

KARYA ILMIAH TERAPAN
ANALISIS KEBOCORAN PIPA AIR LAUT
PENDINGIN *LO COOLER* MESIN INDUK DI KAPAL
KMP. AGUNG SAMUDERA XVIII



AINAYA ALFATIAH SUKRON

09.21.002.2.02

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM SARJANA TERAPAN PELAYARAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN
KAPAL
TAHUN 2025

KARYA ILMIAH TERAPAN
ANALISIS KEBOCORAN PIPA AIR LAUT
PENDINGIN *LO COOLER* MESIN INDUK DI KAPAL
KMP. AGUNG SAMUDERA XVIII



AINAYA ALFATIAH SUKRON

09.21.002.2.02

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM SARJANA TERAPAN PELAYARAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN
KAPAL
TAHUN 2025

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ainaya Alfatihah Sukron

Nomor Induk Taruna : 09.21.002.2.02

Program Studi : Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal.

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Terapan yang saya tulis dengan judul :

“ANALISIS KEBOCORAN PIPA AIR LAUT PENDINGIN *LO COOLER* MESIN INDUK DI KAPAL KMP AGUNG SAMUDERA XVIII”

Merupakan suatu karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan (KIT) tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan suatu ide saya sendiri. Jika ada pertanyaan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah dibuat maupun telah di tetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 19 MEI 2025

The block contains an official stamp of Politeknik Pelayaran Surabaya, which includes the institution's logo and name. Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.

AINAYA ALFATIAH SUKRON

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : ANALISIS KEBOCORAN PIPA AIR LAUT PENDINGIN
LO COOLER MESIN INDUK DI KAPAL KMP AGUNG
SAMUDERA XVIII

Program Studi : TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Nama : AINAYA ALFATIAH SUKRON

NIT : 09.21.002.2.02

Jenis Tugas Akhir : Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan*

Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 15 Mei 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

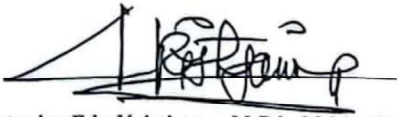

Frenki Imanto, S.Si.T, M.Pd.

Penata Tk I (III/d)
NIP. 19821006 201012 1 001


Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.

Penata Tk I (III/d)
NIP. 19800517 200502 1 003

Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal


Dr. Antonius Edv Kristivono, M.Pd., M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19690531 200312 1 001

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **ANALISIS KEBOCORAN PIPA AIR LAUT PENDINGIN
LO COOLER MESIN INDUK DI KAPAL KMP AGUNG
SAMUDERA XVIII**

Nama Taruna : **AINAYA ALFATIAH SUKRON**

Nomor Induk Taruna : **09.21.002.2.02**

Program Studi Kapal : **Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal**

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi persyaratan untuk seminarkan.

Surabaya, 2025
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Erenki Imanto, S.SiT, M.Pd.

Penata Tk I (III/d)

NIP. 19821006 201012 1 001




Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.

Penata Tk I (III/d)

NIP. 19800517 200502 1 003

Mengetahui
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



Dr. Antonius Edy Kristivono, M.Pd., M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19690531 200312 1 001

**PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**“ANALISIS KEBOCORAN PIPA AIR LAUT PENDINGIN *LO COOLER* MESIN
INDUK DI KAPAL KMP AGUNG SAMUDERA XVIII”**

Disusun Oleh:

AINAYA ALFATIAH SUKRON

NIT. 09.21.002.2.02

Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

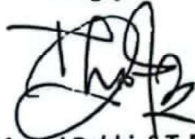
Politeknik Pelayaran Surabaya

Pada tanggal, 28 NOVEMBER 2024

Menyetujui,

Penguji II

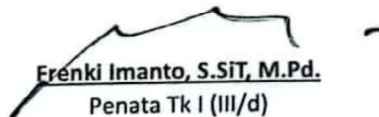
Penguji I



Shofa Dai Robbi, S.T, M.T

Penata (III/c)

NIP. 19820302 200604 1 001



Frenki Imanto, S.SiT, M.Pd.

Penata Tk I (III/d)

NIP. 19821006 201012 1 001



Penguji III

Drs. Teguh Pribadi, M.Si, QIA

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 19690912 199403 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Politeknik Pelayaran Surabaya



Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19760528 200912 2 002

**LEMBAR PENGESAHAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

“ANALISIS KEBOCORAN PIPA AIR LAUT PENDINGIN *LO COOLER* MESIN

INDUK DI KAPAL KMP AGUNG SAMUDERA XVIII”

Disusun dan Diajukan Oleh:

AINAYA ALFATIAH SUKRON

NIT. 09.21.002.2.02

Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Politeknik Pelayaran Surabaya

Pada tanggal, 15 Mei 2025

Menyetujui,

Penguji I

Penguji II


Penguji III



Dr. Antonius Edy Kristivono, M.Pd., M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

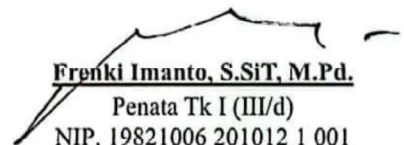
NIP. 19690531 200312 1 001



Azis Nugroho, SE., M.Pd

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19750322 199808 1 001



Frenki Imanto, S.SiT, M.Pd.

Penata Tk I (III/d)

NIP. 19821006 201012 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Studi Teknologi Rekayasa Permesinan
Kapal

Politeknik Pelayaran Surabaya



Dr. Antonius Edy Kristivono, M.Pd., M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19690531 200312 1 001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, puji syukur kehadiran ALLAH SWT atas rahmad dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun serta menyelesaikan tugas dan tanggung jawab sebagai penulis penelitian Karya Ilmiah Terapan dengan baik dan lancar. Serta penelitian ini salah satu syarat kewajiban untuk menyelesaikan program Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penelitian ini dibuat berdasarkan kejadian pada saat melakukan Praktek Laut di KMP AGUNG SAMUDERA XVIII selama 1 (satu) tahun dan mengamati suatu peristiwa yang terjadi akibat insiden terjadinya suatu kecelakaan kerja di kapal, serta didukung oleh sumber informasi yang terkait dan dari dosen maupun perwira kapal. Penulis sangat berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun pengalaman, tidak hanya dalam ruang lingkup pendidikan di Politeknik Pelayaran Surabaya tetapi juga dimanapun ilmu pengetahuan yang lebih maju dan berkembang. Adapun judul penelitian yang penulis gunakan adalah: **“ANALISIS KEBOCORAN PIPA AIR LAUT PENDINGIN LO COOLER MESIN INDUK DI KAPAL KMP. AGUNG SAMUDERA XVIII”**

Penulis dapat menyadari bahwa dalam penyusunan penelitian masih banyak kekurangan, baik ditinjau dari cara penyajian penulis, penyajian materi, serta dalam penggunaan bahasa, mengingat akan keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Akan tetapi penulis mencoba merangkai penelitian ini dengan sebaik-baiknya berdasarkan data-data maupun informasi yang penulis dapatkan.

Dalam penulisan Karya Ilmiah Terapan ini penulis mendapatkan bimbingan dan dukungan dari beberapa pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan serta menyusun penelitian ini, antara lain

1. Yth. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E, selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan fasilitas dan pelayanan yang terbaik, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan.
2. Yth. Bapak Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, yang telah memberikan dukungan serta motivasi yang sangat besar bagi penulis dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan.
3. Yth. Bapak Frenki Imanto, S.SiT, M.Pd. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan waktunya untuk membimbing saya sampai selesai.
4. Yth. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan waktunya untuk membimbing saya sampai selesai.
5. Yth. Seluruh dosen dan staf pengajar di Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.

6. Kepada orang tua saya yang telah memberikan doa restu sehingga saya dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan dengan lancar dan baik.
7. Seluruh crew KMP AGUNG SAMUDERA XVIII yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama penulis melaksanakan Praktek Laut.
8. PT. PELAYARAN AGUNG SAMUDERA, yang telah memberi kesempatan penulis untuk melaksanakan Praktek Laut sehingga penulis dapat menyusun suatu Karya Ilmiah Terapan dengan baik.

Semoga kelak penelitian ini dapat berguna bagi semua pihak, khususnya bagi pengembangan pengetahuan taruna – taruni Politeknik Pelayaran Surabaya, serta bermanfaat bagi dunia pelayaran pada umumnya.

Penulis menyadari bahwa penulisan Karya Ilmiah Terapan ini masih jauh dari sempurna dan masih terdapat kekurangan dari segi isi maupun teknik penulisan, maka penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan mohon maaf atas segala kekurangan.

Surabaya, 2025

Penulis

AINAYA ALFATIAH SUKRON
NIT. 09.21.002.2.02

ABSTRAK

AINAYA ALFATIAH SUKRON, 2025, ANALISIS KEBOCORAN PIPA AIR LAUT PENDINGIN MESIN INDUK *LO COOLER* DI KAPAL KMP. AGUNG SAMUDERA XVIII. Karya ilmiah terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Program Diploma IV, Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh Bapak Frenki Imanto, S.SiT, M.Pd. selaku pembimbing I dan Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd. selaku pembimbing II.

Mesin induk merupakan suatu pesawat yang memiliki peranan yang sangat penting di atas kapal untuk menunjang pengoperasian kapal, sehingga kapal dapat beroperasi dengan baik. Dalam mendukung kinerja mesin induk, terdapat beberapa sistem didalamnya dan salah satu diantaranya adalah sistem pendingin air laut. Penyebab terjadinya kebocoran pada pipa air laut, menentukan dampak yang terjadi dari kebocoran, serta efektivitas yang dilakukan untuk mengatasi kebocoran. Pada karya tulis ilmiah ini penulis gunakan jenis penelitian kualitatif dengan menggunakan metode FMEA dalam mempermudah analisis data. Metode pengumpulan data yang penulis lakukan adalah dengan cara observasi, wawancara dan dokumentasi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui faktor penyebab kebocoran pipa air laut pendingin *LO Cooler* mesin induk di kapal KMP. Agung Samudera XVIII.

Kata Kunci: Penyebab, Dampak, Penanganan.

ABSTRACT

AINAYA ALFATIHAH SUKRON, 2025, ANALYSIS OF SEA WATER PIPE LEAKAGE OF MAIN ENGINE LO COOLER ON THE SHIP KMP. AGUNG SAMUDERA XVIII. Applied scientific work of Ship Machinery Engineering Technology Study Program, Diploma IV Program, Surabaya Maritime Polytechnic. Supervised by Mr. Frenki Imanto, S.SiT, M.Pd. as supervisor I and Mr. Akhmad Kasan Gupron, M.Pd. as supervisor II.

The main engine is a plane that has a very important role on board the ship to support the operation of the ship, so that the ship can operate properly. In supporting the performance of the main engine, there are several systems in it and one of them is the seawater cooling system. Causes of leaks in seawater pipes, determining the impact of leaks, and the effectiveness of the efforts to overcome leaks. In this scientific paper, the author uses a qualitative research type using the FMEA method to facilitate data analysis. The data collection method used by the author is by observation, interviews and documentation. The purpose of this study is to determine the factors causing the leakage of the main engine cooling seawater pipe on LO Main engine cooler on KMP ships. Agung Samudera XVIII.

Keywords: *Causes, Impacts, Handling.*

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN.....	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iv
PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL	v
PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG PENELITIAN	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	4
C. BATASAN MASALAH.....	5
D. TUJUAN PENELITIAN	6
E. MANFAAT PENELITIAN	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA.....	8
B. LANDASAN TEORI.....	10

1. Analisis	10
2. Kebocoran	11
3. Sistem Perpipaan	13
4. Sistem Pendingin.....	23
5. Mesin Induk.....	33
6. <i>LO Cooler</i>	35
C.KERANGKA PIKIR.....	40
BAB III METODE PENELITIAN	42
A. JENIS PENELITIAN	42
B. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN.....	45
C. JENIS DAN SUMBER DATA	46
D.TEKNIK ANALISIS DATA	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	54
A. GAMBARAN UMUM SUBYEK PENELITIAN.....	54
1. Perusahaan	54
2. Tempat Penelitian	56
B. HASIL PENELITIAN.....	57
1. Penyajian Data.....	57
2. Analisis Data	66
C. PEMBAHASAN	73
BAB V PENUTUP	80
A. KESIMPULAN	80
B. SARAN.....	81
DAFTAR PUSTAKA.....	82

LAMPIRAN.....	84
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya.....	9
Tabel 4.1 <i>Failure mode</i>	67
Tabel 4.2 Penyebab Kegagalan	67
Tabel 4.3 Potensi Efek Kegagalan	68
Tabel 4.4 Rating <i>severity</i>	69
Tabel 4.5 Nilai <i>Severity</i>	69
Tabel 4.6 Rating <i>Occurance</i>	70
Tabel 4.7 Nilai <i>Occurance</i>	70
Tabel 4.8 Rating <i>Detection</i>	71
Tabel 4.9 Nilai <i>Detection</i>	72
Tabel 4.10 Nilai <i>Risk Priority Number</i>	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Pipa	16
Gambar 2.2 <i>Elbow</i>	17
Gambar 2.3 <i>Flange</i>	19
Gambar 2.4 <i>Hose Connection</i>	20
Gambar 2.5 Diagram Sistem Air Laut.....	21
Gambar 2.6 Instalasi Pipa Air Tawar	22
Gambar 2.7 Pipa Bahan Bakar	23
Gambar 2.8 sistem pendingin.....	24
Gambar 2.9 skema sistem pendingin tertutup	25
Gambar 2.10 skema sistem pendingin terbuka	27
Gambar 2.11 <i>Sea Chest</i>	28
Gambar 2.12 <i>Valve Sea Chest</i>	29
Gambar 2.13 <i>Strainer</i>	29
Gambar 2.14 Pompa Air Laur	30
Gambar 2.15 Katup Pengaman	30
Gambar 2.16 Manometer	31
Gambar 2.17 <i>Lubrication Oil Cooler</i>	31
Gambar 2.18 <i>FW Cooler</i>	32
Gambar 2.19 Tangki Pendingin.....	32
Gambar 2.20 Pipa Air Pendingin	33
Gambar 2.21 Pompa Air Tawar.....	33
Gambar 2.22 Mesin Induk.....	34
Gambar 2.23 <i>LO Cooler Tipe Shell and Tube</i>	37
Gambar 2.24 <i>LO Cooler Tipe Plate</i>	38
Gambar 2.25 Diagram Pipa Sistem Pelumas	39
Gambar 2.26 Kerangka Pikir Penelitian.....	41
Gambar 4.1 KMP. Agung Samudera XVIII	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Struktur organisasi perusahaan.....	84
Lampiran 2 : struktur organisasi kapal.....	85
Lampiran 3: <i>Crew List</i>	86
Lampiran 4: <i>Ship Particular</i>	87
Lampiran 5: Validasi Isi Wawancara Ahli.....	88
Lampiran 6: Validasi Fungsi Wawancara Teman Sebaya.....	91
Lampiran 7: Rubrik Wawancara Responden I	93
Lampiran 8: Rubrik Wawancara Responden II	96
Lampiran 9: Rubrik Wawancara Responden III.....	99
Lampiran 10: Catatan Observasi	101
Lampiran 11: Catatan Observasi	102
Lampiran 12: <i>Log Book</i> KMP. Agung Samudera XVIII	103
Lampiran 13: Laporan Harian dinas jaga.....	104
Lampiran 14: Laporan Kerusakan.....	105
Lampiran 15: Dokumentasi.....	106
Lampiran 16: dokumentasi.....	107
Lampiran 17: Dokumentasi.....	108
Lampiran 18: Dokumentasi.....	109
Lampiran 19: Hasil Kuesioner	109

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam rangka memperlancar transportasi barang maupun manusia, transportasi laut menjadi pilihan utama bagi penggunanya sehingga perusahaan pelayaran berlomba-lomba menjadi penyedia jasa untuk melihat siapa yang dapat memberikan pelayanan yang terbaik. Karena tingginya persaingan dalam industri pelayaran, pihak penyedia transportasi dituntut untuk memberikan pelayanan sebaik mungkin kepada para penggunanya. Guna memberikan pelayanan yang prima perusahaan pelayaran berupaya agar transportasi nya dapat beroperasi dengan baik. Pihak perusahaan pelayaran tidak menghendaki bila armadanya mengalami gangguan atau kerusakan yang dapat menyebabkan kapal mengalami tertundanya operasional. Jika terjadi keterlambatan dalam pengiriman barang, maka akan menyebabkan kerugian kepada semua pihak yang terlibat. Pihak perusahaan harus mengganti rugi karena terjadinya keterlambatan dalam pengiriman barang tersebut dan bagi pihak pengguna jasa akan rugi dikarenakan keterlambatan yang merusak rencana pengiriman barang tersebut.

Transportasi adalah perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Alat transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas ataupun pekerjaan. Transportasi sendiri dibagi 3 yaitu, transportasi darat, transportasi laut, dan transportasi udara. Transportasi laut dengan

menggunakan kapal masih menjadi sarana transportasi pengangkutan barang terbesar di dunia. Meski memakan waktu lama transportasi laut merupakan cara yang paling efektif untuk mengangkut barang dalam jumlah besar.

Kapal laut adalah moda transportasi yang diperlukan untuk mengangkut manusia, barang, hewan, minyak, dan gas alam antar pulau maupun antar negara. Kapal laut merupakan sarana transportasi laut yang efektif dan efisien karena dapat mengangkut dalam kapasitas besar dengan biaya yang relatif rendah. Seiring dengan berjalannya waktu, kapal laut terus mengalami perubahan bentuk, jenis, dan teknologi kapal berubah tergantung pada kapasitas muatan yang akan diangkut oleh kapal tersebut.

Industri maritim memiliki peran yang sangat penting dalam perdagangan global dan transportasi, dengan kapal sebagai mana penting yang mendukung sistem operasi ini. Kapal-kapal modern sekarang sudah banyak dilengkapi dengan berbagai sistem yang canggih serta dapat mempermudah kinerja pada perwira mesin serta dilengkapi mesin yang kompleks untuk memastikan operasional yang efisien dan handal. Salah satu sistem yang sangat penting adalah sistem pendingin yang berfungsi untuk menjaga suhu pada mesin tetap optimal dan komponen lainnya, termasuk mesin induk dan sistem pelumasan (*lubrication oil cooler*). Dalam pengoperasian generator sering mengalami gangguan sistem pendingin air laut pada mesin induk, untuk itu perwira dan *crew* yang berada di atas kapal dituntut untuk selalu tanggap dalam menjaga kelancara dalam pengoperasiannya, sehingga dalam pelayaran kapal tidak mengalami gangguan pada sistem pendingin air tawar di mesin induk seperti yang dialami

penulis pada saat melaksanakan praktek laut dimana sistem pendingin sering mengalami gangguan, yaitu *temperature* yang tinggi, korosi, keausan, dan keretakan sehingga dapat menyebabkan terjadinya kebocoran. Kebocoran ini dapat berdampak serius baik pada efisiensi operasional dan juga pada keselamatan kapal dan lingkungan.

Semua kapal niaga yang beroperasi menggunakan mesin induk, sebagai unit mesin yang menghasilkan suatu tenaga penggerak di kapal, oleh karena itu penggunaan mesin induk digunakan dengan sebaik mungkin karena kita ketahui kebutuhan tenaga pendorong di kapal sangatlah penting, akan tetapi masih banyak mesin induk yang tidak dapat bekerja secara maksimal. Pengoperasian pada kapal sebagai tenaga pendorong merupakan kebutuhan pokok untuk keperluan kapal. Mengingat untuk melakukan perjalanan dari satu pelabuhan ke pelabuhan yang lain memerlukan waktu yang lama, oleh karena itu sangatlah penting untuk memperhatikan kinerja dari mesin induk secara optimal di atas kapal.

Dengan adanya permasalahan tersebut pasti ada beberapa faktor yang menyebabkan mesin generator mengalami kendala yang dapat mengganggu operasional kapal. Dalam proses pengoperasian mesin induk sering terjadi gangguan sistem pendingin minyak lumas pada mesin induk, oleh karena itu *crew* mesin di atas kapal harus tanggap dalam menjaga proses kelancaran kapal beroperasi, sehingga dalam proses pelayaran kapal tidak mengalami gangguan kerusakan pada sistem pendingin minyak lumas pada mesin induk. Sistem pendingin sering terjadi gangguan dikarenakan tekanan air pendingin yang menurun dan penyerapan panas pada *lubricating oil cooler* tidak memenuhi

standar sehingga menyebabkan *temperature* air pendingin pada mesin induk sangat tinggi. Faktor yang menyebabkan naiknya *temperature* pendingin pada mesin induk ialah karena terjadinya penyumbatan pada pipa kapiler (*tube*) pada *lubricating oil cooler* yang dapat menyebabkan kurangnya penyerapan panas yg terjadi pada *lubricating oil cooler*, Selain itu bisa juga disebabkan oleh volume mesin pendingin yang masuk ke *lubricating oil cooler* tidak sebanding. Beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan naiknya *temperature LO Cooler* disebabkan oleh kebocoran dan kerusakan pada jalur pipa, pompa dan *valve* di dalam sistem pendingin air laut, filter *sea chest* yang kotor.

Berdasarkan pengalaman saat praktek laut di atas kapal, Pada saat kapal akan berlayar masuk lintasan setelah melakukan perbaikan di *beach* masinis jaga akan melakukan *start engine*, Ketika mesin sedang *running* masinis jaga melakukan pengecekan pada mesin dan pipa setelah melakukan pengecekan masinis jaga menemukan keretakan pipa air laut *main engine*. permasalahan kebocoran pipa air laut pendingin pada mesin induk yang mengakibatkan tidak dapat bekerja secara optimal. Beberapa uraian di atas menunjukkan pentingnya cara penanganan yang baik pada mesin induk. Maka penulis tertarik untuk mengambil judul penelitian “**Analisis Kebocoran Pipa Air Laut Pendingin LO Cooler Mesin Induk di Kapal KMP. Agung Samudera XVIII**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan di atas terdapat beberapa suatu permasalahan yang menyebabkan terjadinya kebocoran pada pipa air laut pada mesin induk. Oleh sebab itu, dapat memberikan perhatian khusus terhadap

mesin untuk mengutamakan perawatan (*maintenance*) pada mesin tersebut. Berdasarkan uraian serta penelitian di atas, dapat diambil inti atau pokok permasalahan dalam penulisan karya ilmiah terapan maupun skripsi agar tidak menyimpang dan mempermudah dalam mengetahui informasi maupun mencari solusi tentang terjadinya suatu kerusakan maupun kebocoran pada pipa air laut. Adapun rumusan masalah yang penulis gunakan sebagai karya ilmiah terapan sebagai berikut:

1. Apa yang menyebabkan terjadinya kebocoran pipa air laut pada sistem pendingin mesin induk *LO Cooler* di kapal?
2. Bagaimana dampak yang diakibatkan dari kebocoran yang terjadi pada pipa air laut pendingin?
3. Apa metode yang digunakan dalam penanganan kebocoran pada pipa air laut pendingin mesin induk?

C. Batasan Masalah

Mengingat banyak permasalahan tentang kebocoran pada pipa air laut pendingin pada mesin induk, maka penulis memberi batasan-batasan masalah dengan maksud agar tidak terjadi penyimpangan dalam pembahasan. Untuk itu penulis dalam penulisan skripsi ini menjelaskan tentang penyebab dan dampak terjadinya kebocoran pipa air laut pendingin *LO cooler* serta cara penanganan yang dilakukan untuk mengatasi kebocoran pada pipa air laut mesin induk yang ada di kapal KMP. Agung Samudera XVIII pada khususnya.

D. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah diatas, maka tujuan penulis dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penyebab terjadinya kebocoran yang terjadi pada pipa air laut pendingin mesin induk di kapal.
2. Menentukan dampak dari kebocoran pipa air laut yang terjadi terhadap kinerja mesin induk *LO Cooler*.
3. Untuk menganalisa langkah yang harus dilakukan untuk penanganan dalam mencegah terjadinya kebocoran atau trouble yang terjadi di kamar mesin.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian “Analisis kebocoran pipa air laut pendingin *LO Cooler* mesin induk di kapal KMP Agung Samudera XVIII” adalah sebagai berikut:

1. Secara Praktis

Mengetahui penyebab, dampak, dan cara penanganan kebocoran pipa air laut pada mesin induk di atas kapal, yang nantinya dapat dilakukan sebuah penelitian yang dapat mempermudah penulis untuk mengetahui apa permasalahan yang ada pada penelitian tersebut.

2. Secara Teoritis

Dapat memahami secara sistematis hal-hal yang terkait pada penyebab, dampak, dan cara penanganan dalam mengatasi kebocoran pipa air laut pendingin mesin induk di atas kapal, memahami permasalahan yang terjadi pada *LO Cooler*.

3. Bagi Penulis

Penelitian ini merupakan kesempatan bagi penulis untuk menerapkan dan menguji teori yang sudah di dapat saat prala dan menambah pengetahuan penulis tentang masalah-masalah yang terjadi pada sistem pendingin mesin induk *LO Cooler* di atas kapal.

4. Bagi Pembaca

Sebagai pengetahuan dan membantu pembaca dalam meningkatkan ilmu serta sebagai acuan pembaca untuk melakukan analisis terhadap tindakan yang berhubungan dengan masalah kebocoran pipa air laut pendingin mesin induk *LO Cooler* di kapal KMP Agung Samudera XVIII dengan menggunakan Metode FMEA.

5. Bagi Lembaga Pendidikan

Karya ini dapat menambah koleksi perpustakaan Politeknik Pelayaran Surabaya dan menjadi sumber bacaan ataupun referensi bagi semua pihak yang membacanya.

6. Bagi Masinis Kapal KMP Agung Samudera XVIII

Masinis dapat menggunakan sebagai acuan bahwa dalam melakukan perawatan pada sistem mesin induk khususnya pendingin *LO Cooler* harus selalu konsisten untuk melakukan pengecekan dan perawatan agar kinerja mesin induk dapat bekerja dengan baik sehingga pekerjaan lebih efektif dan efisien.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Review penelitian adalah beberapa kumpulan penelitian sebelumnya yang dibuat oleh orang lain yang berkaitan dengan permasalahan ini. Penulis harus belajar dari penulis sebelumnya yang dibuat oleh penulis lain agar terhindar dari plagiasi, duplikasi, dan mengurangi kesalahan penelitian yang dibuat oleh penulis sebelumnya. Tujuan penelitian sebelumnya adalah sebagai suatu referensi yang diangkat oleh penulis. Mengamati hasil karya ilmiah penulis terdahulu, yang dimana pada dasarnya penulis mengutip banyaknya pendapat yang dibutuhkan untuk pendukung proses penelitian (Salim, 2020)

Penulis terdahulu juga melakukan upaya penting yang dilakukan oleh para ahli untuk mencari perbandingan serta inspirasi baru yang berguna untuk penelitian selanjutnya. Penulis sebelumnya memainkan peran yang sangat penting, karena tidak hanya membantu memposisikan penelitian dalam kerangka yang lebih luas tetapi penelitian sebelumnya menunjukkan orisinalitas dari penelitian tersebut. Dalam penelitian ini penulis mencari referensi yang ada di internet untuk melakukan penelitian agar penelitian ini berjalan dengan baik. Penulis mencari referensi tentang analisis kebocoran pipa air laut pendingin mesin induk *LO Cooler* di kapal khususnya di dalam kamar mesin, dimana penelitian ini sangat dibutuhkan untuk membantu

proses kelancaran dalam penyelesaian skripsi maupun karya ilmiah terapan yang penulis susun. Berikut adalah beberapa contoh artikel atau referensi yang penulis gunakan untuk menunjang penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya
Sumber: Peneliti

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Beda Penelitian
1.	Muhammad Hilmi Ma'aruf 2020	Kurang optimalnya <i>lubrication oil cooler</i> pada mesin induk	Hasil dari penelitian ini menunjukkan tentang aspek yang harus diperhatikan mengingat bahwa terjadi suatu kelambatan dalam pelumasan atau pelumasan yang tidak sempurna maka akan mengakibatkan kerusakan pada bagian-bagian yang bergesekan, rendahnya tekanan minyak lumas merupakan salah satu faktor penyebab pelumasan yang tidak sempurna pada mesin	Beda penelitian ini dengan penelitian penulis ialah terletak pada penelitian yang dilakukan, penelitian ini membahas tentang kurang optimalnya <i>Lo Cooler</i> pada mesin induk sedangkan penelitian penulis membahas tentang naiknya temperature pendingin <i>lubrication oil cooler</i> mesin induk dengan menganalisis penyebab, dampak serta upaya yang dilakukan untuk proses pengoptimalan menggunakan metode FMEA.
2.	Klara et al., (2023)	Analisis kerusakan sistem pendingin mesin utama kapal	Hasil penelitian menunjukkan terjadinya beberapa masalah pada sistem pendingin yang mengakibatkan kinerja mesin induk menurun sehingga tidak dapat bekerja secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab, dampak dan upaya yang dilakukan dalam terjadinya permasalahan sistem pendingin air laut.	Beda penelitian ini dengan penelitian penulis ialah terletak pada metode penelitian yang digunakan dan pembahasan yang dilakukan, penelitian ini lebih indetik membahas tentang permasalahannya sedangkan penelitian penulis membahas lebih rinci permasalahan, penyebab, proses yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan

				kebocoran pipa air laut pendingin mesin induk <i>LO Cooler</i> di kapal dengan menggunakan metode <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>
3.	Sholikin, (2019)	Analisis Menurunnya Kerja Air <i>Cooler</i> Terhadap Performa Mesin Induk Di KM. Oriental Silver	Penyebab dari menurunnya kerja air <i>cooler</i> adalah kotornya kisi-kisi udara pada air <i>cooler</i> , banyaknya kotoran yang mengendap pada pipa-pipa kondensor dan kurangnya supply air laut untuk proses pendinginan. Dari faktor penyebab tersebut mengakibatkan proses pendinginan berjalan tidak maksimal dan berdampak pada tenaga mesin induk yang dihasilkan. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kerja dari air <i>cooler</i> adalah melakukan perawatan berkala yang sesuai prosedur terhadap bagian bagian air <i>cooler</i> diantaranya adalah <i>fins</i> pada sisi udara, <i>tube</i> pada bagian air <i>cooler</i> dan filter <i>sea chest</i> pada bagian pompa air laut untuk menunjang supply air laut.	Beda penelitian ini dari sebelumnya ialah pada penelitian ini berfokus pada analisis mendalam terkait penyebab spesifik kebocoran pada pipa air laut pendingin mesin induk <i>LO cooler</i> di kapal tertentu. Tujuan mungkin lebih diarahkan pada mencari solusi praktis untuk mengatasi kebocoran tersebut dan meningkatkan efisiensi serta keselamatan sistem pendinginan.

B. Landasan Teori

1. Analisis

Analisis merupakan kegiatan yang meliputi beberapa aktivitas. Aktivitas tersebut berupa membedakan, mengurai, dan memilah untuk dapat dimasukkan kedalam kelompok tertentu untuk dikategorikan dengan tujuan tertentu kemudian dicari kaitannya lalu ditafsirkan maknanya.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia “Analisis adalah penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan”. “Analisis adalah usaha memilah suatu integritas menjadi unsur- unsur atau bagian-bagian sehingga jelas hierarkinya dan susunannya”.

Gorys Keraf (2004) menyatakan “Analisis adalah sebuah proses untuk memecahkan masalah sesuatu ke dalam bagian-bagian yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya”. demikian juga menurut Abdul Majid, (2013) “Analisis adalah kemampuan menguraikan satuan menjadi unit-unit yang terpisah, membagi satuan menjadi sub-sub atau bagian, membedakan antara dua yang sama, dan mengenai perbedaan”.

Menurut Wiradi (2006) “Analisis adalah aktivitas yang memuat sejumlah kegiatan seperti menguasai, membedakan, memilah sesuatu untuk di golongkan dan di kelompokkan kembali menurut kriteria tertentu kemudian dicari kaitannya dan ditafsirkan maknanya”.

Dari beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa analisis adalah suatu kegiatan untuk menemukan temuan baru terhadap suatu objek yang akan diteliti ataupun diamati oleh peneliti dengan menemukan bukti-bukti yang akurat pada objek tertentu.

2. Kebocoran

Kebocoran yang terjadi di atas kapal dapat diartikan sebagai kondisi dimana terdapat aliran gas atau cairan yang tidak diinginkan keluar dari sistem tertutup seperti di pipa, tangki, atau area lain yang berada di atas kapal yang

dapat membahayakan proses operasional, keselamatan, serta merusak struktur kapal itu sendiri.

Menurut Lamb (2010) seorang ahli perkapalan mendefinisikan kebocoran sebagai kondisi yang terjadi ketika mengalami kerusakan pada komponen atau sistem yang menyebabkan keluarnya cairan seperti air pendingin, bahan bakar, minyak lumas, atau gas dari sistem tertutup. Kebocoran ini sering disebabkan oleh beberapa faktor seperti keausan, korosi, getaran, atau tekanan yang melebihi kapasitas material.

Menurut *SNAME (Society of Naval Architects and Marine Engineers) 2010* kebocoran di atas kapal diartikan sebagai pelanggaran terhadap integritas struktur atau sistem kapal yang memungkinkan adanya proses keluar masuknya fluida yang tidak diinginkan. Kebocoran pada sistem air laut atau sistem bahan bakar dianggap sebagai masalah serius karena dapat mempengaruhi performa sistem dan bahkan dapat menimbulkan resiko kebakaran.

Menurut sharma dan grover, (2015) dalam konteks sistem pendinginan dan mesin kebocoran sering terjadi pada pipa yang terpapar air laut yang korosif. Mereka mendefinisikan kebocoran ini sebagai “hilangnya kontrol atas aliran cairan dalam sistem yang dapat mengakibatkan gangguan proses operasional” kebocoran pada pipa pendingin air laut dapat menyebabkan masuknya air laut ke dalam sistem atau di dalam ruang mesin yang dapat menyebabkan kerusakan besar pada mesin induk atau peralatan pendukung lainnya.

Kebocoran yang terjadi di atas kapal menyebabkan dampak serius pada keamanan, efisiensi operasi, dan biaya perawatan kapal. Sebab itu, definisi

kebocoran dikapal oleh para ahli umumnya mencakup beberapa dampak. Tidak hanya aspek teknis yang menjadi dampak tetapi juga resiko terhadap keselamatan dan proses operasional yang muncul akibat kegagalan sistem.

3. Sistem Perpipaan

Menurut firdaus (2014) Sistem Perpipaan adalah metode yang paling umum dan murah dalam memindahkan fluida dari satu titik pemrosesan ke titik yang lain secara *horizontal* maupun *vertikal* antar peralatan (*equipment*) atau dari satu tempat ke tempat lain sehingga suatu proses produksi dapat berlangsung.

Menurut A. A potter (2010) pipa adalah suatu saluran yang digunakan untuk mengalirkan gas, cairan, atau bahan padat dari suatu tempat ke tempat lain sesuai alirannya. Pipa dapat terbuat dari berbagai bahan seperti logam, plastik, atau keramik, tergantung pada jenis cairan atau gas yang dialirkan serta pada kondisi lingkungan tempat pipa digunakan. Pipa yang berada di kapal dirancang khusus untuk menahan tekanan tinggi, perubahan suhu, dan kondisi lingkungan laut yang keras, seperti terjadinya korosi akibat paparan air laut. Oleh karena itu, material pada pipa di kapal terbuat dari bahan yang tahan korosi dan dapat menahan beban mekanis serta getaran yang timbul saat kapal berlayar.

Sistem perpipaan yang digunakan untuk mengalirkan berbagai jenis fluida, seperti bahan bakar, air, udara, minyak pelumas, dan gas ke berbagai bagian yang ada di kapal. Pipa-pipa tersebut memiliki peran penting dalam proses mendistribusikan fluida untuk mendukung berjalannya sistem operasi kapal, termasuk untuk sistem mesin, sistem pendingin, sistem pemadam

kebakaran, sistem hidrolik, dan lainnya. Pipa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan cairan atau gas dari dalam tangki ke luar tangki lain sesuai penempatan masing-masing yang dibutuhkan di atas kapal menjadikan pipa sebagai bagian terpenting di atas kapal guna untuk menunjang kapal dalam proses berlayar. Sesuai dengan konsep perpipaan dirancang sedemikian rupa sehingga proses kerja pipa selalu berhubungan satu sama lain dengan setiap proses aliran benda cair dan perpindahan gas.

a. Pipa Sistem Air Laut

Menurut bastomi (2019) menyatakan dalam tulisan ini bahwa Pipa adalah sebuah selongsongan bundar (silinder berongga) yang digunakan untuk mengalirkan fluida cairan atau gas. Pipa biasanya disamakan dengan istilah *tube*, pipa tersebut biasanya terbuat dari bermacam-macam bahan sesuai dengan kebutuhannya, seperti: besi, tembaga, kuningan, plastik, PVC, alumunium, stainless.

Prinsip optimalisasi pada sistem perpipaan adalah untuk mempercepat proses perpindahan zat cair atau gas dalam proses kinerja di atas kapal. Karena banyaknya benda cair atau gas di kapal sehingga pipa sangat dibutuhkan di atas kapal untuk menunjang kinerja kapal. Pipa-pipa tersebut memindahkan cairan dan gas dari suatu tempat yang mempunyai tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah dengan bantuan gaya gravitasi ataupun dengan bantuan pompa untuk mempercepat proses perpindahan tersebut.

Cairan yang mengalir pada pipa akan mengakibatkan kerusakan pada pipa seperti gesekan yang dapat mengakibatkan penipisan lapisan di dalam pipa atau terjadinya penumpukan kotoran yang mengakibatkan pipa

mengalami penyumbatan. Bagian-bagian dari sistem perpipaan terdiri dari beberapa bagian yang masing-masing bagian berbentuk sesuai yang dibutuhkan dan kegunaannya adalah sebagai berikut:

1) Bentuk Pipa

Menurut Lindley Higgins (2005) seorang *Engineering Consultant* menjelaskan bahwa bodi pipa harus memiliki kekuatan mekanis yang memadai untuk menahan tekanan fluida di dalamnya serta tahan terhadap korosi. Menurutnya, material yang dipilih harus sesuai dengan karakteristik fluida agar tidak mudah terkorosi, terutama jika fluida bersifat abrasif atau korosif.

Bentuk pipa adalah bagian terpenting dari pipa yang berbentuk silinder memanjang berfungsi sebagai tempat aliran fluida didalamnya, pada bagian pipa ini sering mengalami kerusakan seperti korosi yang menyebabkan terjadinya kebocoran. Terjadinya korosi selain karena faktor jam kerja juga terjadi karena kurangnya perawatan pipa, hal ini sering terjadi karena pipa-pipa air laut yang banyak mengandung kadar garam sehingga menyebabkan cepat mengalami korosi sedangkan pada pipa got atau pipa air tawar dikapal juga mengalami masalah karena terjadi penyumbatan pada kotoran yang menumpuk di pipa dibagian dalam, hal tersebut perlu diperhatikan agar rutin melakukan perawatan untun meminimalisir terjadinya penyumbatan.



Gambar 2.1 Bentuk Pipa
Sumber : Marioguti (2018)

Ada beberapa sistem perpipaan yang berada di dalam kapal antara lain pipa air ballast yang digunakan untuk mengalirkan air ballast dan membantu menyeimbangkan kapal saat berlayar, pipa bahan bakar untuk mendistribusikan bahan bakar dari tangki penyimpanan ke mesin utama dan mesin bantu, pipa air tawar merupakan sistem perpipaan yang mengalirkan air tawar untuk keperluan sehari-hari di atas kapal seperti mandi, masak, dan lain-lain. Pipa air laut untuk memasok air laut ke berbagai sistem pendingin mesin, toilet, dan *hydrant*. Pipa sistem limbah berfungsi untuk mengalirkan limbah dari berbagai tempat di atas kapal ke dalam sistem pengolahan atau penyimpanan sementara. Sedangkan pipa udara digunakan sebagai sistem *pneumatic* atau sistem udara tekan termasuk pada kompresor udara dan turbin. Material yang digunakan pada body pipa dikapal biasanya tahan korosi karena lingkungan laut yang keras seperti baja karbon, baja tahan karat, tembaga, atau paduan lainnya tergantung pada keperluan yang dialirkan.

2) Bagian Pipa Yang Membengkok (*Elbow*)

Sinnott dan Towler (2013) *Chemical Engineering Design* Sinnott dan Towler menjelaskan bahwa *elbow* dirancang untuk mengalihkan aliran sambil meminimalkan tegangan yang terjadi pada dinding pipa akibat perubahan arah. mereka merekomendasikan penggunaan *elbow* dengan jari-jari kelengkungan yang tepat untuk mengoptimalkan aliran, terutama dalam pipa yang membawa fluida pada tekanan tinggi.

Bagian pipa yang membengkok atau *elbow* adalah fitting perpipaan untuk mengubah arah aliran fluida dalam suatu sistem perpipaan. Fungsi dari *elbow* di atas kapal untuk menyesuaikan letak perpipaan yang rumit dan di dalam ruang yang terbatas. *Elbow* memiliki berbagai sudut tikungan dan berbagai macam jenis-jenis *elbow* ada 45°, 90°, dan 180° sesuai pada kebutuhan dan perubahan arah. *Elbow* 45° untuk mengubah 45 derajat arah aliran digunakan pada saat mengalami perubahan arah yang lebih halus. *Elbow* 90° membelokkan aliran fluida dengan sudut 90 derajat sering digunakan untuk perubahan arah yang tajam. Sedangkan, *elbow* 180° membelokkan sepenuhnya aliran fluida sehingga aliran fluida berbalik arah.



Gambar 2.2 *Elbow*

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

Elbow terbuat dari berbagai material, yang umum sering digunakan material baja karbon karena tahan korosi dan sebagai aliran fluida tekanan tinggi dan yang sering digunakan dikapal material tembaga untuk pipa-pipa yang memerlukan ketahanan terhadap korosi air laut. Fungsi *elbow* untuk mengubah arah aliran system perpipaan di dalam ruang sempit dan berkelok di dalam kapal serta mengurangi tekanan hidrolik yang berlebih dengan cara memperlambat aliran fluida saat berbelok.

3) *Flange*

Clyde C. Benson (2005) dalam *Piping Materials Guide*, Benson mendefinisikan *flange* sebagai komponen penyambung yang biasanya berbentuk cakram dan memungkinkan penyambungan pipa secara mekanis. Menurut Benson, *flange* memungkinkan akses mudah untuk pembersihan, inspeksi, atau modifikasi pada jaringan perpipaan. Benson juga mencatat pentingnya standar *flange* (seperti ANSI atau ASME) untuk memastikan kompatibilitas antar komponen dalam sistem perpipaan.

Flange adalah bagian dari pipa yang berfungsi sebagai penyambung pipa yang terletak di bagian ujung pipa mempunyai lubang-lubang baut sebagai tempat mengikat ujung sambungan pipa agar kuat. Proses penyambungan pipa ini di bagian tengahnya disematkan packing untuk mencegah terjadinya kebocoran pada sambungan pipa.



Gambar 2.3 *Flange*

Sumber : *China Piping Solution Suppllier* (2024)

4) *Hose Connection*

Lindley Higgins (2005) dalam *Handbook of Maintenance Management*, Higgins menggambarkan *hose connection* sebagai bagian penting dalam sistem perpipaan, terutama pada koneksi fleksibel yang memerlukan sambungan antara komponen tetap (seperti pipa) dan komponen bergerak (seperti selang). Menurut Higgins, *hose connection* harus didesain untuk menahan tekanan fluida dan dipilih sesuai dengan material selang dan fluida yang akan dialirkan agar tahan lama dan tidak mudah bocor.

Hose connection pada pipa di kapal adalah sambungan yang digunakan untuk menghubungkan selang fleksibel (*hose*) ke bagian sistem perpipaan di atas kapal. *Hose connection* ini memungkinkan proses pendistribusian cairan fluida seperti air, bahan bakar, udara, atau cairan lainnya ke berbagai bagian yang ada didalam kapal. Sambungan selang sering digunakan dalam situasi koneksi pipa tetap tidak praktis atau memerlukan fleksibilitas seperti dalam proses pemindahan bahan bakar, air ballast, atau saat melakukan perawatan kapal.



Gambar 2.4 *Hose Connection*

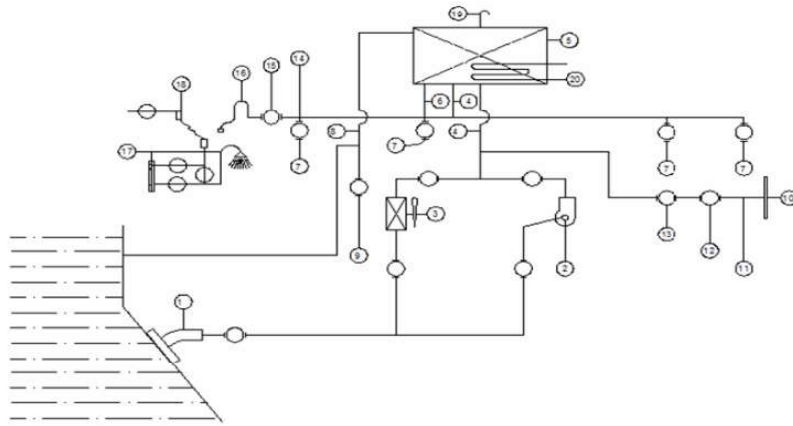
Sumber : Adip Aji (2019)

Hose Connection ini memberikan fleksibilitas yang sangat dibutuhkan dalam proses operasi kapal, terutama dalam proses pengisian, pemindahan, atau pembuangan cairan. Selain itu, *hose connection* ini juga penting saat keperluan darurat seperti bagi sistem pemadam kebakaran dimana koneksi cepat sangat dibutuhkan. *Hose connection* juga harus memenuhi standar keamanan dan kualitas untuk keamanan proses operasional di laut.

b. Jenis-Jenis *Instalasi Pipa*

1) Sistem instalasi pipa air laut (*sea water piping system*)

Sistem perpipaan yang dirancang untuk mengalirkan dan mendistribusikan air laut ke berbagai system yang berada di dalam kapal. Air laut digunakan sebagai keperluan yang penting di atas kapal, termasuk sebagai pendingin mesin, sistem pemadam kebakaran, dan *ballast*. Dikarenakan air laut memiliki sifat korosif maka pipa dan komponen yang digunakan dalam sistem perpipaan ini harus tahan terhadap korosi dan dirancang sesuai standar maritim.



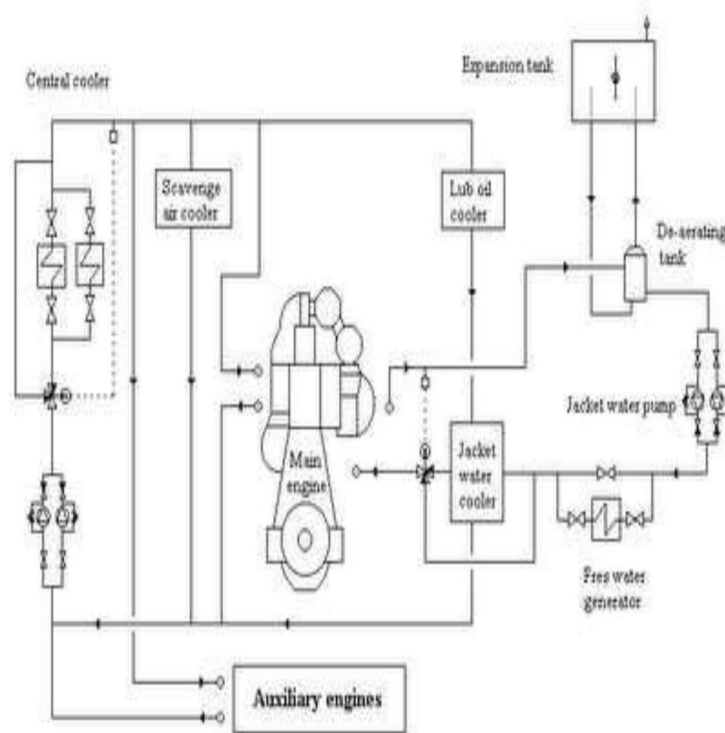
Gambar 2.5 Diagram Sistem Air Laut

Sumber : Adip Aji (2019)

Sistem perpipaan air laut di kapal harus dipasok dan dirancang sesuai standar keselamatan maritim internasional, seperti yang ditetapkan oleh IMO (*International Maritime Organization*) untuk memastikan bahwa sistem aman dan efisien dalam proses operasi kapal di laut.

2) Sistem instalasi pipa air tawar (*fresh water piping system*)

Sistem yang digunakan untuk mendistribusikan dan menyimpan air tawar yang diperlukan untuk kebutuhan diatas kapal seperti air minum, sanitasi, memasak, serta pendingin mesin. Air tawar yang berada di kapal diambil dari daratan saat kapal berlabuh atau dihasilkan langsung di kapal melalui proses desalinasi (*water maker*).



Gambar 2.6 Instalasi Pipa Air Tawar

Sumber : Adip Aji (2019)

3) Sistem instalasi pipa bahan bakar (*fuel oil piping system*)

Sistem instalasi pipa bahan bakar / *fuel oil* digunakan untuk mengalirkan kebutuhan bahan bakar yang ada di dalam kapal dari tangki bahan bakar ke sistem di permesinan dan dari luar kedalam kapal pada saat proses pengisian bahan bakar. Dalam proses pengaliran bahan bakar menggunakan pompa dapat berupa pompa bahan bakar atau pompa transfer bahan bakar, pompa ini sering disebut popa bahan bakar (*fuel oil pump* dan *fuel oil transfer pump*). Dari pompa pengaturan aliran bahan bakar juga dapat dikontrol menggunakan katub (*valve*).



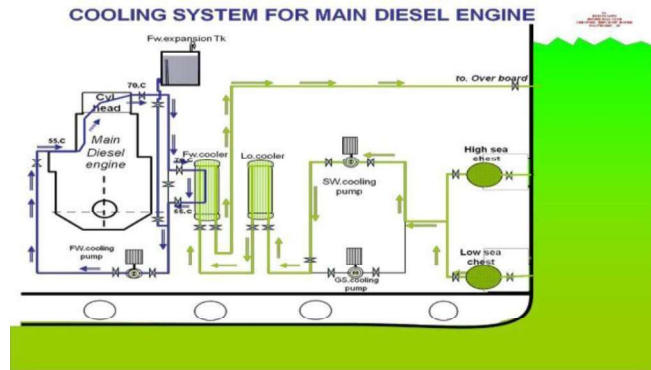
Gambar 2.7 Pipa Bahan Bakar

Sumber : <https://mandiriweb.com>

4. Sistem Pendingin

Menurut Ardiansyah (2009), sistem pendingin pada kapal umumnya dibedakan menjadi dua jenis sistem terbuka yang menggunakan air laut secara langsung untuk mendinginkan mesin, dan sistem tertutup yang menggunakan air tawar. Dalam sistem tertutup, air tawar bersirkulasi dalam siklus tertutup untuk mendinginkan bagian-bagian mesin, sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar di *cooler*.

Sistem pendingin adalah rangkaian untuk mengatasi terjadinya suhu panas yang berlebih (*over heating*) pada mesin supaya mesin dapat bekerja secara stabil. Mesin pembakaran dalam atau luar melakukan proses pembakaran guna menghasilkan energi dengan cara mekanisme mesin diubah menjadi tenaga gerak. Bila mesin tidak mengalami pendinginan maka akan menyebabkan terjadinya pemanasan yang berlebih (*over heating*) dan akan mengakibatkan kerusakan yang terjadi pada komponen sistem pendingin di kapal.



Gambar 2.8 Sistem Pendingin

Sumber : Dedi (2019)

Temperatur adalah alat ukuran panas atau dingin nya suatu benda. Panas atau dingin nya suatu benda yang berkaitan dengan energi termis yang terkandung dalam benda tersebut. Makin besar energi termisnya, makin besar pula temperaturnya, temperatur disebut juga suhu. Suhu menunjukkan derajat panas pada suatu benda, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas pula benda tersebut. Menurut buku perawatan dan perbaikan Motor Diesel Penggerak Kapal. Hery Sunaryo, Haryanto, dan Triyono (2017) menjelaskan bahwa motor diesel yang digunakan diatas kapal sebagian besar menggunakan pendingin air, maka akan dibahas operasi sistem pendingin yang dibagi menjadi dua yaitu sistem pendingin terbuka dan sistem pendingin tertutup.

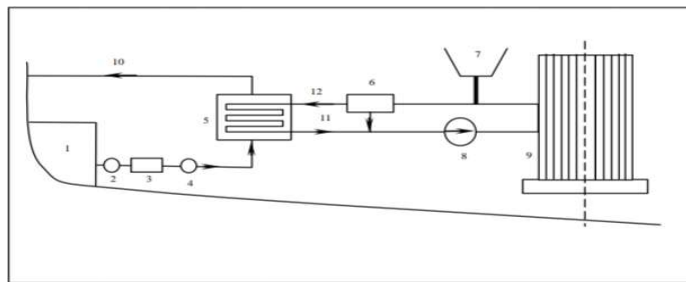
a. Sistem Pendingin Tertutup

Eon Chemicals (2023) Dalam artikel mereka, Eon Chemicals menjelaskan bahwa sistem pendingin tertutup berfungsi dengan mengedarkan radiator *coolant* ke seluruh komponen mesin seperti *cylinder jacket cooling* dan *cylinder head*. Sistem ini dirancang untuk menyerap panas dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder mesin, sehingga menjaga mesin beroperasi pada temperatur yang optimal. Namun,

penggunaan air biasa dalam sistem ini dapat menyebabkan masalah seperti karat dan kerak.

Ardiansyah (2009) menyatakan bahwa dalam sistem pendingin tertutup, air tawar bersirkulasi secara terus-menerus untuk mendinginkan mesin kapal. Air tawar tersebut didinginkan di *fresh water cooler* oleh air laut sebelum kembali dialirkan ke mesin. Sistem ini penting untuk menjaga efisiensi operasional dan mencegah *overheating* pada mesin

Sistem pendingin Tertutup adalah sistem pendingin yang menggunakan air tawar yang disirkulasikan di dalam suatu sirkuit tertutup yang berfungsi untuk mendinginkan komponen yang perlu didinginkan. Selanjutnya, air tawar didinginkan oleh air laut kemudian air tawar disirkulasikan kembali untuk mendinginkan komponen.



Gambar 2.9 skema sistem pendingin tertutup

Sumber : www.bppp.tegal.com

Keterangan:

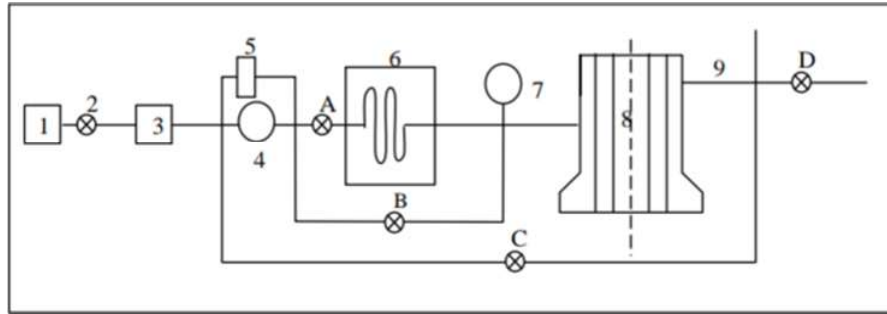
- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1) Kotak laut(<i>sea chest</i>) | 7) Tangki pendingin |
| 2) <i>Kingston valve</i> | 8) Pompa |
| 3) Filter utama | 9) Mesin |
| 4) Pompa | 10) Air laut keluar |
| 5) <i>Fresh water cooler</i> | 11) Air tawar masuk ke mesin |
| 6) Thermostat | 12) Air tawar keluar dari mesin |

Sistem pendingin tertutup ini memiliki kelebihan antara lain dapat mengurangi resiko terjadinya korosi karena dalam proses pengoperasiannya menggunakan air tawar serta suhu masuk dan keluar dari air pendingin lebih mudah diatur melalui *cooler*. Selain memiliki kelebihan tentunya sistem ini juga memiliki kekurangan antara lain ialah sistem ini ketergantungan terhadap air tawar pendingin dan kontruksinya yang rumit karena memerlukan perlengkapan *expansi* tank maupun *cooler* sehingga biaya untuk perawatan komponen tersebut lebih mahal.

b. Sistem Pendingin Terbuka

Menurut Hermanto (2023), sistem pendingin tertutup menggunakan dua media pendingin, yaitu air tawar dan air laut. Air tawar berfungsi untuk mendinginkan mesin, sedangkan air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar melalui alat pemindah panas yang disebut *fresh water cooler*. Proses ini berlangsung secara terus menerus, di mana air tawar yang telah mendinginkan mesin akan disirkulasi kembali ke dalam sistem

Sistem pendingin terbuka adalah sistem pendingin yang berhubungan langsung dengan air laut. Sistem ini menggunakan air laut yang langsung masuk berfungsi untuk mendinginkan komponen yang perlu didinginkan. Sistem pendingin terbuka ini memiliki kelebihan yaitu sistemnya yang cukup sederhana serta media pendinginnya selalu tersedia karena menggunakan air laut.



Gambar 2.10 skema sistem pendingin terbuka

Sumber : www.bppp.tegal.com

Keterangan:

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1) <i>Sea chest</i> | 6) Tangki pendingin |
| 2) <i>Kingston valve</i> | 7) Manometer |
| 3) Filter | 8) Mesin induk |
| 4) Pompa | 9) Pipa buang |
| 5) Katup pengaman | |

Selain memiliki kelebihan, sistem pendingin terbuka ini memiliki kekurangan antara lain mudah mengalami pergerakan yang mengakibatkan mempersempit pipa apabila *temperature* sistem mencapai 50, resiko terjadinya korosi pada mesin semakin besar karena dalam proses pengoperasiannya menggunakan air laut dan resiko yang terjadi cukup membahayakan kapal saat posisi berlayar di daerah dengan cuaca dingin karena pengaturan suhu air masuk dan motor diesel sulit diatur suhunya karena perbedaan suhu air laut yang terlalu rendah sehingga mengakibatkan *cylinder liner* mengalami keretakan karena perbedaan suhu yang tinggi.

c. Komponen Utama Sistem Pendingin

Wikipedia (2023) dalam sistem pendingin, radiator berperan penting untuk melepaskan panas dari air pendingin yang telah menyerap panas dari

mesin. Di mana radiator memungkinkan panas dibuang ke udara, sehingga air dapat kembali ke suhu yang lebih rendah sebelum disirkulasikan kembali ke mesin.

Pendingin mesin bertujuan untuk menjaga kestabilan suhu pada bagian motor diesel, agar tidak terjadi kenaikan suhu yang terlalu tinggi yang dapat mengakibatkan dari pembakaran bahan bakar di dalam silinder dan gesekan yang terjadi. Bermaksud untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan pada komponen mesin induk.

Agar dapat melaksanakan sistem pendinginan yang baik, maka ada beberapa komponen utama sistem pendingin yang harus diketahui:

1) *Sea chest*

Sea chest merupakan lubang yang terdapat di lambung kapal yang berfungsi untuk menghisap air laut ke dalam kapal digunakan untuk mendinginkan mesin, *ballast*, air *deck*, serta kebutuhan lainnya.



Gambar 2.11 *Sea chest*

Sumber : www.psomakara.gr

2) *Valve sea chest*

Valve atau kran ini digunakan untuk membuka dan menutup aliran air laut yang masuk kedalam kapal lewat *sea chest*. Pembukaan *valve sea chest* digunakan Ketika kapal membutuhkan suplai air laut, dan

menutup *valve sea chest* jika tidak digunakan atau sedang ingin melakukan pembersihan *strainer sea chest*.



Gambar 2.12 *Valve Sea chest*

Sumber : jinbomarine.com

3) *Strainer*

Strainer atau saringan ini merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan bagian yang tidak diinginkan biasanya saringan air laut sering terdapat sampah dari lautan, ikan-ikan, dan lain sebagainya.



Gambar 2.13 *Strainer*

Sumber : BKI,chapter 2, 2001, Machinery Installations, jakarta

4) *Pompa air laut*

Pompa air laut sentrifugal adalah jenis pompa yang bekerja dengan memanfaatkan gaya sentrifugal untuk memindahkan air laut dari satu tempat ke tempat lain. Pompa ini umumnya digunakan pada kapal dan system pendingin yang membutuhkan suplai air laut dalam jumlah besar.



Gambar 2.14 Pompa air laut
Sumber : kamuspelaut.com

5) Katup pengaman

Semua sistem perpipaan di dalam kamar mesin selalu dilengkapi dengan *safety valve* yang berfungsi sebagai pintu untuk membuka serta menutup aliran air laut, sebagai pengaman bila suatu saat aliran air harus dipompa karena mengalami kebocoran, atau digunakan untuk pemadam kebakaran.



Gambar 2.15 katup pengaman
Sumber : BKI, chapter 4, 2001, Machinery Installation, Jakarta

6) Manometer

Manometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan fluida, baik berupa cairan ataupun gas di dalam kapal. Manometer ini biasanya digunakan untuk memantau tekanan dalam berbagai sistem yang penting saat operasi kapal, seperti sistem pendingin, sistem bahan

bakar, sistem hidrolik. Pengukuran tekanan ini sangat penting untuk memastikan bahwa sistem tersebut bekerja dengan aman.

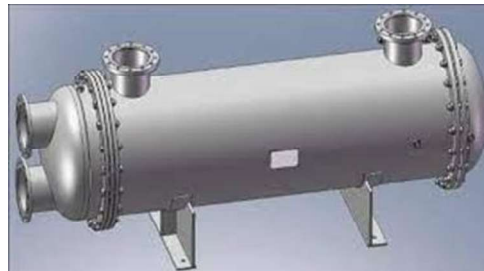


Gambar 2.16 Manometer

Sumber : BKI, chapter 6, 2001, *Machinery Installation*, Jakarta

7) *Lubrication oil cooler*

Merupakan komponen pada sistem pelumasan mesin kapal. Fungsi utamanya ialah untuk mendinginkan minyak pelumas atau *lube oil* yang digunakan dalam mesin kapal, sehingga tetap berada didalam suhu yang optimal untuk menjaga kinerja mesin dan memperpanjang usia komponen nya.



Gambar 2.17 *Lubrication oil cooler*

Sumber : *Dynamic Descaler (2015) Gas & Oil Cooler*

8) *Fresh water cooler*

Fresh water cooler adalah alat penukar panas yang digunakan dikapal untuk mendinginkan air tawar (*fresh water*) yang bersirkulasi di dalam sistem pendingin mesin utama atau mesin bantu. Air tawar

digunakan sebagai media pendingin yang menjaga suhu mesin agar tetap stabil dan optimal selama beroperasi.



Gambar 2.18 *FW Cooler*

Sumber : Wiranto Arismunandar (1983)

9) Tangki pendingin

Tangki pendingin atau *expansion tank* merupakan media penampung cairan berupa air tawar yang digunakan untuk menyuplai kebutuhan air tawar di dalam kamar mesin sebagai pendingin mesin atau lainnya.



Gambar 2.19 Tangki Pendingin

Sumber : Firmansyah, KM Mentari Perdana (2019)

10) Pipa air pendingin

Saluran pipa air pendingin ini menggunakan pipa yang terbuat dari bahan baja, serta bagian dalamnya di galvanisasi. Pipa ini dilalui air pendingin, Dimana aliran dan kecepatan sesuai dengan luas penampang

pipa untuk kebutuhan pendinginan, pipa ini berwarna biru untuk air tawar dan berwarna hijau untuk air laut.



Gambar 2.20 pipa air pendingin

Sumber : Firmansyah, KM mentari perdana (2019)

11) Pompa air tawar

Pompa air tawar jenis sentrifugal ini merupakan alat pemindah zat cair dari suatu tempat ke tempat lain. Cara kerjanya ialah menggunakan energi rotasi yang berasal dari mesin atau motor listrik sebagai pemutar pompa dengan putaran pompa cairan memasuki impeller dan mengalir keluar secara radial di dalam casing tempat cairan berasal.



Gambar 2.21 Pompa Air Tawar

Sumber : Firmansyah, KM Mentari Perdana (2019)

5. Mesin Induk

Menurut (Rika Widianita, 2023) Mesin induk merupakan mesin yang menggunakan sistem pembakaran sebagai sumber tenaga. Tenaga ini berasal

dari proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan didalam ruang bakar. Untuk menghasilkan pembakaran yang maksimal dan sempurna, aspek yang sangat penting adalah tersedianya udara yang cukup menuju ke ruang silinder, bahan bakar yang baik dan sesuai spesifikasi, serta nilai kompresi yang tinggi untuk menghasilkan nilai pembakaran yang sempurna pada waktu yang tepat.

Mesin penggerak utama atau yang sering disebut mesin induk adalah tenaga penggerak utama yang memiliki fungsi sebagai pengubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong bagi baling baling atau *propeller* kapal agar kapal dapat bergerak, yang mana dalam operasionalnya mesin induk selalu dalam kondisi *running* secara terus menerus., pada dasarnya mesin induk kapal biasanya menggunakan mesin diesel.



Gambar 2.22 mesin induk

Sumber : <https://id.made-in-china.com/>

Menurut Fathun (2020) Mesin diesel adalah motor bakar, dimana proses pembakaran bahan bakar terjadi akibat proses kompresi atau penekanan udara didalam silinder untuk kemudian bahan bakar disemprotkan dalam bentuk kabut udara yang bersuhu dan bertekanan tinggi tersebut. Mesin diesel

memiliki prinsip kerja 2 macam yaitu mesin diesel 4 tak dan mesin diesel 2 tak yang masingmasing prinsip kerjanya berbeda

6. *LO Cooler*

Menurut Nurhuda, (2020) *Oil Cooler* pada mesin diesel merupakan alat penukar kalor yang berfungsi sebagai pendingin oli mesin yang digunakan untuk bahan pelumas pada mesin diesel. Sistem pelumasan merupakan salah satu dari sistem utama pada bagian mesin, yaitu suatu rangkaian alat-alat mulai dari tempat untuk menyimpan minyak lumas, pompa oli (*oil pump*), pipa-pipa saluran minyak, dan pengaturan tekanan pada minyak lumas agar sampai ke bagian-bagian yang memerlukan pelumasan.

Minyak lumas memiliki peran penting dalam mesin, karena minyak lumas bertanggung jawab besar terhadap suhu pada mesin. Panas pada mesin dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan gesekan yang terjadi antara komponen mesin. Ketika minyak lumas melewati suatu bagian komponen mesin yang panas, panas tersebut akan dialihkan ke minyak lumas. Karena minyak lumas mengalami perubahan suhu menjadi panas maka perlu didinginkan, pendinginan minyak lumas menggunakan air laut.

Proses pertukaran panas ini terjadi di dalam suatu pesawat bantu yang dinamakan *Lubrication oil cooler*; merupakan tempat dimana fluida yang didinginkan ialah minyak lumas, sedangkan yang mendinginkan adalah air laut. Letak *LO cooler* menjadi satu dengan mesin, namun ada juga yang terpisah dari mesin sehingga memerlukan sistem perpipaan yang lebih banyak.

a. Jenis-Jenis *LO Cooler*

Lubrication oil cooler secara umum memiliki 2 tipe, yaitu tipe *shell & tube* dan tipe *plate*. Akan tetapi, tipe *plate* lebih cenderung diminati daripada tipe *tube* karena dari segi perawatannya tipe *plate* ini lebih mudah untuk dilakukan perawatan.

1) *Lubrication oil cooler type shell and tube*

Menurut Sitompul (2018) *oil cooler tipe shell and tube* adalah salah satu jenis alat penukar panas yang paling umum digunakan. Dalam desain ini, satu fluida (minyak lumpur) mengalir di dalam tabung (*tube*), sementara fluida lainnya (air laut) mengalir di luar tabung dalam ruang berbentuk silinder yang disebut *shell*. Tipe ini dikenal karena kemudahan dalam perawatan dan sering digunakan pada kapal dengan DWT kecil.

Lubrication oil cooler tipe shell and tube merupakan salah satu jenis alat penukar panas berdasarkan konstruksinya. *LO cooler tipe shell and tube* ini menjadi salah satu tipe yang paling mudah dikenali dan berada di kapal-kapal yang memiliki DWT yang kecil. Pada tipe ini mencantumkan *tube* sebagai komponen utama sebagai media untuk proses pendinginan. Salah satu fluida mengalir didalam *tube*, sedangkan untuk fluida lainnya mengalir diluar *tube*. Pipa-pipa pada *tube* didesain berada pada sebuah ruang berbentuk silinder yang dinamakan *shell*, sedemikian rupa sehingga pipa-pipa *tube* berada sejajar dengan sumbu *shell*.



Gambar 2.23 *Lo cooler tipe shell and tube*

Sumber : <https://indiamart.com>

2) *Lubrication oil cooler type plate*

Menurut Afrizal, (2021) menjelaskan bahwa *lubrication oil cooler tipe plate* terdiri dari plat dan rangka. Desain ini menciptakan jalur untuk dua fluida, yaitu sisi panas dan sisi dingin. Fluida panas mengalir di satu sisi plat, sedangkan fluida dingin mengalir di sisi lainnya. *Tipe plate* lebih diminati karena lebih mudah dibersihkan dibandingkan *tipe shell and tube*.

Lubrication oil cooler type plate adalah salah satu jenis alat pertukaran panas yang terdiri dari plat (*plate*) dan rangka (*frame*), yang dipisah satu sama lain oleh sekat-sekat lunak. Plat ini disatukan oleh suatu alat penekan dan jarak antar plat ditentukan oleh sekat tersebut. Pada setiap sudut plat yang memiliki bentuk seperti empat persegi Panjang dan terdapat lubang, melalui lubang tersebut fluida dialirkan masuk dan keluar ke sisi yang lain.



Gambar 2.24 *Lo Cooler Tipe Plate*

Sumber : <http://machineryspeces.com>

Plat disusun berbentuk dua jalur yang disebut *hot side* dan *cold side*. *Hot side* mengalirkan cairan dengan suhu yang relatif panas sedangkan *cold side* ialah mengalirkan cairan dengan suhu relatif lebih dingin. Fluida panas dan fluida pendingin akan mengalir berlawanan arah ke kedua sisi plat. Fluida yang dialirkan dapat diatur dengan cara menempatkan gasket di kedua sisi plat. Dengan memvariasi posisi dari gasket, fluida akan disalurkan diantara kedua sisi plat atau melewatinya. Selain itu gasket juga berfungsi untuk mencegah kebocoran pada *LO Cooler*. Jumlah ukuran plat yang digunakan akan ditentukan dari lajur aliran yang terjadi.

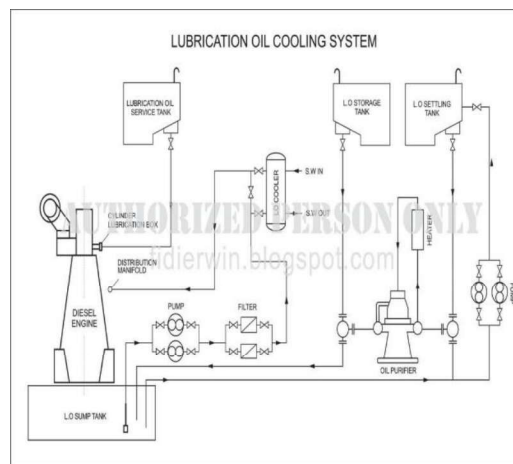
b. Prinsip Kerja *LO Cooler*

Menurut Engine & Mt, (2023) prinsip kerja *oil cooler* dimulai dengan oli yang dipompa dari mesin ke area pendingin. Oli yang telah menyerap panas dari komponen mesin akan mengalir menuju *oil cooler*. Di dalam *oil cooler*, panas dari oli akan dipindahkan ke media pendingin (baik itu air atau udara), sehingga oli dapat kembali ke suhu yang lebih rendah

sebelum dialirkan kembali ke mesin untuk melumasi komponen-komponen.

Menurut Muh Jafar & Hasiah, (2022) menjelaskan bahwa *oil cooler* berfungsi sebagai alat penukar panas yang memungkinkan transfer panas dari oli ke media pendingin. Ketika oli panas mengalir melalui *oil cooler*, panas tersebut diserap oleh media pendingin, yang kemudian membawa panas tersebut keluar dari sistem. Proses ini memastikan bahwa oli tetap pada suhu yang sesuai untuk menjaga viskositasnya dan efektivitas pelumasannya.

Minyak lumas pada sistem permesinan kapal berfungsi untuk memperkecil gesekan yang terjadi di permukaan komponen yang bergerak atau bersinggungan. Selain itu, minyak lumas juga berfungsi sebagai fluida pendingin pada beberapa motor seperti motor diesel karena termasuk kedalam jenis motor dengan kapasitas pelumasan yang besar, maka sistem pelumasan dalam bagian motor dibantu dengan pompa pelumas. Diagram pipa dalam sistem pelumasan sebagai berikut:



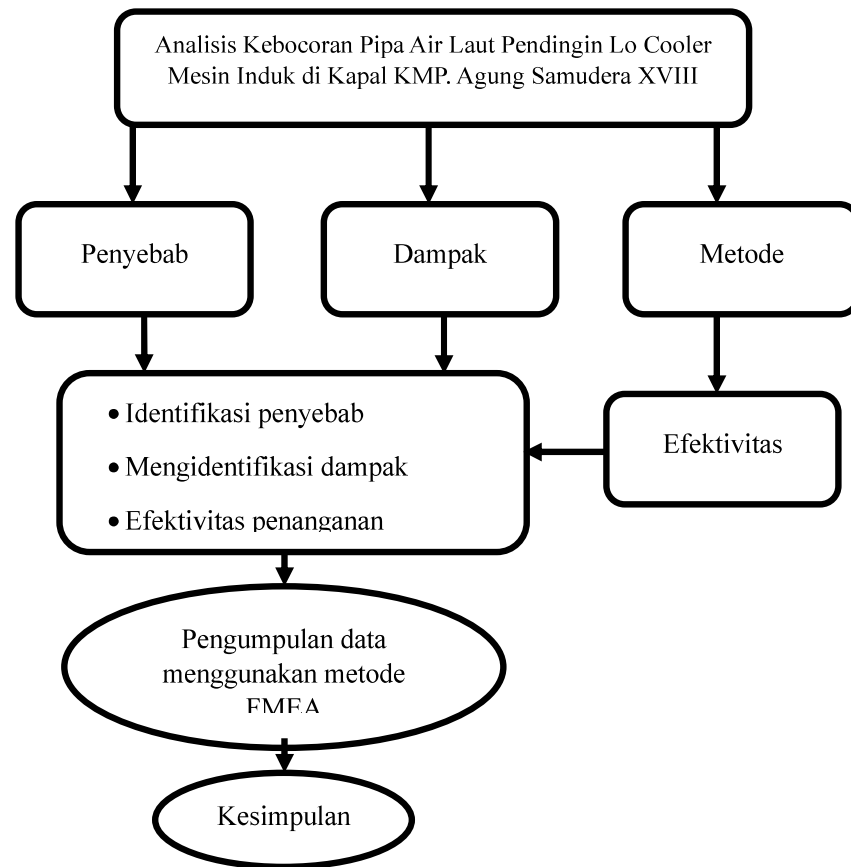
Gambar 2.25 Diagram Pipa Sistem Pelumas
Sumber : Muhammad hilmi (2020)

Minyak lumas dihisap dari *lubrication oil sump tank* oleh pompa bertipe *screw* atau sentrifugal melalui *suction filter* dan dialirkan menuju main diesel melalui *second filter* dan *lubrication oil cooler*. Temperatur oil keluar dari *cooler* secara otomatis dikontrol pada level konstan yang ditentukan untuk memperoleh viskositas yang sesuai dengan yang diinginkan pada inlet main diesel *engine*. Kemudian *lubrication oil* dialirkan ke main *engine bearing* lalu dialirkan kembali ke *lubrication oil sump tank*. Perawatan pada sistem lumas yang tepat pada seluruh bagian permesinan yang bergerak.

Fungsi dari sistem lumas yaitu untuk menyediakan minyak lumas yang cukup untuk melumasi semua bagian secara efektif dan cukup ke semua bagian yang saling bergesekan dan bergerak. Sistem pelumasan terdiri dari dua jenis yaitu sistem lumas basah dan kering, sistem lumas basah digunakan pada mesin yang berukuran kecil sedangkan sistem lumas kering banyak digunakan pada bagian mesin stationer yang berukuran besar.

C. KERANGKA PIKIR

Kerangka pemikiran yang disusun dalam Upaya untuk memudahkan pembahasan laporan penelitian terapan. Di dalam kerangka pikir penelitian akan dijelaskan mengenai tahap-tahap pemikiran secara kronologis dalam menjawab pokok permasalahan pada penelitian yang berdasarkan pada pemahaman dan pengalaman yang dialami penulis pada saat melaksanakan praktek laut di KMP. Agung Samudera XVIII. Bagian dari kerangka pikir yaitu:



Gambar 2.26 Kerangka Pikir Penelitian

Sumber: Peneliti

BAB III

METODE PENELITIAN

A. JENIS PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan penulis pada karya ilmiah terapan ini menggunakan jenis penelitian kualitatif dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Sebelum membahas tentang metode FMEA kita perlu mengetahui apa itu penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang digunakan untuk memahami suatu fenomena sosial atau manusia dalam konteks alami, dengan fokus pada makna, pengalaman, dan interpretasi subjek yang diteliti. Pendekatan ini melibatkan pengumpulan data non numerik, seperti wawancara, observasi, dan analisis dokumen. Dalam penelitian ini, teori yang digunakan dalam proses penelitian tidak dipaksakan untuk memperoleh Gambaran seutuhnya mengenai suatu hal menurut pandangan manusia yang telah diteliti.

Definisi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menurut Pangestuti et al., (2022) yaitu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan ketiap kegagalan fungsi untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan. Menurut Pangestuti et al., (2022) dasar *Failure Mode and Effect Analysis* dapat dilakukan dengan cara mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensi suatu produk serta efeknya, mengidentifikasi Tindakan yang bisa dihilangkan atau dikurangi kesempatan dari kegagalan potensi

terjadinya suatu proses. Dari definisi di atas dapat disimpulkan bahwa FMEA merupakan pendekatan terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan dalam suatu sistem atau proses langkah demi langkah yang ketat untuk menemukan segala sesuatu yang bisa dalam proses konsekuensi potensial dari kegagalan tersebut dan apa yang bisa dilakukan untuk mencegahnya terjadi.

Dari penjelasan diatas dapat diketahui peran penting metodologi penelitian untuk memberikan keterangan tentang apa dan bagaimana penelitian dilakukan oleh seorang peneliti. Dari penjelasan di atas, peneliti mengambil penelitian jenis kualitatif dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) ini karena mampu menganalisa kebocoran pipa air laut pendingin Mesin Induk *LO Cooler* yang kemudian dapat ditentukan akibat yang terjadi dari kebocoran yang terjadi pada pipa air laut pendingin Mesin Induk *LO Cooler* dan dampak yang terjadi. Sehingga dapat menghasilkan upaya yang terbaik dalam mengatasi masalah yang terjadi di atas kapal KMP Agung Samudera XVIII. Dalam penelitian ini masalah yang diteliti oleh penulis adalah Analisis Kebocoran Pipa Air Laut Pendingin *LO Cooler* Mesin Induk di Kapal KMP Agung Samudera XVIII.

B. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian yang digunakan untuk Menyusun suatu karya ilmiah terapan ini pada saat melakukan Praktek Laut diatas kapal KMP. AGUNG SAMUDERA XVIII

2. Waktu Penelitian

Dalam rangka membuat suatu penelitian Karya Ilmiah Terapan, penulis menyusun suatu penelitian pada waktu Praktek Laut (PRALA) selama kurang lebih satu tahun terhitung mulai ditetapkannya pada tanggal 29 Juli 2023 sampai dengan selesai praktek layar pada tanggal 8 Agustus 2024. Kurang lebih penulis membutuhkan 1 tahun. 8 bulan digunakan untuk pengumpulan data dan 4 bulan dibutuhkan untuk pengolahan data selama di kapal.

C. JENIS DAN SUMBER DATA

1. Sumber Data

Pengumpulan data dalam penelitian dibedakan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dilihat langsung penulis sedangkan data sekunder pendapat orang lain. Berikut penjelasan mengenai data primer dan data sekunder:

a. Data Primer

Ahyar et al (2020) Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari subjek penelitian. Data primer dikumpulkan oleh peneliti untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian. Dalam hal ini peneliti memperoleh data atau informasi secara langsung melalui observasi dan dokumentasi. Teknik observasi dapat digunakan sebagai data primer atau sekunder, tergantung dari tingkat relevansinya dengan rumusan masalah. Jika pertanyaan penelitiannya relevan dijawab dengan observasi, tentu metode observasi bisa menjadi sumber data primer.

Hasil observasi berupa pengamatan yang langsung dilihat dan dilakukan penulis saat melakukan praktek laut. Berbagai bentuk data tersebut bisa menjadi data pokok dalam penelitian kualitatif. Dokumen menjadi data primer karena penulis memiliki data yang dapat menunjang penelitian. Seperti, foto, *Log Book*, dan laporan harian. Tujuan dari Teknik ini yaitu untuk mendapatkan data:

1) Observasi

Menurut Nurkencana (2008) suatu cara untuk mengadakan penilaian dengan jalan mengadakan suatu pengamatan secara langsung dan sistematis. Data-data yang didapatkan dalam observasi dicatat dalam suatu catatan, kegiatan pencatatan ini merupakan bagian daripada kegiatan observasi. Menurut Nazir (2005) Pengumpulan data dengan observasi langsung maupun dengan suatu pengamatan langsung secara langsung dengan cara pengambilan data dengan menggunakan mata.

Observasi adalah suatu metode pengumpulan data dengan cara pengamatan atau peninjauan secara langsung di suatu Lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi yang terjadi dan membuktikan kebenaran dari sebuah penelitian yang sedang dilakukan. Penulis melakukan pengamatan secara langsung serta menganalisa kendala yang terjadi.

2) Dokumentasi

(sugiyono, 2017), dokumentasi mencakup catatan, laporan, gambar, atau dokumen lain yang relevan dengan penelitian. Teknik ini sangat berguna untuk mendapatkan data sekunder yang dapat

mendukung hasil penelitian. Mardawani (2020) menyatakan bahwa dokumentasi adalah metode pengumpulan data yang mencermati dan menganalisis dokumen yang dibuat oleh subjek sendiri atau orang lain. Ini mencakup berbagai bentuk dokumen, baik tertulis, gambar, maupun elektronik.

Abdussamad (2021) mendefinisikan dokumentasi sebagai catatan peristiwa yang sudah berlalu, yang dapat berupa tulisan, gambar, atau karya dari seseorang. Ini menunjukkan bahwa dokumentasi berfungsi sebagai sumber informasi yang penting dalam penelitian. Dokumentasi berfungsi sebagai pelengkap metode lain dalam penelitian kualitatif, seperti observasi dan wawancara. Hasil dari observasi atau wawancara akan lebih kredibel jika didukung oleh dokumen-dokumen dari narasumber. Hal ini penting untuk memastikan validitas data yang dikumpulkan.

b. Data Sekunder

(sugiyono, 2008) mengemukakan definisi data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti atau pengumpul data secara tidak langsung. Maksudnya, data ini diperoleh melalui perantara baik individu maupun dokumen. Data ini diperoleh dengan metode wawancara mendalam dipergunakan untuk memperoleh data dari narasumber yang di wawancarai. Wawancara dilakukan penulis dengan berbagai sumber yang menjadi fokus penelitian ini di kapal KMP Agung Samudera XVIII. Penulis melakukan wawancara kepada KKM, Masinis II, dan Masinis III. Maksud dari wawancara ini adalah untuk mencari informasi mendalam

dengan fokus pada persoalan yang sedang diteliti oleh penulis. Teknik pengumpulan data yang dilakukan penulis ialah :

1) Wawancara

Bungi (2013) metode wawancara yang merupakan suatu proses untuk mendapatkan keterangan yang bertujuan untuk penelitian dengan cara tanya jawab secara langsung tatap muka antara pewawancara dengan orang yang kita wawancara. Dalam hal ini penulis melakukan wawancara dengan perwira kapal.

Wawancara adalah proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian melalui tanya jawab secara langsung. Teknik ini memberikan kesempatan kepada peneliti untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang pandangan dan pengalaman responden terkait topik yang diteliti.

2) Sumber Data

Informasi maupun data-data yang dikumpulkan dan digunakan untuk penyusunan suatu Karya Ilmiah Terapan ini adalah berupa data maupun sebuah informasi yang dapat diperoleh penyusun sebagai pendukung untuk menyusun Karya Ilmiah Terapan kali ini diantaranya sebagai berikut:

a. *Place* (Tempat)

Arikunto (2006), tempat dapat menjadi sumber data yang relevan, terutama jika karakteristik lokasi tersebut berkaitan dengan topik penelitian. Misalnya, penelitian tentang kondisi tanah memerlukan pengamatan langsung di lokasi tertentu. Peneliti harus

memilih tempat yang sesuai agar data yang diperoleh relevan dan akurat tempat adalah dimana berlangsungnya kegiatan yang memiliki hubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis. Tempat menjadi suatu media yang sangat penting untuk menunjang keberhasilan dari sebuah penelitian.

b. *Paper* (Kertas)

sugiyono, (2018) menjelaskan bahwa dokumen dapat berupa laporan tahunan, artikel, atau data statistik yang telah dikumpulkan sebelumnya. Sumber data ini sering digunakan sebagai data sekunder untuk mendukung temuan dari sumber primer. Dokumen harus dipilih dengan cermat agar isinya sesuai dengan fokus penelitian. Kertas adalah media yang digunakan peneliti untuk memperoleh sumber informasi secara tertulis berupa jurnal, dokumen, gambar, dokumentasi, literasi, dan lain sebagainya.

c. *Person* (Narasumber)

Sugiyono (2017), narasumber dapat diakses melalui wawancara, di mana peneliti mengajukan pertanyaan langsung untuk mendapatkan data kualitatif. Dalam konteks penelitian kuantitatif, narasumber biasanya mengisi kuesioner atau angket. Narasumber berperan penting karena mereka memberikan perspektif langsung mengenai fenomena yang diteliti. Narasumber merupakan suatu media bagi seorang peneliti untuk melakukan wawancara guna menggali suatu informasi yang terkait dengan penelitian.

Narasumber yang dipilih oleh peneliti adalah yang saling berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

D. TEKNIK ANALISIS DATA

Bahri (2018) Analisis data merupakan tahapan pengolahan data. Data-data yang telah terkumpul akan dianalisis sesuai dengan teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian. Sedangkan analisis data menurut Sujarweni (2017) diartikan sebagai kumpulan data yang sudah tersedia kemudian diolah dengan statistik dan dapat digunakan untuk menjawab rumusan masalah yang ada di dalam penelitian

Analisis data adalah proses pengolahan data yang bertujuan untuk menentukan informasi yang berguna serta dapat dijadikan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan untuk mengatasi suatu proses permasalahan. Dalam karya tulis ilmiah ini teknis analisis data yang dilakukan penulis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yaitu serangkaian proses yang digunakan untuk mendapatkan Solusi, menetapkan proses, dan mengidentifikasi kegagalan yang terjadi. Dari hasil analisis data yang dilakukan mengetahui kegagalan apa saja yang disebabkan oleh komponen-komponen dalam sistem pendingin mesin induk dan dapat menentukan proses perawatan yang tepat untuk komponen yang mengalami kerusakan. Adanya kegagalan yang terjadi pada suatu komponen pada akhirnya dapat mengalami kerugian besar serta resiko yang terjadi. Karena satu diantara komponen mengalami kegagalan akan menimbulkan suatu kegagalan yang sifatnya merusak seluruh fungsi lain di atas kapal.

Kegagalan dan perbaikan sangat penting untuk memprediksi sistem pada masa yang akan datang, serta dampak yang ditimbulkan oleh komponen lain jika komponen tersebut gagal berfungsi. Mengetahui kegagalan yang terjadi dan proses perawatan komponen sistem pendingin akan membantu pihak kapal dalam proses *maintenance*.

Dasar pembuatan metode FMEA dikutip dari modul pelatihan yutaka yang disusun oleh Muhammad ardy risky ananda dari penerapan metode FMEA, karya tulis ilmiah ini penulis dapat memperoleh hasil yang diberikan tersebut. Berikut ini output yang didapat antara lain:

1. Penyebab kebocoran karena kurangnya perawatan yang preventive.
2. Dampak utama risiko *overheating* mesin.
3. Efektifitas metode seperti solusi jangka pendek dan jangka panjang
4. List kegagalan pada proses.

Dari hasil yang diperoleh melalui metode FMEA yang penulis gunakan untuk melakukan penelitian dengan mempertimbangkan faktor *severity*, *occurance*, dan *detection*. Adapun langkah-langkah FMEA yang dapat digunakan untuk menganalisis data di karya tulis ilmiah ini sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi mode kegagalan potensial.
2. Mengidentifikasi penyebab kegagalan.
3. Mengidentifikasi potensi efek kegagalan.
4. Menganalisis akibat yang terjadi (*severity*) dan menilai efek serta dampak yang ditimbulkan.
5. Menganalisis frekuensi terjadinya kegagalan (*occurance*) serta seberapa sering kegagalan terjadi.

6. Menganalisis kesulitan pengendalian yang dilakukan (*detection*) yang merupakan penilaian dari kemungkinan yang di dapat saat mendeteksi penyebab terjadinya suatu bentuk kegagalan.
7. Penilaian risiko (*Risk Assessment*) menggunakan matriks *Risk Priority Number* (RPN) merupakan angka prioritas risiko yang didapat. Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan urutan tingkat *failure mode*. Dalam menentukan angka prioritas risiko dapat dihitung dengan menggunakan RPN
$$\text{Risk Priority Number} = S \times O \times D \text{ (Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection)}$$