

**ANALISIS TERJADINYA KEBOCORAN OLI HIDROLIK PADA
STEERING GEAR DI KAPAL AHT IRON TUG**



ANDRE

21.42.054

TEKNIKA

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR

TAHUN 2025/2026

**ANALISIS TERJADINYA KEBOCORAN OLI HIDROLIK PADA
STEERING GEAR DI KAPAL AHT IRON TUG**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan Oleh

ANDRE
21.42.054

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN POLITEKNIK ILMU
PELAYARAN MAKASSAR TAHUN 2025**


SKRIPSI
ANALISIS TERJADINYA KEBOCORAN OLI HIDROLIK PADA
STEERING GEAR DI KAPAL AHT IRON TUG

Disusun dan Diajukan Oleh:

ANDRE
NIT. 21.42.054

Telah dipertahankan di depan panitia seminar skripsi
Pada tanggal 10 Oktober 2025

Pembimbing I
Menyetujui,
Pembimbing II

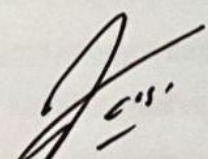


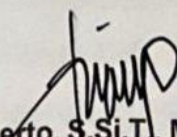
Tony Santiko, S.ST., M.Si., M.Mar.E. Mutmainnah Hasyari, S.S., M.Hum.
NIP. 197601072009121001 NIDK. 8961230021

Mengetahui:

a.n. Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika


Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar.
NIP. 197506291999031002


Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P.
NIP. 197604092006041001

PRAKATA

Penulis menyampaikan rasa syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penelitian berjudul “Analisis Terjadinya Kebocoran Oli Hidrolik pada Steering Gear di Kapal AHT Iron Tug” dapat diselesaikan dengan baik..

Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel) serta memenuhi kewajiban akademik pada Program Pendidikan Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis menerima banyak arahan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada::

1. Orang tua dan keluarga tercinta atas dukungan, doa, kasih sayang, dan motivasi yang tidak pernah berhenti diberikan.
2. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas arahan, motivasi, serta izin yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana.
3. Bapak Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P., selaku Ketua Program Studi Teknika PIP Makassar yang telah memberikan dukungan, arahan, serta persetujuan bagi pelaksanaan penelitian.
4. Bapak Tony Santiko, S.ST., M.Si., M.Mar.E. dan Ibu Mutmainnah Hasyari, S.S., M.Hum., selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Seluruh dosen PIP Makassar atas ilmu dan pengetahuan yang sangat berharga sebagai dasar penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. YNY Maritime Management beserta seluruh staf atas bantuan yang diberikan, khususnya dalam proses pengumpulan data.

7. Seluruh kru Kapal AHT Iron Tug 2023–2024 atas dukungan dan kontribusinya selama penyusunan penelitian ini.
8. Rekan-rekan taruna-taruni senior, angkatan XLII, maupun junior yang turut membantu hingga selesainya skripsi ini.
9. Semua pihak lain yang ikut berkontribusi, namun tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Pada akhirnya, dengan penuh kerendahan hati penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat konstruktif demi penyempurnaan karya ini. Sebagai penutup, penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Makassar, 10 Oktober 2025



ANDRE

NIT. 21.42.054

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Andre
NIT : 21.42.054
Program Studi : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS TERJADINYA KEBOCORAN OLI HIDROLIK PADA STEERING GEAR DI KAPAL AHT IRON TUG

Merupakan hasil karya asli. Seluruh gagasan yang tercantum dalam skripsi ini, selain tema serta bagian yang secara jelas saya cantumkan sebagai kutipan, adalah pemikiran yang saya rumuskan sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima segala bentuk sanksi yang diberlakukan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 10 Oktober 2025



ANDRE

NIT. 21.42.054

ABSTRAK

ANDRE, “**Analisis Terjadinya Kebocoran Oli Hidrolik pada *Steering Gear* di Kapal *AHT Iron Tug*”**, (Di bimbing oleh Tony Santiko dan Mutmainnah Hasyari.)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya kebocoran oli hidrolik pada sistem *Steering Gear* kapal *AHT Iron Tug* yang beroperasi di bawah manajemen Y&Y Maritime Management. Fokus utama penelitian ini adalah pada kerusakan komponen seal dan O-ring, serta pengaruh tekanan hidrolik yang berlebihan terhadap kinerja sistem *Steering Gear*. Kebocoran oli yang terjadi menyebabkan penurunan tekanan dalam sistem hidrolik, yang memengaruhi pergerakan rudder kapal dan mengurangi kemampuan manuver kapal, yang berisiko terhadap keselamatan kapal dan awaknya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode campuran (mixed method) dengan pendekatan studi kasus. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, dan analisis dokumentasi pemeliharaan dan menggunakan instrumen kuesioner dengan skala Likert dalam metode USG (Urgency, Seriousness, Growth) untuk menentukan prioritas permasalahan, serta mengolah data teknis seperti tekanan hidrolik, volume oli, suhu, dan kecepatan pergerakan rudder.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan pada seal dan O-ring serta tekanan hidrolik yang berlebihan merupakan penyebab utama kebocoran oli. Dampak kebocoran ini meliputi penurunan kinerja sistem *Steering Gear*, peningkatan biaya operasional, dan waktu henti kapal yang lebih lama. Penelitian ini merekomendasikan penerapan pemeliharaan preventif yang lebih rutin, pemeriksaan berkala pada komponen *Steering Gear*, serta pengaturan tekanan hidrolik yang lebih tepat guna mengurangi risiko kerusakan dan menjaga kinerja sistem *Steering Gear* agar tetap optimal.

Kata kunci: kebocoran oli hidrolik, *Steering Gear*, seal, O-ring, tekanan hidrolik, pemeliharaan preventif.

ABSTRACT

ANDRE, “Analysis of Hydraulic Oil Leakage in the *Steering Gear* System Onboard *AHT Iron Tug*” (Supervised by Tony Santiko and Mutmainnah Hasyari.)

This study aimed to analyze the causes of hydraulic oil leakage in the *Steering Gear* system of the *AHT Iron Tug* vessel operated under Y&Y Maritime Management. The main focus of this research is on the failure of seals and O-rings, as well as the impact of excessive hydraulic pressure on the performance of the *Steering Gear* system. The oil leakage resulted in the decrease of hydraulic pressure, which affected the movement of the rudder and reduces the vessel's maneuverability, posing a risk to the safety of the vessel and its crew.

This research used mixed method with a case study approach. Data collection was carried out through direct observation, and analysis of maintenance documentation, as well as using a questionnaire instrument with a Likert scale in the USG (Urgency, Seriousness, Growth) method to determine problem priorities, along with processing technical data such as hydraulic pressure, oil volume, temperature, and rudder movement speed.

The results of the study indicated that the damage of seals and O-rings, as well as excessive hydraulic pressure, are the main causes of oil leakage. The impact of this leakage includes decreased performance of the *Steering Gear* system, increased operational costs, and longer vessel downtime. This research recommends the implementation of more routine preventive maintenance, periodic inspection of *Steering Gear* components, and more precise hydraulic pressure regulation to reduce the risk of damage and maintain the optimal performance of the *Steering Gear* system.

Keywords: hydraulic oil leakage, *Steering Gear*, seal, O-ring, hydraulic pressure, preventive maintenance.

DAFTAR ISI

ANALISIS	i
PRAKATA	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	13
A. Latar Belakang	13
B. Batasan masalah	14
C. Rumusan masalah	15
D. Tujuan Penelitian	15
E. Manfaat penelitian	15
BAB II	17
A. Pengertian <i>Steering Gear</i>	17
B. Jenis-Jenis <i>Steering Gear</i>	19
C. Komponen-Komponen <i>Steering Gear</i>	24
D. Konfigurasi Silinder	36
E. Sistem Hidraulik	39
F. Mekanisme Kerja <i>Steering Gear</i> Hidrolik	40
G. Cara Pengoperasian <i>Steering Gear</i>	41
H. Penyebab Kebocoran Oli Hidraulik	42
I. Dampak Kebocoran Oli Hidraulik	44
J. Upaya Mitigasi Kebocoran Oli Hidraulik	45
K. Kerangka Pikir	47
L. Hipotesis	48
BAB III	49
A. Jenis Peneltian	49
B. Definisi Operasioanal Variabel	49
C. Teknik Pengumpulan Data	50

D. Teknik Analisis Data	51
E. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	53
BAB IV	54
A. Gambaran Umum Perusahaan	54
B. Penerapan Metode USG	56
C. Kuesioner Prioritas Permasalahan Dengan Metode USG	59
D. Hasil Penelitian	61
E. Pembahasan Penelitian	62
BAB V	68
A. Kesimpulan	68
B. Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	72
RIWAYAT HIDUP	79

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 2. 1 <i>Steering Gear</i>	18
Gambar 2. 2 <i>Steam Steering Gear</i>	20
Gambar 2. 3 <i>Electric Steering Gear</i>	21
Gambar 2. 4 <i>Hydraulic Steering Gear</i>	22
Gambar 2. 5 <i>Electric-Hydraulic Steering Gear</i>	23
Gambar 2. 6 <i>Rotary Vane Steering Gear</i>	24
Gambar 2. 7 Pompa Hidrolik	25
Gambar 2. 8 Tangki Hidrolik	26
Gambar 2. 9 Filter	28
Gambar 2. 10 Directional Control Valve	29
Gambar 2. 11 Relief Valve	29
Gambar 2. 12 Kopling	31
Gambar 2. 13 Electric Motor	32
Gambar 2. 14 Actuator	33
Gambar 2. 15 Pressure Gauge	34
Gambar 2. 16 Level Gauge	35
Gambar 2. 17 Silinder Hidrolik	36
Gambar 2. 18 Dua silinder (<i>two ram</i>)	37
Gambar 2. 19 <i>Steering Gear 4 Ram</i>	38
Gambar 2. 20 <i>Rotary Vane Steering Gear</i>	39

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian	53
Tabel 4. 1 Skala Likert Metode USG	58
Tabel 4. 2 Tabel hasil kusioner prioritas permasalahan	59
Tabel 4. 3 Skala Likert Metode USG	59
Tabel 4. 4 Data pengoperasian dalam keadaan normal abnormal	61
Tabel 4. 5 Data pengoperasian dalam keadaan normal abnormal	62
Tabel 4. 6 <i>Steering Gear</i> setelah overhaul	62

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Setiap kapal memiliki sistem kendali yang berbeda untuk melakukan manuver dan pengaturan gerakan, baik saat berlayar maupun saat berlabuh di pelabuhan. Salah satu sistem pengendali utama yang digunakan untuk mengatur arah gerak kapal adalah *Steering Gear*. Sistem ini berfungsi untuk mengarahkan kapal sesuai dengan keinginan operator, baik untuk perjalanan lurus maupun saat melakukan belokan ke kiri (port side) atau ke kanan (starboard side), dengan menggerakkan rudder (daun kemudi).

Steering Gear pada kapal *AHT Iron Tug* menggunakan tipe Piston Type *Steering Gear* yang digerakkan oleh sistem Electric Hydraulic. Dalam sistem ini, pompa hidraulik berupa vane pump berfungsi mengalirkan oli hidraulik dari tangki ke sistem, melewati manual directional valve, solenoid valve, dan akhirnya menggerakkan cylinder, tiller, dan rudder. Keandalan sistem ini sangat penting, terutama pada kapal yang beroperasi dalam lingkungan industri lepas pantai, seperti kapal Anchor Handling Tug (AHT).

Kapal *AHT Iron Tug* merupakan jenis kapal yang dirancang khusus untuk melakukan operasi penanganan jangkar (anchor handling) dan penarikan kapal (towing) dalam operasi lepas pantai. Aktivitas ini seringkali melibatkan manuver yang kompleks, sehingga memerlukan sistem kemudi yang sangat responsif dan akurat. Oleh karena itu, keandalan *Steering Gear* pada kapal ini sangat penting dalam mendukung kelancaran operasi.

Namun, dalam kenyataannya, perawatan *Steering Gear* seringkali terabaikan atau dilakukan secara tidak optimal. Beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain kurangnya pemahaman tentang sistem, keterbatasan sumber daya, serta tekanan operasional yang tinggi. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kinerja *Steering Gear* dan meningkatkan

risiko kerusakan. Oleh karena itu, analisis mendalam terkait dengan praktik perawatan *Steering Gear* di kapal *AHT Iron Tug* sangat diperlukan untuk mengidentifikasi potensi masalah dan memberikan rekomendasi perbaikan yang tepat.

Pada tanggal 12 Februari 2024, saat kapal *AHT Iron Tug* sedang melaksanakan operasi penarikan jangkar (anchor handling) di perairan Laut Batam, terjadi penurunan tekanan pada sistem hidraulik *Steering Gear*. Indikasi awal muncul ketika alarm hidraulik berbunyi di ruang kemudi (steering room), diikuti dengan keterlambatan pergerakan rudder saat kapal melakukan manuver.

Setelah dilakukan inspeksi oleh masinis 1 kapal, ditemukan kebocoran oli hidraulik pada area shaft *Steering Gear*, tepatnya pada sambungan antara poros dan silinder aktuator. Kebocoran ini disebabkan oleh kerusakan pada seal dan o-ring yang sudah aus akibat pemakaian jangka panjang dan kurangnya perawatan preventif. Akibat kebocoran tersebut, sekitar 2 liter oli hidraulik tumpah ke lantai ruang kemudi, dan tekanan sistem menurun di bawah batas operasional yang aman. Sistem kemudi terpaksa dialihkan ke manual mode, dan kapal harus beroperasi dengan keterbatasan hingga perbaikan darurat selesai dilakukan.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh kapal *AHT Iron Tug* tersebut, penulis memilih topik ini untuk dijadikan bahan skripsi dengan judul: "Analisis Terjadinya Kebocoran Oli Hidraulik pada *Steering Gear* di Kapal *AHT Iron Tug*". Penelitian ini diharapkan dapat membantu calon masinis dalam mempersiapkan diri untuk merawat mesin induk, terutama *Steering Gear*, guna mencegah kerusakan lebih lanjut dan memastikan kelancaran operasi kapal.

B. Batasan masalah

Penelitian ini hanya membahas kebocoran oli hidraulik pada *Steering Gear* kapal *AHT Iron Tug*, dengan fokus pada kerusakan seal dan o-ring yang menyebabkan kebocoran di area sambungan poros dan silinder aktuator. Penelitian ini terbatas pada analisis penyebab

kebocoran, dampaknya terhadap kinerja sistem *Steering Gear*, dan pengaruhnya terhadap operasi kapal”

C. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam karya ilmiah terapan ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja penyebab terjadinya kebocoran oli hidraulik pada *Steering Gear* di kapal *AHT Iron Tug*?
2. Apa saja dampak yang ditimbulkan akibat kebocoran oli hidraulik pada *Steering Gear* di kapal *AHT Iron Tug*?
3. Bagaimana upaya perbaikan yang dilakukan untuk menanggulangi kebocoran oli hidraulik pada *Steering Gear* di kapal *AHT Iron Tug*?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang ingin dicapai dalam karya ilmiah terapan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui penyebab kebocoran oli hidraulik pada *Steering Gear* di kapal *AHT Iron Tug*.
2. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan akibat kebocoran oli hidraulik pada *Steering Gear* di kapal *AHT Iron Tug*.
3. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan untuk menanggulangi kebocoran oli hidraulik pada *Steering Gear* di kapal *AHT Iron Tug*.

E. Manfaat penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknik permesinan kapal. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi tambahan untuk penelitian lebih lanjut mengenai perawatan sistem *Steering Gear* dan pengelolaan sistem hidraulik pada kapal, serta memberikan wawasan baru mengenai penyebab dan penanggulangan kebocoran oli hidraulik pada sistem tersebut.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini bermanfaat bagi masinis kapal

dan teknisi kapal dalam memahami pentingnya perawatan preventif pada *Steering Gear*, terutama terkait dengan kebocoran oli hidraulik. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan panduan dalam mengidentifikasi dan menanggulangi kebocoran oli hidraulik secara lebih efisien, serta menjaga keandalan sistem kemudi kapal, khususnya pada kapal *AHT Iron Tug*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian *Steering Gear*

Steering Gear adalah sistem mekanis yang berfungsi untuk mengatur arah pergerakan kapal, baik untuk berbelok ke kiri (*port side*) maupun ke kanan (*starboard side*), dengan menggerakkan rudder (daun kemudi). Sistem ini merupakan komponen penting yang memungkinkan kapal bergerak sesuai dengan perintah pengemudi kapal, baik saat berlayar maupun saat berlabuh di pelabuhan. *Steering Gear* dapat berupa sistem mekanik, hidraulik, atau elektrik, tergantung pada jenis dan ukuran kapal.

Menurut Prasetyo et al.2019, Pada *Steering Gear* tipe *rotary vane* dan *piston type*, sistem ini bekerja dengan menggerakkan fluida hidraulik melalui pompa dan katup untuk memutar *rudder* kapal ke arah yang diinginkan.

Pada banyak kapal, *Steering Gear* menggunakan sistem hidraulik, di mana oli hidraulik digunakan untuk menggerakkan silinder yang terhubung dengan *rudder*. Sistem hidraulik ini bekerja dengan memanfaatkan tekanan oli yang mengalir melalui pompa dan katup untuk menggerakkan *rudder* sesuai dengan perintah pengemudi.

Kebocoran oli hidraulik pada *Steering Gear* dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti keausan pada *seal* dan *o-ring*, serta kerusakan pada sambungan pipa atau pompa hidraulik. Santiko 2019 mencatat bahwa Kebocoran minyak hidraulik pada sistem *Steering Gear* dapat menyebabkan kegagalan dalam pengoperasian sistem kemudi, yang berpotensi mengancam keselamatan kapal dan awak kapal.

Oleh karena itu, pemeliharaan preventif yang tepat sangat penting untuk menjaga agar sistem *Steering Gear* berfungsi dengan optimal, mencegah kerusakan, dan menghindari kebocoran oli hidraulik yang dapat mempengaruhi keselamatan kapal dan operasionalnya.

Gambar 2. 1 *Steering Gear*



Sumber: *Marine Ship Boat Improved Hydraulic Steering*; 2019

Fungsi utama dari *Steering Gear* adalah untuk menggerakkan rudder kapal sesuai dengan keinginan pengemudi kapal, sehingga kapal dapat melakukan manuver dengan aman. *Steering Gear* memungkinkan kapal untuk berbelok dengan presisi tinggi, baik ke arah kiri (port side) maupun ke kanan (starboard side), baik dalam kondisi pelayaran normal maupun saat berlabuh.

Menurut James 2020, Sistem *Steering Gear* yang andal memungkinkan kapal untuk melakukan manuver dengan presisi tinggi, yang krusial dalam situasi yang memerlukan pengendalian kapal yang cepat dan akurat. Oleh karena itu, *Steering Gear* memiliki peran yang sangat besar dalam pengoperasian kapal dan keselamatan pelayaran.

Sistem *Steering Gear* tidak hanya berfungsi saat kapal melakukan manuver untuk berbelok, tetapi juga berperan dalam menjaga stabilitas kapal saat beroperasi. Dalam kondisi tertentu, seperti berlabuh atau menghindari rintangan, *Steering Gear* akan membantu menjaga posisi kapal tetap stabil dan aman. (Robinson 2021) menjelaskan bahwa Electric Hydraulic *Steering Gear* memberikan respon yang lebih cepat

dibandingkan sistem mekanik, dan mampu mempertahankan tekanan yang konstan untuk memastikan pengoperasian rudder yang stabil dalam berbagai kondisi.

Secara keseluruhan, *Steering Gear* berfungsi tidak hanya sebagai sistem penggerak rudder, tetapi juga sebagai komponen penting dalam memastikan keselamatan, efisiensi, dan kelancaran operasional kapal. Fungsi utama dari *Steering Gear* adalah memungkinkan kapal untuk beroperasi dengan responsif dan aman, serta mempertahankan arah kapal dengan akurat.

B. Jenis-Jenis *Steering Gear*

Steering Gear pada kapal dapat diklasifikasikan berdasarkan mekanisme penggerakannya. Ada beberapa jenis sistem *Steering Gear* yang digunakan pada kapal, masing-masing memiliki keunggulan dan kegunaan yang berbeda tergantung pada ukuran kapal dan kebutuhan operasionalnya. Jenis *Steering Gear* yang umum digunakan pada kapal termasuk steam *Steering Gear*, electric *Steering Gear*, hydraulic *Steering Gear*, dan electric-hydraulic *Steering Gear*.

1. *Steam Steering Gear*

Steam Steering Gear adalah jenis sistem *Steering Gear* yang menggunakan tenaga uap untuk menggerakkan rudder. Meskipun sistem ini pernah populer pada kapal-kapal besar di masa lalu, penggunaannya kini lebih terbatas pada kapal-kapal dengan tenaga uap. Sistem ini bekerja dengan mengalirkan uap ke dalam silinder yang menggerakkan rudder. Keandalan dan presisi sistem ini sering kali terbatas oleh kondisi teknis dan keausan pada komponen utama seperti katup dan pompa.

Menurut Firdana (2022), *Steam Steering Gear* banyak digunakan pada kapal zaman dahulu, namun kini lebih banyak digantikan oleh sistem yang lebih modern, seperti sistem hidraulik, karena keterbatasan keandalan dan presisinya.

Gambar 2. 2 Steam Steering Gear



Sumber:

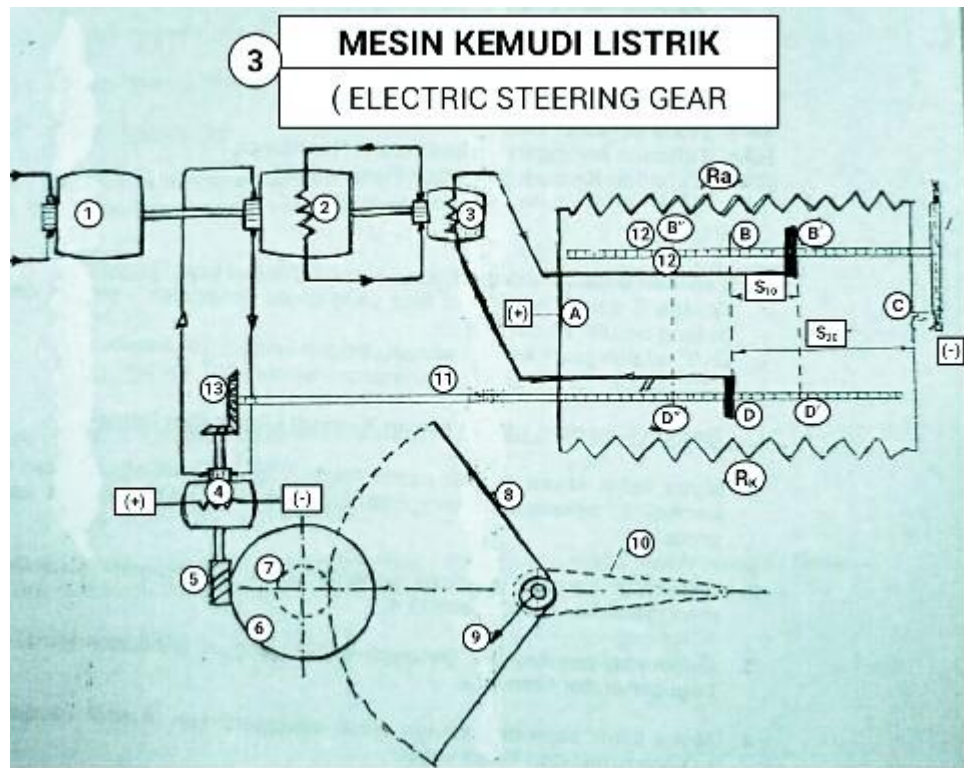
https://live.staticflickr.com/7079/7197913982_b73378398d_b.jpg

2. Electric Steering Gear

Electric Steering Gear menggunakan motor listrik untuk menggerakkan rudder. Sistem ini menawarkan kontrol yang lebih presisi dan lebih efisien dibandingkan dengan *steam Steering Gear*. *Electric Steering Gear* biasanya digunakan pada kapal dengan ukuran sedang hingga besar, terutama yang menggunakan mesin diesel sebagai sumber tenaga. Sistem ini lebih mudah dalam hal kontrol dan pemeliharaan, serta lebih efisien dalam penggunaan energi.

James (2020) menjelaskan bahwa *electric Steering Gear* memiliki keuntungan dalam hal kemudahan pengoperasian dan pengendalian yang lebih presisi, karena menggunakan motor listrik yang lebih responsif dibandingkan sistem mekanik atau uap.

Gambar 2. 3 Electric Steering Gear



Sumber: <https://1.bp.blogspot.com/DwNoDYwry9o/WfK2GWwW1II/AAAAAAAaqo/FH4BAeIFucwmWPppVvUGkyQWP94IUWpNACEwYBhgL/s1600/mesin%2Bkemudi%2Blistrik.jpg>

3. Hydraulic Steering Gear

Hydraulic *Steering Gear* merupakan salah satu sistem yang paling banyak digunakan di kapal modern. Sistem ini menggunakan tekanan hidraulik untuk menggerakkan rudder, biasanya dengan memanfaatkan pompa hidraulik, katup, dan silinder aktuator. Hydraulic *Steering Gear* sangat cocok untuk kapal yang memerlukan kekuatan besar dalam pengoperasian rudder, seperti kapal tanker atau kapal tunda.

Menurut Prasetyo et al. 2019, Hydraulic *Steering Gear* menggunakan fluida hidraulik untuk memberikan daya dorong yang diperlukan untuk menggerakkan rudder dengan presisi tinggi. Sistem ini juga memiliki keunggulan dalam hal efisiensi dan daya tahan.

Gambar 2. 4 *Hydraulic Steering Gear*



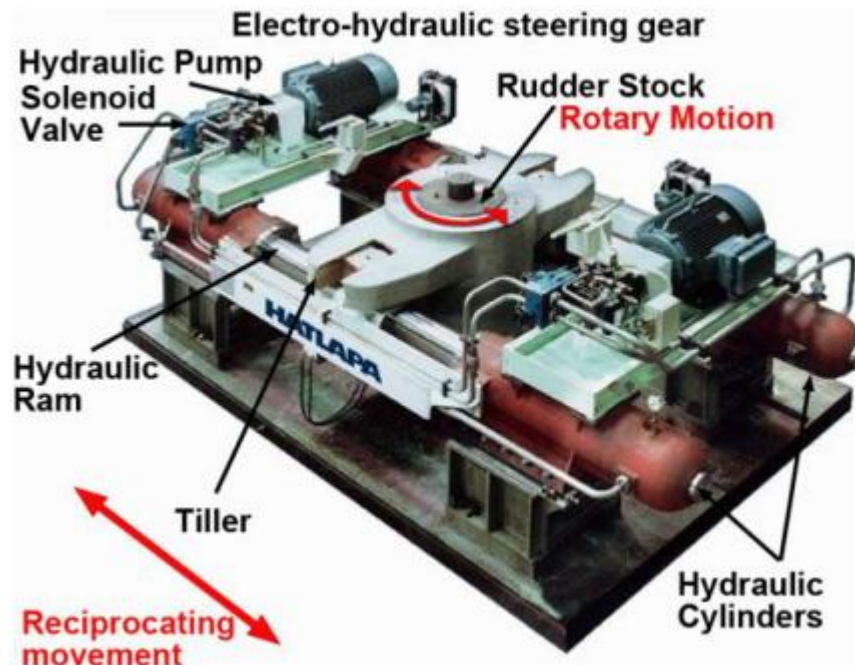
Sumber:https://img.bhs4.com/1B/B/1BBB967690CC0976F2C6CC64BE2E55D07553AD66_large.jpg

4. Electric-Hydraulic *Steering Gear*

Electric-hydraulic *Steering Gear* adalah kombinasi dari motor listrik dan sistem hidraulik. Sistem ini menggunakan motor listrik untuk menggerakkan pompa hidraulik yang kemudian mengalirkan oli ke dalam silinder yang menggerakkan rudder. Keunggulan dari sistem ini adalah kemampuannya untuk memberikan kekuatan yang besar sekaligus kontrol yang presisi, menjadikannya pilihan ideal untuk kapal besar yang membutuhkan performa tinggi dalam pengoperasian *Steering Gear*.

Keenan 2020 menjelaskan bahwa Electric-hydraulic *Steering Gear* menggabungkan efisiensi dari motor listrik dan kekuatan dari sistem hidraulik, memungkinkan kapal beroperasi dengan respons yang lebih cepat dan efisien, terutama pada kapal-kapal besar dan kapal dengan kapasitas manuver yang tinggi.

Gambar 2. 5 *Electric-Hydraulic Steering Gear*



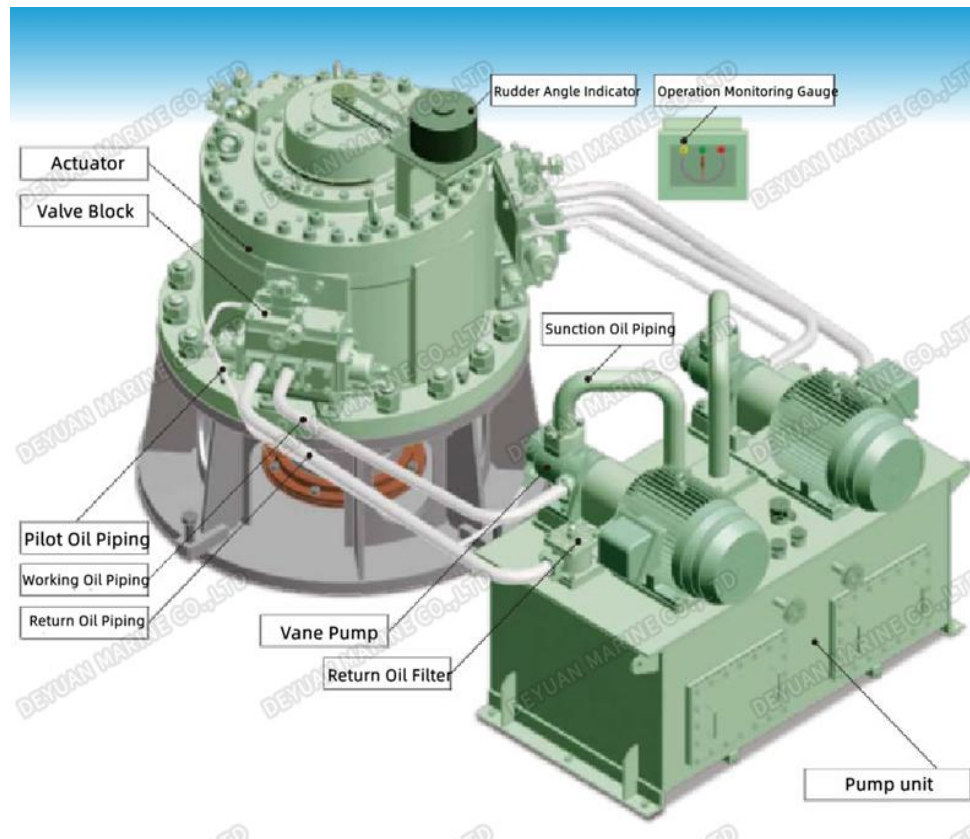
Sumber: <https://knowledgeofsea.com/wp-content/uploads/2021/03/3-5.png>

5. Rotary Vane *Steering Gear*

Rotary vane *Steering Gear* adalah jenis *Steering Gear* yang mengandalkan prinsip kerja rotor dan stator. Jenis ini banyak digunakan pada kapal besar dan memiliki keunggulan dalam menghasilkan torsi yang tinggi. Pada sistem ini, minyak hidrolik dialirkan melalui manifold yang menggerakkan rotor yang berputar untuk menggerakkan rudder.

Menurut Robinson (2021), Rotary vane *Steering Gear* sangat cocok untuk kapal besar karena kemampuannya menghasilkan torsi yang lebih besar, menjadikannya pilihan yang efektif untuk aplikasi berat.

Gambar 2. 6 *Rotary Vane Steering Gear*



Sumber:

<https://jlrnrwxhqjji5q.leadongcdn.com/cloud/mjBqoKRkjsQljqrklj/Rotary-Vane-Steering-Gear-System-DEYUAN-MARINE44.png>

C. Komponen-Komponen *Steering Gear*

1. Pompa hidrolik

Pompa hidrolik berperan mengalirkan minyak dari reservoir melalui rangkaian katup serta pipa menuju aktuator hidrolik. Komponen mekanis ini bekerja memindahkan fluida hidrolik sehingga menghasilkan tenaga yang dibutuhkan dalam suatu sistem hidrolik. Melalui proses tersebut, pompa mengonversi energi mekanis menjadi energi hidrolik yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti pada industri, kendaraan bermotor, dan permesinan kapal.

bagaimana kita harus mengemudi kapal Pompa hidrolik berperan penting dalam sistem hidrolik dengan menciptakan tekanan yang diperlukan untuk menggerakkan fluida. Proses kerjanya dimulai ketika pompa menarik fluida dari reservoir melalui katup masuk. Ketika piston di dalam pompa bergerak, fluida tersebut kemudian ditekan keluar melalui katup keluaran, sehingga menghasilkan tekanan tinggi yang dapat digunakan untuk mengoperasikan silinder hidrolik atau komponen lain dalam sistem.

Gambar 2. 7 Pompa Hidrolik



Sumber: Pengertian Pompa Hidrolik dan Jenis
Jenisnya Dalam Industri; 2020

2. Tangki minyak hidrolik

Tangki minyak hidrolik berfungsi sebagai wadah penyimpanan bagi oli hidrolik. Oli tersebut kemudian dialirkan atau dipompa keluar oleh pompa hidrolik dan diteruskan melalui pipa serta katup dalam sistem. Secara umum, tangki ini digunakan untuk menampung volume fluida hidrolik yang diperlukan agar sistem hidrolik dapat beroperasi dengan baik. Ini memastikan

bahwa sistem memiliki cadangan oli yang cukup untuk berfungsi secara optimal

- a. Pengaturan Suhu: Tangki berperan membantu melepaskan panas dari oli yang muncul selama proses kerja. Kapasitas tangki yang besar turut menjaga suhu oli tetap stabil dan berada dalam kisaran yang aman.
- b. Pengendapan Kotoran: Melalui desain tertentu, tangki memungkinkan kotoran atau partikel padat mengendap di bagian dasar, sehingga kualitas dan kebersihan oli yang mengalir di dalam sistem tetap terjaga.
- c. Stabilitas Tekanan: Tangki turut berfungsi menjaga kestabilan tekanan aliran fluida dalam sistem, sehingga dapat mencegah penurunan tekanan (pressure drop) ketika volume minyak yang digunakan meningkat dan kembali lagi ke dalam tangki..

Gambar 2. 8 Tangki Hidrolik



Sumber: Tangki Hidrolik Berfungsi Untuk Menampung Oli Hidrolik

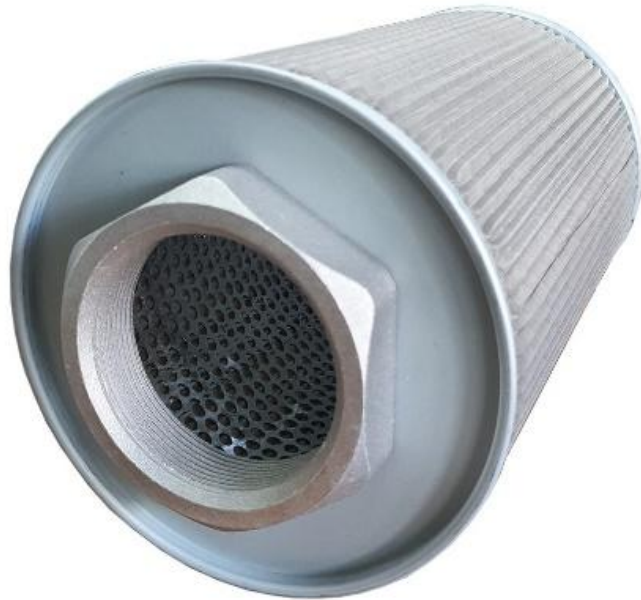
3. Filter

Pada Pada prinsipnya, filter merupakan perangkat yang digunakan untuk memisahkan suatu material dari material lainnya. Untuk menjalankan fungsi tersebut, filter ditempatkan pada jalur aliran fluida sehingga media penyaring di dalamnya dapat

menangkap serta menahan kotoran yang terbawa dalam aliran. Melindungi Komponen: Filter hidrolik melindungi pompa, valve, dan silinder dari kerusakan akibat partikel abrasif yang dapat menyebabkan keausan

- a. Memperpanjang Umur Pakai: Dengan menyaring partikel dan kotoran, filter membantu meningkatkan masa pakai komponen hidrolik serta mengurangi kebutuhan perawatan berkala.
- b. Menjaga Kualitas Fluida: Filter berperan mempertahankan kondisi oli tetap optimal, termasuk menjaga viskositasnya agar tidak mengental, sehingga sistem hidrolik dapat bekerja secara efisien
- c. Meningkatkan Keandalan Sistem: Filter yang berfungsi dengan baik mampu meminimalkan kemungkinan terjadinya kerusakan sistem dan meningkatkan ketepatan respons terhadap perintah kontrol.

Gambar 2. 9 *Filter*



Sumber; Hydraulic Oil Filter MF-10 PT 1-1/4"; 2020

4. Katup

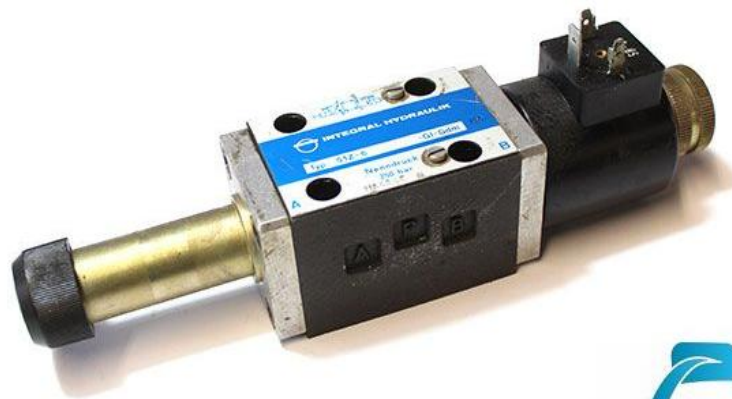
Katup berperan sebagai perangkat yang digunakan untuk mengatur aliran fluida melalui suatu bagian, seperti pipa, atau dari satu ruang ke ruang lainnya. Dalam sistem hidrolik, katup merupakan komponen utama yang bertugas mengendalikan aliran, tekanan, serta arah pergerakan fluida. Komponen ini memungkinkan pengaturan yang akurat untuk berbagai kebutuhan industri, termasuk permesinan berat, peralatan konstruksi, dan kendaraan. Berikut merupakan uraian lebih lanjut mengenai fungsi, jenis, dan prinsip kerja katup hidrolik.

5. *Directional control valve*

Directional control valve berfungsi sebagai pengatur arah aliran minyak hidrolik dan menjadi komponen utama yang

mengontrol arah pergerakan fluida dalam sistem. Katup ini memungkinkan aliran fluida dialihkan dari satu jalur ke jalur lainnya, sehingga fluida dapat diarahkan menuju aktuator atau kembali ke tangki sesuai kebutuhan sistem.

Gambar 2. 10 *Directional Control Valve*



Sumber: Integral Hydraulik S1Z-6 Directional Control Valve

6. *Relief valve*

Relief valve berfungsi sebagai pengatur tekanan fluida hidrolik dalam sistem, memastikan tekanan tetap berada pada tingkat yang aman. Saat tekanan melampaui batas yang telah ditetapkan, katup ini akan terbuka untuk mengalirkan fluida, sehingga tekanan dapat diturunkan dan komponen sistem terlindungi dari potensi kerusakan.

Gambar 2. 11 Relief Valve



Sumber: Excavator Hidrolik Utama Relief Valve; 2020

7. Coupling

Coupling dalam sistem hidrolik merupakan komponen yang digunakan untuk menyambungkan atau melepas aliran fluida di antara bagian-bagian sistem secara cepat dan efisien. Perangkat ini sangat berperan penting terutama pada aplikasi industri yang memerlukan proses penyambungan dan pelepasan yang sering dilakukan tanpa bantuan alat tambahan.

Coupling hidrolik, yang juga dikenal sebagai quick coupling atau quick connect coupling, merupakan mekanisme yang memudahkan pengguna dalam menghubungkan serta melepaskan aliran fluida. Komponen ini dirancang agar proses penyambungan antara selang, pipa, atau perangkat hidrolik lainnya dapat dilakukan secara cepat dan tetap aman tanpa menimbulkan kebocoran.

Gambar 2. 12 Kopling



8. *Electric Motor*

Electro motor pada sistem hidrolik merupakan motor listrik yang berfungsi menggerakkan pompa hidrolik, yakni mengonversi energi listrik menjadi energi mekanis untuk mengalirkan fluida hidrolik. Motor ini menjadi komponen penting dalam sistem hidrolik modern karena memungkinkan pengendalian yang lebih presisi serta meningkatkan efisiensi pada berbagai aplikasi industri.

Gambar 2. 13 Electric Motor



Sumber: <https://appliance-standards.org/product/electric-motors>,
2016

9. *Actuator*

Aktuator dalam sistem hidrolik adalah perangkat mekanis yang bertugas mengonversi energi hidrolik menjadi gerakan mekanis. Komponen ini merupakan bagian penting dalam berbagai aplikasi industri, seperti peralatan berat, mesin otomatis, dan sistem kendali. Aktuator hidrolik bekerja berdasarkan prinsip Hukum Pascal dan berfungsi sebagai elemen penggerak pada beragam aplikasi, termasuk robotika dan sistem otomasi. Secara umum, fungsi utamanya mencakup hal-hal berikut:

- a. Pembentuk Gerakan: Aktuator mampu menghasilkan gerakan baik secara rotasi maupun linear.
- b. Pengendali Sistem: Komponen ini berfungsi sebagai penggerak akhir dalam sistem otomatis, mengubah sinyal yang diterima dari sensor menjadi aksi atau gerakan fisik.

Gambar 2. 14 Actuator



Sumber : https://www.cnzahid.com/2023/01/pengertian-hydraulic-actuator-dan.html#google_vignette, 2023

10. Pressure gauge

Pressure gauge merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur tekanan kerja pada sistem hidrolis. Untuk menjaga keawetannya, alat ini dipisahkan dari fluida bertekanan melalui sebuah isolator. Saat pembacaan tekanan dilakukan, isolator akan tertekan sehingga oli bertekanan dapat masuk ke dalam pressure gauge dan nilai tekanannya dapat terlihat. Secara umum, pressure gauge berfungsi mengukur tekanan dalam suatu sistem, baik pada fluida cair maupun gas, dengan menampilkan tekanan relatif terhadap tekanan atmosfer, yang dikenal sebagai gauge pressure.

Gambar 2. 15 *Pressure Gauge*



Sumber; MIGISHITA Small Pressure Gauge

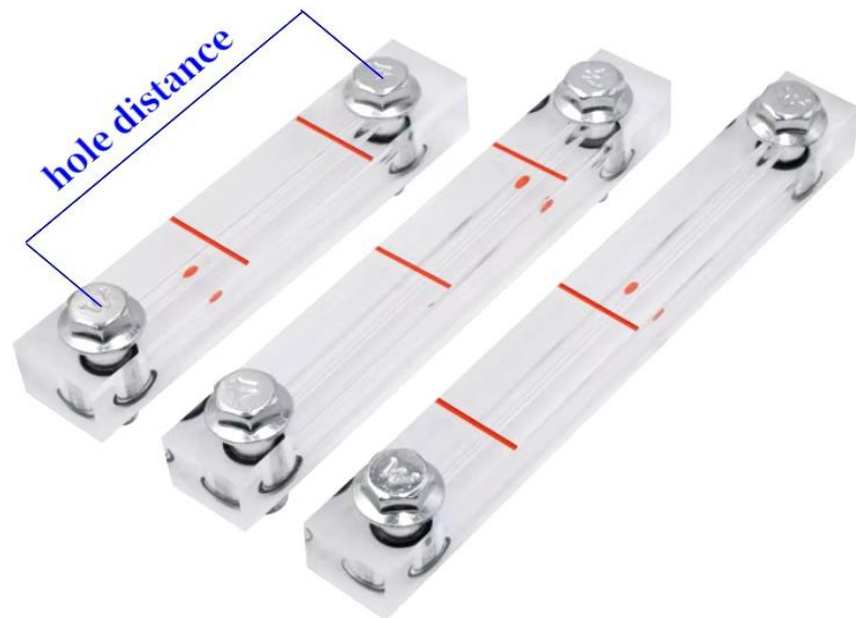
11. *Oil Level Gauge*

Oil level gauge merupakan perangkat yang digunakan untuk memeriksa dan menampilkan ketinggian minyak dalam sistem hidrolis. Alat ini memegang peranan penting untuk memastikan sistem hidrolis dapat bekerja secara aman dan tetap efisien.

- a. *Glass Tube Gauge: Memanfaatkan tabung kaca transparan untuk menampilkan tingkat minyak secara langsung, sehingga pengguna dapat melihat level fluida tanpa membuka reservoir.*
- b. *Electronic Level Gauge: Menggunakan sensor elektronik untuk memantau ketinggian minyak dan menampilkan hasilnya dalam bentuk digital. Biasanya dilengkapi alarm guna memberi peringatan apabila level minyak berada di bawah batas aman.*

- c. Float Type Gauge: Mengandalkan pelampung yang bergerak naik turun mengikuti perubahan volume minyak. Pergerakan pelampung tersebut dihubungkan dengan skala indikator untuk menunjukkan level minyak.
- d. Capacitance Level Gauge: Bekerja dengan mengukur perubahan kapasitansi antara elektroda ketika ketinggian minyak berubah, sehingga dapat memberikan pembacaan yang akurat tanpa memerlukan komponen bergerak.

Gambar 2. 16 Level Gauge



Sumber: <https://id.aliexpress.com/item/1005005047237191.html>, 2024

12. Pipa

Pipa dalam sistem hidrolik merupakan komponen penting yang berfungsi menyalurkan fluida hidrolik dari satu bagian sistem ke bagian lainnya. Pipa tersebut dirancang secara khusus untuk mampu menahan tekanan tinggi yang dihasilkan oleh sistem serta menjaga kelancaran dan efisiensi aliran fluida.

13. Silinder hidrolik

Komponen ini berperan sebagai elemen akhir yang memberikan tekanan pada cylinder actuator sehingga aktuator dapat bergerak untuk memindahkan beban. Silinder hidrolik merupakan bagian penting dalam sistem hidrolik yang mengubah energi fluida menjadi gerakan mekanis, khususnya gerakan linear. Struktur utama dari silinder ini terdiri atas tabung silinder, piston, batang piston (piston rod), serta fluida hidrolik yang menjadi media kerjanya.

Gambar 2. 17 Silinder Hidrolik

KOMPASS



Sumber: KOMPASS OMC Seri CA Silinder Hidrolik Bulat

D. Konfigurasi Silinder

Keller, P. (2021), Steering Gear pada kapal dapat memiliki konfigurasi silinder yang berbeda-beda, bergantung pada desain serta tipe sistem yang diterapkan. Secara umum, terdapat beberapa jenis Steering Gear yang memanfaatkan silinder sebagai bagian dari

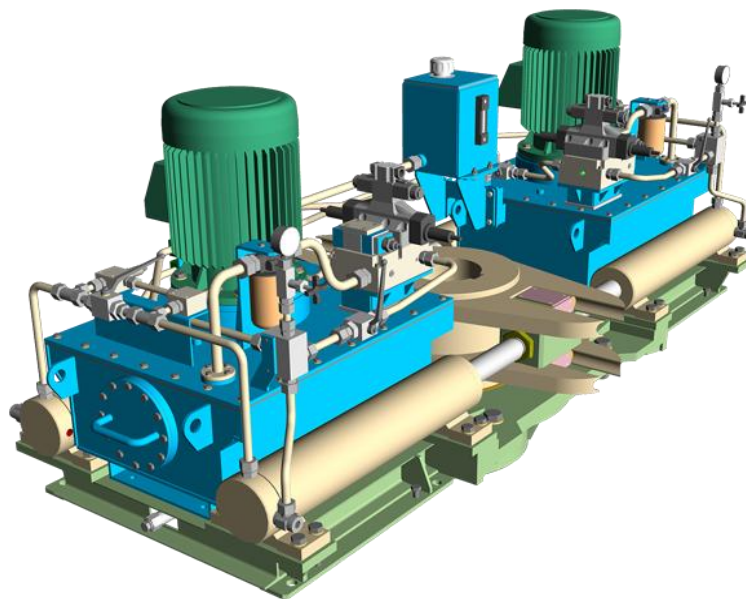
mekanisme operasionalnya.

1. Dua silinder (*two ram*)

Sistem ini menggunakan dua silinder hidraulik untuk menggerakkan rudder. Setiap silinder berfungsi untuk menggerakkan rudder ke arah yang diinginkan, baik ke kiri maupun ke kanan.

Steering Gear jenis 2 ram merupakan sistem kemudi pada kapal yang menggunakan dua silinder hidraulik (ram) untuk menggerakkan rudder. Sistem ini termasuk dalam kelompok elektro-hidraulik, di mana tenaga listrik dimanfaatkan untuk mengoperasikan pompa hidraulik yang menghasilkan tekanan guna menggerakkan ram. Desain Steering Gear ini memungkinkan pengendalian kapal yang lebih efektif dan responsif.

Gambar 2. 18 Dua silinder (*two ram*)



Sumber : <https://pindad.com/steering-gear>, 2024

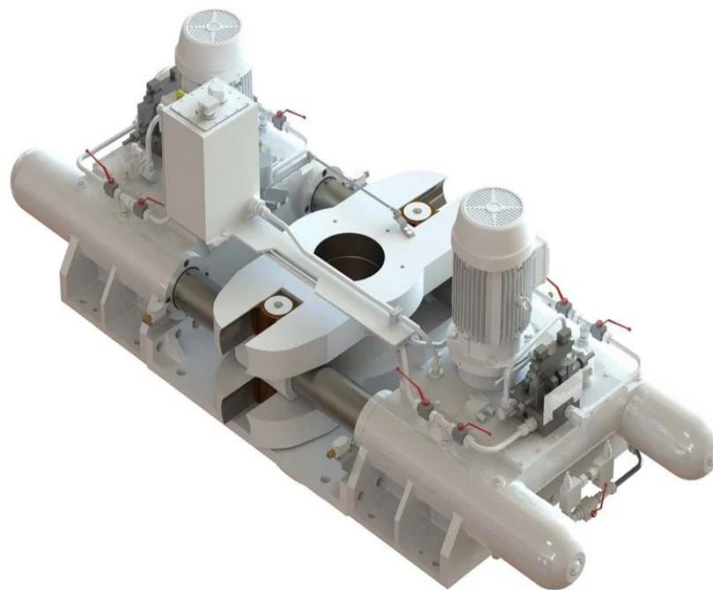
2. Empat silinder (*four ram*)

Sistem ini merupakan Steering Gear hidraulik dengan empat ram, yang dilengkapi pengaturan stop serta katup bypass. Mekanisme

tersebut memungkinkan sistem kemudi dioperasikan menggunakan keempat silinder sekaligus ataupun hanya dua silinder, sesuai kebutuhan pengoperasian.

Steering Gear tipe 4 ram merupakan sistem kemudi pada kapal yang menggunakan empat silinder hidraulik untuk menggerakkan rudder secara efektif. Sistem ini tergolong elektro-hidraulik, karena tenaga listrik digunakan untuk mengoperasikan pompa hidraulik yang kemudian menggerakkan silinder-silinder tersebut. Desain ini memberikan kemampuan pengendalian kapal yang lebih responsif dan presisi.

Gambar 2. 19 Steering Gear 4 Ram



Sumber:

<https://www.macgregor.com/Products/products/steering-gear/ram-type-steering-gear/>, 2024

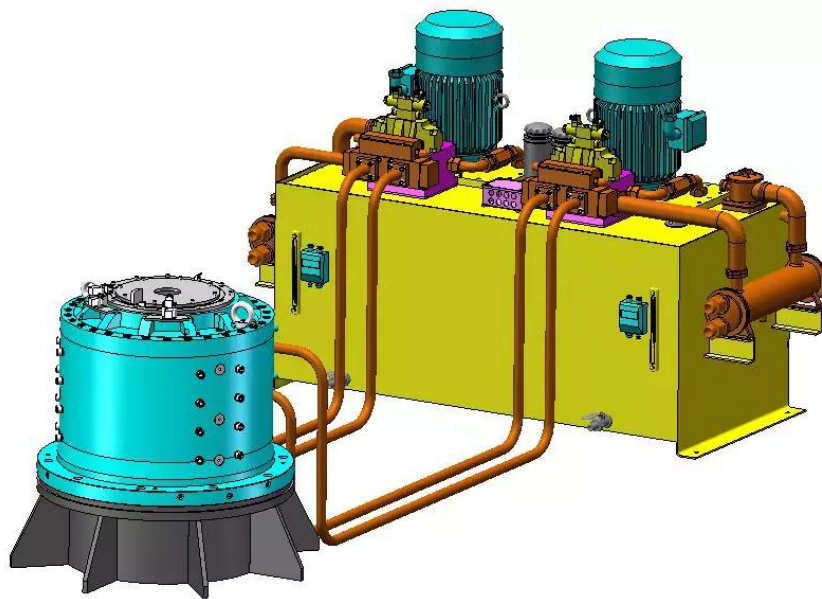
3. Rotary vane Steering Gear

Sistem ini merupakan jenis Steering Gear elektro-hidraulik yang dilengkapi tiga vane tetap dan tiga vane bergerak, yang mampu

menghasilkan sudut gerak total hingga 70°, yakni 35° ke masing-masing sisi. Rotary Vane Steering Gear bekerja dengan memanfaatkan mekanisme vane berputar untuk mengendalikan arah kapal. Sistem ini dirancang agar pergerakan rudder berlangsung halus dan responsif, dengan menggunakan tekanan hidraulik untuk menggerakkan rotor yang diberi vane.

Rotary Vane Steering Gear banyak diterapkan pada berbagai tipe kapal, khususnya kapal yang membutuhkan pengendalian presisi serta ruang instalasi yang lebih terbatas. Sistem ini sangat sesuai untuk aplikasi yang menuntut respons cepat dan kenyamanan operasional.

Gambar 2. 20 Rotary Vane Steering Gear



Sumber : <https://www.acirmarine.com/marine-deck-equipment/marine-steering-gear/hydraulic-rotary-vane-type-ship-steering-gear.html>, 2023.

E. Sistem Hidraulik

Sistem hidraulik adalah sistem yang menggunakan cairan bertekanan tinggi untuk mentransfer energi. Dalam industri perkapalan,

sistem ini banyak digunakan pada berbagai peralatan kapal seperti *Steering Gear*, winch, dan crane. Prinsip dasar sistem hidraulik adalah hukum Pascal, yang menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada cairan akan diteruskan secara merata ke seluruh bagian sistem.

Keunggulan utama sistem hidraulik adalah kemampuannya menghasilkan gaya besar dengan komponen yang relatif kecil. Hal ini sangat berguna dalam kapal yang memiliki keterbatasan ruang dan membutuhkan kontrol presisi, seperti pada *Steering Gear* yang menggerakkan rudder.

Pada sistem *Steering Gear* kapal, pompa hidraulik mengalirkan oli ke dalam silinder yang menggerakkan rudder. Katup arah (*directional valve*) mengontrol aliran oli ini, sementara manometer memantau tekanan agar tetap dalam batas yang aman. Perawatan rutin sangat penting untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik, termasuk memeriksa oli hidraulik yang harus tetap bersih dan cukup. Selain itu, pemilihan oli yang tepat juga sangat penting untuk menjaga kinerja sistem.

Brown dan Taylor (2020) menyatakan bahwa "Sistem hidraulik dalam rekayasa kelautan memberikan solusi tenaga yang efisien dan presisi tinggi, penting untuk operasi kapal yang andal, terutama untuk *Steering Gear*."

Keller (2021) menambahkan bahwa "Perawatan sistem hidraulik yang tepat sangat penting untuk mencegah kerusakan pada sistem kemudi dan menjaga keselamatan kapal."

Dengan perawatan yang tepat, sistem hidraulik dapat memastikan kelancaran manuver kapal dan mencegah kegagalan sistem yang dapat membahayakan keselamatan kapal dan awaknya.

F. Mekanisme Kerja *Steering Gear* Hidrolik

Pada sistem *Steering Gear* berbasis hidraulik, proses kerjanya dimulai dari energi yang dihasilkan oleh motor elektrik yang memutar pompa hidraulik. Pompa ini kemudian mendorong minyak hidraulik dari

tangki ke seluruh rangkaian sistem. Aliran minyak yang dihasilkan pompa selanjutnya melewati relief valve, yaitu komponen yang berfungsi mengendalikan tekanan hidraulik agar tetap sesuai dengan kebutuhan operasi. Jika tekanan dalam sistem meningkat melebihi batas yang ditetapkan, relief valve akan terbuka untuk melepaskan kelebihan tekanan tersebut sehingga keseluruhan sistem tetap bekerja dengan aman. (Brown & Taylor, 2020).

Setelah melewati relief valve, minyak hidraulik akan dialirkan ke directional control valve. Katup ini berfungsi mengatur serta mengarahkan aliran minyak hidraulik pada area bertekanan tinggi, sehingga fluida dapat masuk ke dalam silinder secara bersamaan. Aliran minyak hidraulik yang masuk ke silinder ini akan memutar vane dan menggerakkan tongkat kemudi (rudder) sesuai dengan arah yang diinginkan. (Keller 2021) menjelaskan bahwa "Directional control valve berfungsi mengarahkan aliran hidraulik untuk menggerakkan silinder dan memutar rudder dengan presisi."

Apabila rudder harus berputar ke arah sebaliknya atau kembali ke posisi awal, directional control valve akan mengalihkan aliran minyak sehingga bagian yang sebelumnya bertekanan tinggi berubah menjadi bertekanan rendah. Perubahan tekanan ini menyebabkan vane atau baling-baling bergerak menuju sisi dengan tekanan yang lebih rendah, sehingga rudder berputar ke arah yang diinginkan. menambahkan bahwa Perubahan aliran minyak melalui directional control valve mengatur arah perputaran rudder dengan cepat dan efisien, memastikan kontrol kapal yang optimal.

G. Cara Pengoperasian *Steering Gear*

Menurut (Brown dan Taylor 2020), *Steering Gear pada kapal* menggunakan sistem hidraulik yang digerakkan oleh motor listrik untuk mengontrol pergerakan rudder, memungkinkan kapal untuk berbelok dengan presisi.

Pengoperasian *Steering Gear* di kapal melibatkan sejumlah komponen utama yang bekerja bersama untuk mengubah arah kapal secara efisien dan presisi. Sistem ini dimulai dengan motor listrik yang menggerakkan pompa hidraulik untuk memompa minyak hidraulik ke seluruh sistem. Tekanan yang dihasilkan oleh sistem hidraulik inilah yang digunakan untuk memutar rudder, sehingga kapal dapat berbelok sesuai dengan arah yang diinginkan. Dengan sistem ini, kapal dapat beroperasi dengan kontrol yang responsif dan aman, memungkinkan pergerakan yang presisi dalam setiap manuver kapal.

H. Penyebab Kebocoran Oli Hidraulik pada Sistem *Steering Gear*

Kebocoran oli hidraulik dalam sistem *Steering Gear* kapal dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Beberapa penyebab utama kebocoran oli hidraulik adalah sebagai berikut:

1. Kerusakan pada Seal dan O-Ring

Seal dan O-ring berfungsi untuk mencegah kebocoran oli di sepanjang sambungan dan komponen lainnya dalam sistem hidraulik. Seiring waktu, seal dan O-ring dapat mengalami keausan akibat tekanan tinggi, getaran, dan kondisi lingkungan yang keras. Jika seal atau O-ring rusak atau aus, oli hidraulik akan bocor melalui sambungan tersebut, mengurangi efektivitas sistem.

Menurut Mason, T. (2019), Kerusakan pada seal dan O-ring merupakan salah satu penyebab utama kebocoran oli hidraulik dalam sistem *Steering Gear*. Kegagalan komponen ini dapat menyebabkan penurunan kinerja dan kegagalan sistem.

2. Tekanan Hidraulik yang Berlebih

Sistem hidraulik pada kapal memerlukan tekanan yang tepat agar dapat berfungsi dengan baik. Tekanan yang terlalu tinggi, yang dapat disebabkan oleh pompa hidraulik yang tidak terkontrol dengan baik, dapat merusak komponen-komponen dalam sistem, termasuk pompa, silinder, dan seal. Tekanan berlebih dapat menyebabkan

kebocoran pada sambungan atau seal yang tidak mampu menahan tekanan tersebut.

Keller (2021) menyatakan bahwa Tekanan yang berlebih dapat menyebabkan kegagalan sistem hidraulik, termasuk kebocoran pada seal dan komponen lainnya.

3. Kontaminasi Oli

Kontaminasi oli hidraulik dengan kotoran atau partikel asing dapat merusak komponen dalam sistem, seperti pompa dan silinder. Partikel asing yang masuk ke dalam oli dapat menyebabkan gesekan berlebih antara komponen, mempercepat keausan, dan meningkatkan risiko kebocoran. Selain itu, oli yang tercemar juga dapat kehilangan kemampuannya untuk melumasi dan mendinginkan komponen sistem.

Brown dan Taylor (2020) menjelaskan bahwa Kontaminasi oli hidraulik dapat menyebabkan kerusakan pada komponen sistem, mengarah pada kebocoran oli dan penurunan efisiensi operasional.

4. Kelalaian dalam Pemeliharaan

Pemeliharaan yang kurang tepat atau terlambat dapat menyebabkan kebocoran oli hidraulik. Pemeriksaan rutin dan penggantian komponen yang aus, seperti seal, O-ring, dan oli hidraulik, sangat penting untuk menjaga kinerja sistem. Jika pemeliharaan tidak dilakukan secara berkala, kebocoran dapat terjadi karena adanya kerusakan pada komponen-komponen yang seharusnya diganti atau diperbaiki.

Smith, R. (2020) menekankan bahwa Pemeliharaan yang buruk dan kurangnya inspeksi rutin sering kali menjadi faktor utama penyebab kebocoran oli hidraulik pada sistem *Steering Gear* kapal.

5. Kerusakan pada Komponen Sistem

Selain kerusakan pada seal dan O-ring, kebocoran oli hidraulik juga dapat disebabkan oleh kerusakan pada komponen utama dalam sistem, seperti pompa hidraulik, silinder, atau pipa yang

menghubungkan komponen-komponen tersebut. Patah atau retaknya pipa atau selang hidraulik dapat menyebabkan oli bocor, yang dapat mengganggu operasional sistem *Steering Gear* dan meningkatkan risiko kegagalan sistem.

Tushman, M.L., & O'Reilly, C.A. (2020) menjelaskan bahwa Kerusakan pada pipa atau komponen sistem lainnya dapat menyebabkan kebocoran oli yang signifikan dan menurunkan kinerja sistem hidraulik secara keseluruhan.

I. Dampak Kebocoran Oli Hidraulik

1. Penurunan Kinerja Sistem *Steering Gear*

Kebocoran oli hidraulik mengurangi jumlah cairan dalam sistem, yang menyebabkan penurunan tekanan hidraulik. Hal ini berakibat pada gerakan rudder yang lebih lambat dan kurang responsif, sehingga manuver kapal menjadi tidak presisi. Smith (2020) menyatakan bahwa Kebocoran oli hidraulik menyebabkan penurunan tekanan dalam sistem *Steering Gear*, yang mengganggu operasional kapal. Penurunan kinerja ini mengurangi kemampuan kapal untuk berbelok dengan tepat waktu, yang bisa berbahaya dalam situasi tertentu.

2. Risiko Kegagalan Sistem

Jika kebocoran terus berlanjut, tekanan dalam sistem akan semakin rendah, membuat pompa hidraulik bekerja lebih keras dan merusak komponen-komponen lainnya, seperti silinder dan seal. Tushman, M.L., & O'Reilly, C.A. (2020) menjelaskan bahwa Kebocoran yang terus berlanjut dapat menyebabkan kegagalan sistem hidraulik, memaksa sistem *Steering Gear* untuk beroperasi dalam mode manual. Kegagalan ini membatasi kemampuan kapal untuk melakukan manuver dan dapat menyebabkan situasi berbahaya.

3. Risiko Keselamatan

Kebocoran oli hidraulik dapat menyebabkan hilangnya kontrol atas rudder, yang sangat penting dalam situasi kritis. Kapal yang tidak

dapat berbelok dengan cepat dan tepat akan meningkatkan risiko kecelakaan. Nuzul Fadly (2024) mengungkapkan bahwa Kebocoran oli hidraulik meningkatkan risiko kecelakaan di laut, yang dapat membahayakan awak kapal dan kapal itu sendiri. Situasi seperti berlayar di pelabuhan atau di perairan terbatas memerlukan respons yang cepat dan akurat, yang bisa terganggu oleh kebocoran oli.

4. Dampak Terhadap Biaya Operasional

Kebocoran oli hidraulik juga meningkatkan biaya operasional kapal. Perbaikan yang diperlukan akibat kebocoran dapat memakan biaya tinggi, ditambah dengan waktu henti kapal yang mengganggu operasional. Brown dan Taylor (2020) menyatakan bahwa Kebocoran oli yang tidak segera diperbaiki dapat menyebabkan kerusakan lebih lanjut, meningkatkan biaya perbaikan, dan mengurangi efisiensi operasional kapal. Hal ini tidak hanya berdampak pada keuangan, tetapi juga mengganggu jadwal operasional kapal.

J. Upaya Mitigasi dan Langkah Pencegahan Kebocoran Oli Hidraulik

Upaya mitigasi dan pencegahan kebocoran oli hidraulik dalam sistem *Steering Gear* kapal sangat penting untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik dan mencegah kerusakan lebih lanjut. Kebocoran oli yang tidak segera ditangani dapat menyebabkan penurunan kinerja sistem, risiko keselamatan, dan biaya perbaikan yang tinggi. Beberapa langkah pencegahan yang dapat diambil untuk mengurangi risiko kebocoran oli hidraulik adalah sebagai berikut:

1. Pemeliharaan Rutin dan Inspeksi

Pemeliharaan dan inspeksi berkala sangat penting untuk mencegah kebocoran oli hidraulik. Pemeriksaan seal, O-ring, dan komponen lainnya harus dilakukan secara rutin untuk mendeteksi kerusakan dini. Coulson, J. (2019). menyatakan bahwa Inspeksi rutin sangat penting untuk mendeteksi kebocoran sebelum menjadi masalah besar.

2. Penggantian Seal dan O-Ring

Seal dan O-ring yang sudah aus harus diganti secara berkala untuk mencegah kebocoran. Pemilihan bahan berkualitas tinggi sangat penting untuk menjaga sistem tetap berfungsi dengan baik. Martinez (2019) menjelaskan bahwa Penggantian seal dan O-ring yang tepat dapat mencegah kebocoran oli hidraulik.

3. Penggunaan Oli Hidraulik yang Tepat

Oli hidraulik yang sesuai dengan spesifikasi sistem sangat penting untuk mencegah kerusakan. Oli yang tidak sesuai dapat meningkatkan tekanan dalam sistem dan merusak komponen. Brown dan Taylor (2020) menyatakan bahwa Pemilihan oli yang tepat sangat penting untuk mencegah kebocoran oli dalam sistem.

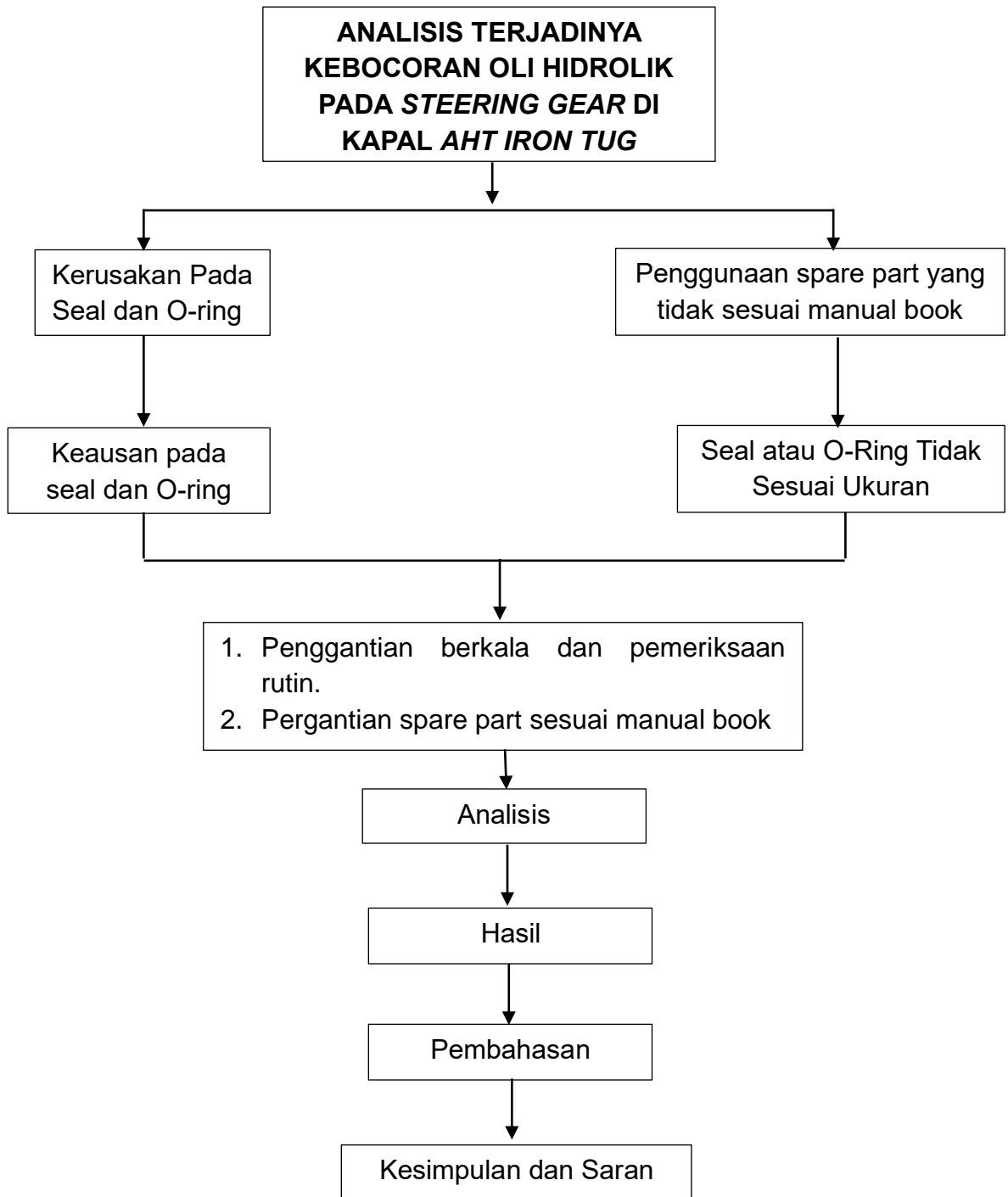
4. Pemasangan dan Pemeliharaan Pipa yang Benar

Pipa dan selang harus dipasang dengan benar dan diperiksa secara berkala. Pemasangan yang salah dapat menyebabkan kebocoran. Keller (2021) menekankan bahwa Pemasangan pipa yang benar mengurangi risiko kebocoran oli.

5. Sistem Monitoring dan Alarm

Menggunakan sistem monitoring dengan sensor tekanan dan alarm dapat membantu mendeteksi kebocoran lebih awal. Angga Pratama Efendi. (2023). menjelaskan bahwa Sistem monitoring yang baik dapat memberi peringatan dini tentang kebocoran oli.

K. Kerangka Pikir



L. Hipotesis

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, hipotesis sementara dalam penelitian ini menyatakan bahwa terdapat sejumlah faktor teknis yang berperan dalam menyebabkan terjadinya kebocoran oli hidraulik pada sistem Steering Gear kapal AHT Iron Tug, yaitu::

1. Kerusakan pada seal dan O-ring memiliki pengaruh signifikan terhadap timbulnya kebocoran oli hidraulik pada sistem Steering Gear.
2. Minimnya perawatan rutin serta kurangnya inspeksi berkala dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kebocoran oli hidraulik pada Steering Gear kapal.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode campuran (mixed method) dengan pendekatan studi kasus. Metode ini dipilih karena permasalahan kebocoran oli hidraulik pada *Steering Gear* kapal *AHT Iron Tug* tidak hanya membutuhkan analisis deskriptif kualitatif, tetapi juga data kuantitatif untuk memperkuat kesimpulan.

Secara kualitatif, penelitian dilakukan melalui observasi langsung terhadap kondisi komponen (seal, O-ring, dan silinder), dengan kru kapal dan teknisi yang bertanggung jawab atas pemeliharaan, serta analisis dokumentasi berupa catatan perawatan dan laporan gangguan sistem *Steering Gear*.

Secara kuantitatif, penelitian menggunakan instrumen kuesioner dengan skala Likert dalam metode USG (Urgency, Seriousness, Growth) untuk menentukan prioritas permasalahan, serta mengolah data teknis seperti tekanan hidraulik, volume oli, suhu, dan kecepatan pergerakan rudder.

Dengan demikian, penggunaan metode campuran ini memberikan analisis yang lebih mendalam, menyeluruh, dan objektif, karena mampu menggabungkan kekuatan data kualitatif yang kontekstual dengan data kuantitatif yang terukur.

B. Definisi Operasional Variabel

Penelitian ini menggunakan beberapa variabel yang dioperasionalkan sebagai berikut:

1. Kondisi Seal dan O-ring

Merupakan variabel yang menggambarkan kondisi fisik dan keausan seal serta O-ring yang berfungsi mencegah kebocoran oli. Kondisi ini diukur melalui inspeksi visual dan pengujian komponen.

2. Tekanan Hidraulik

Tekanan oli yang terdapat dalam sistem *Steering Gear* yang berpengaruh pada fungsi pompa dan silinder. Diukur dengan alat manometer untuk mengetahui tekanan operasi aktual.

3. Kebocoran Oli Hidraulik

Variabel dependen yang diukur berdasarkan volume oli yang bocor serta lokasi kebocoran yang terdeteksi pada sistem *Steering Gear*.

C. Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui beberapa metode untuk memperoleh informasi yang lengkap dan akurat terkait kebocoran oli pada *Steering Gear* hidraulik kapal *AHT Iron Tug*, yaitu:

1. Observasi Langsung

Peneliti melakukan pemeriksaan secara langsung terhadap kondisi fisik komponen *Steering Gear*, seperti pompa hidraulik, seal, O-ring, dan silinder. Observasi ini bertujuan untuk mendeteksi kerusakan, keausan, atau tanda-tanda kebocoran oli yang terlihat secara visual.

2. Dokumentasi

Mengumpulkan dan mempelajari dokumen pendukung seperti laporan pemeliharaan rutin, catatan kejadian kebocoran oli, dan laporan gangguan sistem *Steering Gear* yang tercatat secara resmi di kapal. Dokumentasi ini menjadi data sekunder untuk mendukung hasil observasi.

3. Metode USG

merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk menentukan prioritas permasalahan berdasarkan tiga aspek utama, yaitu Urgency (urgensi/kedaruratan), Seriousness (keseriusan), dan Growth (pertumbuhan/potensi perkembangan masalah). Metode ini membantu peneliti atau praktisi dalam menyusun skala prioritas dari beberapa permasalahan yang ditemukan, sehingga bisa lebih fokus pada masalah yang paling penting dan mendesak untuk segera diselesaikan. Metode USG banyak digunakan dalam bidang manajemen mutu, analisis

masalah organisasi, dan pengambilan keputusan berbasis data. Dalam dunia industri, termasuk industri perkapalan atau teknik, metode ini sangat efektif untuk memilih masalah yang memiliki dampak paling signifikan terhadap kinerja sistem.

D. Teknik Analisis Data

Prosedur pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kesimpulan yang valid dan sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu menganalisis kebocoran oli hidraulik pada *Steering Gear* di kapal *AHT Iron Tug*. Teknik analisis data yang digunakan meliputi:

1. Observasi Langsung

Peneliti melakukan pemeriksaan langsung terhadap kondisi sistem *Steering Gear* pada kapal, baik dalam keadaan normal maupun saat terjadi kebocoran oli. Data yang dikumpulkan meliputi kondisi komponen-komponen sistem seperti pompa hidraulik, seal, O-ring, dan silinder aktuator.

2. Pengumpulan Data Tertulis dan Lisan

Data diperoleh dari dokumentasi pemeliharaan, seperti catatan kebocoran oli untuk mendapatkan informasi mengenai kejadian kebocoran oli dan langkah-langkah yang diambil.

3. Analisis Deskriptif

Menggunakan analisis deskriptif untuk menggambarkan kondisi sistem, faktor penyebab kebocoran oli, serta dampaknya terhadap kinerja sistem *Steering Gear*. Data dibandingkan dengan teori-teori yang relevan.

4. Analisis Perbandingan

Perbandingan dilakukan antara kondisi sistem *Steering Gear* dalam keadaan normal, saat terjadi kebocoran, dan setelah perbaikan dilakukan untuk menilai dampak kebocoran terhadap kinerja sistem, seperti tekanan hidraulik dan kecepatan pergerakan rudder.

5. Metode USG (Urgency, Seriousness, Growth)

Metode USG digunakan untuk memprioritaskan faktor penyebab kebocoran oli berdasarkan tiga aspek: urgensi (kedaruratan), keseriusan

(dampak terhadap keselamatan dan operasional), dan pertumbuhan (potensi perkembangan masalah).

E. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2022											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Pengumpulan Data												
2.	Pemilihan Judul												
3.	Penyusunan Proposal dan bimbingan												
No	Kegiatan	Tahun 2023											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4.	Seminar Proposal												
5.	Perbaikan Seminar Proposal												
6.	Pengambilan data												
No	Kegiatan	Tahun 2024											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7.	Pengambilan Data												
No	Kegiatan	Tahun 2025											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8.	Pengolahan Data Dan Bimbingan Hasil Skripsi												
9.	Diseminar Hasilkan Serta Perbaikan												