

**ANALISIS KEGAGALAN SISTEM MINYAK
PELUMAS PADA KAPAL KM. PANGRANGO
MENGUNAKAN METODE ANOVA (ANALYSIS OF
VARIANCE)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

*Pada Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas
Hasanuddin*



FAJARULLAH

D331 15 011

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2021

**ANALISIS KEGAGALAN SISTEM MINYAK
PELUMAS PADA KAPAL KM. PANGRANGO
MENGUNAKAN METODE ANOVA (ANALYSIS OF
VARIANCE)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

*Pada Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas
Hasanuddin*



FAJARULLAH

D331 15 011

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN

“ANALISIS KEGAGALAN SISTEM MINYAK PELUMAS PADA KAPAL KM.PANGRANGO MENGGUNAKAN METODE ANOVA (ANALYSIS OF VARIANCE)”

Disusun dan diajukan oleh

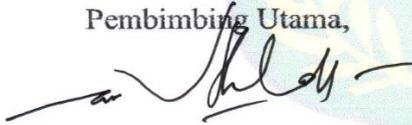
**FAJARULLAH
D33115011**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 02 Agustus 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,



Surya Hariyanto. S.T., M.T.

NIP.19710207 200012 1 001

Pembimbing Pendamping,



Andi Husni Sitepu, S.T., M.T.

NIP.19770217 200112 1 001

Ketua Departemen,



Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng.

NIP.19810211 200501 1 003

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Analisis Kegagalan Sistem Minyak Pelumas Pada Kapal
KM.Pangrango Menggunakan Metode Anova (Analisis Of
Variance)
Mahasiswa : Fajarullah
Stambuk : D33115011

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh Panitia Ujian Sarjana Program
Strata Satu (S1) Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik,
Universitas Hasanuddin pada tanggal 02 Agustus 2022.

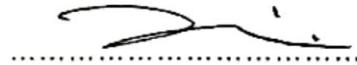
Panitia Ujian Sarjana

Ketua : Surya Hariyanto, S.T., M.T.



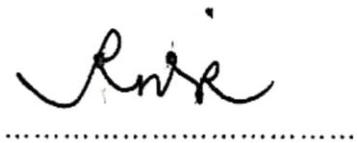
.....

Sekretaris : Andi Husni Sitepu, S.T., M.T.



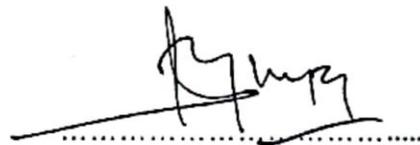
.....

Anggota : M. Rusydi Alwi, S.T., M.T.



.....

Anggota : Ir. Zulkifli, M.T.



.....

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan sesuai hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsurunsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UUNo. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Gowa, 02 Agustus 2022



FAJARULAH

NIM. D331 15 011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita persembahkan kehadiran Tuhan yang maha esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya semata sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul

“ANALISIS KEGAGALAN SISTEM MINYAK PELUMAS PADA KAPAL KM.PANGRANGO MENGGUNAKAN METODE ANOVA (ANALYSIS OF VARIANCE)”

Penulisan proposal skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat program strata I pada program studi teknik sistem perkapalan jurusan perkapalan fakultas teknik universitas hasanuddin. Proposal skripsi ini disusun berdasarkan kajian literatur, dan juga wawancara.

Dalam penyajian proposal skripsi ini penulis menyadari masih belum mendekati kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun sebagai bahan masukan yang bermanfaat demi perbaikan dan peningkatan diri dalam bidang ilmu pengetahuan.

Penulis menyadari, berhasilnya penyusunan proposal skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan semangat dan do'a kepada penulis dalam menghadapi hambatan, sehingga sepatutnya pada kesempatan ini penulis menghaturkan rasa terima kasih kepada :

1. Keluarga penulis : kedua orang tua, Sukardi dan Ibunda Samsia yang sampai hari ini masih membuat saya termotivasi, Saudaraku Abdul Jabbar, Ibrahim, Nurhikmah, Hariyanti, dan muhalis yang terus memberikan dukungan sehingga perkuliahan saya dapat terselesaikan.
2. Bapak Dr.Eng. Faisal Mahmuddin, ST.,MT.Inf.Tech.,M.eng elaku ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. Bapak Surya Harianto S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan

bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan proposal skripsi ini

4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas ilmu dan wawasan yang diberikan selama masa studi penulis
5. Staf Tata Usaha Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah membantu segala aktivitas administrasi baik selama perkuliahan serta dalam penyelesaian proposal skripsi ini
6. Rekan-rekan mahasiswa Departemen Teknik Sistem Perkapalan khususnya WINDLAS5 telah memberikan pengalaman berharga selama penulis menjadi Mahasiswa. Tak lupa pula penulis sampaikan banyak terima kasih kepada kanda-kanda Senior dan dinda-dinda Junior atas motivasi dan dukungannya.
7. Seluruh teman-teman PLATFORM 2015 terutama teman teman Gedung belakang atas dukungan dan bantuannya.

Akhir kata semoga proposal skripsi ini dapat dimanfaatkan dan dapat memberikan sumbangsih pemikiran untuk perkembangan pengetahuan bagi penulis maupun bagi pihak yang berkepentingan.

Gowa, 02 Agustus 2022



FAJARULLAH

NIM. D331 15 011

ABSTRAK

Sistem pelumasan adalah salah satu sistem yang penting dalam menjaga kinerja mesin utama tetap bekerja sebagaimana mestinya, sistem pelumasan bekerja dengan cara menyalurkan minyak lumas dari tangki masuk ke dalam mesin untuk melumasi komponen komponen mesin. Pada kapal KM. Pangrango yang telah beroperasi selama 24 tahun keandalan sistem pelumasnya harus di perhatikan.

Dalam dunia industri perkapalan, penerapan analisis keandalan (reliability) secara progresif dikembangkan dengan adanya tuntutan permintaan akan tingkat keamanan dan keandalan dari sistem yang ada. Kegagalan (failure) yang terjadi pada salah satu komponen dapat menimbulkan suatu kegagalan yang sifatnya merusak keseluruhan fungsi kapal dan pada akhirnya akan menyebabkan tingkat keselamatan menurun dan dapat membahayakan penumpang dan muatan yang di angkut. Atau dengan kata lain bahwa dengan adanya kerusakan pada salah satu komponen yang ada didalam suatu sistem akan mengakibatkan kerugian yang lebih besar, sehingga faktor keandalan suatu sistem atau komponen sangat perlu diperhatikan. Adapun metoda yang digunakan dalam menganalisa sistem pelumasan adalah Fault tree analysis (FTA) dan Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) merupakan salah satu teknik yang sistematis untuk menganalisa kegagalan. Dari sistem minyak pelumas didapatkan karakteristik keandalan pada komponen filter 0.489, duflex 0.372, separator 0.825, strainer 0.719, cooler 0.375, pompa supply 0.967, pompa transfer 0.971. Anova adalah Salah satu software yang digunakan dalam menghitung rata-rata laju kegagalan setiap komponen yang dimana salah satu distribusi kegagalan yang dihasilkan. Berdasarkan software Anova diperoleh rata-rata laju kegagalan komponen filter 0.474, cooler 0.453 duflex 0.472, separator 0.462, strainer 0.452, pompa supply 0.463, pompa transfer 0.397. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dalam sistem minyak pelumas diperoleh fungsi reliability sistem, beberapa komponen yang perlu mendapatkan perhatian lebih dengan menggunakan anova.

Kata kunci : FMEA, FTA, ANOVA, Sistem Pelumasan.

ABSTRACT

The lubrication system is one of the most important systems in keeping the main engine working properly, the lubrication system works by distributing lubricating oil from the tank into the engine to lubricate the engine components. On the ship KM. Pangrango, which has been operating for 24 years, must pay attention to the reliability of its lubricating system. In the world of the shipping industry, the application of reliability analysis is progressively developed with the demands of the demand for the level of security and reliability of the existing system. Failure that occurs in one of the components can cause a failure that is destructive to the overall function of the ship and in the end will cause the level of safety to decrease and can endanger the passengers and cargo being transported. Or in other words, that with damage to one of the components in a system will result in greater losses, so that the reliability factor of a system or component really needs to be considered. The method used in analyzing the lubrication system is Fault tree analysis (FTA) and Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) is a systematic technique for analyzing failures. From the lubricating oil system, the reliability characteristics of the filter components are 0.489, duflex 0.372, separator 0.825, strainer 0.719, cooler 0.375, supply pump 0.967, transfer pump 0.971. Anova is one of the software used to calculate the average failure rate of each component in which one of the failure distributions is generated. Based on the Anova software, the average failure rate of the filter components is 0.474, the cooler is 0.453, the duflex is 0.472, the separator is 0.462, the strainer is 0.452, the supply pump is 0.463, the transfer pump is 0.397. The results of this study indicate that in the lubricating oil system a system reliability function is obtained, several components that need more attention using ANOVA.

Keywords : FMEA, FTA, ANOVA, Lubrication System

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 LATAR BELAKANG	1
I.2 RUMUSAN MASALAH	4
I.3 BATASAN MASALAH	4
I.4 TUJUAN PENELITIAN	4
I.5 MANFAAT PENELITIAN	4
I.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 KONSEP DASAR KEANDALAN	6
II.2 SISTEM MINYAK PELUMAS	8
II. 1 Fungsi Sistem Pelumasan	9
II. 2 Prinsip Kerja Sistem Pelumasa	11
II.3 ANALISA KUALITATIF	12
II.3.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	12
II.3.2 Perhitungan Nilai RPN	13
II.3.3 Fault Tree Analysis (FTA)	13
II.4 ANALISA KUANTITATIF	15
II.4.1 Terminologi Reliabilit	15
II.4.2 Waktu Rata-rata Kegagalan (Mean Time To Failure / MTTF) ...	16
II.4.3 Analisis anova	16
II.4.4 Uji Normalitas.....	17

II.4.4 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
III.1 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN	21
III.1.1 Tempat/Lokasi Penelitian	21
III.1.2 Waktu Pengambilan Data Penelitian	21
III.2 METODE PENELITIAN	21
III 2.1 Studi Literatur.....	21
III 2.2 Pengumpulan Data.....	21
III 2.3 Analisa Hasil Data	24
III.3 KERANGKA PEMIKIRAN	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
IV.1 SISTEM MINYAK PELUMAS KM. PANGRANGO.....	26
1V .1.1 Komponen Sistem Minyak Pelumas.....	26
1V .1.2 Prinsip Kerja Sistem Minyak Pelumas.....	28
1V. 2 ANALISA KUALITATIF.....	32
1V. 2.1 Kegagalan Pada Komponen.....	32
1V. 2.2 Failure Mode And Effect Analysis (FMEA).....	35
1V. 2.3 Fault Tree Analysis (FTA).....	36
1V. 2.4 Bagan Fault Tree Analysis.....	37
1V. 3 ANALISA KUANTITATIF.....	39
1V. 3.1 Man Time To Failure (MTTF).....	42
1V. 3.2 Analysis of Variance.....	43
1V. 3.3 Menguji Test of Normality.....	44
1V. 3.4 Rata- Rata Kegagalan Komponen.....	45
1V. 3.5 Menguji Kesamaan Varian (Uji Homogenitas).....	46
1V. 3.6 Uji Anova.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V. 1 Kesimpulan.....	48
V. 2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem pelumasan	11
Gambar.2.2 Simbol-Simbol Penyusunan Fault Tree Analysis.....	14
Gamba 2.3 Tampilan software spss.....	20
Gambar 4. 1 Sistem Instalasi Pelumasan KM. Pangrango.....	31
Gambar 4.2 Diagram Nilai RPN Komponen Sistem minyak Pelumas....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 fungsi dari komponen komponen sistem pelumasan.....	9
Tabel 3.1 Data utama kapal.....	22
Tabel 3.2 Jadwal pelayaran KM. PANGRANGO.....	22
Tabel 4.1 Cut Set dari Fault Tree Anaisis Sistem minyak pelumas.....	38
Tabel 4.2 data laju kegagalan komponen sistem pelumas.....	40
Tabel 4.3 Nilai Realibility Masing-Masing komponen.....	42
Tabel 4.4 Nilai MTTF masing-masing komponen.....	43
Tabel 4.5 Tabel Test of Normality	44
Tabel 4.6 Rata-Rata kegagalan.....	45
Tabel 4.7 Uji Homogenitas.....	46
Tabel 4.8 Uji Anova.....	46

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Pada masa sekerang ini kapal masih menjadi salah satu alat transportasi yang sering digunakan, banyaknya kapal yang terus beroperasi, membuat pihak pemilik untuk lebih meningkatkan kualitas kapalnya. Salah satu cara meningkatkan kualitas kapal yaitu dengan cara meningkatkan keandalannya melalui usaha perawatan sistem-sistem yang ada pada kapal. Hal ini dilakukan guna untuk mencegah kegagalan komponen pada sistem yang dapat mengakibatkan kerusakan pada seluruh fungsi sistem pada kapal yang pada akhirnya menurunkan tingkat keselamatan pada kapal serta muatan yang diangkut.

Oleh karena banyaknya kapal yg beroperasi pada saat ini menyebabkan pihak pemilik kapal harus meningkatkan kinerja kapalnya. Oleh sebab itu perlu ditingkatkan keandalannya melalui usaha perawatan dan pemeliharaan secara berkala. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar peralatan dalam kondisi operasi dan untuk mencegah terjadinya kegagalan operasional pada saat kapal berlayar.

Mesin diesel sebagai motor induk (*Main Engine*) di kapal dapat berfungsi dengan baik apabila ditunjang oleh sistem-sistem pendukung yang baik pula. Sistem penunjang diatas kapal meliputi sistem bahan bakar (*fuel oil sistem*), sistem pelumasan minyak (*lubricating oil sistem*), sistem pendingin (*cooling sistem*) dan sistem udara start (*starting air sistem*) [1]. Semua sistem tersebut memiliki fungsi serta peran yang sangat penting bagi operasional motor induk, hal ini dikarenakan apabila terjadi kerusakan pada salah satu sistem penunjangnya, maka dapat mempengaruhi kinerja motor induk secara keseluruhan. Kegagalan (*failure*) yang terjadi pada salah satu komponen dapat menimbulkan suatu kegagalan yang sifatnya merusak keseluruhan fungsi kapal dan pada akhirnya akan mengakibatkan kerugian besar dan ini menjadi resiko yang pasti dialami oleh suatu sistem. Oleh karena itu, kita perlu menganalisa resiko kegagalan yang biasa dialami oleh suatu sistem atau komponen dalam hal ini adalah komponen sistem pelumasan motor induk di kapal. Kegagalan dan perbaikan merupakan hal yang terpenting dalam

memprediksi perilaku dari suatu sistem pada masa yang akan datang serta efek yang akan ditimbulkan terhadap komponen lain apabila komponen tersebut perilaku dari suatu sistem pada masa yang akan datang serta efek yang akan ditimbulkan terhadap komponen lain apabila komponen tersebut gagal beroperasi.

Kapal yang beroperasi secara terus menerus mengakibatkan sistem pada kapal tersebut juga bekerja secara terus menerus, hal ini dapat mengakibatkan keausan pada komponen sistem yang bekerja secara terus. Keausan komponen dapat mengakibatkan sistem mengalami gangguan bahkan dapat menyebabkan kegagalan operasi pada sistem. Sehingga perlu dilakukan identifikasi pengaruh dari kegagalan komponen sistem. Kegagalan dan tindakan perbaikan yang akan dilakukan merupakan suatu hal yang penting untuk memprediksi kerusakan dari suatu sistem pada masa yang akan datang. Dengan mengevaluasi pada kegagalan dan perbaikan suatu sistem, maka kita dapat memprediksi kegagalan dan perbaikan yang akan dilakukan pada sistem agar sistem berfungsi dengan baik. Salah satu sistem yang perlu mendapat perhatian adalah sistem pelumasan pada mesin utama kapal, hal ini karena minyak pelumas berperan penting dalam proses kerja mesin. Mesin dapat mengalami kegagalan kerja apabila minyak pelumas tidak melumasi komponen mesin. Untuk meminimalkan risiko tersebut perlu dilakukan pencegahan agar komponen sistem pelumasan beroperasi dengan baik. Menurut informasi dari salah satu kru kapal KM. Pangrango perawatan pada sistem pelumasannya terkadang tidak sesuai manajemen perawatan yang ada pada kapal, dikarenakan beberapa faktor yang menyebabkan perawatan dilakukan lebih cepat. Menurut Eko Sasmito H. (2008), pada kapal yang beroperasi cukup lama perlu dilakukan perbaikan sistem perawatannya untuk mengetahui keandalan dari sistem yang menyebabkan kegagalan ataupun kerusakan melalui metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) pada masing-masing komponen sistem. Penggunaan metode ini dapat dilakukan untuk analisa awal kerusakan apa yang dapat terjadi pada komponen dan penanganannya, karena kerusakan pada salah satu komponen akan menyebabkan kerusakan yang lebih besar pada keseluruhan fungsi mesin utama kapal. Hal ini dapat menimbulkan kerusakan pada kapal yang akan membahayakan kehidupan manusia serta muatan yang diangkut oleh kapal.

Salah satu faktor pendukung untuk kelancaran jalannya mesin diesel pada kapal adalah pelumasan, kurangnya pelumasan pada mesin diesel ini akan berdampak pada bagian-bagian yang bergesekan karena apabila hal ini terjadi maka akan menyebabkan gangguan pengoperasian kapal. Pelumasan ini sangat berpengaruh terhadap kelancaran kapal. Objek dari penelitian ini dilaksanakan dikapal penumpang KM Pangrango merupakan salah satu kapal pelayaran milik PT Pelni yang melayani rute penyebrangan penumpang di kawasan Maluku kapal ini dibuat pada tahun 1996 dan sampai sekarang masih beroperasi. KM Pangrango berlayar setiap 1-2 kali dalam satu bulan dengan total muatan yang mampu mengangkut kurang lebih 500-1000 penumpang.

KM.Pangrango memiliki sistem-sistem sebagai penunjang fungsi operasional dan pelayanan kapal. Salah satunya adalah sistem yang menunjang kelancaran operasional motor induk sebagai sistem penggerak kapal. Salah satu sistem penunjang motor induk adalah sistem pelumasan.

Kegagalan dan Tindakan perbaikan yang akan dilakukan merupakan suatu hal yang penting untuk memprediksi kerusakan dari suatu sistem pada masa yang akan datang. Dengan mengevaluasi pada kegagalan dan perbaikan suatu sistem, maka kita dapat memprediksi kegagalan dan perbaikan yang akan dilakukan pada sistem agar sistem berfungsi dengan baik. Salah satu cara yang dapat digunakan dalam melakukan Analisa kegagalan yaitu menggunakan metode anova pada komponen sistem minyak pelumas. Anova merupakan singkatan dari *Analysis of variance* adalah sebuah analisis statistik yang menguji perbedaan rerata. Dengan menggunakan metode Anova, kita dapat memprediksi kegagalan yang terjadi pada komponen untuk mendapatkan nilai rata-rata laju kegagalan komponen

I.2 RUMUSAN MASALAH

Permasalahan pokok pada skripsi ini antara lain :

1. Bagaimana karakteristik kegagalan pada minyak pelumas?
2. Bagaimanakah komponen yang mengalami kegagalan pada minyak pelumas?
3. Berapakah nilai rata-rata laju kegagalan yang terjadi pada minyak pelumas?

I.3 BATASAN MASALAH

Untuk menegaskan dan lebih memfokuskan permasalahan yang akan dianalisa dalam penelitian skripsi ini, maka akan dibatasi permasalahan-permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Pembahasan hanya berfokus pada komponen kritis sistem minyak pelumas
2. Analisa nilai rata-rata laju kegagalan pada sistem minyak pelumas menggunakan metode anova.

I.4 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai dari skripsi ini antara lain :

1. Menentukan karakteristik keandalan pada komponen minyak pelumas
2. Menentukan penyebab dan dampak terjadinya kegagalan pada sistem minyak pelumas
3. Menentukan nilai rata-rata laju kegagalan pada komponen minyak pelumas

I.5 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui komponen-komponen kritis yang berpotensi mengalami tingkat kegagalan..
2. Mengetahui penyebab dan dampak terjadinya kegagalan pada sistem minyak pelumas
3. Mengetahui nilai rata-rata laju kegagalan pada sistem minyak pelumas

I.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Secara garis besar penyusunan proposal skripsi agar pembaca dapat memahami uraian dan makna secara sistematis, maka skripsi disusun pada pola berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini konsep dasar penyusunan skripsi yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian,serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memberikan penjelasan mengenai teori dasar yang digunakan dalam penyelesaian skripsi ini yaitu teori dasar tentang konsep dasar keandalan, penjelasan mengenai sistem bahan bakar serta penjelasan mengenai analisa kualitatif yaitu metode FMEA dan FTA dan analisa kuantitatif yaitu metode Pemodelan Dinamika Sistem

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang waktu dan tempat penelitian serta tahapan-tahapan berupa proses yang dimulai dari mengidentifikasi masalah yang ada hingga hasil akhir yang diharapkan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas hasil analisa kualitatif dengan menggunakan metode FMEA dan FTA serta analiasa kuantitaif dengan menggunakan metode Pemodelan Dinamika Sistem untuk menentukan komponen yang paling kritis yang perlu untuk mendapat perhatian lebih serta menentukan indeks ketersediaan suatu sistem

BAB V : PENUTUP Bab ini akan menyajikan secara singkat kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan dan juga memuat saran-saran bagi pihak yang berkepentingan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 KONSEP DASAR KEANDALAN

Keandalan suatu peralatan atau sistem secara umum dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu alat atau sistem untuk menyelenggarakan tujuannya secara cukup untuk periode waktu tertentu dan kondisi operasi tertentu. Terdapat empat factor yang memegang peranan terhadap keandalan suatu sistem serta definisi keandalan mengandung empat istilah penting yaitu:

- Fungsi, keandalan suatu komponen perlu dilihat apakah suatu komponen dapat melakukan fungsinya secara baik pada jangka waktu tertentu. Kegagalan fungsi dari komponen dapat disebabkan oleh perawatan yang tak terencana (*unplanned maintenance*). Fungsi atau kinerja dari suatu komponen terhadap suatu sistem mempunyai tingkatan yang berbeda-beda.
- *Probabilitas*, angka yang menyatakan berapa kali gangguan terjadi dalam waktu tertentu pada suatu sistem atau saluran.
- Kecukupan *performance*, menunjukkan kriteria kontinuitas suatu saluran sistem penyalur tenaga listrik tanpa mengalami gangguan.
- Waktu, lama suatu saluran bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya. Semakin lama saluran digunakan maka akan semakin banyak kemungkinan terjadinya kegagalan.
- Kondisi operasai, adalah keadaan lingkungan kerja dari suatu jaringan seperti pengaruh suhu, kelembaban udara dan getaran yang mempengaruhi kondisi operasi.

Probabilitas yang merupakan komponen pokok, merupakan *input numeric* bagi pengkajian keandalan suatu sistem yang juga merupakan indeks kuantitatif untuk menilai kelayakan suatu sistem. Pada beberapa kajian yang melibatkan disiplin ilmu keandalan, probabilitas bukan merupakan satu-satunya indeks, ada beberapa indeks lain yang dapat dipakai untuk menilai keandalan suatu sistem yang dikaji.

Keandalan pada keseluruhan sistem dikapal akan mempengaruhi *availability* dari kapal. Untuk itu diperlukan langkah untuk mempertahankan keandalan dari sistem di kapal terkhusus sistem yang mengalami kritis dapat mengakibatkan kegagalan operasi secara tiba-tiba apabila terjadi kerusakan pada sistemnya.

Untuk dapat menilai keandalan sistem ataupun komponen harus diketahui dengan jelas karakteristik kerja dari sistem atau komponen yang akan dianalisa termasuk juga dengan pola operasi, pola perawatan, pola kegagalan dan pengaruh kondisi operasi terhadap kinerja sistem atau komponen tersebut.

Aplikasi sistem *reliability* untuk bidang perkapalan lebih banyak dipakai untuk mengevaluasi desain yang sudah ada dan hasil evaluasi ini dipakai sebagai input untuk menerapkan strategi perawatan kapal.

Factor-faktor yang mempengaruhi indeks keandalan dalam suatu sistem distribusi sesuai standar IEEE P1366 antara lain:

- Pemadaman atau *interruption of suplay*. Terhentinya pelayanan pada satu atau lebih konsumen akibat dari salah satu atau lebih komponen mendapat gangguan
- Keluar/*outage*. Keadaan dimana suatu komponen tidak dapat berfungsi sebagai mestinya, diakibatkan karena beberapa peristiwa yang berhubungan dengan komponen tersebut. Suatu *outage* dapat atau tidak dapat menyebabkan pemadaman, hal ini masih tergantung pada konfigurasi sistem.
- Lama pemadaman/*interruption duration*. Waktu dari saat permulaan terjadinya pemadaman sampai saat menyala Kembali.
- Jumlah total konsumen terlayani/*total number of costumer served*. Jumlah total konsumen yang terlayani sesuai dengan periode laporan terakhir
- Periode laporan. Periode laporan diasumsikan sebagai satu tahun 19981-1-sm

Salah satu aspek yang dapat mempengaruhi keberhasilan suatu produk adalah keandalan komponen, sub sistem, atau sistem tersebut untuk tidak mengalami kegagalan dalam jangka waktu tertentu. Penerapan teori keandalan dapat membantu

untuk memperkirakan peluang suatu komponen, sub sistem, atau sistem untuk dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang diinginkan dalam kurun waktu tertentu.

Keandalan ini menjadi sangat penting karena akan mempengaruhi biaya pemeliharaan yang pada akhirnya akan berpengaruh pula terhadap keberhasilan suatu produk.

II.2 SISTEM MINYAK PELUMAS

Fungsi utama dari sistem pelumasan adalah untuk mengurangi gesekan yang terjadi dari bagian-bagian mesin yang bergerak dan saling berinteraksi. Sedangkan fungsi lain dari sistem pelumasan adalah sebagai pendingin mesin, sebagai pembersih, untuk pencegah korosi serta sebagai media untuk melakukan cek kondisi ataupun kerusakan yang terjadi pada mesin. Selain itu terdapat dua jenis pelumasan yaitu *Dry-Sump* atau karter kering dan *Wet-Sump* atau karter basah. Menurut *Project guide*, untuk penggunaan bahan bakar *HFO* secara *kontinyu*, maka jenis pelumasan yang sebaiknya digunakan adalah jenis *Dry-Sump*.

Tujuan pelumasan adalah mengurangi gesekan, gesekan langsung antara dua permukaan bagian-bagian mesin yang bergerak. Dengan adanya lapisan pelumas diantara dua permukaan benda tadi, maka gesekan tidak menjadi langsung, tetapi didasari/dialasi oleh lapisan minyak pelumas sehingga dapat mengurangi tahanan gesek atau perlawanan gerak. Kedua adalah mengurangi keausan, berkurangnya keausan akan memperoleh keuntungan ganda antara lain, mencegah biaya yang tinggi dari penggantian suku cadang (*spare part*) yang aus. Ketiga mengurangi panas, untuk memelihara suhu yang di kehendaki sekitar bagian-bagian mesin yang dilumasi tersebut, maka panas yang diserap bergantung kepada kemampuan dan proses pelumasan yang digunakan. Keempat mencegah karat, dengan adanya pelumas atau gemuk maka bagian-bagian mesin atau permukaan logam tersebut terlindungi dari pengaruh proses pengkaratan .

Dikemukakan bahwa bagaimanapun juga halusny dan tepatnya persatuan logam dapat dilihat atau dirasakan, tetapi sebenarnya tidak rata melainkan terdiri

atas titik yang tinggi dan rendah, kalau satu permukaan meluncur diatas permukaan yang lain dan suatu gaya menekannya terhadap permukaan yang lain tersebut, maka titik yang tinggi pada kedua permukaan akan saling mengunci dan menghambat gerak relatif. Dalam meluncur dan mengatasi hambatan ini, maka permukaan yang keras akan melepaskan sebagian dari titik yang tinggi dan permukaan yang lunak tetapi pada saat yang sama dapat kehilangan sebagian dari titik tingginya sendiri. Hambatan untuk meluncur ini disebut gesekan (*friction*), pelepasan titik yang tinggi (*wear*). Kalau di lihat dengan pembesaran yang kuat maka penampang melintangnya seperti terlihat dalam gambar dibawah. Pemilihan serta perlakuan pelumas didalam kaitannya dengan operasi mesin tentunya bukan sekedar asal melumuri saja, akan tetapi mempunyai makna dan tujuannya yang banyak dan kompleks serta itu semua disesuaikan dengan objek yang dilumasi, bagaimana lingkungannya, bagaimana tinggi rendahnya temperatur operasinya, sifat-sifat bahan pelumas terhadap objek, kecepatan putar ataupun kecepatan linier dari objek yang dilumasi.

Untuk menentukan jenis pelumas yang cocok dan sesuai harus memperhatikan standart ketentuan yang direkomendasikan oleh pabrik pembuat engine.

II.2.1 Fungsi Sistem Pelumasan

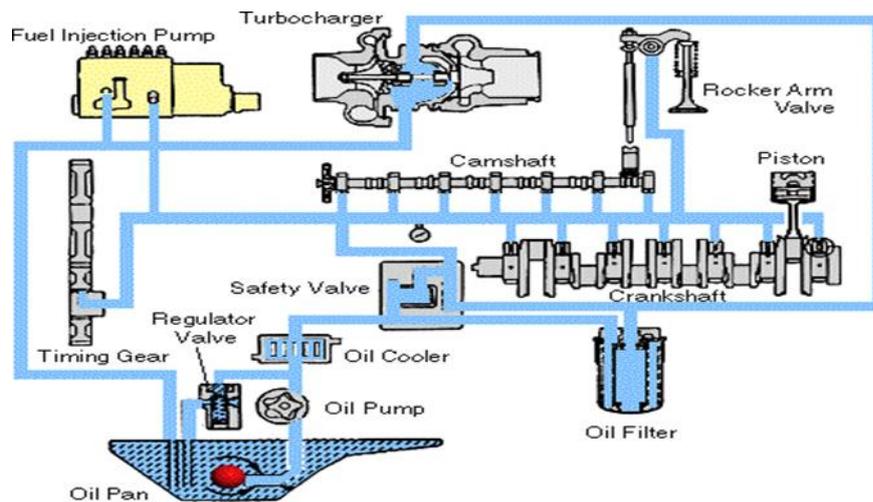
Sistem pelumasan adalah sistem yang berfungsi untuk mensuplai minyak pelumas yang berasal dari service tank menuju main engine. Berikut merupakan komponen yang ada pada sistem minyak pelumas antara lain lubricating oil tank, transfer pump, sump tank, LO. separator, purifier, LO. cooler, filter, LO pump kemudian menuju main engine, dan Lubricating Purifier Heater [3]. Berikut komponen sistem pelumasan (*Lubricating Oil System*) dan fungsinya di kapal antara lain:

Tabel 2. 1 fungsi dari komponen komponen sistem pelumasan

NO	NAMA KOMPONEN	FUNGSI
1	Lubricating oil tank	Berfungsi sebagai tempat penyimpanan minyak pelumas awal sebelum di suplai ke sump tank.
2	Lubricating oil pump	Berfungsi untuk mengalirkan minyak pelumas dari Lubricating Oil tank ke komponen-komponen motor induk.
3	Lubricating oil cooler	Berfungsi untuk menurunkan temperature minyak pelumas.
4	Lubricating oil filter	Berfungsi untuk menyaring partikel kasar yang ada pada lubricating oil
5	Sump tank	Berfungsi sebagai tempat penampung Lubricating oil yang telah dipakai oleh motor induk
6	Purifier	Berfungsi untuk memisahkan minyak pelumas dari air dan kotoran
7	Transfer Pump	Berfungsi untuk mengalirkan minyak pelumas dari sump tank ke service tank
8	Lubricating Purifier Heater	Berfungsi untuk meningkatkan temperature serta viskositas minyak pelumas

II.2.2 Prinsip Kerja Sistem Pelumasan

Prinsip kerja sistem minyak pelumas sebagai berikut: minyak pelumas dari *service tank* dipindahkan ke *sump tank* dengan bantuan *transfer pump*. Di dalam sump tank minyak pelumas diendapkan dari air dan kotoran padat. Setelah itu dialirkan menuju separator. Melalui separator minyak pelumas dimurnikan dan dibersihkan terlebih dahulu dari kandungan air dan kontaminasi kandungan partikel padat. Sebelum menuju main engine minyak pelumas disaring dan dibersihkan menggunakan *purifier*. Selanjutnya minyak pelumas dialirkan menuju main diesengine melalui filter dan *lubricating oil cooler*. Temperatur oil keluar dari cooler secara otomatis dikontrol pada level konstan yang ditentukan untuk memperoleh viskositas yang sesuai dengan yang diinginkan pada inlet main diesel engine [3]. Kemudian *lubricating oil* dialirkan ke *main engine bearing* dan juga dialirkan kembali ke *lubricating oil sump tank*.



Gambar 2. 1 Sistem pelumasan

II.3 ANALISA KUALITATIF

Analisa kualitatif adalah suatu analisa yang digunakan untuk mengevaluasi keandalan suatu sistem berdasarkan analisa kegagalan, sehingga kita dapat melakukan penilaian keandalan berdasarkan data kualitatif serta pengalaman yang sudah ada. Dalam analisa kualitatif untuk mengevaluasi keandalan suatu sistem sering digunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

II.3.1. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA merupakan salah satu bentuk analisa kualitatif. FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi mode-mode kegagalan penyebab kegagalan. Serta dampak kegagalan yang ditimbulkan oleh tiap-tiap komponen terhadap sistem. Kegiatan FMEA tersebut ditulis dalam sebuah bentuk *FMEA worksheet*. Connor. [1993].

Teknik analisa ini menekankan pada *bottom – up approach* yaitu analisa yang dilakukan dimulai dengan memeriksa komponen-komponen tingkat rendah dan meneruskannya ke sistem yang merupakan tingkat yang lebih tinggi serta mempertimbangkan kegagalan sistem sebagai hasil dari semua mode kegagalan. Roger. [1995].

Secara umum, FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*) didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu :

- Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk, dan proses selama siklus hidupnya
- Efek dari kegagalan tersebut
- Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses.

Output dari *Process* FMEA adalah:

- Daftar mode kegagalan yang potensial pada proses.
- Daftar *critical characteristic* dan *significant characteristic*.
- Daftar tindakan yang direkomendasikan untuk menghilangkan penyebab munculnya mode kegagalan atau untuk mengurangi tingkat

kejadiannya dan untuk meningkatkan deteksi terhadap produk cacat bila kapabilitas proses tidak dapat ditingkatkan.

Dengan menggunakan metode FMEA, dapat dilakukan pencegahan terjadinya kegagalan dalam produk atau proses, sejak dari tahap awal. FMEA merupakan salah satu langkah *quality management* sekaligus risiko management. Hasilnya tidak hanya menurunkan risiko kegagalan, melainkan juga meningkatkan kualitas dari produk/proses. Hoyland, Arnljot and marvin Rausan. [1994].

II.3.2 Perhitungan Nilai RPN

Untuk memudahkan dalam menilai resiko, mode kegagalan dinyatakan dalam skala nilai kualitatif yang mengidentifikasi berbagai tingkat kondisi bahaya skala kualitatif, untuk menilai *severity* (tingkat keparahan), *occurrence* (frekuensi kejadian), dan *detection* (deteksi). Franceschini, F. & Galetto, M. [2001]. Selanjutnya, *Risk Priority Number* (RPN) dapat ditentukan dengan menghitung nilai *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detection* (D) berdasarkan persamaan : $RPN = S \times O \times D$.

II.3.3 Metode FTA (Fault Tree Analysis)

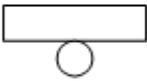
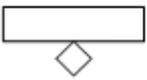
Teknik untuk mengidentifikasi kegagalan dari suatu sistem dengan memakai *Fault Tree Analysis* diperkenalkan pertama kali pada tahun 1962 oleh *Bell Telephone Laboratories* dalam kaitannya dengan studi tentang evaluasi keselamatan sistem peluncuran minutan antar benua. Boeing Company memperbaiki teknik yang dipakai oleh *Bell Telephone Laboratories* dan memperkenalkan program komputer untuk melakukan analisa dengan memanfaatkan FTA baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Davidson, John. [1988].

Fault Tree Analysis (FTA) adalah sebuah metode untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu sistem, baik yang disebabkan oleh kegagalan komponen atau kejadian kegagalan lainnya secara bersama-sama atau secara individu. Hoyland, Arnljot and Marvin Rausan [1994].

Fault Tree Analysis (FTA) lebih menekankan pada “*top-down approach*” yaitu karena analisa ini berawal dari sistem top level dan meneruskannya ke bawah.

Titik awal analisa ini adalah pengidentifikasian mode kegagalan pada top level suatu sistem. Connor. [1993].

Sebuah *fault tree* mengilustrasikan keadaan komponen-komponen sistem (basic event) dan hubungan antara *basic event* dan *top event*. Sistem kemudian dianalisa untuk menemukan semua kemungkinan kegagalan yang didefinisikan pada *top event*. Setelah mengidentifikasi *top events*, *event-event* yang memberikan kontribusi secara langsung terjadinya top event dengan memakai hubungan logika dengan menggunakan gerbang AND (AND-gate) dan gerbang OR (OR-gate) sampai dicapai event besar. Pengkontruksian fault tree dimulai dari top event. Sistem dianalisa untuk menentukan semua kemungkinan yang menyebabkan suatu sistem mengalami kegagalan seperti yang didefinisikan pada top event. Oleh karena itu, berbagai *fault event* yang secara langsung menjadi penyebab *terjadinya top event* harus secara teliti diidentifikasi. Hoyland, Arnljot and Marvin Rausan [1994].

<u>Nama Simbol</u>	<u>Simbol</u>	<u>Deskripsi</u>
OR – gate		<u>Kejadian <i>output</i> akan terjadi hanya jika salah satu <i>input</i> terjadi.</u>
AND – gate		<u>Kejadian <i>output</i> akan terjadi hanya jika beberapa <i>input</i> terjadi.</u>
Basic events		<u>Kegagalan sebuah <i>basic equipment</i> yang tidak memerlukan penelitian lebih lanjut dari penyebab kegagalan.</u>
Undeveloped events		<u>Event yang tidak dianalisa lebih jauh karena keterbatasan informasi atau alasan lain.</u>
<u>Coment</u> <u>Retangale</u>		<u>Digunakan untuk informasi tambahan</u>

Gambar.2.2 Simbol-Simbol Penyusunan Fault Tree

II.4 ANALISA KUANTITATIF

Dalam melakukan analisa keandalan suatu sistem tidak terlepas akan tersedianya data yang akan diolah. Nilai keandalan suatu komponen akan bergantung terhadap waktu. Untuk itu analisa keandalan akan berhubungan dengan distribusi probabilitas dengan waktu sebagai *variable random*. *Variable random* adalah suatu nilai atau parameter yang akan diukur di dalam pengolahan data. Agar teori probabilitas dapat diterapkan maka kejadian atau nilai-nilai tersebut haruslah random terhadap waktu. Parameter kejadian yang akan diukur yaitu misalnya laju kegagalan komponen, lama waktu untuk mereparasi, kekuatan mekanis komponen, adalah variabel yang bervariasi secara random terhadap waktu dan atau ruang. *Variable random* ini dapat didefinisikan secara diskrit maupun secara continue. Billinton. R. and Ronald N. Allan [1992]

II.4.1 Terminologi Reliability

Keandalan (*reliability*) dari suatu sistem merupakan peluang (*probability*) dimana sistem tidak akan gagal selama periode waktu dan kondisi pengoperasian tertentu, sementara resiko kegagalan adalah peluang dimana sistem akan gagal selama periode waktu dan kondisi pengoperasian tertentu pula.

Kegagalan (*failure*) adalah suatu kejadian yang tidak pasti (*probabilistic event*) dan dapat terjadi akibat kerusakan-kerusakan dalam sistem, *wear and tear* atau faktor gangguan dari dalam maupun dari luar yang tidak disangka-sangka. Hal ini dapat juga terjadi akibat kesalahan perencanaan (*faulty design*), pemeliharaan yang tidak cukup, kesalahan pengoperasian, bencana alam atau faktor-faktor lain.

Dengan demikian keandalan (*reliability*) dapat didefinisikan secara lengkap yaitu bahwa keandalan suatu komponen atau sistem merupakan peluang komponen atau sistem tersebut untuk memenuhi tugas atau fungsinya yang telah ditetapkan atau diperlukan tanpa mengalami kegagalan dalam kurun waktu tertentu bila dioperasikan secara benar dalam lingkungan tertentu, Davidson, J. ed. [1988].

Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Dimana : $R(t)$ = Keandalan (Reliability)

$$e = 2,7182$$

λ = Laju Kegagalan (failure rate)

t = waktu operasi yang diinginkan

II.4.2 Waktu Rata-rata Kegagalan (Mean Time To Failure / MTTF)

Expected value dari densitas kegagalan (*failure density function*) $f(t)$, sering ditunjukkan sebagai waktu rata-rata kegagalan (*mean time to failure* – MTTF). Dalam situasi praktis MTTF cukup digunakan untuk menilai kualitas dan kegunaan suatu komponen.

Adapun rumus untuk menghitung waktu rata-rata kegagalan MTTF (*Mean Time To Failure*)

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad \text{dimana} \quad \lambda = \text{failure rate (laju kegagalan)}$$

II.4.3 Metode Anova

Anova adalah sebuah analisis statistik yang menguji perbedaan rerata antar grup. Grup disini bisa berarti kelompok atau jenis perlakuan. Anova ditemukan dan diperkenalkan oleh seorang ahli statistik bernama Ronald Fisher.

Anova merupakan singkatan dari *Analysis of variance*. Merupakan prosedur uji statistik yang mirip dengan *t test*. Namun kelebihan dari Anova adalah dapat menguji perbedaan lebih dari dua kelompok. Berbeda dengan independent sample *t test* yang hanya bisa menguji perbedaan rerata dari dua kelompok saja.

Anova digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rerata antara kelompok. Hasil akhir dari analisis ANOVA adalah nilai F test atau F hitung. Nilai F Hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel f. Jika nilai f hitung lebih dari f tabel, maka

dapat disimpulkan bahwa menerima H1 dan menolak H0 atau yang berarti ada perbedaan bermakna rerata pada semua kelompok.

Analisis ANOVA sering digunakan pada penelitian eksperimen dimana terdapat beberapa perlakuan. Peneliti ingin menguji, apakah ada perbedaan bermakna antar perlakuan tersebut.

II.4.4 Pengertian uji normalitas

Uji Normalitas adalah sebuah uji yang dilakukan dengan tujuan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel, apakah sebaran data tersebut berdistribusi normal ataukah tidak. Uji Normalitas berguna untuk menentukan data yang telah dikumpulkan berdistribusi normal atau diambil dari populasi normal. Metode klasik dalam pengujian normalitas suatu data tidak begitu rumit. Berdasarkan pengalaman empiris beberapa pakar statistik, data yang banyaknya lebih dari 30 angka ($n > 30$), maka sudah dapat diasumsikan berdistribusi normal. Biasa dikatakan sebagai sampel besar.

Namun untuk memberikan kepastian, data yang dimiliki berdistribusi normal atau tidak, sebaiknya digunakan uji normalitas. Karena belum tentu data yang lebih dari 30 bisa dipastikan berdistribusi normal, demikian sebaliknya data yang banyaknya kurang dari 30 belum tentu tidak berdistribusi normal, untuk itu perlu suatu pembuktian. uji statistik yang dapat digunakan diantaranya adalah: Uji Chi-Square, Kolmogorov Smirnov, Lilliefors, Shapiro Wilk, Jarque Bera

Salah satu metode pengujian sampel dalam ilmu statistika adalah dengan cara Uji Normalitas. Jenis pengujian ini memiliki keunggulan yaitu penyebaran suatu data sampel dapat diketahui dengan baik. Terdapat 2 metode analisis dalam uji normalitas yaitu Analisis Grafik dan Analisis statistika yang terbagi menjadi 5 metode yaitu, uji Chi Square, Lilliefors, Jarque Bera, Kolmogorov Smirnov, dan Shapiro Wilk. Dari kelima metode pengujian statistika tersebut, yang paling sering digunakan adalah Shapiro wilk dan Kolmogorov smirnov.

Uji *Kolmogorov Smirnov* merupakan pengujian normalitas yang banyak dipakai, terutama setelah adanya banyak program statistik yang beredar. Kelebihan dari uji ini adalah sederhana dan tidak menimbulkan perbedaan persepsi di antara satu pengamat dengan pengamat yang lain, yang sering terjadi pada uji normalitas dengan menggunakan grafik. Konsep dasar dari uji *normalitas Kolmogorov Smirnov* adalah dengan membandingkan distribusi data (yang akan diuji normalitasnya) dengan distribusi normal baku. Distribusi normal baku adalah data yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk Z-Score dan diasumsikan normal. Jadi sebenarnya uji *Kolmogorov Smirnov* adalah uji beda antara data yang diuji normalitasnya dengan data normal baku. Seperti pada uji beda biasa, jika signifikansi di bawah 0,05 berarti terdapat perbedaan yang signifikan, dan jika signifikansi di atas 0,05 maka tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Penerapan pada uji *Kolmogorov Smirnov* adalah bahwa jika signifikansi di bawah 0,05 berarti data yang akan diuji mempunyai perbedaan yang signifikan dengan data normal baku, berarti data tersebut tidak normal. Lebih lanjut, jika signifikansi di atas 0,05 maka berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data yang akan diuji dengan data normal baku, artinya...ya berarti data yang kita uji normal, kan tidak berbeda dengan normal baku. Jika kesimpulan kita memberikan hasil yang tidak normal, maka kita tidak bisa menentukan transformasi seperti apa yang harus kita gunakan untuk normalisasi. Jadi ya kalau tidak normal, gunakan plot grafik untuk melihat menceng ke kanan atau ke kiri, atau menggunakan Skewness dan Kurtosis sehingga dapat ditentukan transformasi seperti apa yang paling tepat dipergunakan. Uji Normalitas dengan *Kolmogorov Smirnov* dengan Program SPSS Pengujian normalitas dengan menggunakan Program SPSS dilakukan dengan menu Analyze, kemudian klik pada Nonparametric Test, lalu klik pada 1-Sample K-S. K-S itu singkatan dari *Kolmogorov-Smirnov*. Maka akan muncul kotak One-Sample *Kolmogorov-Smirnov* Test. Data yang akan diuji terletak di kiri dan pindahkan ke kanan dengan tanda panah. Lalu tekan OK saja. Pada output, lihat pada baris paling bawah dan paling kanan yang berisi Asymp.Sig.(2-tailed). Lalu intepretasinya adalah bahwa jika nilainya di atas 0,05 maka distribusi data dinyatakan memenuhi

asumsi normalitas, dan jika nilainya di bawah 0,05 maka diinterpretasikan sebagai tidak normal.

Berbeda dengan *Kolmogorov*, uji *Shapiro Wilk* lebih cocok digunakan untuk penelitian kuantitatif yang memiliki sedikit sampel. Uji *Shapiro Wilk* merupakan adaptasi dan bentuk pengembangan dari uji *Kolmogorov*, sehingga ia bisa memberikan perhitungan yang lebih akurat untuk sampel dibawah 200. Kedua data tersebut dapat dihitung menggunakan aplikasi SPSS menggunakan fitur explore. Anda bisa mulai mencoba melakukan perhitungan ketika sudah menentukan pilihan variabel dan sampel yang hendak dihitung.

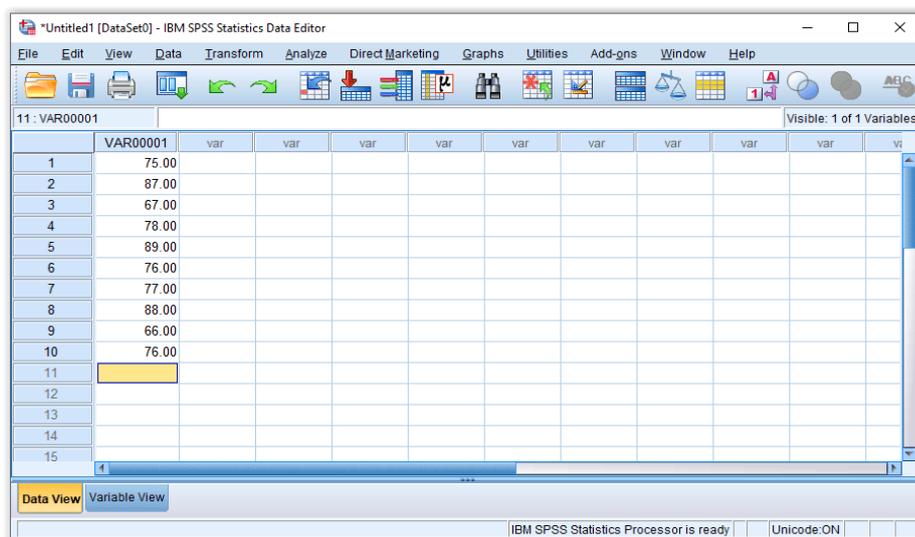
- **Ciri-ciri ANOVA**

Ciri khasnya adalah adanya satu atau lebih variabel bebas sebagai faktor penyebab dan satu atau lebih *variabel response* sebagai akibat atau efek dari adanya faktor. Contoh penelitian yang dapat menggambarkan penjelasan ini: “Adakah pengaruh jenis bahan bakar terhadap umur thorax mesin.” Dari judul tersebut jelas sekali bahwa bahan bakar adalah faktor penyebab sedangkan umur thorax mesin adalah akibat atau efek dari adanya perlakuan faktor. Ciri lainnya adalah variabel response berskala data rasio atau interval (numerik atau kuantitatif).

Anova merupakan salah satu dari berbagai jenis uji parametris, karena mensyaratkan adanya distribusi normal pada variabel terikat per perlakuan atau distribusi normal pada residual. Syarat normalitas ini mengasumsikan bahwa sample diambil secara acak dan dapat mewakili keseluruhan populasi agar hasil penelitian dapat digunakan sebagai generalisasi. Namun keunikannya, uji ini dapat dikatakan relatif robust atau kebal terhadap adanya asumsi tersebut.

II.4.4 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

SPSS adalah sebuah program aplikasi yang memiliki kemampuan untuk analisis statistik cukup tinggi serta sistem manajemen data pada lingkungan grafis dengan menggunakan menu-menu deskriptif dan kotak-kotak dialog yang sederhana sehingga mudah dipahami untuk cara pengoperasiannya



Tests of Normality www.spssindonesia.com					
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
,154	10	,200 [*]	,951	10	,678
,170	10	,200 [*]	,922	10	,372
,193	10	,200 [*]	,945	10	,613
,134	10	,200 [*]	,977	10	,950

Gamba 2.3 Tampilan software spss

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

III.1.1 Tempat/Lokasi Penelitian

Untuk tempat atau lokasi penelitian dilakukan di PT IKI PERSERO, MAKASSAR. Dan pengolahan data dilakukan di Kampus Fakultas Teknik UNHAS Gowa.

III.1.2 Waktu Pengambilan Data Penelitian

kegiatan penelitian ini direncanakan dilakukan, mulai pada bulan september s/d oktober 2021.

III.2 METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yang akan dilakukan. Kegiatan utama yang dilakukan dalam setiap tahap adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Melakukan studi literatur dengan tujuan untuk merangkum teorit dasar, acuan secara umum dan khusus, serta untuk memperoleh berbagai informasi pendukung lainnya yang berhubungan dengan pengerjaan skripsi ini. Studi literatur ini dapat diperoleh dari buku-buku yang berhubungan dengan proses penelitian dan jurnal-jurnal penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini. Pada tahapan ini dipelajari tentang mesin diesel Sehingga dikumpulkan materi-materi pendukung seperti data kersakan dan perbaikan. serta pola perawatan suatu komponen untuk menganalisa sistem bahan bakar tersebut. Sebagai tambahan, juga dilakukan browsing di internet untuk mencari informasi-informasi lain yang dapat mendukung dan lebih melengkapi proses penelitian skripsi ini.

2. Pengumpulan Data Serta Survey di Lapangan.

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data yang diperoleh secara langsung di PT.IKI MAKASSAR. Data yang dikumpulkan adalah data wawancara, data kegagalan, dan data diagram sistem.

3. Pengolahan data.