

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 halusnya 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

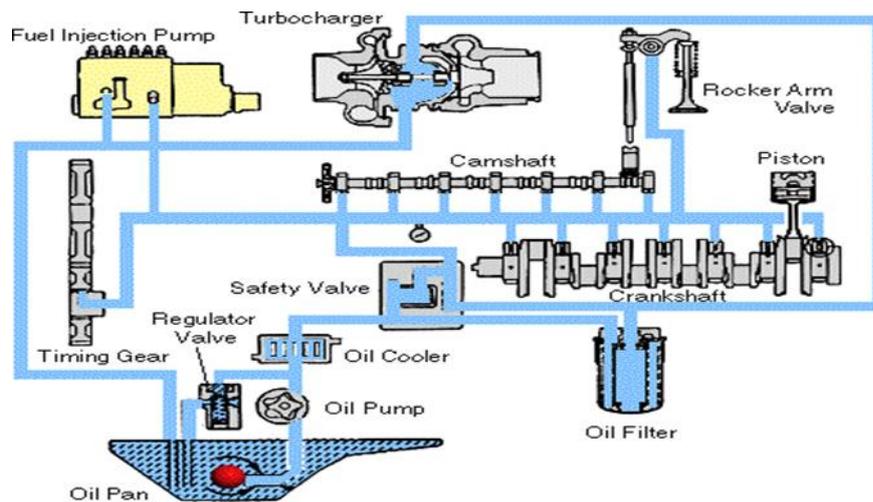
Sistem pelumasan adalah sistem yang berfungsi untuk mensuplai minyak pelumas yang berasal dari service tank menuju main engine. Berikut merupakan komponen yang ada pada sistem minyak pelumas antara lain lubricating oil tank, transfer pump, sump tank, LO. separator, purifier, LO. cooler, filter, LO pump 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)

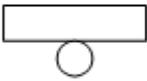
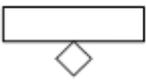
Teknik untuk mengidentifikasi kegagalan dari suatu sistem dengan memakai *Fault Tree Analysis* diperkenalkan pertama kali pada tahun 1962 oleh *Bell Telephone Laboratories* dalam kaitannya dengan studi tentang evaluasi keselamatan sistem peluncuran minutan antar benua. Boeing Company memperbaiki teknik 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 output akan terjadi hanya jika salah satu input terjadi.</u>
AND – gate		<u>Kejadian output akan terjadi hanya jika beberapa input terjadi.</u>
Basic events		<u>Kegagalan sebuah basic equipment 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.

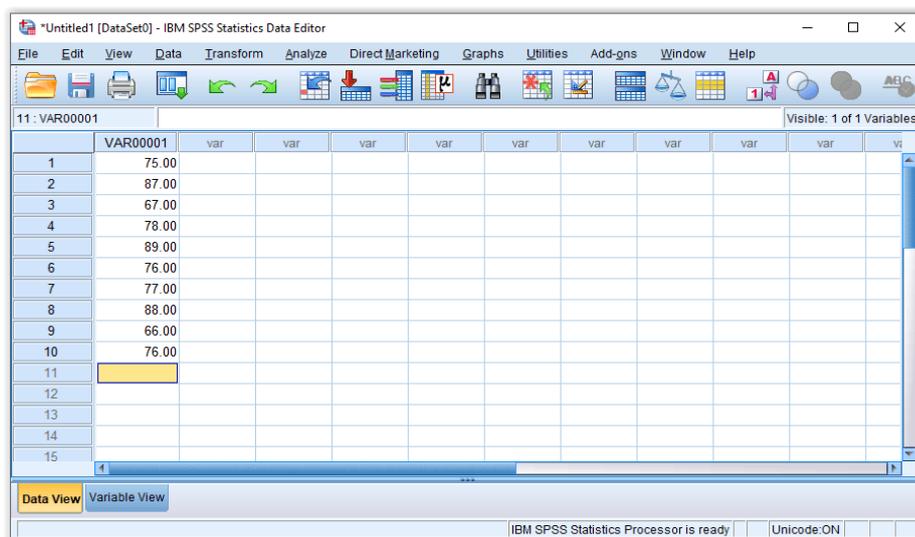
- **Ciri-ciri ANOVA**

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.

Setelah data diperoleh dilanjutkan dengan pengolahan data dengan metode yang telah ditetapkan.

a. Pemilihan sistem

Dalam pemilihan sistem yang akan saya teliti yaitu Isistem minyak pelumas KM.Pangrango.

Adapun data utama kapal KM.Pangrango adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Data utama kapal

Data Ukuran Utama Kapal KM Pangrango	
LOA	: 74.00 m
Gross Tonnage	: 400 m
Bean	: 5.9 m
Draught	: 3.3 m
Speed	: 8.3 knot

Adapun jadwal pelayaran sistem pelumas KM Pangrango sebagai berikut :

Tabel 3.2 Jadwal pelayaran KM. PANGRANGO

RUTE DAN JADWAL KM. PANGRANGO VOYAGE 22.2021 s/d VOYAGE 01.2022							
VOYAGE 22.2021							
NO	PELABUHAN	ETA			ETD		
		Hari	Tanggal	Jam	Hari	Tanggal	Jam
1	Ambon	Kamis	9-Dec-21	12:00	Jum'at	10-Dec-21	16:00
2	Banda	Sabtu	11-Dec-21	06:00	Minggu	12-Dec-21	16:00
3	Ambon	Senin	13-Dec-21	06:00	Senin	13-Dec-21	20:00
4	Namrole	Selasa	14-Dec-21	06:00	Selasa	14-Dec-21	08:00
5	Ambon	Selasa	14-Dec-21	18:00	Selasa	14-Dec-21	23:59
6	Banda	Rabu	15-Dec-21	14:00	Rabu	15-Dec-21	16:00
7	Saumlaki	Kamis	16-Dec-21	19:00	Kamis	16-Dec-21	22:00
8	Tepa	Jum'at	17-Dec-21	10:00	Jum'at	17-Dec-21	12:00
9	Moa	Sabtu	18-Dec-21	00:01	Sabtu	18-Dec-21	02:00
10	Kisar	Sabtu	18-Dec-21	06:00	Sabtu	18-Dec-21	08:00
11	Moa	Sabtu	18-Dec-21	12:00	Sabtu	18-Dec-21	13:00
12	Tepa	Minggu	19-Dec-21	01:00	Minggu	19-Dec-21	02:00
13	Saumlaki	Minggu	19-Dec-21	14:00	Minggu	19-Dec-21	17:00
14	Banda	Senin	20-Dec-21	21:00	Senin	20-Dec-21	23:00
15	Ambon	Selasa	21-Dec-21	14:00	Selasa	21-Dec-21	17:00
16	Geser	Rabu	22-Dec-21	13:00	Rabu	22-Dec-21	15:00
17	Ambon	Kamis	23-Dec-21	12:00			

Data komponen system pelumas

No	Item	Merek	Jumlah
1	Filter	M/B	3
2	cooler	A/E	3
3	Separator	MMPX 303	2
4	Fuel oil transfer pump	F440 ER60V12	1

b. FMEA (Failure Modes Effect and Analysis)

Pada tahap ini kita akan menganalisis komponen yang bersifat kritis dan sering rusak sehingga jika terjadi kerusakan pada komponen tersebut maka sejauhmana pengaruhnya terhadap fungsi sistem secara keseluruhan. Dengan demikian akan dapat memberikan perlakuan lebih terhadap komponen tersebut dengan tindakan pemeliharaan yang tepat.

c. FTA (Fault Tree Analysis)

Pada tahap ini kita akan mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu sistem. Setiap sistem rekayasa biasanya memiliki moda kegagalannya masing-masing, moda kegagalan sistem yang biasanya dikenal sebagai *Top Event* dan sebab-sebab kegagalan dasar disebut *Basic Event* digambarkan secara grafis dalam metode FTA.

d. Metode Anova

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

H_0 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

4. Analisa

Melakukan analisa terhadap kegagalan dari masing-masing komponen pada mesin diesel serta melakukan perbandingan dan mencari nilai rata-rata dari beberapa metode yang digunakan.

5. Kesimpulan dan Saran.

Pada akhir pengerjaan skripsi ini akan ditarik kesimpulan dari seluruh rangkaian penelitian yang dilakukan. Kesimpulan yang dihasilkan merupakan jawaban dari permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini, dan merupakan rangkuman dari proses penelitian dan pengolahan data yang dilakukan. Pada akhir penulisan skripsi ini akan diberikan berbagai saran-saran mengenai proses dan hasil dari penelitian ini.

III.3 KERANGKA PEMIKIRAN



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 SISTEM MINYAK PELUMAS

Sistem pelumasan merupakan salah satu sistem yang penting dalam menunjang kinerja mesin pada kapal. Seperti pada sistem pelumasan di kapal KM. Pangrango.

Sistem pelumasan adalah sistem yang berfungsi untuk memindahkan minyak lumas lumas dari tangka masuk ke dalam mesin guna untuk melumasi komponen komponen mesin supaya mesin tetap bekerja normal. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen yang memiliki fungsi masing-masing, dan untuk memudahkan dalam menganalisa kita membagi sistem pelumasan menjadi 3 subsistem yaitu subsistem pemompaan yang terdiri dari pompa *supply* dan pompa *transfer*, subsistem penyaringan yang terdiri duplex, saporator, filter, strainer dan cooler, dan subsistem suplai yang terdiri dari pipa, tangka dan katup.

IV.1.1 Komponen Sistem Minyak Pelumas

1	Filter	Menyaring kotoran yang ikut Bersamafluida	tersumbat
2	Duplex	Menyaring kotoran yang terkandung dalam fluida	tersumbat
3	Saparator	Memisahkan pelumas dengan air	Kebocoran, keausan Komponen
4	Strainer	Menyaring kotoran yang terkandung dalam Fluida	Tersumbat
5	Cooler	Mendinginkan pelumas	Korosi, keausan

		yang telah digunakan	Komponen
6	Pompa transfer	Memindahkan pelumas dari servis tank ke sump tank	Terjadi keausan pada komponen pompa
7	Pompa supply	Memindahkan pelumas dari sump tank menuju mesin	Terjadi keausan pada komponen pompa
8	Tangki	Sebagai tempat menyimpan pelumas sebelum digunakan	Kebocoran

Berikut merupakan fungsi masing-masing komponen sistem minyak pelumasan KM PANGRANGO

- Tangki

Tangki berfungsi sebagai wadah penampungan fluida sebelum dialirkan masuk ke dalam mesin.

- Pipa

Pipa berfungsi sebagai wadah untuk fluida mengalir dari satu tempat ke tempat yang lainnya.

- Katup

Katup adalah komponen yang berfungsi untuk mengatur laju fluida yang ada di dalam pipa.

- Filter

Filter berfungsi untuk menyaring kotoran yang

ikut kedalam fluida.

- Cooler

Cooler berfungsi sebagai alat yang akan mendinginkan pelumas yang telah digunakan untuk siap digunakan lagi untuk melumasi mesin.

- Duplex

Seperti filter pada umumnya duplex berfungsi menyaring kotoran pada fluida hingga benar-benar bersih sebelum digunakan melumasi mesin.

- Sparator

Sparator berfungsi untuk membersihkan fluida dari kandungan air dan benda pada.

- Strainer

Strainer berfungsi untuk menyaring kotoran dalam bentuk pada yang terkandung dalam fluida.

- Pompa Transfer

Pompa transfer berfungsi untuk memindahkan pelumas dari tangki servis ke sump tank.

- Pompa Supply

Pompa supply berfungsi untuk memindah pelumas dari sump tank yang akan digunakan untuk melumasi mesin.

IV.1.2 Prinsip Kerja Sistem Pelumasan

Prinsip kerja sistem minyak pelumas pada kapal KM.Pangrango adalah sebagai berikut :

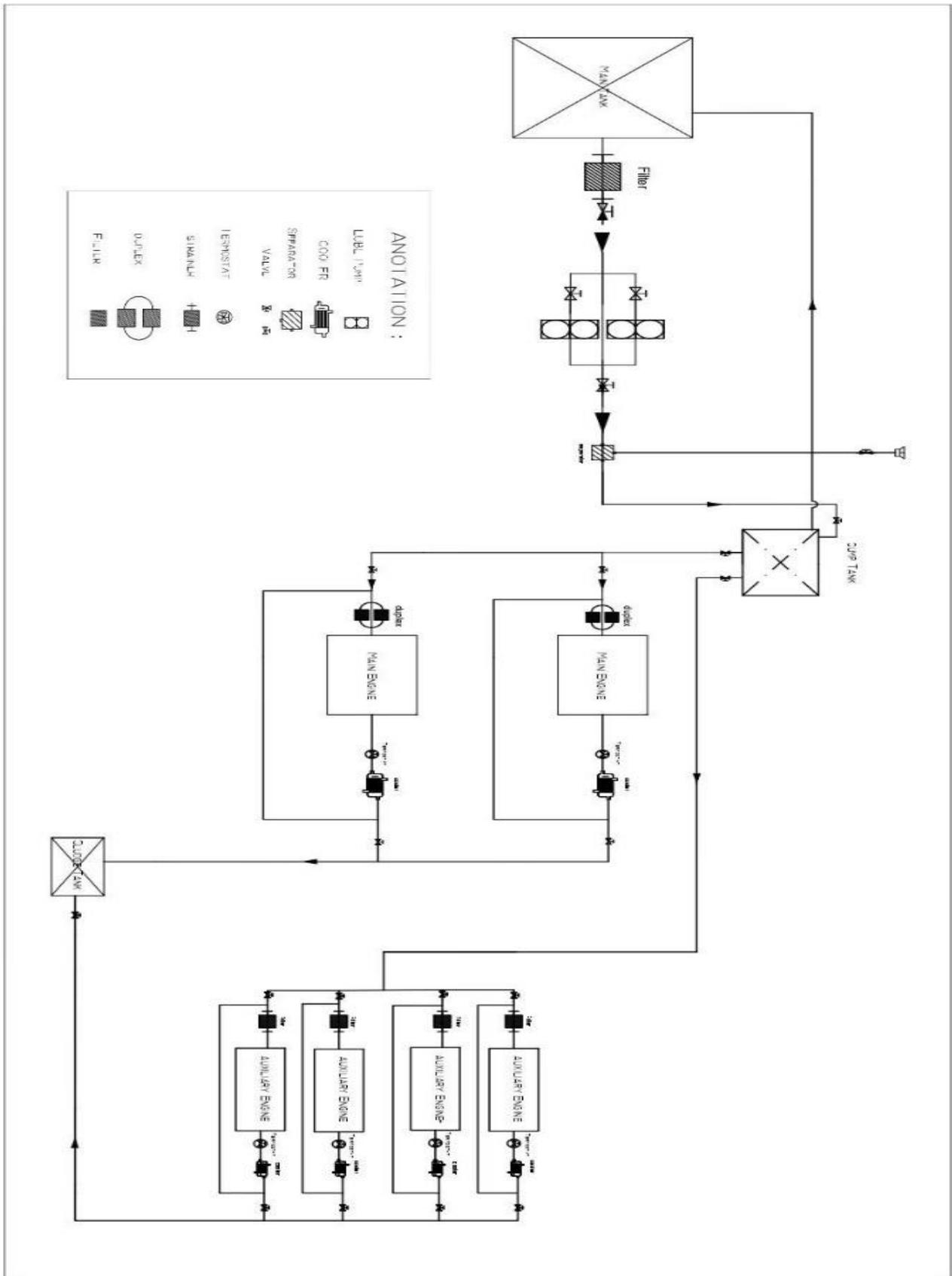
Sistem Pelumasan Kapal, dalam pelaksanaannya mesin diesel sebagai motor induk (*main engine*) di kapal akan dapat berfungsi dengan baik apabila ditunjang oleh sistem-sistem pendukung yang baik pula. Sistem penunjang diatas kapal

meliputi sistem bahan bakar (*fuel oil sistem*), sistem pelumasan minyak (*lubricating oil sistem*), sistem pendingin (*cooling sistem*) dan sistem udara start (*starting air sistem*). 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, motor induk pasti akan mengalami masalah dan mungkin motor induk tidak dapat beroperasi dengan baik. Sebagai contoh. sistem pelumasan mesin yang berfungsi sebagai penyuplai minyak pelumas ke bagian mesin yang perlu dilumasi mengalami masalah maka bagian *engine* yang kurang pelumas akan cepat aus serta dikhawatirkan motor induk tidak mampu menahan panas yang ditimbulkan oleh kerja motor induk tersebut sehingga hal ini dapat mengganggu kinerja dari motor induk dikapal [2]. Minyak pelumas pada suatu sistem permesinan berfungsi untuk memperkecil gesekan-gesekan pada permukaan komponen-komponen yang bergerak dan bersinggungan. Selain itu minyak pelumas juga berfungsi sebagai fluida pendinginan pada beberapa motor. Karena dalam hal ini motor diesel yang digunakan termasuk dalam jenis motor dengan kapasitas pelumasan yang besar, maka sistem pelumasan untuk bagian-bagian atau mekanis motor dibantu dengan pompa pelumas. Sistem ini digunakan untuk mendinginkan dan melumasi engine bearing dan mendinginkan piston [3].

Prinsip Kerja, Minyak pelumas dihisap dari *lubricating oil sump tank* oleh pompa bertipe *screw* atau sentrifugal melalui *suction filter* dan dialirkan menuju *main diesel engine* melalui *second filter* dan *lubricating oil cooler*. Temperature oil keluar dari cooler secara otomatis dikontrol pada level konstan yang ditentukan untuk memperoleh viskositas yang sesuai dengan yang diinginkan pada inlet *main diesel engine*. Kemudian *lubricating oil* dialirkan ke *main engine bearing* dan juga dialirkan kembali ke *lubricating oil sump tank*. Pendekatan yang tepat sebagai solusi bagaimana bila terjadi kegagalan pelaksanaannya, yaitu menggunakan metode, FMEA merupakan suatu analisa yang dilakukan dengan memeriksa komponen komponen dari tingkat rendah dan meneruskannya ke sistem yang merupakan tingkatan yang lebih tinggi serta mempertimbangkan kegagalan sistem sebagai hasil dari semua bentuk kegagalan. Disamping itu FMEA merupakan salah

satu bentuk analisa kegagalan serta dampak kegagalan yang ditimbulkan oleh tiap-tiap komponen pada sistem. Hasil dari analisa FMEA dapat dibuat sedetail mungkin, hal ini bergantung dari informasi yang akan dibutuhkan serta informasi yang diperoleh untuk menganalisa.

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 diesel engine 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 4. 1 Sistem Instalasi Pelumasan KM. Pangrango

IV.2 ANALISA KUALITATIF

Analisa kualitatif yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menganalisa kegagalan setiap komponen dengan metode FMEA (*failure modes and effects analysis*) dan juga metode FTA (*fault tree analysis*)

IV.2.1 Kegagalan Pada Komponen

Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya bahwa sistem pelumasan km. pangrango dibagi kedalam tiga subsistem yaitu subsistem penyaringan, subsistem suplai dan subsistem pemompoan. Berikut dijabarkan keagalanyang terjadi pada setiap komponen.

1. Kegagalan pada tangki

Pada tangki kegagalan yang terjadi seperti kebocoran yang diakibatkan oleh korosi sehingga dapat mempengaruhi kinerja keseluruhan dari sistem pelumasan.

2. Kegagalan pada filter

Pada tangki kegagalan yang terjadi seperti kebocoran yang diakibatkan oleh korosi sehingga dapat mempengaruhi kinerja keseluruhan dari sistem pelumasan.

3. Kegagalan pada separator

Kegagalan pada saporator yang terjadi seperti komponen saporator mengalami keausan yang mengakibatkan saporator tidak bekerja secara maksimal.

4. Kegagalan pada duflex

Kegagalan pada duplex yaitu kotoran yang menumpuk atau menggumpal yang mengakibatkan fluida yang masuk kedalam mesin tidak maksimal sehingga mengakibatkan kinerja mesin kurang maksimal.

5. Kegagalan pada cooler

Kegagalan pada cooler yaitu kebocoran pipa yang diakibatkan oleh

korosi sehingga dapat menyebabkan pelumas bercampur dengan air.

6. Kegagalan pada strainer

Kegagalan yang terjadi pada strainer yaitu tersumbat yang disebabkan oleh kotoran yang menumpuk yang mengakibatkan aliran fluida tidak maksimal.

7. Kegagalan pada pompa supply

Kegagalan yang terjadi pada pompa seperti kemasukan benda asing yang dapat mengakibatkan kegagalan kerja dan juga merusak komponen yang mengakibatkan pompa tidak berkerja secara maksimal.

8. Kegagalan pada pompa transfer

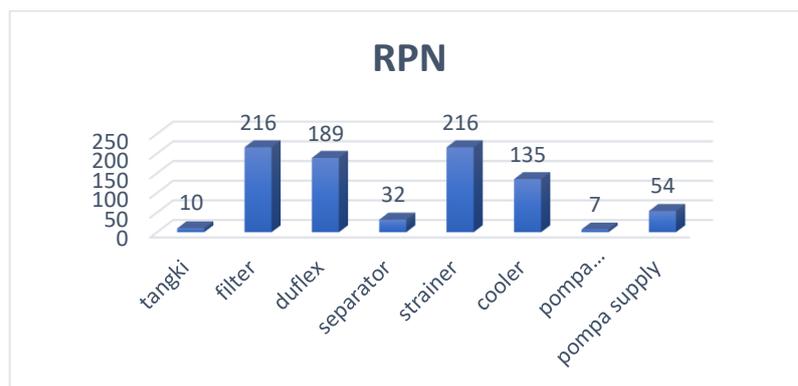
Kegagalan yang terjadi pada pompa seperti kemasukan benda asing yang dapat mengakibatkan kegagalan kerja dan juga merusak komponen yang mengakibatkan pompa tidak berkerja secara maksimal.

Tabel penyebab dan dampak kegagalan komponen minyak pelumas

No	Komponen	Penyebab	Dampak
1	Filter	Kotoran menumpuk	Filter bocor Filter tersumbat
2	Cooler	Pipa berkerak/ korosi	Komponen tidak bekerja secara maksimal
3	Duflex	Kotoran yang menumpuk Filter bocor	Penyaringan fluida tidak maksimal Komponen mengalami kerusakan/tersumbat
4	Separator	Keausan pada part-part komponen. Kotoran yang menumpuk.	Mengakibatkan komponen tidak bekerja secara maksimal. Kegagalan kerja.
5	Strainer	Kotoran yang menumpuk	Tidak dapat menyaring kotoran dengan maksimal. Komponen mengalami kerusakan/kebocoran.
6	Pompa transfer	Keausan pada part-part komponen pompa	Komponen tidak bekerja secara optimal. Komponen mengalami mati total.
7	Pompa supply	Keausan pada part-part komponen pompa	Komponen tidak bekerja secara maksimal.

IV.2.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA merupakan salah satu metode yang dipergunakan dalam analisa kualitatif. Metode FMEA lebih menekankan pada bottom – up approach, karena analisa FMEA ini menguji level komponen atau kelompok komponen-komponen 36 fungsional yang memiliki level lebih rendah dan memikirkan kegagalan sebagai hasil dari modus kegagalan (*Failure Modes*) yang berbeda-beda, mengevaluasi sistem dengan mempertimbangkan macam mode kegagalan komponen sistem serta menganalisa dampak atau pengaruh-pengaruhnya terhadap keandalan sistem. Analisa kualitatif dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dapat dilakukan dengan pembuatan lembar kerja *FMEA (FMEA Worksheet)*. Melalui kegagalan ini kita dapat mengetahui nilai RPN dan dapat menentukan komponen kritis dalam sistem bahan bakar. Berdasarkan fungsi komponen penyebab kegagalan yang mengakibatkan kegagalan fungsi serta efek kegagalan dari fungsi FMEA Worksheet dapat dilihat pada lampiran . Melalui data kegagalan atau perbaikan kita dapat mengetahui nilai RPN dan dapat mengetahui komponen yang kritis pada sistem bahan bakar. Berikut adalah diagram hasil analisis FMEA:



Gambar 4.2 Diagram Nilai RPN Komponen Sistem minyak Pelumas

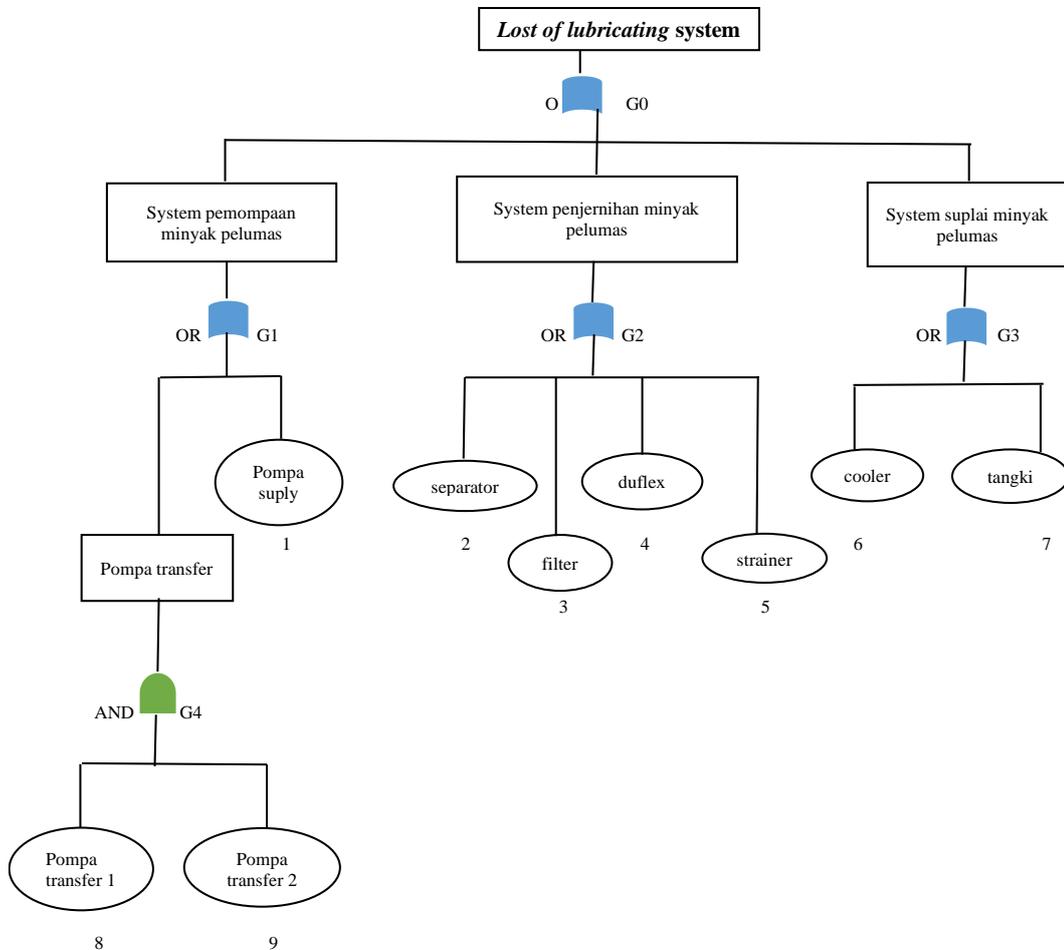
Dari gambar diagram diatas jika dilihat dari nilai RPN yang telah didapatkan maka komponen yang paling kritis dan harus mendapatkan perhatian lebih adalah komponen *filter*, *duflex*, *separator*, *strainer*, *cooler*, *pompa supply*.

IV.2.3 Fault Tree Analysis

Fault tree analysis merupakan metode yang digunakan untuk menganalisa suatu kegagalan untuk mendapatkan inti permasalahan karena metode ini dapat menganalisa terjadinya masalah tidak berasal dari satu titik saja. Metode ini menganalisa hubungan antara faktor penyebab kegagalan dan ditampilkan dalam bentuk bagan pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana.

Bentuk bagan pohon dari metode *fault tree analysis* meliputi gerbang logika sederhana yaitu gerbang AND dan gerbang OR. Penggunaan gerbang AND apabila event disebabkan oleh semua yang terjadi secara bersamaan, dan gerbang OR digunakan dimana event disebabkan oleh salah satu faktor yang paling dominan terjadi. Dan semua kejadian itu menyebabkan adanya intermediate event dan atau top event. Setiap kegagalan yang terjadi di gambarkan kedalam suatu bentuk pohon analisa kegagalan dengan memasukkan komponen kegagalan dalam bentuk simbol. Berikut gambar *fault tree analysis* sistem pelumasan km.Pangrango :

IV.2.4 Bagan Fault Tree Analysis



Dari gambar analisa FTA sistem minyak pelumas mesin KM Pangrango dapat dilihat bahwa *Top Event* pada kasus ini adalah *Lost of cooling* Sistem atau kegagalan sistem minyak pelumas dapat terjadi apabila salah satu kejadian dibawah gerbang G0 yaitu Sistem pemompaan minyak pelumas, sistem penjernihan minyak pelumas atau sistem suplay minyak pelumas mengalami kegagalan. Untuk kejadian pada sub sistem diatas gerbang G1 yaitu Sistem pemompaan minyak pelumas akan mengalami kegagalan apabila salah satu komponen dari kedua komponen dibawah gerbang G1 mengalami kegagalan yaitu Pompa penyuplai atau Pompa transfer. Dan sub sistem Pompa transfer yaitu diatas gerbang G4 akan mengalami kegagalan apabila kedua Pompa transfer tersebut mengalami kegagalan yaitu Pompa transfer 1

dan Pompa transfer 2. Kemudian akan terjadi kegagalan diatas gerbang G2 yaitu Sistem penjernihan minyak pelumas apabila komponen Separator, Filter, duflex mengalami kegagalan. Dan sub sistem diatas gerbang G3 yaitu Sistem suplai minyak pelumas akan mengalami kegagalan apabila salah satu komponen dibawah gerbang G3 yaitu Cooler, atau Tangki Induk mengalami kegagalan.

Setelah hasil Pengkontruksian FTA didapatkan maka dilanjutkan dengan menentukan Cut Set dari Pohon FTA tersebut.

Tabel 4.1 Cut Set dari Fault Tree Anaisis Sistem minyak pelumas

<i>Mechanical failure</i>			
<i>Step</i>	1	2	3
	G1	G4	8,9
	G2	1	1
	G3	2	2
		3	3
		4	4
		5	5
		6	6
		7	7

Dari hasil tabel diatas menunjukkan bahwa minimum Cut Set dari Fault Tree sistem minyak pelumas KM Pangrango adalah : {8,9}, {1}, {2}, {3}, {4}, {5}, {6}, {7}. Sehingga sistem memiliki minimum first order {1}, {2}, {3}, {4}, {5},{6},{7} dan second order {8,9}.

Dimana :

1. = Pompa suplay
2. = Separator
3. = Filter
4. = Duflex
5. = Strainer

6. = Cooler
7. = Tangki
8. = Pompa transfer 1
9. = Pompa transfer 2

Hasil analisa kualitatif secara keseluruhan dengan menggabungkan hasil kedua metode FMEA dan FTA maka diperoleh komponen yang harus mendapatkan perhatian lebih dari pemilik kapal atau KKM yaitu pompa supply, cooler, filter, separator, strainer.

IV.3 ANALISA KUANTITATIF

Analisa kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui keandalan dari setiap komponen. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya analisa kuantitatif yang digunakan yaitu *metode analisis of variant* (anova).

Analisa kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui keandalan dari setiap komponen. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya analisa kuantitatif yang digunakan untuk mendapatkannilai dari *maen time to failure* (MTTF).

Untuk mengevaluasi sistem dengan metode Anova dan *Mean Time To Failure* maka diperlukan data, dimana data yang diperlukan adalah *distribusi probabilitas* setiap komponen dimana setiap komponen diasumsikan memiliki distribusi eksponensial.

Tabel 4.2 data laju kegagalan komponen sistem pelumas

No.	Nama Komponen	Jumlah kerusakan	Laju kegagalan
1	Filter	52	0.007146
2	Duflex	221	0.009892
3	Separator	15	0.001919
4	Strainer	62	0.003302
5	Cooler	93	0.009816
6	Pompa supply	7	0.000332
7	Pompa transfer	5	0.000291

Adapun rumus yang dapat digunakan dalam menghitung nilai *reliability* masing-masing komponen kritis adalah sebagai berikut :

$$R = e^{-\lambda_i t}$$

Dimana :

$R(t)$ = Keandalan (Reliability)

$e = 2,7182$

λ = Laju Kegagalan (failure rate)

$t = 100$ jam (diasumsikan sistem bekerja dalam 100 jam)

Untuk nilai realibility komponen Filter :

$$R = 2,7182^{-0.007146 \times 100}$$

$$= 0,489$$

Untuk nilai realibility komponen Duflex :

$$R = 2,7182^{-0,00989x100}$$

$$= 0,372$$

Untuk nilai realibility komponen Separator :

$$R = 2,7182^{-0,001919x100}$$

$$= 0,825$$

Untuk nilai realibility komponen Strainer :

$$R = 2,7182^{-0,003302x100}$$

$$= 0,719$$

Untuk nilai realibility komponen Cooler :

$$R = 2,7182^{-0,009816x100}$$

$$= 0,375$$

Untuk nilai realibility komponen Pompa suply :

$$R = 2,7182^{-0,000332x100}$$

$$= 0,967$$

Untuk nilai realibility komponen Pompa transfer :

$$R = 2,7182^{-0,000291x100}$$

$$= 0,971$$

Tabel 4.3 Nilai Realibility Masing-Masing komponen

No.	Nama Komponen	Reliability	Beroperasi Normal
1	Filter	0,489	48 %
2	Duflex	0,372	37 %
3	Separator	0,825	82 %
4	Strainer	0,719	71 %
5	Cooler	0,375	37 %
6	Pompa suply	0,967	96 %
7	Pompa transfer	0,971	97 %

IV.3.1 Man Time to Failure (MTTF)

Berdasarkan data pada table maka kita dapat menghitung nilai MTTF tiap-tiap komponen yang telah ditentukan. Adapun rumus yang dapat kita gunakan dalam menghitung nilai MTTF masing-masing komponen adalah sebagai berikut :

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

Tabel 4.4 Nilai MTTF masing-masing komponen

No.	Nama Komponen	MTTF
1	Filter	139.948
2	Duflex	101.096
3	Separator	521.036
4	Strainer	302.869
5	Cooler	101.874
6	Pompa supply	301.591
7	Pompa transfer	343.426

IV.3.2 Analysis of Variance

Analisa kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui keandalan dari setiap komponen. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya analisa kuantitatif yang digunakan yaitu *metode analisis of variant*

(anova).

1V.4.1 Menguji Test of Normality

Tabel 4.5 Tabel Test of Normality

Tests of Normality							
	Komponen	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Si g.	Statis tic	Df	Sig.
Reability	Duflex	.148	4	.	.994	4	.979
	Separator	.246	4	.	.919	4	.532
	Strainer	.293	4	.	.799	4	.100
	pompa supply	.263	4	.	.909	4	.478
	pompa transfer	.419	4	.	.691	4	.009
	Filter	.303	4	.	.814	4	.131
	Cooler	.274	4	.	.889	4	.380

a. Lilliefors Significance Correction

Dasar pengambilan keputusan uji normalitas

1. Jika nilai sig > 0.05, maka data berdistribusi normal.
2. Jika nilai sig < 0.05, maka data berdistribusi tidak normal.

Jika dilihat dari table diatas pada uji *Kolmogorov-smirnov* pada kolom signifikan (disingkat sig.) nilainya adalah diatas < 0.05 dan hanya satu asumsi yang nilai H0nya tidak diterima. Sedangkan pada uji *Shapiro-wilk* pada kolom signifikan nilainya bervariasi diatas < 0.05 dan hanya dua asumsi yang nilainya tidak normal.

1V.4.2 Rata- Rata Kegagalan Komponen

Tabel 4.6 Rata-Rata kegagalan

Descriptives								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Duflex	4	.4726	.09123	.04562	.3275	.6178	.37	.58
Separator	4	.4628	.18222	.09111	.1728	.7527	.22	.62
Strainer	4	.4524	.06755	.03378	.3449	.5599	.39	.51
pompa supply	4	.4637	.22101	.11051	.1120	.8154	.27	.74
pompa transfer	4	.3970	.09476	.04738	.2463	.5478	.34	.54
Filter	4	.4740	.05236	.02618	.3907	.5573	.42	.52
Cooler	4	.4534	.06284	.03142	.3534	.5533	.40	.54
Total	28	.4537	.11361	.02147	.4097	.4978	.22	.74

Dari table diatas kita dapat melihat perbedaan rata-rata kegagalan komponen pada sistem minyak pelumasan .

Berdasarkan output SPSS *descriptives* kita dapat melihat perbedaan rata-rata kegagalan dari komponen dengan rincian sebagai berikut :

1. Rata-rata kegagalan komponen duflex sebesar 0.472
2. Rata-rata kegagalan komponen separator sebesar 0.462
3. Rata-rata kegagalan komponen strainer sebesar 0.452
4. Rata-rata kegagalan komponen pompa suply sebesar 0.463
5. Rata-rata kegagalan komponen pompa transfer sebesar 0.397
6. Rata-rata kegagalan komponen filter sebesar 0.474
7. Rata-rata kegagalan komponen cooler sebesar 0.453

Dengan demikian maka secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa rata-rata kegagalan tertinggi adala komponen pompa transfer yakni sebesar 0.474

1V.4.3 Menguji Kesamaan Varian (Uji Homogenitas)

Tabel 4.7 Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Reability	Based on Mean	4.006	6	21	.008
	Based on Median	2.754	6	21	.039
	Based on Median and with adjusted df	2.754	6	11.523	.066
	Based on trimmed mean	3.912	6	21	.009

pada tabel diatas berdasarkan output SPSS test of homogeneity of variances diperoleh hasil signifikansi (sig.) sebesar 0.09. karena nilai signifikansi 0.09 lebih > 0.05 , maka dapat disimpulkan bahwa varian komponen yang kita bandingkan tersebut adalah sama atau homogen sehingga asumsi homogenitas dalam uji one way anova terpenuhi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa uji anova valid untuk menguji hubungan ini.

1V.4.3 Uji Anova

Tabel 4.8 Uji Anova

ANOVA					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.017	6	.003	.176	.032
Within Groups	.332	21	.016		
Total	.348	27			

Pada table diatas dasar pengambilan keputusan dalam analisis anova yaitu :

1. Jika nilai signifikansi (sig.) > 0.05 maka rata-rata sama
2. Jika nilai signifikansi (sig.) < 0.05 maka rata-rata berbeda

Berdasarkan output anova diatas diketahui nilai sig sebesar $0.032 < 0.05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata kegagalan komponen sistem minyak pelumas “berbeda” secara singnifikansi.

Pada kolom sig. diperoleh nilai $P (P\text{-value}) = 0.032$. dengan demikian taraf nyata = 0.05 menolak H_0 , sehingga kesimpulannya yang didapatkan adalah ada perbedaan yang bermakna rata-rata nilai terhadap setiap komponen yang telah diberi asumsi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. 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.
2. Berdasarkan kegagalan pada sistem minyak pelumas didapatkan penyebab dan dampak tiap komponen. 1. filter (penyebab kotoran menumpuk serta dampaknya kinerja mesin akan terganggu akibat fluida tersumbat). 2. Cooler (pipa berkerak atau korosi serta dampaknya komponen tidak bekerja secara maksimal). 3. Duflex (penyebabnya filter bocor serta dampaknya penyaringan fluida tidak maksimal) 4. Separator (penyebabnya keausan pada part-part komponen serta dampaknya mengakibatkan komponen tidak bekerja secara maksimal) 5. Strainer (penyebabnya kotoran yang menumpuk serta dampaknya tidak dapat menyaring kotoran secara maksimal) 6. Pompa supply (penyebabnya keausan pada part-part komponen pompa serta dampaknya komponen tidak bekerja secara optimal) 7. Pompa transfer (penyebabnya keausan pada part-part komponen pompa serta dampaknya komponen tidak bekerja secara optimal).
3. Berdasarkan output anova didapatkan 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.

V.2 SARAN

1. Kru kapal sebaiknya lebih memperhatikan perawatan terhadap komponen- komponen yang memiliki risiko terjadinya kegagalan agar dapat meningkatkan nilai kehandalan komponen tersebut.
2. Hendaknya penelitian ini dijadikan salah satu konsep alternatif dalam melakukan inspeksi atau perawatan terhadap komponen sistem pelumasan KM. Pangrango.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Zulkifli A, Yusuf . 2016. *Analisis perawatan berbasis resiko pada sistem pelumas km.lambelu*. Program Studi Teknik Sistem Perkapalan Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Gowa
- 2) Mohammad Danil Arifin, Fanny Octaviani, Theresiana, D. Novita. 2015. *Analisis Kegagalan Sistem Pelumas dan Pemilihan Metode Perawatan M/E di Kapal Menggunakan Metode FMEA Dalam Rangka Menunjang Operasi Transportasi Laut di Indonesia*. Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada. Jakarta
- 3) Eko Yohanes Setyawan, Even Pranata Tarigan. 2018. *Analisa Perawatan Ketel Uap Takuma N-600SA Menggunakan Metode Anova Dan RBD di PT. Perkebunan Nusantara III*. Institut Teknologi Nasional Malang. Malang
- 4) Relinton B Manalu, Untung Budianto, Hartono Yudo. 2016. *Analisis Perawatan Sistem Distribusi Minyak Lumas Berbasis Keandalan Pada Kapal KM.Bukit Siguntang Dengan Pendekatan RCM (Reliability Centered Maintenance)*. Program Studi S1 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Indonesia
- 5) Koko D.Langga, M Sabri, Alfian Hamsi, Syahrul Abda. 2019. *Analisa Keandalan Pompa Sentrifugal Menggunakan Analysis of Variant Dan Realibility Block Diagram Berdasarkan Identifikasi Kegagalan Melalui Fault Tree Analysis Dan Root Cause Analysis*. Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara, Sumatera Utara
- 6) Indriyani, Ratna, dan Dwisetiono. 2021. *Kajian Kegagalan Dan Perawatan Sistem Pelumas Mesin Diesel di Kapal*. Zona Laut. 1(1), 1-6.
- 7) Mustika, Adinda Febby, M. Hamzah Hasyim, dan Saifoe El Unas. *Analisa Keterlambatan Proyek Menggunakan Fault Tree Analysis (FTA) (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri Tahap II Universitas Brawijaya Malang)*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang, 2014

LAMPIRAN

Data wawancara

1. Pompa transfer

a. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada komponen?

Jawab :

- keausan pada part-part komponen pompa
- Kemasukan benda-benda asing

b. Apa efek dari kegagalan terhadap komponen?

Jawab :

- komponen tidak bekerja secara optimal
- Komponen mengalami mati total

c. Apa efek kegagalan komponen terhadap kinerja mesin?

Jawab :

- mesin tidak terlumasi dengan maksimal
- Meningkatkan panas dari mesin

d. Bagaimana cara mendeteksi kerusakan komponen? Jawab:

- Di cek secara visual
- Saat mencapai RH yang ditentukan akan dilakukan pengecekan

e. Kapan waktu dan berapa lama perbaikan komponen?

Jawab:

- Saat docking
- Saat mencapai RH
- Lama perbaikan 1-2 hari

f. Apakah kegagalan berdampak pada keselamatan?

Jawab:

- Berdampak

g. Apakah cara yang dilakukan untuk mencegah kegagalan terjadi?

Jawab:

- Melakukan perawatan saat mencapai RH yang telah ditentukan

2. Pompa suply

a. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada komponen?

Jawab :

- keausan pada part-part komponen pompa
- Kemasukan benda-benda asing

b. Apa efek dari kegagalan terhadap komponen?

Jawab :

- komponen tidak bekerja secara optimal
- Komponen mengalami mati total

c. Apa efek kegagalan komponen terhadap kinerja mesin?

Jawab :

- mesintidak terlumasi dengan maksimal
- Meningkatkan panas dari mesin

d. Bagaimana cara mendeteksi kerusakan komponen?

Jawab:

- Di cek secara visual
- Saat mencapai RH yang ditentukan akan dilakukan pengecekan

e. Kapan waktu dan berapa lama perbaikan komponen?

Jawab:

- Saat docking
- Saat mencapai RH
- Lama perbaikan 1-2 hari

f. Apakah kegagalan berdampak pada keselamatan?

Jawab:

- Berdampak

g. Apakah cara yang dilakukan untuk mencegah kegagalan terjadi?

Jawab:

- Melakukan perawatan saat mencapai RH yang telah ditentukan

3. Strainer

a. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada komponen?

Jawab :

- Kotoran yang menumpuk

b. Apa efek dari kegagalan terhadap komponen?

Jawab :

- Tidak dapat menyaring kotoran dengan maksimal
- Komponen mengalami kerusakan/ kebocoran

c. Apa efek kegagalan komponen terhadap kinerja mesin?

Jawab :

- Dapat merusak bagian mesin jika kotoran ikut masuk
- Penyaluran pelumas ke mesin kurang maksimal

e. Bagaimana cara mendeteksi kerusakan komponen?

Jawab:

- Di cek secara visual
- Mengecek fluida yang keluar dari komponen

f. Kapan waktu dan berapa lama perbaikan komponen?

Jawab:

- Saat mencapai RH yang telah ditentukan
- Saat komponen mengalami kegagalan
- 100-350 jam

g. Apakah kegagalan berdampak pada keselamatan?

Jawab:

- Berdampak

g. Apakah cara yang dilakukan untuk mencegah kegagalan terjadi?

Jawab:

- Melakukan perawatan secara berkala

4. Separator

a. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada komponen?

Jawab :

- Keausan pada part-part komponen
- Kotoran yang menumpuk

b. Apa efek dari kegagalan terhadap komponen?

Jawab :

- Mengakibatkan komponen tidak bekerja secara maksimal
- Kegagalan kerja

c. Apa efek kegagalan komponen terhadap kinerja mesin?

Jawab :

- Pelumas yang tercampur air dapat mengakibatkan komponen lain rusak
- Kinerja mesin jadi terganggu

h. Bagaimana cara mendeteksi kerusakan komponen?

Jawab:

- Pengecekan secara visual

e. Kapan waktu dan berapa lama perbaikan komponen?

Jawab:

- Saat mencapai RH yang ditentukan

i. Apakah kegagalan berdampak pada keselamatan?

Jawab:

- Berdampak

g. Apakah cara yang dilakukan untuk mencegah kegagalan terjadi?

Jawab:

- Melakukan perawatan dan pergantian part secara berkala

5. Tangki

a. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada komponen?

Jawab :

- Korosi

b. Apa efek dari kegagalan terhadap komponen?

Jawab :

- Kebocoran pada tangka

c. Apa efek kegagalan komponen terhadap kinerja mesin?

Jawab :

- Pelumasan pada mesin tidak maksimal

j. Bagaimana cara mendeteksi kerusakan komponen?

Jawab:

- Di cek secara visual

k. Kapan waktu dan berapa lama perbaikan komponen?

Jawab:

- Saat docking
- Saat komponen mengalami kerusakan

l. Apakah kegagalan berdampak pada keselamatan?

Jawab:

- Berdampak

g. Apakah cara yang dilakukan untuk mencegah kegagalan terjadi?

Jawab:

- Melakukan perawatan secara berkala

6. Duplex

a. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada komponen?

Jawab :

- Kotoran yang menumpuk
- Filter bocor

b. Apa efek dari kegagalan terhadap komponen?

Jawab :

- Komponen mengalami kerusakan/ tersumbat

- Penyaringan fluida tidak maksimal
- c. Apa efek kegagalan komponen terhadap kinerja mesin?
Jawab :
 - Pelumasan mesin tidak maksimal
- d. Bagaimana cara mendeteksi kerusakan komponen?
Jawab:
 - Dicek secara visual
 - Mengecek fluida yang keluar dari komponen
- e. Kapan waktu dan berapa lama perbaikan komponen?
Jawab:
 - Saat mencapai RH
 - 100-250 jam
- f. Apakah kegagalan berdampak pada keselamatan?
Jawab:
 - Berdampak
- g. Apakah cara yang dilakukan untuk mencegah kegagalan terjadi?
Jawab:
 - Melakukan perawatan secara berkala

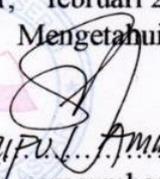
7. Cooler

- a. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada komponen?
Jawab :
 - Pipa berkerak
 - Korosi
- b. Apa efek dari kegagalan terhadap komponen?
Jawab :
 - Komponen tidak bekerja secara maksimal
- c. Apa efek kegagalan komponen terhadap kinerja mesin?
Jawab :
 - Mengakibatkan temperature mesin naik
- d. Bagaimana cara mendeteksi kerusakan komponen?
Jawab:

- Dicek secara visual
 - e. Kapan waktu dan berapa lama perbaikan komponen?
Jawab:
 - Pada saat docking
 - Pada saat RH tercapai
 - Pada saat running repair, yaitu komponen akan diperbaiki di darat saat kapal beroperasi dan akan dikembalikan di kapal setelah perbaikan selesai
 - f. Apakah kegagalan berdampak pada keselamatan?
Jawab:
 - Berdampak
 - g. Apakah cara yang dilakukan untuk mencegah kegagalan terjadi?
Jawab:
 - Melakukan perawatan secara rutin
8. Filter
- a. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada komponen?
Jawab :
 - Kotoran menumpuk
 - b. Apa efek dari kegagalan terhadap komponen?
Jawab :
 - Filter tersumbat
 - Filter bocor
 - c. Apa efek kegagalan komponen terhadap kinerja mesin?
Jawab :
 - Kinerja mesin akan terganggu akibat fluida tersumbat
 - d. Bagaimana cara mendeteksi kerusakan komponen?
Jawab:
 - Dicek secara visual
 - Melihat fluida yang keluar dari komponen
 - e. Kapan waktu dan berapa lama perbaikan komponen?
Jawab:

- Saat mencapai RH yang ditentukan
 - 100-250 jam
- f. Apakah kegagalan berdampak pada keselamatan?
- Jawab:
- Berdampak
- g. Apakah cara yang dilakukan untuk mencegah kegagalan terjadi?
- Jawab
- Melakukan perawatan secara berkala

Dengan ini saya mengucapkan banyak terima kasih terhadap narasumber yang telah meluangkan waktu dan kesempatannya mengisi kusioner penelitian saya, sehingga data kusioner ini dapat saya jadikan bahan untuk penelitian saya

Makassar, februari 2022
Mengetahui,

Syaiful Amrialdin
narasumber
Kaur. Teknik
PT. PELNI (PERSERO)
Cabang Makassar.



Data Failure Modes And Effects Analysis (FMEA)

FMEA adalah metode yang digunakan untuk menganalisa kegagalan kegalan yang terjadi, penyebab dari kegagalan, efek dari kegagalan serta penanganan yang akan dilakukan secara analisa kualitatif. Berikut tabel FMEA dari sistem pelumasan km.pangrango:

Description of unit		Function	Description of Failure			Effect of failure		Risk reducing measure
No	Component		Failure Mode	Failure mechanism	Detecting of failure	Local	sistem	
1	Tangki	Sebagai tempat menyimpan pelumas sebelum digunakan	Kebocoran	Korosi	Dilakukan perawatan secara berkala	Pelumas yang keluar dari tangki dan tercampur	Sirkulasi pelumas tidak sesuai	Dilakukan pembersihan tangki secara berkala.

2	Filter	Menyaring kotoran yang ikut Bersama fluida	Tersumbat	Pelumas tidak mengalir	Dilakukan perawatan secara berkala	Penyaringan pelumas tidak maksimal	terganggu	Bersihkan secara teratur dan ganti membrane saringan yang baru
3	Duflex	Menyaring kotoran yang terkandung dalam fluida	Tersumbat	Pelumas tidak mengalir	Dilakukan perawatan secara berkala	Penyaringan pelumas tidak maksimal	terganggu	Bersihkan secara teratur dan ganti membrane saringan yang baru
4	Seprator	Memisahkan pelumas dengan air	kebocoran, keausan komponen	Keausan komponen	Dilakukan perawatan secara berkala	Separator tidak bekerja secara optimal	Pelumas tidak tersaring optimal	Bersihkan separator dan ganti komponen yang mengalami kerusakan

5	Strainer	Menyaring kotoran yang terkandung dalam fluida	Tersumbat	Pelumas tidak mengalir	Dilakukan perawatan secara berkala	Penyaringan pelumas tidak maksimal	terganggu	Bersihkan secara teratur dan ganti membrane saringan yang baru
6	Cooler	Mendinginkan pelumas yang telah digunakan	Korosi, pipa bocor	Pelumas tercampur air	Dilakukan perawatan secara berkala	Cooler tidak bekerja secara maksimal	terganggu	Bersihkan secara teratur dan ganti komponen yang rusak
7	Pompa transfer	Memindahkan pelumas dari service tank ke sump tank	Terjadi keausan pada komponen pompa	Keausan komponen	Dilakukan perawatan secara berkala	Pompa tidak beroperasi secara optimal	terganggu	Dilakukan perbaikan atau pergantian komponen yang rusak

8	Pompa supply	Memindahkan pelumas dari sump tank menuju mesin	Terjadi keausan pada komponen pompa	Keausan komponen	Dilakukan perawatan secara berkala	Pompa tidak beroperasi secara optimal	terganggu	Dilakukan perbaikan atau pergantian komponen yang rusak
---	--------------	---	-------------------------------------	------------------	------------------------------------	---------------------------------------	-----------	---

NILAI RPN

NO	Komponen	Severity (S)	Occurrence (O)	Detection (D)	Risk priority number (RPN)
1	Tangki	5	1	2	10
2	Filter	8	9	3	216
3	Duflex	9	7	3	189
4	Separator	8	1	4	32
5	Strainer	8	9	3	216
6	Cooler	5	9	3	135
7	Pompa transfer	7	1	1	7
8	Pompa supply	6	3	3	54

DATA LOGBOOK

komponen		Jam operasi	Frekuensi kegagalan
duflex	2018	94,78,128,138,102,160,164,92,116,118,128,62,90,102,70,91,116,62,90,102,70,114,116,62,114,116,94,136,120,194,94,90,102,70,102,140,102,86,70,114,94,64,92,106,172,140,114,56,102,88,72,48,100,46,106,112,86,184	58 kali = 0.009681
	2019	106,122,104,94,126,174,104,94,90,94,74,92,104,82,102,106,106,162,106,114,106,98,90,100,92,124,54,72,62,92,106,94,122,90,70,62,92,104,94,122,90,126,92,82,60,80,90,80,58,48,78,90,82,64,80,90,66,58,100,120,56,100,141,83,74,75,108,74,85,107,86,125,108,74,85	75 kali = 0.011142
	2020	156,112,107,107,70,91,128,99,107,107,99,107,145,85,118,72,99,180,99,168,111,82,106,132,126,132,48,92,132,175,120,34,71,142,111,178	36 kali = 0.008893
	2021	96,114,82,82,147,82,156,97,104,112,54,71,142,83,62,127,83,28,82,102,54,91,147,40,48,127,83,34,42,113,83,48,127,100,40,122,40,91,84,83,91,113,83,34,92,92,54,34,42,54,87,100	52 kali = 0.00985

Komponen		Jam operasii	Frekuensi kegagalan
strainer	2018	230,288,254,253,230,266,255,254,254,254,49 6,242,254,254,242,242,242,484,38,242,250	22 kali = 0.003808
	2019	264,242,242,256,234,278,70,194,250,506,256,256 ,242,516,274,264,256,243,267,253,253	21 kali = 0.003739
	2020	215,312,253,506,253,505	6 kali = 0.002935
	2021	526,476,258,258,258,218,292,204,601,490,728,22 4,238	13 kali = 0.002725

komponen		Jam operasi	Frekuensi kegagalan
separator	2018	968,889,1128,636,450,532,468,914	8 kali = 0.001337
	2019	459,665,480	3 kali = 0.00187
	2020	554,374	2 kali = 0.002155
	2021	398,466	2 kali = 0.002315

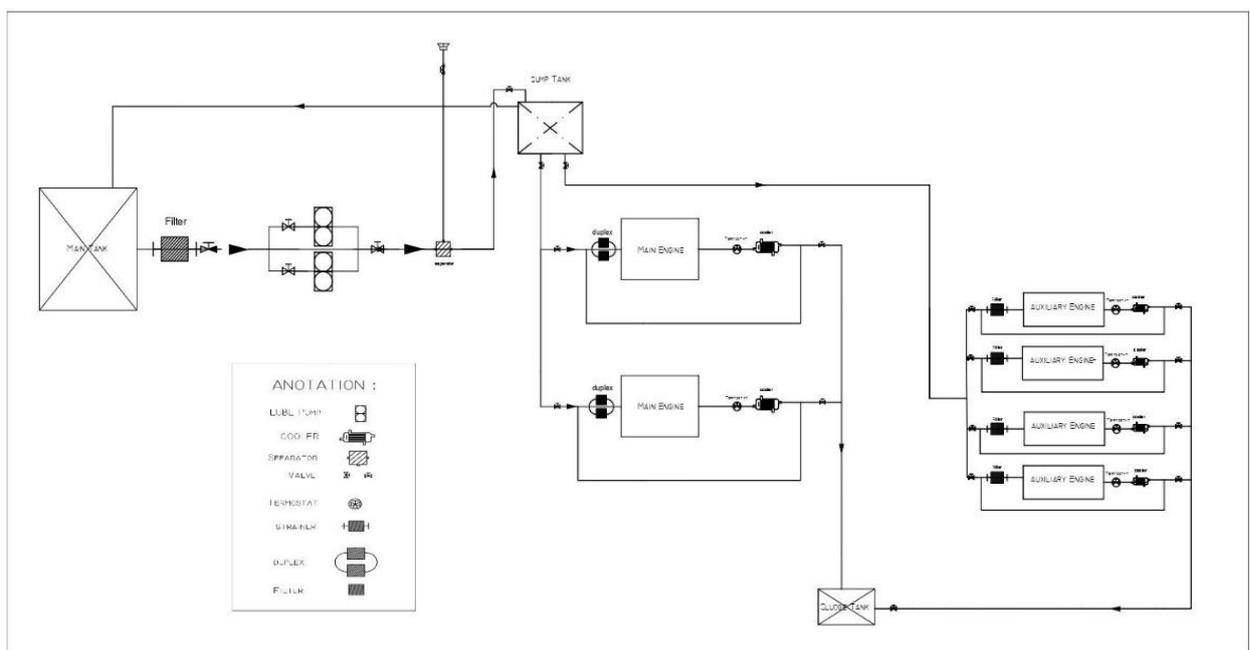
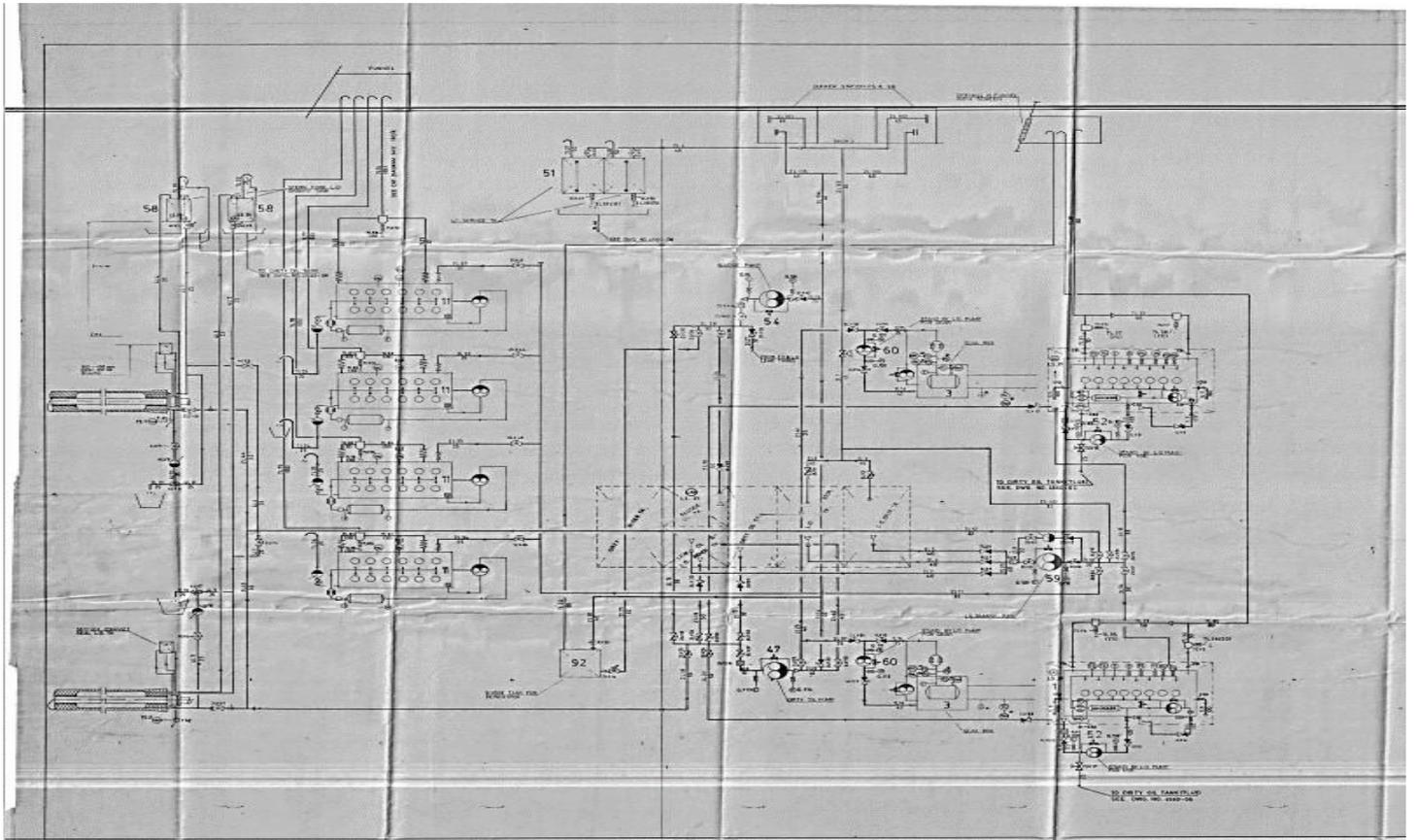
komponen		Jam operasi	Frekuensi kegagalan
Pompa suply	2018	3201,4299	2 kali = 0.000267
	2019	2054,2590	2 kali = 0.000431
	2020	3540	1 kali = 0.000282
	2021	2548,3236	2 kali = 0.000346

komponen		Jam operasi	Frekuensi kegagalan
Pompa transfer	2018	5083	1 kali = 0.000197
	2019	4770	1 kali = 0.000209
	2020	2544,1124	2 kali = 0.000545
	2021	4704	1 kali = 0.000213

komponen		Jam operasi	Frekuensi kegagalan
filter	2018	296,286,36,92,136,106,186,160,256,152,126, 116,184,120,138,124,138,170,172	19 kali = 0.006346
	2019	64,159,164,48,114,174,162,186,122,94,135,8 6,145	13 kali = 0.007864
	2020	155,227,85,133,176,196,48,106,132,48,118	11 kali = 0.007725
	2021	276,141,175,170,97,97,170,91,137	9 kali = 0.006647

komponen		Jam operasi	Frekuensi kegagalan
cooler	2018	46,22,22,22,38,186,56,136,72,62,102,159,130,152,102,36,36,118,74,146,84,90,38,114	24 kali = 0.011747
	2019	102,126,78,84,194,106,90,86,136,70,114,116,128,106,104,116,114,124,48,155,135,109,141	23 kali = 0.008911
	2020	136,118,24,132,94,106,132,104,120,71,147,62,176	13 kali = 0.009142
	2021	140,155,62,176,82,176,92,120,20,42,120,91,147,48,170,68,120,62,154,62,59,91,167,62,176,155,97,106,132,170,54,20,91	33 kali = 0.009464

Diagram instalasi KM. Pangrango







Data komponen sistem pelumas

No	Item	Merek	Jumlah
1	filter	M/B	3
2	cooler	A/E	3
3	Separator	MMPX 303	2
4	Fuel oil transfer pump	F440 ER60V12	1



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

KAMPUS TAMALANREA
JALAN PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245
TELEPON : 0411-586200 (6 SALURAN), 584002, FAX. 585188

SURAT PERSETUJUAN

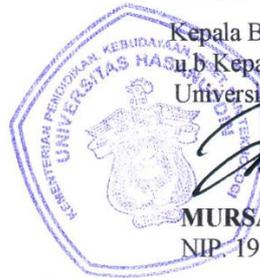
Nomor : 18517/UN4.1.1.2.1.1/PK.02.03/2022

Berdasarkan Peraturan Rektor Universitas Hasanuddin tentang Penyelenggaraan Program Sarjana Nomor : 2781/UN4.1/KEP/2018 tanggal 16 Juli 2018, dengan ini menerangkan bahwa :

NIK : 7312021906960001
N a m a : FAJARULLAH
Tempat/Tanggal Lahir : LEWA-LEWA, 12 JUNI 1996
NIM : D33115011
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEK. SISTEM PERKAPALAN

Telah memenuhi syarat untuk Ujian Skripsi Strata I (S1) **PERIODE JULI 2022**. Demikian Surat Persetujuan ini dibuat untuk digunakan dalam proses pelaksanaan ujian skripsi, dengan ketentuan dapat mengikuti wisuda **PERIODE JULI 2022**, jika **persyaratan kelulusan/wisuda telah dipenuhi**. Terima Kasih.

Makassar, 6 JULI 2022



Kepala Biro Administrasi Akademik
dan Kepala Sub Bagian Pendidikan dan Evaluasi
Universitas Hasanuddin,

MURSALIM, S.Sos.
NIP. 19730216 199601 1001

Keterangan :

Nomor User : D33115011

Nomor password/pin : 2168686

Alamat Website : <http://unhas.ac.id/akad/wisuda/>

Catatan

1. Bagi Mahasiswa yang telah melaksanakan ujian Sarjana dan dinyatakan lulus, segera menyerahkan lembar pengesahan Skripsi dan Berita Acara Ujian Sarjana ke Sub Bagian Akademik Fakultas, untuk memperoleh nomor Alumni dan didaftar sebagai Wisudawan pada periode berjalan.
2. Jika terjadi perubahan Judul Skripsi agar melaporkan ke Kasubag. Pendidikan Fakultas sebelum didaftar sebagai Wisudawan pada Periode berjalan
3. Pada saat ON-LINE Mahasiswa diharapkan mengisi identitas diri sesuai surat izin ujian ini
4. Surat izin ini hanya berlaku untuk Wisuda periode berjalan (WISUDA PERIODE JULI 2022)





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Poros Malino Km. 6. Bontomarannu Gowa, 92171, Sulawesi Selatan
Telp. (0411) 586015, 586262 Fax (0411) 586015.
<http://eng.unhas.ac.id>. E-mail: teknik@unhas.ac.id

SURAT PENUGASAN
No.6373/UN4.7.1/TD.06/2022

Dari : Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Kepada : 1. **Surya Hariyanto, S.T., M.T.** **Pemb. I**
2. **Andi Husni Sitepu, S.T., M.T.** **Pemb. II**

Isi : 1. Berdasarkan Surat Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Nomor : 6372/UN4.7.7/TD.06/2022 tanggal 31 Maret 2022 tentang Dosen PEMBIMBING MAHASISWA, maka dengan ini kami menugaskan Saudara untuk membimbing penulisan Skripsi/Tugas Akhir mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin di bawah ini :

Nama : **Fajarullah** No. Stambuk : **D33115011**

Judul Skripsi/Tugas Akhir :
Analisis Kegagalan Sistem Minyak Pelumas pada kapal KM. Pangrango Menggunakan Metode Anova (Analysis Of Variance)

2. Surat penugasan pembimbing ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkannya dan berakhir sampai selesainya penulisan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa tersebut.
3. Agar surat penugasan ini dilaksanakan sebaik - baiknya dengan penuh rasa tanggung jawab.

Ditetapkan di Gowa,
Pada tanggal, 31 Maret 2022

a.n Dekan,
Wakil Dekan I Bidang Akademik, Riset dan
Inovasi Fakultas Teknik UH


Prof. Baharuddin Hamzah, ST.,M.Arch.,Ph.D
Nip. 19690308 199512 1 001

Tembusan :

1. Dekan FT-UH.
2. Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan FT-UH.
3. Mahasiswa yang bersangkutan





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Poros Malino Km. 6. Bontomarannu Gowa, 92171, Sulawesi Selatan
Telp. (0411) 586015, 586262 Fax (0411) 586015.
<http://eng.unhas.ac.id> E-mail: teknik@unhas.ac.id

SURAT PENUGASAN

No.15186/UN4.7.1/TD.06/2022

Dari : Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Kepada : Mereka yang tercantum namanya dibawah ini.

Isi : 1. Bahwa berdasarkan peraturan Akademik Universitas Hasanuddin Tahun 2018 pasal 19 (SK. Rektor Unhas nomor : 2781/UN4.1/KEP/2018), dengan ini menugaskan Saudara sebagai PANITIA UJIAN SARJANA Program Strata Satu (S1) Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dengan susunan sebagai berikut :
Ketua : Surya Hariyanto, S.T., M.T.
Sekretaris : Andi Husni Sitepu, S.T., M.T.
Anggota : 1. M. Rusydi Alwi, S.T., M.T.
2. Ir. Zulkifli, M.T.

Untuk menguji bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama/Nim : Fajarullah / D33115011
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan

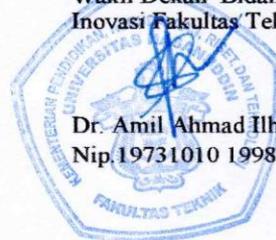
Judul Thesis/Skripsi :

Analisis Kegagalan Sistem Minyak Pelumas pada kapal KM. Pangrango Menggunakan Metode Anova (Analysis Of Variance)

2. Waktu ujian ditetapkan oleh Panitia Ujian Akhir Program Strata Satu (S1).
3. Agar surat penugasan ini dilaksanakan sebaik-baiknya dengan penuh rasa tanggung jawab.
4. Surat penugasan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan berakhirnya Ujian Sarjana tersebut, dengan ketentuan bahwa segala sesuatunya akan ditinjau dan diperbaiki sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam keputusan ini.

Ditetapkan di Gowa,
Pada tanggal , 26 Juli 2022
a.n Dekan,
Wakil Dekan Bidang Akademik, Riset dan
Inovasi Fakultas Teknik UH

Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T., M.IT.
Nip.19731010 199802 1 001



Tembusan :
1. Dekan FT-UH.
2. Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan FT-UH.
3. Kasubag Umum dan Perlengkapan FT-UH

