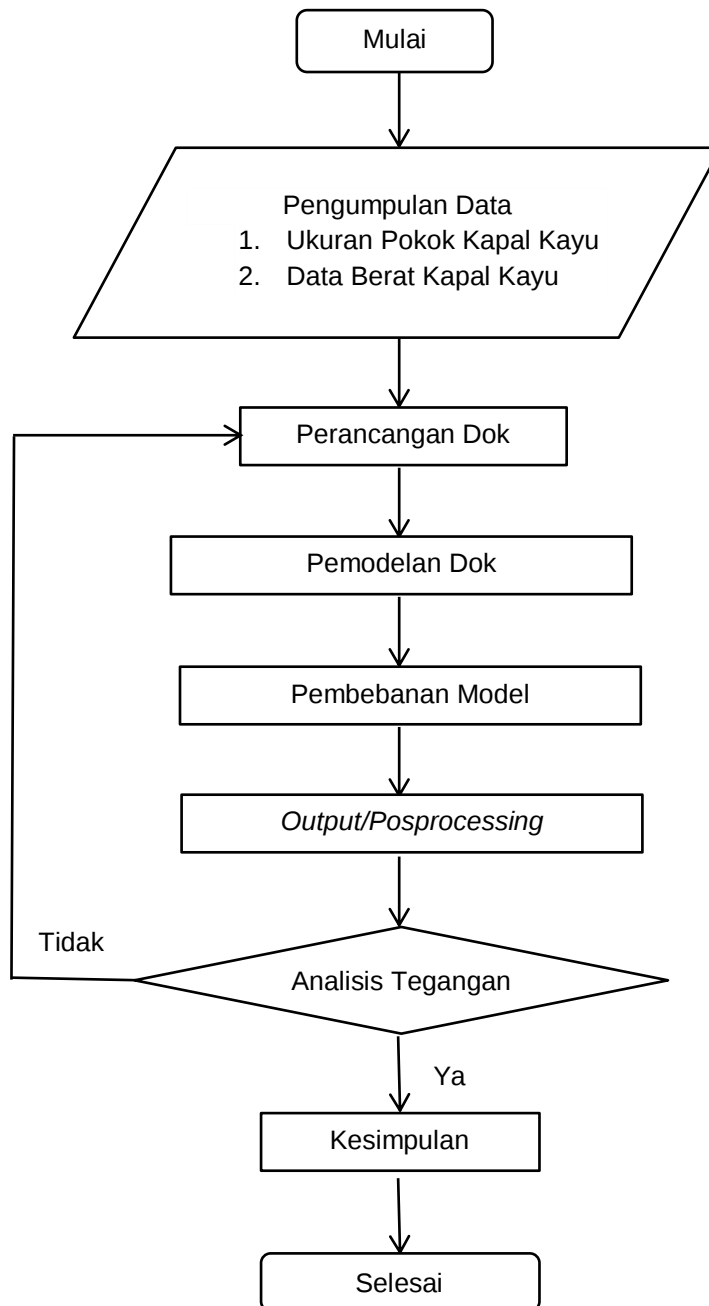
2.4 Teknik Analisis Data

Dalam merancang *floating dock*, maka tahapan analisisnya sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data kapal kayu
2. Merancang *floating dock* untuk kapal kayu
3. Menghitung kekuatan *floating dock* rancangan (dengan bantuan Ansys).
 Adapun urutan proses permodelan dan perhitungan dengan bantuan Ansys adalah sebagai berikut :
 - 1) Preprocessing
 - a. Mendefinisikan tipe dan pilihan elemen.
 - b. Mendefinisikan material
 - c. Membuat model
 - d. Mendefinisikan *meshing*
 - e. Mesh model yang dibuat
 - 2) Solution
 - a. Menetapkan beban (*assigning loads*)
 - b. *Constraints*
 - c. *Running/Solving*
 - 3) Postprocessing
 Menampilkan hasil analisis. Hasil yang diperoleh dibuat dalam bentuk tabel dan grafik yang meliputi deformasi dan tegangan untuk mempermudah dalam proses pengolahan data.
4. Hasil tegangan dan regangan dibandingkan dengan persyaratan BKI untuk melihat apakah memenuhi atau tidak

2.5 Kerangka Pikir Penelitian

Untuk lebih memudahkan proses penyelesaian tugas akhir ini, maka dibuat suatu kerangka analisis yang menggambarkan prosedur atau tahap-tahap pengerjaan dalam penulisan ini. Kerangka penelitian tersebut dapat digambarkan dengan menggunakan diagram alur (*flowchart*).



Gambar 5 Flowchart Penelitian