

**SKRIPSI**

**ANALISA KEGAGALAN SISTEM PENUNJANG MESIN  
UTAMA KAPAL PENANGKAP IKAN DENGAN METODE  
*URGENCY, SERIOUSNESS, GROWTH***

**Disusun dan diajukan oleh:**

**JUWITA NURDIN  
D091191012**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SISTEM  
PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISA KEGAGALAN SISTEM PENUNJANG MESIN  
UTAMA KAPAL PENANGKAP IKAN DENGAN METODE  
URGENCY, SERIOUSNESS, GROWTH**

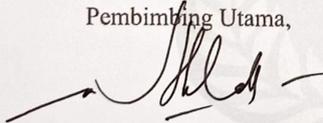
Disusun dan diajukan oleh

**Juwita Nurdin  
D091191012**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian dibentuk dalam rangka Penyelesaian  
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 11 Juli 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Surya Hariyanto, S.T., M.T.  
NIP: 19710207 200012 1 001

Pembimbing Pendamping,



M. Rusydi Alwi, S.T., M.T  
NIP: 19730123 200012 1 001

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Faizal Mahmud, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng  
NIP: 19630211 200501 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Juwita Nurdin  
NIM : D091191012  
Program Studi : Teknik Sistem Perkapalan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“ANALISA KEGAGALAN SISTEM PENUNJANG MESIN UTAMA  
KAPAL PENANGKAP IKAN DENGAN METODE *URGENCY,  
SERIOUSNESS, GROWTH*”**

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 13 Juli 2023

Yang Menyatakan



Juwita Nurdin

## ABSTRAK

**JUWITA NURDIN.** *Analisa Kegagalan Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan Dengan Metode Urgency, Seriousness, Growth* (dibimbing oleh Surya Hariyanto dan M. Rusydi Alwi)

Kondisi kelayakan kapal penangkap ikan di Indonesia sering kali diabaikan seperti dimensi kapal, *main engine* dan awak kapal hal ini dapat menjadi penyebab terjadi kecelakaan kerja saat operasional. Pada saat beroperasi terjadi beberapa masalah pada sistem penunjang mesin utama, masalah yang sering terjadi adalah mesin yang selalu didorong untuk beroperasi secara terus menerus sehingga panas yang berlebih mengakibatkan kurang optimalnya kinerja dari mesin serta komponen-komponen mesin diesel yang karatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab, dampak dan upaya pencegahan kegagalan pada sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah FTA (*Fault Tree Analysis*) dan (*Urgency, Seriousness, Growth*). Objek Penelitian ini dilakukan pada kapal penangkap ikan yang menggunakan mesin eks truk sebagai tenaga penggerak utamanya di Pelabuhan Wotu dan Pelabuhan Malili Kabupaten Luwu Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kegagalan pada sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan disebabkan oleh beberapa faktor yang saling berkaitan satu dengan yang lain. Terdapat 26 permasalahan yang menjadi faktor penyebab utama kegagalan berdasarkan metode FTA, kemudian dilakukan penilaian prioritas masalah oleh responden menggunakan metode USG yang menjadi prioritas masalah pada kegagalan sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan yaitu korsleting pada motor *starter*.

Kata Kunci: Kapal Penangkap Ikan, Sistem Penunjang Mesin Utama, FTA, USG.

## ABSTRACT

**Juwita Nurdin.** *Failure Analysis of Support Systems for the Main Fishing Vessel Engines Using the Urgency, Seriousness, Growth Method (supervised by Surya Hariyanto and M. Rusydi Alwi)*

*The feasibility of fishing vessels in Indonesia is often neglected, with the dimensions of the ship, main engine, and crew being potential causes of work accidents during operations. There are several problems with the main engine support system when operating, with the engine being constantly pushed to operate resulting in excessive heat, reduced engine performance, and rusty diesel engine components. This study aims to identify the causes, impacts, and prevention efforts for failures in the main engine support system of fishing vessels. The methods used are Fault Tree Analysis (FTA) and Urgency, Seriousness, Growth (USG). The study was conducted on fishing vessels using ex-truck engines as their primary propulsion system in Wotu and Malili Ports, East Luwu Regency. The FTA method identified 26 interrelated problems that contribute to the failure of the main engine support system, with the USG method prioritizing a short circuit in the starter dynamo as the priority problem in the failure of the main engine support system of fishing vessels.*

*Keywords: Fishing Vessel, Main Engine Support System, FTA, USG.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
KATA PENGANTAR .....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Kapal Perikanan .....	5
2.1.1. Definisi Kapal Perikanan .....	5
2.1.2. Kapal Penangkap Ikan.....	6
2.2. Sistem Propulsi Kapal Penangkap Ikan .....	9
2.3. Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan .....	10
2.2.1. Sistem Bahan Bakar .....	10
2.2.2. Sistem Pelumasan .....	11
2.2.3. Sistem Pendingin.....	14
2.2.4. Sistem <i>Start</i> .....	16
2.3. <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> .....	17
2.4. <i>Urgency, Seriousness, Growth (USG)</i> .....	20
2.5. Uji Keabsahan Instrumen Penelitian .....	24
BAB III .....	29
METODE PENELITIAN.....	29
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	29
3.2. Tahapan Penelitian .....	29
3.3. Pengumpulan Data Dengan Wawancara Langsung .....	30
3.4. Pengolahan Data.....	31
3.4.1 <i>Fault Tree Analysis</i> .....	32
3.4.2 <i>Urgency, Seriousness, Growth</i> .....	32
3.4.3 Uji Keabsahan Instrumen Penelitian.....	32
3.5. Kerangka Alur Penelitian .....	34
BAB IV .....	35
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1. Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan .....	35
4.1.1. Sistem Bahan Bakar .....	35

4.1.2.	Sistem Pelumas .....	36
4.1.3.	Sistem Pendingin.....	37
4.1.4.	Sistem <i>Start</i> .....	39
4.2.	Gambaran Responden Penelitian .....	39
4.3.	Analisa Kualitatif <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> Pada Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan .....	41
4.4.	Analisa Kuantitatif <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> Pada Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan .....	44
4.5.	Analisa <i>Urgency, Seriousness, Growth (USG)</i> Pada Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan .....	46
4.6.	Hasil Pengujian Keabsahan Kuesioner Penilaian Prioritas Masalah Pada Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan Dengan Metode USG.....	56
4.6.1.	Hasil Uji Validitas.....	56
4.6.2.	Hasil Uji Reliabilitas .....	58
4.7.	Penyebab Terjadinya Kegagalan Pada Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan.....	59
4.8.	Dampak Terjadinya Kegagalan Pada Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan.....	63
4.9.	Upaya Dilakukan Untuk Mencegah Terjadinya Kegagalan Pada Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan .....	67
4.10.	Analisa Kegagalan Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan .....	72
BAB V.....		75
PENUTUP.....		75
5.1.	Kesimpulan .....	75
5.2.	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA .....		77
LAMPIRAN.....		79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kapal pukat cincin.....	6
Gambar 2 Kapal pukat hela belakang .....	6
Gambar 3 Kapal pukat berbingkai .....	7
Gambar 4 Kapal pukat garuk .....	7
Gambar 5 Kapal jaring angkat atau bagan apung .....	8
Gambar 6 Kapal jaring insang.....	8
Gambar 7 Kapal pancing joran .....	9
Gambar 8 Sistem Propulsi Kapal .....	10
Gambar 9 Carter atau sump tank.....	12
Gambar 10 Pompa Pelumas .....	13
Gambar 11 Filter .....	13
Gambar 12 Oil Cooler.....	13
Gambar 13 Relief Valve.....	14
Gambar 14 Radiator .....	15
Gambar 15 Thermostat.....	15
Gambar 16 Blower .....	15
Gambar 17 Sirip Pendingin.....	16
Gambar 18 Lokasi penelitian di Kabupaten Luwu Timur .....	29
Gambar 19 Proses wawancara langsung awak kapal ikan dan operator mesin yang berperan dalam pengoperasional mesin utama.....	30
Gambar 20 Kerangka alur penelitian .....	34
Gambar 21 Diagram alur kerja sistem bahan bakar mesin utama kapal penangkap ikan .....	36
Gambar 22 Diagram alur kerja sistem pelumas mesin utama kapal penangkap ikan .....	37
Gambar 23 Diagram alur kerja sistem pendingin mesin utama kapal penangkap ikan.....	38
Gambar 24 Diagram alur kerja sistem start mesin utama kapal penangkap ikan .	39
Gambar 25 Fault Tree Analysis Sistem Penunjang Mesin Utama.....	42
Gambar 26 Grafik Penilaian Prioritas Masalah Pada Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan .....	48
Gambar 27 (a) Ukuran utama kapal pukat, (b) ukuran utama kapal bagan apung	82
Gambar 28 KN. Al Kautsar 4.....	83
Gambar 29 KN. Buana Bahari .....	83
Gambar 30 KN. Harapan Baru.....	83
Gambar 31 KN. Restu .....	84
Gambar 32 KN. Sumber Kehidupan .....	84
Gambar 33 KN. Rehan .....	84
Gambar 34 KN. Tolala Raya 3.....	85
Gambar 35 KN. Tiga Putra 01 .....	85
Gambar 36 KN. Marannu.....	85
Gambar 37 KN. Putri Kembar 02 .....	86
Gambar 38 KN. Naruto 01 .....	86
Gambar 39 KN. Matirowalie.....	86
Gambar 40 KN. Tiga Putra 02 .....	87

Gambar 41 KN. Tiga Putra 03 .....	87
Gambar 42 KN. Tiga Putra 04 .....	87
Gambar 43 KN. Anugrah .....	88

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Simbol Notasi Peristiwa.....	18
Tabel 2 Simbol Gerbang Logika.....	18
Tabel 3 Contoh tabel penentuan prioritas masalah dengan metode USG.....	21
Tabel 4 Matriks kategorisasi prioritas masalah.....	22
Tabel 5 Parameter Penilaian Skala Prioritas Masalah dengan Metode USG.....	22
Tabel 6 Hasil wawancara langsung kegagalan pada sistem penunjang mesin utama .....	30
Tabel 7 Profil responden penelitian .....	40
Tabel 8 Minimal <i>cut set basic event</i> kegagalan sistem penunjang mesin utama ..	43
Tabel 9 Probabilitas setiap basic event pada fault tree analysis.....	45
Tabel 10 Total Penilaian dan Perangkingan Prioritas Masalah dengan Metode USG.....	46
Tabel 11 <i>Range</i> Kategorisasi Tingkat Prioritas Masalah.....	48
Tabel 12 Analisa USG Prioritas Masalah Pada Sistem Penunjang Mesin Utama	50
Tabel 13 Uji validitas kuesioner variabel urgency.....	56
Tabel 14 Uji validitas kuesioner variabel seriousness .....	57
Tabel 15 Uji validitas kuesioner variabel growth .....	57
Tabel 16 Contoh format logbook untuk monitoring kinerja mesin utama kapal penangkap ikan.....	74

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
FTA	<i>Fault Tree Analysis</i>
USG	<i>Urgency, Seriousness, Growth</i>
$\bar{x}_i$	<i>mean</i> butir yang menjawab benar
$\bar{x}_t$	<i>mean</i> skor total
$S_t$	simpangan baku total
$p$	proporsi yang menjawab benar
$r_{xy}$	koefisien korelasi antara variabel x dan y
$\sum xy$	jumlah perkalian x dan y
$x^2$	kuadrat dari x
$y^2$	kuadrat dari y
$n$	banyaknya pasangan data x dan y
$\sum x$	total jumlah dari variabel x
$\sum y$	total jumlah variabel y
$\sum x^2$	kuadrat dari total jumlah variabel x
$\sum y^2$	kuadrat total jumlah variabel y
$r$	reliabilitas
$\sum \sigma_t^2$	jumlah varians skor tiap-tiap item
$\sigma_t^2$	variens total

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kapal Responden Penelitian .....	80
Lampiran 2 Dokumentasi Kapal Penangkap Ikan Objek Penelitian .....	83
Lampiran 3 Dokumentasi penyebaran kuesioner penilaian prioritas masalah kepada para responden penelitian .....	89
Lampiran 4 Kuesioner Penelitian .....	90
Lampiran 5 Contoh Pengisian Kuesioner Penilaian Prioritas Masalah USG oleh Responden .....	97
Lampiran 6 Total Penilaian Prioritas Masalah oleh 30 responden .....	101
Lampiran 7 Probabilitas Kuantitatif FTA .....	102
Lampiran 8 Range kategori tingkatan prioritas masalah.....	103
Lampiran 9 Komponen sistem penunjang pada mesin kapal penangkap ikan....	105
Lampiran 10 Uji R Tabel .....	108
Lampiran 11 Uji validitas dan reliabilitas item urgency .....	109
Lampiran 12 Uji validitas dan reliabilitas item seriousness.....	111
Lampiran 13 Uji validitas dan reliabilitas item growth .....	113
Lampiran 14 Surat Penugasan Pembimbing Skripsi.....	115

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga skripsi dengan judul “Analisa Kegagalan Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan Dengan Metode *Urgency, Seriousness, Growth*” dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk menyelesaikan salah satu persyaratan yang harus ditempuh guna mendapatkan gelar strata satu pada Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai masa penyelesaian penulisan skripsi ini. Untuk itu pada kesempatan kali ini penulis akan mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. **Tuhan Yang Maha Esa** yang telah memberikan nikmat kesehatan, kesabaran dan kelancaran dalam proses perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
2. **Kedua orang tua tercinta Bapak Nurdin dan Ibu Marlina** serta **adik-adik Husnul Fadilah Nurdin, Muh. Ilham, dan Aprilia Putri**. Terima kasih atas kepercayaan yang diberikan, serta pengorbanan, cinta, doa, motivasi, semangat dan nasehat yang tiada hentinya diberikan. Dan juga tanpa lelah mendukung segala keputusan dan pilihan hidup penulis, kalian sangat berarti. Semoga Allah SWT selalu menjaga kalian dalam kebaikan dan kemudahan-Nya. *Aamiin*.
3. **Bapak Surya Hariyanto, ST., MT.** selaku pembimbing utama yang selalu bersedia meluangkan waktunya dan juga memberikan masukan, saran dan motivasi selama proses penulisan skripsi ini.
4. **Bapak M. Rusydi Alwi, ST., MT.** selaku pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan serta memberikan nasihat dalam pengerjaan skripsi ini.
5. **Bapak Baharuddin, ST., MT.** selaku pembimbing akademik dan penguji pertama yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan nasihat sehingga penulis dapat mengerjakan skripsi ini dengan baik.
6. **Ibu Balqis Shintarahayu, ST. M.Sc.** selaku penguji kedua yang telah banyak memberikan masukan, dan saran serta pengarahan terhadap penulisan skripsi ini.
7. **Seluruh dosen, staff dan karyawan** Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. **Saudara-saudari KORTNOZZLE19** yang selalu membersamai, menyemangati dan memotivasi dari masih maba hingga proses penulisan skripsi ini. Terimakasih atas cerita perjalanan yang sangat menyenangkan ini.
9. **Sahabat OESTAD Nurafni Oktavia Ramli, Andi Wulandari, Rahmawati Burhan, Citra Amalia Kuddus, Rismayanti, Nursakina, dan Wulan** yang

selalu menghibur dengan candaan dan tingkah lakunya serta selalu memberikan semangat dan doa untuk kelancaran dalam penulisan skripsi ini.

10. **Support System Rayhan Maulana**, serta **Chaerunisa Rhoudatuljannah**, dan **Andika Saputra** yang telah menemani perjuangan serta memberikan semangat, dorongan dan doa serta tidak jarang memberikan bantuan material ketika penulis dalam kesulitan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
11. **Seluruh responden** yang berpartisipasi dan membantu dalam pengambilan data penelitian ini dan telah meluangkan waktu ditengah-tengah kesibukannya.
12. **Semua pihak** yang telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis berharap kritikan dan saran untuk menutupi kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan dapat menambah wawasan bagi penulis dan pembaca.

Gowa, 13 Juli 2023

Juwita Nurdin

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Kapal penangkap ikan merupakan kapal nelayan yang berfungsi untuk melakukan penangkapan ikan di laut, dimana kapal ini dirancang sesuai dengan alat tangkap serta cara penangkapan ikan yang digunakan. Kondisi kelayakan kapal penangkap ikan di Indonesia sering kali diabaikan seperti dimensi kapal, *main engine* dan awak kapal hal ini dapat menjadi penyebab terjadi kecelakaan kerja saat operasional. (Yaqin, et al., 2022).

Mesin utama sering kali mengalami kegagalan operasional yang terjadi secara tiba-tiba yang berakibat pada keterlambatan hasil tangkap untuk sampai ke tujuan, tidak jarang para nelayan harus mendayung pulang karena kerusakan pada mesin, hal ini tentunya dapat berakibat fatal. (Hadi S., Priharanto, & Latif A., 2018).

Penggunaan mesin diesel truk untuk kebutuhan *marine* dengan alasan harga mesin yang lebih murah dibandingkan dengan *marine engine*, kemudahan memperoleh suku cadang ketika terjadi kegagalan pada sistem penunjangnya serta kemudahan dalam memodifikasi. Instalasi permesinan yang tidak diperuntukan untuk kebutuhan *marine* harus dilakukan dengan baik, kondisi komponen yang selalu terkena air laut dapat mempercepat proses kerusakan komponen, selain itu karakteristik dari sistem pendingin dari mesin *non marine* dapat terjadi kegagalan akibat pelumasan mesin yang tidak statis. Maka perlunya dilakukan perawatan yang optimal untuk menjaga keandalan dari mesin tersebut. (Wiyastra, Baskoro, & Purwangka, 2012).

Mesin utama dapat bekerja dengan optimal ketika ditunjang dengan sistem penunjang yang baik diantaranya sistem bahan bakar (*fuel oil*), sistem pelumas (*lubricating oil system*), sistem pendingin (*cooling system*) dan sistem start (*starting system*). (Yaqin, et al., 2022). Semua sistem ini harus beroperasi dengan optimal tanpa adanya kendala maupun gangguan, yang berarti tiap sistem ini harus mendapatkan pemeliharaan dan perawatan permesinan yang harus dilakukan secara rutin agar nelayan dapat beroperasi dengan baik dan dalam jangka waktu yang lama. (Latif, Priharanto, Prasetyo, & Muhfizar, 2018).

Sebagian besar kapal penangkap ikan di wilayah Luwu Timur menggunakan mesin diesel truk yang telah dimodifikasi untuk kebutuhan *marine*. Pada saat beroperasi terjadi beberapa masalah pada sistem penunjang mesin utama, masalah yang sering terjadi adalah mesin yang selalu didorong untuk beroperasi secara terus menerus sehingga panas yang berlebih mengakibatkan kurang optimalnya kinerja dari mesin serta komponen-komponen mesin diesel yang karatan.

Kondisi pengoperasian mesin jika dilakukan secara terus menerus akan mengakibatkan penurunan kinerja mesin. Ada banyak hal yang menyebabkan kegagalan kinerja mesin utama yaitu pembakaran yang tidak optimal yang menyebabkan kapal berhenti beroperasi ditengah laut, keausan komponen yang saling bersinggungan, menurunnya kinerja filter bahan bakar maupun pelumas akibat tersumbat kotoran partikel karatan serta naiknya temperatur komponen-komponen mesin utama akibat kegagalan dari sistem pendinginan. Kegagalan mesin utama ini akan berakibat fatal jika dibiarkan terus-menerus.

Permasalahan ini terjadi karena kurangnya upaya dalam mencegah kegagalan yang terjadi, ketika melakukan perawatan dengan baik maka akan menurunkan persentase kegagalan yang terjadi pada mesin, tetapi hal ini harus didukung dengan metode perawatan yang baik. Tindakan yang diambil ketika terjadi kegagalan menjadi keputusan yang baik untuk meningkatkan kinerja dari perawatan tersebut. Banyak metode yang dapat digunakan untuk menentukan skala prioritas perawatan dari suatu komponen pada sistem penunjang mesin utama. Salah satu yang dapat digunakan adalah *Fault Tree Analysis (FTA)* yang dapat digunakan untuk mendeteksi sebab akibat dari sistem penunjang yang mengalami kegagalan. Dan *Urgency, Seriousness, Growth (USG)* digunakan untuk menyusun skala prioritas isu yang harus diselesaikan. Caranya dengan menentukan tingkat urgensi, keseriusan, dan perkembangan isu dengan menentukan skala nilai 1 – 5 atau 1 – 10. Isu yang memiliki total skor tertinggi merupakan isu prioritas.

Untuk dapat meningkatkan kondisi sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan akibat kegagalan komponen dalam operasional maka perlu adanya keterampilan serta kemampuan dari awak kapal untuk melakukan identifikasi kegagalan pada sistem penunjang pada mesin utama. Dengan melakukan identifikasi ini, para awak kapal akan mengetahui penyebab dari kegagalan sistem

penunjang mesin utama sehingga dapat melakukan tindakan pemeliharaan yang sesuai.

Berdasarkan permasalahan diatas maka peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul “**Analisa Kegagalan Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan Dengan Metode *Urgency, Seriousness, Growth***”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan?
2. Apa dampak kegagalan pada sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan?
3. Apa upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan pada sistem penunjang kapal penangkap ikan?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penyebab terjadinya kegagalan pada sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan.
2. Mengetahui dampak kegagalan pada sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan.
3. Mengetahui upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan pada sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan acuan bagi operator mesin dan awak kapal mengenai sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan di Kabupaten Luwu Timur.
2. Memberikan informasi prioritas risiko permasalahan-permasalahan yang terjadi pada sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan di Pelabuhan Wotu dan Pelabuhan Malili Kab. Luwu Timur.

3. Memberikan informasi mengenai penyebab, dampak dan upaya dari permasalahan yang terjadi pada sistem penunjang mesin utama kapal penangkap ikan.
4. Sebagai acuan atau perbandingan untuk penelitian selanjutnya.

### **1.5. Batasan Masalah**

1. Penelitian ini dilakukan pada kapal penangkap ikan yang menggunakan mesin eks truk sebagai tenaga penggerak utamanya di Pelabuhan Wotu dan Pelabuhan Malili Kabupaten Luwu Timur.
2. Penelitian ini dibatasi hanya pada komponen sistem penunjang mesin utama seperti sistem bahan bakar, sistem pelumas, sistem pendingin dan sistem *start*.
3. Penelitian ini dibatasi dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* dan *Urgency, Seriousness, Growth*.
4. Penelitian ini dibatasi dengan tiga puluh orang responden penelitian.
5. Uji keabsahan instrumen penelitian diolah menggunakan *software Microsoft Excel* dengan uji validitas dan uji reliabilitas.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kapal Perikanan**

##### **2.1.1. Definisi Kapal Perikanan**

Menurut Undang-undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan, kapal perikanan adalah kapal, perahu atau alat apung lain yang dipergunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengelolaan ikan, pelatihan perikanan, dan penelitian atau eksplorasi perikanan.

Kapal perikanan secara umum terdiri dari beberapa jenis yaitu:

1. Kapal Penangkap Ikan

Kapal penangkap ikan merupakan kapal yang dirancang dan digunakan secara khusus untuk melakukan penangkapan ikan sesuai dengan alat tangkap yang digunakan dan teknik penangkapan ikan yang digunakan termasuk penampungan, penyimpanan dan pengawetan.

2. Kapal Pengangkut Hasil Tangkapan

Kapal pengangkut hasil tangkapan merupakan kapal yang dirancang secara khusus dilengkapi dengan palka sebagai tempat menampung menyimpan, mengawetkan dan mengangkut hasil tangkapan.

3. Kapal Survey

Kapal survey merupakan kapal yang dirancang secara khusus untuk melakukan kegiatan survey perikanan dan kelautan.

4. Kapal Latih

Kapal latih merupakan kapal yang dirancang secara khusus untuk melakukan pelatihan penangkap ikan.

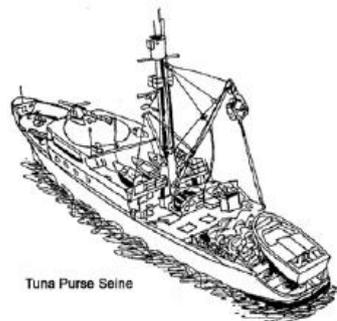
5. Kapal Pengawas Perikanan

Kapal pengawas perikanan merupakan kapal yang dirancang khusus untuk melakukan kegiatan pengawasan kapal-kapal perikanan

### 2.1.2. Kapal Penangkap Ikan

Jenis-jenis kapal penangkap ikan berdasarkan alat tangkap yang digunakan sebagai berikut:

#### 1. Kapal Pukat Cincin Tuna



Sumber: Kapal Penangkap Ikan (2007)

Gambar 1 Kapal pukat cincin

Gambar 1 merupakan kapal pukat cincin dengan efektivitas paling tinggi dalam melakukan penangkapan kumpulan ikan yang berada pada permukaan laut. Sebagai tempat untuk melakukan pemantauan ikan maka dibangun *crows nest* di tiang utama, pada kapal pukat cincin yang berukuran besar (*tuna purse seine*) dibangun khusus dengan *crowsnest* dan *helipad*.

#### 2. Kapal Pukat Hela

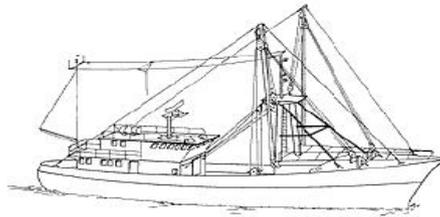


Sumber: Kapal Penangkap Ikan (2007)

Gambar 2 Kapal pukat hela belakang

Gambar 2 merupakan kapal pukat hela (*trawler*) yang dirancang untuk menghela pukat hela di belakang kapal. Pada umumnya kapal ini memiliki geladak kerja di buritan terkecuali kapal hasil modifikasi dari kapal lain yang digunakan untuk mengoperasikan kapal pukat hela samping (*side trawl*). Kapal pukat hela dapat bekerja sendiri-sendiri atau ganda (*pair trawler*) untuk mengoperasikan pukat hela pertengahan atau pukat hela dasar. Hasil tangkapan yang ada akan langsung ditangani di atas deck dan untuk kapal hela yang berukuran besar akan dilakukan di bawah *deck* (*working spaces*).

### 3. Kapal Pukat Berbingkai



Sumber: Kapal Penangkap Ikan (2007)

Gambar 3 Kapal pukat berbingkai

Gambar 3 merupakan kapal yang dioperasikan menggunakan pukat hela berpaling atau berbingkai dengan menggunakan rig ganda, mirip dengan kapal pukat hela rig ganda

### 4. Kapal Pukat Garuk

Gambar 4 dibawah ini merupakan kategori kapal hela dasar, dirancang untuk mengoperasikan pukat haruk (*dredge*) sebagai pengumpul kerang-kerangan pada dasar laut dengan cara menghelanya di buritan kapal.



Sumber: Kapal Penangkap Ikan (2007)

Gambar 4 Kapal pukat garuk

#### 5. Kapal Jaring Angkat

Gambar 5 dibawah ini merupakan kapal yang dirancang dan dilengkapi dengan peralatan untuk mengoperasikan *lift net* berukuran besar. Peralatan ini diletakkan di geladak untuk menaikkan atau menurunkan *lift net* di lambung kanan dan kiri kapal secara bergantian, dilengkapi dengan lampu-lampu (*underwater fishing lamp*) untuk menarik perhatian ikan.



Gambar 5 Kapal jaring angkat atau bagan apung

#### 6. Kapal Jaring Insang

Gambar 6 dibawah ini merupakan kapal yang didesain sangat sederhana dan berukuran kecil serta memiliki geladak terbuka. Perlengkapan penangkapan ikan yang digunakan hanyalah *net hauler*.



Gambar 6 Kapal jaring insang

#### 7. Kapal Pancing Joran

Gambar 7 dibawah ini merupakan kapal yang dilengkapi dengan tangki umpan hidup dan *water sprayer* untuk menarik atau memecah

perhatian ikan. Untuk kapal yang besar dilengkapi dengan sistem refrigerasi untuk menyimpan hasil tangkapan, sedangkan yang kecil dengan sistem operasi harian, dimana hasil tangkapan cukup diawetkan di dalam box dan es.



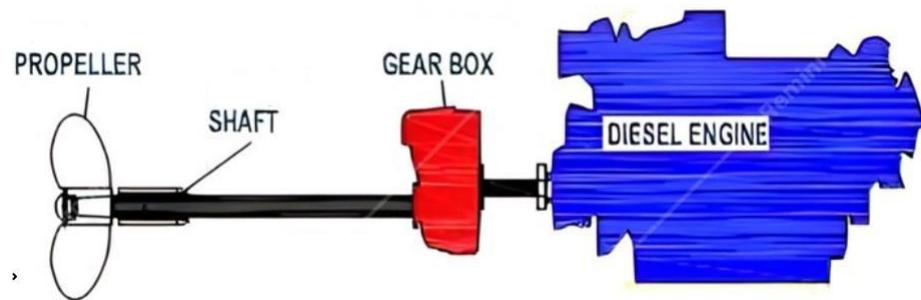
Sumber: [kommari.org](http://kommari.org)

Gambar 7 Kapal pancing joran

## 2.2. Sistem Propulsi Kapal Penangkap Ikan

Secara umum sistem propulsi pada kapal terdiri atas 3 komponen utama yaitu motor penggerak, sistem transmisi dan alat gerak. Ketiga komponen ini adalah satu kesatuan yang di dalamnya terdapat proses perencanaannya tidak dapat ditinjau secara terpisah-pisah. Kesalahan dalam melakukan perancangan dapat menyebabkan kondisi tertentu seperti tidak tercapainya kecepatan dinas yang telah direncanakan, berkurangnya efisiensi bahan bakar, dan penurunan nilai ekonomis kapal.

Pada kapal penangkap ikan umumnya mempunyai 3 pola operasional yaitu pencarian ikan, pengejaran ikan, dan penangkapan ikan. Berdasarkan pola tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat fleksibilitas dalam operasional kapal ikan adalah sangat tinggi, dimana kebutuhan tersebut harus dipenuhi maka kapal haruslah memiliki konfigurasi sistem propulsi yang handal dan mampu memberikan ruang fleksibilitas secara optimal sesuai dengan cakupan teknis dan ekonomis kapal.



Sumber: Jurnal Teknik ITS (2016)

Gambar 8 Sistem Propulsi Kapal

Arah putar propeller tergantung pada arah perputaran porosnya, maka untuk merubah arah putaran poros propeller perlu adanya alat yang dapat mentransmisi arah putaran yaitu *gearbox*. *Gearbox* merupakan rangkaian instalasi sistem penggerak kapal yang berfungsi sebagai penghubung mesin dengan poros propeller, pereduksi putaran dan perubah arah putaran.

Daya yang dihasilkan oleh mesin utama yang mendorong propeller diatur oleh *transmission gear* kemudian ditransmisikan melalui *shaft*. Putaran *transmission gear* pada kapal hanya ada dua putaran yaitu putaran kiri atau putaran kanan artinya kapal hanya dapat bergerak maju atau mundur. *Shaft* sebagai penghubung antara *transmission gear* ke propeller menembus lambung kapal pada bagian buritan yang kemudian disebut dengan *stern tube*. *Stern tube* mampu menahan aliran air dari luar kapal baik akibat tekanan air laut maupun putaran propeller.

### 2.3. Sistem Penunjang Mesin Utama Kapal Penangkap Ikan

#### 2.2.1. Sistem Bahan Bakar

Mesin diesel merupakan motor bakar dengan proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin itu sendiri (*internal combustion engine*) dan pembakaran terjadi karena udara murni dimampatkan (dikompresi) dalam suatu ruang bakar (silinder) sehingga diperoleh udara bertekanan tinggi serta panas yang tinggi, bersamaan dengan itu disemprotkan / dikabutkan bahan bakar sehingga terjadilah pembakaran. Pembakaran yang berupa ledakan akan menghasilkan panas tiba-tiba naik dan tekanan menjadi tinggi di dalam ruang bakar. Tekanan ini mendorong piston kebawah yang berlanjut dengan poros engkol berputar. (Samlawi, 2015).

Sistem bahan bakar pada mesin diesel pada dasarnya berfungsi untuk menyalurkan bahan bakar ke ruang bakar dengan kapasitas yang sesuai dengan kinerja mesin tersebut. Komponen utama dari sistem bahan bakar mesin diesel 4 tak silinder tunggal adalah sebagai berikut:

1. Tangki bahan bakar digunakan sebagai tempat untuk menampung bahan bakar mesin diesel.
2. *Valve* digunakan untuk membuka dan menutup aliran bahan bakar dari tangki ke filter bahan bakar.
3. Filter digunakan untuk memfilter kotoran atau komponen kecil yang mengalir bersama bahan bakar, dan untuk memastikan bahan bakar yang dialirkan ke pompa injeksi bersih.
4. Governor digunakan untuk mengatur banyaknya suplai bahan bakar ke injektor sesuai dengan beban putaran mesin.
5. *Pump injection* digunakan untuk menaikkan tekanan bahan bakar.
6. Katup injeksi digunakan untuk menyembrotkan bahan bakar dengan tekanan tinggi ke dalam ruang bakar sehingga proses pembakaran dapat berlangsung dengan baik.

### **2.2.2. Sistem Pelumasan**

Mesin diesel merupakan mesin mekanis yang di dalamnya terdapat komponen yang saling bersinggungan, maka dari itu untuk mencegah terjadinya keausan yang diperlukan pelumas. (Latif, Priharanto, Prasetyo, & Muhfizar, 2018). Terdapat dua jenis sistem pelumasan yaitu :

1. Sistem pelumasan basah (*wet system*), dimana bak penampungan pelumas berada di dalam mesin (*Carter*).
2. Sistem pelumasan kering (*dry system*), dimana bak penampungan berada diluar mesin (*sump tank*).

Fungsi pelumasan pada mesin diesel adalah:

1. Sebagai pembatasan pada komponen agar tidak saling bergesekan.
2. Sebagai media untuk mendinginkan mesin.
3. Sebagai media pencegahan korosi komponen mesin.

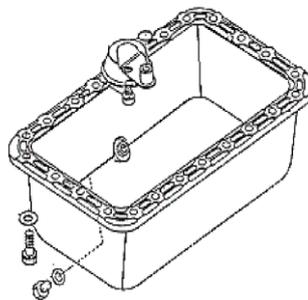
4. Dapat mengeluarkan kotoran-kotoran yang berada pada bagian yang bergerak sehingga tidak mudah untuk aus.

Menurut Supraptono (2004) tujuan dari pelumasan antara lain:

1. Menahan beban mesin, sehingga disini untuk mengantisipasi kerusakan *bearing* karena kontakannya poros dengan *bearing*.
2. Mengendalikan terjadinya getaran, jadi disini mempunyai aspek yaitu menjaga kelemahan bahan karena beban-beban ekstra yaitu dari getaran-getaran mesin.
3. Mencegah terjadinya korosi, disini korosi oleh uap air, lepasnya elektron, atau sebab-sebab lain.
4. Meredusir terjadinya noise.
5. Mempertahankan koefisien gesek.
6. Mengendalikan terjadinya panas.
7. Mengendalikan terhadap keausan bagian-bagian karena proses abrasi.

Komponen utama dari sistem pelumas mesin diesel adalah sebagai berikut:

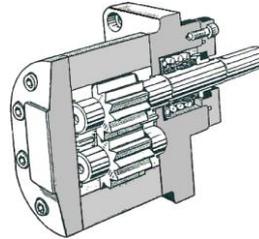
1. *Carter* atau *Sump Tank*



Sumber: Teori Dasar Motor Diesel (2015)  
Gambar 9 *Carter* atau *sump tank*

Gambar 9 *Carter* atau *sump tank* adalah sebuah bak yang berfungsi untuk menampung pelumas untuk disalurkan ke seluruh bagian mesin yang membutuhkan pelumasan serta dapat menampung endapan kotoran agar tidak ikut tersalurkan. Cara kerja dari *carter* atau *sump* adalah bak oli akan menampung pelumas yang telah disalurkan dan endapan kotoran tidak ikut terhisap oleh pompa.

## 2. Pompa Pelumas

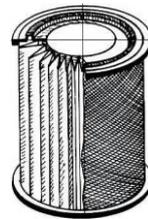


Sumber: Teori Dasar Motor Diesel (2015)

Gambar 10 Pompa Pelumas

Gambar 10 pompa pelumas berfungsi untuk memompa minyak pelumas untuk disalurkan ke semua bagian utama mesin serta bagian-bagian yang perlu mendapatkan pelumasan. Dimana pompa ini bekerja dengan tekanan yang tinggi, ketika mesin sudah mulai bekerja maka pompa otomatis akan bekerja dengan tekanan yang rendah.

## 3. Filter

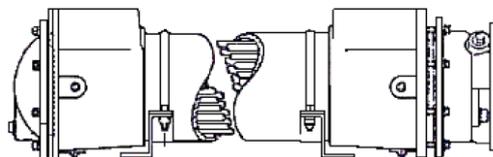


Sumber: Teori Dasar Motor Diesel (2015)

Gambar 11 Filter

Gambar 11 filter berfungsi untuk menyaring kotoran minyak pelumas agar tidak ikut disalurkan ke bagian utama mesin dan bagian-bagian yang perlu mendapatkan pelumasan.

## 4. *Oil Cooler*



Sumber: Teori Dasar Motor Diesel (2015)

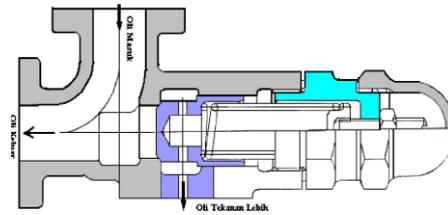
Gambar 12 *Oil Cooler*

Gambar 12 *Oil cooler* berfungsi untuk menurunkan temperatur komponen mesin agar pelumas dapat bekerja dengan maksimal dan nilai viskositas pelumas dapat kembali normal.

Prinsip kerja dari *oil cooler* ini adalah pelumas yang disalurkan setelah berada di *carter* dihisap oleh pompa pelumas dan ditekan dengan tekanan tinggi melalui *oil cooler* untuk didinginkan agar nilai viskositasnya kembali atau mendekati nilai normal, pendinginan pelumas dapat menggunakan air maupun udara.

### 5. *Relief Valve*

Gambar 13 dibawah ini merupakan *relief valve* yang berfungsi untuk mengatur tekanan pelumas yang disalurkan ke seluruh bagian utama mesin.



Sumber: Teori Dasar Motor Diesel (2015)

Gambar 13 *Relief Valve*

### 2.2.3. Sistem Pendingin

Fungsi pendinginan mesin :

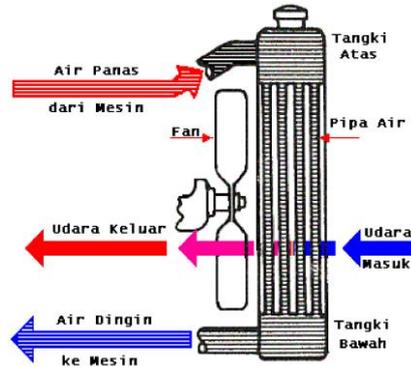
- a. Mempertahankan suhu kerja mesin.
- b. Meredam suara.
- c. Memperpanjang umur pemakaian komponen mesin.

Untuk pendinginan pada mesin diesel terdapat dua macam yang umum digunakan yaitu:

- a. Sistem pendinginan terbuka, dimana menggunakan air tawar maupun air laut sebagai media pendinginannya.
- b. Sistem pendinginan tertutup, dimana menggunakan air tawar maupun air laut kemudian air tersebut didinginkan kembali.

Komponen sistem pendingin yaitu:

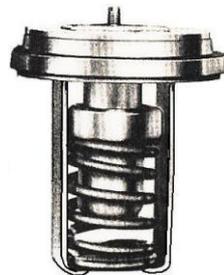
1. Peralatan sistem pendingin dengan air
  - a. Radiator, berguna untuk menyerap panas mesin selama operasional agar temperatur air pendingin tetap normal.



Sumber: Teori Dasar Motor Diesel (2015)

Gambar 14 Radiator

- b. *Thermostat*, berguna untuk mengatur air pendingin yang akan masuk kedalam mesin dari radiator pada saat temperatur mesin masih dingin.



Sumber: Teori Dasar Motor Diesel (2015)

Gambar 15 *Thermostat*

2. Peralatan sistem pendingin dengan udara
- a. Blower, berfungsi untuk mendinginkan sirip-sirip udara untuk pendingin oli agar temperatur kerja mesin tetap normal.

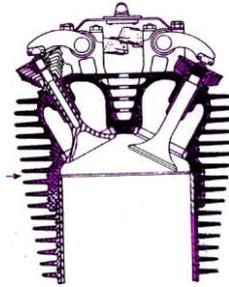


Sumber: Teori Dasar Motor Diesel (2015)

Gambar 16 Blower

- b. Sirip pendingin, berfungsi untuk mengalirkan panas dari dalam mesin agar permukaan yang akan didinginkan menjadi lebih luas dan sirip-sirip udara tersebut di dingin oleh udara yang mengalir

dari blower kipas udara (*fan*), maka panas yang di dalam silinder akan mudah di dinginkan.



Sumber: Teori Dasar Motor Diesel (2015)  
Gambar 17 Sirip Pendingin

#### 2.2.4. Sistem *Start*

Sistem *start* mesin adalah alat bantu yang berfungsi untuk penggerak awal untuk menghidupkan suatu mesin. Ada beberapa model sistem *start* yang digunakan tetapi yang umum digunakan adalah sistem *start* elektrik dan sistem *start* udara.

Pada sistem *start* elektrik dengan melakukan *start* mesin secara berulang dapat mempercepat kerusakan pada sistem *start* dan dapat memperpendek pemakaian dari accu.

Ada beberapa macam sistem *start* untuk mesin diantaranya:

1. Sistem Engkol (*Slenger*)
2. Sistem Motor Listrik (*Electrical*)
3. Sistem Motor Bantu
4. Sistem Pegas (*Spring*)
5. Sistem Udara (*Pneumatic*)

Dan yang umum yang digunakan yaitu:

1. Sistem engkol, biasanya digunakan pada sepeda motor, mesin diesel dengan daya 5-10 H dan mesin bensin daya 5-10 HP.
2. Sistem elektrik, biasanya berupa baterai dan accu. Digunakan pada sepeda motor, mesin diesel daya kecil-menengah, dan mesin bensin daya kecil-menengah.
3. Sistem udara, biasanya digunakan pada mesin diesel daya menengah-besar.

Sistem *start* pada mesin berfungsi untuk menghidupkan mesin sebelum bahan bakar dan bahan bakar menggerakkan mesin tersebut.

1. Komponen pada sistem *start* dengan elektrik adalah:
  - a. Baterai, biasanya dikenal dengan aki atau accu merupakan sumber tenaga sistem *start* elektrik, yang diubah dari energi kimia menjadi energi listrik.
  - b. Kunci kontak, merupakan alat yang berfungsi sebagai penghubung untuk *on* ataupun *off* dari sistem *start* dan komponen lainnya.
  - c. *Relay*, berguna sebagai pengontrol aliran listrik untuk memutuskan dan menghubungkan negatif baterai.
  - d. Motor starter, berguna sebagai pengubah energi listrik dari baterai/*accu* menjadi energi mekanik (gerak) yang berfungsi untuk menggerakkan atau memutar *flywheel*.
2. Komponen pada sistem *start* dengan udara adalah:
  - a. Reservoir, digunakan sebagai tempat untuk mengumpulkan udara atau gas.
  - b. *Main Starting Valve*, berfungsi sebagai katup untuk penyaluran udara ke masing-masing *cylinder head* dan untuk sistem *start*.
  - c. *Distributor Valve*, berfungsi sebagai katup untuk membagi udara *start* yang bekerja dengan *plunger*.
  - d. *Air Starting valve*, berfungsi untuk katup penyaluran udara pada *cylinder head* untuk menggerakkan piston pada saat ekspansi.

### 2.3. *Fault Tree Analysis (FTA)*

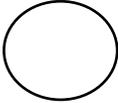
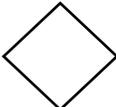
*Fault Tree Analysis (FTA)* adalah sebuah metode yang digunakan untuk mendeteksi adanya penyebab dan akibat suatu sistem mengalami kegagalan yang berasal dari komponen penyusunnya. FTA merupakan suatu langkah yang efektif untuk menyelesaikan masalah secara sistematis. FTA ini bekerja dengan menentukan kegagalan sistem/komponen terlebih dahulu yang selanjutnya kegagalan ini disebut "*top event*", selanjutnya *top event* diartikan sebagai hubungan antar faktor penyebab dari beberapa kegagalan dalam bentuk pohon kesalahan dengan gerbang logika sederhana yaitu "dan" dan "atau". Gerbang kegagalan ini digambarkan sebagai bentuk kegagalan, baik itu kegagalan tunggal maupun

beberapa kegagalan yang terjadi dalam waktu yang sama. (Latif, Priharanto, Prasetyo, & Muhfizar, 2018).

Dalam penggunaannya, FTA dapat digunakan secara kualitatif dimana terdapat dua tipe notasi dasar yaitu:

1. Notasi Peristiwa (*Events*)

Tabel 1 Simbol Notasi Peristiwa

<p>Lingkaran (<i>Basic event</i>)</p> 	<p>Simbol yang menyatakan penyebab risiko. Dengan kata lain simbol lingkaran merepresentasikan akar/sumber penyebab dari suatu peristiwa risiko di mana simbol ini tidak memerlukan analisis lanjutan.</p>
<p>Persegi (<i>Intermediate Event</i>)</p> 	<p>Simbol dari peristiwa yang masih memerlukan analisis lanjutan, biasanya setelah simbol ini akan diikuti <i>logic gates</i> untuk menggambarkan peristiwa selanjutnya.</p>
<p>Belah ketupat (<i>Undeveloped Event</i>)</p> 	<p>Simbol yang menyatakan bahwa peristiwa tersebut tidak dapat dianalisis lebih lanjut karena ketidak kecukupan data atau informasi.</p>
<p>Segitiga (<i>Transfer Symbol</i>)</p> 	<p>Simbol dari peristiwa yang masih memerlukan analisis lanjutan, di luar dari peristiwa risiko utama pada analisis yang sedang dikerjakan.</p>

Sumber: *Fault Tree Analysis*

2. Gerbang Logika (*Logic Gates*)

Tabel 2 Simbol Gerbang Logika

<p><i>AND Gate</i></p> 	<p>Sebuah peristiwa risiko dapat terjadi apabila seluruh input peristiwa di bawahnya terjadi.</p>
--	---

<p><i>OR Gates</i></p> 	<p>Sebuah peristiwa risiko dapat terjadi apabila salah satu atau lebih dari input peristiwa di bawahnya terjadi.</p>
--	--

Sumber: *Fault Tree Analysis*

Langkah-langkah penerapan FTA adalah sebagai berikut:

1. Mampu memahami suatu sasaran
2. Dapat mendefinisikan yang tidak diinginkan terkait dengan sasaran
3. Berdasarkan informasi yang telah ada dan *expert judgement*, kesimpulan penyebab terjadinya suatu peristiwa risiko sampai tidak ada lagi peristiwa yang menyebabkan risiko tersebut.
4. Buat *fault tree* (pohon kesalahan) dengan menggunakan notasi peristiwa dan gerbang logika
5. Mengevaluasi analisis pohon kesalahan, agar tidak ada satupun penyebab atau peristiwa yang terlewatkan.

*Fault Tree Analysis* mempunyai kelebihan dan kekurangan yaitu:

- Kelebihan:
  1. Pendekatan analisis *top-down*, digunakan untuk memusatkan perhatian pada efek dari suatu kegagalan yang berkaitan langsung dengan peristiwa yang terjadi.
  2. Digunakan untuk menganalisa sistem dengan *interface* yang banyak
  3. *Fault Tree Analysis* mengidentifikasi alur peristiwa atau penyebab terjadi suatu permasalahan.
- Kekurangan:
  1. Hanya dapat memberikan nilai kegagalan atau keberhasilan saja.
  2. Tidak memungkinkan menyertakan efek kumulatif dari suatu permasalahan yang menjadi penyebab terjadi permasalahan utama.
  3. Tidak membahas interdependensi waktu atau bersifat model statis.

Menurut Kristiansen (2005:227) *Fault Tree Analysis* memiliki cara kerja sebagai berikut:

1. Kegagalan sistem / kecelakaan
2. *Fault tree analysis* terdiri dari urutan peristiwa yang mengarah kepada kegagalan system / kecelakaan
3. Membuat urutan peristiwa dengan menggunakan gerbang logika “AND” atau “OR” atau gerbang logika lainnya.
4. Kejadian di atas dan semua peristiwa terdapat beberapa penyebab dan ditandakan dengan persegi panjang dan kejadian yang dijelaskan di persegi panjang.

Menurut Suliantoro et. al. (2018), ada lima tahapan dalam melakukan FTA yaitu:

1. Identifikasi *top event*
2. Membuat *fault tree* berdasarkan simbol gerbang logika dan simbol notasi peristiwa.
3. Analisis kualitatif, pada tahapan ini menentukan *minimal cut set*.
4. Analisis kuantitatif, pada tahapan ini melakukan perhitungan probabilitas dari *event* yang akan dianalisis sehingga akan didapatkan kemungkinan kegagalan dengan menggunakan aljabar boolean.
5. Analisis pohon kesalahan.

#### **2.4. Urgency, Seriousness, Growth (USG)**

*Urgency, Seriousness, Growth* (USG) adalah salah satu metode yang digunakan untuk menyusun skala prioritas isu yang harus diselesaikan. Caranya dengan menentukan tingkat urgensi, keseriusan, dan perkembangan isu dengan menentukan skala nilai 1 – 5 atau 1 – 10. Isu yang memiliki total skor tertinggi merupakan isu prioritas.

Pada Metode USG ada tiga faktor yang digunakan untuk menentukan prioritas suatu masalah yaitu:

1. *Urgency*, yaitu dilihat dari ketersediaan waktu, mendesak atau tidaknya sebuah masalah. Seberapa urgent isu tersebut harus diselesaikan dengan mempertimbangkan ketersediaan waktu serta *pressure* masalah tersebut.

2. *Seriousness*, yaitu tingkat urgensi sebuah masalah, apa dampak yang ditimbulkan. Perlu dipahami bahwa dalam keadaan yang sama, suatu masalah dapat menyebabkan masalah yang lain merupakan lebih serius daripada suatu masalah yang berdiri sendiri.
3. *Growth*, yaitu tingkat pertumbuhan atau perkembangan suatu masalah. Seberapa besar perkembangan isu-isu tersebut yang berkaitan dengan sebab akibat yang apabila tidak segera diatasi maka akan menimbulkan masalah baru dengan rentang waktu yang lama.

Penggunaan metode USG dalam menentukan skala prioritas masalah dilakukan ketika pihak perencana telah siap mengatasi masalah yang ada, serta hal yang sangat dipentingkan adalah aspek yang ada di masyarakat dan aspek dari masalah itu sendiri. Untuk mengurangi tingkat subjektivitas dalam menentukan skala masalah prioritas, maka perlu menetapkan kriteria untuk masing-masing unsur USG dengan menentukan skala nilai 1 – 5 atau 1 – 10. Isu yang memiliki total skor tertinggi merupakan isu prioritas.

Berikut ini adalah tabel yang digunakan untuk menentukan prioritas masalah dengan metode USG:

Tabel 3 Contoh tabel penentuan prioritas masalah dengan metode USG

No	Masalah	Nilai USG			Skor	Rangking
		U	S	G		
1	Masalah A	5	5	5	15	I
2	Masalah B	5	5	5	15	II
3	Masalah C	5	5	5	15	III
4	Masalah D	5	5	5	15	IV

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa pada kolom U, S, dan G berisi angka 1-5 yang merupakan angka untuk menentukan prioritas masalah. Sedangkan pada kolom skor merupakan jumlah angka dari kolom U, S, dan G, kemudian secara berurutan diberi peringkat mulai angka I-IV yang merupakan urutan masalah prioritas pada kolom keterangan. Untuk menentukan kategori risiko prioritas masalah apakah itu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi ataupun sangat tinggi dapat menggunakan matriks kategorisasi prioritas masalah pada tabel di bawah ini.

Tabel 4 Matriks kategorisasi prioritas masalah

Interval Data	Kategorisasi Data
$M-1,5SD$	Sangat Rendah
$M-1,5SD < x \leq M-0,5SD$	Rendah
$M-0,5SD < x \leq M+0,5SD$	Sedang
$M+0,5SD < x \leq M+1,5SD$	Tinggi
$x > M+1,5SD$	Sangat Tinggi

Sumber: youtube.com

Pada tabel 4 kategorisasi prioritas masalah nilai  $M$  (*Mean*) merupakan nilai rata-rata yang diperoleh dari jumlah total pada nilai skala yang dibagi dengan jumlah ukuran sampel. Sedangkan SD (Standar Deviasi) merupakan simpangan baku dimana nilai yang digunakan untuk menentukan sebaran data pada suatu sampel yang mendekati nilai *mean*.

Berikut di bawah ini parameter prioritas masalah metode USG dari tabel matriks kategorisasi prioritas masalah:

Tabel 5 Parameter Penilaian Skala Prioritas Masalah dengan Metode USG

Skala Kriteria Penilaian	<i>Urgency</i>	<i>Seriousness</i>	<i>Growth</i>
5	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari kerusakan yang terjadi <b>sangat besar</b> maka masalah tersebut berisiko untuk sistem, serta tidak tersedianya waktu.	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari dampak yang terjadi <b>sangat besar</b> maka masalah tersebut akan menghambat operasional dan dapat membahayakan.	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari perkembangan masalah yang terjadi <b>sangat besar</b> maka masalah tersebut dapat memperburuk kerusakan.
4	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari kerusakan yang terjadi <b>besar</b> maka	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari dampak yang terjadi <b>besar</b> maka	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari perkembangan masalah yang terjadi

Tabel 5 Parameter Penilaian Skala Prioritas Masalah dengan Metode USG

Skala Kriteria Penilaian	<i>Urgency</i>	<i>Seriousness</i>	<i>Growth</i>
	masalah tersebut berisiko untuk sistem, tetapi terdapat ketersediaan waktu	masalah tersebut akan menghambat operasional tetapi tidak membahayakan.	<b>besar</b> maka masalah tersebut dapat menambah kerusakan tetapi tidak memperburuk kerusakan.
<b>3</b>	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari kerusakan yang terjadi <b>sedang</b> maka masalah tersebut tidak terlalu mendesak untuk diperbaiki.	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari dampak yang terjadi <b>sedang</b> maka dampak yang ditimbulkan tidak berbahaya.	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari perkembangan masalah yang terjadi <b>sedang</b> maka masalah tersebut tidak memperburuk sistem.
<b>2</b>	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari kerusakan yang terjadi <b>kecil</b> maka masalah tersebut dapat diatasi.	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari dampak yang terjadi <b>kecil</b> maka hanya sedikit menghambat operasional.	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari perkembangan masalah yang terjadi <b>kecil</b> maka masalah tersebut hanya menimbulkan sedikit masalah yang baru.
<b>1</b>	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari kerusakan yang terjadi <b>sangat kecil</b> maka masalah tersebut dapat diatasi dengan cepat	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari dampak yang terjadi <b>sangat kecil</b> maka tidak menghambat operasional.	Untuk penilaian skala prioritas masalah yang ditinjau dari perkembangan masalah yang terjadi <b>sangat kecil</b> maka masalah tersebut tidak menimbulkan masalah baru

Sumber: Idam, Muh (2022)

## 2.5. Uji Keabsahan Instrumen Penelitian

Alat ukur atau instrumen yang baik harus memenuhi dua persyaratan utama yaitu validitas dan reliabilitas. Suatu instrumen yang tidak valid atau tidak reliabel akan menghasilkan kesimpulan yang kurang sesuai dengan seharusnya serta dapat memberikan informasi yang tidak akurat mengenai keadaan subjek atau individu dari penelitian tersebut. Berarti informasi yang digunakan dalam pengambilan suatu keputusan merupakan suatu keputusan yang tidak tepat. Instrumen yang disusun harus memiliki validitas dan reliabilitas agar data yang diperoleh bisa reliabel dan valid yang kemudian disebut validitas dan reliabilitas instrumen penelitian.

Dengan menggunakan instrumen yang valid dan reliabel dalam pengumpulan data, maka diharapkan mendapatkan hasil penelitian yang valid dan reliabel. Maka instrumen yang valid dan reliabel merupakan syarat mutlak untuk mendapatkan hasil penelitian yang valid dan reliabel. Hal ini tidak menutup kemungkinan bahwa menggunakan instrumen yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya maka akan mendapatkan hasil penelitian yang valid dan reliabel, tetapi akan dipengaruhi oleh kondisi objek yang diteliti, dan kemampuan dalam mengolah serta mengukur variabel yang diteliti.

### 2.5.1. Uji Validitas

Uji validitas merupakan pengujian yang menunjukkan sejauh mana instrumen penelitian yang digunakan sudah tepat mengukur yang seharusnya diukur.

#### 1. Jenis-jenis Validitas

Dalam menganalisis instrumen penelitian dapat dilakukan dengan dua cara yaitu menganalisa dengan jalan berpikir yang rasional atau menggunakan logika (*logical analysis*) dan menganalisa dengan *empirical analysis*.

##### a. Uji Validitas Tes Secara Rasional (*Logical Analysis*)

Validitas ini dapat diperoleh atas dasar hasil pemikiran, validitas yang diperoleh dengan berpikir secara logis. Dapat diartikan instrumen penelitian dapat dikatakan telah memiliki validitas rasional apabila telah dilakukan analisa secara rasional dan terbukti bahwa instrumen penelitian tersebut

memang secara rasional dengan tepat dapat mengukur apa yang seharusnya diukur.

i. Pengujian Validitas Konstruk (*Construct Validity*)

Validitas konstruk merupakan validasi konstruksi yang menggunakan pendapat dari ahli (*judgement expert*). Dalam artian setelah instrumen dikonstruksi tentang aspek-aspek yang akan diukur dengan berlandaskan teori tertentu, maka selanjutnya dikonsultasikan dengan para ahli untuk diminta pendapatnya mengenai instrumen yang telah disusun.

ii. Pengujian Validitas Isi (*Content Validity*)

Validitas isi merupakan instrumen yang berbentuk test, dimana pengujian ini dapat dilakukan dengan membandingkan antara isi instrumen dengan materi yang diajarkan.

b. Validitas Tes Secara Empiris

Validitas empiris merupakan validitas yang bersumber pada pengamatan di lapangan. Instrumen penelitian dapat dikatakan telah memiliki validitas empiris apabila didasarkan pada hasil analisis yang dilakukan terhadap data hasil pengamatan di lapangan, dan terbukti bahwa instrumen penelitian tersebut dengan tepat dapat diukur. Untuk membuktikan hasil instrumen penelitian telah memiliki validitas empiris maka perlu ditinjau dari dua hal yaitu:

i. Validitas Ramalan (*Predictive Validity*)

Validitas ramalan berarti ketepatan daripada instrumen penelitian yang ditinjau dari kemampuan instrumen tersebut untuk meramalkan prestasi yang akan dicapainya kemudian. Suatu instrumen dapat dikatakan telah memiliki validitas ramalan apabila korelasi antara hasil instrumen yang sedang diuji validitas ramalannya dengan kriteria yang ada. Apabila diantara kedua variabel tersebut terdapat korelasi positif yang signifikan maka hasil instrumen yang sedang diuji dapat dinyatakan sebagai instrumen yang telah memiliki ramalan yang tepat, yang berarti apa yang diramalkan, betul-betul telah terjadi secara nyata dalam praktiknya.

ii. Validitas Bandingan

Validitas bandingan merupakan ketepatan dari suatu instrumen penelitian yang ditinjau dari korelasinya terhadap kemampuan yang telah dimiliki saat ini secara riil. Yang menjadi pembeda antara validitas ramalan dengan validitas bandingan yaitu dari segi waktunya, dimana validitas ramalan dilihat dari hubungan dengan masa yang akan datang sedangkan validitas bandingan dilihat dari hubungan dengan masa sekarang. Untuk mengetahui validitas dari pengujian ini yaitu dengan melihat hubungan yang searah antara instrumen yang pertama dengan instrumen berikutnya, dapat digunakan teknik analisis korelasi antar variabel x dan y jika positif dan signifikan maka hasil instrumen tersebut dapat dinyatakan sebagai hasil yang telah memiliki validitas bandingan.

2. Validitas Perangkat Soal

a. Validitas Empiris Butir Soal Objektif

Perangkat soal terdiri atas sejumlah butir soal, dimana validitas perangkat soal ditentukan oleh validitas butir-butir soalnya. Perangkat soal bersifat valid apabila butir-butir soalnya valid, berdasarkan hal ini ada dua macam validitas yaitu validitas teoritis (isi dan perilaku) dan validitas empiris.

Validitas empiris butir soal dihitung menggunakan statistika korelasi, menggunakan rumus korelasi *point biserial* dan validasi butir soal uraian dihitung dengan rumus korelasi *product moment*. Rumus *point biserial* digunakan karena data yang dikorelasikan adalah data nominal dengan data interval, data nominal berasal dari skor butir soal yaitu 1 untuk jawaban benar dan 0 untuk jawaban yang salah.

Rumus korelasi *point biserial*:

$$r_{pbi} = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}_t}{s_t} \sqrt{\frac{p}{1-p}} \quad (1)$$

Dimana:

$\bar{x}_i$  = mean butir yang menjawab benar

$\bar{x}_t$  = mean skor total

$S_t$  = simpangan baku total

$p$  = proporsi yang menjawab benar

b. Validitas Empiris Butir Soal Uraian

Validitas butir soal uraian dapat dihitung menggunakan rumus *product moment* antara skor butir soal dengan skor total. Alasan menggunakan *product moment* karena data dapat dikorelasikan adalah data interval.

i. Rumus *product moment* dengan simpangan

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}} \quad (2)$$

Dimana:

$r_{xy}$  = koefisien korelasi antara variabel x dan y

$\sum xy$  = jumlah perkalian x dan y

$x^2$  = kuadrat dari x

$y^2$  = kuadrat dari y

ii. Rumus *product moment* dengan angka kasar

$$r_{xy} = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n(\sum x^2) - (\sum x)^2)(n(\sum y^2) - (\sum y)^2)}} \quad (3)$$

Dimana :

$n$  = banyaknya pasangan data x dan y

$\sum x$  = total jumlah dari variabel x

$\sum y$  = total jumlah variabel y

$\sum x^2$  = kuadrat dari total jumlah variabel x

$\sum y^2$  = kuadrat total jumlah variabel y

$\sum xy$  = hasil perkalian dari total jumlah variabel x dan y

### 2.5.2. Uji Reliabilitas

Pengujian reliabilitas digunakan untuk melakukan pengukuran dan konsistensi para responden dalam menjawab pernyataan dalam kuesioner. Pengujian reliabilitas instrumen penelitian dapat dilakukan dengan cara internal maupun eksternal. Secara internal dapat diuji dengan menganalisis konsistensi butir yang ada pada instrumen dengan cara tertentu, sedangkan secara eksternal dapat dilakukan dengan *test-retest (stability)*, *equivalent*, dan gabungan keduanya.

a. *Test-retest*

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji instrumen beberapa kali pada responden yang sama. Jadi dalam hal ini instrumen, responden sama tetapi waktunya berbeda. Reliabilitas diukur dari koefisien pear antara percobaan pertama dengan percobaan berikutnya, apabila koefisien korelasi positif dan signifikan maka instrumen tersebut sudah dinyatakan reliabel sering juga disebut pengujian *stability*.

b. *Ekuivalen*

Instrumen yang ekuivalen merupakan pertanyaan yang secara bahasa, tetapi maksudnya sama. Pengujian reliabilitas instrumen ini dengan cukup satu kali, tetapi instrumennya dua pada responden, waktu yang sama tetapi instrumen yang berbeda. Reliabilitas instrumen ini dapat dihitung dengan cara mengkorelasikan antar data instrumen yang satu dengan data instrumen yang dijadikan *equivalent*. Apabila korelasi positif dan signifikan, maka instrumen dapat dinyatakan reliabel.

c. *Gabungan*

Pengujian reliabilitas ini dapat dilakukan dengan cara menguji data instrumen yang ekuivalen dengan beberapa kali percobaan ke responden yang sama. Jadi pengujian ini merupakan gabungan pertama dan kedua, reliabilitas instrumen ini dilakukan dengan mengkorelasikan dua instrumen setelah itu dilakukan pengujian kedua dan selanjutnya dikorelasikan secara menyilang. Apabila dengan dua kali pengujian dalam waktu yang berbeda, akan dapat dianalisis enam koefisien reliabilitas. Jika keenam koefisien korelasi bernilai positif dan signifikan maka dapat dinyatakan bahwa instrumen tersebut reliabel.

d. *Internal Consistency*

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji instrumen hanya sekali, kemudian data yang diperoleh akan dianalisis dengan teknik tertentu. Hasil analisis ini dapat digunakan untuk memperkirakan reliabilitas instrumen. Pengujian reliabilitas instrumen ini dapat dilakukan dengan teknik *Spearman Brown (Split Half)*, KR.20, KR.21, dan *Anova Hoyt*.