BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Kapal

Kapal adalah sarana transportasi yang digunakan untuk mengangkut manusia dan barang melalui perairan dengan menggunakan tenaga mesin, dayung, angin, atau ditarik oleh kapal lain secara aman, tepat, cepat, dan selamat (Simanjuntak et al., 2018). Merujuk pada Kitab Undang-Undang Hukum Dagang (Pasal 309) Tahun 1971, mendefinisikan “Kapal adalah semua alat berlayar, bagaimanapun namanya dan apa pun sifatnya. Kecuali bila ditentukan lain, atau diadakan perjanjian lain, dianggap bahwa kapal itu meliputi perlengkapan kapalnya. Dengan perlengkapan kapal diartikan segala barang yang tidak merupakan bagian kapal itu, tetapi diperuntukkan tetap digunakan dengan kapal itu.”

Merujuk pada Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, yaitu “Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah”. Definisi kapal menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia perihal Angkutan Di Perairan (PP Nomor 82 Tahun 1999), yaitu “Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis apapun, yang digerakkan dengan tenaga mekanik, tenaga mesin, atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah”.

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia (PM 60 Tahun 2014) tentang Penyelenggaraan Dan Pengusahaan Bongkar Muat Barang Dari Dan Ke Kapal yang mendefinisikan “Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan

tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah".

1. Komponen kapal

   Kapal memiliki berbagai bagian yang harus bekerja secara terpadu agar dapat beroperasi dengan baik. Secara umum, kapal terdiri atas beberapa komponen penting, antara lain:

   a. Anjungan (*bridge* atau *wheelhouse*), yaitu tempat nakhoda atau pengemudi mengendalikan arah dan navigasi kapal;
   b. Geladak (*deck*), yaitu bagian permukaan kapal yang digunakan untuk berjalan atau melakukan aktivitas kerja;
   c. Kamar mesin (*engine room*), yaitu ruang yang berisi mesin penggerak kapal;
   d. Lambung kapal (*hull*), yaitu struktur utama kapal yang berada di bawah permukaan air;
   e. Palka (*cargo hold*), yaitu ruang penyimpanan muatan di dalam kapal.

2. Jenis – jenis kapal

   Transportasi laut mempunyai peran yang sangat krusial dalam mendukung kegiatan ekonomi nasional maupun internasional, perdagangan, serta mobilitas masyarakat. Kapal merupakan komponen utama dalam sistem transportasi laut karena berfungsi mengangkut penumpang dan barang melalui perairan. Seiring dengan berkembangnya teknologi dan semakin kompleksnya kebutuhan operasional, jenis dan ukuran kapal pun semakin beragam, yang masing-masing dirancang untuk memenuhi kebutuhan operasional tertentu. Setiap jenis kapal memiliki karakteristik, bentuk, serta peralatan yang berbeda sesuai dengan tujuan penggunaannya. Oleh karena itu, pemahaman mengenai jenis-jenis kapal menjadi hal yang penting untuk mendukung keselamatan pelayaran dan efisiensi

operasional di bidang maritim. Berikut definisi dari jenis-jenis kapal: (Sandy, 2021).

a) Kapal Dayung

Kapal dayung adalah jenis kapal yang digerakkan oleh tenaga manusia menggunakan dayung. Kapal ini umumnya dijumpai di sungai atau perairan dangkal, terutama di kawasan wisata. Pengemudi kapal biasanya juga berperan sebagai pendayung untuk menjamin keselamatan penumpang.

b) Kapal Layar

Kapal layar merupakan kapal yang bergerak dengan memanfaatkan tenaga angin melalui layar. Di Indonesia, kapal bercadik termasuk jenis kapal layar yang umum digunakan. Namun, untuk mengurangi dampak angin kencang, saat ini banyak kapal layar yang dilengkapi dengan mesin tempel (*outboard* motor).

c) Kapal Bertenaga Nuklir

Kapal bertenaga nuklir adalah kapal yang menggunakan energi nuklir sebagai sumber tenaga. Jenis kapal ini jarang digunakan karena memiliki risiko yang tinggi. Selain itu, kapal ini sering dikaitkan dengan penggunaan senjata berbahaya seperti bom nuklir.

d) Kapal Bermesin Diesel

Kapal bermesin diesel sering disebut juga sebagai kapal motor. Kapal ini menggunakan mesin diesel sebagai penggerak utama. Sebagian besar kapal menggunakan mesin diesel empat langkah, meskipun ada juga yang menggunakan mesin dua langkah.

e) Kapal Selam

Kapal selam adalah kapal yang dirancang untuk beroperasi di bawah permukaan air. Penggunaannya umumnya untuk kepentingan militer dan eksplorasi laut dalam. Pada masa lalu, kapal selam merupakan salah satu alat utama angkatan laut.

f) Kapal Tanker

Kapal tanker adalah kapal yang dirancang khusus untuk mengangkut muatan cair seperti minyak, gas alam cair (LNG), dan bahan kimia.

g) Kapal Pesiar

Kapal pesiar banyak digunakan sebagai sarana wisata. Kapal ini dilengkapi berbagai fasilitas untuk memberikan kenyamanan kepada penumpang dalam menikmati perjalanan laut. Umumnya, kapal pesiar memiliki fasilitas yang menyerupai hotel berbintang karena digunakan untuk perjalanan dalam waktu yang cukup lama.

h) Kapal Kontainer

Kapal kontainer adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut peti kemas (*container*) dengan ukuran standar. Proses bongkar muat biasanya dilakukan dengan menggunakan alat berat seperti derek (*crane*).

i) Kapal Kargo

Kapal kargo berfungsi untuk mengangkut berbagai jenis barang, terutama dalam kegiatan perdagangan internasional. Kapal ini biasanya beroperasi dengan jadwal pelayaran yang tetap dari satu pelabuhan ke pelabuhan lainnya.

j) Kapal *Ferry*

Kapal feri adalah kapal yang dapat mengangkut kendaraan. Jenis kapal ini sering disebut sebagai kapal *Roll-on/Roll-off* (Ro-Ro). Kapal ini dilengkapi dengan ramp yang memudahkan kendaraan untuk naik dan turun dari kapal.

B. Pengertian Olah Gerak

Kemampuan kendali (*controllability*), yang juga dikenal sebagai kemampuan olah gerak (*maneuverability*), adalah kemampuan kapal untuk mengatur dan mengendalikan kecepatan, arah, serta kinerjanya sebagai respons terhadap perintah yang diberikan melalui kemudi atau alat penggerak tetap maupun yang dapat digerakkan (Jamaludin &

Samudro, 2011). Istilah manuver kapal (*ship maneuvering*) merujuk pada proses mengendalikan kapal, baik dalam kondisi bergerak maupun diam, dengan menggunakan mesin, kemudi, dan sistem lainnya untuk mencapai pelayaran yang aman dan efisien (Aulia, 2023).

Pada umumnya, manuver kapal mencakup kemampuan nakhoda dan awak kapal dalam mengendalikan kapal secara tepat dengan mempertimbangkan faktor lingkungan, cuaca, dan kondisi laut. Berbagai gerakan seperti berbelok, berhenti, bergerak maju atau mundur, sandar (*berthing*), dan lepas sandar (*unberthing*) termasuk dalam operasi manuver. Dalam pelaksanaannya, respons manuver kapal sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kecepatan kapal, gaya dorong baling-baling, luas permukaan kemudi, arus laut, angin, serta kedalaman perairan.

Oleh karena itu, pengendalian kapal yang akurat memerlukan pengetahuan teknis, pengalaman praktis mengenai karakteristik kapal, serta kerja sama yang baik antara awak mesin dan awak anjungan. Penguasaan prinsip-prinsip manuver menjadi hal yang sangat penting untuk menjamin keselamatan pelayaran, terutama ketika kapal beroperasi di area terbatas seperti pelabuhan atau perairan sempit.

C. Dermaga

Dermaga adalah salah satu bentuk konstruksi pelabuhan yang digunakan kapal untuk melakukan kegiatan bongkar muat barang dan penumpang (Zurkiyah dan Asfiati, 2021). Dermaga juga berfungsi sebagai fasilitas penunjang seperti penyediaan saluran limbah, air minum, dan air bersih. Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) tahun 2026, dermaga adalah bangunan berupa tembok rendah yang memanjang di tepi pantai dan menjorok ke laut di kawasan pelabuhan. Dermaga digunakan untuk kegiatan bongkar muat barang serta dapat berfungsi sebagai penahan gelombang. Secara umum, dermaga dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu *jetty* yang menjorok

tegak lurus ke laut seperti jembatan, dan *wharf* yang sejajar dengan garis pantai.

Dimensi dermaga harus dirancang sesuai dengan standar yang berlaku guna menjamin keselamatan dan efisiensi operasional kapal, termasuk kegiatan sandar, bongkar, dan muat. Terdapat berbagai jenis dermaga, antara lain:

1. Dermaga kargo umum: digunakan untuk kegiatan bongkar muat barang umum.
2. Dermaga khusus: dirancang untuk menangani muatan tertentu, seperti bahan bakar minyak, gas, atau komoditas sejenis.
3. Dermaga kontainer: digunakan khusus untuk bongkar muat peti kemas dengan bantuan alat berat seperti derek (*crane*).
4. Dermaga curah (*bulk dock*): digunakan untuk membongkar muatan dalam jumlah besar, biasanya dengan menggunakan sistem konveyor.
5. Dermaga marina: digunakan oleh kapal rekreasi seperti kapal cepat dan kapal pesiar.
6. Dermaga perikanan: digunakan oleh kapal-kapal penangkap ikan.

D. Pelabuhan

Pelabuhan adalah suatu kawasan daratan dan perairan dengan batas-batas tertentu yang berfungsi sebagai pusat kegiatan ekonomi dan pemerintahan, tempat kapal bersandar, serta melakukan kegiatan bongkar muat penumpang dan/atau barang. Terminal dan dermaga di pelabuhan dirancang sesuai dengan ketentuan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, yang berkaitan dengan penyelenggaraan pelayaran yang aman dan tertib, penyediaan jasa kepelabuhanan, serta kelancaran perpindahan intra dan antarmoda transportasi.

Sebagai negara kepulauan, pelabuhan memiliki peran yang sangat penting dalam menjamin kelancaran sistem transportasi laut. Sistem ini berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi wilayah dan

pembangunan sosial dengan mendukung kelancaran distribusi kapal dan muatannya secara aman.

Pelabuhan diklasifikasikan ke dalam dua tingkatan utama, yaitu pelabuhan utama dan pelabuhan pengumpan/cabang *(feeder).* Selain itu, terdapat beberapa jenis pelabuhan yang termasuk dalam klasifikasi tersebut, antara lain (Honggo Wijoyo, 2021).

a. Pelabuhan utama (*primary port*) merupakan pelabuhan hub internasional yang melayani perdagangan internasional serta menjadi tempat alih muatan (*transshipment*) antarnegara.
b. Pelabuhan pengumpul (*secondary port*) merupakan pelabuhan internasional yang berfungsi sebagai tempat alih muatan penumpang dan barang umum.
c. Pelabuhan pengumpul tingkat nasional (*tertiary port*) merupakan pelabuhan nasional yang berfungsi sebagai pusat distribusi peti kemas serta melayani angkutan kontainer berskala internasional.
d. Pelabuhan regional berfungsi sebagai penghubung antara pelabuhan utama dengan pelabuhan pengumpan, baik untuk distribusi penumpang maupun barang.
e. Pelabuhan lokal merupakan pelabuhan pengumpan sekunder yang melayani wilayah perbatasan yang hanya dapat diakses melalui laut, serta daerah terpencil dan tertinggal.

E. Kapal Sandar

Kapal akan melakukan sandar ketika berada pada jarak yang cukup dekat dengan dermaga dan menunggu *fender* dermaga memberikan permukaan yang aman dan terkendali bagi lambung kapal. Proses sandar merupakan tahapan penting dalam operasional pelayaran karena membawa kapal mendekati titik tambat atau dermaga untuk memastikan proses berhenti yang aman dan terkendali. Pada tahap ini, kapal tidak hanya harus berhenti sepenuhnya, tetapi juga menyesuaikan arah agar terhindar dari kondisi tidak stabil dan benturan yang dapat merusak kapal maupun infrastruktur pelabuhan (Rahman, 2025).

Dalam proses sandar, perlu diperhatikan kondisi cuaca, arus laut, angin, serta ketersediaan fasilitas pelabuhan seperti kapal tunda dan pandu, sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia (PM 57 Tahun 2015) tentang Pemanduan Dan Penundaan Kapal, keberhasilan proses sandar juga sangat bergantung pada kemampuan olah gerak kapal serta kerja sama yang baik antara awak kapal, khususnya tim di anjungan dan dek.

1. Persiapan Sandar

Sebelum kapal melakukan sandar, terdapat beberapa hal yang perlu dipersiapkan, yaitu:

a. Pemeriksaan Peralatan Navigasi
   1) Memastikan seluruh alat bantu navigasi berfungsi dengan baik, seperti radar, *Automatic Identification System* (AIS), dan *Global Positioning System* (GPS).
   2) Menguji komunikasi radio untuk menjamin kelancaran komunikasi dengan pihak pelabuhan atau otoritas terkait.
   3) Menyiapkan perlengkapan navigasi, termasuk peta laut terbaru dan alat pencatat posisi.

b. Evaluasi Kondisi Cuaca dan Laut
   1) Memeriksa prakiraan cuaca, termasuk visibilitas, kecepatan angin, dan arus laut.
   2) Mengevaluasi pengaruh cuaca buruk terhadap kemampuan manuver kapal.
   3) Menggunakan tabel pasang surut untuk mengetahui kedalaman alur pelayaran.

c. Perencanaan Navigasi dan Rute
   1) Menyesuaikan ukuran kapal dengan lebar alur pelayaran sebelum menentukan posisi sandar.
   2) Menentukan kecepatan sandar yang tepat serta menyiapkan alternatif perubahan arah apabila diperlukan.
   3) Memastikan tersedia ruang yang cukup untuk menghindari kapal lain dan hambatan di sekitar.

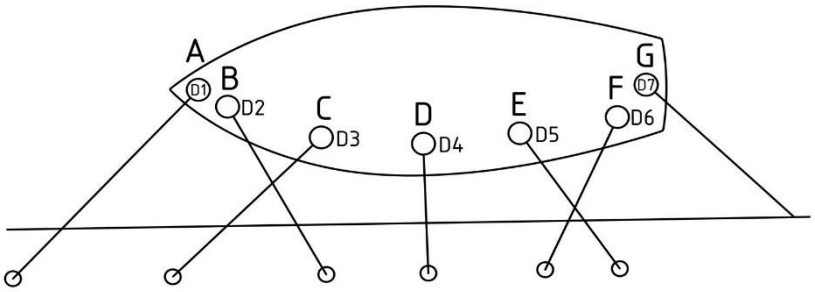
d. Koordinasi dengan Otoritas Pelabuhan
    1) Memastikan seluruh prosedur dan perizinan telah dipenuhi melalui koordinasi dengan pihak pelabuhan.
    2) Mengomunikasikan rencana sandar serta meminta bantuan apabila diperlukan.
e. Kesiapan Awak Kapal
    1) Memberikan pengarahan terkait prosedur sandar dan pembagian tugas masing-masing awak.
    2) Memastikan seluruh awak memahami sistem komunikasi dan prosedur darurat.
    3) Memeriksa kesiapan peralatan keselamatan seperti alat pemadam kebakaran, jaket pelampung, dan perlengkapan lainnya.
f. Pemeriksaan Jarak Aman
    1) Menjaga jarak aman dari struktur di sekitar, seperti dinding pelabuhan, dermaga, atau kapal lain.
    2) Menggunakan *fender* dan alat bantu lainnya untuk mencegah benturan.
g. Pemantauan Instrumen Navigasi
    1) Memantau secara terus-menerus indikator penting seperti kecepatan kapal, kedalaman perairan, dan arah kompas.
    2) Menggunakan radar untuk memantau posisi kapal terhadap kapal lain di sekitar.
h. Sistem Pengendalian dan Pengereman
    1) Mengatur kecepatan kapal secara tepat saat memasuki area terbatas.
    2) Menyiapkan sistem pengereman agar kapal tetap stabil saat proses sandar berlangsung.

2. Pemasangan Tali Tambat di Dermaga

Tali tambat (*mooring lines*) digunakan untuk mengikat kapal yang sedang bersandar ke dermaga agar tetap stabil dan tidak bergerak. *Mooring line* merupakan tali yang berfungsi untuk menambatkan atau

mengikat kapal pada dermaga agar tetap berada di posisinya dengan aman (Pratama, 2023). Dermaga merupakan tempat atau fasilitas yang digunakan kapal untuk bersandar, berlabuh, serta melakukan kegiatan bongkar muat. Kapal menggunakan berbagai jenis tali tambat untuk menjaga kestabilan dan mencegah pergerakan yang tidak diinginkan saat berada di pelabuhan.

Gambar 2. 1 Pemasangan Tali Kapal



Sumber: Tim FIP-IKIP Semarang, 1985

Keterangan Gambar:

a. *Head line* (Tali haluan)

   Tali yang diikatkan pada bagian haluan kapal menuju bagian depan dermaga.

b. *After bow spring line* (Tali spring haluan belakang)

   Tali yang diikatkan dari haluan kapal menuju bagian belakang dermaga.

c. *Forward bow spring line* (Tali spring haluan depan)

   Tali yang diikatkan dari bagian depan kapal (haluan) menuju ke arah tengah.

d. *Waist breast line* (Tali melintang Tengah kapal)

   Tali yang diikatkan tegak lurus ke dermaga dari bagian tengah kapal.

e. *After quarter spring line* (Tali *spring* buritan belakang)

   Tali yang diikatkan dari bagian buritan kea rah depan dermaga.

f. *Forward quarter spring line* (Tali *spring* buritan depan)

   Tali yang diikatkan dari bagian buritan ke arah depan dermaga.

g. *Stern line* (Tali buritan)

Tali yang diikatkan di bagian belakang kapal (buritan) dengan arah ke belakang dermaga.

F. Benturan Kapal Dengan Dermaga

Benturan kapal dengan dermaga adalah kejadian ketika bagian badan kapal bersentuhan secara tidak terkendali dengan struktur dermaga pada saat proses olah gerak sandar maupun lepas sandar. Peristiwa ini umumnya disebabkan oleh hilangnya kendali kapal, baik akibat kesalahan manusia, kerusakan teknis pada kapal, maupun pengaruh faktor *external* seperti arus dan angin. Dalam konteks keselamatan pelayaran, benturan kapal dengan dermaga dikategorikan sebagai kecelakaan navigasi yang dapat menimbulkan kerugian material serta membahayakan keselamatan awak, penumpang, dan fasilitas pelabuhan.

1. Jenis-jenis benturan kapal dengan dermaga
   a. Benturan samping *(side collision)*

      Terjadi ketika sisi lambung kapal menghantam dermaga akibat kecepatan lateral yang tidak terkendali atau pengaruh angin dan arus.

   b. Benturan haluan *(bow collision)*

      Benturan yang melibatkan bagian depan kapal, biasanya disebabkan oleh keterlambatan pengurangan kecepatan atau kesalahan pengoperasian mesin dan kemudi.

   c. Benturan buritan *(stern collision)*

      Terjadi pada bagian belakang kapal, umumnya akibat kesalahan manuver mundur atau kegagalan komunikasi saat sandar.

   d. Benturan ringan *(minor impact)*

      Benturan dengan energi rendah yang tidak menimbulkan kerusakan signifikan, namun tetap berpotensi membahayakan jika terjadi berulang.

e. Benturan berat *(major impact)*

Benturan dengan energi besar yang menyebabkan kerusakan struktural pada kapal dan dermaga serta berisiko tinggi terhadap keselamatan.

2. Dampak benturan terhadap kapal, dermaga, dan keselamatan
   a. Dampak terhadap kapal
      1) Kerusakan lambung, haluan, atau buritan
      2) Gangguan pada sistem kemudi dan mesin
      3) Penurunan kondisi kelaiklautan kapal
   b. Dampak terhadap dermaga
      1) Kerusakan lambung, haluan, atau buritan
      2) Gangguan pada sistem kemudi dan mesin
      3) Penurunan kondisi kelaiklautan kapal
   c. Dampak terhadap dermaga
      1) Kerusakan struktur dermaga (*fender,* tiang pancang, dan dek dermaga)
      2) Penurunan fungsi operasional dermaga
      3) Biaya perbaikan dan gangguan aktivitas pelabuhan
   d. Dampak terhadap keselamatan
      1) Risiko cedera awak kapal dan penumpang
      2) Potensi kepanikan dan gangguan keselamatan jiwa
      3) Peningkatan risiko kecelakaan lanjutan

G. Faktor Yang Mempengaruhi Olah Gerak

Kemampuan sebuah kapal dalam berolah gerak, dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang berasal dari dalam maupun luar kapal. Faktor-faktor yang memengaruhi kemampuan manuver dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Faktor yang berasal dari dalam kapal
    a. Faktor-faktor yang bersifat tetap
        1) Bentuk kapal

            Kemampuan kapal dalam mengubah arah sangat dipengaruhi oleh ukuran panjang dan lebar kapal. Sebagai contoh, kapal dengan ukuran lebih pendek umumnya memiliki kemampuan berbelok yang lebih baik dibandingkan kapal yang lebih panjang.
        2) Mesin kapal

            Setiap jenis mesin kapal, seperti mesin uap, diesel, maupun turbin, memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing yang memengaruhi kinerja manuver kapal.
        3) Kemudi kapal

            Ukuran dan jenis kemudi juga memengaruhi kemampuan kapal dalam mengubah arah dan bernavigasi. Luas permukaan serta dimensi kemudi menentukan kecepatan kapal dalam berbelok dan menyimpang dari arah semula.
        4) Baling-baling kapal

            Memengaruhi gaya dorong dan efek *propeller* terhadap gerakan haluan maupun buritan kapal.
        5) *Bow Thruster*

            Bow Thruster digunakan untuk mempermudah manuver kapal, terutama saat berada di pelabuhan. Jika pada umumnya sistem ini menggunakan penggerak roda gigi *(gear-driven),* desain ini menggunakan motor *e-pod* yang terhubung langsung dengan *propeller* untuk mencapai efisiensi yang maksimal dengan dimensi jari-jari *thruster* dirancang seminimal mungkin dengan mempertimbangkan kecepatan serta dimensi motor. Kecepatan dan daya motor inilah yang nantinya akan menentukan seberapa efisiensi kinerja baling-baling dalam menghasilkan dorongan (Yusuf, 2024).

b. Faktor-faktor yang bersifat tidak tetap

1) Muatan kapal

Jumlah muatan, distribusi muatan, serta pengaturan sarat *(draft)* dan trim kapal. Perubahan pada kondisi muatan dapat memengaruhi keseimbangan kapal dan titik berat, sehingga berdampak langsung pada kemampuan kapal dalam berolah gerak dan merespons perintah kemudi.

2) Kesiapan mesin induk

Kesiapan mesin induk memengaruhi kemampuan kapal dalam menghasilkan daya dorong sesuai perintah. Gangguan atau keterlambatan respons mesin dapat menghambat manuver kapal, khususnya pada saat mendekati dermaga.

3) Sistem kemudi

Respons dan efektivitas sistem kemudi sangat menentukan kemampuan kapal dalam mengubah arah. Keterbatasan sudut kemudi atau gangguan pada sistem kemudi dapat menyebabkan kapal sulit dikendalikan saat olah gerak sandar.

4) Penggunaan mesin dan kemudi

Teknik pengoperasian mesin maju, mundur, serta kombinasi sudut kemudi yang diterapkan oleh nakhoda dan mualim berpengaruh langsung terhadap keberhasilan manuver. Kesalahan teknik dapat mengurangi kendali kapal.

5) Faktor manusia

Mencakup keterampilan, pengalaman, kewaspadaan, serta komunikasi dan koordinasi antara nakhoda, mualim, dan awak kapal. Kurangnya koordinasi atau kesalahan pengambilan keputusan dapat meningkatkan risiko kegagalan olah gerak.

2. Faktor yang berasal dari luar kapal

Kapal juga dipengaruhi oleh berbagai faktor *external,* seperti kondisi cuaca dan keadaan perairan. Hal ini penting karena kemampuan kapal dalam menghadapi perubahan cuaca dan kondisi laut memiliki

batas tertentu, serta kapal memerlukan ruang yang cukup untuk melakukan manuver.

a. Angin

   Angin yang bertiup dapat menimbulkan gaya dorong lateral yang menyebabkan kapal terdorong ke arah atau menjauhi terhadap dermaga. Kapal yang memiliki area sandar luas cenderung lebih rentan terhadap pengaruh angin.

b. Arus Laut

   Arus permukaan maupun arus pasang surut dapat memengaruhi arah dan kecepatan kapal saat mendekati dermaga. Kondisi arus yang tidak menentu atau sering berubah akan menyulitkan pengendalian kapal, terutama pada area dengan ruang manuver terbatas, sehingga berpotensi menyebabkan penyimpangan dari jalur sandar.

c. Gelombang dan Kondisi Cuaca

   Kondisi cuaca seperti hujan lebat dan gelombang tinggi dapat mengganggu kestabilan kapal serta mengurangi jarak pandang. Visibilitas yang rendah meningkatkan risiko terjadinya benturan saat proses sandar karena kapal kesulitan memperkirakan jarak terhadap dermaga.

d. Fasilitas Pelabuhan dan Kondisi Perairan

   Faktor seperti kedalaman perairan, luas kolam pelabuhan, serta desain dermaga dan sistem *fender* sangat memengaruhi keselamatan proses sandar. Sistem *fender* yang tidak memadai atau keterbatasan ruang manuver dapat meningkatkan risiko dan dampak benturan akibat kesalahan manuver.

e. Kapal Tunda *(Tug Boat)*

   Kapal tunda berperan membantu proses manuver kapal, terutama saat sandar dan lepas sandar. Keberadaan kapal tunda sangat penting untuk meningkatkan keselamatan, khususnya bagi kapal berukuran besar atau pada kondisi perairan yang sulit.

f. Pandu *(pilotage)*

Pandu adalah tenaga ahli yang membantu proses masuk, keluar, dan navigasi kapal di pelabuhan. Pandu memberikan arahan kepada nakhoda berdasarkan pengetahuan lokal mengenai alur pelayaran, kedalaman, serta arus laut. Tanpa adanya pandu, risiko kecelakaan cenderung meningkat, sehingga peran pandu sangat penting dalam menjamin keselamatan pelayaran di pelabuhan.

H. Penelitian Terdahulu yang Relevan

Sejumlah penelitian terdahulu terkait keselamatan navigasi dan olah gerak kapal telah dilakukan oleh para peneliti. Dalam penyusunan penelitian ini, hasil penelitian tersebut menjadi landasan penting serta memberikan dukungan konseptual.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Yusuf (2024) yang berjudul “Analisis Faktor Penyebab Terjadinya Benturan antara MV. Curug Mas dengan Dermaga Merauke saat Olah Gerak Sandar”. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya kesalahan saat proses sandar serta upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah benturan dengan dermaga. Penelitian ini relevan karena membahas faktor penyebab benturan kapal. Dalam kejadian tersebut, terjadi kerusakan pada *telegraph* kapal yang menyebabkan ketidaksesuaian pembacaan indikator di kamar mesin. Kesalahan perintah yang seharusnya mundur perlahan justru menjadi maju perlahan, sehingga menyebabkan benturan. Akibatnya, penutup jangkar kapal dan dinding dermaga mengalami kerusakan yang menghambat kegiatan bongkar muat. Upaya pencegahan dilakukan melalui pemeliharaan dan perbaikan telegraf sesuai prosedur yang berlaku sebagaimana diatur dalam SOLAS Bab II Aturan 37.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Fakhri (2024) yang berjudul “Analisis Penyebab Terjadinya Tubrukan MV. Selili Baru dengan TB. MTS 39 saat Olah Gerak di Alur Sungai Siak”. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab tubrakan serta upaya pencegahan

tubrukan saat manuver di alur Sungai Siak. Penelitian ini relevan karena mengkaji faktor-faktor penyebab tubrukan kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tubrukan disebabkan oleh keterbatasan sarana dan prasarana, kurangnya komunikasi antar awak kapal, kurangnya pemahaman terhadap P2TL 1972, serta pengaruh arus yang kuat. Upaya pencegahan dilakukan melalui pelaksanaan *safety meeting* atau *briefing* sebelum memasuki alur pelayaran. Kegiatan ini bertujuan untuk membahas persiapan yang diperlukan, memperkenalkan tugas dan tanggung jawab awak kapal, meningkatkan kewaspadaan saat jaga sesuai aturan P2TL, memahami karakteristik alur Sungai Siak, serta memperhatikan kondisi arus dan cuaca.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Iqbal (2024) yang berjudul "Analisis Pengaruh Angin dan Arus Dalam Olah Gerak Kapal Saat Proses Sandar di Pelabuhan di MV Great Han". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh angin dan arus terhadap manuver kapal saat sandar di dermaga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemantauan kondisi perairan, arah dan kecepatan angin, serta arus sangat penting dalam menjaga posisi kapal saat mendekati dermaga. Hal ini menjadikan penelitian tersebut relevan dengan kajian ini.

Berdasarkan ketiga penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa fokus utama penelitian adalah pada analisis penyebab terjadinya benturan kapal saat proses sandar serta dampaknya terhadap keselamatan navigasi. Perbedaan utama penelitian ini terletak pada objek yang digunakan, yaitu KM Dharma Rucitra VII, yang terlibat benturan dengan Dermaga Wae Kelambu. Selain itu, fokus analisis penelitian ini lebih diarahkan pada identifikasi dan pembahasan faktor *internal* dan *external* penyebab kegagalan olah gerak sandar serta dampaknya terhadap keselamatan kapal dan operasional pelabuhan di lokasi tersebut.

I. Kerangka Pikir

Kerangka berpikir ini menjelaskan bagaimana benturan KM Dharma Rucitra VII dan Dermaga Wae Kelambu terjadi selama proses olah gerak sandar, penyebabnya, dan tindakan pencegahan. Faktor *internal,* seperti kondisi mesin dan sistem kemudi, kemampuan nakhoda dan awak kapal, dan koordinasi antar bagian di atas kapal, termasuk faktor *external,* seperti cuaca, arus, dan angin, ketersediaan kapal tunda dan pandu, serta kondisi fasilitas dermaga, digunakan untuk menganalisis perbedaan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada beberapa langkah pengendalian dan pencegahan yang dirancang untuk meningkatkan keselamatan pelayaran. Dengan penerapan langkah-langkah tersebut, diharapkan proses sandar KM Dharma Rucitra VII dapat berlangsung secara aman, tertib, dan terkendali sehingga risiko terjadinya benturan dapat diminimalkan.

Gambar 2. 2 Kerangka Pikir

