

**ANALISIS KINERJA BOSCH PUMP PADA MESIN DIESEL  
PENGGERAK UTAMA TIPE YANMAR 6EY17W DENGAN  
MENGUNAKAN METODE HAZOP(HAZARD AND OPERABILITY  
STUDY) DI KMP.MUNGGIYANGO HULALO**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan dan  
Pelatihan Diploma IV Pelayaran

**MUHAMMAD FERNANDY AZHARI**

**NIT.07.19.012.1.02**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA**

**PROGRAM DIPLOMA D.IV  
PELAYARAN POLITEKNIK PELAYARAN  
SURABAYA TAHUN 2023**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUHAMMAD FERNANDY AZHARI

NIT : 07.19.012.1.02/T

Program Diklat : Diklat Pelaut Tingkat III Diploma IV

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**“Analisis Kinerja Bosch Pump pada Mesin Diesel Penggerak Utama Tipe Yanmar 6EY17W dengan Menggunakan Metode Hazop (*Hazard and Operability Study*) Di KMP.MUNGGIYANGO HULALO”.**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan (KIT) tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, ..... 2023

**MUHAMMAD FERNANDY AZHARI**

NIT. 07.19.012.1.02/T

**HALAMAN PERSETUJUAN SEMINAR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : "ANALISIS KINERJA *BOSCH PUMP* PADA MESIN  
PENGGERAK UTAMA DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE HAZOP (*HAZARD AND OPERABILITY  
STUDY*) DI KMP.MUNGGIYANGO HULALO".

Nama Taruna : MUHAMMAD FERNANDY AZHARI

NIT : 07.19.012.1.02/T

Program Diklat : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

SURABAYA, 14 Juli 2023

Menyetujui:

Pembimbing I



**Mochammad Zainuddin, S.SiT., M.H.**

36KMHB-HNR160811142

Pembimbing II



**Drs. Teguh Pribadi, M.Si., QIA**

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 19690912 199403 1 001

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknika



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

Penata Tk.1 (III/d)

NIP. 19760528 200912 2 002

**HALAMAN PENGESAHAN SEMINAR**  
**KARYA ILMIAH TERAPAN**  
**ANALISIS KINERJA BOSCH PUMP PADA MESIN DIESEL**  
**PENGERAK UTAMA TIPE YANMAR 6EY17W DENGAN**  
**MENGGUNAKAN METODE HAZOP (HAZARD AND OPERABILITY**  
**STUDY) DI KMP.MUNGGIYANGO HULALO**

Disusun dan Diajukan Oleh ;

MUHAMMAD FERNANDY AZHARI  
NIT. 07.19.012.1.02/T  
D-IV TRPK

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Pada tanggal, 25 Juli 2023



Penguji I

**(Monika Retno Gunarti, M.Pd, M.Mar.E)**

Penata Tk.1 (III/d)  
NIP. 19760528 200912 2 002

**(Moch Zainuddin, S. SiT, M.H.)**

36KMHB-HNR160811142

**(Drs. Teguh Pribadi, M.Si, QIA)**

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 19690912 199403 1 001

Penguji III

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknika

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

Penata Tk.1 (III/d)

NIP. 19760528 200912 2 002

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena berkat rahmat dan anugrah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Karya Ilmiah Terapan ini dengan judul : **“Analisis Kinerja Bosch Pump pada Menurunnya Kinerja Mesin Diesel Penggerak Utama Tipe Yanmar 6EY17W dengan Menggunakan Metode Hazop (*Hazard and Operability Study*) Di KMP.MUNGGIYANGO HULALO ”**.

Penulis sangat menyadari bahwa di dalam proposal Karya Ilmiah Terapan ini masih banyak terdapat kekurangan, baik dalam hal penyajian materi maupun teknik penulisannya, oleh karena itu penulis mengharap koreksi dan saran yang nantinya dapat digunakan untuk menyempurnakan proposal Karya Ilmiah Terapan ini. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih dan rasa bangga kepada:

1. Yth. Bapak Bapak Heru Widada, M.M selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberi fasilitas berupa ruang dan waktu atas terselenggaranya Karya Ilmiah Terapan.
2. Ibu Monika Retno Gunarti, S.SiT, M.Pd selaku kepala Prodi1 teknika yang telah memberi dukungan pada kami untuk membuat Karya Ilmiah Terapan.
3. Bapak Mochammad Zainuddin, M.Mar.E., M.H selaku pembimbing I
4. Bapak Drs. Teguh Pribadi, M.Si, QI selaku dosen pembimbing II.
5. Bapak/Ibu Dosen Politeknik Pelayaran Surabaya, khususnya lingkungan program studi teknika Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah membekali ilmu sehingga saya dapat menyelesaikan proposal Karya Ilmiah Terapan ini.
6. Orang tua/Bapak/Ibu saya yang telah memberi doa restu sehingga saya dapat menyelesaikan proposal Karya Ilmiah Terapan ini.
7. Seluruh rekan saya Taruna/i POLTEKPEL Surabaya yang telah membantu dalam memberikan semangat dalam penyelesaian proposal Karya Ilmiah Terapan ini, khususnya angkatan X Diploma IV.

Akhir kata penulis berharap proposal Karya Ilmiah Terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulisnya sendiri. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan petunjuk dan lindungan dalam melakukan penelitian yang selanjutnya dituangkan dalam bentuk proposal Karya Ilmiah Terapan.

SURABAYA, 2023

Muhammad Fernandy Azhari

## ABSTRAK

MUHAMMAD FERNANDY AZHARI, Analisis Kinerja Bosch Pump Pada Menurunnya Kinerja Mesin Diesel Penggerak Utama Tipe Yanmar 6EY17W Dengan Menggunakan Metode HAZOP (*Hazard And Operability Study*) Di KMP.Munggiyango Hulalo, Dibimbing oleh Mochammad Zainuddin, S.SiT,M.H., dan Drs.Teguh Pribadi,M.Si,QI

Sistem bahan bakar kapal atau yang biasa kita ketahui *Fuel oil system* merupakan suatu sistem dimana bahan bakar dari tangki penyimpanan dialirkan ke silinder dan dikabutkan ke dalamnya dengan dibantu dengan sebuah pompa. Fungsi sistem bahan bakar adalah untuk mensuplai bahan bakar yang diperlukan oleh mesin penggerak utama, yaitu dengan cara mentransfer bahan bakar dari *double bottom tank* menuju mesin penggerak utama yang akan menggerakkan baling-baling (*propeller*) kapal.

Metode penelitian menggunakan metode *HAZOP (Hazard and Operability Study)* adalah suatu metode identifikasi bahaya yang sistematis teliti dan terstruktur untuk mengidentifikasi berbagai permasalahan yang mengganggu jalanya proses dan resiko yang terdapat pada suatu peralatan yang dapat menimbulkan resiko merugikan bagi manusia/fasilitas pada sistem. Metode ini digunakan sebagai upaya pencegahan sehingga proses yang berlangsung dalam suatu sistem dapat berjalan lancar dan aman.

**Kata Kunci:** *Fuel Oil System, HAZOP(Hazard And Operability Study)*

## **ABSTRACT**

*MUHAMMAD FERNANDY AZHARI, Analysis of the Declining Performance of the Fuel System Diesel on the Main Engine Type Yanmar 6EY17W Using the HAZOP (Hazard And Operability Study) Method on the KMP MUNGGIYANGO HULALO, Supervised by Mochammad Zainuddin,S.SiT,M.H., and Drs.Teguh Pribadi,M.Si,QIA*

*Ship fuel system or what we usually know fuel oil system is a system where fuel from a storage tank is flowed into a cylinder and atomized with using a pump. The function of the fuel oil system is to supply the fuel needed by the main propulsion engine, namely by transferring fuel from the double bottom tank to the main propulsion engine that will move the propeller of the ship.*

*The research method using the HAZOP method (Hazard and Operability Study) is a method that addresses issues relating to the meticulous and structured to overcome various problems that interfere with the process of netting and the risks needed on an equipment that can help produce benefits for humans / facilities in the system. This method is used as an effort to improve the processes carried out in the system that can be done easily and safely.*

**Keyword:** *Fuel Oil System, HAZOP (Hazard and Operability Study)*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN SEMINAR ..Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>KARYA ILMIAH TERAPAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN SEMINAR....Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Batasan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II .....</b>	<b>6</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
A. Landasan Teori .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III.....</b>	<b>17</b>
<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
A. Jenis Penelitian .....	17
B. Waktu Penelitian.....	18
C. Jenis dan Sumber Data.....	18
D. Metode Pengumpulan Data .....	19
E. Teknik Analisa Data .....	20
<b>BAB IV .....</b>	<b>22</b>
<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>

A.	Gambaran Umum Objek Penelitian .....	22
B.	Hasil Penelitian.....	27
C.	Pembahasan Masalah.....	35
<b>BAB V</b>	.....	<b>44</b>
<b>PENUTUP</b>	.....	<b>44</b>
A.	Kesimpulan.....	44
B.	Saran.....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>49</b>
A.	Foto Dokumentasi Kapal .....	49

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Review Penelitian Sebelumnya .....	6
<b>Tabel 2. 2</b> kriteria <i>likelihood</i> .....	14
<b>Tabel 2. 3</b> kriteria konsekuensi.....	14
<b>Tabel 4. 1</b> Tabel <i>Likelihood</i> .....	31
<b>Tabel 4. 2</b> Tabel <i>Consequences</i> .....	32
<b>Tabel 4. 3</b> <i>Risk Matrix</i> .....	33
<b>Tabel 4. 4</b> Tabel Perangkingan .....	33

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Komponen Sistem Bahan Bakar ( <i>Fuel Oil System</i> ).....	8
<b>Gambar 2. 2</b> Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar .....	12
<b>Gambar 2. 3</b> <i>Risk Matrix</i> .....	15
<b>Gambar 4. 1</b> Kapal PT. ASDP KMP Munggiyango Hulalo.....	23
<b>Gambar 4. 2</b> <i>Ship Particular</i> .....	24
<b>Gambar 4. 3</b> Alur Sistem Bosch Pump KMP. MUNGGIYANGO HULALO .....	26
<b>Gambar 4. 4</b> Alur Sistem Bahan Bakar KMP. MUNGGIYANGO HULALO.....	27
<b>Gambar 4. 5</b> Kartu Berita Acara Kondisi Mesin .....	30
<b>Gambar A. 1</b> Foto Kapal KMP. MUNGGIYANGO HULALO.....	49
<b>Gambar A. 2</b> Kartu Perawatan MAIN ENGINE .....	49
<b>Gambar A. 3</b> Perawatan pada Plunyer .....	50
<b>Gambar A. 4</b> Logbook ME .....	50
<b>Gambar A. 5</b> <i>Spare Injector</i> dan <i>Spare Bosch Pump</i> .....	50
<b>Gambar A. 6</b> Perawatan Pada <i>Bosch Pump</i> .....	51
<b>Gambar A. 7</b> Perawatan Pada Filter .....	51
<b>Gambar A. 8</b> Kartu Berita Acara Kondisi Mesin .....	50

## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Dalam mengoperasikan suatu kapal digunakan mesin penggerak kapal yang biasa disebut sebagai mesin penggerak utama atau *main engine*. Agar dapat beroperasi dengan baik pengoperasian mesin penggerak utama di dukung oleh beberapa sistem, dimana beberapa sistem yang mendukung mesin penggerak utama diantaranya yakni sistem bahan bakar, sistem pelumasan, dan sistem pendingin. Kinerja dari sistem-sistem tersebut harus tetap terjaga agar mesin penggerak utama dapat beroperasi dengan baik. Secara umum terdapat beberapa sistem bahan bakar diantaranya *fuel oil transfer pump*, *filter* dan *purifier*, *fuel oil circulating*, serta *heater*. Penyimpanan bahan bakar di kapal disimpan pada *double bottom tank*. Untuk dapat mempertahankan limplelurel bahan bakar pada limplelurel 40 – 50°C koil pemanas harus dipasang pada imple bunker. Proses *transfer pump* melalui *double bottom tank* yang dipompakan ke *settling tank* berfungsi sebagai tangki endap dimana terjadi proses pengendapan kotoran-kotoran yang dibawa oleh bahan bakar pada tangki tersebut. Proses selanjutnya yakni dari *settling tank* bahan bakar akan menuju pada bagian *purifier* namun bahan bakar akan melewati pemanas guna mengencerkan bahan bakar serta menjaga suhu optimal bahan bakar tersebut sebelum menuju pada bagian *purifier*, setelah melewati proses pemanasan kemudian bahan bakar akan dipisahkan antara kotoran, air dan bahan bakar pada bagian *purifier* lalu menuju pada *service tank* dimana bahan bakar yang berada di *service tank* merupakan bahan bakar yang sudah bersih dan siap untuk digunakan pada *main engine*.

Bahan bakar dari *service tank* yang akan digunakan pada *main engine* bahan bakar sebelumnya akan menuju *booster pump* dan melewati tangki pemanas, hal ini dilakukan guna suhu bahan bakar dapat terjaga dan tidak menggumpal pada pertengahan jalur perpipaan serta akan melewati *flow meter* untuk menghitung jumlah pemakaian bahan bakar yang digunakan pada *main engine*. Bahan bakar yang akan menuju pada *main engine* terlebih dahulu akan melewati *bosch pump* guna menekan bahan bakar hingga pada suhu tinggi sehingga dapat di kabutkan

oleh *nozzle* pada ruang pembakaran. Terdapat beberapa peralatan pada alat bahan bakar motor induk atau motor diesel diantaranya yakni 1). *FO filter*, 2). *Separator*, 3). *Bosch Pump*, 4) *Injector*.

Penyumbatan kotoran pada lubang *nozzle* dari *Injektor*, *FO filter* yang kotor, *gravity disc separator*, menurunnya implere suhu gas buang pada *main engine* dapat menimbulkan penurunan kerja serta kerusakan dan keausan pada sistem bahan bakar mesin penggerak yang dapat mengakibatkan kerusakan pada *Bosch pump*. Berdasarkan hasil analisis, dapat diketahui bahwa penyebab menurunnya kinerja sistem bahan bakar yang dapat berdampak besar terhadap sistem bahan bakar baik yang mengakibatkan sistem mengalami penurunan fungsional hingga mengalami kegagalan pada *bosch pump* dimana hal ini dapat dipengaruhi oleh gerakan *control rack* pada *bosh pump* yang tidak sempurna maupun hingga tidak bergerak atau stuck. Apabila terjadi stuck atau kemacetan pada *control rack*, maka bahan bakar tidak dapat masuk ke dalam plunger dan mengakibatkan tidak ada bahan bakar yang dapat terpompa di dalam *bosch pump* sehingga tidak ada bahan bakar yang terkabut dalam silinder dimana apabila hal ini terjadi maka dapat menyebabkan kegagalan start apabila lebih dari 1 *bosch pump* mengalami gangguan pada Gerakan *control rack*. *Main engine* atau mesin penggerak utama memerlukan perhatian serta perawatan secara intensif dan berkesinambungan, guna mesin dapat berjalan dengan implere dan tahan dalam jangka waktu yang cukup lama. Berdasarkan hasil analisis, maka di atas merupakan salah satu bentuk menurunnya kinerja sistem bahan bakar pada *bosh pump* sehingga peneliti perlu melakukan analisa dan penelitian lebih lanjut guna menganalisis kerusakan pada *bosh pump* yang mempengaruhi dan dapat menunjang kinerja pada sistem bahan bakar.

Berdasarkan hasil analisa dari dua penelitian terdahulu oleh Muhammad Wildan Firdaus (2022:8) dan Ady Yusuf Agil Saputro (2020:11) yang membahas terkait faktor yang menyebabkan kerusakan pada *Bosch Pump* dan turunnya tekanan bahan bakar pompa injeksi merk *Bosch Pump* dimana penelitian ini juga sempat dibahas dan dilakukan penelitian oleh beberapa peneliti terdahulu, akan tetapi dari hasil penelitian pada 2 penelitian terdahulu tersebut masih terdapat beberapa kekurangan diantaranya yakni peneliti tidak mencantumkanD waktu jadwal perawatan pada *bosch pump* silinder yang ternyata sudah memasuki waktu

perawatan, sehingga menyebabkan rack pada *bosch pump* macet atau *stuck*, selain itu peneliti terdahulu tidak mencantumkan tipe mesin yang dianalisa serta peneliti tidak menggunakan metode HAZOP dalam melakukan analisa data dari penelitian yang dilakukan. Oleh sebab itu, berdasarkan 2 penelitian terdahulu tersebut maka pada Karya Ilmiah Terapan ini penulis melakukan penelitian yang berbeda dari kedua referensi penelitian terdahulu tersebut dimana peneliti melakukan analisa terhadap kinerja *Bosch pump* pada mesin diesel penggerak utama Tipe Yanmar 6EY17W dengan menggunakan metode HAZOP (Hazard and Operability Study) di KMP. Munggiyango Hulalo sehingga diperoleh hasil analisa sebagai solusi maupun pencegahan dari permasalahan maupun kerusakan yang terjadi.

Pada saat praktek laut di atas kapal *KMP.MUNGGIYANGO HULALO* kapal sedang berlayar dari pulau *Kangean* ke *Kalianget* pada tanggal 30 Oktober 2021 sempat terhenti di pulau Sapudi dikarenakan mesin iduk mengalami penurunan suhu gas buang. Masinis 4 selaku perwira jaga yang bertanggung jawab pada saat itu melakukan pengecekan pada mesin iduk, setelah dilakukan proses pengecekan diketahui bahwa setelah di amati silinder nomor 2 pada mesin iduk nomor 1 dengan menggerakkan rack *Bosch Pump* di silinder nomor 2 tersebut ternyata macet tidak bergerak atau *stuck*. Setelah memberi tahu anjungan agar mesin iduk dimatikan untuk melakukan perbaikan pada rack *bosch pump* dengan cara membuka dan membongkar *bosch pump* tersebut kemudian dilakukan proses perendaman dengan solar dan maintenance perbaikan pada rack *bosch pump* yang macet tersebut. Setelah itu *Masinis 4* melakukan pengecekan dan memastikan keseluruhan kondisi pada mesin iduk telah dapat beroperasi kembali dengan normal, kemudian kapal berlayar lagi seperti selayaknya.

Maka dari itu, penelitian ini dilakukan dengan harapan dari beberapa masalah pada mesin diesel penggerak *bosch pump* yang apabila hal tersebut tidak dicegah dan ditangani dengan baik dapat menimbulkan kerusakan pada *bosch pump* serta dapat menimbulkan penurunan kinerja sistem bahan bakar mesin penggerak utama sehingga diperlukan upaya pencegahan dan penanganan dengan melakukan analisa kinerja *bosch pump* dengan menggunakan metode HAZOP (*Hazard and Operability Study*) dari hasil analisa yang telah dilakukan oleh penulis.

Berdasarkan uraian kronologis dan review dari dua penelitian sebelumnya maka penulis memaparkan KIT inidengan judul : **ANALISIS KINERJA *BOSCH PUMP* PADA MESIN DIESEL PENGGERAK UTAMA TIPE YANMAR 6EY17W DENGAN MENGGUNAKAN METODE HAZOP (*HAZARD AND OPERABILITY STUDY*) DI KMP .MUNGGIYANGO HULALO**

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan di atas maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Dampak apa yang dapat terjadi akibat dari kerusakan *Bosch Pump* pada menurunnya kinerja sistem bahan bakar mesin penggerak utama dengan metode HAZOP?
2. Bagaimana solusi untuk mengatasi penurunan kinerja sistem bahan bakar mesin penggerak utama pada *Bosch Pump*?
3. Bagaimana upaya pencegahan yang dapat dilakukan akibat dari tidak normalnya suhu pada mesin penggerak utama dan potensi bahaya kerusakan sistem bahan bakar mesin penggerak utama pada *Bosch Pump*?

## **C. Batasan Masalah**

Guna mempersempit objek penelitian terhadap komponen sistem bahan bakar yang akan di teliti serta mengingat terbatasnya waktu penelitian yang dapat dilakukan, maka dalam pembahasan KIT ini penulis hanya akan membahas terkait analisa kerusakan *Bosch Pump* pada mesin diesel penggerak utama tipe yanmar 6EY17W serta solusi sebagai upaya pencegahan resiko menurunnya kinerja pada mesin induk dengan menggunakan metode HAZOP pada KMP MUNGGIYANGO HULALO saat prala pada bulan Agustus 2021 hingga Agustus 2022 (12 bulan) yakni pada sistem kerja *Bosch Pump*.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi penyebab terbesar menurunnya kinerja sistem bahan bakar mesin penggerak utama pada *Bosch Pump* dengan metode HAZOP.
2. Untuk mengetahui upaya penanganan menurunnya kinerja sistem bahan bakar pada mesin penggerak utama.
3. Menganalisis tingkat kemungkinan resiko dan tingkat keparahan pada *Bosch pump* akibat dampak dari proses sistem kerja bahan bakar pada mesin penggerak utama.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan penulisan karya tulis ilmiah ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis maupun keilmuan dan juga secara praktis :

1. Teoritis atau Keilmuan  
Diharapkan dapat mengembangkan wawasan pada bidang keteknikaan khususnya pada topik “menurunnya kinerja sistem bahan bakar pada mesin penggerak utama di kapal”.
2. Praktis  
Untuk memberikan saran dan tanggapan berdasarkan hasil analisis terhadap permasalahan *sistem bahan bakar kapal* kepada pembaca.
3. Mengetahui implere apa saja yang menjadi penyebab kerusakan dari Bosch Pump pada mesin penggerak utama
4. Memperoleh gambaran terkait hasil analisa risiko menggunakan metode HAZOP (*Hazard and Operability Study*) pada proses kerja sistem bahan bakar mesin penggerak utama dan rekomendasi perbaikan yang dapat menjadi pertimbangan terkait pelaksanaan perbaikan sistem bahan bakar ME.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Review Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan hasil riset terdahulu, diperlukan informasi yang cukup untuk menyokong penemuan, yang bermula dengan kajian atau riset terdahulu dimana yang meliputi teori dengan penentuan mudah. Ulasan atau review menjadi salah satu bentuk pertimbangan terkait buku yang perlu dikembangkan menjadi catatan termudah atau dalam bentuk ringkasan. Oleh itu, bagi tujuan kajian ini, riset terdahulu digunakan sebagai sumber sokongan kepada kajian yang akan dilakukan.

**Tabel 2. 1** Review Penelitian Sebelumnya

No.	Penulis	Judul	Masalah	Ringkasan
1	MUHAMMAD WILDAN FIRDAUS (2022)	ANALISA KERUSAKAN <i>BOSCH</i> <i>PUMP</i> GUNA MENUNJANG KINERJA MESIN UTAMA DI KAPAL MV. KELIMUTU	Faktor yang menyebabkan kerusakan pada <i>Bosch Pump</i>	Dari Hasil penelitian ini kurangnya diantaranya yakni tidak tercantum tipe mesin yang dianalisa oleh peneliti. Selain itu, peneliti lupa waktu perawatan pada <i>bosch pump</i> silinder yang ternyata sudah memasuki waktu perawatan, sehingga menyebabkan <i>rack</i> pada <i>bosch pump</i> macet

2	ADY YUSUF AGIL SAPUTRO (2020)	TURUNNYA TEKANAN BAHAN BAKAR POMPA INJEKSI MERK <i>BOSCH</i> <i>PUMP</i>	Mesin induk mengalami suara, tenaga mesin yang tidak stabil dan menurunnya temperature gas buang	Penyebabnya tenaga mesin tidak stabil dikarenakan perawatan pada <i>bosch pump</i> yang kurang baik, dan terjadi mengakibatkan menurunnya <i>temperature gas</i> buang. Selain itu, pada penelitian ini tidak dicantumkan tipe mesin yang dianalisa oleh peneliti.
---	--	--	--	--

(Sumber : Firdaus, 2022 & Saputro, 2020)

## B. Landasan Teori

### 1. Pengertian Sistem Bahan Bakar

Menurut Suhodo (2002) menyatakan, sistem bahan bakar adalah sistem di mana bahan bakar dari tangki reservoir mengalir ke dalam silinder dan diatomisasi ke dalamnya dengan bantuan pompa. Sistem bahan bakar berfungsi untuk memasok bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin penggerak utama, yaitu menyalurkan bahan bakar dari *double bottom tank* ke mesin penggerak utama.

Proses bunker kapal tentunya sangat berbeda dengan transportasi darat. Proses bunkering kapal oleh pemasok disebut proses *bunkering*. Proses pengisian bahan bakar sangat berbahaya dan prosedur keselamatan harus diterapkan untuk memungkinkan bahan bakar masuk dengan aman dan lancar ke dalam tangki dasar ganda.



2. *Filling distributor*

*Filling distributor* merupakan *valve* yang berguna dalam mengatur masuknya bahan bakar ke dalam *double bottom tank*.

3. *Double bottom tank*

*Double bottom tank* merupakan tanki induk dari keseluruhan bahan bakar yang dibutuhkan oleh motor induk selama berlayar.

4. *Suction valve*

*Suction valve* merupakan katup yang bertugas dalam mengatur bahan bakar yang akan dihisap oleh *fuel oil transfer pump*.

5. *Fuel oil transfer pump*

*Fuel oil transfer pump* merupakan pompa yang berfungsi dalam menyalurkan bahan bakar (*fuel*) menuju ke *settling tank* (tanki endap).

6. *Settling tank*

*Settling tank* (tanki endap) merupakan tanki yang dapat berfungsi untuk mengendapkan kotoran yang telah bercampur pada bahan bakar.

7. *Service tank*

*Service tank* atau tanki harian merupakan tanki yang digunakan untuk menyimpan bahan bakar yang telah melalui proses *heater* dan purifier serta siap untuk di konsumsi.

8. *DO tank*

*DO tank* merupakan *tanki* untuk menyimpan bahan bakar jenis diesel oil.

9. *FO purifier feed pump*

*FO purifier feed pump* merupakan pompa yang digunakan untuk menyalurkan bahan bakar supaya memiliki tekanan tinggi melalui *settling tank* (tanki endap) menuju ke purifier hal ini disebabkan untuk menuju ke purifier bahan bakar harus

bertekanan tinggi supaya dapat terpisah oleh kotoran dan air yang bersatu dengan bahan bakar.

10. *FO purifier heater*

*FO purifier heater* merupakan pemanas bahan bakar guna dapat menjaga viskositas bahan bakar yang akan digunakan oleh mesin penggerak utama.

11. *FO purifier*

*FO purifier* merupakan mesin yang berfungsi untuk memisahkan bahan bakar dari air dan kotoran sehingga nantinya telah siap dipakai oleh mesin penggerak utama.

12. *FO flow meter*

*FO flow meter* pada sistem bahan bakar berfungsi mengukur jumlah bahan bakar yang menuju mesin penggerak utama.

13. *1<sup>st</sup> FO strainer*

*FO strainer* merupakan filter atau penyaring yang berfungsi untuk menyaring bahan bakar agar menjadi lebih bersih dan tidak tercampur kotoran apapun.

14. *FO circulating/supply pump*

*FO circulating/supply pump* digunakan untuk menaikkan tekanan bahan bakar sebelum menuju mesin penggerak utama.

15. *Main FO heater*

*Main FO heater* merupakan suatu pemanas yang digunakan untuk menjaga viskositas bahan bakar yang akan digunakan sebelum bahan bakar masuk ke mesin penggerak utama.

16. *2<sup>nd</sup> FO strainer*

*FO strainer* merupakan filter atau penyaring yang dimanfaatkan untuk dapat menyaring bahan bakar agar menjadi lebih bersih dan tidak tercampur kotoran

apapun.

#### 17. *Fuel Injection pump*

*Fuel Injection pump* atau yang biasa disebut bosch pump berfungsi untuk menekan bahan bakar hingga mencapai tekanan yang diperlukan nozzle sehingga dapat mengabutkan bahan bakar pada ruang bakar mesin penggerak utama.

#### 18. *Fuel injection valve*

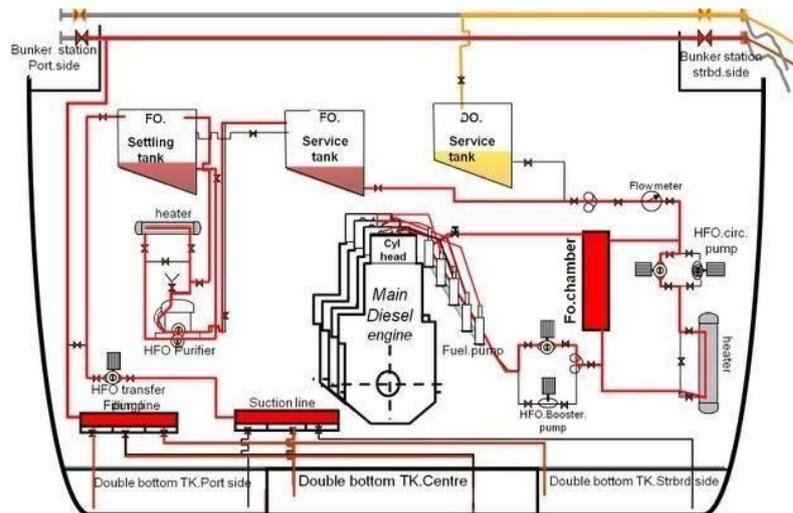
*Fuel injection valve* atau disebut injektor digunakan untuk mengkabutkan bahan bakar pada ruang bakar sehingga menimbulkan ledakan dan akan menggerakkan piston.

#### 19. *Main Engine*

*Main engine* atau mesin penggerak utama berguna sebagai tenaga penggerak utama yang digunakan untuk dapat mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong bagi propeller kapal sehingga kapal dapat bergerak.

### **3. Prinsip Kerja Sistem Bahan bakar Mesin Diesel Penggerak Utama**

Bahan bakar dipindahkan dari tangki penyimpanan (*double bottom tank*) ke settling tank oleh fuel transfer pump, kemudian bahan bakar diencerkan oleh heater dan dipisahkan oleh purifier. Sebelum masuk ke daily tank (*service tank*) dan sebelum masuk ke main propulsion engine (*M/E*), bahan bakar melewati flow meter yang mengukur jumlah bahan bakar yang masuk ke *main propulsion engine (M/E)*. Mesin penggerak utama (*M/E*), yang kemudian menuju pompa Bosch, yang menekan bahan bakar untuk atomisasi melalui injektor di ruang bakar mesin penggerak utama.



**Gambar 2. 2** Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar

(Sumber : Pranasetya Candra Mahardika, 2018)

#### 4. Konsep HAZOP

Menurut Dian Palupi (2018:14) HAZOP adalah metode atau teknik yang dapat mengidentifikasi risiko sistemik secara sistematis, menyeluruh dan terstruktur. HAZOP sangat ideal untuk mengidentifikasi masalah yang dapat mengganggu pengoperasian proses dan risiko bahaya bagi manusia dan sistem yang mungkin terjadi pada sistem. Pendekatan ini mencegah kemungkinan risiko dalam sistem, sehingga meminimalkan risiko tersebut. HAZOP didefinisikan sebagai berikut :

1. Proses HAZOP merupakan teknik HAZOP yang dikembangkan guna menilai suatu peralatan maupun sistem yang ada.
2. *Human* HAZOP merupakan teknik HAZOP yang lebih fokus guna menilai kesalahan pada manusia ataupun tenaga pekerja.
3. *Prosedure* HAZOP merupakan teknik HAZOP yang lebih digunakan guna menilai prosedur kerja atau rangkaian operasi yang dilaksanakan pada daerah kerja tersebut.
4. *Software* HAZOP merupakan teknik HAZOP yang digunakan guna mengidentifikasi kemungkinan kesalahan pada perangkat lunak yang dapat terjadi.

Beberapa istilah yang digunakan untuk dapat mempermudah pelaksanaan HAZOP diantaranya yakni :

1. Proses merupakan apa yang sedang terjadi atau lokasi dimana proses tersebut berlangsung.
2. Sumber Hazard yang ditemukan pada lapangan.
3. Deviation adalah hal-hal apa saja yang berpotensi untuk menimbulkan risiko.
4. *Cause* adalah sesuatu yang kemungkinan besar akan mengakibatkan penyimpangan.
5. *Consequence* adalah akibat dari deviation yang terjadi yang harus diterima oleh sistem.
6. *Action* adalah tindakan dibagi menjadi dua kelompok yaitu tindakan yang mengurangi atau menghilangkan akibat. Sedangkan apa yang terlebih dahulu diputuskan hal ini tidak selalu memungkinkan terutama ketika berhadapan dengan kerusakan peralatan. Namun, diusahakan untuk menyingkirkan penyebabnya dan hanya di beberapa bagian mana yang perlu mengurangi konsekuensi.
7. *Severity* yaitu tingkat keparahan yang diperkirakan dapat terjadi pada suatu sistem tersebut.
8. *Likelihood* adalah kemungkinan terjadinya *Consequence*.
9. *Risk* yaitu nilai risiko yang didapatkan dari kombinasi kemungkinan *likelihood* dan *severity*.

Beberapa langkah-langkah yang harus diperhatikan dan dilaksanakan dalam analisa HAZOP diantaranya yakni :

- a. Mengidentifikasi bahaya dan resiko dari setiap komponen pada sistem bahan bakar kapal.
- b. Menentukan titik kajian yakni pemilihan komponen sistem bahan bakar kapal.
- c. Mengetahui penyebab maupun faktor lain yang mempengaruhi kinerja dari sistem bahan bakar kapal.
- d. Menentukan resiko yang terjadi maupun resiko yang akan terjadi.

Setelah dilakukan identifikasi temuan bahaya maka langkah selanjutnya yang

harus dilakukan yakni membuat perangkaan dengan memperhatikan kriteria *likelihood* (L) kemungkinan terjadinya kecelakaan dan kriteria *consequences* (C) tingkat keparahan.

**Tabel 2. 2** kriteria likelihood

<i>Likelihood</i>			
<i>Level</i>	<i>Criteria</i>	<b>Deskripsi</b>	
		<b>Kualitatif</b>	<b>kuantitatif</b>
<b>1</b>	Jarang terjadi	Belum terjadi atau tidak akan terjadi	Kurang dari 1x per-bulan
<b>2</b>	Kemungkinan kecil	Belum terjadi tapi bisa saja muncul	1x per-bulan
<b>3</b>	Mungkin	Akan terjadi atau akan terjadi	1x per-bulan atau 1x per-minggu
<b>4</b>	Kemungkinan besar	Dapat terjadi dengan mudah, dengan kondisi yang sama	Lebih dari 1x per-bulan sampai 1x per-minggu
<b>5</b>	Hampir pasti	Sering terjadi , dan dapat diketahui kapan terjadi	Lebih dari 1x per-minggu

(Sumber : Dictio.id, 2018)

**Tabel 2. 3** kriteria konsekuensi

<i>Consequence/konsekuensi</i>		
<i>Level</i>	<b>Uraian</b>	<b>Keparahan system</b>
<b>1</b>	Tidak signifikan	Kejadian tidak berpengaruh pada sistem
<b>2</b>	Kecil	Kejadian berpengaruh tetapi tidak berdampak pada sistem
<b>3</b>	Sedang	Kejadian berpengaruh menimbulkan dampak pada sistem
<b>4</b>	Berat	Kejadian berpengaruh menimbulkan dampak serius pada sistem
<b>5</b>	Ekstrim	Kejadian dapat menghambat dan menyebabkan kegagalan pada sistem

(Sumber : Dictio.id, 2018)

Langkah terakhir adalah mengalikan nilai *likelihood* dan *consequences* sehingga diperoleh tingkat bahaya (*risk level*) pada *risk matrix*.

SKALA		CONSEQUENCES (KEPARAHAN)				
		1	2	3	4	5
LIKELIHOOD (KEMUNGKINAN)	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5

**KETERANGAN:**

1. ■ : Ekstrim
2. ■ : Risiko Tinggi
3. ■ : Risiko Sedang
4. ■ : Risiko Rendah

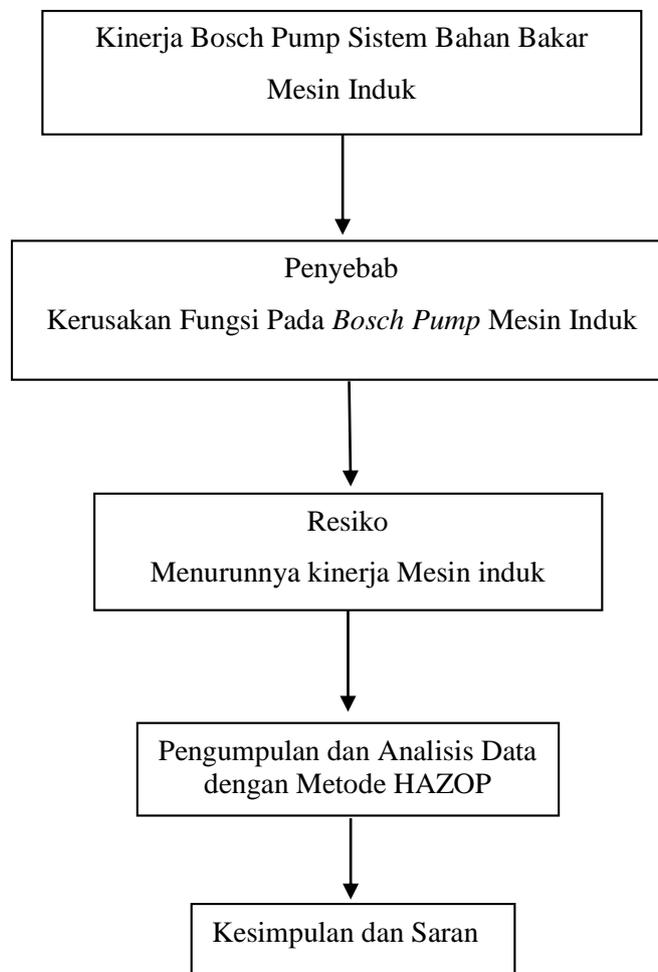
**Gambar 2. 3** Risk Matrix

(Sumber : Dictio.id, 2018)

Untuk menghitung tingkat resiko dari potensi bahaya yang terjadi, yang telah terjadi maupun yang akan terjadi maka perlu menggunakan *Risk Matrix*. Dalam membedakan nilai tingkat resiko maka digunakan keberagaman warna-warna pada risk matrix. Dimana untuk simbol warna merah menunjukkan tingkat resiko yang cukup ekstrim atau sangat sering terjadi dan sangat berbahaya, untuk warna kuning digunakan untuk menunjukkan tingkat resiko tinggi atau sering terjadi dan berbahaya, untuk warna hijau menunjukkan tingkat resiko sedang atau jarang terjadi dan tidak terlalu bahaya, sedangkan untuk warna biru muda menunjukkan tingkat resiko rendah atau tidak pernah terjadi ataupun kecil kemungkinan terjadi serta tidak berbahaya.

### C. Kerangka Pikir Penelitian

Pada point ini akan dipaparkan beberapa kerangka penelitian secara bagan alur oleh penulis dalam langkah dan upaya untuk menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan yang telah disusun.



**Gambar 2. 4** Diagram Alir Kerangka Berfikir

(Sumber : Data Hasil Analisis, 2023)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Suatu proses penyelidikan maupun riset analisis yang dilakukan secara aktif, tekun, dan sistematis, dengan tujuan untuk menemukan, menginterpretasikan, serta merevisi fakta-fakta guna menemukan pengetahuan baru sehingga dapat diketahui secara pasti terkait apa yang sedang dihadapi maupun kemungkinan akan dihadapi disebut sebagai penelitian. Suatu tulisan dapat dikatakan sebagai penelitian apabila bersifat ilmiah atau dapat dikatakan selalu mengikuti prosedur serta juga menggunakan bukti yang dapat meyakinkan didalam bentuk fakta yang diperoleh secara objektif. Selain itu juga suatu tulisan dapat dikatakan sebagai penelitian atau riset apabila dalam tulisan tersebut memberikan kontribusi yang harus mempunyai unsur kontribusi atau nilai tambah, sehingga muncul ide maupun hal baru untuk ditambahkan didalam sebuah penelitian ilmu pengetahuan yang sudah ada. Yang terakhir tulisan harus bersifat analitis atau dapat dibuktikan serta juga dapat diuraikan dengan menggunakan metode ilmiah yang memiliki suatu keterkaitan.

Oleh sebab itu, pada topik pembahasan ini penulis berusaha memaparkan hasil dari semua studi dan penelitian terkait suatu objek yang diperoleh, baik hal-hal yang bersifat teoritis maupun ide atau hal yang bersifat praktis yang dimaksudkan bahwa selain ditulis berdasarkan beberapa literatur buku, juga bersumber dari objek-objek penelitian yang terdapat dalam literatur yang masih berkesinambungan dengan fokus masalah yang diteliti oleh penulis. Dalam penulisan karya ilmiah terapan ini penggunaan aspek observasi atau pengamatan sangat berperan dan perlu diperhatikan dengan seksama.

Pada penelitian ini jenis metode yang digunakan yakni dengan metode deskriptif. Menurut M. Arifin (2019:24) yang menyatakan bahwa metode deskriptif merupakan suatu metode analisis yang digunakan guna menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian akan tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas.

#### **D. Waktu Penelitian**

##### 1. Waktu Penelitian

Penulis akan melaksanakan penelitian pada saat melaksanakan PRALA yakni selama 12 bulan.

##### 2. Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan diatas kapal niaga milik perusahaan swasta dimana penulis melaksanakan PRALA yakni pada KMP MUNGGIYANGO HULALO.

#### **E. Jenis dan Sumber Data**

Menurut Riduwan (2019:31) data merupakan suatu bahan mentah yang perlu diolah sehingga dapat menghasilkan informasi maupun ide, baik secara kualitatif maupun kuantitatif yang menunjukkan fakta. Pada penelitian ini penulis akan menyajikan data yang bersifat kualitatif yang bersumber baik dari subyek, objek, responden, maupun informan baik secara lisan maupun tulisan yang memiliki keterkaitan dengan objek yang diteliti.

Sumber data yang penulis gunakan pada penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini diantaranya meliputi :

##### 1. Data Primer

Menurut Margono (2019:23) data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung oleh para individu yang diselidiki yang meliputi hasil observasi langsung terhadap kegiatan operasional kapal. Selain itu, juga dilakukan beberapa wawancara dimana pertanyaan dilengkapi dengan bentuk variasi yang disesuaikan dengan situasi pada saat pengamatan maupun kondisi yang ada.

##### 2. Data Sekunder

Menurut (Sugiyono, 2019) data yang diperoleh melalui sumber tidak langsung yang biasanya berupa data dokumentasi maupun arsip resmi yang pengumpulannya diusahakan sendiri oleh penulis. Data ini diperoleh melalui buku maupun media digital internet yang berkesinambungan dengan obyek

penelitian proposal atau yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas sebagai pedoman teoritis dan ketentuan formal dari keadaan nyata dalam proses observasi.

#### **F. Metode Pengumpulan Data**

Metode atau teknik pengumpulan data merupakan suatu cara atau teknik yang dilakukan oleh peneliti guna pengumpulan data yang berkaitan dengan permasalahan dari penelitian yang diambilnya. Secara umum dalam proses pengumpulan data dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode atau Teknik diantaranya yakni teknik wawancara, angket (*questionnaire*), pengamatan (*observation*), serta studi dokumentasi. Akan tetapi dalam penelitian ini penulis tidak menggunakan teknik wawancara, hal ini dikarenakan responden yang berjumlah relatif sedikit sehingga dapat bersifat subyektif untuk data yang diterima. Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa metode atau Teknik pengumpulan data yang dirasa tepat oleh peneliti, beberapa diantaranya yakni :

##### **1. Metode Observasi**

Menurut Riduwan (2019:57) metode observasi merupakan suatu metode atau teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan secara langsung pada objek penelitian guna melihat dari jarak dekat terkait kegiatan yang dilakukan. Metode observasi ini sangat berguna dalam mencari data terkait suatu sistem, sehingga akan sangat membantu dalam penyusunan suatu penelitian.

##### **2. Metode Dokumentasi**

Menurut (Herdiansyah, 2018:143) metode studi dokumentasi merupakan salah satu metode atau teknik pengumpulan data secara kualitatif dengan melihat, mencatat, serta mengambil gambar pada saat proses dalam melakukan suatu perbaikan maupun perawatan terhadap suatu permesinan. Dalam teknik ini berbagai arsip dan dokumen memiliki peranan yang cukup penting guna dapat membantu dalam pengisian data yang akan digunakan dalam mengambil suatu kesimpulan dalam suatu penelitian yang dilakukan.

## G. Teknik Analisa Data

Pada penelitian ini digunakan metode penelitian HAZOP (*hazard and operating study*) dimana menurut penelitian yang dilakukan oleh Restuputri (2018) dengan judul Analisis kecelakaan kerja dengan menggunakan metode *Hazard and Operability Study*(HAZOP) dimana pada penelitian tersebut menyatakan bahwa metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) merupakan suatu metode maupun teknik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu resiko dari suatu sistem secara sistematis, teliti, dan terstruktur. Metode HAZOP sangat cocok digunakan untuk mengidentifikasi suatu permasalahan yang dapat mengganggu jalannya suatu proses dan resiko yang dapat terjadi pada suatu sistem, sehingga dapat menimbulkan kerugian baik pada manusia atau pekerja maupun pada fasilitas sistem tersebut. Metode ini dapat mencegah risiko yang akan terjadi pada suatu sistem sehingga dapat meminimalisir risiko kerusakan tersebut.

*Hazard and Operability Study* (HAZOP) merupakan salah satu metode yang sangat efektif dalam upaya menentukan suatu bahaya dan resiko apa yang akan terjadi terhadap suatu penurunan kinerja yang dapat mengganggu proses suatu sistem. Dalam proses menentukan bahaya dan resiko yang akan terjadi terdapat beberapa langkah yang harus di lakukan dalam analisa metode HAZOP diantaranya yakni :

1. Apa yang sedang terjadi maupun dimana lokasi letak sistem tersebut berkerja.
2. Mencari sumber hazard yang ditemukan pada lapangan.
3. Mencari Deviation maupun hal lain apa saja yang berpotensi untuk dapat menimbulkan risiko kerusakan.
4. Menentukan *Cause* atau penyebab yang memiliki kemungkinan akan dapat mengakibatkan penyimpangan.
5. *Menentukan Consequence* atau akibat dari *deviation* yang terjadi sehingga harus diterima oleh sistem.
6. *Menentukan* dan membagi atau dalam kata lain yakni *action* maupun tindakan dimana tindakan dapa terbagi menjadi dua kelompok yakni tindakan yang mengurangi atau menghilangkan akibat. Akan tetapi apa yang terlebih dahulu diputuskan hal ini tidak selalu memungkinkan terjadi terutama ketika

berhadapan dengan kerusakan peralatan. Namun, selalu diusahakan untuk menyingkirkan penyebabnya dan hanya pada bagian mana yang perlu agar dikurangi untuk potensi konsekuensinya.

7. Menentukan *Severity* yakni tingkat keparahan yang diperkirakan dapat terjadi nantinya.
8. Membuat *tabel likelihood* yakni kemungkinan terjadinya konsekuensi dengan pengaman yang sudah tersedia.
9. Membuat *table Risk matrix* yang merupakan nilai risiko dimana ini diperoleh dari kombinasi kemungkinan *likelihood* dan *severity*

Maka dari itu, Metode HAZOP (*hazard and operability study*) merupakan sebuah metode atau teknik studi penelitian yang dapat digunakan dalam menilai tingkat suatu resiko yang terjadi maupun yang akan terjadi, selain itu juga dapat menangani suatu resiko tersebut dengan keberhasilan yang memiliki persentase cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena pengambilan data-data yang sebelumnya dimana resiko tersebut pernah terjadi.