

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

2.1 PERATURAN DAN REGULASI TERKAIT

- A. American Bureau of Shipping tahun 2019 tentang *Guide for Position Mooring Systems*
- B. American Bureau of Shipping tahun 2024 tentang *Guides for Building and classing Marine Vessel*
- C. American Bureau of Shipping tahun 2024 tentang *Guides for Building And Classing Steel Barge*
- D. American Institute of Proteleum (API) API RP 2SK tentang *Design and Analysis of Station keeping Systems for Floating Structures.*
- E. American Institute of Proteleum (API) API RP 9A 95 tentang *Specification of Wire Rope*
- F. Det Norske Veritas (DNV) DNV-RP-C205 tahun 2010 tentang *Environmental Conditions and Environmental Loads*
- G. Det Norske Veritas (DNV) DNV-OSS-101 tahun 2014 tentang *Rules for Classification of Offshore Drilling and Support Units*
- H. Det Norske Veritas (DNV) DNV-OS-E304 tahun 2015 tentang *Mooring Steel Wire Ropes*
- I. Det Norske Veritas (DNV) DNVGL-ST-N001 tahun 2015 tentang *Marine Operation and Marine Warranty*
- J. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No.32 Tahun 2021 tentang Inspeksi Teknis dan Pemeriksaan Keselamatan Instalasi dan Peralatan Pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi
- K. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 40 Tahun 2021 tentang Alur-Pelayaran di Laut dan Bangunan dan/atau Instalasi di Perairan

2.2 OFFSHORE SOUTH EAST SUMATRA (OSES) FIELD

Offshore South East Sumatra Field adalah salah satu area produksi minyak dan gas yang penting di Indonesia, terletak sekitar 100 kilometer barat laut Jakarta. Dikenal sebagai ladang minyak lepas pantai pertama di Indonesia, pengembangan ladang ini dimulai pada tahun 1970-an dan telah memberikan kontribusi signifikan terhadap produksi hidrokarbon negara. Wilayah ini mulai beroperasi pada tahun 1970-an dengan penemuan besar di beberapa lokasi, termasuk ladang Cinta dan Rama pada tahun 1970, Krisna dan Zelda pada tahun 1980, serta Widuri dan Intan pada tahun 1990. (Santosa et al., 2020)



Sumber : <https://www.ruangenergi.com/>

Gambar 2. 1 wilayah kerja PHE OSES

Hingga saat ini, ladang ini telah memproduksi sekitar 1,25 miliar barel minyak, dengan cadangan yang tersisa diperkirakan mencapai 176,1 juta barel. Ladang ini dianggap matang, yang berarti sebagian besar sumber daya yang mudah diakses telah dieksploitasi. Pengembangan terbaru mencakup rencana untuk produksi gas, dengan harapan dapat menghasilkan antara 60 hingga 100 juta kaki kubik per hari (MMCFD) dari cadangan gas yang diperkirakan mencapai 0,6 triliun kaki kubik (TCF) selama dekade mendatang. (Santosa et al., 2020)

2.3 ACCOMODATION WORK BARGE

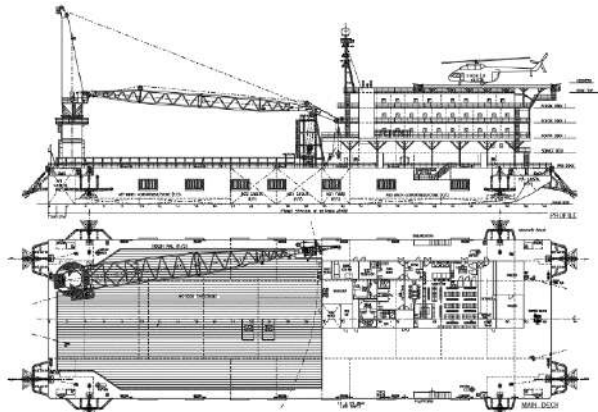
Accommodation work barge (AWB) adalah sebuah jenis kapal atau tongkang yang dirancang khusus untuk menyediakan akomodasi dan fasilitas

kerja bagi kru atau pekerja yang terlibat dalam operasi lepas pantai, seperti eksplorasi minyak dan gas, konstruksi, atau perbaikan di platform lepas pantai. AWB sering digunakan di lokasi yang jauh dari daratan atau di tempat-tempat dengan kondisi kerja yang sulit. (Alfiansyah et al., 2020)

Accommodation work barge, atau juga biasa disebut AWB, adalah kapal tongkang kerja yang tidak memiliki alat penggerak sendiri dan pada dasarnya digunakan sebagai tempat tinggal bagi karyawan yang bekerja. Kapal ini bergerak ke pengeboran minyak atau perusahaan kemaritiman lainnya di luar negeri. Kapal ini memiliki fasilitas *crane* dengan kapasitas besar yang memungkinkan mobilitas kerja. Kapal AWB ini dapat menampung lebih dari 36 orang dan termasuk ABK. Kapal ini cenderung diam dan baru dapat dipindahkan oleh Tugboat setelah ditambatkan. (Tetuko Pujikuncoro et al., 2016)

accommodation work barge (AWB) juga berfungsi sebagai "apartemen terapung" yang memungkinkan pekerja tinggal didekat lokasi proyek tanpa harus melakukan perjalanan jauh ke darat. Dengan desain modular yang fleksibel, *accommodation work barge* dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik proyek, memberikan solusi akomodasi yang efisien di lingkungan kerja yang terpencil. (Perdana et al., 2012). Ciri khas *accommodation work barge*, yaitu :

- Tanpa Alat Penggerak: AWB memerlukan bantuan tugboat/AHTS untuk berpindah lokasi.
- Desain Modular: Memungkinkan penyesuaian sesuai kebutuhan proyek.
- Fasilitas Lengkap: Menyediakan semua kebutuhan dasar bagi pekerja di tengah laut.
- Fasilitas Umum: Termasuk laundry, ruang rapat, dan area rekreasi untuk meningkatkan kesejahteraan pekerja.
- Dek Kerja Luas: Selain untuk akomodasi, AWB memiliki dek kerja yang luas untuk mendukung berbagai aktivitas seperti perbaikan, instalasi, dan pengangkatan peralatan berat.

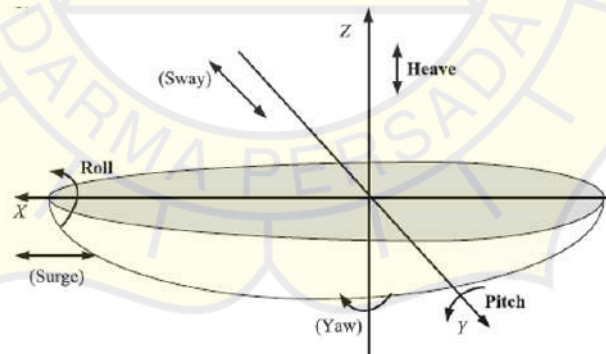


Sumber : <https://www.ship-broker.eu/>

Gambar 2. 2 Accomodation Work Barge

2.4 RESPON GERAK *FLOATING STRUCTURE*

Pada respon gerak kapal terdapat enam mode gerakan bebas atau *degrees of freedom* (dof) untuk respons gerak struktur bangunan apung dalam fluida air. Semua enam mode gerakan struktur apung terjadi pada sistem koordinat struktur pada masing-masing sumbu x, y, dan z. Gerakan struktur apung yang disebabkan oleh gaya eksitasi disebut gerakan translasi, yang terdiri dari mode gerak surge, sway, dan heave. Gerakan struktur apung yang disebabkan oleh momen eksitasi disebut gerakan rotasi, yang terdiri dari mode gerak roll, pitch, dan yaw..(Firdaus et al., 2021)



Sumber : (Firdaus et al., 2021)

Gambar 2. 3 Gerakan 6 DOF *Floating Structure*

Gerakan kapal di laut lepas sangat penting untuk diprediksi. Macam gerakan osilasi pada kapal memiliki enam derajat kebebasan yaitu Surging, Swaying, Heaving, Rolling, Pitching, Yawing. Enam derajat kebebasan dapat dibedakan menjadi dua macam mode gerak, yaitu Translasi dan Rotasi.(Murdjito et al., 2024)

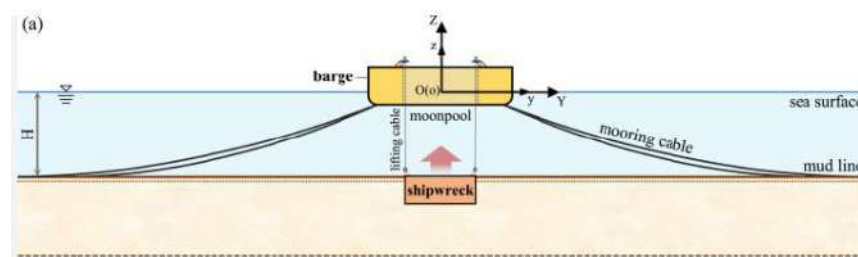
2.5 MOORING SYSTEM

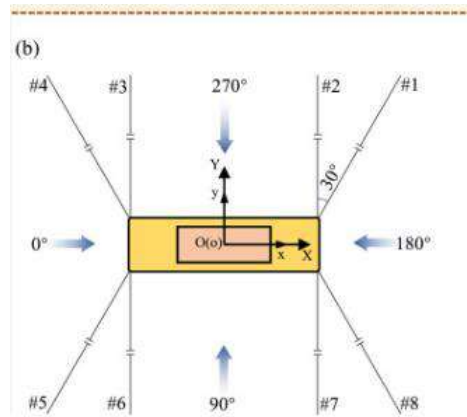
2.5.1 Pengertian *Mooring System*

Sistem tambat / *mooring system* adalah cara untuk mengurangi pergerakan struktur apung yang ditambat. Ini memungkinkan struktur apung untuk bergerak bebas meskipun bergerak sesuai arah beban lingkungan. Selain itu, sistem tambat membantu proses *weathervaning* dan memastikan bahwa operasi pada struktur apung dapat dilakukan dengan aman..(Afdhal et al., 2019)

Sistem *mooring* merupakan salah satu aspek penting dalam operasional kapal di laut, terutama pada *accommodation work barge* yang digunakan untuk mendukung kegiatan konstruksi maupun *work over* dan *well services* pada *platform* di perairan lepas pantai (*offshore*). *Mooring* adalah proses mengamankan posisi kapal di laut dengan menggunakan berbagai metode, termasuk penggunaan anchor atau jangkar, *winch*, *wire* dan *buoy*. *Mooring system* harus dirancang agar mampu menjaga bangunan di atas laut tidak berpindah posisi.(Juan et al., 2019)

Sistem mooring ini memungkinkan sebuah struktur terapung seperti kapal FPSO, work barge, platform lepas pantai, atau pelampung (buoy) tetap berada di posisinya dengan aman dan stabil. Oleh karena itu, perancangan sistem mooring harus mampu mempertahankan bangunan di atas laut atau ponton sesuai dengan gaya lingkungannya. Bangunan di atas laut atau pontoon dapat mengalami berbagai gaya yang diakibatkan oleh faktor eksternal yang berasal dari lingkungan, seperti gaya angin, gaya arus, gaya gelombang, dan gaya sudut..(Juan et al., 2019)





Sumber : (Juan et al., 2019)

Gambar 2. 4 Sistem *Mooring* pada *Accommodation Barge*

2.5.2 Komponen Mooring System

1. *Anchor* (jangkar)

Anchor merupakan perangkat yang digunakan untuk menahan posisi kapal di perairan, mencegahnya bergerak akibat arus, angin, atau gelombang. *Anchor* berfungsi dengan cara menembus dasar laut dan memberikan tahanan yang cukup untuk menjaga kapal tetap stabil. Bagian ini merupakan titik awal dari sistem mooring yang ditanam di dasar laut. *Anchor* harus memiliki daya rekat yang cukup kuat agar struktur tetap terikat dengan baik. (Saputra et al., 2017)

2. *Mooring Line*

Merupakan tali atau rantai (*wire*) yang menghubungkan antara *anchor* dengan struktur terapung yang akan diikat. Tali *mooring* harus memiliki karakteristik yang kuat dan elastis agar dapat menahan beban dan tekanan yang berasal dari arus laut dan gelombang. (Syarifuddin et al., 2022)

3. *Buoy* (Pelampung)

Buoy merupakan perangkat yang digunakan untuk memberikan pengapungan pada ujung tali mooring yang akan terapung pada permukaan laut. *Buoy* membantu agar *mooring wire* tidak tersangkut di dasar laut dan membantu dalam memudahkan proses pemasangan dan pengangkatan *anchor*. (Murdjito et al., 2024)

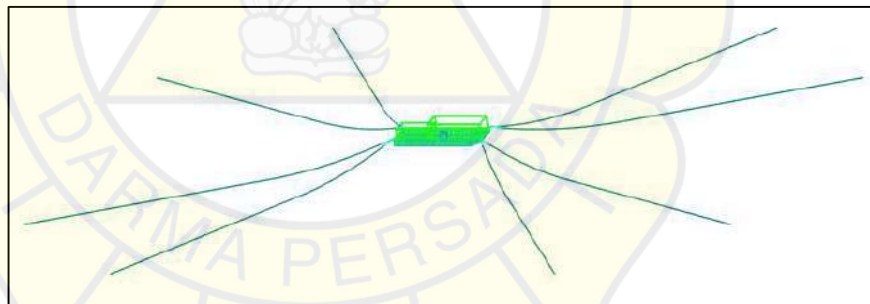
4. *Mooring winch*

Mooring winch adalah alat mekanis yang digunakan untuk mengangkat, menurunkan, dan mengatur ketegangan *mooring line* (tali tambat) pada kapal maupun *floating structure*. Alat ini berfungsi dalam proses berlabuh dan mengamankan kapal di tempatnya, baik pada saat pelabuhan maupun di perairan terbuka. (Huda & Mursid, 2022)

2.5.3 Desain Konfigurasi *Mooring System*

1. *Spread Mooring*

Spread mooring merupakan sistem tambat yang digunakan untuk menstabilkan struktur terapung, seperti kapal atau *platform*, di perairan. Dalam konfigurasi ini, beberapa rantai atau tali tambat dihubungkan dari struktur terapung ke titik-titik tetap di dasar laut, membentuk pola yang menyebar. Sistem yang menggunakan beberapa titik tambat untuk menahan struktur terapung dalam posisi tertentu, memungkinkan fleksibilitas dalam orientasi terhadap arah angin dan gelombang. (Louis et al., 2023)



Sumber : (Louis et al., 2023)

Gambar 2. 5 Ilustrasi *Spread Mooring Mooring Pada Barge*

Untuk *Spread Mooring system* dibagi menjadi 2 kelompok yaitu:

➤ *Catenary mooring*

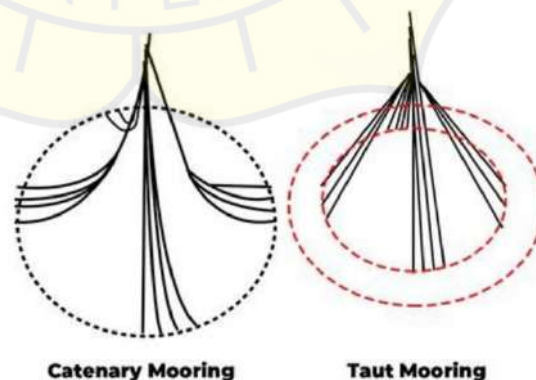
Sistem tambat *catenary* adalah sistem tambat yang paling umum di pakai pada perairan dangkal. Melalui gaya gravitasi antara floating unit dan dasar laut, akan menunjukkan bentuk khas dari garis gantung bebas. *Catenary* menggantung secara horizontal di dasar laut. Akibatnya panjang *catenary* harus lebih

besar dari kedalaman air dan titik jangkar dalam sistem tambat *catenary* dikenakan gaya *horizontal*. Sistem ini memberikan fleksibilitas yang baik dalam menghadapi gelombang dan arus laut yang kuat, membuatnya ideal untuk daerah dengan kondisi lingkungan yang dinamis.(Fabya, 2019)

➤ *Taut mooring*

Taut mooring merupakan sistem tambat yang menggunakan rantai atau tali yang ditarik kencang (taut) dari struktur terapung menuju titik tetap di dasar laut. Sistem ini dirancang untuk menjaga posisi dan stabilitas struktur terapung, seperti kapal atau *platform*, dalam kondisi lingkungan yang bervariasi. Dalam taut mooring, garis tambat selalu berada dalam keadaan tegang, sehingga mengurangi gerakan *vertikal* dan *horizontal* dari struktur terapung. Sistem ini memberikan stabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan *catenary mooring*, terutama dalam kondisi arus dan gelombang yang kuat.(Bach-Gansmo et al., 2020)

Penyebab perbedaan bentuk mooring line yang landai adalah berat *wire rope* atau rantai yang terpasang pada *system mooring* sehingga perbedaan berat ini dapat mengakibatkan bentangan *mooring line* yang terpasang pada floating structure hingga menuju jangkar (*seabed*) tidak tegang tetapi renggang.

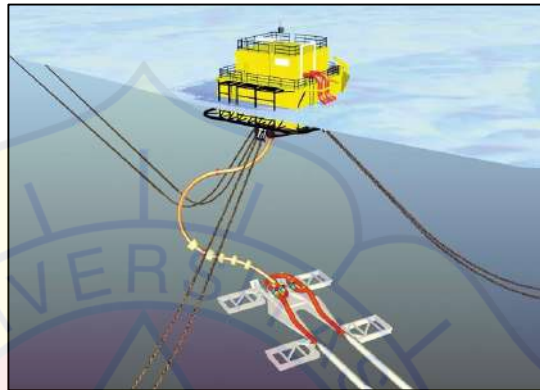


Sumber : (Louis et al., 2023)

Gambar 2. 6 Perbedaan *Catenary* dan *Taut Mooring*

2. *Buoy mooring*

Buoy mooring adalah sistem tambat yang menggunakan *buoy* (pelampung) sebagai titik penghubung antara kapal atau struktur terapung dan anchor yang terpasang di dasar laut. Sistem ini dirancang untuk memberikan stabilitas dan fleksibilitas kepada struktur terapung, memungkinkan mereka untuk bergerak dengan arus dan gelombang tanpa kehilangan posisi. (Yang & Chiang, 2023)



Sumber : (Louis et al., 2023)

Gambar 2. 7 Bouy Mooring

2.5.4 Tegangan dan Regangan Mooring Line

1. Tegangan *Mooring line*

Pada umumnya, tegangan adalah gaya dalam yang memiliki berbagai besaran dan arah dan bekerja pada luasan yang kecil, bahkan pada potongan. Gaya dalam ini berfungsi sebagai vector dalam alam dan bertahan dalam keseimbangan dengan gaya luar yang digunakan. Intensitas gaya biasanya bergerak miring pada bidang penampang pada luas potongan yang kecil. Tegangan normal (normal stress) pada titik adalah intensitas gaya yang tegak lurus atau normal terhadap irisan. Suatu tegangan tertentu yang dianggap bertitik tangkap pada titik tertentu. (Wibowo et al., 2015)

2. Regangan *Mooring Line*

Perpanjangan per satuan luas disebut regangan (*strain*). Ia adalah besaran yang tidak memiliki dimensi, tetapi lebih mirip dengan meter per meter. Pada saat -saat tertentu, regangan diberikan dalam bentuk presentase. Besar ukuran regangan umumnya bernilai

kecil, kecuali pada beberapa bahan berupa karet. Pada saat regangan diketahui, regangan total akibat beban aksial adalah ϵL . Hubungan ini berlaku untuk setiap panjang ukur sampai ada deformasi lokal yang signifikan. (Zaki et al., 2016)

2.5.5 Mooring Line Safety Factor Criteria

Faktor keamanan tambat adalah batas aman (batas izin) untuk pengoperasian sistem mooring pada bangunan terapung lepas pantai yang ditambahkan dengan mempertimbangkan tegangan maksimum yang terjadi pada sistem tambat. Nilai tegangan tambat harus memenuhi kriteria/batas faktor keamanan. Adapun kriteria faktor keamanan tambat faktor keamanan tambat didasarkan pada aturan API RP 2 SK. (Rafi'i et al., 2021).

2.6 ANCHOR

2.6.1 Pengertian Anchor

Anchor merupakan perangkat yang digunakan untuk menahan posisi kapal di perairan, mencegahnya bergerak akibat arus, angin, atau gelombang. Anchor berfungsi dengan cara menembus dasar laut dan memberikan tahanan yang cukup untuk menjaga kapal tetap stabil. Bagian ini merupakan titik awal dari sistem mooring yang ditanam di dasar laut. Anchor harus memiliki daya rekat yang cukup kuat agar struktur tetap terikat dengan baik. (Saputra et al., 2017)

2.6.2 Penentuan Berat Jangkar

Berat dan ukuran rantai serta anchor sudah diatur dalam rules ABS (*American Bureau Of Shipping*) pada "*Marine Vessel Rules*" tahun 2024 dalam *Part 3 Chapter 5 Section 1*. Dalam rumus ini dicari nilai *Equipment Number* (EN) terlebih dahulu dan nantinya berdasarkan nilai EN yang didapat akan diketahui berat dari rantai dan jangkar kapal.

2.6.3 Konfigurasi Anchor pada *System Mooring*

Jenis - jenis *anchor* yang umum digunakan untuk sistem mooring pada *accommodation work barge* sebagai berikut :

- *Drag Embedment Anchor* adalah *Anchor* yang dirancang untuk "menggali" ke dalam tanah saat ditarik. Ini efektif di dasar lunak seperti pasir dan lumpur. Kelebihan dari jenis anchor ini yaitu memberikan daya cengkeram yang baik dan mudah untuk dipasang. (Lai et al., 2020)
- *Danforth Anchor* adalah jenis *anchor* yang memiliki dua sayap yang membantu anchor terbenam dengan baik ke dalam dasar laut. Kelebihan dari jenis anchor ini yaitu cocok untuk perairan dengan dasar lunak dan memberikan daya cengkeram yang kuat. (Lai et al., 2020)
- *Plow Anchor* adalah anchor yang didesain menyerupai bajak, *anchor* ini dapat menembus dasar laut dan memberikan daya cengkeram yang tinggi. Kelebihannya yaitu anchor ini efektif di berbagai jenis dasar laut, termasuk pasir dan lumpur, serta mampu menahan beban dinamis.
- *Mooring Buoy* adalah sebuah struktur terapung yang berfungsi sebagai titik tambat untuk kapal. *Mooring Buoy* ini terhubung ke *anchor* di dasar laut. Kelebihannya yaitu memungkinkan kapal untuk bergerak bebas sambil tetap terhubung ke fasilitas muatan. (Yang & Chiang, 2023)
- *Catenary Anchor Leg Mooring (CALM)* adalah dengan menggunakan buoy terapung yang dihubungkan dengan beberapa rantai jangkar (*catenary chains*) ke dasar laut. Kelebihan dari jenis ini yaitu dapat memberikan fleksibilitas dalam posisi kapal dan stabilitas tinggi, ideal untuk kapal tanker yang berukuran besar. (Murdjito et al., 2024)
- *Turret Mooring* adalah sistem *anchor* di mana bagian depan kapal terhubung ke turret yang berputar, memungkinkan kapal mengikuti arah angin dan arus. Kelebihannya yaitu cocok untuk aplikasi di mana perubahan arah angin dan arus sering terjadi. (Liu et al., 2022)
- *Single Point Mooring (SPM)* adalah sistem mooring yang menggunakan buoy terapung tunggal sebagai titik tambat.

Kelebihannya yaitu ideal untuk operasi pengisian dan pengosongan produk cair dari kapal tanker.(Maghriza et al., 2021)

- *Anchor Piling* adalah anchor yang digunakan didasar yang lebih keras, anchor ini biasanya ditanam secara vertikal ke dalam tanah. Kelebihan dari jenis ini yaitu dapat memberikan daya tahan tinggi terhadap beban lateral dan cocok untuk kondisi perairan yang lebih ekstrem.(Liu et al., 2022)

2.7 ANALISA DINAMIS

Analisis Dinamis dilakukan untuk memperhitungkan respon dinamis yang terjadi pada *mooring line* dan *anchor* pada *accommodation work barge*. Yang diikut sertakan dalam analisis dinamis ini meliputi massa tali tambat,redaman, dan percepatan relatif fluida yang menghasilkan variasi waktu dalam analisis dinamis. Dalam hal ini, pergerakan tali tambat dihitung dari pergerakan *surge,sway,pitch,sway,heave,roll* dan *Yaw* dari kapal *accommodation work barge*.

Berbagai efek waktu yang disebabkan oleh massa, damping, dan percepatan cairan disertakan dalam analisis dinamik. Metode ini menghitung gerakan *fairlead* yang bervariasi waktu dari gelombang, *surge, sway, heave, pitch, roll, dan yaw*. Model dinamik digunakan untuk memprediksi respon *mooring line* terhadap gerakan *fairlead*. Selain itu, beban pada *mooring line* secara dinamis juga dapat diprediksi melalui analisis *frequency domain* dan *time domain*..(Afdhal et al., 2019)

2.7.1 Spektrum Gelombang

Pilihan spektrum energi gelombang untuk spektrum respon struktur terapung didasarkan pada keadaan laut yang sebenarnya. Jika tidak, model spektral yang dikeluarkan oleh berbagai instansi dapat digunakan saat mempertimbangkan kesamaan lingkungan fisik. Persamaan spektral Pierson-Morkowitz untuk perairan Laut Utara dimodifikasi oleh Proyek Badai Laut Utara Bersama (JONSWAP). Spektrum JONSWAP juga dapat diterapkan di lingkungan perairan dengan kondisi pengambilan terbatas dan perairan dangkal..(Syarifuddin et al., 2022)

2.7.2 Respon Amplitudo Operator (RAO)

Respon amplitudo operators (RAO) adalah alat untuk mengubah muatan eksternal, yaitu gelombang dalam rentang frekuensi, menjadi bentuk respons yang diterima dalam suatu struktur. RAO juga dikenal sebagai hubungan antara amplitudo respons dan amplitudo gelombang (feedback/wave). Amplitudo respon dapat berupa gerak, tegangan, atau getaran, sementara spektrum respon adalah reaksi energi struktur terhadap energi gelombang..(Fadillah et al., 2023)

2.8 FAKTOR LINGKUNGAN

Faktor Lingkungan atau Beban Lingkungan merupakan faktor yang berasal dari luar *floating structure (accommodation work barge)*. Beban lingkungan ini terdiri atas gelombang, arus dan angin yang dapat mempengaruhi gerak dari *floating structure* yang akhirnya menghasilkan suatu gaya yang bekerja pada rantai atau *mooring line* yang terpasang pada mooring system diatas *floating structure (accommodation work barge)*.(Rafi'i et al., 2021)

2.8.1 Beban Gelombang

Beban gelombang (Gaya Gelombang) merupakan beban terbesar yang ditimbulkan oleh beban lingkungan pada bangunan lepas pantai. Teori diffraction radiation adalah teori yang dipakai untuk perhitungan gaya gelombang pada analisa system mooring pada *floating structure (accommodation work barge)*. Dalam teori ini dijelaskan bahwa struktur yang mempunyai ukuran yang relative besar maka ukurannya relatif sama dengan panjang gelombangnya. Dan struktur ini mempengaruhi perubahan arah gelombang disekitarnya.(Afdhal et al., 2019)

2.8.2 Gaya Angin

Gaya angin merupakan penjumlahan gaya yang diterima oleh masing masing komponen struktur. Kekuatan angin disebabkan oleh resistensi terhadap viskositas udara dan perbedaan distribusi tekanan di sisi masing-masing bagian struktur yang menghadap angin dan pada

permukaan bagian struktur lainnya. Besarnya gaya angin tergantung pada kecepatan angin, ukuran dan bentuk struktur.(Afdhal et al., 2019)

2.8.3 Beban Arus Laut

Beban arus laut adalah beban dinamik yang timbul akibat adanya gerakan air laut, termasuk gelombang dan arus. Beban arus ini dapat mempengaruhi stabilitas dari *floating structure (accommodation work barge)*. Beban arus disebabkan oleh gaya hambat, gaya gesek, dan propeller namun gaya paling besar pengaruhnya adalah gaya gesek.(Afdhal et al., 2019)

2.9 STABILITAS KAPAL

2.9.1 Pengertian Stabilitas Kapal

Stabilitas pada kapal *accommodation work barge* adalah kemampuan kapal untuk mempertahankan keseimbangan kapal saat beroperasi di laut. Stabilitas kapal sangat penting untuk keselamatan awak kapal, penumpang, dan juga untuk menjaga struktur kapal serta muatannya. Stabilitas juga diartikan sebagai keseimbangan kapal saat diapungkan, sehingga tidak miring ke kiri atau ke kanan saat berlayar dan saat diolengkan oleh ombak atau angin, kapal dapat tegak kembali.(Perdana et al., 2012) Stabilitas kapal terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan sifat dan keadaannya:

- Stabilitas Statis: Keseimbangan kapal saat diam, terbagi menjadi stabilitas melintang (kemampuan tegak setelah melintang) dan stabilitas membujur (kemampuan kembali ke posisi semula setelah membujur).
- Stabilitas Dinamis: Kemampuan kapal menjaga keseimbangan saat mengalami *наклонения* besar, seperti saat badai.
- Stabilitas Netral: Kapal miring akibat gangguan tidak kembali tegak, tetapi juga tidak semakin miring.
- Stabilitas Positif: Kapal mampu kembali ke posisi tegak setelah miring.
- Stabilitas Negatif: Kapal yang miring cenderung semakin miring dan bisa terbalik

2.9.2 Titik Stabilitas pada Kapal

Dalam stabilitas kapal, terdapat beberapa titik – titik penting yang akan sangat memengaruhi kemampuan kapal untuk mempertahankan keseimbangan ketika menghadapi beban eksternal yang berasal dari lingkungan (arus, gelombang, angin). Berikut ini merupakan penjelasan mengenai titik-titik stabilitas pada kapal. (Rachman, 2014):

➤ Titik Berat (G):

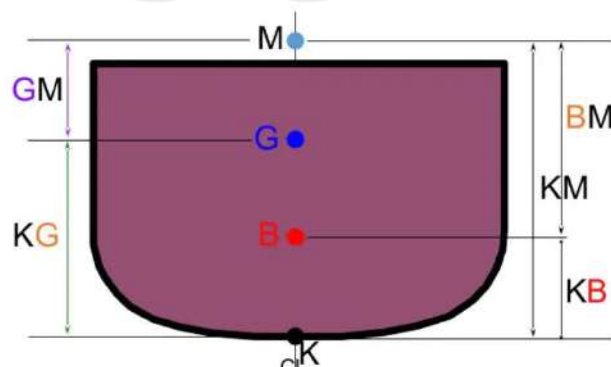
Titik hasil gaya berat geometris bagian kapal yang menekan ke atas Karena adanya perubahan sarat kapal, d (draft), titik tangkap B tidak tetap. Letak titik B bergantung pada besarnya sudut senget kapal; jika kapal mengalami senget, titik B berpindah ke sisi yang lebih rendah.

➤ Titik Apung (B):

Titik apung kapal (center of buoyancy), juga dikenal sebagai titik B, adalah titik tangkap gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang tercelup dalam air. Titik B tidak tetap dan akan bergerak ketika kapal mengalami perubahan (θ). Dalam stabilitas kapal, titik B memungkinkan kapal untuk kembali tegak setelah mengalami tekanan gaya dari luar. Letak titik B dipengaruhi oleh kemiringan kapal.

➤ Titik Metasentris (M):

Titik B bergerak sepanjang busur dengan titik M sebagai pusatnya pada garis CL saat kapal mengalami senget, tetapi titik M tetap di tempatnya jika sudut senget kapal besar ($>15^\circ$).



Sumber : Rachman, 2014

Gambar 2.8 Titik Stabilitas Kapal