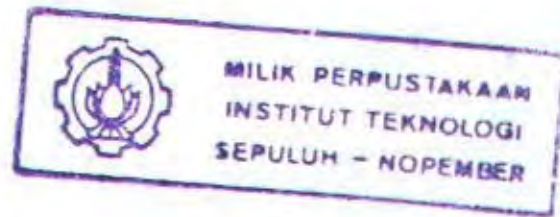


22278/H/05

TUGAS AKHIR
KS 1701



**Analisa Availability Sistim Bahan Bakar pada Kapal
Caraka Jaya Niaga III-6
dengan menggunakan Metode Simulasi**



RISP
620.004.52
Pnr
A-1
2004

Disusun Oleh

Rakhmat Edy Purnomo
NRP. 4299 109 502

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	9-8-2004
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	720615

JURUSAN TEKNIK SISTIM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN - ITS
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

KAMPUS ITS KEPUTIH SURABAYA, 60111
TELP 5994754, 5994251 – 55 PES 1102 FAX 5994754

SURAT KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir KS 1701

Sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, maka perlu diterbitkan Surat Keputusan Pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut di bawah untuk mengerjakan tugas sesuai judul dan lingkup bahasan yang telah ditentukan.

Nama Mahasiswa : *Rakhmat Edy Purnomo*
NRP : *4299 109 502*
Dosen Pembimbing : *1. DR. Ir. Ketut Budha Artana, M.Sc.*
2. Ir. Dwi Priyanta, M.S.E.
Tanggal diberikan tugas :
Tanggal diselesaikan tugas :
Judul Tugas Akhir : *Analisa Availability Sistim Bahan Bakar*
Pada Kapal Caraka Jaya Niaga III-6
Dengan Menggunakan Metode Simulasi

Surabaya,
Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
FT. Kelautan – ITS

DR. Ir. Agoes A. Masroeri, M.Eng
NIP. 131 407 591

Surabaya,
Yang Menerima Tugas

Mahasiswa

Rakhmat Edy Purnomo
NRP. 4299 109 502

Dosen Pembimbing II

24/03/16

Ir. Dwi Priyanta, M.S.E
NIP. 132 085 805

Dosen Pembimbing I

DR. Ir. Ketut Budha Artana, M.Sc
NIP. 132 125 668

**Analisa Availability Sistim Bahan Bakar pada Kapal
Caraka Jaya Niaga III-6
dengan menggunakan Metode Simulasi**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik (ST)
Pada
Jurusan Teknik Sistim Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

9/8/04

Dosen Pembimbing II

28/04

DR. Ir. Ketut Bada Artana, M.Sc.
NIP. 132 125 668

Ir Dwi Priyanta, M.S.E
NIP. 132 085 805

**JURUSAN TEKNIK SISTIM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004**

Abstract

Availability is a measurement of a system performance. This value is determined by the functions of Reliability, Maintainability, and Supportability. Those functions are formed from the data of the time to failure system(TTF) and the data of the time to repair (TTR). Several data of TTF and TTR of the components will form a certain distribution function to the above function. With Simulation Method we can get the function of distribution combination system to analyses the availability system and the next analysis.

The Simulation is conducted by forming up time and down time signal of a generate random according to the distribution of TTF and TTR that are collected before. The TTF and TTR signal were combined to obtain uptime and down time system signal, that finally the distribution combination system can be determined.

The sensitivity analysis is conducted to the value of TTF simulation availability, so it can form a new distribution system. By comparing the result of sensitivity analysis we can identify the component of kritis system. And if the sensitivity analysis is continued to the cost analysts, so we can determine optimization cost system.

Result of this research indicated that :

Failure Model of Fuel oil system on Caraka Jaya Niaga III-6 follows Weibull-3 distribution with $\beta = 0.7278, \eta = 15112.58$ & $\gamma = -133.66$, repair model follows Exponential distribution with $\lambda = 0.0092$, mean time to failure is 18326 hrs, mean time to repair is 109 hrs, and availability system is 0.994. The research also indicates that the critical component is fuel oil pump (FO-02 & FO-03).

Abstraksi

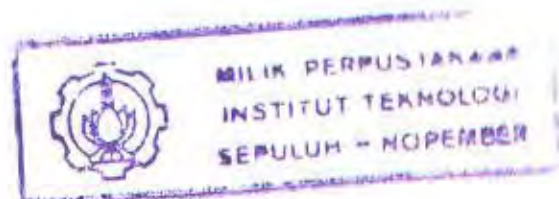
Availability atau tingkat ketersediaan merupakan ukuran performansi suatu sistem. Nilai ini ditentukan oleh fungsi *Reliability*, *Maintanability*, dan *Supportability*. Adapun fungsi-fungsi diatas dibentuk dari data waktu kegagalan komponen sistem / TTF (*Time to Failure*) dan data waktu perbaikan komponen / TTR (*Time to Repair*). Sejumlah data TTF dan TTR komponen tersebut akan membentuk suatu fungsi distribusi tertentu menjadi fungsi-fungsi diatas. Dengan metode simulasi maka kita bisa memperoleh fungsi distribusi gabungan sistem untuk menganalisa tingkat ketersediaan (*availability*) sistem dan analisa lebih lanjut.

Simulasi dilakukan dengan membentuk signal uptime dan downtime dari suatu random generate sesuai distribusi TTF dan TTR yang telah kita peroleh sebelumnya. Kemudian signal ini digabungkan sehingga didapatkan signal uptime dan down time sistem. Maka dari data hasil simulasi diatas bisa kita menemukan distribusi gabungan sistem.

Uji sensitivitas dilakukan terhadap nilai TTF simulasi *availability*, sehingga membentuk distribusi sistem yang baru. Maka dengan membandingkan hasil uji sensitifitas kita dapat mengidentifikasi komponen kritis sistem. Sedangkan jika hasil uji sensitifitas dilanjutkan ke analisa biaya, maka kita bisa menentukan nilai biaya optimasi sistem.

Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini :

Distribusi kegagalan sistem bahan bakar kapal caraka Jaya Niaga III-6 adalah mengikuti distribusi Weibull-3 dengan nilai $\beta = 0.7278$, $\eta = 15112.58$, dan $\gamma = -133.66$. Distribusi model perawatannya mengikuti distribusi eksponensial dengan nilai $\lambda = 0.0092$, rata-rata waktu kegagalan sistem/ MTTF = 18326 hrs, rata-rata waktu perbaikan /MTTR system adalah 109 hrs, dan tingkat ketersediaan sistem adalah 0.994. Dari tugas akhir ini juga didapatkan pula komponen kritis sistem adalah pompa bahan bakar (FO-02 dan FO-03).



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan petunjuknya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) di Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Sistem Permesinan Kapal Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Adapun judul Tugas Akhir ini adalah :

Analisa Availability Sistim Bahan Bakar Pada Kapal Caraka Jaya Niaga III-6 dengan menggunakan Methode Simulasi

*/ Analysis of Availability of Fuel Oil System at Caraka Jaya Niaga III-6
by using Simulation Method*

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dan perlu penyempurnaan , karena keterbatasan pengetahuan penulis dan keterbatasan waktu yang cukup pendek ini.

Kami dengan segala keendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Suryo Widodo Adji, M.Sc selaku Kepala Jurusan Teknik Sistim Permesinan Kapal
2. Bapak DR. Ir. Ketut Buda Artana, M.Sc dan Ir. Dwi Priyanta M.S.E selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II.
3. Manajemen dan personil di PT. Pelayaran Surya yang mendukung penuh Tugas Akhir ini.
4. Chief Engineer dan Crew Kamar Mesin Kapal Caraka Jaya Niaga III-6 yang memberikan data-data untuk keperluan analisa.
5. Segenap dosen dan rekan-rekan yang mendukung dan memberikan beberapaawasannya.

6. Keluargaku tercinta yang secara tidak langsung berperan dalam pembuatan tugas akhir ini.
7. Segenap personil Engineering PT. Varia Usaha yang turut memberikan dukungan dan pengertiannya.
8. Semua pihak-pihak yang membantu baik secara langsung atau tak langsung baik material maupun non material.

Akhirnya kami berharap agar Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca, dunia akademisi dan praktisi yang memiliki relevansi dengan topik Availability yang kami bahas dalam Tugas Akhir ini.

Gresik, 7 Mei 2004

Penulis



Rakhmat Edy Purnomo
NRP. 4299 109 502

DAFTAR ISI

	Halaman
Judul.....	i
Lembar pengesahan.....	ii
Abstrak.....	v
Kata pengantar.....	vii
Daftar isi.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi.....	3
1.5 Relevansi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Konsep, Istilah dan Definisi <i>Reliability</i> , <i>Maintainability</i> , dan <i>Availability</i>	6
2.1.1 Konsep, Istilah dan Definisi <i>Reliability</i>	6
2.1.2 Konsep, Istilah dan Definisi <i>Maintanability</i>	7
2.1.3 Konsep, Istilah dan Definisi <i>Availability</i>	9
2.2 Dasar <i>Reliability Models</i>	9
2.2.1 Fungsi <i>Reliability</i>	9
2.2.2 Waktu Kegagalan (<i>TTF</i>).....	11
2.2.3 Laju Kegagalan.....	11
2.2.4 Bathub Curve.....	12
2.3 Model Distribusi Kegagalan.....	13
2.3.1 Distribusi Exponensial.....	13
2.3.2 Distribusi Weibull.....	14
2.3.3 Distribusi Gamma.....	15
2.3.4 Distribusi Normal.....	16
2.3.5 Distribusi Lognormal.....	17
2.4 Konsep Dasar Perawatan.....	17
2.4.1 Perawatan Pencegahan/ <i>Preventive Maintenance</i>	19

2.4.1.1. Perawatan Langsung/ <i>Time Directed</i>	19
2.4.1.2. Perawatan Kondisional/ <i>Condition Directed</i>	20
2.4.1.3. Penemuan Kerusakan/ <i>Failure Finding</i>	20
2.4.1.4. <i>Run- To failure</i>	21
2.4.2 Perawatan Perbaikan (<i>Corrective Maintenance</i>).....	21
2.4.2.1. Waktu Kegagalan/ <i>Down Time</i>	22
2.4.2.2. Distribusi Perawatan/ <i>Repair Time Distribution</i>	23
2.4.2.3 Model Pembiayaan/ <i>Cost Model</i>	23
2.5. Availability.....	23
2.5.1. Inherent Availability.....	24
2.5.2. Achieved Availability.....	25
2.5.3. Operational Availability.....	25
2.5.4 Desain Trade- Off analysys.....	25
2.5.5. Analisa Ekonomi.....	26
2.6. Simulasi.....	27
2.6.1. Simulasi Probabilistik.....	29
2.6.2. Montecarlo Simulation.....	30
2.6.3. Simulasi Availability Sistim.....	30
2.6.3.1 Simulasi Sistim Hubungan Seri.....	31
2.6.3.2. Simulasi Sistim Hubungan Pararel.....	32
2.6.3.3 Simulasi Sistim Hubungan Series-Pararel.....	34
BAB III METHODOLOGI.....	35
3.1. Analisa Keberadaan Sistim.....	35
3.2. Analisa Pola Kebiasaan Perawatan.....	35
3.3. Analisa Managemen Perawatan.....	36
3.4. Pemodelan Availability.....	36
3.5 Simulasi Availability.....	36
3.6. Sensitivity Analysys.....	37
3.7. Analisa Perbandingan.....	37
3.8. Kesimpulan.....	37
BAB. IV. SIMULASI & ANALISA AVAILABILITY SISTIM BAHAN	
BAKAR KAPAL CARAKA JAYA NIAGA III-6.....	39

4.1. Analisa Existing System.....	40
4.1.1. Gambaran Ikhtisar Sistim Bahan Bakar.....	40
4.1.2. Komponen Pembentuk Sistim.....	42
4.1.3. Alur Flow Sistim.....	43
4.1.4. Identifikasi Kegagalan Sistim & Komponen.....	44
4.2. Analisa Pola Kebiasaan Perawatan & Management Perawatan.....	45
4.2.1. Keterlambatan Penyediaan.....	46
4.2.2. Keterlambatan Perawatan.....	46
4.2.3. Keterlambatan Perbaikan.....	47
4.2.4. Biaya Perawatan.....	48
4.3. Record Data Operasional.....	48
4.4. Pemodelan Sistim.....	55
4.4.1. Pemodelan Distribusi TTF dan TTR.....	56
4.5. Simulasi Existing Sistim.....	58
4.5.1. Pencarian Distribusi TTF & TTR Sistim.....	69
4.5.2. Simulasi Availability Sistim.....	75
4.6. Sensitivity Analisis.....	76
4.7. Model Pembiayaan.....	85
4.8. Analisa Perbandingan.....	88
4.8.1. Analisa Perbandingan Distribusi Kegagalan.....	88
4.8.2. Analisa Perbandingan Availability.....	90
4.8.3. Analisa Perbandingan Biaya.....	91
4.8.4. Optimasi Biaya Perawatan.....	93
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	97
Daftar Pustaka	
Lampiran	



BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan teknologi dunia saat ini, cenderung bahwa setiap orang bergantung pada nilai *availability*. Ini dibuktikan bahwa kita semua berharap mobil kita, komputer, peralatan elektronik, lampu, televisi dan lain sebagainya berfungsi dengan baik kapanpun kita butuhkan, hari demi hari, bulan demi bulan, dan tahun demi tahun. Pada saat semua itu terjadi suatu kegagalan, maka akan mengakibatkan bencana yang besar : kerugian, kehilangan kenyamanan dan uang. Lebih-lebih bagi perusahaan manufaktur , kegagalan/*failure* yang terjadi secara berulang akan menyebabkan kepercayaan pelanggan/*customer* akan hilang, ujungnya adalah kehilangan pasar.

Dalam dunia pelayaran nilai *availability* juga memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap operasional kapal. Hal ini disebabkan karakteristik operasional di dunia pelayaran adalah proses yang kontinyu atau proses yang terus-menerus berkelanjutan. Jika nilai *availability* kapal ini rendah , maka hal ini menunjukkan kontinuitas operasional rendah pula, target operasional tidak dicapai, maka bencana pun akan timbul : keterlambatan, biaya sandar terus bertambah, klaim dari pelanggan, dan bahaya lagi kepercayaan pelanggan menurun. Dari ilustrasi diatas maka dapat disimpulkan bahwa nilai *availability* menjadi gambaran kredibilitas dari suatu perusahaan Jasa Pelayaran.

Nilai *availability* operasional kapal banyak ditentukan dari nilai *availability* dari sistim-sistim yang terdapat di kamar mesin. Seberapa jauh kemampuan sistim-sistim ini melakukan fungsinya seperti : main engine melakukan tugasnya sebagai penggerak utama/*main propulsion*, sistim utama mesin sebagai penunjang sistim main engine dalam melakukan tugasnya, sistim pelayanan (sistim ballast, sistim sanitary, sistim bilge, sistim fire hydran dll) untuk melakukan operasional dalam kapal. Semua sistim tersebut mutlak harus memiliki tingkat ketersediaan/*availability* yang tinggi guna mampu melaksanakan fungsi operasional.

Sebelum kita melakukan misi untuk berlayar, nilai *availability* ini sebaiknya perlu kita ketahui. Akankah kita bisa melaksanakan misi kita dengan baik atukah



akan ada banyak permasalahan di dalam misi kita. Nilai *availability* akan bisa kita peroleh bila kita mengetahui nilai uptime dan down time suatu operasi sistem. Nilai ini menunjukkan kemampuan dari suatu fungsi sistem untuk menjalankan fungsinya dalam suatu periode tertentu dalam kondisi yang tertentu.

1.2. Tujuan

Tugas akhir ini disusun dengan harapan untuk memperoleh hasil analisa ketersediaan/*availability* sistem bahan bakar caraka jaya niaga III-6 dengan melakukan simulasi *availability* termasuk simulasi biaya guna optimasi sistem. Dari analisa dan simulasi akan menghasilkan gambaran nilai/kondisi ketersediaan sistem saat ini maupun setelah sistem beroperasi dalam rentang waktu tertentu, sehingga kita memiliki nilai kepastian dari nilai ketersediaan/*availability*.

Dengan melakukan analisa simulasi maka analisa yang kita lakukan bisa dilakukan dengan biaya yang murah, kita akan memperoleh hasil analisa tanpa harus melakukan perubahan secara langsung terhadap sistem. Melakukan perubahan sistem berarti memunculkan biaya yang ditimbulkan, akan tetapi hasil yang diperoleh belum dipastikan, dan nilai optimum perubahan tidak bisa diperoleh secara langsung.

Bagi pemilik kapal, analisa ini bisa dipakai sebagai acuan untuk mengetahui nilai ketersediaan sistem dikapal, dan menentukan langkah-langkah kebijakan guna melakukan *planned maintenance* atau *predictive maintenance*.

1.3. Batasan Masalah

Dalam studi Tugas Akhir ini bahasan analisa *availability* dibatasi pada satu sistem dikamar mesin yaitu sistem bahan bakar, sedangkan analisa terhadap Main Engine sendiri tidak dibahas. Hal ini mengingat sistem dalam kamar mesin cukup kompleks. Pada Tugas Akhir ini hanya dibahas satu sistem, sebatas bisa memberi gambaran cara melakukan analisa *availability* dengan metode simulasi. Harapannya nantinya bisa melakukan analisa sistem-sistem yang lain sampai pada sistem yang cukup kompleks.

Dalam Tugas Akhir ini pula, tidak semua komponen sistem bahan bakar kita analisa secara nyata/*rirel*. Model distribusi kegagalan/*failure distribution* pada sistem komponen tangki, pipa dan valve didasarkan pada analisa literature untuk men-

dapatkan modelnya. Hal ini disebabkan data distribusi kegagalan komponen-komponen tersebut sulit diperoleh.

1.4. Metodologi

Dalam melaksanakan analisa Tugas Akhir ini akan dilakukan langkah dan metodologi sebagai berikut :

- Analisa Keberadaan Sistim /*Existing System*

Sistim bahan bakar yang berada pada kapal Caraka Jaya Niaga III-6 dipelajari, didefinisikan dan dimodelkan kedalam suatu block diagram (*series system, pararel system* atau *complex system*).

- Menganalisa Pola Kebiasaan Perawatan/ *Maintenance Behavior*

Pola kebiasaan perawatan yang selama ini dilakukan kita pelajari dan kita analisa sebagai parameter-parameter *maintainability*. Bagaimana jadwal perawatannya sebagai *planned maintenance* , bagaimana perbaikan tidak terjadwalnya sebagai kegiatan perawatan reaktif, personil perawatan/*maintenance personal* , biaya Perawatan/ *maintenance cost* ,dll

- Menganalisa Manajemen Perawatan/*Maintenance Management*

Pola manajemen kita pelajari sebagai salah satu parameter baik yang berupa perawatan reaktif atau perawatan terencana. Bagaimana ketersediaan spare part di manajemen, apakah ada delay waktu ataukah tidak.

- Pengumpulan *record* data operasional guna analisa sistim.

Disini kita menghimpun data-data sebagai berikut :

- Jumlah Kegagalan/*Failure number*
- Hari dan waktu/*Date and Time*
- Bagian komponen/*Part ID*
- Waktu kegagalan/*Failure Time*
- Jenis Kegagalan/*Failure Mode*
- Penyebab kegagalan/*Failure Cause*
- Waktu awal perbaikan/*Start Repair*
- Waktu akhir perbaikan/*Stop repair*
- Kegiatan Perbaikan/*Active take*
- Jumlah orang/*Crew size*

- Biaya Perawatan/*Cost Maintenance*, dll

Dari data-data diatas akan dilakukan analisa untuk memperoleh distribusi kegagalan dari masing-masing komponen dan sistim secara utuh. Begitu juga akan diperoleh distribusi perawatan dari masing-masing komponen sistim dan keseluruhan sistim.

- Menentukan Reliability dan Maintenance Modeling

Disini kita akan melakukan beberapa tahapan :

- Pengumpulan data kegagalan
- Pendugaan dan penetapan distribusi dan parameter
- Pemodelan availability dengan pembuatan suatu Bolck Diagram.

- Melakukan Simulasi Availability

Dari pemodelan yang telah dibuat, maka kita akan melakukan simulasi *availability* sistim. Simulasi dilakukan dengan langkah awal mengenerate data TTF dan TTR memakai software Matlab. Sedangkan untuk plot simulasi dilakukan manual dengan software Autocad. Hasilnya adalah didapat distribusi sistim.

- Melakukan Sensitivity Analysis

Pada tahapan ini kita akan menganalisa sistim yang ada dari model *availability* yang sudah ada. Sensitivity Analysis dilakukan dengan merubah nilai TTR secara bergantian terhadap komponen sistim, sehingga dihasilkan distribusi baru dan nilai *availability* baru. Harapannya akan diperoleh kesimpulan komponen kritis dan optimasi sistim.

- Uji Perbandingan/*Comparison*

Pada tahapan ini kita akan membandingkan hasil dari keberadaan sistim dengan hasil analisa setelah dilakukan uji sensitivity analysis. Komponen apa saja yang paling menentukan dalam sistim. Seberapa jauh perubahan sistim dari sistim sebelumnya, bagaimana tingkat optimalnya.

- Menyimpulkan /*Conclusion*

Di akhir tahapan kita menyimpulkan hasil analisa-analisa yang menjadi dasar dan pertimbangan menentukan pola operasional dan manajemen perawatan.

1.5. Relevansi

Dengan penyusunan Tugas Akhir ini diharapkan para pemilik kapal mulai menerapkan konsep *Reliability*, *Maintanability* dan *Availability* didalam mengoperasikan kapalnya. Sehingga makin meningkatkan kapabilitas perusahaan pelayaran di Indonesia secara nyata.



BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka mencakup semua hal yang berhubungan dengan penyelesaian Tugas Akhir. Didalamnya memuat konsep, dasar teori, dan formulasi perhitungan yang digunakan sebagai dasar untuk pembahasan dan analisa tugas akhir.

Tinjauan diatas juga akan sangat membantu pemahaman hasil Tugas Akhir.

2.1. Konsep, Istilah dan Definisi Reliability, Maintanaibility dan Availability

2.1.1 Konsep, Istilah dan Definisi Reliability

Reliability didefinisikan sebagai " Probabilitas suatu komponen, peralatan, mesin atau sistim untuk melakukan fungsi kerja selama periode waktu tertentu dibawah kondisi kerja tertentu.[1] Charless E.Ebeling



So Fu = State of Function

So Fa = State of Failure

Gambar 2.1 Grafik Reliability sebagai Probability

Dari gambar terlihat bahwa lama suatu sistim berfungsi tidak bisa diketahui dengan pasti , maka berlaku sifat probabilitas.

Reliability juga didefinisikan " Kinerja suatu sistim untuk memenuhi fungsi yang diharapkan, dan tidak ada perbedaan yang dibuat di lingkungan kerusakan yang digambarkan sebagai fungsi waktu



Gambar 2.2 Grafik Reliability sebagai fungsi waktu

Reliability dari suatu sistem yang memiliki proses berkelanjutan, seperti kapal, angkutan darat, angkutan udara, dan sistem komunikasi secara umum sama, yaitu diukur dari waktu kegagalan operasi (*operating times to failure*) yang sering disebut pula *lifetime* sistem. Waktu ini diukur pada saat sistem mulai beroperasi atau digunakan sampai terjadi kegagalan sistem. Suatu contoh sistem ini baru saja selesai dilakukan kegiatan repair dan langsung dioperasikan sampai timbul kegagalan lagi (*failure*). Memang pengukuran waktu sangat sederhana/*simple*, tetapi tidak cukup hanya demikian. Pengukuran waktu kegagalan harus bisa menggambarkan suatu model kegagalan. Type Model Kegagalan bisa didapatkan dari sejumlah data waktu antar kegagalan atau jumlah kegagalan antara periode waktu. Sedangkan type model kegagalan kita bahas di 2.2.2. Model Distribusi Kegagalan.

Waktu atau jarak dari kegagalan sistem biasanya berubah-ubah dan tidak bisa diprediksi. Rata-rata dari waktu pengukuran (jarak pengukuran) kegagalan adalah bukan sebagai penjumlahan umum, tetapi rata-rata tersebut harus didasarkan dari laju pertumbuhan reliability "*reliability growth*". Sehingga penghitungan rata-rata waktu kegagalan/*MTTF* (*mean time to failure*) dihitung berdasarkan distribusi model kegagalan.

Berturut-turut kegagalan sistem dapat terjadi dalam subsistem yang berbeda atau dari perbedaan sumber kegagalan. Pada sistem dengan komponen multiple, kegagalan subsistem bisa menyebabkan kegagalan subsistem yang lain. Kegagalan sub sistem juga bisa menyebabkan kegagalan sistem. Prinsipnya setiap kegagalan komponen sistem menyebabkan kegagalan proses selanjutnya. Jika rangkaianannya seri maka sistem berhenti, jika rangkaian paralel masih hanya setelah rangkaian sub sistem itu yang berhenti, rangkaian lain masih bisa berfungsi.

2.1.2 Konsep, Istilah dan Definisi Maintainability

Konsep Maintainability adalah "Probabilitas kemampu rawatan suatu peralatan untuk dapat diperbaiki sampai suatu kondisi yang ditentukan pada periode waktu tertentu, dengan menggunakan peralatan untuk mengetest (*testing equipment*), fasilitas, personil dan suku cadang yang tersedia." [1] Charless E. Ebeling.

Sebagai fungsi probabilitas, maintainability dapat digambarkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.3 Grafik Maintainability sebagai fungsi probabilitas

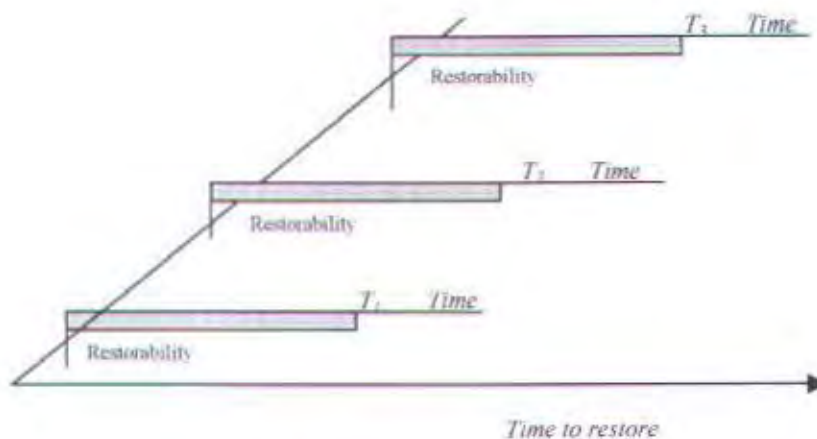
Dari grafik tergambar bahwa fungsi maintainability sebagai fungsi probabilitas, dimana kapan berakhirnya kegiatan perawatan tidak bisa ditentukan dengan pasti.



Gambar 2.4 Grafik Maintainability sebagai fungsi waktu

Maintainability juga merupakan fungsi waktu, ini digambarkan pada gambar diatas. Maintainability juga sangat dipengaruhi oleh faktor manusia, faktor kondisi dan faktor lingkungan.

$$T = f(\text{personal factors, conditional factors, Environmental factors})$$



Gambar 2.5 Grafik Maintainability sebagai gabungan beberapa fungsi

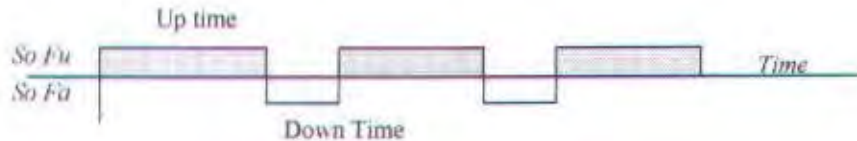
2.1.3. Konsep, Istilah dan Definisi *Availability*

Availability didefinisikan “ Probabilitas dari suatu komponen atau sistim untuk menampilkan fungsinya selama waktu tertentu (t) dibawah kondisi operasi tertentu disamping melakukan kegiatan guna mengembalikan kedalam kondisi yang diharapkan semula.

Availability merupakan gabungan dari komponen *reliability* , *maintainability* dan *maintenance support* untuk membentuk fungsi pada waktu tertentu atau waktu yang sudah ditentukan (BS 4778). [2] Patric DT. Oconnor.

Availability merupakan perbandingan dari nilai *Up-Time* (waktu sukses) dibanding waktu kerja dari sistim itu sendiri (*Up-Time + Down-Time*)

$$\text{Availability} = \frac{\text{Uptime}}{\text{Uptime} + \text{Downtime}}$$



Gambar 2.6 Grafik Availability

2.2. Dasar Reliability Models

2.2.1 Fungsi Reliability

Reliability didefinisikan probabilitas sistim atau komponen untuk melakukan fungsinya pada periode tertentu (t) dan kondisi tertentu. Untuk menggambarkan hubungan matematika kita definisikan sebagai random variable T kontinyu sampai waktu kegagalan sistim atau komponen.; $T \geq 0$

Reliability dapat dirumuskan

$$R(t) = \Pr\{T \geq t\} \quad (2.1)$$

Dimana $R(t) \geq 0, R(0) = 1$, dan $\lim_{t \rightarrow \infty} R(t) = 0$, untuk nilai t , $R(t)$ adalah nilai probability waktu kegagalan lebih besar atau sama dengan t .

Jika kita definisikan

$$F(t) = 1 - R(t) = \Pr \{ T < t \} \quad (2.2)$$

Dimana

$$F(0) = 0 \quad (2.3)$$

Dan

$$\lim_{t \rightarrow \infty} F(t) = 1 \quad (2.4)$$

Kemudian $F(t)$ adalah probabilitas dari kegagalan sebelum waktu t .

Hubungan antara $R(t)$ Reliability Function dan $F(t)$ sebagai Cumulative distribution function (CDF) dari failure distribution adalah :

$$f(t) = \frac{d}{dt} F(t) = -\frac{d}{dt} R(t) \quad (2.5)$$

ketiga fungsi diatas dikatakan sebagai probability density function (PDF). Fungsi ini menggambarkan shape dari distribusi failure.

PDF $f(t)$ memiliki dua properties :

$$f(t) \geq 0 \text{ dan } \int_0^{\infty} f(t) dt = 1 \quad (2.6)$$

kemudian

$$F(t) = \int_0^t f(t') dt' \quad (2.7)$$

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t') dt' \quad (2.8)$$

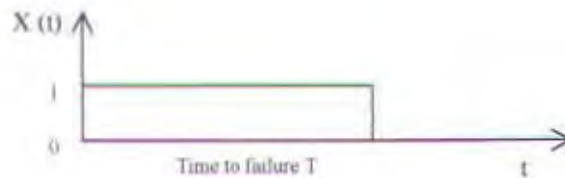
Dan $0 \leq R(t) \leq 1, 0 \leq F(t) \leq 1$

Fungsi $R(t)$ biasanya digunakan pada saat penghitungan reliability, fungsi $F(t)$ biasanya digunakan ketika menghitung probability failure, sedang $f(t)$ menyediakan tampilan visual distribusi failure.

2.2.1 Waktu Kegagalan /Time To Failure (TTF)

Waktu kegagalan/Time to Failure (TTF) adalah jarak waktu yang dihitung dari waktu ketika suatu unit beroperasi sampai dia mengalami kegagalan.

Sehingga secara umum untuk menginterpretasikan waktu kegagalan sebagai t variable random.



Gambar 2.7 Grafik Time To Failure / TTF

TTF adalah continuous random variable, sehingga TTF akan didistribusikan menerus dengan probability density function $f(t)$ dan cummulative distribution function $F(t)$ Fungsi CDF di formulasikan sebagai berikut :

$$F(t) = P(T \leq t) = \int_0^t f(u) du \quad (2.9)$$

$F(t)$ menunjukkan probability fail antara waktu interval $(0, t)$

Hubungan antara PDF dan CDF dapat diturunkan dari formula diatas :

$$\begin{aligned} f(t) &= \frac{d}{dt} F(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{p(t < T \leq t + \Delta t)}{\Delta t} \end{aligned} \quad (2.10)$$

2.2.2 Laju Kegagalan /Failure Rate

Failure Rate di definisikan sebagai probabilitas kegagalan dalam interfal waktu $[t, t + \Delta t]$, sering juga diistilakan dengan laju kerusakan sesaat.

Fungsi ini terhadap waktu dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$F(t \leq t + \Delta t | T > t) = \frac{P(t < T \leq t + \Delta t)}{P(T > t)} = \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{R(t)} \quad (2.11)$$

Dengan membagi probailitas dengan panjang interval waktu Δt dan memisalkan $\Delta t \rightarrow 0$, kita akan mendapatkan failure rate $Z(t)$:

$$Z(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t < T \leq t + \Delta t | T > t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} \frac{1}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.12)$$

Hubungan antara $z(t)$, $f(t)$ dan $R(t)$ dapat digambarkan sebagai berikut :

$$f(t) = \frac{d}{dt} F(t) = \frac{d}{dt} (1 - R(t)) = -R'(t) \quad (2.13)$$

kemudian

$$z(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = -\frac{R'(t)}{R(t)} = -\frac{d}{dt} \ln R(t) \quad (2.14)$$

Jika $R(0) = 1$ maka

$$\int_0^t z(t) dt = -\ln R(t) \quad (2.15)$$

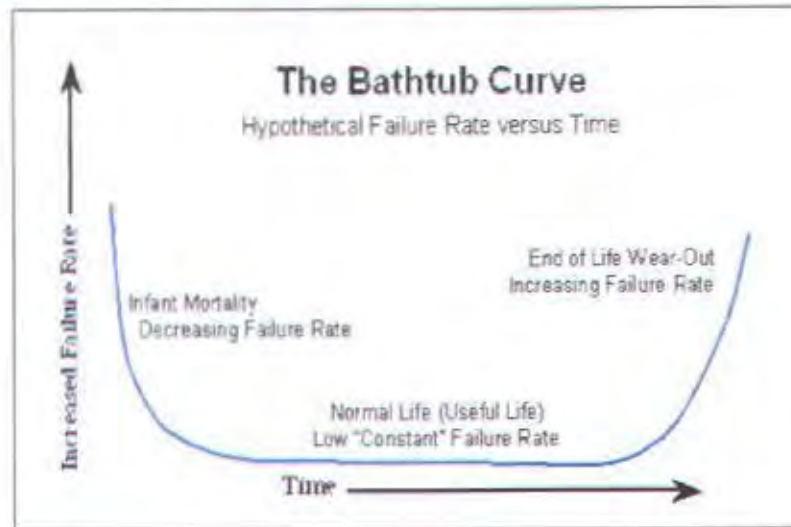
Fungsi Reliability dapat ditulis sebagai berikut

$$R(t) = e^{-\int_0^t z(u) du} \quad (2.16)$$

2.2.3 Kurva Bathub/*Bathub Curve*

Seorang yang berkompetesi dalam bidang reliability sering menggambarkan life time dari sebuah populasi produk menggunakan gambar tampilan yang sering disebut Kurva Bak Mandi/*Buthub Curve*. Buthub Cure terdiri dari tiga periode : an infant mortality periode (*burn-in periode*) yang memiliki pola penurunan failure rate menuju/mengikuti, normal life periode yang sering disebut *useful life* dengan relative sebagai constant failure rate, kemudian menjadi wear-out periode dengan pola terjadi peningkatan failure rate.

Bathtub Curve dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 2.8 The Bathtub Curve

Secara simple periode-periode tersebut bisa kita tabelkan sebagai berikut :

Tabel. 2.1 Periode Use life time

Periode Kegagalan	Keandalan	Penyebab	Pencegahan
Burn-in	DFR Decreasing Failure Rate	Manufacturing defect Welding, crack Defective part poor Rendahnya Quality Control workmanship	Burn-In testing Screening Quality Control Acceptance testing
Useful life	CFR Constance Failure rate	Enviromant Random Load Human error Act of God Change events	Redudancy/cadangan Excess strength
Wear-Out	IFR Incresing Failure Rate	Fatigue Corrosion Aging Friction Cyclical loading	Derating Preventive Maintenance Part replacemen Technologi

2.3. Model Distribusi Kegagalan / Failure Rate Distribution Mode

Untuk menghitung keandalan suatu peralatan/komponen , langkah pertama adalah harus mengetahui model probabilitas kegagalan suatu peralatan/komponen, yang biasanya dinyatakan dengan distribusi statistik, yang antara lain, yaitu :

2.3.1. Distribusi Eksponensial

Model laju kerusakan konstan untuk sistim yang beroperasi secara kontinyu mengarah pada distribusi eksponensial.

Fungsi Kepekatannya

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (2.17)$$

dimana :

$\lambda = \text{failure rate}$

Fungsi Kumulatifnya

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (2.18)$$

Fungsi Keandalannya

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-\lambda t} \quad (2.19)$$

Laju kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.20)$$

Mean Time To Failure

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt = 1/\lambda \quad (2.21)$$

dimana :

t = waktu

λ = parameter

2.3.2. Distribusi Weibull

Distribusi Weibull banyak sekali digunakan dalam perhitungan keandalan, dengan adanya parameter-parameter dalam distribusi Weibull, bentuk-bentuk perilaku kerusakan dapat lebih mudah dimodelkan

Fungsi kepadatan

$$f(t) = \beta \cdot \lambda \cdot (\lambda t)^{\beta-1} \cdot e^{-(\lambda t)^\beta} \quad (2.22)$$

Fungsi Kumulatif

$$F(t) = 1 - e^{-(\lambda t)^\beta} \quad (2.23)$$

Fungsi Keandalan

$$R(t) = e^{-(\lambda t)^\beta} \quad (2.24)$$

Laju Kerusakan

$$\lambda(t) = h(t) = \beta \cdot \lambda \cdot t^{\beta-1} \quad (2.25)$$

MTTF

$$\begin{aligned} MTTF &= \int e^{(-\lambda t^\beta)} dt \\ &= \lambda^{-1/\beta} \Gamma(1/\beta + 1) \end{aligned} \quad (2.26)$$

β = disebut dengan slope/kemiringan dari fungsi Weibul, $\beta > 0$

λ = disebut skala parameter, $\lambda > 0$

2.3.3 Distribusi Gamma

Fungsi Kepadatan

$$F(t) = \frac{\lambda \cdot (\lambda t)^{\beta-1} \cdot e^{-\lambda t}}{\Gamma(\beta)} \quad (2.27)$$

untuk $\lambda > 0$, $\beta > 0$, $t \geq 0$

dimana :

$$\Gamma(\beta) = \int_0^{\infty} t^{\beta-1} \cdot e^{-t} dt \quad (2.28)$$

Fungsi Keandalan

$$R(t) = \frac{\left(\int_t^{\infty} x^{\beta-1} \cdot e^{-\lambda x} dx \right) \lambda^\beta}{\Gamma(\beta)} \quad (2.29)$$

Fungsi Kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{t^{\beta-1} \cdot e^{-\lambda t}}{\int_0^{\infty} x^{\beta-1} \cdot e^{-\lambda x} dx} \quad (2.30)$$

Untuk kasus khusus dari distribusi Gamma adalah distribusi Erlang (n- tahap), yaitu jika $\beta = n$ adalah interger, sehingga :

Fungsi Kepadatan

$$F(t) = \frac{\lambda \cdot (\lambda t)^{n-1} \cdot e^{-\lambda t}}{\Gamma(n)} \quad (2.31)$$

Untuk $\lambda > 0$, $n > 0$, $t \geq 0$.

Dimana : $\Gamma(n) = (n-1)!$

Fungsi Keandalan

$$R(t) = \sum_{m=0}^{n-1} \frac{(\lambda t)^m \cdot e^{-\lambda t}}{m!} \quad (2.32)$$

Fungsi Distribusinya

$$F(t) = 1 - R(t) \quad (2.33)$$

Mean Time To Failure (MTTF)

$$MTTF = \frac{n}{\lambda} \quad (2.34)$$

2.3.4 . Distribusi Normal

Distribusi normal terutama sekali berguna untuk menggambarkan pengaruh penambahan waktu ketika kita dapat mensepesifikasikan waktu antar kerusakan dengan ketidakpastian.

Untuk menggambarkan ketergantungan terhadap waktu, distribusi normal mempunyai :

PDF

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]} \quad (2.35)$$

CDF

$$F(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]} dt \quad (2.36)$$

Dengan bantuan tabel normal standart

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad (2.37)$$

Fungsi Keandalan

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad (2.38)$$

Laju Kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]} \left[1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)\right]^{-1} \quad (2.39)$$

MTTF

$$MTTF = \mu \quad (2.40)$$

2.3.5 . Distribusi Lognormal

Distribusi Lognormal adalah distribusi yang berguna untuk menggambarkan distribusi kerusakan untuk situasi yang bervariasi.

Fungsi Kepadatan

$$F(t) = \frac{1}{(t-\theta)\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\left[\frac{(\ln(t-\theta)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]} \quad (2.41)$$

Untuk $t > \theta > 0$

Dimana : μ = Mean

σ = Standart Deviasi

Fungsi Keandalan

$$R(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} \frac{1}{(t-\theta)} e^{-\left[\frac{(\ln(t-\theta)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]} dt \quad (2.42)$$

Untuk $t > \theta$

Laju Kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{\frac{1}{(t-\theta)} e^{-\left[\frac{(\ln(t-\theta)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]}}{\int_0^{\infty} \frac{1}{(t-\theta)} e^{-\left[\frac{(\ln(t-\theta)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]} dt} \quad (2.43)$$

MTTF

$$MTTF = \mu \quad (2.44)$$

2.4. Konsep Dasar Perawatan/*Basic Maintainability*

Didalam usaha untuk menjaga agar mesin atau komponen tidak mengalami penurunan unjuk kerja maka dilakukan suatu kegiatan perawatan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan jumlah perawatan yang minimal dan menjaga kondisi peralatan dengan biaya yang semurah mungkin

Perawatan dapat dikatakan sebagai kombinasi pekerjaan untuk menggantikan, memperbaiki, memodifikasikan komponen, dan lain-lain dari proses. Sehingga menyebabkan alat tersebut dapat berfungsi sampai spesifikasi yang diinginkan untuk waktu tertentu.

Definisi lain dari Perawatan adalah kemampuan suatu peralatan untuk dapat diperbaiki sampai suatu kondisi yang ditentukan pada periode waktu tertentu, dengan menggunakan peralatan untuk mengsets (testing equipment), fasilitas, personil dan suku cadang yang tersedia.

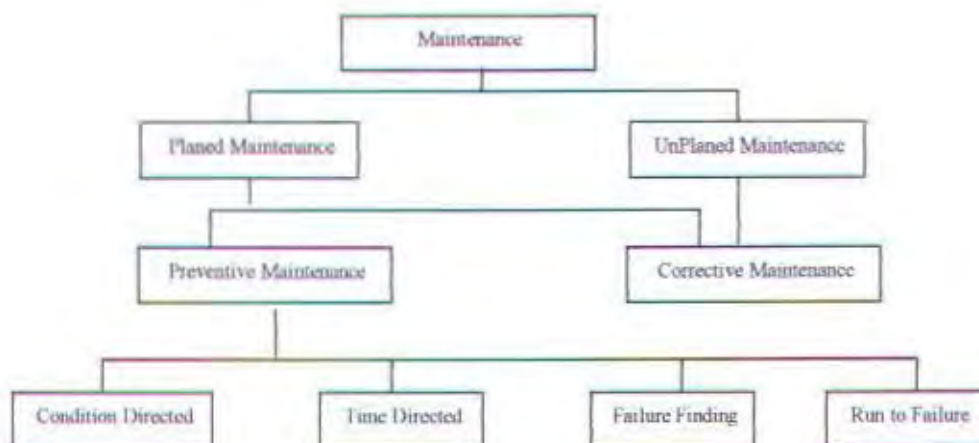
Dengan melakukan perawatan maka telah dilakukan suatu upaya untuk menjaga suatu peralatan tidak mengalami penurunan nilai keandalan.

Masalah yang ada pada perawatan adalah menentukan ukuran dan macam beban kerja perawatan dan organisasi serta pengendalian tenaga kerja, suku cadang dan peralatan untuk tujuan perawatan itu sendiri.

Ada dua katagori, salah satu atau keduanya dapat digunakan. Yaitu perawatan pencegahan dan perawatan perbaikan. Jumlah dan type dari perawatan yang digunakan tergantung pada biaya dan kondisi komponen.

Berikut ini pengelompokan kegiatan perawatan :

1. Perawatan Terencana/*Planned Maintenance* , yaitu suatu tindakan perawatan dimana waktu pelaksanaannya telah direncanakan terlebih dahulu. Kegiatan perawatan yang dapat digolongkan kedalam *planned maintenance* adalah *preventive maintenance & corrective maintenance*.
2. Perawatan Tak Terencana/*Unplanned Maintenance*, yaitu suatu tindakan perawatan dimana waktu pelaksanaannya tidak direncanakan . Untuk kegiatan perawatan seperti ini, kebanyakan tipe perawatan yang dilakukan adalah *corrective maintenance*.



Gambar 2.9 Klasifikasi Maintenance Operation

2.4.1. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang dilakukan pada selang waktu tertentu yang telah ditentukan sebelumnya, tanpa melihat sistim mengalami kerusakan atau tidak. Dalam perawatan pencegahan, suku cadang yang rusak diganti, diberi pelumas, atau diadakan setting peralatan sebelum terjadi kerusakan. Tujuan dari itu adalah meningkatkan keandalan untuk jangka panjang dengan menghindari efek-efek kerusakan seperti karat, kelelahan, dan kejadian lain.

Kegiatan *preventive maintenance* meliputi :

- Pemantauan dan inspeksi *Monitoring dan inspection*
- Pembersihan *Cleaning*
- *Tightening*
- Pelumasan *Lubricating*
- Penempatan *Replacing*
- Perbaikan *Repairing*



Ada 3 alasan untuk melakukan perawatan pencegahan, yaitu :

1. Menghindari terjadinya kerusakan
2. Mendeteksi awal terjadinya kerusakan.
3. Menemukan kerusakan tersembunyi.

Dengan mengidentifikasi ketiga alasan untuk melakukan perawatan pencegahan tersebut diatas, berikut ini dapat didefinisikan 4 katagori kegiatan untuk melakukan perawatan pencegahan :

2.4.1.1. Perawatan Langsung *Time Directed*

Yaitu kegiatan perawatan yang secara langsung bertujuan untuk mencegah atau memperlambat terjadinya kerusakan. Pada dasarnya perawatan pencegahan bertujuan untuk megaembalikan kondisi suatu peralatan pada kondisi seperti semula. Kegiatan perawatan ini dimasukkan ke dalam *time directed* karena :

- a. Perawatan dilakukan secara periodik dan tidak memberikan perawatan lain sampai periode waktu yang telah ditentukan.
- b. Kegiatan tersebut secara langsung bertujuan untuk mencegah atau memperlambat terjadinya kerusakan pada peralatan.

2.4.1.2 Perawatan Kondisional / *Condition Directed*

Yaitu kegiatan yang bertujuan untuk mendeteksi gejala-gejala awal terjadinya kerusakan. Dalam pengoperasian suatu peralatan atau sistem, kemungkinan kita tidak dapat mencegah atau memperlambat terjadinya kerusakan yang terjadi pada peralatan tersebut. Salah satu alternatif terbaik yang dapat diharapkan adalah mendeteksi awal terjadinya kerusakan dan memperkirakan waktu yang memungkinkan suatu peralatan akan mengalami kegagalan dalam menjalankan operasinya. Hal yang dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap beberapa parameter secara langsung. Jadi *condition directed* adalah merupakan bentuk peringatan awal untuk membuat suatu tindakan terhadap kerusakan yang lebih parah. Ada 2 bentuk perawatan kondisional, yaitu :

- a. Mengukur parameter-parameter yang berhubungan dengan performansi suatu peralatan secara langsung seperti temperature dan tekanan.
- b. Mengukur keadaan peralatan untuk tujuan yang sama dengan melakukan pengawasan terhadap getaran yang ditimbulkan karena pengoperasian peralatan tersebut.

Pada kegiatan *condition directed*, semua bentuk pengukuran adalah tidak dipaksakan. Berikut ini adalah klasifikasi kegiatan perawatan ke dalam *condition directed*, yaitu :

- a. Mengidentifikasi serta melakukan pengukuran terhadap parameter-parameter yang berhubungan dengan awal terjadinya kerusakan.
- b. Menentukan nilai terhadap parameter-parameter tersebut apabila memungkinkan diambil tindakan sebelum terjadi kerusakan yang lebih parah.

2.4.1.2. Penemuan Kerusakan / *Failure Finding*

Yaitu kegiatan yang bertujuan untuk menemukan kerusakan yang tersembunyi dalam menjalankan operasi. Pada sistem yang besar dan kompleks, hampir semua peralatan atau mungkin juga keseluruhan sistem maupun sub sistem pernah mengalami kerusakan. Pada operasi tidak normal dalam kondisi dimana terjadi kerusakan tidak diketahui, maka hal ini disebut dengan kerusakan yang tersembunyi. Kenyataannya, kerusakan yang tersembunyi adalah situasi yang

tidak dapat diprediksi terjadinya dan sangat mungkin mengakibatkan kecelakaan apabila dioperasikan. Salah satu cara untuk menemukan kerusakan yang tersembunyi adalah dengan melakukan pemeriksaan. Pemeriksaan yang dilakukan dengan mengoperasikan suatu peralatan dan melihat apakah peralatan tersebut mampu ketersediaan atau tidak.

2.4.1.3. *Run To Failure*

Yaitu suatu keputusan untuk mengoperasikan suatu peralatan sampai terjadinya kerusakan. Hal ini dilakukan karena ditinjau dari segi ekonomis tidak menguntungkan untuk melakukan perawatan. Dengan kata lain tindakan perawatan yang digunakan adalah *corrective maintenance*. Berikut adalah alasan mengapa keputusan tersebut diambil :

- a. Biaya yang dilakukan lebih sedikit apabila tidak melakukan kegiatan perawatan pencegahan.
- b. Kegiatan perawatan pencegahan yang ada terlalu mahal dari pada mengganti peralatan yang sudah rusak.

2.4.2. Perawatan Perbaikan (*Corrective Maintenance*)

Perawatan Perbaikan dilakukan setelah terjadi kerusakan untuk mengembalikan sistem agar berjalan kembali. Oleh karena itu perbaikan perawatan merupakan tindakan perawatan yang tidak direncanakan.

Perawatan perbaikan meliputi penggantian suku cadang, reparasi untuk jangka waktu pendek. Adapun kalau kita rinci kegiatan *corrective maintenance* meliputi :

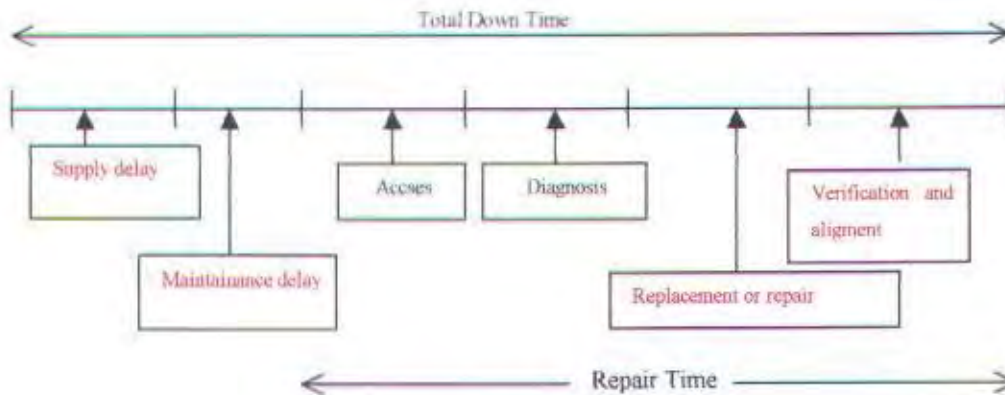
- Pemantauan *Monitoring*
- Penyetingan *Adjusting*
- Pengkoreksian *Correcting*
- Perbaikan *Repairing*
- Penggantian sebagian *Partial replacing*

Biaya untuk perbaikan perawatan jauh lebih besar dari perawatan pencegahan. Maka dari itu perawatan pencegahan juga bertujuan untuk mengurangi perawatan perbaikan.

2.4.3.1. Waktu Kegagalan /Down Time

Secara prinsip waktu operasional suatu sistim terdiri dari dua , yaitu waktu *up-time* dan *down-time*. *Uptime* merupakan interval waktu suatu sistim dapat melakukan fungsinya, dan *down time* adalah interval waktu suatu sistim tidak dapat melakukan fungsinya.

Dalam analisa availability nanti dua parameter ini sangat menentukan. Sebagai suatun dasar analisa gambaran down time dapat kami gambarkan dalam ilustrasi dibawah ini :



Gambar 2.10 Maintenace Down Time

Dari ilustrasi diatas maka dapat kita peroleh suatu gambaran bahwa waktu *down time* secara global terdiri dari dua parameter yaitu *Delay Time* dan *Repair Time*. Sedangkan masing masing parameter tersebut masih pula terbagi dari beberapa parameter. Waktu *delay* masing-masing dipengaruhi oleh *supply delay* dan *Maintenance delay*. Sedangkan *Repair Time* terdiri dari waktu *accses*, waktu *diagnosis*, waktu *replacement repair* dan waktu *verification & aligment*.

$$\begin{aligned} \text{Down Time} &= \text{Delay Time} + \text{Repaire Time} \\ &= (\text{supply delay} + \text{maintenance delay}) + (\text{accses time} + \\ &\quad \text{diagnosis time} + \text{replacement/repair time} \\ &\quad + \text{Verification\&aligment time}) \end{aligned}$$

2.4.3.2. Distribusi Perawatan / *Repair Time Distribution*

Didalam mengukur *maintanability*, *repair-time distribution* pertama kali harus didefinisikan . Umumnya , waktu repair dapat diperlakukan sebagai variabel random sejak kegiatan perbaikan berulang/*repeted repair* sampai hasil dalam waktu perbaikan yang berbeda. Hal ini sangat tergantung oleh perbedaan model kegagalan/*failure mode*, perbedaan kerusakan komponen, variasi level kemampuan, pengalaman dan training pelaksana perbaikan

Pemodelan perawatan pada prinsipnya sama seperti pemodelan keandalan. Perbedaannya distribusi didapatkan dari data Time To Repair/ TTR atau lama waktu kegiatan perawatan. Untuk laju kegagalan konstans , $m (td) = \lambda td$ dan sehingga td dapat difaktorkan dari data kegagalan yang dikumpulkan, $m (t)$ adalah jumlah observasi kegagalan dalam waktu t .

2.4.3.3 Model Pembiayaan/ *Cost Model*

Dalam membuat nilai kemampurawatan yang dapat diterima, cost trade-off antara kemampurawatan sangat perlu.

Cost model sebuah nilai *maintanability* dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$Cost = Cu + \frac{t_d}{MTBF} (C_f + C_v MTTR) \quad (2.45)$$

Dimana :

Td = desain atau economic life dalam jam operasi

Cu = Unit perolehan biaya

Cf = Biaya tetap dari failure (seperti spare part)

Cv = variable cost per jam down time

(seperti labour rate x crew size dan loss of production)

2.5. Availability

Ketika membicarakan kapabilitas perawatan yang bertujuan untuk mengembalikan suatu sistim agar dapat melakukan fungsinya sesuai dengan kondisi yang diinginkan , maka suatu alternatif dalam pengukuran performance sistim ini adalah nilai ketersediaan/*Availability*. Nilai ketersediaan ini tergantung pada nilai reliability

dan maintainability. Untuk memprediksi nilai availability ini maka harus dipertimbangkan dulu probabilitas distribusi dari failure dan distribusi repair. Konsep dasar Availability ditunjukkan dalam formula dibawah ini :

$$\text{Availability} = \frac{\text{Uptime}}{\text{Uptime} + \text{Downtime}}$$



Gambar 2.11 Grafik Availability

Jika kita mendefinisikan suatu fungsi availability, maka fungsi availability bisa diekspresikan sebagai berikut :

1. $A(t)$ adalah nilai availability pada waktu t .
2. $A(T) = (1/T) \int_0^T A(t) dt$ adalah nilai rata-rata availability pada interval $[0, T]$

Rata-rata availability dapat secara umum sering disebut mission atau interval availability.

$$A_{(t_2-t_1)} = \frac{1}{t_2 - t_{1,1}} \int_{t_1}^{t_2} A(t) dt \quad (2.46)$$

3. $A = \lim_{T \rightarrow \infty} A(T)$ (2.47)

adalah steady state atau long-run keseimbangan availability

Ada beberapa perbedaan bentuk steady state availability tergantung definisi dari uptime dan down time.

2.5.1. Inherent Availability

Inherent availability, A_{inh} , didefinisikan sebagai berikut :"

$$A_{inh} = \lim_{T \rightarrow \infty} A(T) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (2.48)$$

Inherent availability adalah didasarkan semata-mata dengan failure distribution dan repair-time distribution. Oleh karena itu ini bisa dipergunakan untuk menginterpretasikan parameter desain, dan reliability-maintanaibility trade-offs.

2.5.2 *Achieved Availability*

Achieved Availability, A_a , didefinisikan :

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + M} \quad (2.49)$$

dimana nilai MTBM termasuk unschedule maintenance dan preventive maintenance.

Dimana

$$MTBM = \frac{t_d}{m(t_d) + t_d / T_{pm}} \quad (2.50)$$

dan M adalah downtime sistim didefinisikan

$$M = \frac{m(t_d)MTTR + (t_d / T_{pm})MPMT}{m(t_d) + t_d / T_{pm}} \quad (2.51)$$

T_{pm} adalah interval preventive maintenance, t_d adalah umur desain, $m(t_d)$ adalah rata-rata kumulatif jumlah failure selama umur desain. untuk failure rate konstans, $m(t) = \lambda t$ dan sehingga t_d dapat difaktorkan dari data failure sekali yang dikumpulkan, $m(t)$ adalah jumlah observasi failure dalam waktu t .

2.5.3 *Operasional Availability*

Oprasional Availability, A_o didefinisikan sebagai berikut :

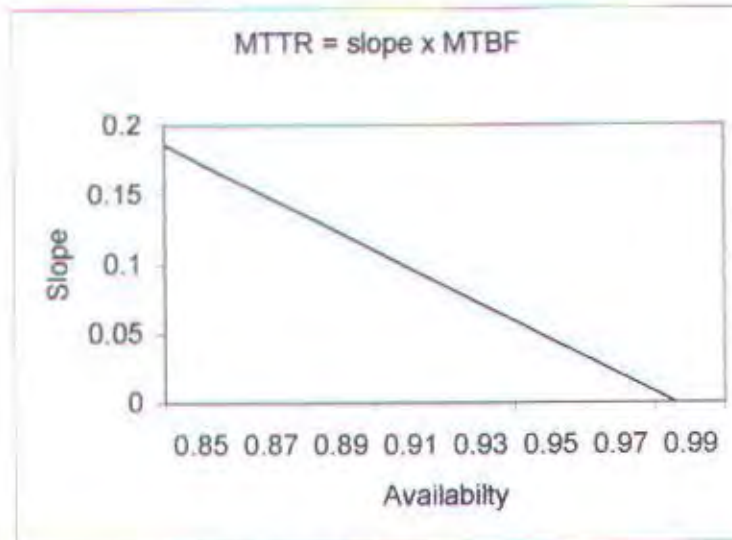
$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + \overline{M}^i} \quad (2.52)$$

Di,ama \overline{M}^i dihitung dengan menempatkan MTTR dengan $MTR = MTTR + SDT + MDT$. Definisi ini meliputi semua supply dan maintenance dealy.

2.5.4 *Desain Trade-Off Analisis*

Dalam beberapa situasi kita boleh menetapkan atau menyelesaikan masalah availability secara langsung. Ada beberapa trade-off secara nyata antara reliability dan maintainability. Salah satunya adalah

$$MTTR = \frac{1 - A_{inh}}{A_{inh}} MTBF$$



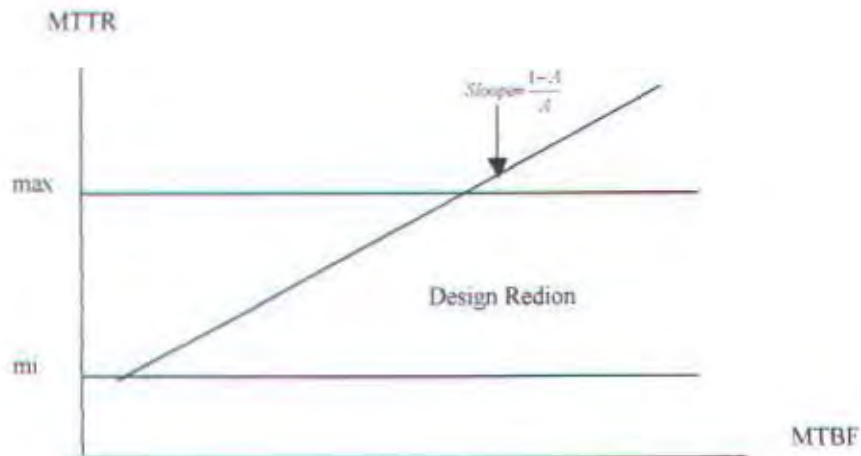
Gambar 2.12 Grafik Sloop availability

Sehingga nantinya MTTR akan memiliki nilai prosentase yang tetap terhadap MTBF.

2.5.5. Economic Analysis

Kita bisa mendapatkan nilai optimum dari nilai ekonomis dengan melakukan trade-off economic analisis. Terlebih dulu kita harus menetapkan minimum dan maximum MTTR dan minimum MTBF. Dengan penambahan *bound* pada desain *region* pada minimum acceptable availability goal. Dari grafik kita akan melihat kenaikan nilai *availability* maka *sloop line* menurun dan mengurangi area desain *region*. Jika kita menghubungkan fungsi *reliability* dan *maintainability*, maka nilai optimal cost trade-off bisa didapatkan. Letakkan $x = MTBF$ dan $y = MTTR$ diukur dari *reliability* dan *maintainability*, berturut-turut, dan $C_x(x)$ dan $C_y(y)$ adalah biaya yang berhubungan. Dibawah ini maksud dari optimasi problem.

Untuk menggambarkan dengan baik maka desain trade off bisa digambarkan pada gambar di bawah ini.



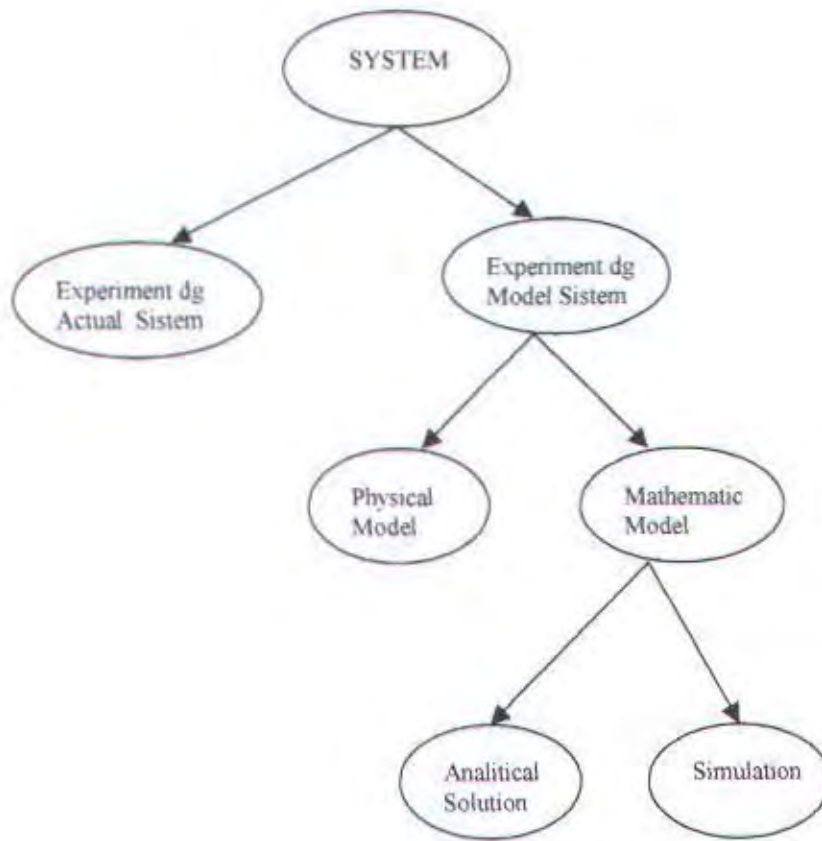
Gambar 2.13 Desain Trade Off

$$\begin{aligned}
 \min z &= C_x(x) + C_y(y) \\
 \text{subject to} & (1-A)x - Ay \geq 0 \\
 & MTBF_{\min} < x \\
 & MTTR_{\min} \leq y \leq MTTR_{\max}
 \end{aligned}$$

2.6 Simulasi

Simulasi adalah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari suatu sistem yang nyata. Ide dasarnya adalah menggunakan beberapa perangkat untuk meniru sistem nyata guna mempelajari dan memahami sifat-sifat, tingkah laku dan karakter operasinya. Oleh karena itu, simulasi terutama sekali berkenaan dengan percobaan untuk menaksir tingkah laku dari sistem nyata untuk maksud perancangan sistem atau pengubah tingkah laku sistem. [6] P. Siagian.

Guna kebutuhan analisa posisi simulasi bisa digambarkan pada diagram berikut :



Gambar 2.14 Skema Klasifikasi Simulasi

Dari gambaran diatas bisa diketahui bahwa simulasi adalah cabang terpanjang dari analisa sistim . Akan tetapi peranan simulasi ternyata cukup besar. Dimana disaat analisa yang komplek yang tidak bisa dilaksanakan dengan analisa model matematis, maka simulasi ini bisa memberikan solusi. Sehingga simulasi pada saat ini mulai menjadi *analysis tool* yang bayak dipergunakan.

Adapun Klasifikasi dari Simulasi antara lain :

Klasifikasi berdasar pada model matematika :

- a. Simulasi Deterministik, dimana mencakup variable dan parameter tetap dan diketahui secara pasti.
- b. Simulasi Stokastik /Probabilistik, menyagkut distribusi peluang dari beberapa atau semua variable dan parameter.

Klasifikasi berdasar dinamikanya :

- a. Simulasi static, adalah sesuatu dimana percobaan dilakukan terhadap model yang mempunyai variable dan parameter bebas waktu.
- b. Simulasi dinamik, mencakup proses yang berubah dari waktu ke waktu.

Klasifikasi berdasar type data :

- a. Simulasi Continus, data bisa diukur
- b. Simulasi Diskrit, data tidak bisa diukur.

Alasan-Alasan menggunakan simulasi :

1. Model analitis tidak mampu menelusuri perangai suatu sistim pada masa lalu dan masa mendatang melalui pembagian waktu. Dia hanya memberikan penyelesaian secara menyeluruh, suatu jawaban yang mungkin tunggal dan optimum, tetapi tidak menggambarkan suatu sesuatu prosedur operasi untuk masa yang lebih singkat dari masa perencanaan.
2. Model matematik yang konvensional sering tidak mampu menyajikan sistim nyata yang lebih besar dan rumit (kompleks) Sehingga sulit untuk membangun model analitis untuk sistim nyata .
3. Model analitis terbatas pemakaiannya dalam hal-hal yang tidak pasti dan aspek dinamis (factor waktu) dari persoalan manajemen.

Akan tetapi tidak memungkiri bahwa simulasi memiliki kelemahan :

1. Simulasi bukanlah presisi dan juga bukan suatu proses optimasi. Simulasi tidak menghasilkan jawab, tetapi ia menghasilkan cara untuk menilai jawab termasuk jawab optimal.
2. Model simulasi yang baik dan efektif adalah sangat mahal dan membutuhkan waktu yang lam dibandingkan dengan model analitik.
3. Tidak semua situasi dapat dinilai melalui simulasi kecuali situasi yang memuat ketidak pastian.

2.6.1 Simulasi Probabilistik

Simulasi memuat kejadian-kejadian acak, distribusi peluang dan sebagainya. Karenanya, urutan pelaksanaan simulasi berintikan percobaan statistik dan dirancang sesuai dengan itu. Jadi untuk melakukan perbandingan antara beberapa sistim pilihan, kita harus membuat kesimpulan-kesimpulan dengan statistik.

Ini bukan berarti bahwa simulasi tidak mencapai hasil tanpa menggunakan statistik. Sering terjadi bahwa yang diperoleh dengan mensimulasikan suatu sistem benar-benar sangat bermanfaat. Dan dengan membandingkan alternatif dari sistem yang bermacam-macam, simulasi dapat memperlihatkan bahwa satu pilihan benar-benar lebih unggul.

2.6.2. Simulasi Montecarlo

Montecarlo Simulation, adalah sebuah model analisa dari sebuah sistem dengan cara evaluasi berulang. Setiap menjalankan simulasi menggunakan nilai dari parameter distribusi. Sedangkan pemilihan nilai parameter dibuat sistem random, tetapi probabilitasnya dikendalikan dengan distribusi yang ditetapkan/relevan.[8] Weibull-User Manual

Monte Carlo Simulation dapat digunakan untuk sistem model reliability dan availability dengan menggunakan computer program yang tepat. Monte Carlo Simulation dibangun dengan analisa matematika yang tidak rumit (sederhana), yaitu sebagai pendekatan menirukan sistem sebenarnya. Hal ini relative cukup mudah untuk memodelkan suatu sistem yang kompleks, dan input algoritma cukup mudah dipahami. Tidak ada batasan untuk memberikan masukan asumsi terhadap parameter seperti kegagalan dan waktu perbaikan, sehingga bukan nilai konstan pun bisa digunakan. Hal ini juga mudah untuk aspek model seperti queuing rules untuk repair, prioritas perbaikan/*repair priority* dan cannibalization

2.6.3 . Simulasi Availability System

Dalam menganalisa Availability sistem, maka terlebih dahulu kita harus memodelkannya kedalam suatu Block Diagram Sistem. Kemudian kita lakukan analisa reliability, dan maintainability. Pada tahapan tersebut kita bisa menganalisanya dengan berbagai metode. Metode-motode yang bisa kita gunakan untuk analisa tersebut adalah cut-set, even tree, faul tree, bahkan simulasi. Baru setelah kita dapatkan kedua analisa tersebut, maka kita lakukan analisa availability yang merupakan analisa gabungan dua fungsi tersebut.

Pada bahasan tugas akhir ini, analisa availability yang kita lakukan menggunakan metode simulasi. Metode ini sangat efektif untuk menyelesaikan analisa

memiliki distribusi yang berbeda, sehingga menggunakan analisa analitik yang cukup rumit.

Untuk menyelesaikan analisa sistim, kita harus mampu menyelesaikan hubungan antara komponen-komponen dalam rangkaian sistim. Adapun hubungan antara komponen-komponen dalam suatu sistim dapat dibedakan :

2.6.3.1 Sistim Hubungan Seri

Sebuah hubungan sistim dikatakan seri bila keandalan/*reliability* suatu sistim tergantung pada semua *reliability* komponen.

Artinya : Kegagalan komponen tertentu menyebabkan kegagalan sistim atau untuk menjamin sistim sukses maka semua komponen harus sukses.



Gambar 2.15 Rangkaian Hubungan Seri

- X1 = kejadian bahwa komponen 1 tidak gagal
- X2 = kejadian bahwa komponen 2 tidak gagal

Jika $P(X1) = R1$ dan $P(X2) = R2$

Maka $R1$ = Reliability komponen 1
 $R2$ = Reliability komponen 2

Sehingga $R_s = P (X1 \cap X2) = P(X1) P(X2) = R1(R2)$

Dengan asumsi bahwa komponen independen (gagal atau tidak gagal suatu komponen tidak merubah reliability komponen lain).

Secara General hubungan persamaannya sampai n komponen hubungan series adalah :

$$R_s = P (X1 \cap X2 \cap \dots \cap Xn)$$

$$R_s = R1 \cdot R2 \cdot \dots \cdot Rn$$

Jika proses waktu berpengaruh, maka probabilitas bahwa sistem dapat sukses untuk periode waktu t adalah

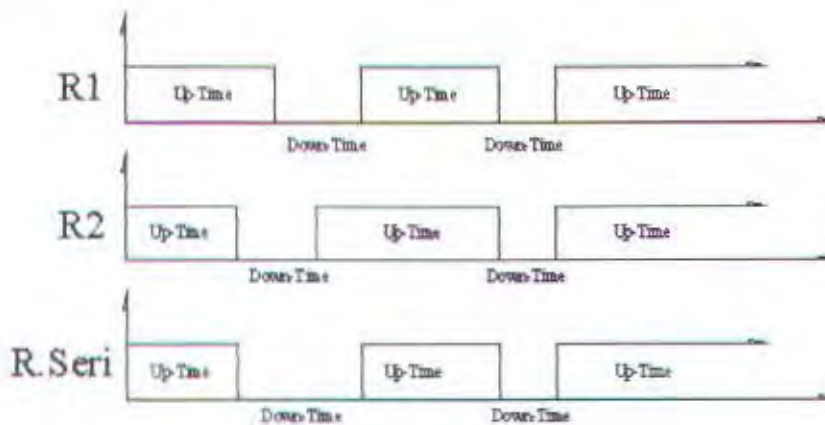
$$R_s(t) = R_1(t) \times R_2(t) \times \dots \times R_n(t)$$

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t) \quad (2.53)$$

Jika setiap komponen memiliki constant failure rate λ_i , maka reliability sistem menjadi

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t) = \exp(-\lambda_i t) = \exp\left(-\sum_{i=1}^n \lambda_i t\right) \quad (2.54)$$

Dalam simulasi availability, maka analogi tersebut bisa digambarkan dalam tampilan dibawah ini :



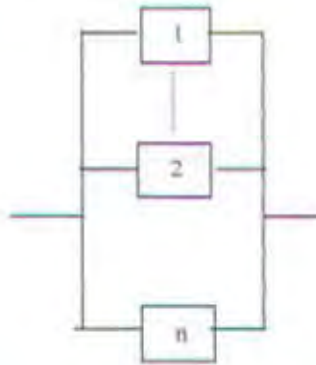
Gambar 2.16. Simulasi Rangkaian Seri

Dari gambar diatas terlihat, jika salah satu komponen gagal/*Down-Time* maka sistem seri menjadi gagal/*Down-Time*. Sedangkan untuk sistem seri sukses/*Up-Time* maka semua komponen harus sukses/*Up-Time*.

2.6.3.2. Sistem Hubungan Pararel

Sebuah rangkaian komponen dikatakan hubungan pararel jika kegagalan komponen tertentu tidak menyebabkan kegagalan sistem dan baru gagal bila semua komponen pararel tersebut gagal. Akan tetapi untuk menjadi sistem sukses tidak semua komponen harus sukses.

Reliability Block Diagram untuk n-komponen paralel dapat ditunjukkan dibawah ini :



Dimana :

X_i = kejadian komponen I gagal

Q_i = Unreliability komponen I

$R_i + Q_i = 1$

Gambar 2.17 Rangkaian Paralel

Kemudian unreliability sistim yang ditampilkan dalam bentuk probabilitas dapat diexpresikan :

$$Q_p = P(x_1 \cap x_2 \cap \dots \cap x_n)$$

Asumsi bahwa semua komponen independen.

Unreliability sistim paralel dapat diekspresikan sebagai berikut :

$$Q_p = P(x_1)P(x_2) \dots P(x_n) = Q_1(t)Q_2(t) \dots Q_n(t)$$

$$Q_p(t) = \prod_{i=1}^n Q_i(t)$$

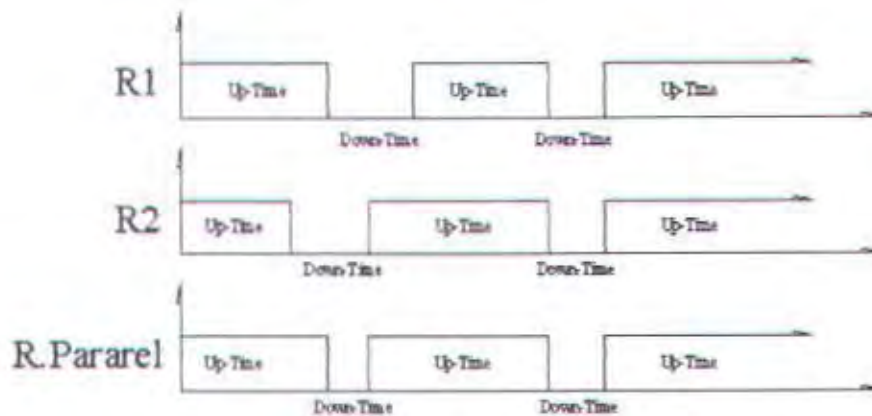
Sehingga Reliability system dapat dihitung dibawah ini :

$$R_p(t) = 1 - Q_p(t) = 1 - \prod_{i=1}^n Q_i(t) \quad (2.55)$$

Jika komponen memiliki konstan failure rate λ_i maka reliability sistim menjadi :

$$R_p(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i(t)) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \exp(-\lambda_i t)) \quad (2.56)$$

Dalam simulasi availability bisa digambarkan pada ilustrasi di bawah ini.



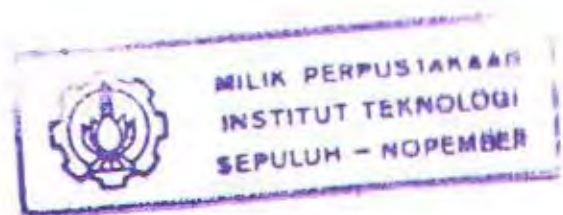
Gambar 2.18 Simulasi Rangkaian Pararel

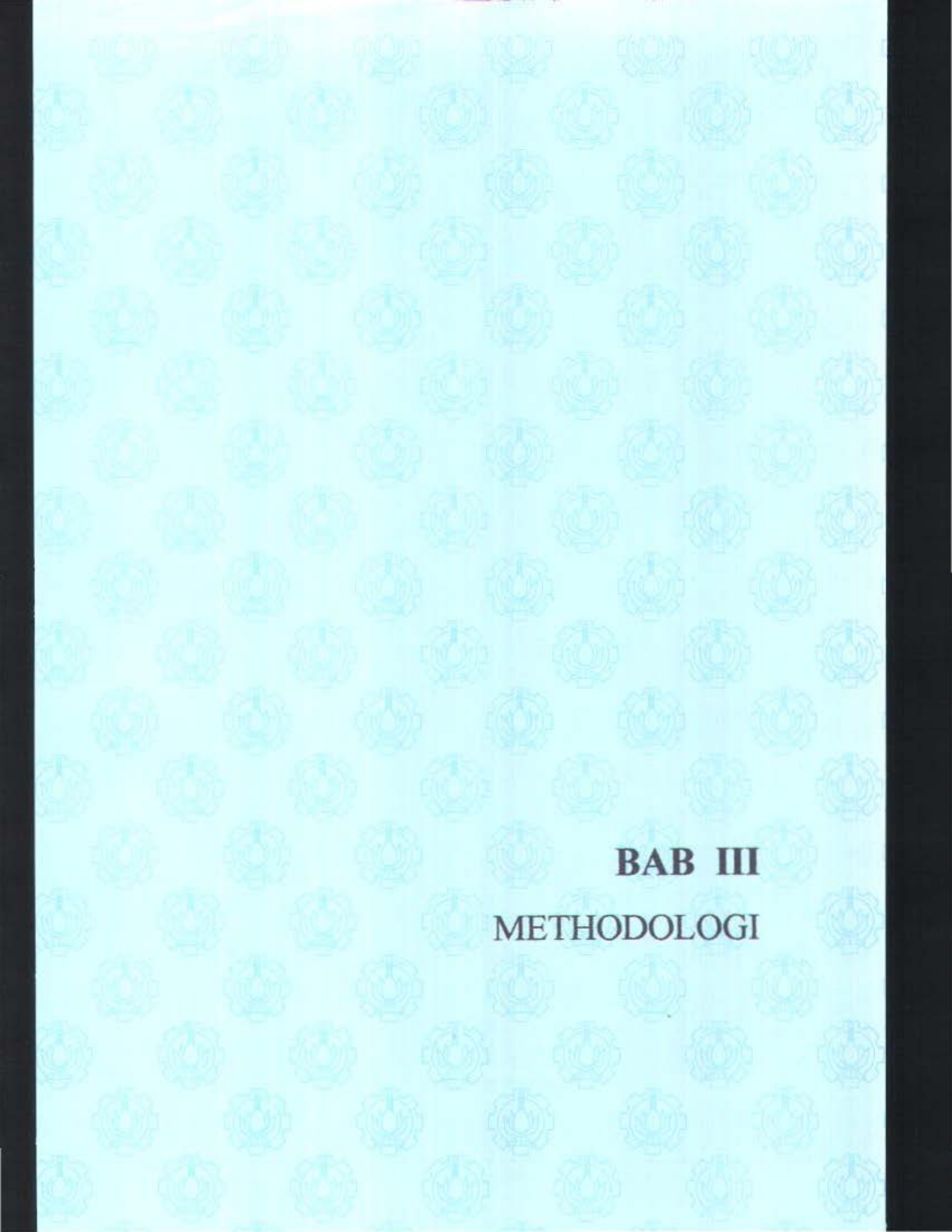
Dari ilustrasi diatas bisa dilihat bahwa jika semua komponen down maka sistim menjadi down, dan jika sebagian komponen down, sistim tetap sukses.

2.6.3.3. Sistim Hubungan Series-Pararel

Sebagian besar sistim tidak hanya terdiri dari hubungan seri saja atau hubungan pararel saja. Akan tetapi sebagian besar sistim terdiri dari dua hubungan tersebut seri-pararel. Untuk menganalisa gabungan kedua hubungan ini maka bisa dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menyederhanakan semua block dalam rangkaian series ke rangkaian tunggal yang setara/*single equivalent block*
2. Menyederhanakan semua block dalam rangkaian pararel ke rangkaian tunggal yang setara/*single equivalent block*.
3. Menggabungkan semua simple block sesuai tahapan 1 dan tahapan 2 sampai membentuk 1 *single equivalent block system*.





BAB III
METHODOLOGI

BAB III METODOLOGI

Metodologi merupakan suatu kerangka dasar yang digunakan sebagai acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan dipecahkan atau dianalisa. Metodologi penulisan ini mencakup semua tindakan ataupun langkah-langkah yang akan dilakukan untuk penulisan tugas akhir.

Pada Tugas akhir ini akan dilakukan analisa availability suatu sistem bahan bakar pada kapal Caraka Jaya Niaga III-6 dengan metode simulasi. Dalam melakukan analisa ini maka nantinya terlebih dahulu menganalisa terlebih dahulu existing system yang ada, kemudian menganalisa maintenance behavior & maintenance management, merecord data-data analisa, melakukan pemodelan Reliability dan maintainability, melakukan simulasi, melakukan sensitivity analysis, kemudian membandingkan hasil-hasil analisa dan menarik suatu kesimpulan sebuah analisa availability.

Secara bagan bisa digambarkan pada gambar 3.1 Bagan Metodologi

3.1. Analisa Keberadaan Sistem (Existing System)

Pada analisa existing sistem disini kita akan menganalisa semua hal yang berkenaan dengan sistem bahan bakar yang ada.

Diawal kita mempelajari sistem bahan bakar pada kapal Caraka Jaya Niaga III-6, meliputi komponen-komponen pembentuk sistem, alur atau flow proses sistem, failure dari sistem, penyebab failure, dan tindakan terhadap failure.

Hasil dari analisa ini akan diperoleh gambar sistem bahan bakar, failure mode, block diagram sistem.

3.2. Analisa Pola Kebiasaan Perawatan (Maintenance Behaviour)

Nilai availability sistem tidak bisa lepas dari kebiasaan perawatan sebagai salah satu faktor pembentuk *Maintainability*. Faktor ini cukup menentukan performan sistem yang ada. Pola kebiasaan perawatan/*Maintenance Behaviour* ini mencakup : system repair time (MTTR), analisa down time (*supply delay, maintenance delay, access, diagnosis, replacement dan verification*), kualitas perawatan, *cycle time* dsb.

Pada analisa ini akan dihasilkan nilai MTTR, *Maintenance Cost* dan *maintenance distribution*.

3.3. Analisa Management Perawatan (*Maintenance Management*)

Pada tahapan ini kita menganalisa manajemen perawatan yang akan sangat mempengaruhi waktu dan kualitas repair. Bagaimana jadwal perawatannya, bagaimana manajemen suku cadang bagaimana keaslian suku cadang, dsb.

Pada tahapan ini akan diperoleh nilai distribusi perawatan, MTTR, biaya perawatan.

3.4. Pemodelan Availability

Dari sistem yang ada, maka kita akan memodelkannya kedalam suatu Block Diagram. Block ini memuat model distribusi TTF dan TTR komponen. Block tersebut bisa menggambarkan komponen apa saja , dan susunan interaksi dari komponen-komponen tersebut.

Selanjutnya kita membuat random data TTF dan TTR dari masing-masing komponen sesuai model distribusi TTF dan TTR yang telah didefinisikan. Kita gabung TTF dan TTR berpasangan membentuk grafik uptime dan down time.

3.5. Simulasi

Dari pemodelan yang telah kita buat, kita melakukan *simulation Loop* dan mencatat sukses atau gagalnya sistim setiap loop yang kita buat. Maka akan kita akan mendapatkan data –data *uptime* dan *down time* sistim. Nantinya data-data tersebut akan membentuk distribusi tertentu pula. Distribusi tersebut akan dapat digunakan untuk melakukan analisa sisstim.

Simulasi akan membuat data random TTF dan TTR dengan dibantu komputer memakai software *Mathlab/Weibull* ↔ dengan metode *invers/simulasi Montecarlo*. Dari setiap grafik *Availability* komponen kita lakukan analisa *availability* sistim dengan menggabungkan rangkaian-rangkaian komponen menjadi sub sistim. Dari sub-sistim ini akan terbentuk grafik simulasi *availability* sistim. Dari hasil ini kita bisa dapatkan hasil analisa sistim. Pada waktu penggabungan grafik-grafik tersebut kita dibantu software *AutoCAD* untuk plot grafik

Analogi simulasi yaitu sama, jika rangkaian seri maka sesuai komponen harus sukses untuk menjamin sistem sukses. Sedangkan rangkaian paralel, sistem tidak akan down jika tidak semua komponen tersebut down. Sub-sistem dibentuk menjadi rangkaian sederhana sistem.

3.6 Sensitivity Analysis

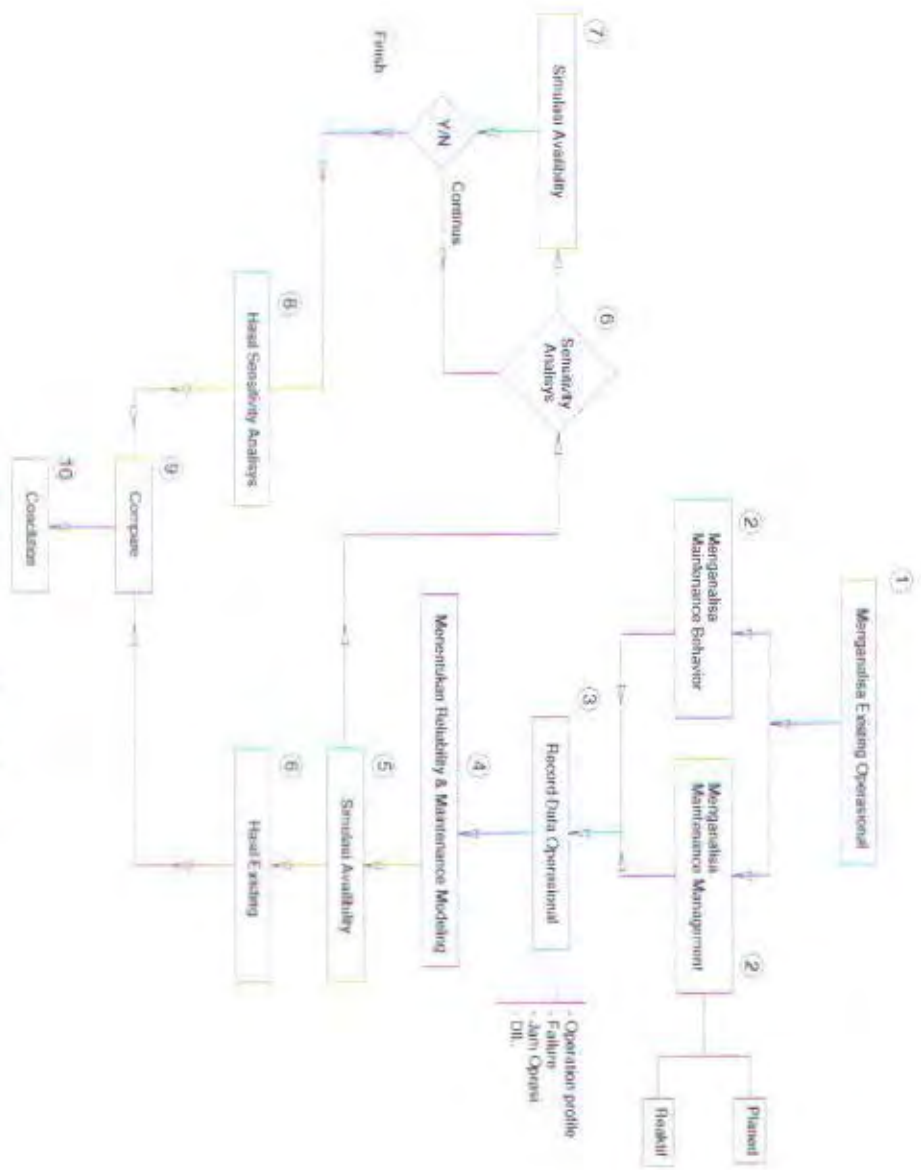
Kita nantinya akan melakukan sensitivity analysis pada model dengan melakukan uji sensitifitas terhadap nilai TTF masing-masing komponen sistem. Perubahan nilai TTF secara prosentase dilakukan pada tiap-tiap komponen sehingga mengakibatkan berubahnya grafik availability sistem. Perubahan tersebut menghasilkan pola distribusi baru. Maka kita akan memperoleh gambaran dari performace sistem hasil sensitivity analysis. Dari sensitivity analysis ini akan dicari komponen kritis sistem.

3.7. Analisa Perbandingan

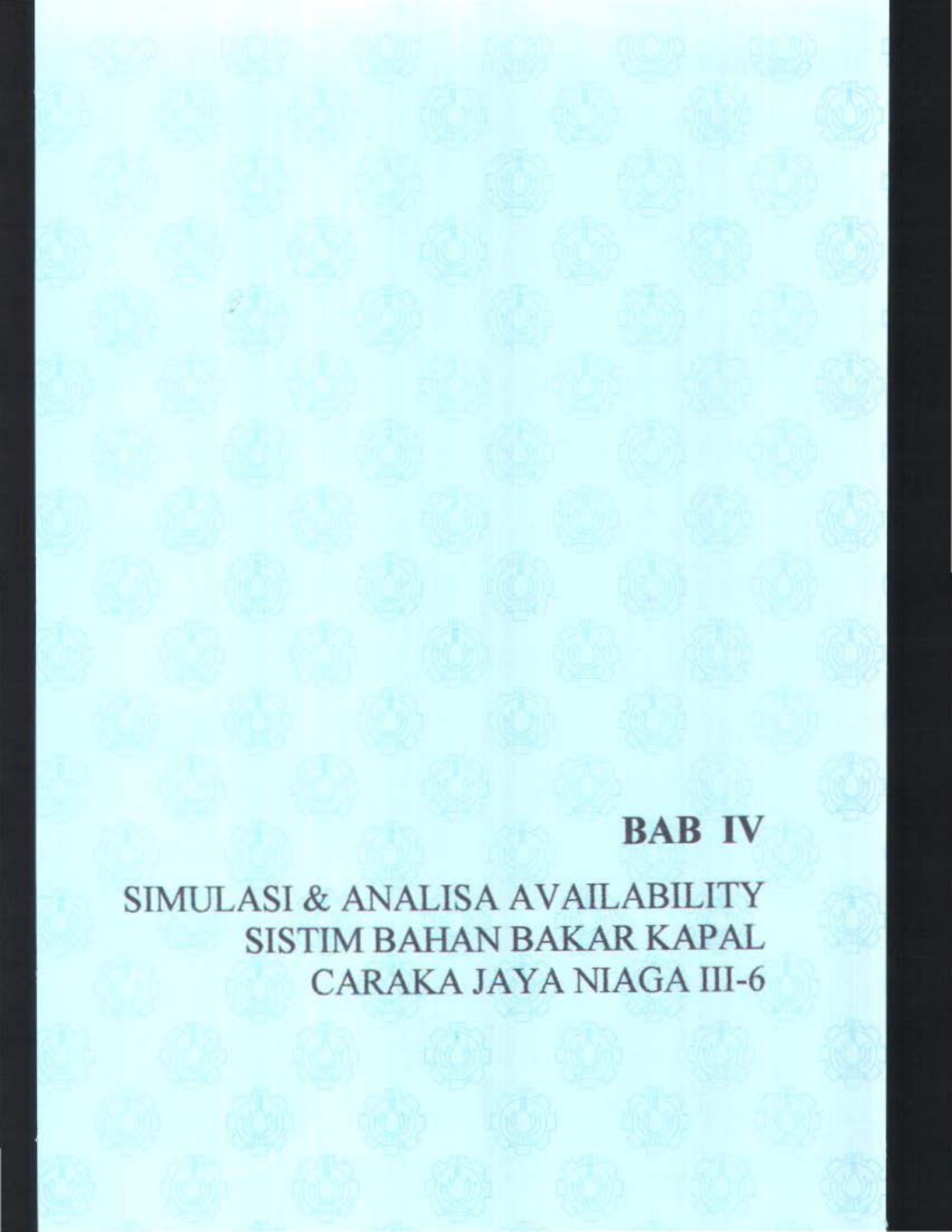
Tahapan selanjutnya dari tahapan diatas adalah membandingkan hasil *availability existing* sistem dengan *availability* hasil *sensitivity analysis*. Nantinya kita bandingkan dan dianalisa kemungkinan-kemungkinannya dari sisi biaya dari kedua hasil analisa. Yang pasti akan ada konsekwensi-konsekwensi untuk melakukan peningkatan nilai availability, akan tetapi bagaimana dengan nilai optimum yang dicari.

3.8. Kesimpulan

Tahapan akhir ini adalah menyimpulkan hasil-hasil analisa. Nantinya kesimpulan ini menjadi acuan dan dasar pertimbangan manajemen pelayaran pemilik kapal Caraka Jaya Niaga III-6 guna menetapkan kebijakan manajemennya didalam perawatan kapal.



Gambar 3.1. Bagan Metodologi



BAB IV
SIMULASI & ANALISA AVAILABILITY
SISTIM BAHAN BAKAR KAPAL
CARAKA JAYA NIAGA III-6

BAB IV
SIMULASI & ANALISA AVAILABILITY SISTIM BAHAN BAKAR
KAPAL CARAKA JAYA NIAGA III-6

Melakukan analisa *availability* berarti menganalisa kemampuan suatu sistim akan kemampuannya untuk dapat melakukan fungsinya dalam kondisi dan waktu tertentu dengan disertai kegiatan repair dan restore. Didalam analisa ini kita mencari fungsi distribusi sistim dengan simulasi, mendapatkan nilai *availability* sistim dalam lama waktu tertentu (*time running*), dan melakukan uji sensitivitas guna analisa lebih lanjut, juga optimalisasi sistim.

Metode Simulasi adalah analisa dengan cara memodelkan suatu sistim yang meniru tingkah laku sistim dengan mempelajari interaksi komponen-komponennya. Analisa ini tidak memerlukan fungsi-fungsi matematis secara eksplisit untuk merealisasikan variable-variable sistim. Oleh karena itu simulasi bisa digunakan untuk memecahkan sistim kompleks yang tidak dapat diselesaikan secara matematis. Akan tetapi metode ini tidak dapat memberikan solusi yang benar-benar optimum. Yang dapat diperoleh ialah jawaban yang suboptimum, yaitu jawaban dari optimum dari alternatif-alternatif yang diuji.

Dalam Simulasi ini kita dibantu dengan komputer guna menghasilkan data simulasi, mencari distribusi data, dan mencari parameter fungsi distribusi dengan software Matlab dan Weibull ++.

Tahapan dalam simulasi ini kita membangun sebuah model dari suatu sistim yang akan dianalisa, membuat suatu program yang sesuai dengan model (generate data model) dan menggunakan komputer untuk menirukan perilaku sistim dengan beberapa kebijaksanaan operasi, selanjutnya dipilih kebijaksanaan terbaik.

Simulasi yang baik memerlukan perencanaan dan organisasi yang baik. Meskipun demikian, simulasi tidak tetap untuk selamanya tetapi berubah dari waktu ke waktu. Adapun langkah-langkah pokok dalam melakukan simulasi adalah :

1. Menentukan sistim atau persoalan yang hendak disimulasi. Dalam hal ini adalah Simulasi Sistim Bahan Bakar pada Kapal Caraka Jaya Niaga III-6.
2. Mengembangkan model simulasi yang hendak digunakan.
3. Menguji model dan membandingkannya dengan tingkah laku dari sistim nyata, kemudian memberlakukan model simulasi ini.

4. Merancang percobaan-percobaan simulasi.
5. Menjalankan simulasi dan analisis data.

Dalam analisa *availability* dengan simulasi ini langkah –langkah secara detail pengerjaannya sesuai metodologi yang kami sampaikan pada bab III.

4.1. Analisa Keberadaan Sistim/*Existing System*

Sistim yang kita analisa disini adalah Sistim Bahan Bakar Kapal Caraka Jaya Niaga III-6 milik PT. Pelayaran Surya. Pada tahapan ini kita akan analisa sistim yang ada secara menyeluruh untuk mendapatkan analisa keberadaan sistim yang hendak kita simulasi.

4.1.1. Gambaran Ikhtisar Sistim Bahan Bakar

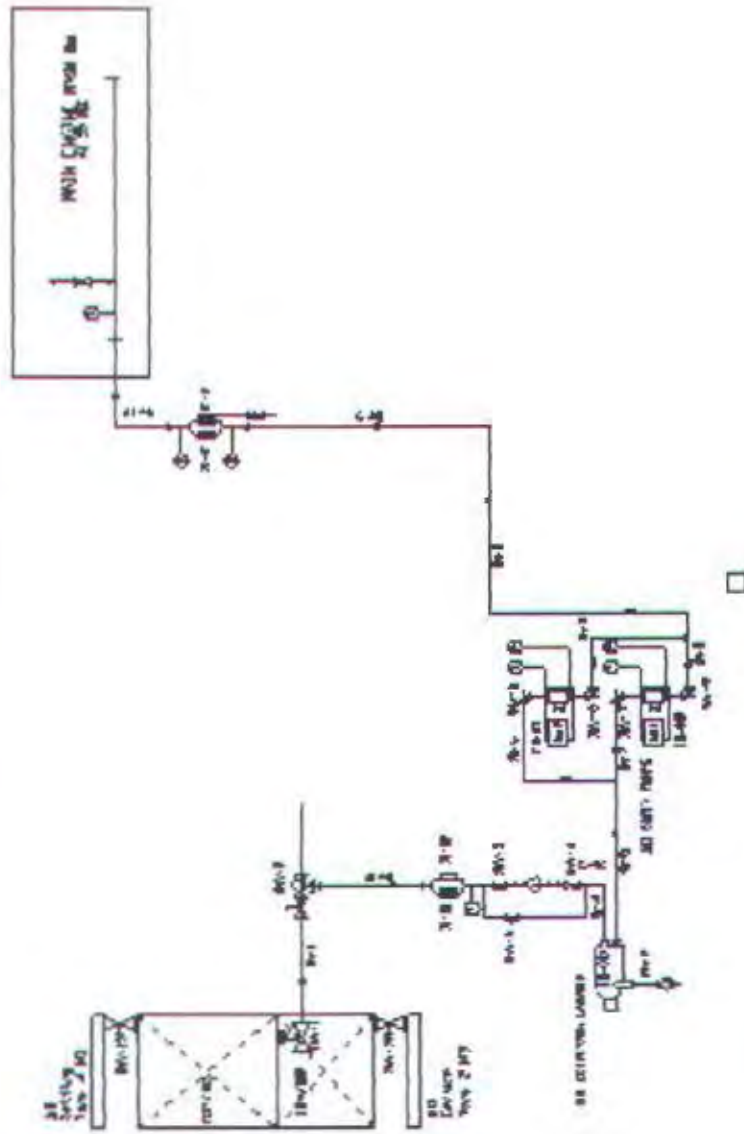
Sistem bahan bakar adalah sistem pelayanan untuk motor induk yang sangat vital dimana sistem ini harus dapat menjamin kerja motor induk secara kontinyu dan optimal. Sistim ini akan mensuply bahan bakar ke motor induk untuk keperluan pembakaran yang menghasilkan energi.

Sistem bahan bakar adalah suatu sistem yang diberfungsi untuk mensuplai bahan bakar dari bunker ke *service tank* dan juga ke *daily tank* dan kemudian ke motor induk atau ke mesin bantu. Sistim ini secara umum terdiri dari *fuel oil supply, fuel oil purifying, fuel oil transfer* dan *fuel oil drain piping sistem*

Pada Sistim bahan bakar ini bahan bakar yang dipergunakan adalah type MDF(Marine Diesel Fuel), sehingga dalam sistim ini tidak akan kita temukan heater. Mengingat viskositas dari bahan bakar tidak membutuhkan treatment.

Adapun bagan sistim bahan bakar pada analisa di kapal Caraka jaya Niaga III-6 dapat dilihat pada *gambar 4.1*

FUEL OIL SYSTEM



Gambar 4.1 Diagram Fuel Oil System

Kalau kita perhatikan pada sistim diatas maka untuk menstransfer bahan bakar ke mesin induk, maka kita hanya menemukan supply pumps, disini kita tidak menemukan circulating pumps. Hal ini disebabkan tekanan sistim yang ada sudah memenuhi syarat untuk tekanan supply ke mesin induk.

Pada sistim ini kita bisa menemukan beberapa redundance sistim yaitu pada komponen *Fuel Oil Filter* dan *Supply Pumps*, Redundance tersebut dibentuk secara paralel, nanti dalam analisa reliability maka masalah redundance ini akan kita bahas secara detail.

4.1.2. Komponen Pembentuk Sistim

Untuk menganalisa sistim yang ada maka, pada langkah awal kita harus mengetahui komponen pembentuk sistim. Karena dari komponen-komponen inilah yang akan menentukan nilai *reliability*, *maintainability* dan *availability* sistim . Setiap komponen sistim akan memiliki nilai *reliability* yang akan membentuk nilai *reliability* sistim.

Adapun komponen pembentuk sistim dalam hal ini adalah terdiri dari komponen :

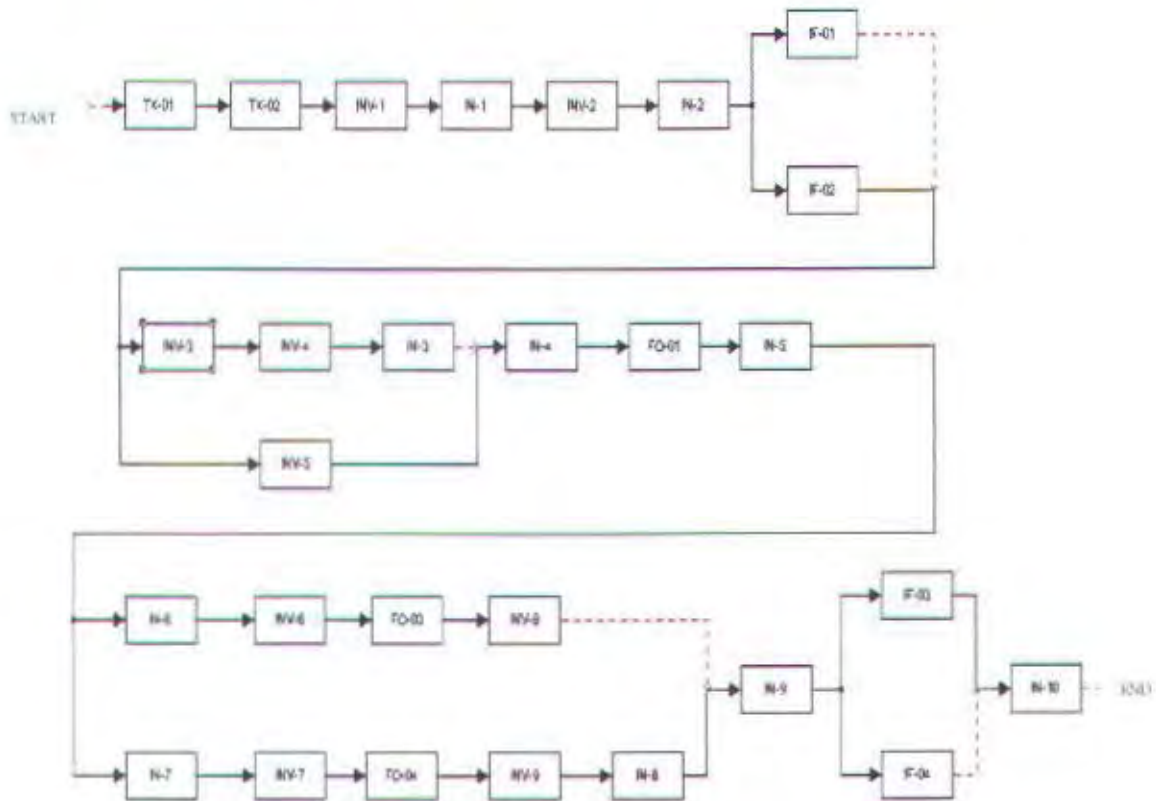
Tabel 4.1 Komponen Sistim

Identifikasi Komponen Reliability	
Settling Tank	TK-01
Service Tank	TK-02
Valve (Emergency Shut-Off Valve) Air control	INV-1
Pipe Line Suction	IN-1
Valve (Screw Down Return Valve)	INV-2
Pipe Line Suction	IN-2
Filter	IF-01
Filter	IF-02
Valve (Butterfly)	INV-3
Valve (Butterfly)	INV-4
Valve (Butterfly)	INV-5
Pipe Line Suction	IN-3
Pipe Line Suction	IN-4
Derating (Air Vent)	FO-01
Pipe Line Suction	IN-5
Pipe Line Suction	IN-6
Pipe Line Suction	IN-7
Valve (Butterfly)	INV-6
Valve (Butterfly)	INV-7
FO Pump	FO-03
FO Pump	FO-04
Valve (Not-return Valve)	INV-8
Valve	INV-9
Pipe Line Delivered	IN-9
Filter	IF-03
Filter	IF-04
Pipe Line Delivered	IN-10

4.1.3. Alur Proses/ Flow System

Guna membentuk *reliability* sistim maka kita harus mengetahui dulu alur proses dari sistim tersebut. Alur proses sistim akan menggambarkan urutan proses sistim disamping hubungan antara komponen yang satu dengan komponen yang lain. Kita nantinya akan mengetahui hubungan sebab akibat dari suatu kegagalan (*failure*) dari urutan proses ini. Urutan awal akan memberi hubungan penyebab dari proses selanjutnya karena untuk proses selanjutnya mutlak tergantung proses sebelumnya. Proses tersebut tidak akan berjalan apabila proses sebelumnya mengalami kegagalan. Apabila ada beberapa proses sebelum proses yang diidentifikasi, maka proses proses tersebut menjadi hubungan sebab berfungsi atau (*OR Gate*), bila poses proses tersebut memiliki bentuk rangkaian paralel, dan akan memiliki hubungan sebab dan (*AND gate*) bila bentuk rangkaian tersebut adalah paralel.

Adapun alur proses dari sistim yang dianalisa adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2 Flow Diagram

4.1.4. Identifikasi Kegagalan Sistim dan Komponen

Dalam proses analisa sistim, maka analisa kegagalan merupakan tahapan yang sangat penting. Hasil analisa ini sangat menentukan keputusan yang diambil dalam langkah analisa. Tahapan ini dituntut seorang analisa memiliki pemahaman yang cukup bagus tentang sistim yang dianalisa. Semakin detail kita melakukan identifikasi, maka semakin berharga nilai analisa yang diperoleh.

Adapun hasil identifikasi kegagalan bisa kita peroleh sebagai berikut :

Tabel 4.2 Identifikasi Kegagalan

No	Inherent Component Reliability Part ID	Failure Mode	Failure Cause	Active Take	
1	Settling Tank	TK-01	Korosi/Bocor	Korosi	Replating or welding
			Kotor	Endapan	Cleaning
2	Service Tank	TK-02	Korosi/Bocor	Korosi	Replating or welding
			Kotor	Endapan	Cleaning
3	Valve (Emergency Shut-Off Valve) Air control	INV-1	Macet	Kotor/korosi	Over Houle + Cleaning
			Bocor	Aus	Replacement
4	Pipe Line	IN-1	Korosi/Bocor	Korosi	Replacement
5	Valve (Screw Down Return Valve)	INV-2	Macet	Kotor/korosi	Over Houle + Cleaning
			Bocor	Aus	Replacement
6	Pipe Line	IN-2	Korosi/Bocor	Korosi	Replacement
7	Filter	IF-01	Buntu	Kotor	Cleaning+ Semprot
			Rusak	Rusak	Replacement
8	Filter	IF-02	Buntu	Kotor	Cleaning+ Semprot
			Rusak	Rusak	Replacement
9	Valve (Buterfly)	INV-3	Macet	Kotor/korosi	Over Houle + Cleaning
			Bocor	Aus	Replacement
10	Valve (Buterfly)	INV-4	Macet	Kotor/korosi	Over Houle + Cleaning
			Bocor	Aus	Replacement
11	Valve (Buterfly)	INV-5	Macet	Kotor/korosi	Over Houle + Cleaning
			Bocor	Aus	Replacement
12	Pipe Line	IN-3	Korosi/Bocor	Korosi	Replacement
13	Pipe Line	IN-4	Korosi/Bocor	Korosi	Replacement
14	Derating (Air Vent)	FO-01	Tidak Bekerja	Rusak	Replacement
15	Pipe Line	IN-5	Korosi/Bocor	Korosi	Replacement
16	Pipe Line	IN-6	Korosi/Bocor	Korosi	Replacement
17	Pipe Line	IN-7	Korosi/Bocor	Korosi	Replacement
18	Valve (Buterfly)	INV-6	Macet	Kotor/korosi	Over Houle + Cleaning
			Bocor	Aus	Replacement
19	Valve (Buterfly)	INV-7	Macet	Kotor/korosi	Over Houle + Cleaning
			Bocor	Aus	Replacement
20	FO Pump	FO-03	Motor Rusak	Short Curent	Rewending
			Impeler Aus	Friction	Popok + Grinding
			Bearing Aus	Friction	Replacement
			As Aus	Friction	Popok + Grinding



Lanjutan Tabel 4.2

No	Intersect Component Reliability /Part ID	Failure Mode	Failure Cause	Active Take	
21	FO Pump	FO-04	Motor Rusak	Short Curent	Rewending
			Impeler Aus	Friction	Popok + Grinding
			Bearing Aus	Friction	Replacement
			As Aus	Friction	Popok + Grinding
22	Valve (Not-return Valve)	INV-8	Macet	Kotor/korosi	Over Houle + Cleaning
			Bocor	Aus	Replacement
23	Valve	INV-9	Macet	Kotor/korosi	Over Houle + Cleaning
			Bocor	Aus	Replacement
24	Pipe Line	IN-9	Korosi/Bocor	Korosi	Replacement
25	Filter	IF-03	Buntu	Kotor	Cleaning+ Semprot
			Rusak	Rusak	Replacement
26	Filter	IF-04	Buntu	Kotor	Cleaning+ Semprot
			Rusak	Rusak	Replacement
27	Pipe Line	IN-10	Korosi/Bocor	Korosi	Replacement

Dari analisa *existing system* ini kita memperoleh gambaran sistim, komponen dan fungsi komponen pembentuk sistim , gambaran keterkaitan sistim berupa flow sistim , disamping analisa failure kegagalan dari tiap tiap komponen.

4.2. Analisa Pola Kebiasaan Perawatan & Manajemen Perawatan

Nilai *availability* sangat ditentukan pula dari pola kebiasaan dalam melaksanakan kegiatan maintenance. Pada suatu kasus, jika kita menganalisa sebuah sistim misal sistim bahan bakar kapal caraka jaya niaga III, maka kita akan memiliki perbedaan hasil analisa *availability* kapal satu dengan yang lain. Karena setiap kapal akan memiliki pola kebiasaan maintenance yang berbeda, baik kemampuan operator, jadwal perawatan, kualitas maintenance, dsb.

Analisa pola kebiasaan perawatan ini pula bertujuan mengetahui seberapa efektif kita melakukan kegiatan perawatan. Apakah ada pola-pola yang merugikan dalam kegiatan perawatan ataukah sebaliknya. Jika dianalisa, kita berharap kita bisa mendapatkan pola yang terbaik dari kegiatan perawatan. Tentu analisa ini akan kita lihat faktor ekonomis pula.

Analisa pola kebiasaan perawatan dan manajemen perawaan kapal ini terlihat pada *Tabel 4.3. Periode Perawatan*.

Analisa lain yaitu meliputi : *supply delay, maintenance delay, dan repair delay*.

4.2.1. Keterlambatan Penyediaan/ *Supply Delay*

Supply delay adalah tenggang waktu yang terhitung antara waktu awal kerusakan sampai waktu tersedianya spare part guna dilakukan kegiatan repair atau replacement. *Supply delay* ini sangat tergantung pola kebiasaan maintenance. Seberapa cepat pengadaan spare part, baik proses permintaan, proses pembelian, dan proses *delevery*. Ketiga aspek diatas sangat berkaitan karena proses ini berjalan berkelanjutan.

Proses permintaan spare part yaitu bagaimana prosedur yang berlaku, simple ataukah rumit. Semakin simple maka proses permintaan akan semakin cepat. Hal ini masih ada suatu tahapan yakni permintaan ini disetujui atau tidak. Keputusan ini tergantung dari pihak management yang biasanya dilakukan oleh *owner surveyor*.

Supply delay memiliki komponen lain yaitu proses pembelian, bagaimana prosedur pembelian, dimulai proses penawaran, proses klarifikasi, proses negosiasi, proses pembayaran. Yang pasti semua tahapan itu memiliki waktu tahapan yang menjadi delay waktu down time.

Tahapan terakhir *supply delay* adalah waktu pengiriman/transportasi sampai di kapal.

Bisa jadi *supply delay* memiliki lama waktu sampai berbulan-bulan, suatu misal sistim komunikasi orang kapal dengan pihak darat yang cukup sulit, spare part yang khusus atau jarang di pasar umum, lokasi barang yang sampai di luar negeri dsb. Sehingga *supply delay* pun membawa pengaruh yang cukup besar terhadap nilai reliability sistim yang ujungnya mempengaruhi nilai *availability* sistim.

Pada analisa ini kita telah merecord data-data tersebut dengan melakukan record data maintenance, data repair, interview dengan Chief Engineer.

4.2.2. Keterlambatan perawatan/*Maintenance Delay*

Dalam melakukan Down Time Analisis, maka harus diketahui juga nilai *maintenance delay*. *Maintenance delay* ini merupakan interval down time yang diakibatkan pada saat proses menunggu tenaga kerja dan fasilitas yang akan dilakukan pada saat pekerjaan repair atau replacement. Kegiatan ini meliputi juga aktifitas administratif, perjalanan alat menuju kapal, pengujian awal komponen yang akan dipasang, alat-alat pendukung, tools, dan manual instruction. Kalau kita boleh katakan

kegiatan-kegiatan diatas adalah merupakan kegiatan diluar pekerjaan repair, oleh karena itu sedapat mungkin *maintenance delay* ini diupayakan memiliki nilai nol.

4.2.3. Keterlambatan Perbaikan /*Repair Delay*

Salah satu bagian dari waktu kegagalan/*down time* yang terakhir adalah *repair delay*. *Repair delay* ini adalah interval waktu *down time* yang timbul akibat pelaksanaan pekerjaan repair. *Repair delay* merupakan penjumlahan waktu dari kegiatan repair yang meliputi : *akses* , *diagnosa* , *repair & replacement* , *verifikasi* dan *aligment*.

Akses dalam hal ini adalah pekerjaa-pekerjaan yang harus dilakukan untuk bisa akses ke dalam pekerjaan repair. Suatu misal untuk bisa memperbaiki pipe line distribusi bahan bakar yang letaknya dalam plat form, maka kita terlebih dulu harus membuka plat form, bahkan terkadang harus melepas komponen lain yang menghalangi untuk akses ke sana. *Diagnosa* disini berarti menemukan penyebab dari kerusakan yang terjadi. *Repair & replacement* adalah kegiatan-kegiatan yang dilakukan sebagai langkah perbaikan. Termasuk kegiatan didalamnya pelepasan komponen yang diperbaiki, pelaksanaan perbaikan , dan pemasangan kembali. Terakhir adalah verifikasi dan aligment yaitu kegiatan sebagai wujud *quality control* bahwa kegiatan repair telah dilakukan dengan benar. Dilakukan pengujian hasil perbaikan tergantung jenis dan type perbaikan.

Semua waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan tersebut akan kita jumlahkan menjadi salah satu parameter waktu *down time* yaitu *repair delay*.

Repair delay ini sangat tergantung oleh beberapa parameter :

1. Banyaknya komponen yang diperbaiki
2. Tingkat kesulitan perawatan
3. Keahlian tenaga perawatan yang berpengaruh terhadap kecepatan kerja
4. Jumlah tenaga kerja
5. Metode pelaksanaan perawatan (paralel atau seri)

Dari komponen-komponen diatas, maka kita record data waktu *down time* dari masing-masing komponen. Record analisa *down time* ditunjukkan pada *table 4.4 Analisa Down Time*

4.2.4. Biaya Perawatan (Maintenance Cost)

Biaya perawatan kapal adalah pertimbangan terpenting dalam suatu analisa sistim. Hal ini karena berkaitan dengan keuangan/*finansial* yang merupakan urat nadi operasional kapal itu. Disamping faktor finansial ini yang menjadi tujuan utama dari suatu bisnis. Karena itu terkadang pemilik kapal cenderung mengindahkan kondisi kapalnya hanya untuk mencapai margine pendapatan yang terkadang sesaat.

Disini kita akan menghitung biaya-biaya yang meliputi C_u (*unit acquttition cost*), C_f (*Fixed cost of a failure* seperti spare part), C_v (*variabel cost* per jam waktu down time).

C_u (*unit acquttition cost*) adalah harga barang/komponen. Harga ini bisa juga dikatakan harga pembelian barang. Akan tetapi perlu diingat bahwa harga ini adalah merupakan harga barang pada saat ini.

C_f (*fixed cost*) adalah biaya-biaya tetap yang muncul pada pelaksanaan maintenance misalkan : biaya-biaya spare part, biaya pembelian pelumas, cat untuk painting berkala dll.

C_v (*variabel cost*) adalah biaya biaya variabel yang muncul, bukan biaya tetap seperti labour rate, jumlah labour dan kehilangan produksi.

Adapun data-data dari analisa diatas terlihat pada *Tabel 4.5 Estimasi Biaya Perawatan*.

4.3. Record Data Operasional

Guna kebutuhan analisa pembuatan model , maka kita record data operasional pada sistim. Record data meliputi :

- Jumlah Kegagalan/*Failure Number*
- Tanggal dan waktu/*Date and Time*
- Komponen/*Part ID*
- Waktu Kegagalan/*Failure Time*
- Bentuk Kegagalan/*Failure Mode*
- Penyebab Kegagalan/*Failure Cause*
- Mulai Repair/*Start Repair*
- Akhir Repair/*Stop Repair*
- Kegiatan Repair/*Active Take*
- Jumlah Tenaga/*Crew Size*

- Biaya Perawatan/*maintenance Cost*

- Data Jumlah Kegagalan

Mengingat kebiasaan , maka sulit merecord data secara menyeluruh pada semua komponen sistim. Ini tidak bisa dipungkiri, karena kita belum biasa untuk merecord data. Hal ini didorong belum adanya kesadaran kita akan sangat pentingnya data.

Kita berhasil merecord sebagian data komponen yang kita ambil dari Log Book Engine Room. Data ini berhasil kita himpun karena untuk komponen vital sering kali menjadi perhatian para crew kapal karena mereka sangat berkepentingan sekali.

Data perawatan yang berhasil kita kumpulkan akan ditampilkan pada Tabel 4.6. Record data perawatan.

Tabel 4.3 Operasional & Maintenance Periode

Component System	Code	Maintenance Periode	Satuan Waktu	Maintenance Periode (Hours)
Settling Tank	TK-01	2.5	Years	21,600
Service Tank	TK-02	2.5	Years	21,600
Valve (Emergency Shut-Off Valve) Air control	INV-1	2.5	Years	21,600
Pipe Line	IN-1	2.5	Years	21,600
Valve (Screw Down Return Valve)	INV-2	2.5	Years	21,600
Pipe Line	IN-2	2.5	Years	21,600
Filter	IF-01	400	Hours	400
Filter	IF-02	400	Hours	400
Valve (Buterfly)	INV-3	2.5	Years	21,600
Valve (Buterfly)	INV-4	2.5	Years	21,600
Valve (Buterfly)	INV-5	2.5	Years	21,600
Pipe Line	IN-3	2.5	Years	21,600
Pipe Line	IN-4	2.5	Years	21,600
Derating (Air Vent)	FO-01	2.5	Years	21,600
Pipe Line	IN-5	2.5	Years	21,600
Pipe Line	IN-6	2.5	Years	21,600
Pipe Line	IN-7	2.5	Years	21,600
Valve (Buterfly)	INV-6	2.5	Years	21,600
Valve (Buterfly)	INV-7	2.5	Years	21,600
FO Pump	FO-03	10000	Hours	10,000
FO Pump	FO-04	10000	Hours	10,000
Valve (Not-return Valve)	INV-8	2.5	Years	21,600
Valve	INV-9	2.5	Years	21,600
Pipe Line	IN-9	2.5	Years	21,600
Filter	IF-03	400	Hours	400
Filter	IF-04	400	Hours	400
Pipe Line	IN-10	2.5	Years	21,600

Tabel 4.4. Analisa down Time

Component System	Code	Supply Delay (Hours)	Maintenance Delay (Hours)	Access Time (Hours)	Diagnosis Time (Hours)	Replacement (Hours)	Verification (Hours)
Settling Tank	TK-01	168.00	12.00	12.00	2.00	48.00	1.00
Service Tank	TK-02	168.00	12.00	12.00	2.00	48.00	1.00
Valve (Emergency Shut-Off Valve) Air control	INV-1	48.00	12.00	12.00	1.00	8.00	1.00
Pipe Line	IN-1	24.00	12.00	12.00	2.00	12.00	1.00
Valve (Screw Down Return Valve)	INV-2	48.00	12.00	12.00	1.00	8.00	1.00
Pipe Line	IN-2	24.00	12.00	12.00	2.00	12.00	1.00
Filter	IF-01	24.00	12.00	12.00	0.50	2.00	1.00
Filter	IF-02	24.00	12.00	12.00	0.50	2.00	1.00
Valve (Buterfly)	INV-3	24.00	12.00	12.00	1.00	8.00	1.00
Valve (Buterfly)	INV-4	24.00	12.00	12.00	1.00	8.00	1.00
Valve (Buterfly)	INV-5	24.00	12.00	12.00	1.00	8.00	1.00
Pipe Line	IN-3	24.00	12.00	12.00	2.00	12.00	1.00
Pipe Line	IN-4	24.00	12.00	12.00	2.00	12.00	1.00
Derating (Air Vent)	FO-01	168.00	12.00	12.00	12.00	24.00	1.00
Pipe Line	IN-5	24.00	12.00	12.00	4.00	24.00	1.00
Pipe Line	IN-6	24.00	12.00	12.00	4.00	24.00	1.00
Pipe Line	IN-7	24.00	12.00	12.00	4.00	24.00	1.00
Valve (Buterfly)	INV-6	24.00	12.00	12.00	2.00	8.00	1.00
Valve (Buterfly)	INV-7	24.00	12.00	12.00	2.00	8.00	1.00
FO Pump	FO-03	168.00	12.00	12.00	6.00	24.00	1.00
FO Pump	FO-04	168.00	12.00	12.00	6.00	24.00	1.00
Valve (Not-return Valve)	INV-8	24.00	12.00	12.00	2.00	8.00	1.00
Valve	INV-9	24.00	12.00	12.00	2.00	8.00	1.00
Pipe Line	IN-9	24.00	12.00	12.00	2.00	12.00	1.00
Filter	IF-03	24.00	12.00	12.00	0.50	2.00	1.00
Filter	IF-04	24.00	12.00	12.00	0.50	2.00	1.00
Pipe Line	IN-10	24.00	12.00	12.00	2.00	12.00	1.00

Tabel 4.5 Analisa Biaya Perawatan

Component/system	Code	Volume	Satuan	Unit Acquisition Cost		Fixed Cost Maintenance		Variable Cost		Total Cost
				Harga Satuan	Harga	Harga Satuan	Harga	Harga Satuan	Harga	
Settling Tank	TK-01	1200	Kg	10,000	12,000,000	14,000	16,800,000	Include pd fixed cost		28,800,000
Service Tank	TK-02	800	Kg	10,000	8,000,000	14,000	11,200,000	Include pd fixed cost		19,200,000
Valve (Emergency Shut-Off valve) Air Control	INV-1	1	Ea	600,000	600,000	120,000	120,000			720,000
Valve (Screw Down Return Valve)	INV-2	1	Ea	1,000,000	1,000,000	200,000	200,000			1,200,000
Valve (Butterfly)	INV-3	1	Ea	1,000,000	1,000,000	200,000	200,000			1,200,000
Valve (Butterfly)	INV-4	1	Ea	1,000,000	1,000,000	200,000	200,000			1,200,000
Valve (Butterfly)	INV-5	1	Ea	1,000,000	1,000,000	200,000	200,000			1,200,000
Valve (Butterfly)	INV-6	1	Ea	1,000,000	1,000,000	200,000	200,000			1,200,000
Valve (Butterfly)	INV-7	1	Ea	1,000,000	1,000,000	200,000	200,000			1,200,000
Pipe Line	IN-1	2	M	322,800	645,600	322,800	645,600	Include pd fixed cost		1,291,200
Pipe Line	IN-2	3	M	322,800	968,400	322,800	968,400	Include pd fixed cost		1,936,800
Pipe Line	IN-3	12	M	322,800	3,873,600	322,800	3,873,600	Include pd fixed cost		7,747,200
Pipe Line	IN-4	4	M	322,800	1,291,200	322,800	1,291,200	Include pd fixed cost		2,582,400
Pipe Line	IN-5	6	M	322,800	1,936,800	322,800	1,936,800	Include pd fixed cost		3,873,600
Pipe Line	IN-6	6	M	322,800	1,936,800	322,800	1,936,800	Include pd fixed cost		3,873,600
Pipe Line	IN-7	4	M	322,800	1,291,200	322,800	1,291,200	Include pd fixed cost		2,582,400
Pipe Line	IN-8	4	M	322,800	1,291,200	322,800	1,291,200	Include pd fixed cost		2,582,400
Pipe Line	IN-9	24	M	322,800	7,747,200	322,800	7,747,200	Include pd fixed cost		15,494,400
Pipe Line	IN-10	6	M	322,800	1,936,800	322,800	1,936,800	Include pd fixed cost		3,873,600
Filter	IF-01	1	Ea	3,500,000	3,500,000	3,500,000	3,500,000			7,000,000
Filter	IF-02	1	Ea	3,500,000	3,500,000	3,500,000	3,500,000			7,000,000
Filter	IF-03	1	Ea	400,000	400,000	400,000	400,000			800,000
Filter	IF-04	1	Ea	400,000	400,000	400,000	400,000			800,000
Derating (Air Vent)	FO-01	1	Ea	12,000,000	12,000,000	500,000	500,000			12,500,000
FO. Pumps	FO-02	1	Ea	15,000,000	15,000,000	1,260,000	1,260,000			16,260,000
FO. Pumps	FO-03	1	Ea	15,000,000	15,000,000	1,260,000	1,260,000			16,260,000
TOTAL BIAYA					99,318,800		63,058,800			162,377,600

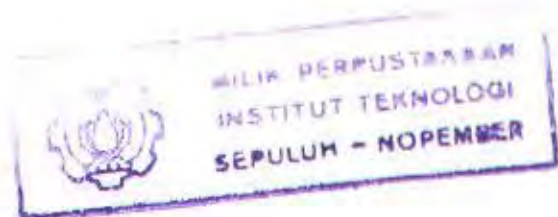
Tabel 4.6. Record Data Perawatan

RECORD DATA MAINTENANCE
 KOMPONEN SISTEM BAHAN BAKAR
 CARAKA JAYA NIAGA III-6

NO	KODE	DESCRIPTION	MAINTENANCE	TANGGAL
				8-Jun-01
1		FO Suply Pump	Pasang FO. Suply Pumps No 1	22-Jun-01
2		Filter F.O.	Cuci & bersihkan	25-Jun-01
3		Filter F.O.	Ganti FO. Filter	29-Jun-01
4		Filter F.O.	Cuci & bersihkan	1-Jul-01
5		Filter Pompa Transfer	Cleaning	2-Jul-01
6		Filter Bunker	Cleaning	2-Jul-01
7		Filter F.O.	Cat Body	4-Jul-01
8		Filter F.O.	Cuci & bersihkan	19-Jul-01
9		Valve KNO II Daily	Buka, ganti packing, pasang	19-Jul-01
10		Duplex Filter	Buka, cleaning pasang	20-Jul-01
11		Duplex Filter	Buka, bersihkan, semprot	30-Jul-01
12		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	5-Aug-01
13		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	6-Aug-01
14		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	7-Aug-01
15		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	14-Aug-01
16		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	16-Aug-01
17		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	23-Aug-01
18		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	26-Aug-01
19		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	28-Aug-01
20		Filter F.O.	Bersihkan	1-Sep-01
21		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	6-Sep-01
22		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	10-Sep-01
23		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	11-Sep-01
24		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	15-Sep-01
25		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	22-Sep-01
26		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	27-Sep-01
27		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	1-Oct-01
28		Filter F.O.	Buka covernya, devcon yang bocor	4-Oct-01
29		Filter F.O.	Buka bersihkan, semprot	6-Oct-01
30		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	8-Oct-01
31		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	10-Oct-01
32		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	15-Oct-01
33		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	23-Oct-01
34		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	25-Oct-01
35		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	28-Oct-01
36		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	1-Nov-01
37		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	3-Nov-01
38		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	13-Nov-01
39		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	14-Nov-01
40		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	20-Nov-01
41		Pompa	Regrease	23-Nov-01
42		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	28-Nov-01
43		Filter F.O. Primer/Second	Buka, bersihkan, semprot	28-Nov-01
44		Filter F.O. Primer/Second	Buka, bersihkan, semprot	4-Dec-01
45		FO Suply Pump 2	Buka, perbaikan bengkel	4-Dec-01
46		Filter F.O. Primer/Second	Buka, bersihkan, semprot	7-Dec-01
47		FO Suply Pump 2	Pasang	7-Dec-01
48		Filter F.O. Primer/Second	Buka, bersihkan, semprot	9-Dec-01
49		Incenerator	Lanjutan Perbaikan	10-Dec-01
50		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	14-Dec-01
51		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	15-Dec-01
52		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	30-Dec-01

Lanjutan Tabel 4.6

NO	KODE	DESCRIPTION	MAINTENANCE	TANGGAL
53		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	1-Jan-02
54		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	2-Jan-02
55		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	4-Jan-02
56		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	17-Jan-02
57		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	18-Jan-02
58		Incenerator	Perbaiki, Test Oke	19-Jan-02
59		FO. Suply Pump 2	Ceck, tekanan tidak bisa naik	24-Jan-01
60		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	19-Feb-02
61		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	4-Mar-02
62		Incenerator	Test belum oke	11-Mar-02
63		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	24-Mar-02
64		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	25-Mar-02
65		Incinerator	Pemeriksaan AMSA C1	9-Apr-02
66		Incenerator	Pemeriksaan AMSA C1	10-Apr-02
67		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	13-Apr-02
68		Purifier	Perbaiki di darat	15-May-02
69		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	20-May-02
70		TK BB III centre	Semen, bocor	21-May-02
71		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	10-Jun-02
72		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	17-Jun-02
73		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	19-Jun-02
74		Incenerator	Untuk Bakar 30 menit	20-Jul-02
75		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	28-Jul-02
76		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	8-Aug-02
77		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	10-Aug-02
78		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	29-Aug-02
79		Filter F.O	Oper + cleaning	31-Aug-02
80		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	4-Sep-02
81			SEA TRIALS	23-Sep-02
82		Filter F.O	Oper + cleaning	28-Sep-02
83		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	16-Oct-02
84		Filter F.O	Oper + cleaning	17-Oct-02
85		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	5-Nov-02
86		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	20-Nov-02
87		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	21-Dec-02
88		Filter F.O	Oper + cleaning	31-Dec-02



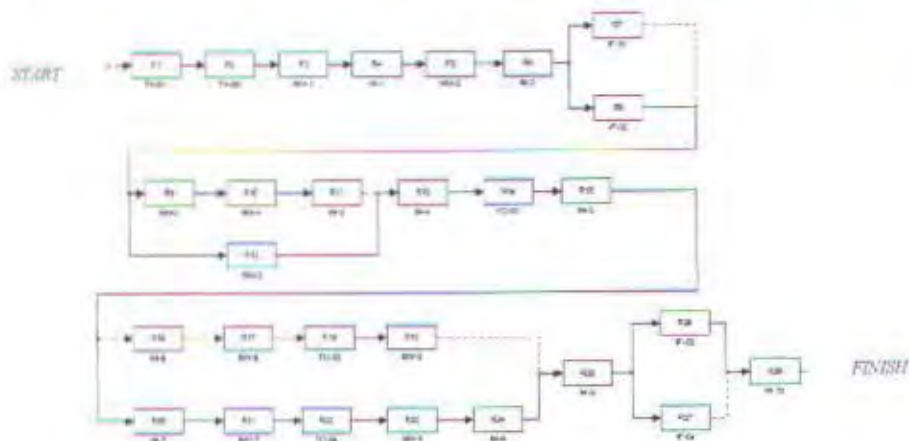
Lanjutan Tabel 4.6

NO	KODE	DESCRIPTION	MAINTENANCE	TANGGAL
89		Filter F.O	Oper + cleaning	12-Jan-03
90		Incinerator	Bakar Minyak 1 jam	21-Jan-03
91		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	27-Jan-03
92		Purifier	Perbaiki di darat	10-Feb-03
93		Purifier	Inspeksi BKI	13-Feb-03
94		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	10-Mar-03
95		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	22-Mar-03
96		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	6-May-03
97		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	1-Jun-03
98		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	13-Jun-03
99		FO Suply Pump	Repair Dinamo	14-Jun-04
100		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	26-Jun-03
101		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	8-Jul-03
102		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	11-Jul-03
103		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	21-Jul-03
104		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	23-Jul-03
105		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	7-Aug-03
106		Filter F.O	Buka, bersihkan, semprot	11-Aug-03
107		Filter F.O.	Buka, bersihkan, semprot	13-Aug-03

4.4. Pemodelan Sistim

Dalam membuat pemodelan sistim ini kita membuat Simulasi Block Diagram. Simulasi Block Diagram ini merupakan tampilan gambar ilustratif yang menggambarkan komponen-komponen sistim dan bagaimana hubungan reliabilitasnya dan maintanaibilitynya dibentuk.

Ini adalah bentuk Simulasi Block Diagram dari sistim yang kita analisa :



Gambar 4.3 Model Block Diagram

Simulasi yang kita terapkan ini adalah tergolong simulasi probabilistic. Dimana sistim kita modelkan sebagai suatu fungsi distribusi probabilitas. Setiap Block Diagram ini memuat dua model distribusi, yaitu model distribusi kegagalan (*Failure Distribution model*) dan model distribusi waktu maintenance (*Maintenance Distribution model*). Dasar pembuatan distribusi ini adalah data kerusakan dan data perawatan yang telah kita record sebelumnya.

Model distribusi kegagalan dihitung dengan cara mencari data waktu kegagalan dari masing-masing komponen atau TTF (*Time To Failure*). Dari data kegagalan maka kita lakukan pendugaan distribusi Goodness of Fit Test. Metode yang dipergunakan adalah dengan menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov Test. Akan tetapi guna mendapatkan kecepatan dan ketepatan pendugaan ini, kita nantinya akan dibantu dengan software Weibull ++. Kemudian dilakukan pula Estimation Parametric Distribution. Kita nantinya dibantu pula dengan Weibull ++ dengan menggunakan metode MLE (*Maximum Like Hood Estimation*)

Untuk data-data yang tidak kita peroleh dilapangan kita mengambil dasar referensi dari data kapal sejenis dan Nonelectronic Part reliability Data 1991 dari Reliability Analysis centre. Data ini sudah dimasukkan faktor lingkungan dari sistim

Dari dua model distribusi tadi kan membentuk model availability, bila kita gabungkan hasil TTF dan TTR model. Dari pemodelan yang telah dibentuk, maka masing-masing Block Diagram akan melakukan Random Generate data sesuai distribusi model. Maka dengan algoritme susunan seri dan paralel akan terbentuk random data sistim yang bisa kita cari model distribusinya. Algoritme susunan seri yaitu apabila komponen yang tersusun secara seri salah satu atau beberapa komponen mengalami down maka sistim rangkaian seri tersebut akan down. Sedangkan sistim rangkaian paralel maka sistim akan down apabila rangkaian paralel tersebut dua-duannya down.

4.4.1. Pemodelan Distribution TTF dan TTR

Dari data-data TTF dan TTR masing-masing komponen, akan dilakukan Goodness of Fit test, sehingga bisa diperoleh model dari masing-masing distribusi. Pencarian model distribusi ini dibantu dengan menggunakan software Weibull ++. Secara otomatis software akan menemukan distribusi data-data tersebut. Adapun hasil dari data- data tersebut dapat kita peroleh sebagai berikut :

Tabel 4.6 Resume Model Distribusi TTF

RESUME DISTRIBUSI TTF & TTR

SISTIM BAHAN BAKAR CARAKA JAYA NIAGA IS-8

Klasifikasi Component Berbahaya	CODE	TTF						
		Distribusi	Risiko	Std	Limite	Eta	Rola	Dama
Setting Tank	TK-01	Weibull3				139910	0.781356	1781.356
Service Tank	TK-02	Weibull3				139910	0.781356	1781.356
Valve (Emergency Shut-Off Valve) Air control	INV-1	Weibull3				93220.4966	0.9628	-3293.5556
Pipe Line	IN-1	Exponensial			1.0637E-06	-	-	-56437.7061
Valve (Screw Down Return Valve)	INV-2	Weibull3				93220.4966	0.9628	-3293.5556
Pipe Line	IN-2	Exponensial			1.0637E-06	-	-	-56437.7061
Filter	IF-01	Weibull3				320059	0.964	40328.7
Filter	IF-02	Weibull3				320059	0.964	40328.7
Valve (Butterfly)	INV-3	Normal	63070.6851	41279.4715				
Valve (Butterfly)	INV-4	Normal	63070.6851	41279.4715				
Valve (Butterfly)	INV-5	Normal	63070.6851	41279.4715				
Pipe Line	IN-3	Exponensial			1.0637E-06	-	-	-56437.7061
Pipe Line	IN-4	Exponensial			1.0637E-06	-	-	-56437.7061
Derabing (Air Vent)	FO-01	Exponensial			1.1178E-08	-	-	-
Pipe Line	IN-5	Exponensial			1.0637E-06	-	-	-56437.7061
Pipe Line	IN-6	Exponensial			1.0637E-06	-	-	-56437.7061
Pipe Line	IN-7	Exponensial			1.0637E-06	-	-	-56437.7061
Valve (Butterfly)	INV-6	Normal	63070.6851	41279.4715				
Valve (Butterfly)	INV-7	Normal	63070.6851	41279.4715				
FO Pump	FO-03	Weibull3				2645.2293	0.6681	1102.6
FO Pump	FO-04	Weibull3				2645.2293	0.6681	1102.6
Valve (Not-return Valve)	INV-8	Weibull3				93220.4966	0.9628	-3293.5556
Valve	INV-9	Weibull3				93220.4966	0.9628	-3293.5556
Pipe Line	IN-9	Exponensial			1.0637E-06	-	-	-56437.7061
Filter	IF-03	Weibull3				2722.7389	10.7556	23.388
Filter	IF-04	Weibull3				2722.7389	10.7556	23.388
Pipe Line	IN-10	Exponensial			1.0637E-06	-	-	-56437.7061

Tabel 4.7. Resume Model Distribusi TTR

RESUME DISTRIBUSI TTF & TTR
SISTIM BAHAN BAKAR GARAKA JAYA NIAGA III-B

Inventory Component Reliability	CODE	TTR						
		Distribusi	Mean	Std	Lambda	Exp	Weib	Gamma
Storage Tank	TK-01	Normal	244	1	-	-	-	-
Service Tank	TK-02	Normal	244	1	-	-	-	-
Valve (Emergency Shut-Off Valve) Air control	INV-1	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Pipe Line	PI-1	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Valve (Screw Down Return Valve)	INV-2	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Pipe Line	PI-2	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Filter	IF-01	Weibull3			-	1.0668	1.094	0.9954
Filter	IF-02	Weibull3			-	1.0668	1.094	0.9954
Valve (Butterfly)	INV-3	Weibull2			-	59.6842	57.9317	0.3218
Valve (Butterfly)	INV-4	Weibull2			-	59.6842	57.9317	0.3219
Valve (Butterfly)	INV-5	Weibull2			-	59.6842	57.9317	0.3219
Pipe Line	PI-3	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Pipe Line	PI-4	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Derating (Air Vent)	FO-01	Exponensial			0.00434783	-	-	-
Pipe Line	PI-5	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Pipe Line	PI-6	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Pipe Line	PI-7	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Valve (Butterfly)	INV-6	Weibull2			-	59.6842	57.9317	0.3219
Valve (Butterfly)	INV-7	Weibull2			-	59.6842	57.9317	0.3219
FO Pump	FO-03	Weibull2			-	88.1435	1.9146	0
FO Pump	FO-04	Weibull2			-	88.1435	1.9146	0
Valve (Non-return Valve)	INV-8	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Valve	INV-9	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Pipe Line	PI-9	Normal	83	0.95	-	-	-	-
Filter	IF-03	Weibull3			-	2.2667	2.4711	0.103
Filter	IF-04	Weibull3			-	2.2667	2.4711	0.103
Pipe Line	PI-10	Normal	83	0.95	-	-	-	-

Data-data distribusi TTF dan TTR adalah merupakan bentuk pemodelan dari sistim. Dimana satu block diagram akan memuat masing-masing 2 distribusi, distribusi TTF dan TTR. Nantinya masing-masing block diagram akan melakukan simulasi dengan mengeluarkan data sesuai distribusi yang dimilikinya.

4.5. Simulasi Keberadaan Sistim/Existing System.

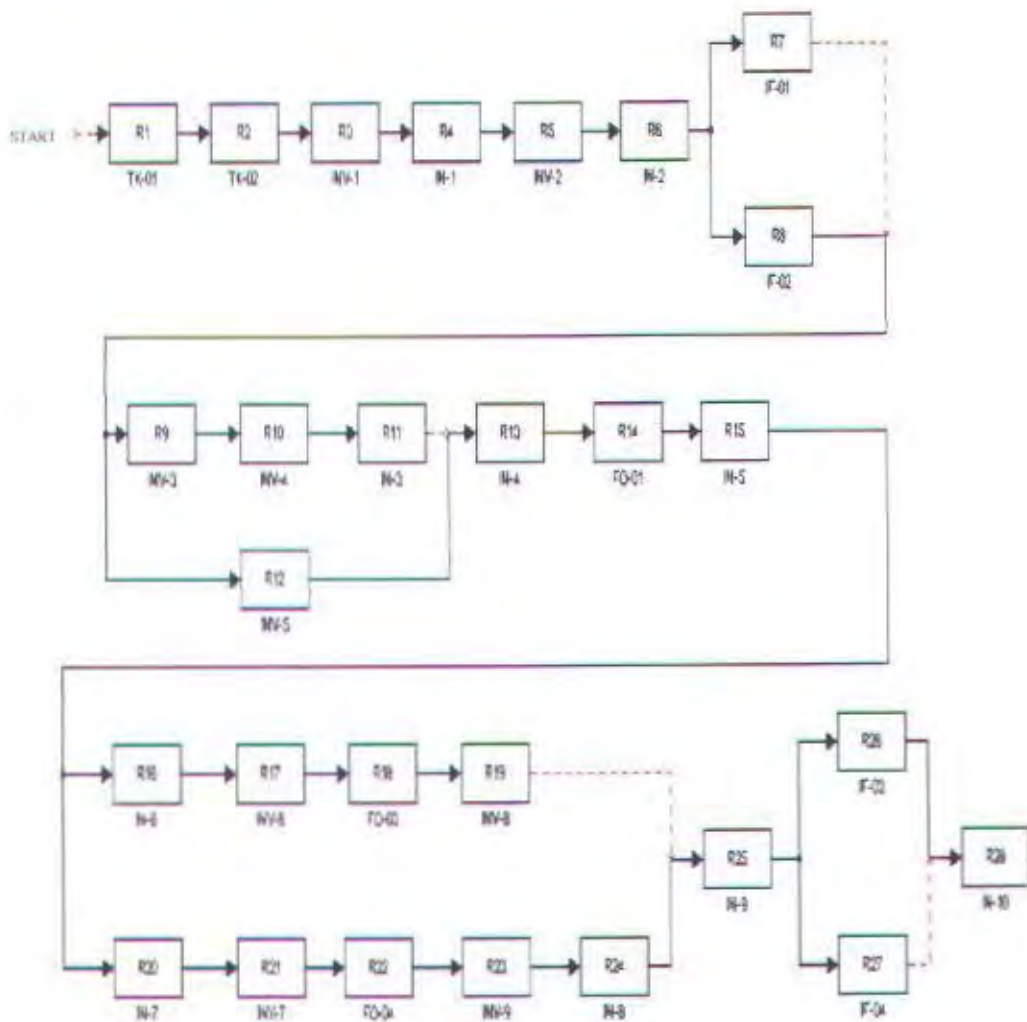
Pada saat Simulasi Existing Sistim ini, kita akan melakukan simulasi dari pemodelan yang telah kita buat sebelumnya. Masing-masing block diagram mengenerat data selama interval waktu analisa.

Kita akan melakukan analisa simulasi secara bertahap dengan urutan sebagai berikut :

1. Melakukan simulasi dari rangkaian paralel menjadi satu model.
2. Melakukan dari masing-masing rangkaian seri menjadi satu model
3. Melakukan simulasi dari gabungan model menjadi model sistim.

Adapun tahapan pemodelan dari sistim bisa kita bisa kita lihat pada proses analisa dibawah ini :

Ini adalah bentuk RBDs dari sistim yang kita analisa :



Gambar.4.4 Block Diagram Sistim

Model Matematis

Kita sederhanakan dulu block diagram yang besar menjadi suatu block diagram yang lebih simple :

$$R_I = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot R_4 \cdot R_5 \cdot R_6$$

$$R_{II} = 1 - (1 - R_7)(1 - R_8) = 1 - (1 - R_8 - R_7 + R_7 \cdot R_8)$$

$$R_{III} = R_9 \cdot R_{10} \cdot R_{11}$$

$$R_{IV} = R_{12}$$

$$R_V = R_{13} \cdot R_{14} \cdot R_{15}$$

$$R_{VI} = R_{16} \cdot R_{17} \cdot R_{18} \cdot R_{19}$$

$$R_{VII} = R_{20} \cdot R_{21} \cdot R_{22} \cdot R_{23} \cdot R_{24}$$

$$R_{VIII} = R_{25}$$

$$R_{IX} = 1 - (1 - R_{26})(1 - R_{27}) = 1 - R_{26} - R_{27} + R_{26} \cdot R_{27}$$

$$R_X = R_{29}$$

Dari model matematis diatas yang masih berupa komponen paralel kita sederhanakan lagi :

$$R_{III \cdot IV} = 1 - (1 - R_{III})(1 - R_{IV}) = 1 - R_{III} - R_{IV} + R_{III} \cdot R_{IV}$$

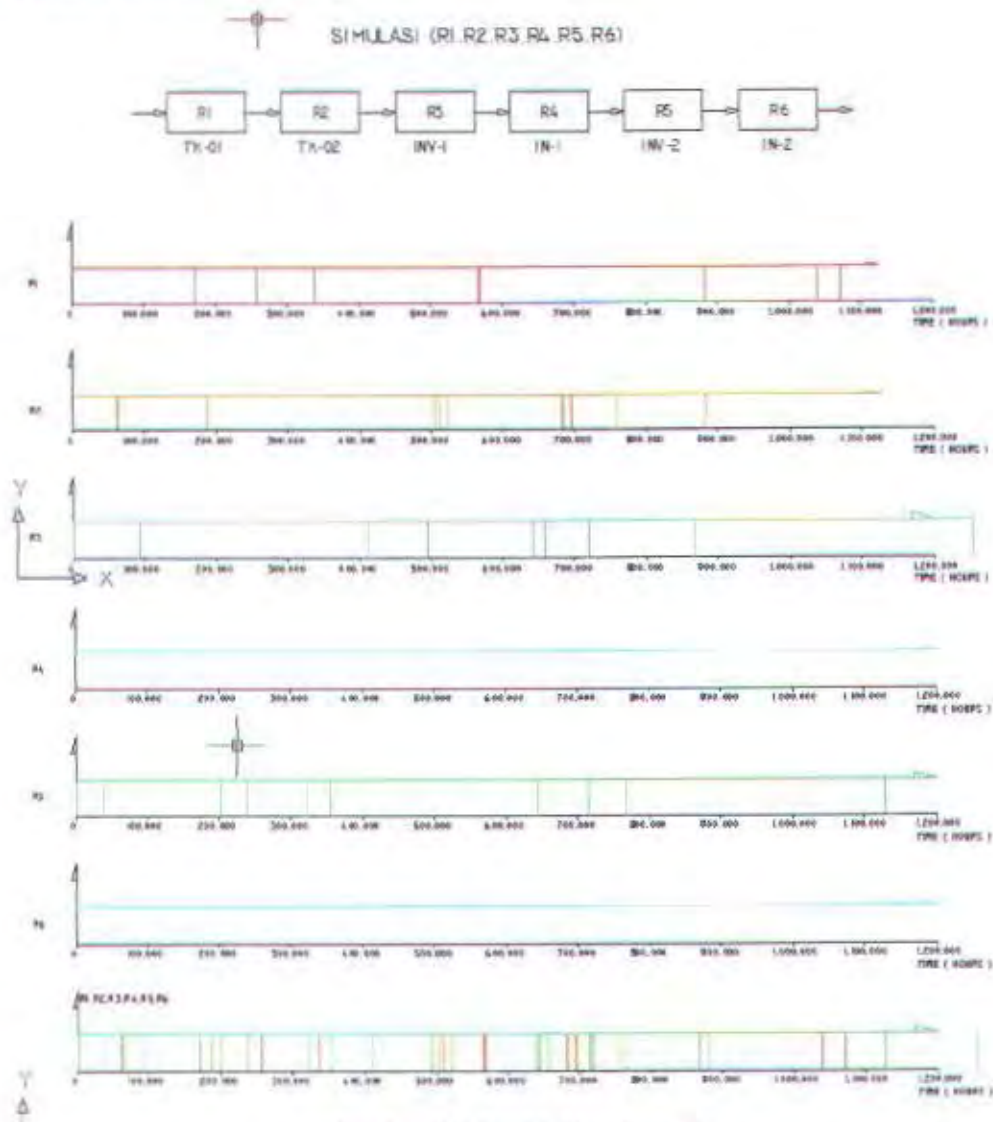
$$R_{VI \cdot VII} = 1 - (1 - R_{VI})(1 - R_{VII}) = 1 - R_{VI} - R_{VII} + R_{VI} \cdot R_{VII}$$

Sehingga :

$$R_{sistem} = R_I \cdot R_{II} \cdot R_{III \cdot IV} \cdot R_V \cdot R_{VI \cdot VII} \cdot R_{VIII} \cdot R_{IX} \cdot R_X$$

$$MTBF_{sistem} = \int_0^{\infty} R_{sistem} \cdot t \cdot dt$$

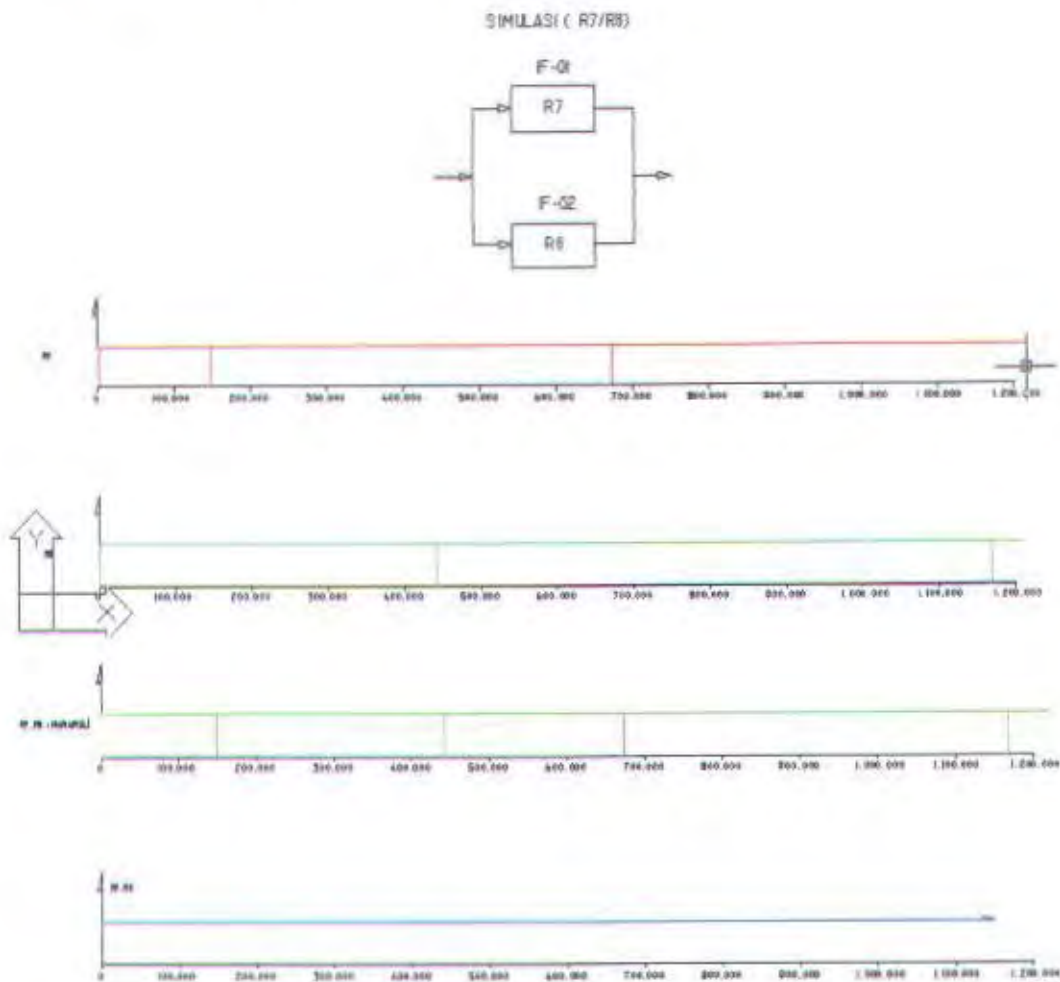
□ Analisa Simulasi Model R_i



Gambar 4.5 Grafik Simulasi RI

Disini kita melakukan simulasi Availability Rangkaian RI antara komponen series R1.R2.R3.R4.R5.R6. Masing-masing komponen mengenerat data random sesuai dengan distribusi TTF & TTR komponen pembentuk sistim Rangkaian RI. Gambar diatas merupakan hasil random generate untuk komponen komponen diatas. Setelah itu kita gabungkan grafik availability diatas menjadi grafik availability gabungan. Karena dalam hal ini adalah rangkaian seri, maka analogi penggabungan adalah : jika salah satu komponen atau lebih pada waktu running simulasi mengalami down time, maka gabungan grafik availability juga mengalami down.

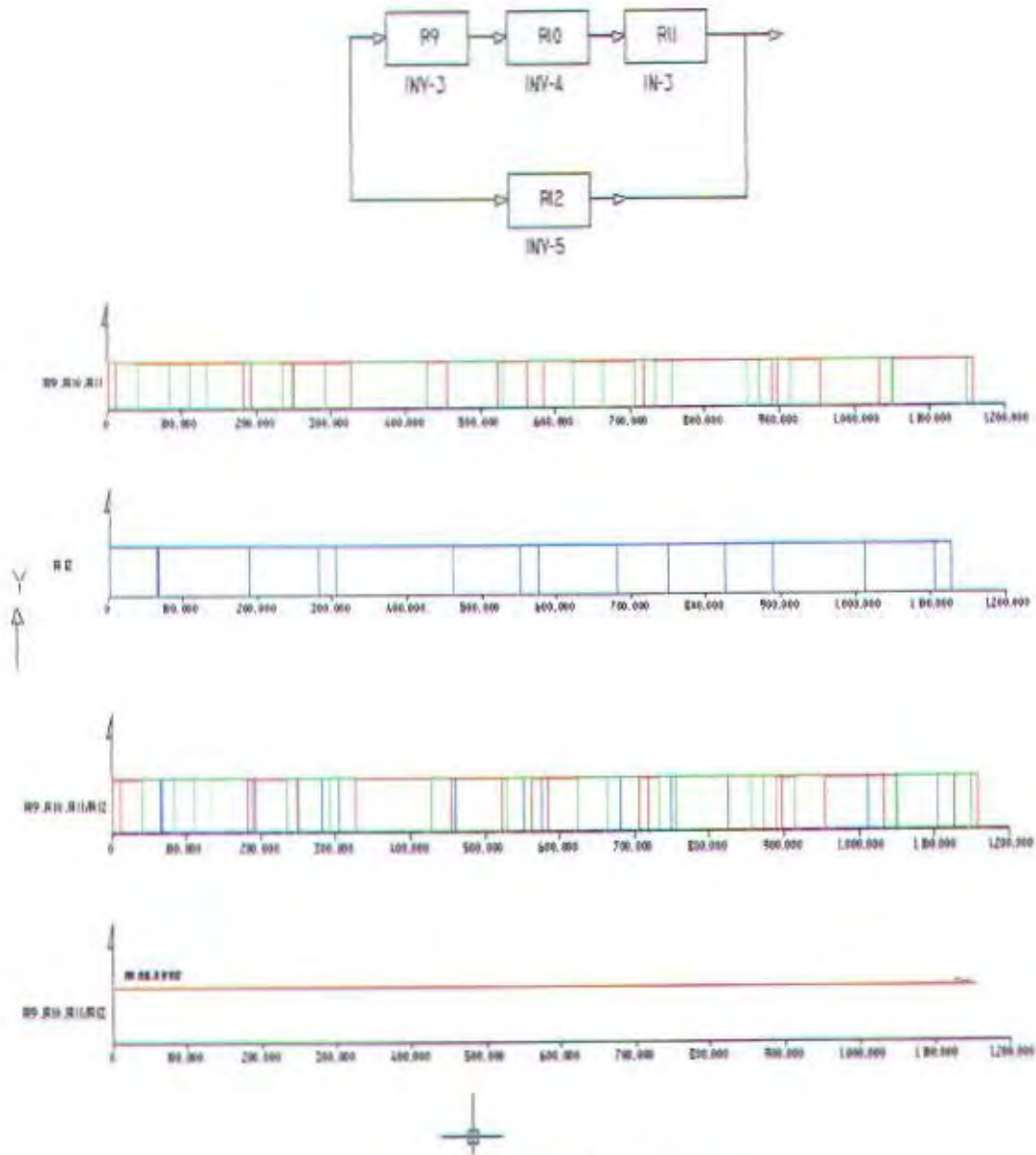
□ Analisa Model R II



Gambar 4.6 Simulasi Model RII.

Disini kita melakukan simulasi availability rangkaian R.II dimana rangkaian ini adalah rangkaian paralel yang terdiri dari komponen R7 & R8. Masing-masing komponen juga mengenerate data random sesuai distribusi TTF dan TTR komponen tersebut. Sehingga membentuk grafik availability masing-masing komponen. Maka setelah itu kita gabungkan grafik availability tersebut dengan analogi sebagai berikut : jika kedua rangkaian paralel mengalami down time, maka rangkaian sistim mengalami down time, sedangkan jika tidak kedua rangkaian mengalami down time, maka rangkaian sistim mengalami uptime. Dalam hal ini rangkaian diatas selama waktu simulasi tidak mengalami kondisi down time secara bersamaan, sehingga kondisi rangkaian selalu berada dalam kondisi uptime.

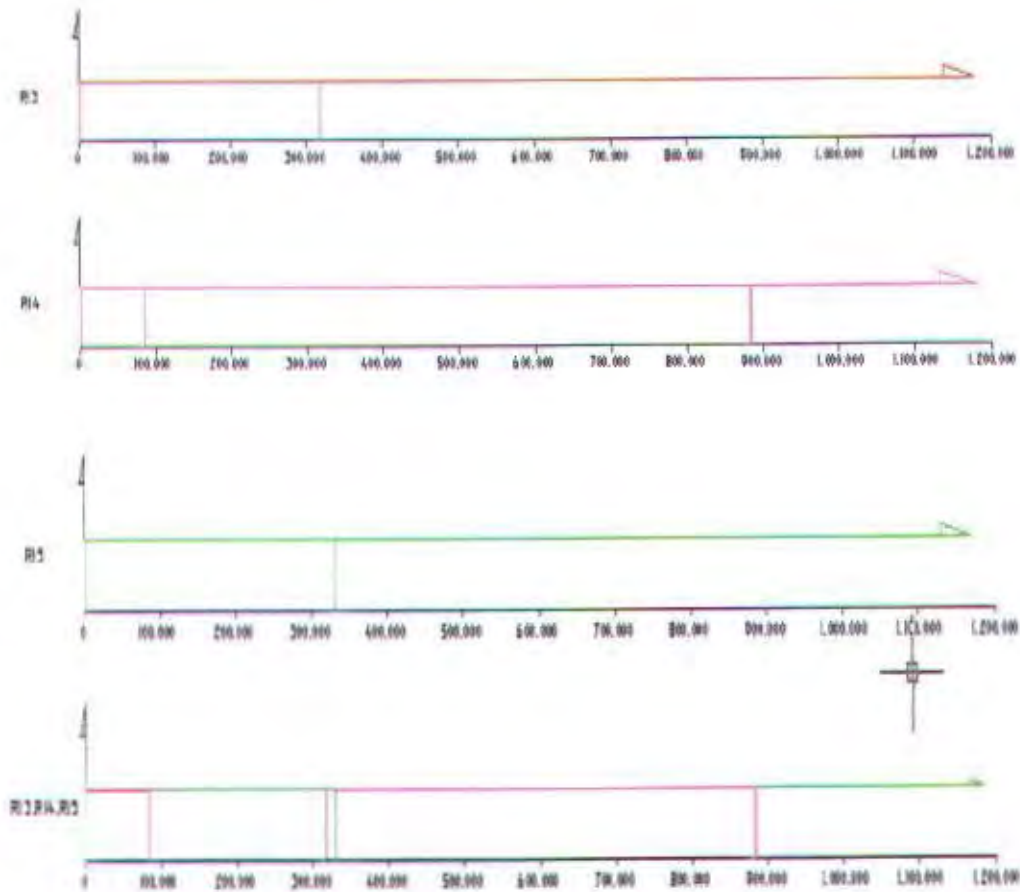
□ Analisa Model R_{III,IV}



Gambar 4.7 Simulasi Model R_{III,IV}

Disini kita menganalisa rangkaian R_{III,IV}. Dimana kita sudah menggabungkan beberapa rangkaian seri dan dipararelkan. Rangkaian R_{III}. Adalah gabungan rangkaian seri R9,R10,R11. Rangkaian R_{III} dilakukan simulasi dan penggabungan sesuai analogi rangkaian seri. Kemudian dilakukan simulasi dengan R12 dengan analogi rangkaian paralel sehingga didapatkan grafik availability rangakai R_{III,IV}.

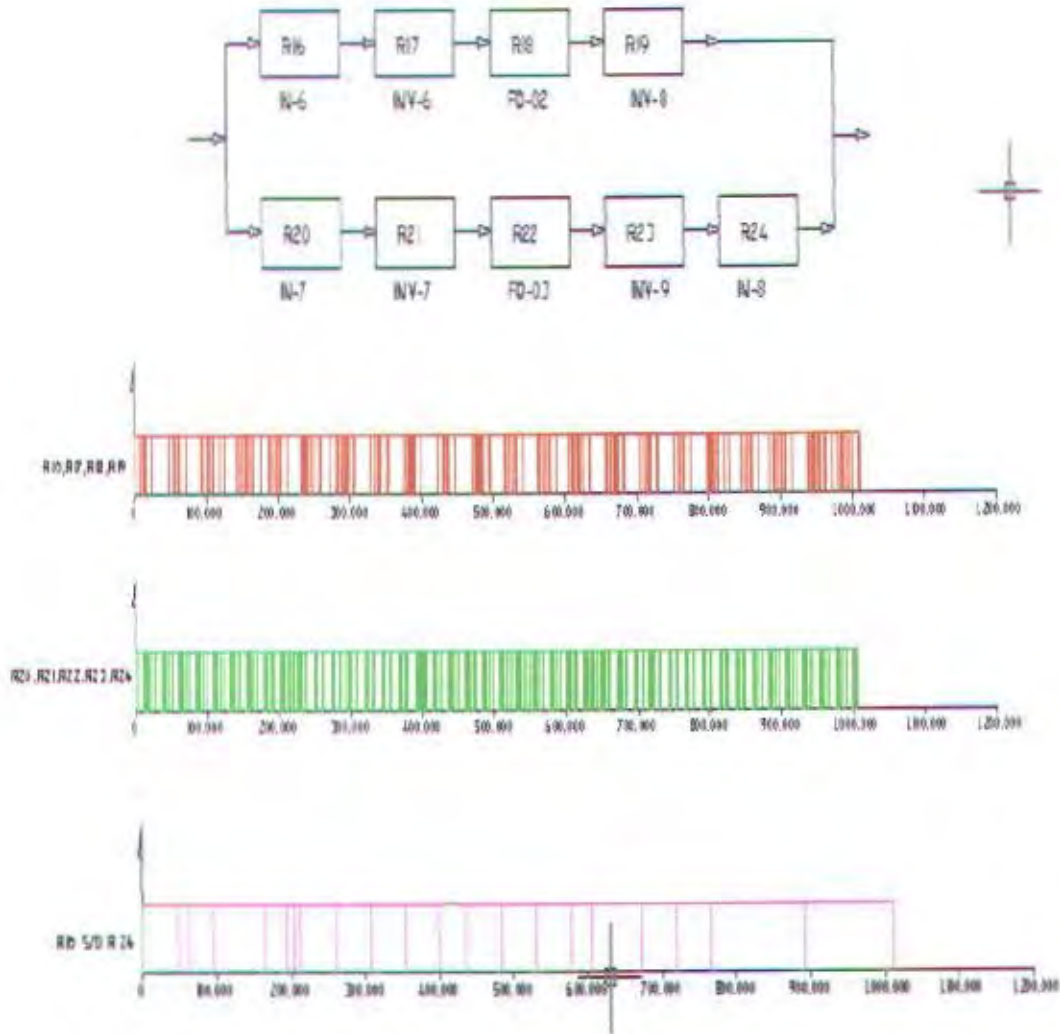
□ Analisa Model R_T



Gambar 4.8 Simulasi Model RV.

Disini kita juga melakukan simulasi availability sesuai dengan analogi rangkaian seri dari rangkaian RV yang terdiri dari gabungan komponen R13.R14. dan R15. Sehingga dihasilkan grafik simulasi availability rangkaian RV.

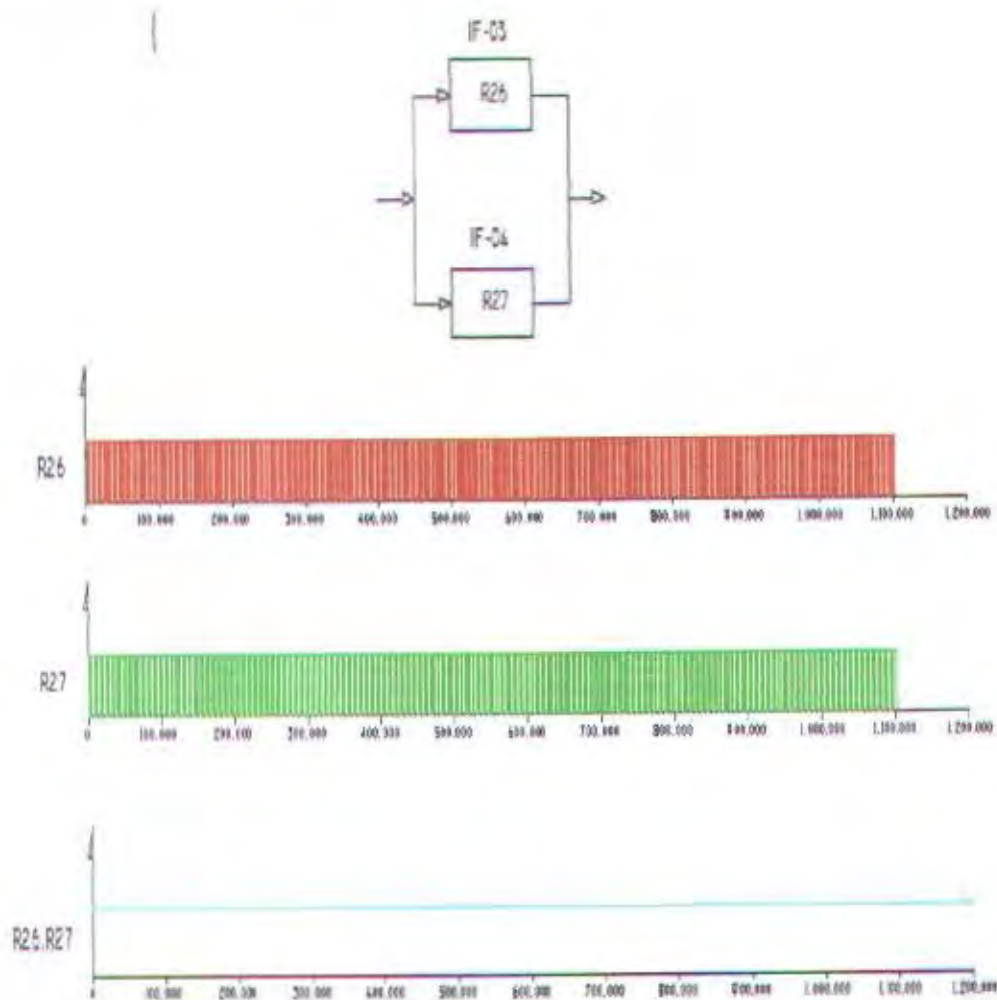
□ Analisa Model $R_{17,17}$



Gambar 4.9 Simulasi RVI.VII

Disini kita kita melakukan simulasi *availability* gabungan rangkaian seri RVI. Dan RVII menjadi satu rangkaian paralel. Sehingga didapatkan hasil grafik *availability* rangkaian R. VI. VII. Analogi yang digunakan dalam simulasi ini yaitu rangkaian akan down jika kedua rangkaian seri down/gagal.

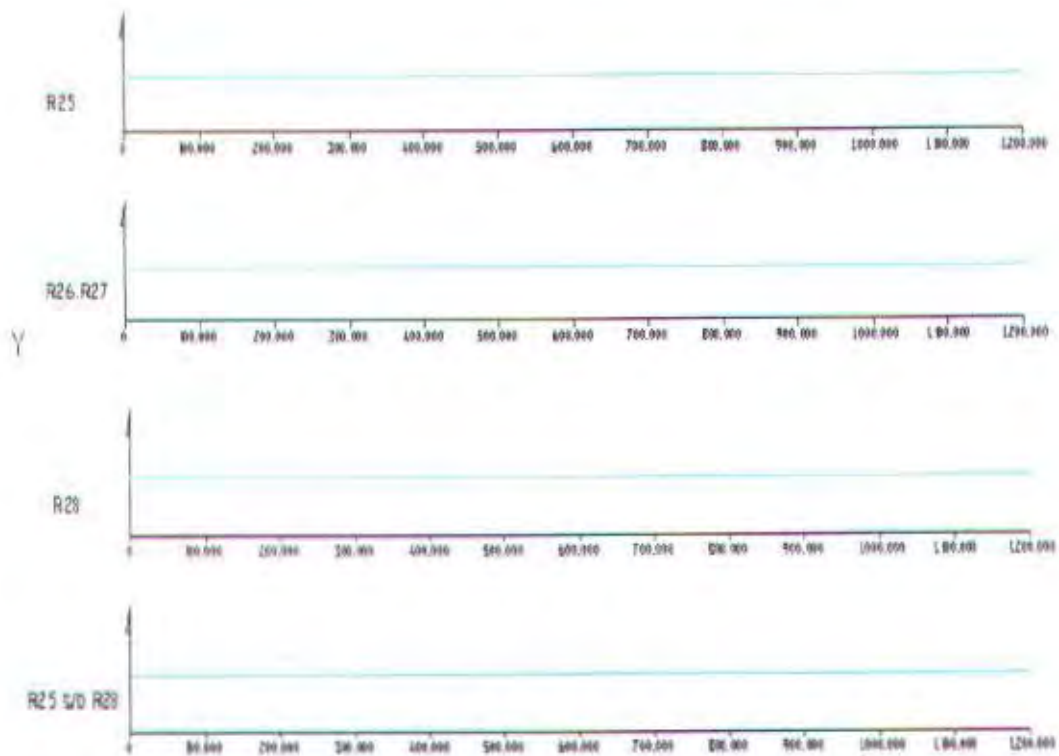
□ Analisa Simulasi Model RVIII



Gambar 5.10 Simulasi Model RVIII.

Disini kita lakukan simulasi rangkaian paralel, dengan analogi rangkaian paralel. Yaitu antara rangkaian R26 dan R27 menjadi rangkaian RVIII. Hasil dari simulasi adalah rangkaian selalu dalam kondisi runing. Hal ini disebabkan dari simulasi komponen rangkaian tidak pernah berada pada kondisi down/gagal bersamaan.

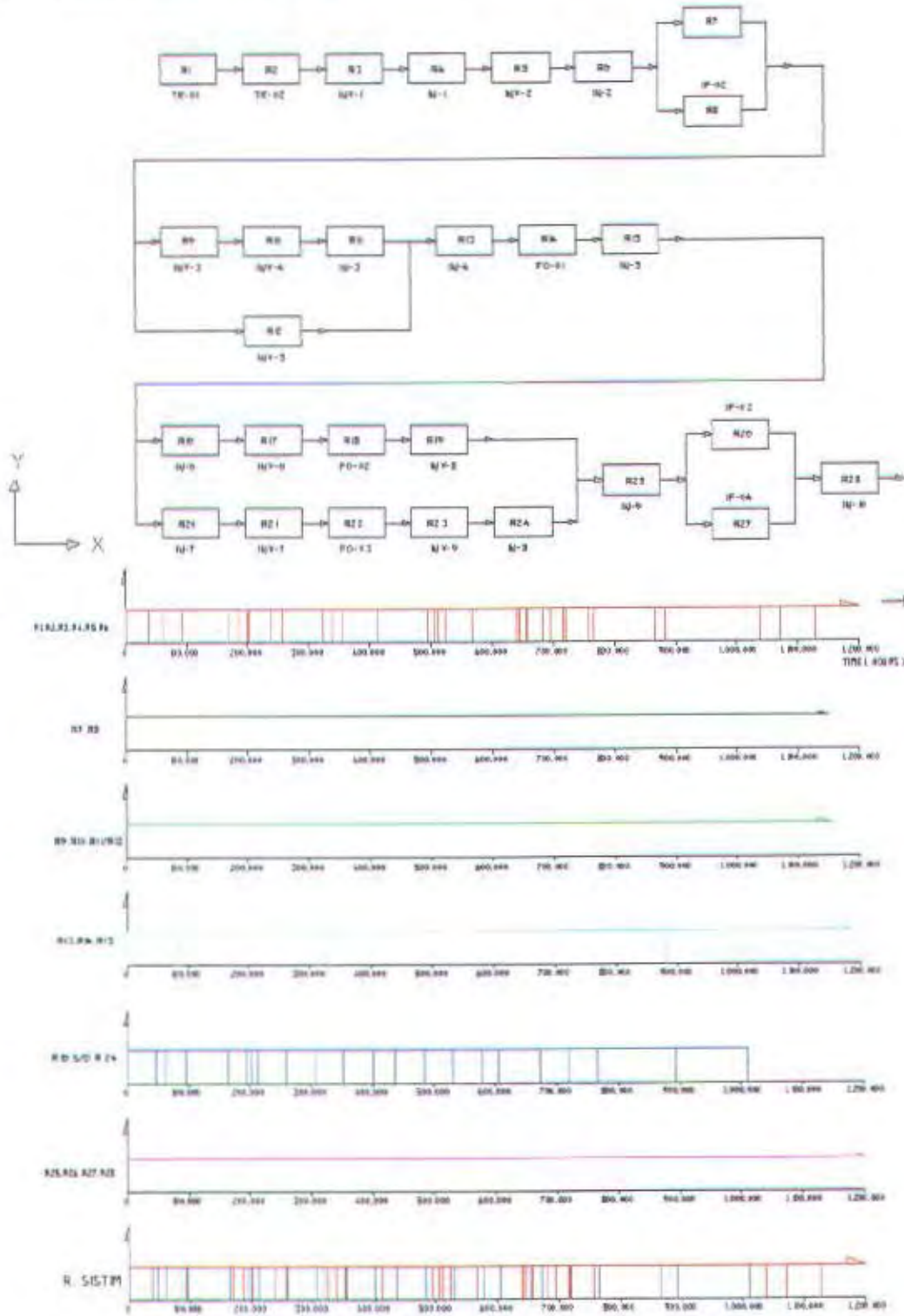
□ Analisa Simulasi Model RIX.RX



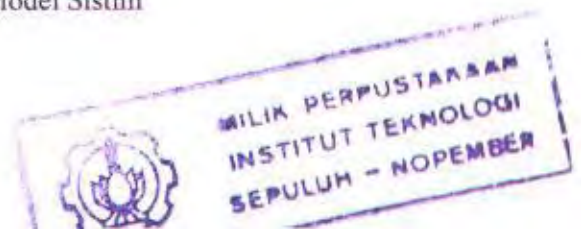
Gambar 4.12 Simulasi Model IX.X

Dilakukan analisa rangkaian RIX dan RX, yaitu gabungan rangkaian paralel kemudian digabungkan dengan rangkaian seri, menjadi rangkaian RIX.X. Karena semua komponen tidak pernah mengalami kegagalan, maka rangkaian ini juga menghasilkan signal bahwa rangkaian tidak pernah mengalami kegagalan.

□ Analisa Simulasi Model Sistem



Gambar 4.14 Simulasi Model Sistem



Terakhir kali kita melakukan simulasi antara rangkaian RI, RII, RIII,IV, RV, RVI,VII, RVIII, dan RIX.X. Sehingga kita dapatkan grafik availability existing sistim. Nantinya data simulasi itu bisa kita analisa lebih lanjut, seperti mencari distribusi sistim, nilai availability sistim dan komponen kritis sistim

4.5.1 Pencarian Distribusi TTF & TTR Existing Sistim

Dari hasil simulasi kita bisa mencari distribusi dari sistim, dengan merecord dan melakukan Good Of Fit Test.

□ Data Simulasi TTF (Time To Failure) Existing Sistim

Dari hasil simulasi diperoleh data TTF selama 1.000.000. jam adalah sebagai berikut

Tabel 4.7 Data Simulasi Existing

DATA TTF SIMULASI EXISTING (hrs)					
30	5568	30	23735	35559	8566
37460	16213	10313	46908	3818	773
9267	6020	6864	10320	11767	100311
19	7243	6560	10798	15660	14827
14488	2056	6644	5698	10777	126
157	9209	15958	1195	12201	388
21426	26089	980	7381	19980	9875
8531	18204	185	36834	3419	116559
1710	2220	45561	9830	661	
70599	46822	12717	27569	37391	

Dengan melakukan Goodness of fit test menggunakan Weibull ++, maka diperoleh kesimpulan :

Distribusi TTF Sistim

Methodode : Rank Regression

Distribusi : Weibull 3

Beta : 0.7278

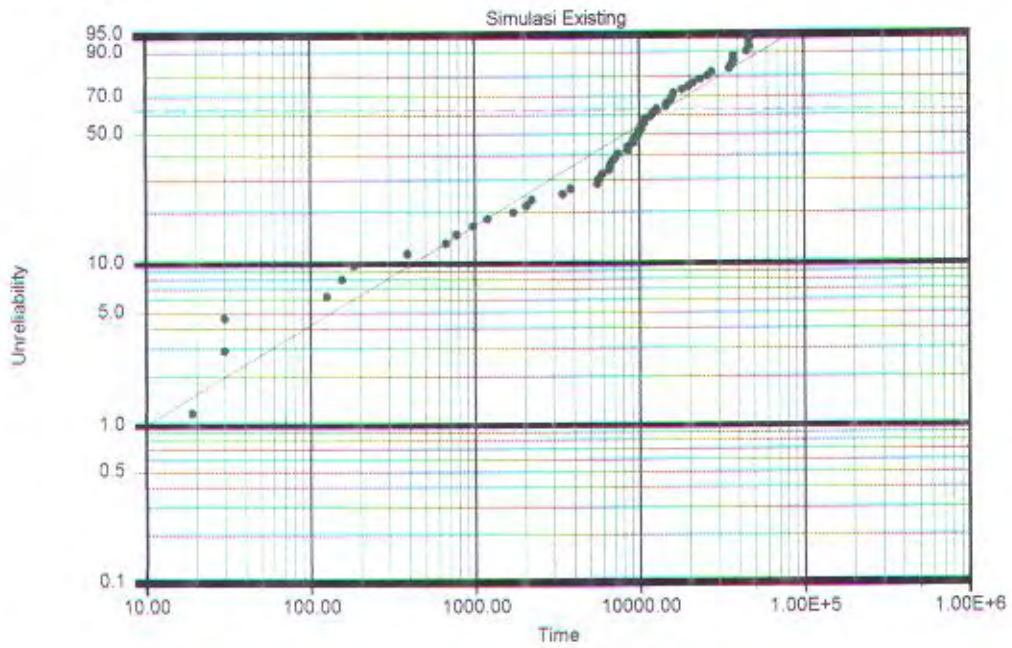
Eta : 15112.58

Gamma : -133.66

Rho : 98.22%

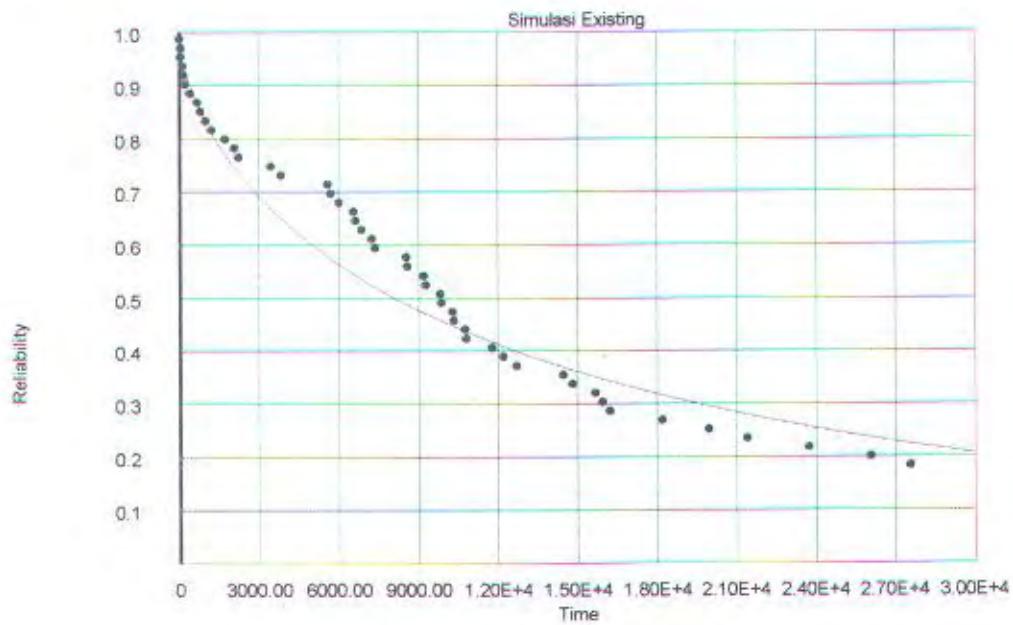
Dari distribusi diatas diperoleh grafik-garafik sebagai berikut :

Probability Plote



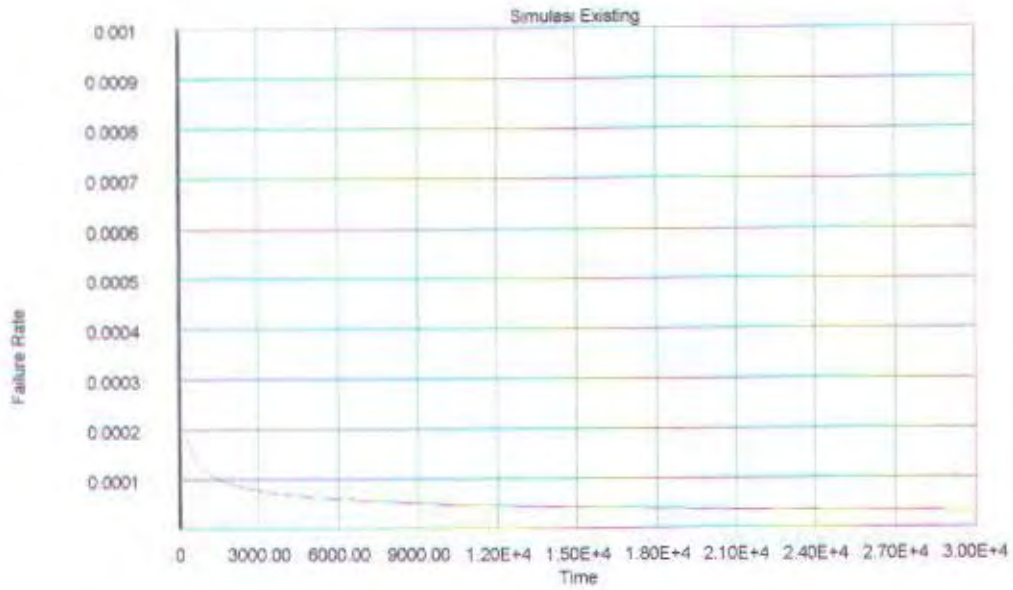
Gambar 4.15 Probability Plot Existing Sistim

Reliability Plot



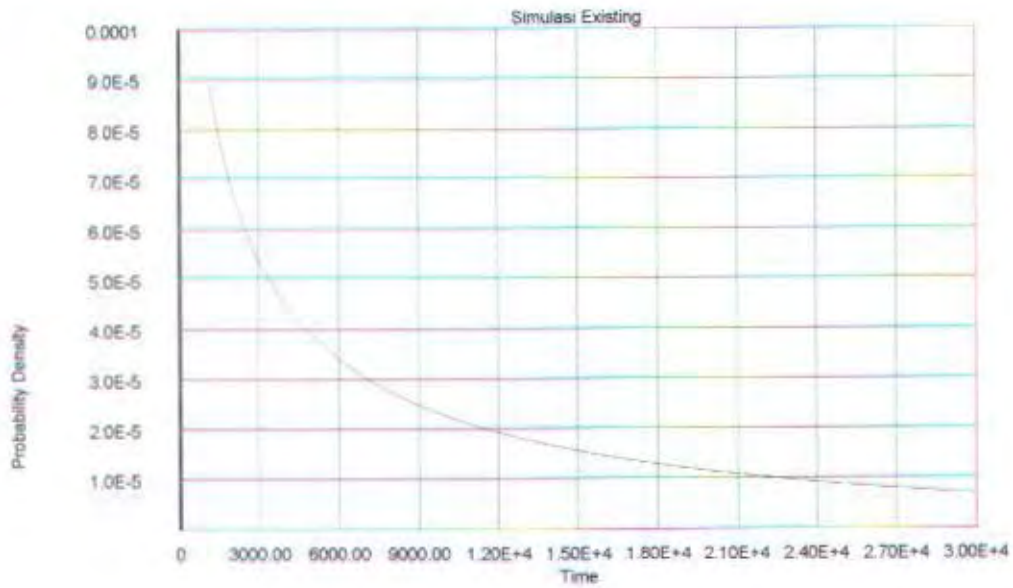
Gambar 4.16 Reliability Plot Sistim

Failure Plot



Gambar 4.17. Failure Rate Sistim

PDF Plot



Gambar 4.18 Probability Density

Sedangkan MTTF system adalah :

EVALUASI MTTF EXISTING SISTIM

Distribusi = Weibull 3
 Beta (β) = 0.7278
 Eta (θ) = 15112.58
 Gamma (γ) = -133.66

$$MTTF = \gamma + \theta \Gamma(1 + 1/\beta)$$

$$-133.66 + 15112.58 \left(1 + \frac{1}{0.7278} \right) = 1.833 \times 10^4$$

□ Data Simulasi TTR Existing Sistim

Dari hasil simulasi diperoleh data TTR adalah :

Tabel 4.8 Data Simulasi TTR Existing

DATA TTR SIMULASI EXISTING					
54	243	34	11	84	9
82	243	82	50	85	83
12	13	82	82	84	84
34	85	82	244	3	243
26	2	244	245	244	247
245	63	65	244	243	229
229	84	84	50	83	75
81	244	83	244	11	
43	83	23	1	84	
10	19	85	30	245	

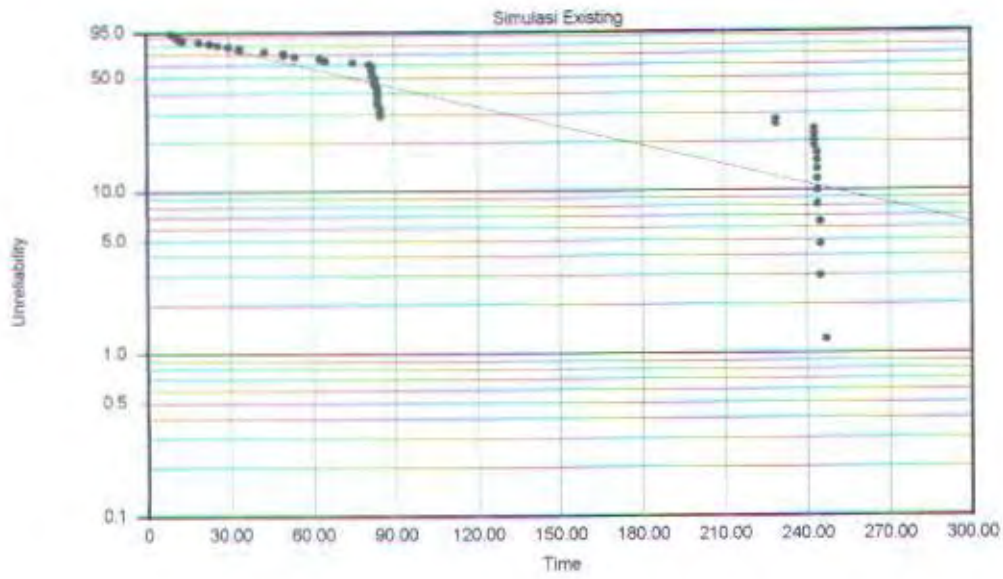
Maka diperoleh fungsi daistribusi TTR Existing Sistim adalah :

Distribusi TTR Sistim

Methodode : Rank Regression

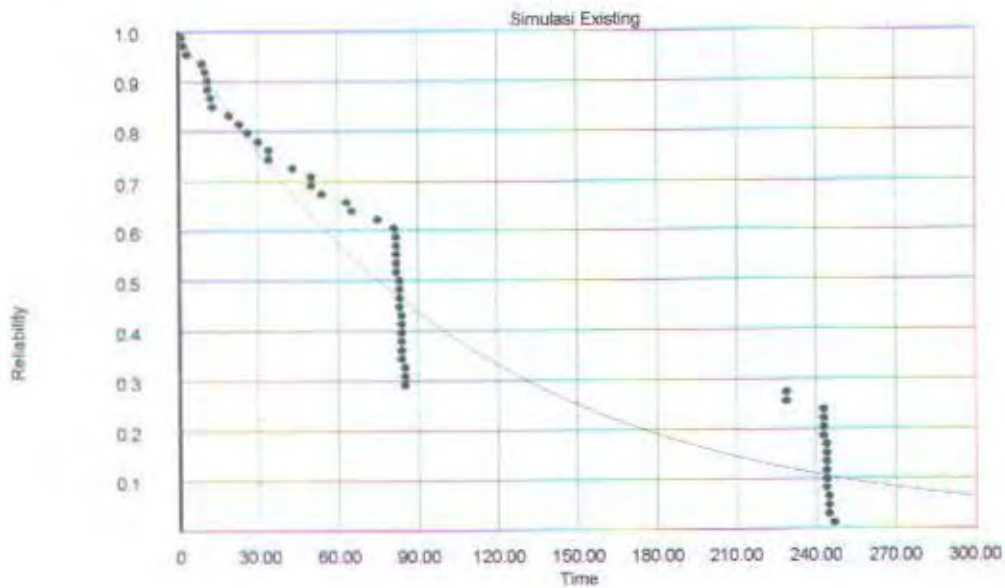
Distribusi : Exponensial
 Lamda : 0.0092
 Gamma : 0
 Rho : -87.36%

Adapun grafik-grafik fungsi adalah sebagai berikut :



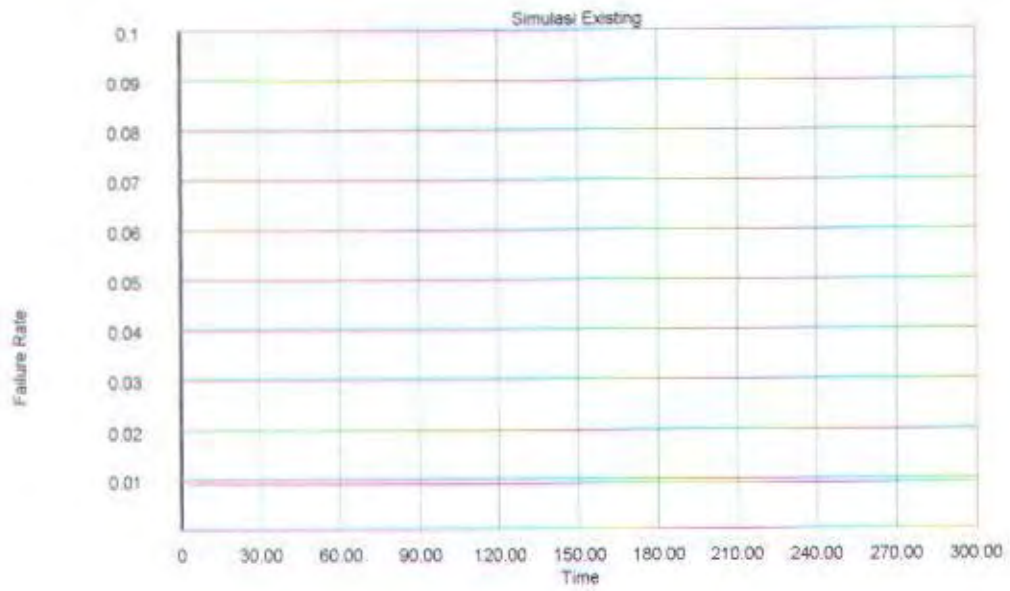
Gambar 4.19 Probabilitas Perawatan

Maintainability Plot



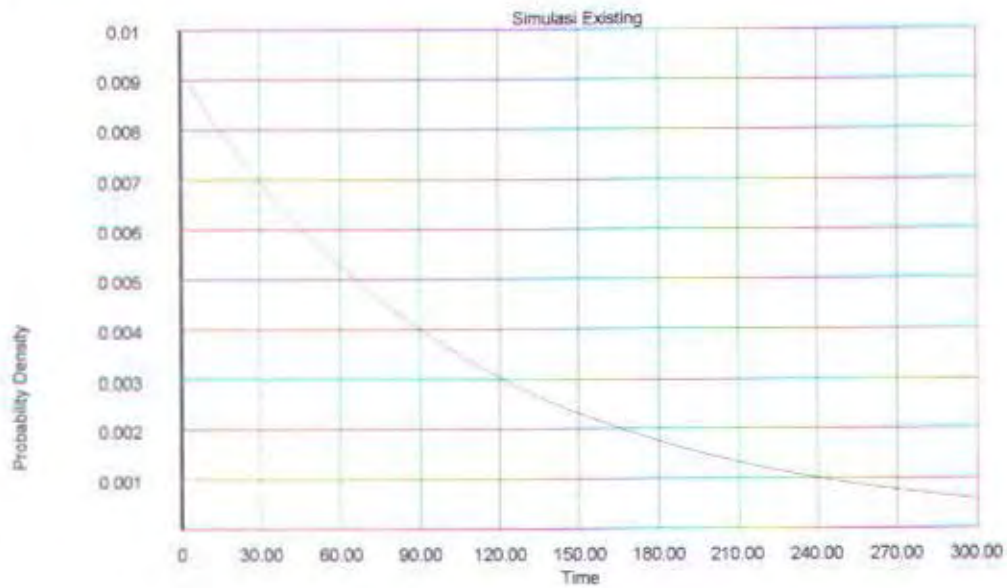
Gambar 4.20 Maintainability

Maintanability Rate



Gambar 4.21 Laju Perawatan

PDF Plot



Gambar 4.22 Probaility Density Maintanaibility

Maka MTTR system :

EVALUASI MTTR EXISTING SISTIM

Distribusi = Exponential
Lamda (λ) = 0.0092
Gamma (γ) = 0

$$MTTF = 1/\lambda$$

$$\frac{1}{0.0092} = 108.696$$

4.5.2. Simulasi Availability Existing Sistim

Simulasi Availability menggambarkan nilai Availability yang muncul dari running simulasi sistim. Dalam setiap interval dicatat nilai uptime dan down time, sehingga dalam setiap interfal waktu kita bisa mendapatkan nilai availability.

Pada Simulasi Existing Sistim telah diperoleh nilai uptime dan down time sebagai berikut :

Tabel. 4.9 Simulasi Availability Sistim

SIMULASI AVAILABILITY			
TIME	AVAILABILITY	UPTIME (hrs)	DOWN TIME (hrs0
100,000	0.991940	99,194	806
200,000	0.993425	198,685	1,315
300,000	0.993747	298,124	1,876
400,000	0.993315	397,326	2,674
500,000	0.994196	497,098	2,902
600,000	0.993400	596,040	3,960
700,000	0.993281	695,297	4,703
800,000	0.993478	794,782	5,218
900,000	0.993227	893,904	6,096
1,000,000	0.993904	993,904	6,096

Hasil simulasi diatas merupakan prediksi dari gambaran istim jika kita runing dari start sampai 1 juta jam. Harapannya kita sudah memperoleh gambaran terlebih dulu jika sistim ini kita jalankan.

Data data tersebut bisa kita plot dan kita cari trand line dari nilai availability dengan menggunakan software excel. Sehingga kita memperoleh gambaran nilai availability secara prediktif Adapun plot gambar simulasi availability bisa dilihat dibawah ini ::



Gambar 4.23 Grafik Availability Sistim

Dari grafik diatas, kita bisa membaca bahwa nilai availability pada saat simulasi selama 100.000 – 1000.000 jam memiliki nilai availability diatas 0,99 dalam arti desain dari sistim bahan bakar sudah cukup baik. Nantinya kita akan menganalisa lebih lanjut dari Analisa biaya Sistim.

4.6. Sensitivity Analisis

Guna analisa sistim lebih jauh, maka kita akan melakukan sensitivity analisis pada sistim bahan bakar yang kita analisa. Kita akan melakukan sensitivity analisis dengan cara memberikan prosentase pada variable pembentuk sistim. Sistim yang kita analisa adalah terbentuk dari variable TTF dan TTR . Maka kita akan melakukan sensitivity pada variable TTF dan TTR . Kita akan melakukan sensitivity pada masing-masing komponen : 60% TTF. Harapannya kita bisa mengetahui seberapa pengaruh sensitivity dilakukan terhadap sistim. Karena kita melakukan uji sensitifitas terhadap masing-masing komponen secara bergantian, maka akan terlihat komponen apa yang paling sensitif. Dimana jika dilakukan sedikit perubahan variabelnya, maka akan menyebabkan perubahan yang sangat berarti terhadap sistim.

Hasil uji sensitifitas ini juga akan kita analisa nilai availabilitinya, tujuannya adalah mencari komponen kritis istim.

4.6.1. Sensitivity analisis 60% TTF

- Dilakukan uji sensitifitas pada 60% TTF komponen FO-01 (Derating Tank)

Dari hasil simulasi diperoleh data random TTF dan TTR sistim sebagai berikut:

Tabel 4.10 Data TTF Sistim Simulasi 60% TTF FO-01

DATA SIMULASI 60% TTF FO-01								
TTF (Jam)								
18	11	21,887	6,157	5,698	28,440	32,330	388	3,764
25,660	12,214	18,204	185	11,895	12,201	913	17,397	18
11,799	25,738	18,953	13,616	32,740	17,875	17,837	5,609	19,586
417	17,073	40,559	6,555	11,514	2,094	29,689	39,968	61,393
13,820	8,887	6,884	23,488	36,890	4,091	22,370	33,792	1,090
9,650	476	4,874	14,547	18	16,042	3,785	51,295	71
21,426	1,144	1,668	72,764	35,973	7,135	3,453	5,934	
8,531	2,694	6,644	8,218	3,021	5,072	5,067	20,515	
18,907	9,392	4,681	6,044	723	8,849	2,427	13,089	
20,204	6,034	6,010	4,696	11,767	9,348	126	31,847	

Tabel 4.11 Data TTR Sistim Simulasi 60% TTF FO-01

DATA SIMULASI 60% TTF FO-01								
TTR (Jam)								
56	85	84	84	245	244	50	229	64
5	65	244	83	244	243	23	55	26
82	18	9	50	11	11	28	30	83
61	243	82	20	244	83	71	18	20
55	22	82	25	7	84	84	60	20
245	19	18	85	101	120	30	1	16
229	34	82	42	84	101	18	250	
81	85	244	82	74	72	47	3	
84	11	53	58	85	245	243	244	
9	95	102	244	84	83	247	18	

Dari data diatas maka didapatkan distribusi hasil sensitivity 60% TTF FO-01 adalah :

Distribusi TTF Sensitivity 60% TTF FO-01 Sistem

Distribusi : Weibull 3
 Beta : 0.9973
 Eta : 14445.75
 Gamma : -604.13
 Rho : 98.11%

Distribusi dari TTR sensitivity 60 % TTF FO-01 adalah :

Distribusi TTR Simulasi 60% TTR FO-01
Sistim

Distribusi	: Weibull 2
Beta	: 1,081
Eta	: 94,2317
Gamma	: 0
Rho	: 98,39%

Guna analisa Availability kita harus mendapatkan nilai up-time dan down-time sistim hasil simulasi availability sensitivity 60% TTF FO-01.

Sedangkan analisa availabilitynya diperoleh dan ditampilkan dalam table dibawah ini

Tabel 4.12 Data availability sistim simulasi 60% TTF FO-01

SIMULASI AVAILABILITY			
TIME	AVAILABILITY	UPTIME (hrs)	DOWN TIME(hrs)
100,000	0.913210	91,321	8,679
200,000	0.979865	195,973	4,027
300,000	0.910457	273,137	26,863
400,000	0.986095	394,438	5,562
500,000	0.992022	496,011	3,989
600,000	0.937590	562,554	37,446
700,000	0.985124	689,587	10,413
800,000	0.991670	793,336	6,664
900,000	0.976087	878,478	21,522
1,000,000	0.975244	975,244	24,756

□ Uji Sensitivitas 60% TTF FO. Pump (FO-02/FO-03)

Dilakukan uji sensitifitas pada sistim dengan 60% TTF FO-02/FO-03. Maka diperoleh data random dari hasil simulasi availability sebgai berikut :

Tabel 4.13 Data TTF Sistim Simulasi 60 % TTF FO. PUMP FO-02 & FO-03

DATA SIMULASI 60% TTF FO-02/FO-03					
TTF (hrs)					
30	5,568	30	23,735	35,559	8,566
37,460	16,213	10,313	46,908	3,818	773
9,267	6,020	6,864	10,320	11,767	100,311
19	7,243	6,560	10,798	15,660	14,827
3,022	2,056	6,644	5,698	10,777	126
11,237	9,209	15,958	11,895	12,201	10,492
157	26,089	980	7,234	19,980	116,559
30,186	18,204	185	36,802	3,419	
1,710	2,220	45,561	9,830	661	
70,599	46,822	12,717	27,569	37,391	

Tabel 4.14 Data TTR Sistim Simulasi 60% TTF FO-02 & FO-03

DATA SIMULASI 80% TTF FO-02/FO-03					
TTR (hrs)					
54	243	34	11	84	9
82	243	82	50	85	83
12	13	82	82	84	84
34	85	82	244	3	243
229	2	244	245	244	247
26	63	65	244	243	75
245	84	84	229	83	
81	244	83	244	11	
43	83	23	1	84	
10	19	85	30	245	

Dari data diatas diperoleh distribusi dari TTF dan TTR Simulasi 60% TTF FO-02/FO-03 adalah :

DISTRIBUSI Sensitivity 60% TTF FO-02/Fo-03

Distribusi : Weibull 3

Beta : 0.8333
 Eta : 16339.85
 Gamma : -353.917
 Rho : 98.02%

DISTRIBUSI Sensitivity TTR 60% TTF FO-02/FO-03

Distribusi : Exponensial

Lambda : 0.0091
 Gamma : 0
 Rho : -87.07%

Diperoleh hasil simulasi availability :

Tabel 4. 15 Data availability 60% TTF FO-02 & FO-03

SIMULASI AVAILABILITY			
TIME	AVAILABILITY	UPTIME (hrs)	DOWN-TIME (hrs)
100,000	0.930880	93,088	6,912
200,000	0.957440	191,488	8,512
300,000	0.855030	256,509	43,491
400,000	0.991065	396,426	3,574
500,000	0.980212	490,106	9,894
600,000	0.953938	572,363	27,637
700,000	0.985306	689,714	10,286
800,000	0.950630	760,504	39,496
900,000	0.984733	886,260	13,740
1,000,000	0.886260	886,260	113,740

□ Uji Sensitivitas 60% TTF Valve (INV-1,INV-2,INV-8 & INV9)

Dilakukan simulasi sistim dengan uji sensitivitas 60% TTF Valve, maka diperoleh data simulasi TTF dan TTR sebagai berikut :

Tabel 4.16 Data TTF Simulasi 60% TTF INV

DATA SIMULASI 60% TTF INV			
TTF(hrs)			
30	111	21200	30042
14404	34812	5698	7256
7983	8630	9935	12459
24285	2220	1876	10184
19	37437	2820	61
30	9303	4559	18844
8247	30	36834	126
6129	10397	37400	472
157	13506	67057	2366
21510	6560	4754	69441
10238	15958	5666	27928
26166	31694	190	22452
22452	2358	5360	11779
27390	6959	6759	19693
16213	5629	23482	19150
6020	29795	34577	1080
828	2439	3474	13295
8416	4136	8566	3617
9211	24025	15382	111
572	22800	21262	121043
			675

Uji sensitivitas ini dilakukan pada komponen valve yang memiliki distribusi yang sama, karena jenisnya adalah sama. Data-data diatas diperoleh dari uji sensitifitas sehingga ragkaian sistim meiliki data TTF sesuai dengan yang terdapat pada tabel diatas.

Sedangkan data-data TTR hasil uji sensitifitas terhadap komponen valve diatas ditunjukkan pada tabel 4.17



Tabel 4.17 Data TTR Simulasi 60% TTF INV

DATA SIMULASI 60% TTF INV			
TTR			
54	83	244	84
55	85	245	83
82	244	84	85
12	83	244	84
34	82	2	84
1	19	50	243
81	34	244	247
26	82	30	229
245	82	3	82
229	244	83	83
43	65	84	85
85	84	244	84
84	85	82	84
243	84	243	243
243	23	11	82
13	83	85	84
82	84	245	244
58	11	9	84
63	83	84	83
84	50	84	93
			83

Dari data hasil simulasi diatas didapatkan model distribusi TTF dan TTR sistim adalah :

DISTRIBUSI Sensitivity 60% TTF INV

Distribusi	:	Weibull 3
Beta	:	0.9022
Eta	:	14445.36
Gamma	:	-571.135
Rho	:	97.10%

DISTRIBUSI Sensitivity TTR 60% TTF INV

Distribusi	:	Weibull 2
Beta	:	1.0873
Eta	:	120.4598
Gamma	:	0
Rho	:	94.62%

Dari distribusi diatas kita bisa melakukan analisa lebih lanjut. Sedangkan data simulasi availabilitynya adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 18 Data availability simulasi 60% TTF Valve (INV)

SIMULASI AVAILABILITY			
TIME	AVAILABILITY	UPTIME(hrs)	DOWN TIME(hrs)
100,000	0.930320	93,032	6,968
200,000	0.960505	192,101	7,899
300,000	0.978367	293,510	6,490
400,000	0.989760	395,904	4,096
500,000	0.958198	479,099	20,901
600,000	0.936702	562,021	37,979
700,000	0.984581	689,207	10,793
800,000	0.968360	774,688	25,312
900,000	0.975289	877,760	22,240
1,000,000	0.975129	975,129	24,871

□ Uji Sensitivitas 60% TTF Butterfly Valve (INV-3,4,5,6 & 7)

Dilakukan simulasi sistim dengan uji sensitivitas 60% TTF Valve, maka diperoleh data simulasi TTF dan TTR sebagai berikut :

Table 4.19 Data TTF Simulasi 60 % Butterfly Valve

DATA SIMULASI 60% TTF Butterfly Valve					
TTF (hrs)					
30	1710	30	23735	3818	54492
14404	70599	10313	46908	11767	45619
23001	5568	6864	10320	26440	14827
9267	16213	6560	10798	12201	126
19	13276	6644	5698	19980	388
30	11267	15958	11895	3419	9875
14457	26089	980	7381	661	144211
157	18204	85	36834	37391	33691
21426	2220	45561	9830	8566	55423
8531	46822	12717	63158	773	

Tabel 4.20 Data TTR Simulasi 60% Butterfly Valve

DATA SIMULASI 60% TTF Butterfly Valve					
TTR (hrs)					
54	43	34	11	85	1
55	10	82	50	84	84
82	243	82	82	244	243
12	243	82	244	243	247
34	85	244	245	83	229
1	63	65	244	11	75
26	84	84	50	84	243
245	244	83	244	245	244
229	83	23	1	9	83
81	19	85	84	83	

Dari data diatas diperoleh model distribusi kegagalan dan perawatan sebagai berikut :

DISTRIBUSI Sensitivity 60% TTF Buterfly Valve

Distribusi	:	Weibull 3	
Beta	:		0.9037
Eta	:		18741.88
Gamma	:		-869.292
Rho	:		96.75%

DISTRIBUSI Sensitivity TTR 60% TTF Buterfly Valve

Distribusi	:	Exponensial	
Lambda	:		0.0088
Gamma	:		0
Rho	:		-84.73%

Sedangkan analisa availability diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.21 Data availability simulasi 60% TTF Buterfly Valve

SIMULASI AVAILABILITY			
TIME	AVAILABILITY	UPTIME (hrs)	DOWN TIME (hrs)
100,000	0.930320	93,032	6,968
200,000	0.927060	185,412	14,588
300,000	0.854893	256,468	43,532
400,000	0.990713	396,285	3,715
500,000	0.979930	489,965	10,035
600,000	0.954002	572,401	27,599
700,000	0.985407	689,785	10,215
800,000	0.950719	760,575	39,425
900,000	0.984336	885,902	14,098
1,000,000	0.885902	885,902	114,098

□ Uji Sensitivitas 60% TTF Tanki (TK-01/TK-02)

Dilakukan simulasi sistim dengan uji sensitivitas 60% TTF Tanki, yaitu Settling Tank (TK-01) dan Service Tank (TK-02) . Dari hasil simulasi diperoleh diperoleh data simulasi TTF dan TTR pada tabel 4.22.

Nantinya data-data tersebut akan dilakukan good of fit test untuk mencari distribusi sistim akimat uji sensitifitas terhadap komponen tanki (TK-01/TK-02)

Table 4.22 Data TTF Simulasi 60 % Tanki

DATA SIMULASI 60% TTF TANKI						
TTF (hrs)						
30	9728	44093	980	36278	3419	7321
36893	41343	2485	185	46773	661	9963
322	10648	30	45561	27569	1086	21121
9267	28287	851	10534	18327	3419	5565
19	7243	7137	1939	16988	7137	10104
14488	1615	1919	5297	3143	13935	9791
21912	197	6780	18195	431	19648	54593
8447	9209	6644	18771	11767	773	36092
1710	26089	10774	27892	15660	30801	25387
8149	20669	11744	10320	43445	30130	

Table 4.23 Data TTR Simulasi 60 % Tanki

DATA SIMULASI 60% TTF TANKI						
TTR (hrs)						
54	243	244	84	413	11	243
245	244	19	83	1	84	244
82	10	34	23	30	244	84
12	13	245	244	243	245	245
34	85	244	85	84	244	229
26	244	82	243	244	243	75
229	2	82	11	85	9	243
81	63	82	245	84	83	244
43	84	244	50	3	244	1
243	83	65	82	83	244	

Dari data diatas diperoleh distribusi kegagalan dan perawatan sebagai berikut :
DISTRIBUSI Sensitivity 60% TTF Tanki

Distribusi	:-	Weibull 3
Beta	:	0.7625
Eta	:	14288.38
Gamma	:	-81.7899
Rho	:	98.63%

DISTRIBUSI Sensitivity TTR 60% TTF Tanki

Distribusi	:-	Weibull 2
Beta	:	0.8589
Eta	:	146.1185
Gamma	:	0
Rho	:	96.50%

Sedangkan data availability ditambahkan pada table dibawah ini

Tabel 4.24 Data Simulasi Availability

SIMULASI AVAILABILITY			
TIME	AVAILABILITY	UPTIME	DOWN TIME
100,000	0.930880	93,088	6,912
200,000	0.956215	191,243	8,757
300,000	0.854217	256,265	43,735
400,000	0.988620	395,448	4,552
500,000	0.976792	488,396	11,604
600,000	0.952412	571,447	28,553
700,000	0.950474	665,332	34,668
800,000	0.987070	789,656	10,344
900,000	0.981834	883,651	16,349
1,000,000	0.974336	974,336	25,664

□ Uji Sensitivitas 60% TTF Oil Filter (IF-01,02,03,04) dan Pipe Line (IN)

Dilakukan simulasi sistim dengan uji sensitivitas 60% TTF Oil Filter dan 60% Pipe Line (IN) Diperoleh data yang hasilnya tetap sesuai existing sistim. Sehingga tidak mempengaruhi sistim yang ada.

4.7. Model Pembiayaan / Cost Model

Dalam analisa biaya perawatan ini, kita akan melakukan simulasi model pembiayaan dari Existing Sistim. Kita buat analisa biaya menjadi suatu model pembiayaan yang diwujudkan ke dalam model dibawah ini.

$$Cost = C_u + \frac{T_d}{MTBF} (C_f + C_v MTTR) \quad (4.1)$$

Dimana :

T_d = Desain economic life dalam jam operasi

C_u = Unit perolehan biaya/ Accussion Cost

C_f = Biaya tetap dari failure (seperti spare part)

C_v = Biaya variable per jam down time

(seperti labour rate x crew size dan loss of production)

Dalam analisa simulasi telah kita dapatkan nilai MTTF adalah = 18326.0107

Sedangkan nialai MTTR adalah = 108.6957

Sedangkan nilai biaya telah kita analisa pada analisa pola kebiasaan perawatan sebelumnya, Dan jika pandang sebagai satu kesatuan sistim, maka nilai-nilai tersebut adalah :

$$\begin{aligned} Cu &= \text{Rp. } 99.318.800,- \\ Cf &= \text{Rp. } 63.058.800,- \\ Cv &= \text{Rp. } 50.000 \times 6 = \text{Rp. } 300.000,- \end{aligned}$$

Sehingga Model Pembiayaan dapat diexpresikan kedalam rumusan sebagai berikut :

$$Cost = 99.318.800 + \frac{I_d}{18326.0107} (63.058.800 + 300.000.108.6957) \quad (4.2)$$

Dari model tersebut akan kita lakukan simulasi dari td 100.000, 200.000, 300.000,1.000.000 jam.

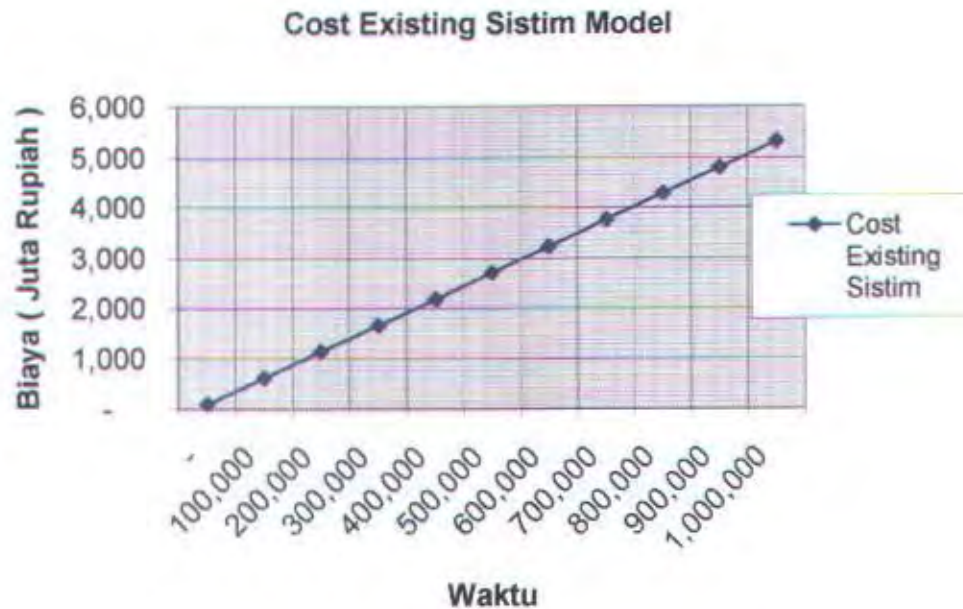
Hasil simulasi model pembiayaan diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.25 Simulasi Biaya Perawatan Existing Sistim

WAKTU	BIAYA PERAWATAN
Jam	Dalam Juta
-	99
100,000	621
200,000	1,143
300,000	1,665
400,000	2,187
500,000	2,710
600,000	3,232
700,000	3,754
800,000	4,276
900,000	4,798
1,000,000	5,320

Hasil simulasi tersebut adalah diperoleh dengan menggunakan program Matlab. Hal ini untuk mempermudah penghitungan dengan iterasi. Program dibuat dengan simulink. Kita tinggal membentuk rangkaian block sesuai dengan formulasi yang kita inginkan. Kemudian kita tetapkan jumlah simulasi dari t awal hingga t yang ikehendaki. Disamping kita tentukan interval simulasi yang kita inginkan. Maka kita runing simulasi maka kita bisa memperoleh hasil dari simulasi.

Dari data diatas kita bisa gambarkan grafik Model Pembiayaan sebagai berikut :



Gambar 4.24 Grafik Model Pembiayaan

4.7.1 Uji Sensitifitas Terhadap Model Pembiayaan

Dilakukan uji sensitifitas terhadap model pembiayaan guna mencari optimasi biaya perawatan yang paling efisien. Dalam uji sensitifitas ini nanti kita akan melakukan sensitifitas terhadap 40%, 60%, 80%, 120%, 140 % MTTF dan juga terhadap 40%, 60%, 80%, 120%, 140 % MTTR.

Dari uji sensitifitas kita peroleh nilai biaya maintenance sebagai berikut :

Tabel 4.26 Simulasi Biaya Perawatan % MTTF Sistim

WAKTU Jam	BIAYA PERAWATAN % MTTF				
	Dalam juta Rupiah				
	100%	40%	60%	80%	120%
-	99.319	99.319	99.319	99.319	99.319
100.000	821.350	1.404.400	969.370	751.860	534.340
200.000	1.143.400	2.709.500	1.839.400	1.404.400	969.370
300.000	1.665.400	4.014.600	2.709.500	2.056.900	1.404.400
400.000	2.187.400	5.319.600	3.579.500	2.709.500	1.839.400
500.000	2.709.500	6.624.700	4.449.600	3.362.000	2.274.400
600.000	3.231.500	7.929.800	5.319.600	4.014.600	2.709.500
700.000	3.753.500	9.234.900	6.189.700	4.667.100	3.144.500
800.000	4.275.600	10.540.000	7.059.700	5.319.600	3.579.500
900.000	4.797.600	11.845.000	7.929.800	5.972.200	4.014.600
1.000.000	5.319.600	13.150.000	8.799.800	6.624.700	4.449.600

Tabel 4.27 Simulasi Biaya Perawatan % MTTR Sistim

WAKTU Jam	BIAYA PERAWATAN % MTTR				
	Dalam Juta Rupiah				
	100%	40%	60%	80%	120%
-	99.319	99.319	99.319	99.319	99.319
100.000	821.350	514.590	550.180	585.760	656.940
200.000	1.143.400	929.880	1.001.000	1.072.200	1.214.600
300.000	1.665.400	1.345.100	1.451.900	1.558.700	1.772.200
400.000	2.187.400	1.760.400	1.902.700	2.045.100	2.329.800
500.000	2.709.500	2.175.700	2.353.600	2.531.500	2.887.400
600.000	3.231.500	2.590.900	2.804.500	3.018.000	3.445.000
700.000	3.753.500	3.006.200	3.255.300	3.504.400	4.002.600
800.000	4.275.600	3.421.500	3.706.200	3.990.900	4.560.300
900.000	4.797.600	3.836.700	4.157.000	4.477.300	5.117.900
1.000.000	5.319.600	4.252.000	4.607.900	4.963.800	5.675.500

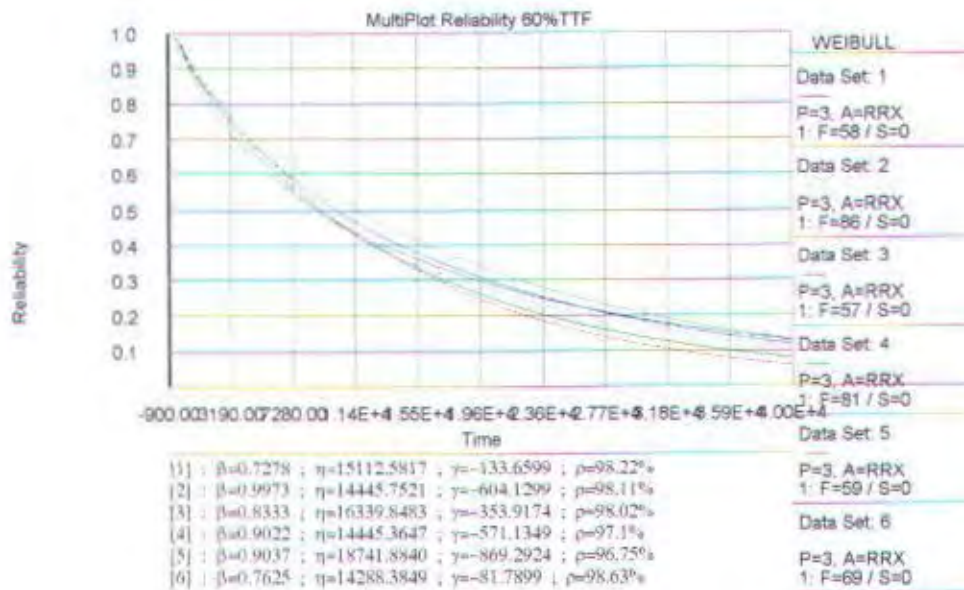
4.8. Analisa Perbandingan

Pengambilan sebuah keputusan, adalah suatu tahapan yang paling menentukan. Hal ini dikarenakan apapun hasil keputusan, akan berakibat terhadap proses yang kita jalani. Dalam mengambil sebuah keputusan, kita harus menemukan titik optimum dari nilai keputusan. Ada beberapa metode guna analisa pengambilan keputusan, salah satu dari teori pengambilan keputusan yaitu analisa perbandingan. Dari analisa ini kita bisa melihat dari berbagai alternatif keputusan, dan kita bisa menemukan titik optimum dari berbagai alternatif tersebut.

Analisa perbandingan ini akan kita terapkan dari hasil uji sensitifitas yang telah kita lakukan. Kita akan membandingkan data distribusi kegagalan sistim guna analisa keandalan sistim, membandingkan data availability untuk mencari optimum operasi, dan membandingkan data model pembiayaan guna efisiensi operasional.

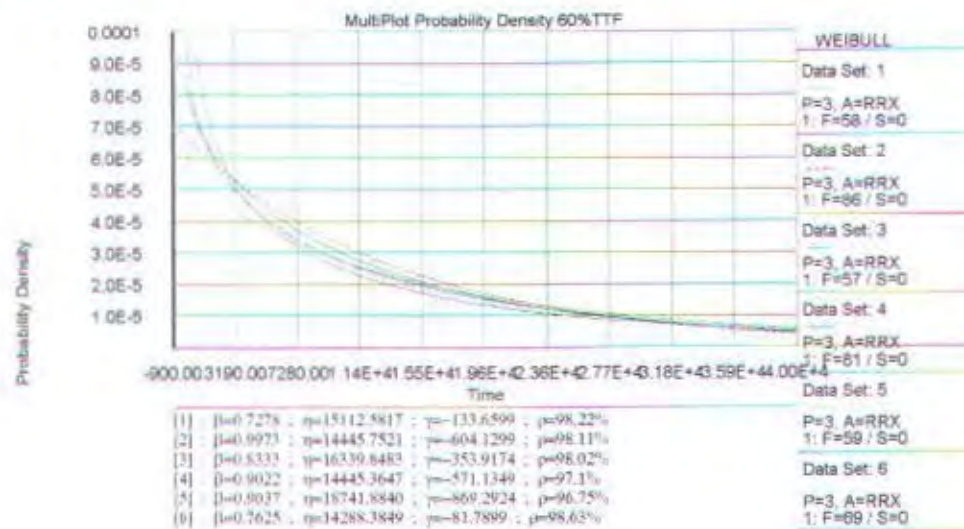
4.8.1. Analisa Perbandingan Distribusi Kegagalan

Pada tahapan ini kita akan membuat plot gambar distribusi kegagalan dari existing sistim dan hasil sensitivity analisis dalam berbagai kondisi. Dari data-data yang kita peroleh pada tahap simulasi dan uji sensitifitas, kita bisa membuatnya ke dalam satu multiplot grafik sebagai berikut :



Gambar 4.25 Grafil Multiplot Reliability

Guna melihat analisa perbandingan reliability lebih akurat kita bandingkan fungsi distribusi cumulatifnya atau fungsi PDF nya. Maka kita bisa memperoleh gambar analisa perbandingan nya di bawah ini :



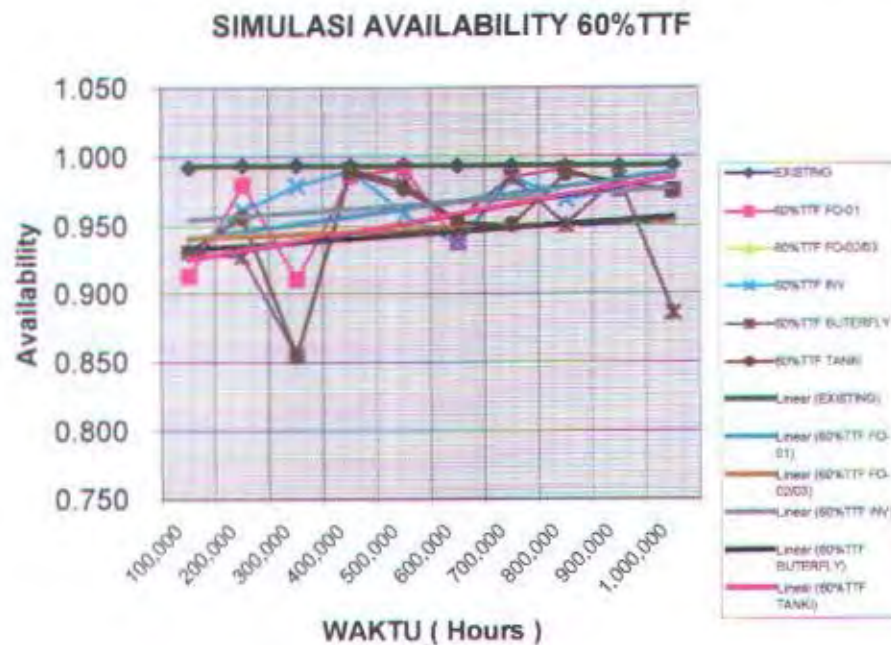
Gambar 4.26 Grafik Multiplot PDF

Kalau kita melihat multiplot grafik diatas, kita bisa membandingkan grafik-grafik tersebut dengan refrensi grafik existing sistim. Terlihat bahwa grafik yang reliabilitynya paling rendah adalah data set-2 yaitu sewaktu kita lakukan sensitivity analisis 60 % TTF Derating Tank FO-01. Maka bisa disimpulkan bahwa komponen sensitif dari sistim tersebut adalah komponen Derating Tank FO-01, sedikit saja kita lakukan perubahan, maka akan reliabilitinya turun drastis.

4.8.2 Analisa Perbandingan Nilai Availability

Setelah kita melakukan uji sensitifitas 60 % TTF terhadap sistim, terhadap komponen-komponen yang ada, kita akan plot nilai availability sistim. Kita dekati grafik availability kedalam linier trand line, kemudian kita gambarkan masing-masing trand line availability. Kita cari trand line availability yang membentuk sloop paling besar, maka komponen itulah yang paling sensitif. Komponen tersebut akan memiliki pengaruh yang besar terhadap sistim jika kita lakukan respon terhadap komponen tersebut. Sedangkan trand line yang cenderung menurun merupakan komponen kritis yang harus diperhatikan.

Maka kita plot grafik availability, dan kita memperoleh gambaran dibawah ini :

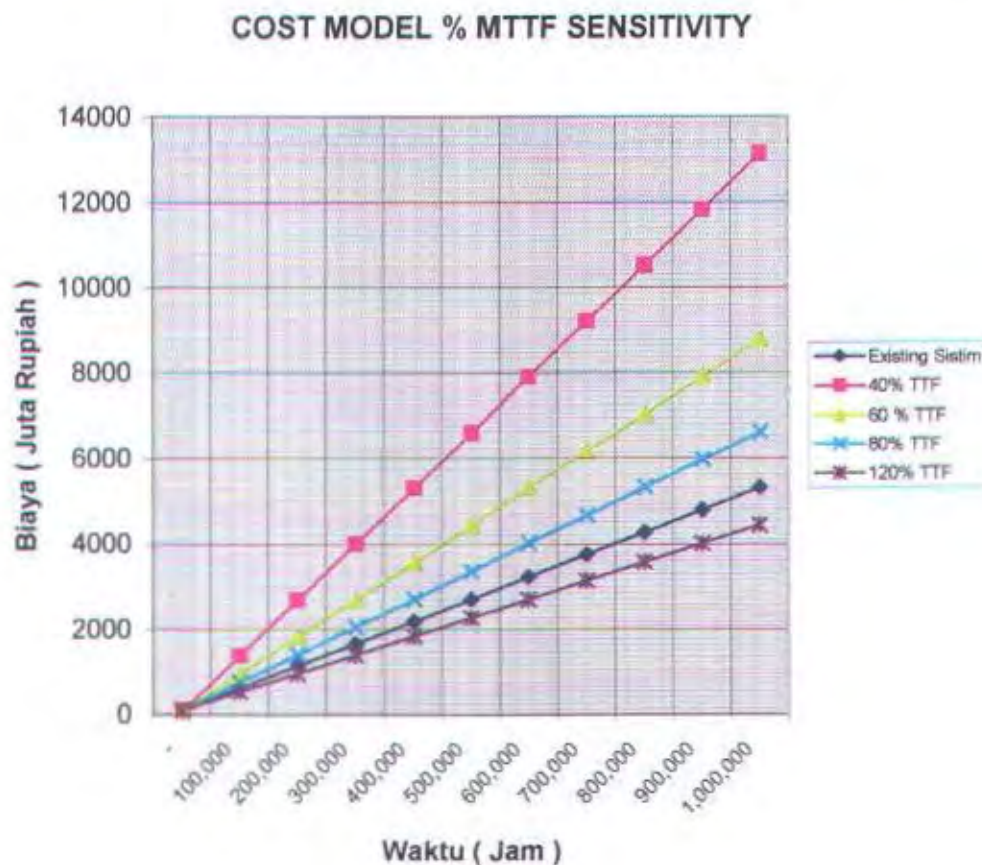


Gambar 4.27 Garfik Simulasi Availability 60% TTF

Dari gambar diatas terlihat bahwa uji sensitifity 60%TTF FO-01, menghasilkan grafik availability dengan sloop paling besar. Sehingga komponen sensitive sistim adalah FO-01 / Derating tank. Sedangkan grafik availability yang cenderung menurun adalah hasil uji sensitifitas pada komponen 60% TTF Fuel Oil Pump FO-02/03. Sehingga bisa disimpulkan komponen kritis dari sistim adalah FO-02/03 yaitu Fuel Oil Pump.

4.8.3. Analisa Perbandingan Biaya

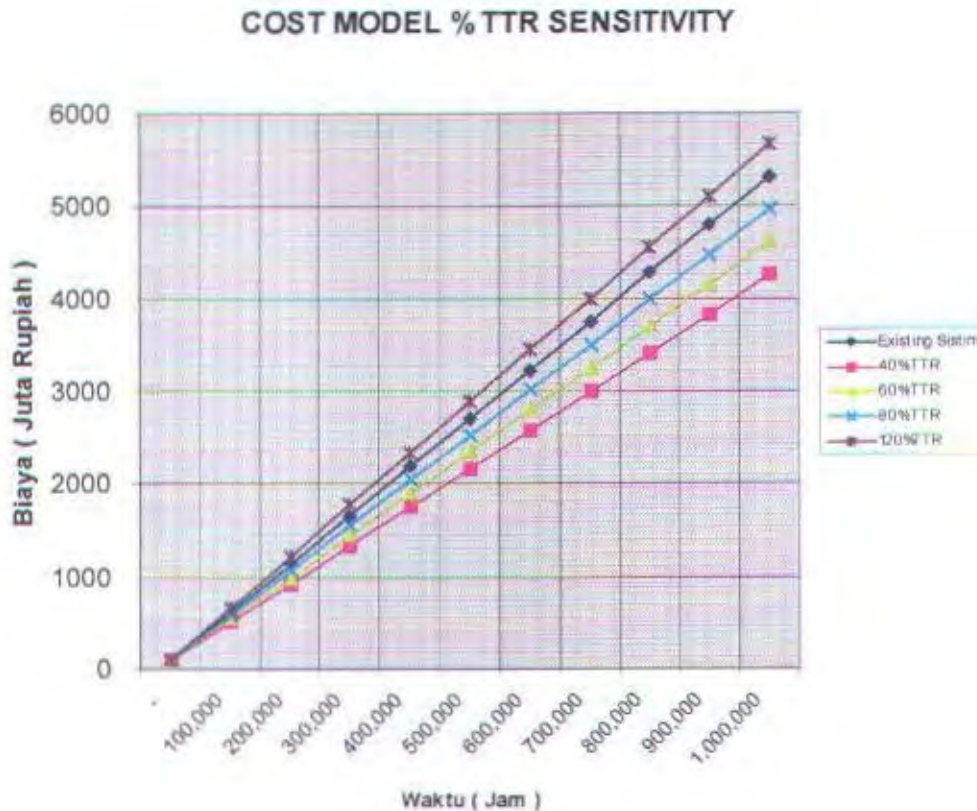
Seperti analisa perbandingan sebelumnya, kita akan plot grafik biaya dalam multiplot grafik. Adapun grafik tersebut bisa digambarkan ke dalam grafik dibawah ini :



Gambar 4.28 Grafik Model Pembiayaan % MTTF

Dari grafik terlihat, semakin panjang MTBF semakin rendah biaya pemeliharanya.

Sedangkan jika kita lakukan uji perbandingan biaya terhadap uji sensitifity terhadap prosen MTTR bisa terlihat pada ilustrasi gambar di bawah ini :



Gambar 4.29 Grafik Model Pembiayaan % TTR

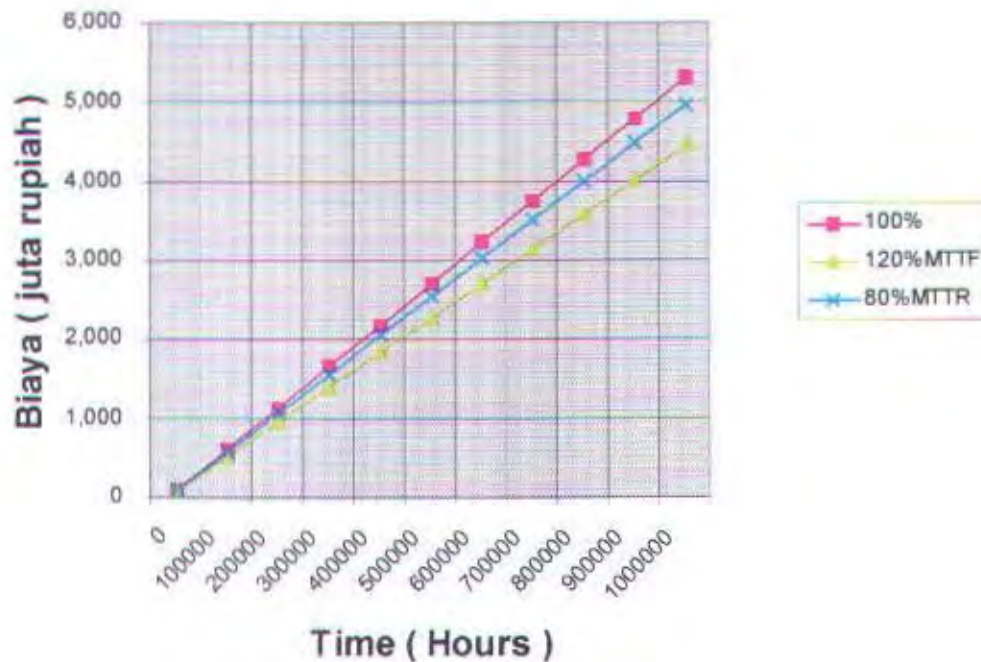
Terlihat semakin besar % TTR semakin tinggi cost perawatan. Hal ini bersifat kebalikan dari % TTF.

Sehingga dari kedua grafik diatas kita bisa menyimpulkan untuk menekan biaya perawatan kita harus berusaha menekan waktu TTR dan memperpanjang waktu TTF.

Tahapan kali ini kita mau mengambil suatu kesimpulan, mana yang lebih optimal, menaikkan 20 % MTTF atau menurunkan 20 % MTTR. Untuk analisa ini

kita akan plot grafik biaya untuk existing sistim , 120% MTTF dan 80% MTTR. Dari hasil plot bisa kita lihat grafik dibawah ini.

Grafik Cost % MTTF & MTTR



Gambar 4.30 Grafik Perbandingan Model Pembiayaan % MTTF dan MTTR

Kita bisa mengambil analisa dari plot diatas adalah, lebih menguntungkan memperpanjang jarak MTTF dari pada memperpendek MTTR dengan prosentase yang sama. Sehingga sebaiknya kita memperpanjang jarak maintenance. Akan tetapi kita fahami bahwa memperpanjang jarak TTF berarti merubah kondisi operasi, lingkungan operasi, dan pola perawatan, sedangkan memperpendek TTR berarti memperbaiki management perawatan.

4.8.4. Optimasi Biaya Perawatan

Pada bahasan sebelumnya didapatkan kesimpulan memperpanjang jarak TTF lebih sulit, dibanding memperpendek jarak TTF. Maka pada optimasi biaya ini kita

berusaha mencari titik optimum biaya perawatan pada nilai availability = 0.993 dengan melakukan uji sensitifitas biaya terhadap MTTR.

4.8.4.1. Desain Trade-Off Analysis

Kita mencari dulu nilai Inherent Availability :

$$A_{inh} = \lim_{T \rightarrow \infty} A(t) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

$$= \frac{1.833 \times 10^4}{(1.833 \times 10^4 + 108.696)} = 0.994 \quad (4.3)$$

$$MTTR = \frac{1 - A_{inh}}{A_{inh}} MTBF \quad (4.4)$$

Dalam hal ini kita menetapkan terlebih dulu Availability Goal untuk mendapatkan nilai alokasi perawatan.

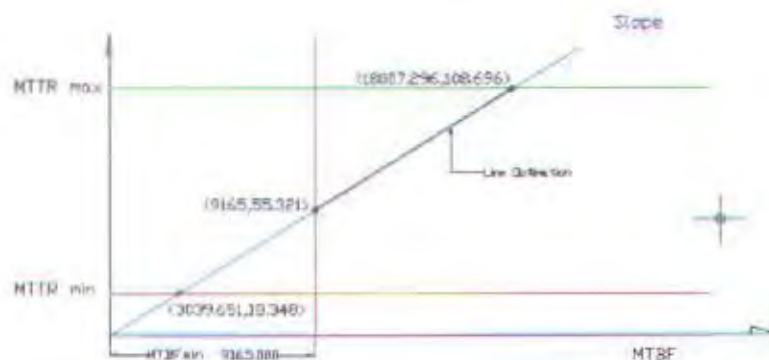
$$MTTR_i \leq \frac{1 - A_i}{A_i} MTBF_i \quad (4.5)$$

Disini kita menetapkan availability goal Amin = 0.993 dan Amax = 0.999 sehingga kita bisa mendapatkan nilai MTTR min dan MTTR max adalah :

$$MTTR_{max} = \frac{1 - 0.994}{0.994} \cdot 1.833 \times 10^4 = 108.69615 hrs$$

$$MTTR_{min} = \frac{1 - 0.999}{0.999} \cdot 1.833 \times 10^4 = 18.348 hrs$$

Sedangkan untuk harga MTBF kita desain $MTBF_{min} \geq 50\% MTBF_i$, yaitu $0,5 \times 1.833 \times 10^4 hrs = 9165 hrs$. Maka kita bisa menggambarkan MTTR dengan MTBF design trade off sebagai berikut :



Gambar 4.31 Desain Trade-Off

Dari grafik diatas kita bisa ambil garis optimasi yaitu pada MTBF = 55,321 hrs sampai dengan MTBF= 108.696 hrs.

Kita lakukan sensitivity analisis sebagai berikut untuk mencari nilai optimum, dengan uji sensitifitas % terhadap jarak interfal MTBF:

Tabel 4.29

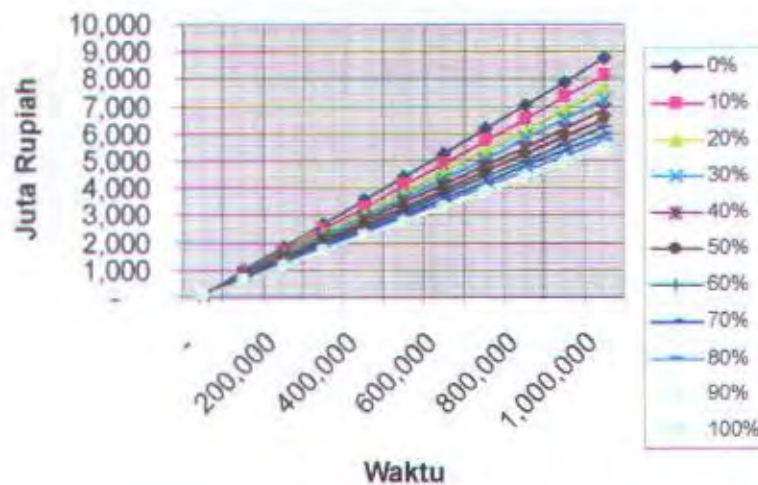
Nilai MTTF & MTTR pada desain trade-off

% Interval MTBF	Nilai Interval	Nilai MTTF	Nilai MTTR	Index
8842			= Slope x MTBF ² 0.000036217x MTBF	$Index = \frac{1}{MTBF} (C_f + C_r MTTR)$
0	-	9,165	55	8,690
10	884	10,049	61	8,065
20	1,768	10,933	66	7,577
30	2,653	11,818	71	7,146
40	3,537	12,702	77	6,774
50	4,421	13,586	82	6,451
60	5,305	14,470	87	6,167
70	6,190	15,355	93	5,916
80	7,074	16,239	98	5,693
90	7,958	17,123	103	5,492
100	8,842	18,007	109	5,311

Cu	Rp	99.318,800
Cf	Rp	63.058,800
Cv	Rp	300.000

Maka diperoleh grafik cost simulasi dibawah ini :

Sensitivity % MTTR Desain Trade-Off



Gambar 4.32 Grafik Biaya Perawatan Desain Trade-Off

Darai grafik sudah terlihat jelas, bahwa pada 100% interfal desain trade off memiliki grafik pembiayaan paling kecil. Sehingga titik point optimum terletak pada nilai MTBF = 18.007 hrs dan MTTR = 109 hrs. Hal ini tidak bertentangan dengan uji sensitifitas sebelumnya, yaitu nilai optimum dari pembiayaan jika kita semakin memperpanjang jarak MTBF dari pada memperkecil jarak MTTR.



BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

Pada pembahasan bab ini, kita menarik kesimpulan dari pembahasan analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Kesimpulan-kesimpulan tersebut bisa kita jadikan dasar referensi untuk menentukan kebijakan-kebijakan berkenaan dengan pemeliharaan sistim bahan bakar pada kapal Caraka Jaya Niaga III-6.

5.1. Kesimpulan

Dari pembahasan dan analisa pada tugas akhir ini kita bisa menyimpulkan beberapa hal, antara lain.

1. Metode simulasi bisa dipergunakan untuk menganalisa sistim secara mudah dan sederhana, tidak memerlukan analisa perhitungan yang rumit.
2. Dengan metode simulasi kita bisa mengetahui karakteristik sistim bahan bakar pada kapal Caraka Jaya Niaga III-6 yaitu untuk model keandalannya mengikuti distribusi Weibull 3 dengan parameter Beta $\beta = 0,7278$, Eta $\eta = 15112,58$, dan Gamma $\gamma = -133,66$. Sedangkan untuk model perawatannya adalah mengikuti distribusi Exponensial dengan parameter Lamda $\lambda = 0,0092$.
- * 3. Waktu rata-rata kegagalan sistim adalah 18326 jam, dan waktu rata-rata perbaikan adalah 109 jam.
- * 4. Nilai rata-rata availability sistim adalah $= 0,994$ sehingga secara desain relatif tinggi mendekati 1.
5. Dengan uji sensitifitas didapatkan kesimpulan komponen kritis dari sistim bahan bakar tersebut adalah komponen Fuel Oil Pump (FO-02 dan FO-03)
6. Guna optimasi biaya maka memperpanjang waktu kegagalan lebih menguntungkan dari pada memperpendek waktu perbaikan.
7. Pada desain trade-off nilai optimum untuk biaya perawatan yaitu jika MTBF sistim $= 1807,296$ hrs dan nilai MTTR $= 109$

5.2. Saran-saran

1. Dalam penetapan jarak perawatan komponen, maka bisa didasarkan pada nilai MTTF dari masing-masing komponen

2. Kondisi sistem harus dipertahankan untuk mendapatkan nilai availability yang tinggi, kalau perlu ditingkatkan lagi sehingga nilai availability bisa mencapai 1 atau tidak pernah mengalami kegagalan.
3. Memperpanjang waktu MTBF berarti perbaikan dalam kondisi operasi kerja, kualitas perawatan, kebersihan lingkungan, dan keahlian operator
4. Memperpendek waktu MTTR berarti memperbaiki manajemen perawatan dalam arti, mempercepat waktu delay, penyediaan spare part yang cepat, dan kecepatan dalam perbaikan.
5. Catatan perawatan di kapal harus diterapkan lebih baik, seharusnya setiap komponen memiliki catatan yang khusus, sehingga analisa akan lebih akurat.
6. Pemeliharaan komponen Fuel Oil Pump harus lebih diperhatikan, mengingat komponen tersebut adalah komponen kritis. Kalau perlu menggantinya dengan pompa yang memiliki reliability yang sangat baik, lebih baik dari pompa yang sekarang. Bisa juga memasang redundance lagi paralel dengan pompa yang ada.
7. Untuk hasil lebih cepat dalam simulasi, pembuatan software khusus simulasi sangat membantu, sehingga didapat hasil yang optimal dalam simulasi.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

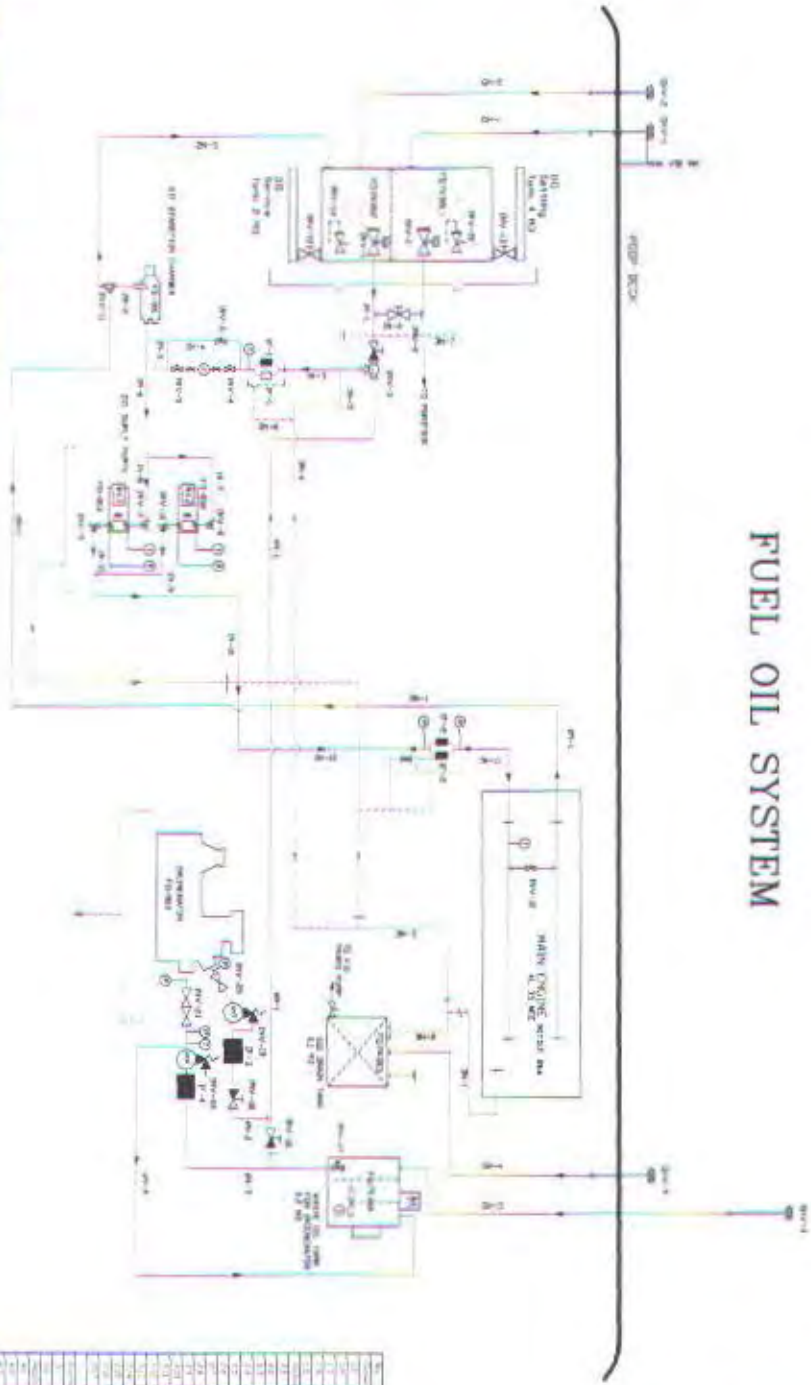
1. Charless E.Ebeling, *An Introduction To Reliability Maintainability, The McGraw-Hill Companies,Inc,1997*
2. Patric. DT. Oconnor, *Practical Reliability Engineering, 1994*
3. Dimitri Kececioglu,Ph.D.P.E, *Reliability Engineering Hand Book, Prentice Hall PTR. Englewood Cliffs, New Jersey, Vol 1 & II*
4. A.K.S. Jardine, *Maintenance, Replacement, and Reliability,1973*
5. Averill.M. Law,David Kelton, *Simulation Modeling & Analisis,1991*
6. P. Siagian, *Penelitian Operasional,Universitas Indonesia Press,1987*
7. Ronald.E.Walpole, *Ilmu peluang & Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan, ITB Bandung, edisi ke-4,1995*
8. Weibull-Plus User Manual,1994
9. Nonelectronic Parts Reliability Data, Reliability Analysis Center, 1991

LAMPIRAN

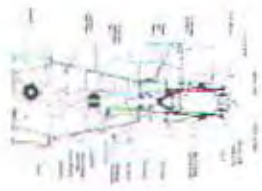


MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

FUEL OIL SYSTEM



DIP LINE
DRAIN LINE



NO.	REVISION	DESCRIPTION
1		ISSUED FOR CONSTRUCTION
2		REVISION
3		REVISION
4		REVISION
5		REVISION
6		REVISION
7		REVISION
8		REVISION
9		REVISION
10		REVISION
11		REVISION
12		REVISION
13		REVISION
14		REVISION
15		REVISION
16		REVISION
17		REVISION
18		REVISION
19		REVISION
20		REVISION
21		REVISION
22		REVISION
23		REVISION
24		REVISION
25		REVISION
26		REVISION
27		REVISION
28		REVISION
29		REVISION
30		REVISION
31		REVISION
32		REVISION
33		REVISION
34		REVISION
35		REVISION
36		REVISION
37		REVISION
38		REVISION
39		REVISION
40		REVISION
41		REVISION
42		REVISION
43		REVISION
44		REVISION
45		REVISION
46		REVISION
47		REVISION
48		REVISION
49		REVISION
50		REVISION

ENGINEER: [Signature]
 CHECKED: [Signature]
 DRAWN: [Signature]

TITLE: FUEL OIL SYSTEM
 PROJECT: CIBANG JAYA MISCRA 03-4

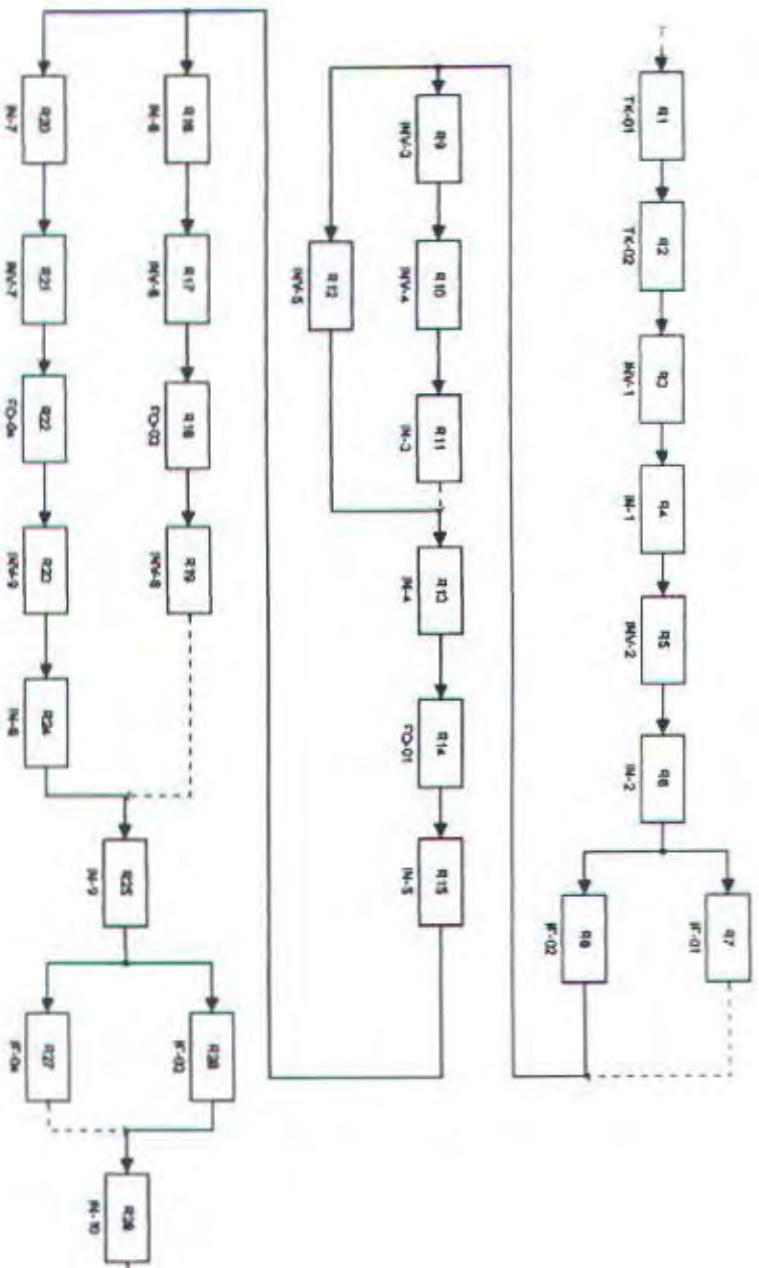
SCALE: [Blank]
 SHEET NO: [Blank]
 TOTAL SHEETS: [Blank]

FUEL OIL SYSTEM



NO	REVISION	DESCRIPTION	DATE
1		ISSUED FOR CONSTRUCTION	15/01/2010
2		REVISION	15/01/2010
3		REVISION	15/01/2010
4		REVISION	15/01/2010
5		REVISION	15/01/2010
6		REVISION	15/01/2010
7		REVISION	15/01/2010
8		REVISION	15/01/2010
9		REVISION	15/01/2010
10		REVISION	15/01/2010
11		REVISION	15/01/2010
12		REVISION	15/01/2010
13		REVISION	15/01/2010
14		REVISION	15/01/2010
15		REVISION	15/01/2010
16		REVISION	15/01/2010
17		REVISION	15/01/2010
18		REVISION	15/01/2010
19		REVISION	15/01/2010
20		REVISION	15/01/2010
21		REVISION	15/01/2010
22		REVISION	15/01/2010
23		REVISION	15/01/2010
24		REVISION	15/01/2010
25		REVISION	15/01/2010
26		REVISION	15/01/2010
27		REVISION	15/01/2010
28		REVISION	15/01/2010
29		REVISION	15/01/2010
30		REVISION	15/01/2010
31		REVISION	15/01/2010
32		REVISION	15/01/2010
33		REVISION	15/01/2010
34		REVISION	15/01/2010
35		REVISION	15/01/2010
36		REVISION	15/01/2010
37		REVISION	15/01/2010
38		REVISION	15/01/2010
39		REVISION	15/01/2010
40		REVISION	15/01/2010
41		REVISION	15/01/2010
42		REVISION	15/01/2010
43		REVISION	15/01/2010
44		REVISION	15/01/2010
45		REVISION	15/01/2010
46		REVISION	15/01/2010
47		REVISION	15/01/2010
48		REVISION	15/01/2010
49		REVISION	15/01/2010
50		REVISION	15/01/2010
51		REVISION	15/01/2010
52		REVISION	15/01/2010
53		REVISION	15/01/2010
54		REVISION	15/01/2010
55		REVISION	15/01/2010
56		REVISION	15/01/2010
57		REVISION	15/01/2010
58		REVISION	15/01/2010
59		REVISION	15/01/2010
60		REVISION	15/01/2010
61		REVISION	15/01/2010
62		REVISION	15/01/2010
63		REVISION	15/01/2010
64		REVISION	15/01/2010
65		REVISION	15/01/2010
66		REVISION	15/01/2010
67		REVISION	15/01/2010
68		REVISION	15/01/2010
69		REVISION	15/01/2010
70		REVISION	15/01/2010
71		REVISION	15/01/2010
72		REVISION	15/01/2010
73		REVISION	15/01/2010
74		REVISION	15/01/2010
75		REVISION	15/01/2010
76		REVISION	15/01/2010
77		REVISION	15/01/2010
78		REVISION	15/01/2010
79		REVISION	15/01/2010
80		REVISION	15/01/2010
81		REVISION	15/01/2010
82		REVISION	15/01/2010
83		REVISION	15/01/2010
84		REVISION	15/01/2010
85		REVISION	15/01/2010
86		REVISION	15/01/2010
87		REVISION	15/01/2010
88		REVISION	15/01/2010
89		REVISION	15/01/2010
90		REVISION	15/01/2010
91		REVISION	15/01/2010
92		REVISION	15/01/2010
93		REVISION	15/01/2010
94		REVISION	15/01/2010
95		REVISION	15/01/2010
96		REVISION	15/01/2010
97		REVISION	15/01/2010
98		REVISION	15/01/2010
99		REVISION	15/01/2010
100		REVISION	15/01/2010

TITLE: FUEL OIL SYSTEM
 DRAWN: [Name]
 CHECKED: [Name]
 APPROVED: [Name]
 DATE: 15/01/2010



Model Block Diagram

Record Data Failure

Component : FO Suply Pump (FO 03 / FO 04)

No	Periode	Failure Condition	Failure Date	Stop Repair	TTF		TTR	
					Day	Hour	Day	Hour
1	Feb-01	1	28 Feb 01 (dock)					
2	Mar-01	1						
3	Apr-01	1						
4	May-01	1						
5	Jun-01	0	22 Juni 01	22 Jun 01	96	2304	1	24
6	Jul-01	1						
7	Aug-01	1						
8	Sep-01	1						
9	Oct-01	1						
10	Nov-01	1						
11	Dec-01	0	4 Dec 01	7 Dec 01	114	2736	3	72
12	Jan-02	0	24 Jan 02	27 Jan 02	49	1176	3	72
13	Feb-02	1						
14	Mar-02	1						
15	Apr-02	1						
16	May-02	1						
17	Jun-02	1						
18	Jul-02	1						
19	Aug-02	1						
20	Sep-02	1						
21	Oct-02	1						
22	Nov-02	1						
23	Dec-02	1						
24	Jan-03	1						
25	Feb-03	1						
26	Mar-03	1						
27	Apr-03	1						
28	May-03	1						
29	Jun-03	0	14 Jun 03	20 Jun 03	505	12120	6	144
30	Jul-03	1						
31	Aug-03	1						
32	Sep-03	1						
33	Oct-03	1						
34	Nov-03	1						
35	Dec-03	1						

Resume TTF = Time To Failure

Periode	TTF
1	2304
2	2736
3	1176
4	12120
Total	18336
X rata-rata	4584

Resume TTR = Time To Repair

Periode	TTR
1	24
2	72
3	72
4	144
Total	312
X rata-rata	78

Failure Distribution Model

Method : Maximum Like Hood Estimation

Suggest Distribu Weibull 3

Beta	0.6681
Eta	2645.229
Gamma	1102.6
Rho	N/A
LK.Val	-35.997

Repair Distribution Model

Method : Maximum Like Hood Estimation

Suggest Distribu Weibull 2

Beta	1.9146
Teta	88.1435
Gamma	0
Rho	N/A
LK.Val	-20.4287

Record Data Failure

Component : FO Filter (IF 03 / IF 04)

No	Periode	Failure Condition	Failure Date	Stop Repair	TTF		TTR	
					Day	Hour	Day	Hour
1	Feb-01	1	28 Feb 01 (dock)					
2	Mar-01	1						
3	Apr-01	1						
4	May-01	1						
5	Jun-01	0	29 Jun 01	29 Jun 01	121	2904	1	1.2
6	Jul-01	1						
7	Aug-01	1						
8	Sep-01	1						
9	Oct-01	0	4 Oct 01	4 Oct 01	97	2328	1	3
10	Nov-01	1						
11	Dec-01	1						
12	Jan-02	1						
13	Feb-02	1						
14	Mar-02	1						
15	Apr-02	1						
16	May-02	1						
17	Jun-02	1						
18	Jul-02	1						
19	Aug-02	1						
20	Sep-02	1						
21	Oct-02	1						
22	Nov-02	1						
23	Dec-02	1						
24	Jan-03	1						
25	Feb-03	1						
26	Mar-03	1						
27	Apr-03	1						
28	May-03	1						
29	Jun-03	1						
30	Jul-03	1						
31	Aug-03	1						
32	Sep-03	1						
33	Oct-03	1						
34	Nov-03	1						
35	Dec-03	1						

Resume TTF = Time To Failure

Periode	TTF
1	2904
2	2328
Total	5232
X rata-rata	1308

Resume TTR = Time To Repair

Periode	TTR
1	1.2
2	3
Total	1.2
X rata-rata	0.3

Failure Distribution Model

Method : Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribusi Weibull 3

Beta	10.7556
Eta	2722.738
Gamma	23.38
Rho	N/A
LK.Val	-14.1444

Repair Distribution Model

Method : Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribusi Weibull 3

Beta	2.4711
Teta	2.2667
Gamma	0.103
Rho	N/A
LK.Val	-2.5339

Record Data Failure

Component : FILTER (IF-01/IF-02)

Data kesulitan dicari karena tidak terecord.

Data dipakai : RCM (Reliability Center Manitenance)

Part Discription	:	Mechanical Filter, Hydraulic, Fuel, Wire Mesh
Qual Level	:	UNK
Envi. Source	:	GF 18354-000
Enviroment	:	Groun fixed-Condition less than ideal
Source	:	18354-000
Failure Rate E6	:	2.5284
Total Field	:	4
Operating E6	:	1.582 Million Hours

Untuk itu dilakukan Generate Data

Distribusi Pendugaan	Exponential
Failure Rate	2.5284E-06
Data	4

Generate Data

	TTF
1	8.55E+05
2	8.07E+04
3	1.27E+05
4	3.91E+05
Total	1,453,700 Hrs
Rata-rata	363,425 Hrs

Untuk TTR

Dilakukan Estimasi	Hours
Pembongkaran	0.5
Fabrikasi	1.4
Pemasangan Erection	0.5
Total waktu	2.4
MTTR	2.4 Hours

Random Generate

Distribusi	Normal
Mean	2.4
STD	1

Data Random

1	1.2114
2	2.0349
3	2.8394
4	1.5453

Total	7.631
Rata-rata	1.090143

Failure Distribution Model

Methode : Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribution Weibull 3

Beta	0.964
Eta	320059
Gamma	40328.7
Rho	N/A

Repair Distribution Model

Methode : Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribution Exponential 2

Lamda	0.0098
Gamma	-11.0287
Rho	N/A
LK.Val	-39.40061

Record Data Failure

Component : TANKI (TK 01 / TK 02)

Data kesulitan dicari karena tidak terecord.

Data dipakai : RCM (Reliability Center Manitenance)

Part Discription	Gauge, Fuel, Storage Tank Ind.
Qual Level	Mil
Envi. Source	GF NPRD-015
Enviroment	Groun fixed-Condition less than ideal
Source	NPRD-015
Failure Rate E6	6.7179
Total Field	7
Operating E6	1.042 Million Hours

Untuk itu dilakukan Generate Data

Distribusi Pendugaan	Exponential
Failure Rate	6.7179E-06
Data	7

Generate Data

	TTF
1	18,562.11
2	4,453.14
3	151,271.00
4	61,628.44
5	515,137.00
6	431,461.00
7	39,550.36
Total	1,222,063.05
Rata-rata	174580.4353

Untuk TTR

Dilakukan Estimasi	Day	Hours
Pembongkaran		8
Fabrikasi	7	168
Pemasangan Erection	2	48
Total waktu		224
MTTR		224 Hours

Random Generate

Distribusi	Exponential
Lamda	0.004464
Data	7

Data Random

1	52.3554
2	5.4645
3	144.163
4	152.1705
5	33.8863
6	236.9322
7	15.0401

Total	640,012
Rata-rata	91.43029

Failure Distribution Model

Method : Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribution Weibull 3

Beta	0.7083
Eta	13.9910×10^4
Gamma	1781.356
Rho	N/A
LK.Val	-90.6781

Repair Distribution Model

Method : Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribution Exponential 2
Lamda 0.0098

Gamma	-11.0287
Rho	N/A
LK.Val	-39.40061

Record Data Failure

Component : DEARATINK TANK (FO 01)

Data kesulitan dicari karena tidak terecord.

Data dipakai : RCM (Reliability Center Manitenance)

Part Discription	:	FO. Mixing Botle with valve
Qual Level	:	
Envi. Source	:	
Enviroment	:	
Source	:	Tabel A.1
Failure Rate	:	0.057 /10 ⁴
Total Field	:	
Operating	:	Million Hours

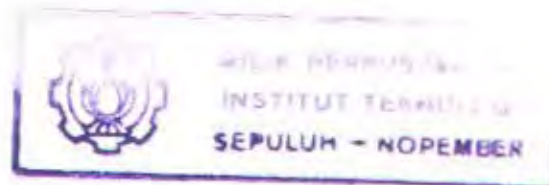
Untuk itu dilakukan Generate Data

Distribusi Pendugaan	Exponential
Failure Rate	0.0000057
Data	7

Generate Data

	TTF
1	61.94
2	5.05E+05
3	5.11E+05
4	9.26E+05
5	2.02E+06
6	2.34E+06
7	2.35E+06

Total
Rata-rata



Untuk MTTR

Dilakukan Estimasi	Day	Hours
Pembongkaran		
Fabrikasi		
Pemasangan Erection		
Total waktu		
MTTR		230 Hours

Untuk itu dilakukan Generate data

Distribusi Pendugaan	Normal
Mean	230
Std	0.95
Data	7

Generate Data	TTR
1	228.5
2	229
3	229
4	229
5	230
6	231
7	231

Failure Distribution Model

Method : Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distributic Exponential

Lamda	8.03E-07
Gamma	0
Rho	N/A

Repair Distribution Model

Method :

Sugest Distribution	Weibull 3
Beta	270.234
Eta	230.0734
Gamma	0
Rho	89.20%

Record Data Failure

Component : VALVE

Data kesulitan dicari karena tidak terecord.

Data dipakai : RCM (Reliability Center Manitenance)

Part Discription	Valve
Qual Level	Mil
Envi. Source	NH 24794-000
Enviroment	
Source	MIL 24794-000
Failure Rate E6	595.9746
Total Field	132
Operating E6	0.2215 Million Hours

Untuk itu dilakukan Generate Data

Distribusi Pendugaan	Exponential
Failure Rate	0.000595975
Data	132

Generate Data

TTF							
4893.2656	5245.646	894.7285	5238.9	7116.777	84.953	3834.179	
1132.4368	3101.7633	479.9735	1243.354	1011.836	123.2905	162.0514	
722.7208	3020.336	2137.022	792.205	1064.974	3497.53	1325.13	
182.5553	5694.2447	1937.964	2101.704	6186.271	4159.687	830.0015	
897.6703	102.3105	2113.728	653.7008	732.3307	465.6296	602.8566	
142.2163	3555.8574	1800.191	1983.997	3165.657	1106.743	80.8717	
699.753	953.2286	570.5236	2745.178	1280.911	903.7462	4554.308	
1506.7584	2604.8092	706.8607	748.3938	2546.055	2091.154	414.8473	
617.3085	1129.3266	858.8069	693.9951	1981.296	716.3327	1494.089	
112.0792	1757.0212	781.432	1290.61	624.4743	960.3045	1586.193	
271.7047	1976.0057	1509.276	727.3634	1022.198	1173.047	2066.047	
1721.2062	110.9373	3021.762	466.0944	3031.827	768.9661	468.0567	
1123.5433	501.0626	1032.033	3475.377	2800.233	822.4676	425.8689	
581.9606	617.1663	722.7807	235.3198	3219.873	84.213	682.6651	
3971.8228	1435.9162	4962.444	2130.851	3617.483	404.0587	884.0218	
2657.6349	1485.6182	1794.649	972.6529	244.5323	679.2714	549.9298	
1187.8398	4236.4684	147.2112	239.7336	4056.884	4912.528	987.711	
1330.9032	791.0908	5183.11	1337.588	619.1093	2376.751	959.1256	
5237.9578	5407.8135	1002.613	1647.489	12.2466	1922.723		
Total	226,597.91						
Rata-rata	1716.65						

Untuk MTTR

Dilakukan Estimasi	Day	Hours
Pembongkaran		3
Pengadaan	1	8
Pemasangan Erection		3
Total waktu		14
MTTR		14 Hours

Dilakukan Random Generate

Distribusi Exponensial
Lamda 0.07142857
Data 132

Data Random

4.33E+00	8.47E+00	1.78E+01	1.09E+01	1.78E+01	5.37E+00	5.42E+00
10.0961	2.60E+01	2.07E+00	1.50E+01	1.56E+01	1.64E+01	8.28E+00
5.62E+00	7.41E+00	2.03E-02	4.11E+00	5.04E+00	1.13E+01	1.88E+01
1.60E-01	5.20E+00	2.88E+01	7.77E+00	2.02E+01	2.64E+01	1.56E+01
2.07E+00	6.51E+00	8.09E+00	1.24E+01	2.96E+01	2.81E+01	9.91E-02
1.17E+01	3.53E+00	1.02E+01	6.94E+00	5.92E+00	7.49E+00	3.34E+01
3.53E+01	1.38E+01	1.66E-01	2.78E+00	1.20E+01	3.77E-01	1.10E+01
1.96E+01	6.18E+00	2.36E+00	3.05E-01	2.35E+01	3.66E+00	7.71E+00
1.97E+00	3.25E+01	7.07E+00	7.91E+00	2.90E+01	9.19E-01	5.56E+01
1.56E+01	6.46E+00	4.98E+01	1.74E+01	1.59E+01	1.10E+01	6.90E-01
1.46E+00	1.79E+01	7.43E+00	7.15E+00	6.29E+00	3.48E+00	1.63E+01
9.32E+00	3.39E+00	7.28E+00	1.15E+01	2.52E+01	1.47E+01	0.779
2.86E+01	1.48E+01	6.02E-01	5.18E+01	7.59E+00	1.10E+01	
7.02E+00	3.25E+01	1.26E+01	6.13E+00	5.02E+01	1.33E+01	
2.71E+01	1.06E+01	1.37E+01	7.25E+00	8.53E+00	3.42E+00	
2.90E+00	5.21E+00	4.90E+00	9.85E+00	6.71E+00	2.25E+01	
1.31E+01	1.05E+01	1.11E+01	1.91E-01	5.79E-01	7.96E+00	
7.62E+00	1.08E+01	5.05E+00	6.43E+00	1.09E+00	1.66E+01	
2.46E+01	1.27E+01	1.16E+01	1.82E+01	6.90E+01	9.29E+00	
2.98E+01	5.24E+01	1.54E-01	3.04E+00	6.21E+01	3.26E+00	

Total 1.75E+03
Rata-rata 13.29254015

Failure Distribution Model

Method : Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribution Weibul 3

Beta 1.1149
Eta 1787.1094
Gamma 1.294
Rho N/A
LK.Val -1113.8155

Repair Distribution Model

Method : Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribution Weibul 3

Beta 1.0949
Eta 14.2286
Gamma -0.4381
Rho N/A
LK.Val -476.8939

Record Data Failure

Component : Butterfly Valve

Data kesulitan dicari karena tidak terecord.

Data dipakai : RCM (Reliability Center Manintenance)

Part Discription	:	Valve, Buterfly
Qual Level	:	
Envi. Source	:	
Enviroment	:	
Source	:	
Failure Rate E6	:	14.4669
Total Field	:	
Operating E6	:	Million Hours

Untuk itu dilakukan Generate Data

Distribusi Pendugaan	Exponential
Failure Rate	1.44669E-05
Data	10

Generate Data

	TTF	
1	753.8205	
2	35601.31	
3	38972.53	
4	50158.09	
5	50697.96	
6	57492.7	
7	69503.43	
8	1.05E+05	
9	1.10E+05	
10	1.13E+05	
Total	518.080.85	
Rata-rata	15699.42	

Untuk TTR

Dilakukan Estimasi	Day	Hours
Pembongkaran		
Pengadaan		
Pemasangan Erection		
Total waktu		
TTR		59 Hours

Dilakukan Random Generate

Distribusi	Normal
Mean	59
Data	10

Data Random

1	57.1995
2	58.289
3	58.4295
4	58.4861
5	58.6014
6	59.6956
7	59.9854
8	60.2013
9	60.2978
10	60.3773

Total	5.92E+02
Rata-rata	17.92614848

Failure Distribution Model

Method : Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribution Normal

Mean	63070.69
Std	41279.47
Rho	96.61%

Repair Distribution Model

Method : Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribution	Weibul 2
Beta	57.9317
Eta	59.6842
Gamma	0
Rho	96.05%

Record Data Failure

Component : Pipe Line

Data kesulitan dicari karena tidak terecord.

Data dipakai : RCM (Reliability Center Manitenance)

Part Discription	:	Tubing metal	
Qual Level	:	UNK	
Envi. Source	:	UNK NS 18459-000	
Enviroment	:		
Source	:	NS 18459-000	
Failure Rate E6	:		1.6452
Total Field	:		7
Operating E6	:		4.2547 Million Hours

Untuk itu dilakukan Generate Data

Distribusi Pendugaan	Exponential	
Failure Rate		1,6452E-06
Data		7

Generate Data

	TTF
1	1.00E+06
2	3.13E+05
3	1.63E+06
4	2.21E+06
5	1.92E+05
6	1.11E+05
7	1.59E+06

Total	7,051,465.00
Rata-rata	1007352.143

TTR (Time To Repair)

Dilakukan Estimasi	Day	Hours
Pembongkaran		
Fabrikasi		
Pemasangan Erection		
Total waktu		
Mean		83 Hours

Dilakukan Random Generate

Distribusi	Normal	
Mean		83
Std		1

Generate Data

TTR

1	84
2	83
3	82
4	83
5	83
6	83
7	82

Total	580
Rata-rata	82.85714286

Failure Distribution Model

Method :

Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribution

Exponential

Lamda 10.6373×10^{-7}

Gamma -56437.7061

Rho -99.73

LK.Val N/A
-103.7598

Repair Distribution Model

Method :

Maximum Like Hood Estimation

Sugest Distribution Normal

Mean 83

Std 0.95

RANDOM GENERATE

Komponen : TANKI (SETTLINK TANK)

TTF (Time To Failure) Model

Distribution Weibull 3
 Eta 139910
 Beta 0.781356
 Gamma 1781.356

Random Generate

Distribusi Weibull
 Eta 139910
 Beta 0.781356
 Jumlah Data 7 data

DATA for component	Simulasi 1 TK-01	Simulasi 2 TK-02	Simulasi 3
1	170,071	5,725	147,619
2	85,524	51,455	282,006
3	79,835	45,546	27,022
4	230,237	310,545	6,711
5	314,851	27,818	64,477
6	154,778	199,813	27,173
7	33,691	380,249	547

TTR (Time To Failure) Model

Distribution Normal
 Mean 224
 Std 1

Random Generate

Distribusi Normal
 Mean 244
 Std 1
 Jumlah Data 7 data

DATA	Simulasi 1	Simulasi 2	Simulasi 3
1	243.3301	243.9046	243.3301
2	244.2714	244.3272	244.2714
3	243.9128	242.8725	243.9128
4	244.4601	243.8386	244.4601
5	246.5032	244.3847	246.5032
6	243.3181	245.4297	243.3181
7	244.4956	243.7906	244.4956

RANDOM GENERATE

Komponen : Service Tank (TK-02)

TTF (Time To Failure) Model

Distribution Weibull 3
 Eta 139910
 Beta 0.781356
 Gamma 1781.356

Random Generate

Distribusi Weibull
 Eta 139910
 Beta 0.781356
 Jumlah Data 7 data

DATA	Simulasi 1	Simulasi 2	Simulasi 3
1	41,079	21,372	61,629
2	66	615,641	124,653
3	52,332	76,615	317,037
4	539,334	45,664	5,698
5	54,497	77,015	11,895
6	2,750	720	159,776
7	266,968	1,417	12,201

TTR (Time To Failure) Model

Distribution Normal
 Mean 224
 Std 1

Random Generate

Software Weibull ++
 Methode Montecarlo Simulation
 Distribusi Normal
 Mean 244
 Std 1
 Jumlah Data 7 data

DATA	Simulasi 1	Simulasi 2	Simulasi 3
1	245.0962	243.5276	242.7195
2	243.2677	244.4709	241.4075
3	244.0490	244.4357	243.6868
4	244.8076	242.2369	244.8993
5	244.3551	243.3050	243.7364
6	245.4261	244.6619	243.4108
7	242.9381	244.5313	244.9471

RANDOM GENERATE

Komponen : Deratink Tank

TTF (Time To Failure) Model

Distribution Exponensial
 Lamda 8.02929E-07
 Gamma 0
 Rho N/A

Random Generate

Distribusi Exponensial
 Lamda 8.02929E-07
 Gamma 0

Jumlah Data	DATA	7 data		
		Simulasi 1	Simulasi 2	
		FO-01	FO-01	
		1	83,300	464,762
		2	798,599	70,189
		3	1,058,800	445,378
		4	558,722	739,859
		5	986,959	665,917
		6	2,812,940	136,623
		7	736,821	2,220,310

RANDOM GENERATE

Komponen : Deratink Tank

TTR (Time To Failure) Model

Distribution Weibull 3
 Beta 1.4896
 Eta 1.8766
 Gamma 228.0287
 Rho N/A

Random Generate

Distribusi Weibul
 Beta 270.2347
 Eta 230.0734
 Gamma 0

Jumlah Data	DATA	7 data		
		Simulasi 1	Simulasi 2	
		1	229.2002	230.8196
		2	229.0254	231.0832
		3	228.1119	229.5738
		4	228.6265	230.0054
		5	228.1443	227.5768
		6	227.5226	230.2580
		7	229.5045	230.7962

RANDOM GENERATE

Komponen : FO.Filter (IF01/IF02)

TTF (Time To Failure) Model

Distribution Weibull 3
 Beta 0.964
 Eta 320059
 Gamma 40328.7
 Rho N/A

Random Generate

Distribusi Weibull
 Beta 0.964
 Eta 320059
 Jumlah Data 4 Data

DATA for component	Data Random	
	Simulasi 1 IF-01	Simulasi 2 IF-02
1	147,390	439,609
2	523,828	726,632
3	918,932	136,957
4	447,071	356,294

RANDOM GENERATE

Komponen : FO.Filter (IF-01/IF/02)

TTR (Time To Failure) Model

Distribution Weibul 3
 Beta 1.094
 Teta 1.0668
 Gamma 0.9964
 Rho N/A

Random Generate

Distribusi Weibull 2
 Beta 1.094
 Eta 1.0668
 Jumlah Data 4

DATA for component	Data Random	
	Simulasi 1 IF-01	Simulasi 2 IF-02
1	2.891	0.487
2	0.101	0.266
3	0.581	1.869
4	1.437	1.433

RANDOM GENERATE

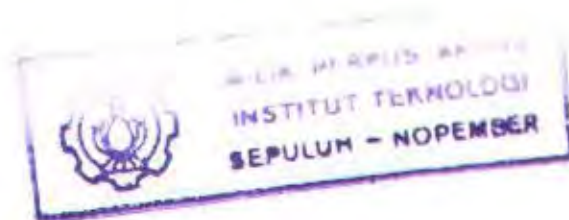
Komponen : Valve (INV-1, INV-2, INV-8, & INV-9)

TTF (Time To Failure) Model

Distribution Weibull
Beta 0.9628
Eta 93220.4966
Gamma -3293.5556

Random Generate
Distribusi Weibull
Beta 0.9628
Eta 93220.4966
Jumlah Data 15 Data

DATA	Simulasi 1 INV-1	Simulasi 2 INV-2	Simulasi 3 INV-8	Simulasi 4 INV-9
1	92,060	37,544	123,430	10,006
2	319,677	162,420	35,646	78,117
3	81,024	37,419	38,075	119,914
4	146,623	84,916	32,761	10,698
5	15,670	30,533	5,982	6,091
6	63,282	185	141,782	120,224
7	147,378	290,017	184,535	50,325
8	387,758	70,959	54,961	143,215
9	46,126	51,159	181,362	629
10	85,647	360,217	2,026	43,041
11	32,996	9,443	80,521	30,343
12	16,973	9,657	10,230	267,628
13	153,656	190,298	86,921	72,628
14	103,880	62,304	146,829	523,241
15	67,082	38,121	52,748	825



TTR (Time To Failure) Model

Distribution Normal
 Mean 83
 Std 0.95

Random Generate
 Distribusi Normal
 Mean 83
 Std 0.95
 Jumlah Data 15

DATA	Simulasi 1	Simulasi 2	Simulasi 3	Simulasi 4
1	80.8824	81.652	84.1241	84.6337
2	85.3468	84.7204	83.1234	82.6482
3	82.3039	83.6511	83.4628	82.5296
4	83.7664	81.7945	82.0407	83.8369
5	84.0076	83.5664	82.1519	83.7225
6	83.6411	82.7952	83.2343	83.7583
7	84.0098	85.1001	82.8173	81.7384
8	84.9800	82.7797	81.6346	84.9167
9	83.9415	83.1025	83.7751	82.963
10	84.1034	83.0023	82.8449	83.7496
11	85.2618	83.9923	83.4635	82.9705
12	83.7224	82.1577	83.5137	82.7088
13	83.2425	83.8968	82.7267	82.4115
14	84.2198	83.0698	84.5462	82.2796
15	83.6311	84.0790	80.9088	83.1287

RANDOM GENERATE

Komponen : Valve Buterfly (INV-3, INV-4, INV-5, INV-6, & INV-7)

TTF (Time To Failure) Model

Distribution Normal
Mean 63070.6851
Std. 41279.4715
Gamma 96.61%

Random Generate
Distribusi Normal
Mean 63070.6851
Std 41279.4715
Jumlah Data 10 Data

DATA	Simulasi 1	Simulasi 2	Simulasi 3	Simulasi 4	Simulasi 5
	INV-3	INV-4	INV-5	INV-6	INV-7
1	10,916	38,672	65,334	91037.741	70866.3034
2	170,439	44,243	121,642	63389.39	1.22E+05
3	10,016	25,592	92,987	21078.398	9326.2663
4	55,800	24,475	22,851	96373.467	89297.4835
5	78,493	99,061	156,935	24655.356	1.13E+05
6	126,578	17,198	90,353	1.32E+05	65491.6117
7	68,734	40,844	25,098	50790.309	54311.7078
8	39,934	137,012	103,339	15446.674	22699.6203
9	20,848	99,297	69,422	1.09E+05	29195.5026
10	122,913	94,624	74,496	69012.781	66533.8202

TTR (Time To Failure) Model

Distribution	Weibull 2
Beta	57.9317
Eta	59.6842
Rho	96.05%

Random Generate

Distribusi	Weibull 2
Mean	57.9317
Std	59.6842
Jumlah Data	10

DATA	Simulasi 1 INV-3	Simulasi 2 INV-4	Simulasi 3 INV-5	Simulasi 4 INV-6	Simulasi 5 INV-7
1	58.2274	60.638	58.6307	60.5826	60.5826
2	58.7117	59.9777	58.3918	59.2278	59.2278
3	59.2574	60.0710	58.9894	59.8445	59.8445
4	58.2877	59.0468	59.7634	59.2676	59.2676
5	58.4157	59.8127	59.7307	58.144	58.144
6	59.6265	60.8192	59.4368	59.1331	59.1331
7	59.7222	60.5371	59.9118	59.3405	59.3405
8	60.4520	60.8595	58.7491	57.1913	57.1913
9	57.5881	59.3499	56.6816	59.2526	59.2526
10	60.0975	58.7361	58.8772	59.6988	59.6988

RANDOM GENERATE

Komponen : Pipe Line (IN-1, s/d IN- 8)

TTF (Time To Failure) Model

Lampiran 13

Distribution Exponensial

Lamda 1.06E-06

Gamma -56437.7

Random Generate

Distribusi Exponensial

lamda 1.06E-06

Jumlah Data 7 Data

DATA for Componen	Simulasi 1 IN-1	Simulasi 2 IN-2	Simulasi 3 IN-3	Simulasi 4 IN-4	Simulasi 5 IN-5	Simulasi 6 IN-6	Simulasi 7 IN-7	Simulasi 8 IN-8	Simulasi 9 IN-9	Simulasi 10 IN-10
1	1.86E+06	1,481,600	2,162,150	315,604	329,192	1,169,720	1,544,540	1,748,630	1,822,130	1,713,630
2	1,033,660	1,000,490	2,404,450	4,875,690	1,379,010	3,577,710	1,095,200	492,913	535,704	694,065
3	1,260,450	2,448,880	750,233	386,337	1,007,160	314,505	878,402	136,548	1,557,700	130,025
4	125,105	875,207	2,106,420	580,882	443,416	1,876,710	235,720	10,805	2,343,400	148,715
5	3,552,890	2,166,210	267,581	2,754,180	135,421	196,319	73,087	298,683	218,676	144,050
6	2,781,400	813,286	1,730,100	3,661,540	2,509,090	385,956	4,136,060	944,916	764,170	370,567
7	1,349,030	174,624	1,002,320	236,955	2,083,860	840,486	147,825	1,067,520	1,024,330	368,499

TTR (Time To Failure) Model

Distribution Normal
Mean 83
Std 0.95

Random Generate

Distribusi Normal
Mean 83
Std 0.95
Jumlah Data 7

DATA	Simulasi 1 IN-1	Simulasi 2 IN-2	Simulasi 3 IN-3	Simulasi 4 IN-4	Simulasi 5 IN-5	Simulasi 6 IN-6	Simulasi 7 IN-7	Simulasi 8 IN-8	Simulasi 9 IN-9	Simulasi 10 IN-10
1	84	84	84	82	82	83	83	83	83	82
2	83	84	80	84	83	81	81	83	82	82
3	82	83	83	82	84	85	83	81	82	84
4	83	83	82	83	83	83	83	84	82	83
5	83	84	83	82	83	84	85	84	83	85
6	83	85	83	83	84	83	84	84	82	82
7	82	84	82	84	84	84	83	83	83	82

RANDOM GENERATE

Komponen : FO.Filter (IF03/IF04)

TTF (Time To Failure) Model

Distribution Weibull 3
 Beta 10.7556
 Eta 2722.7384
 Gamma 23.38
 Rho N/A
 LK.Val -14.1444

Random Generate

Distribusi Weibull
 Beta 10.7556
 Eta 2722.7384
 Jumlah Data 10 Data

DATA for component	Data Random	
	Simulasi 1 IF-03	Simulasi 2 IF-04
1	2,555	2,838
2	2,219	2,605
3	2,344	2,797
4	2,837	2,613
5	2,292	2,455
6	2,611	2,808
7	2,628	2,890
8	2,900	2,593
9	2,284	2,749
10	2,217	2,948

RANDOM GENERATE

Komponen :

TTR (Time To Failure) Model

Distribution

Beta

Teta

Gamma

Rho

LK.Val

Random Generate

Distribusi

Beta

Eta

Jumlah Data

DATA for component	Data Random	
	Simulasi 3 IF-03	Simulasi 4 IF-04
1	3	3
2	1	2
3	3	2
4	2	1
5	1	2
6	2	2
7	1	3
8	1	2
9	3	2
10	2	1

RANDOM GENERATE

Komponen : FO.PUMP

TTF (Time To Failure) Model

Distribution	Weibull 3
Beta	0.6681
Eta	2645.2293
Gamma	1102.6
Rho	N/A
LK.Val	-35.997

Random Generate	
Distribusi	Weibull
Beta	0.6681
Eta	2645.2293
Jumlah Data	10 Data

DATA for componet	Simulasi 1 FO-02	Simulasi 2 FO-03
1	19	30
2	5,086	3,113
3	3,621	9,592
4	769	683
5	846	767
6	8,443	644
7	675	1,582
8	22,100	118
9	408	1,374
10	317	4,869

RANDOM GENERATE

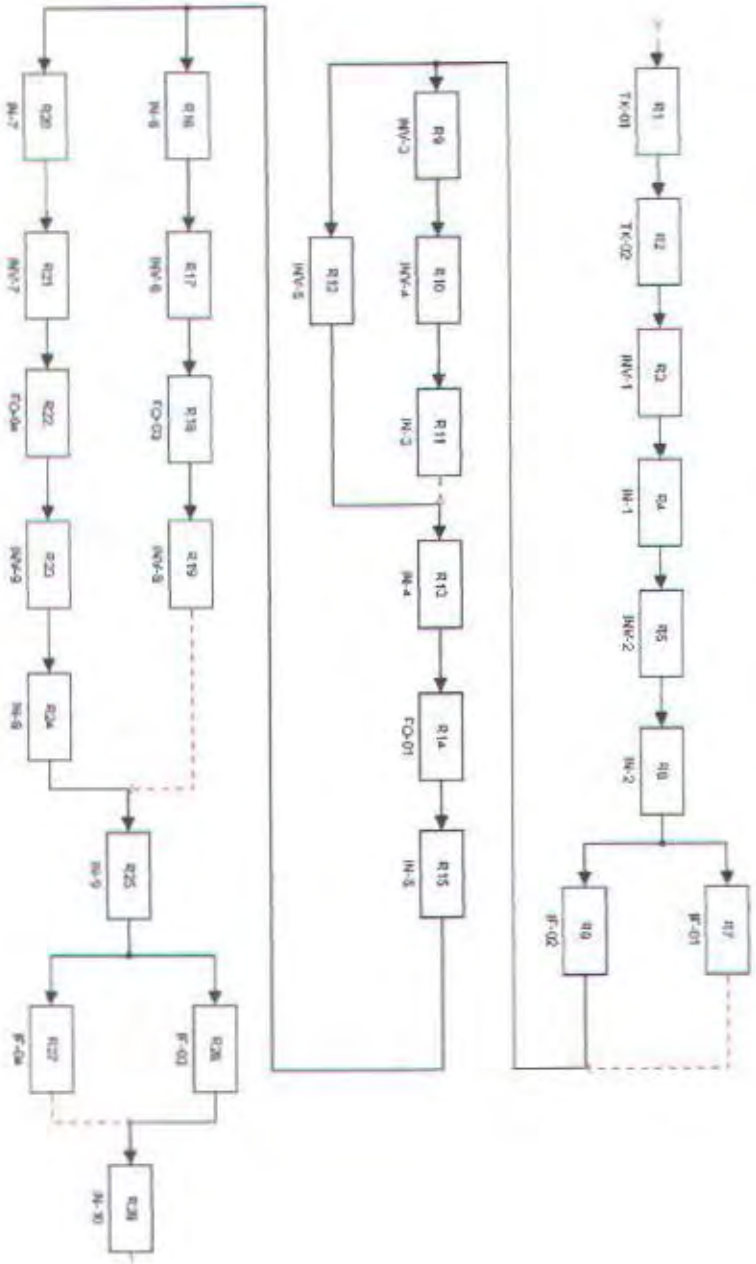
Komponen : FO.PUMP

TTR (Time To Failure) Model

Distribution	Weibull 2
Beta	1.9146
Teta	88.1435
Gamma	0
Rho	N/A
LK Val	-20.4287

Random Generate	
Distribusi	Weibull 2
Beta	1.9146
Eta	88.1435
Jumlah Data	10

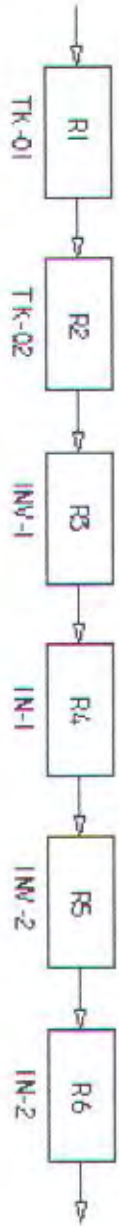
DATA for component	Simulasi 1 FO-02	Simulasi 2 FO-03
1	65	120
2	108	122
3	102	50
4	121	11
5	107	55
6	93	108
7	83	73
8	126	85
9	35	18
10	58	65

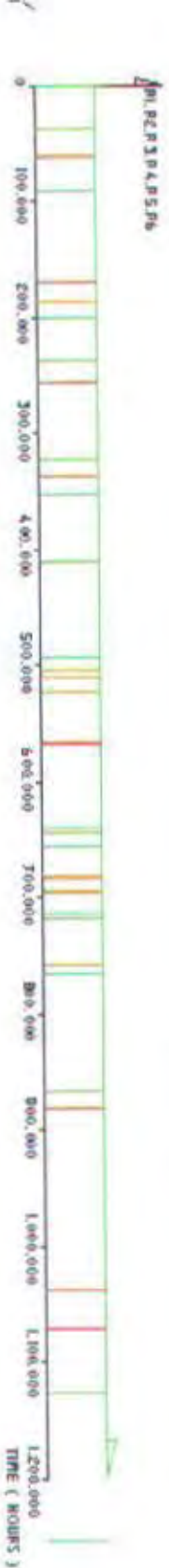
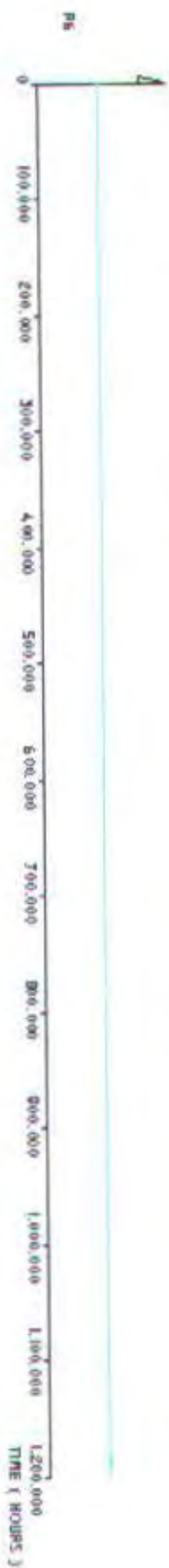
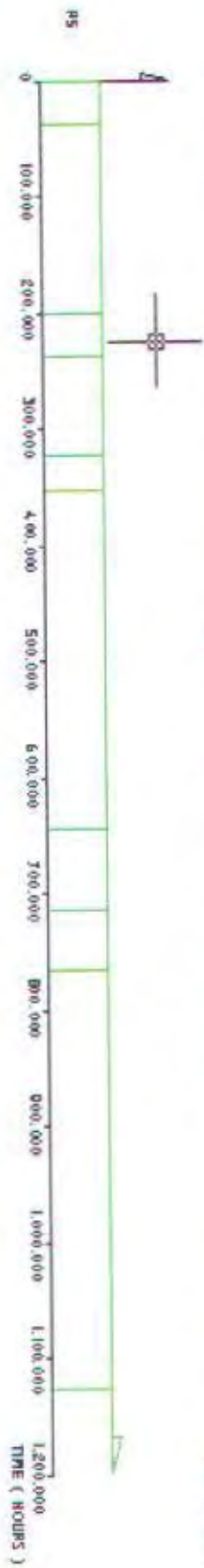


Model Block Diagram



SIMULASI (R1,R2,R3,R4,R5,R6)

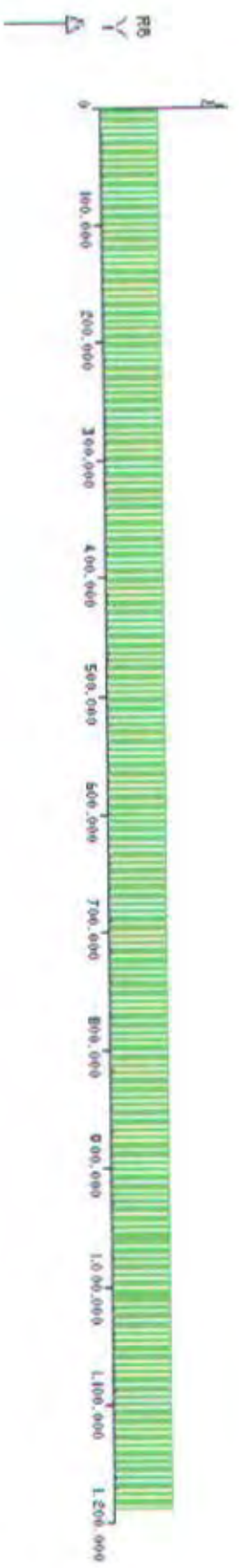
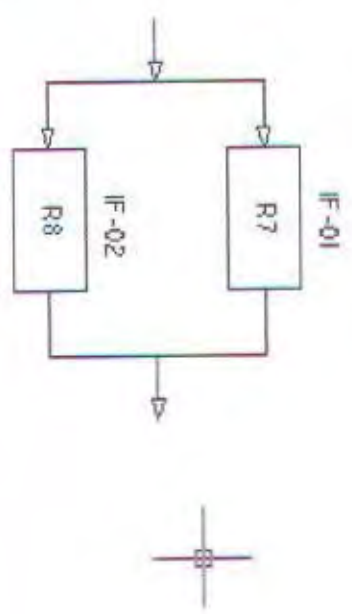




Y
A

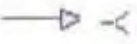
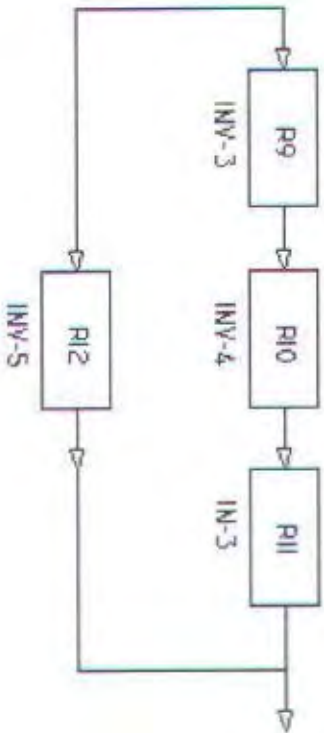


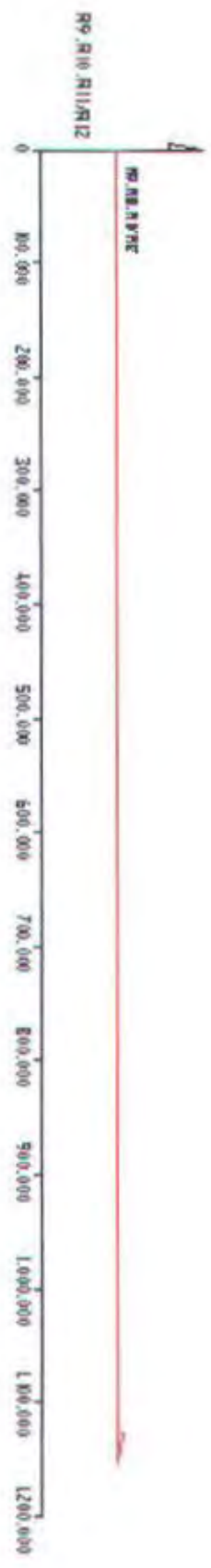
Laampiran 21



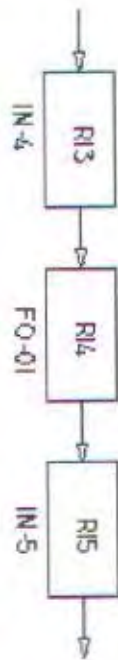


Lampiran 22

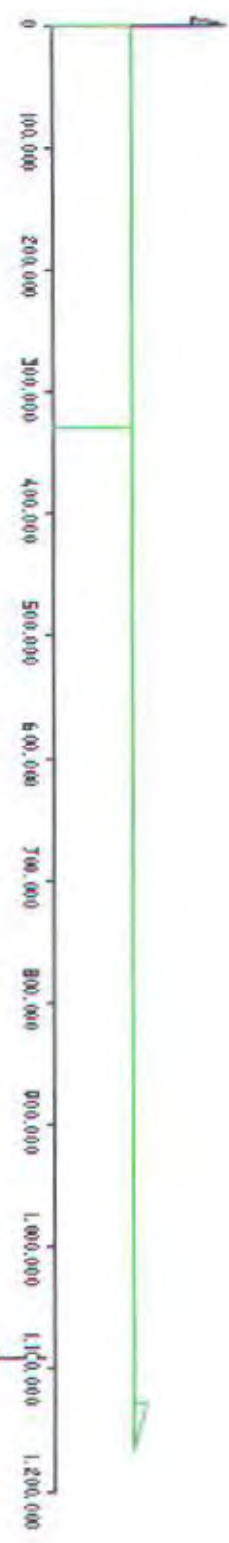




Lampiran 23



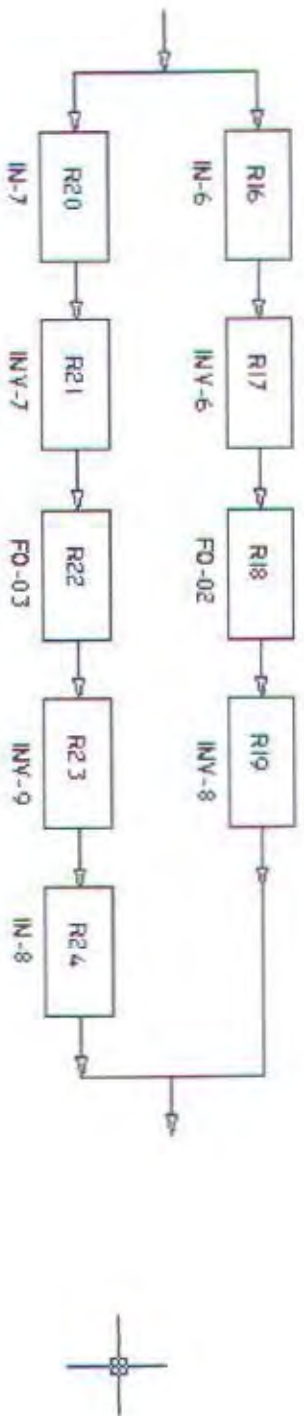
R13

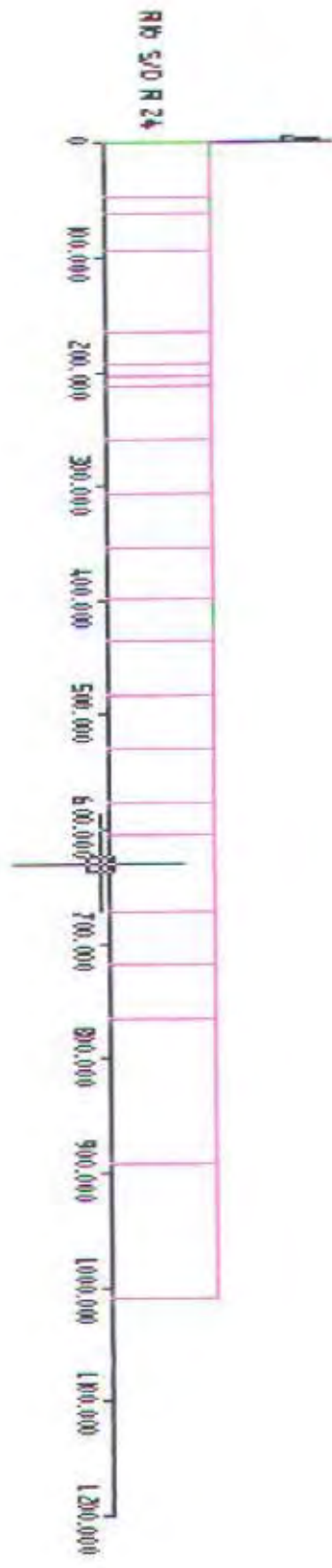


R13, R14, R15

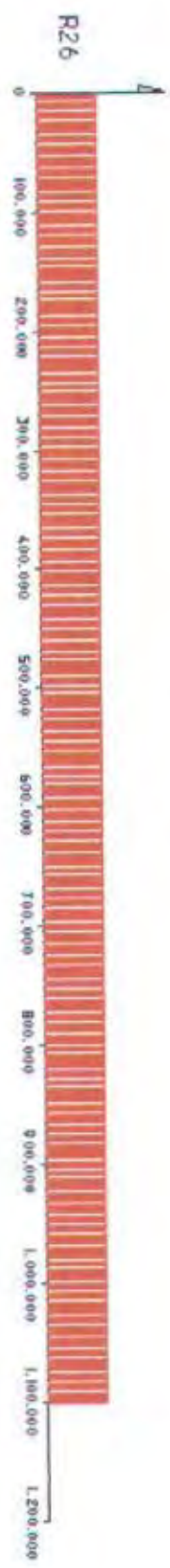
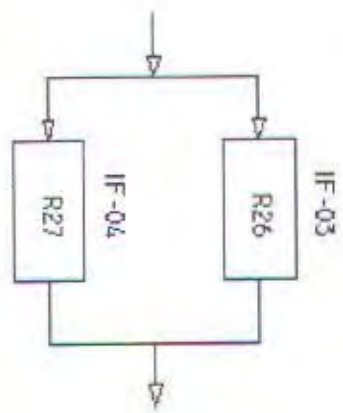


Lampiran 24





Lampiran 25

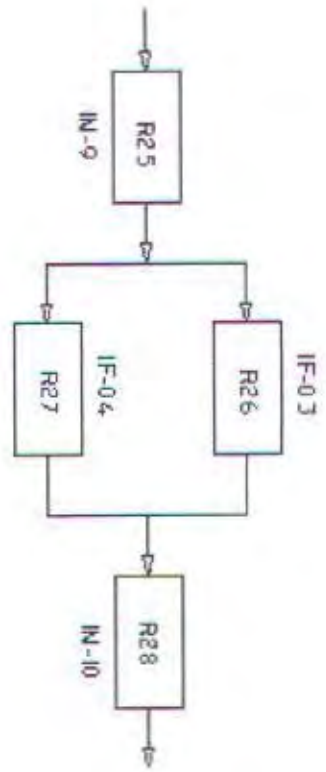


R26,R27

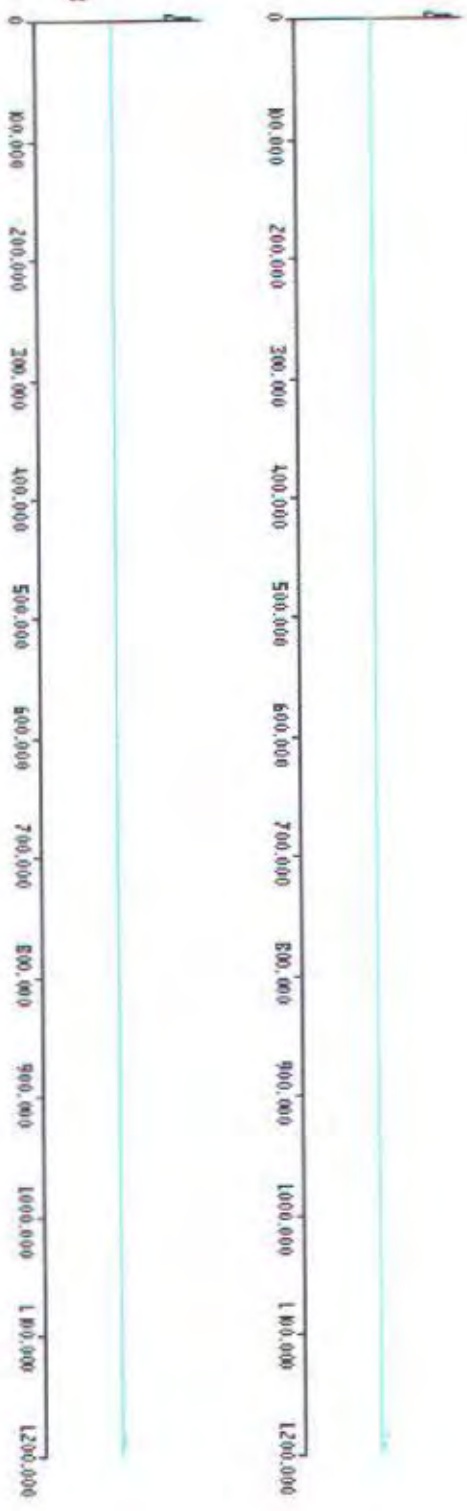


INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

Lampiran 26



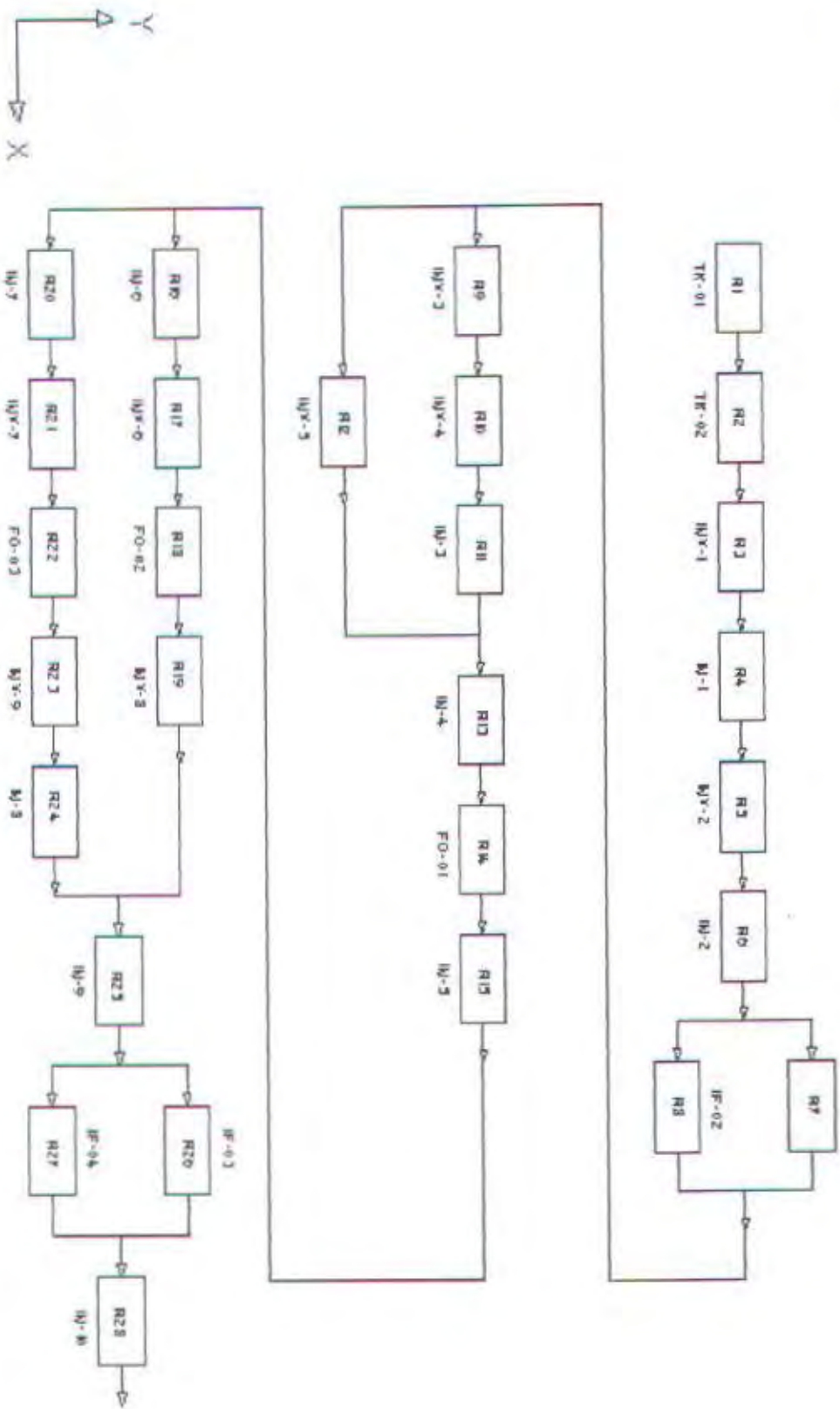
R28

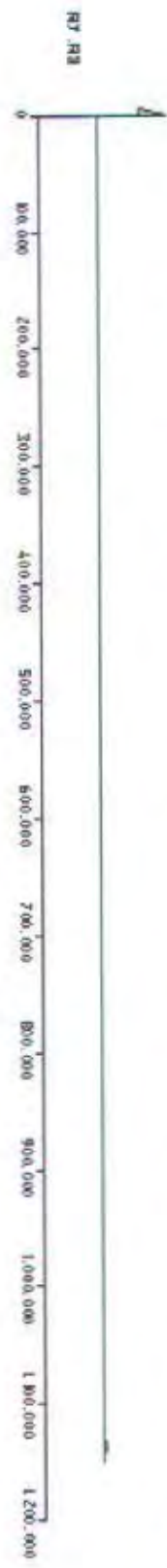
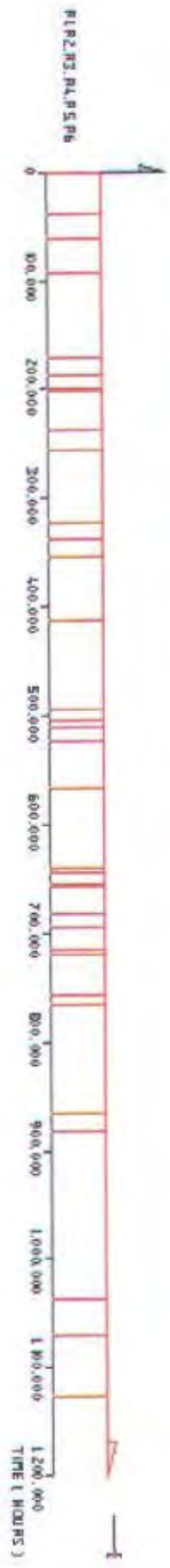


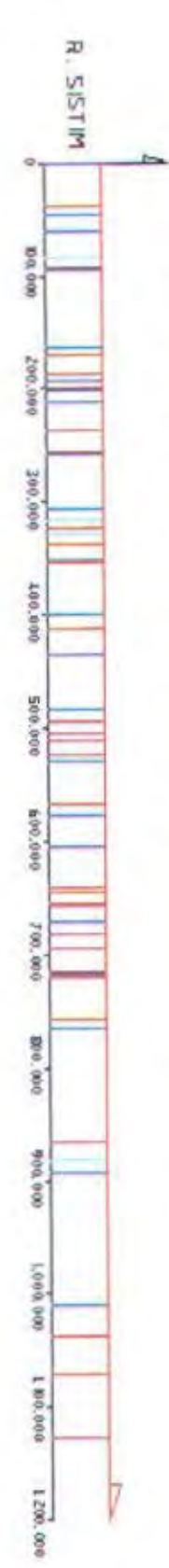
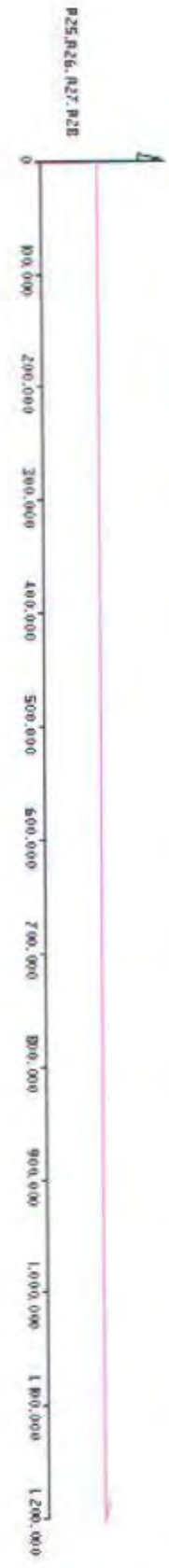
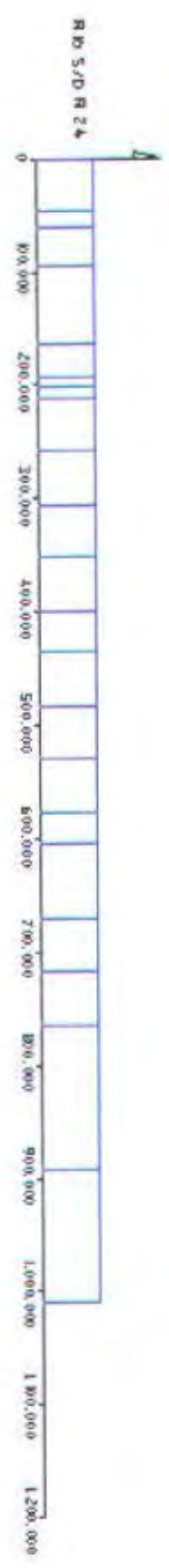
R25 S/D R28



Lampiran 27







Simulasi Reliability

The screenshot displays a reliability simulation software interface. At the top, a menu bar includes 'File', 'Edit', 'View', 'Simulation', 'Format', 'Tools', and 'Help'. Below the menu is a toolbar with icons for file operations, simulation control, and viewing options. The main workspace contains a detailed block diagram of a system. The diagram consists of numerous rectangular blocks, each representing a component, connected by lines that indicate the system's architecture. The components are arranged in a hierarchical and interconnected manner, with some blocks having multiple inputs and outputs. The interface also shows a status bar at the bottom with the text 'Ready', a 'Start' button, a zoom level of '40%', and a time display of '12:16 PM'.

Hasil Simulasi

The screenshot shows a simulation software window titled "simulasi". The main area contains a circuit diagram with several components labeled "SW1" through "SW10". Below the diagram is a "Scope" window with two plots:

- Grafik R(t)**: A graph showing a curve that starts at 1.0 and decays towards 0. The y-axis ranges from 0 to 1.0, and the x-axis (Time offset) ranges from 0 to 10000.
- Grafik F(t)**: A graph showing a curve that starts at 0 and increases towards 1.0. The y-axis ranges from 0 to 1.0, and the x-axis (Time offset) ranges from 0 to 10000.

Below the graphs, the text **MTTF = 597 Hrs** is displayed. The software interface includes a menu bar (File, Edit, View, Simulation, Format, Tools, Help), a toolbar, and a status bar at the bottom showing "Ready", "40%", "iode45", and "12:26 PM".

Ready

Start

100%

odent5

12:37 PM

Program Simulink Distribusi Exponensial

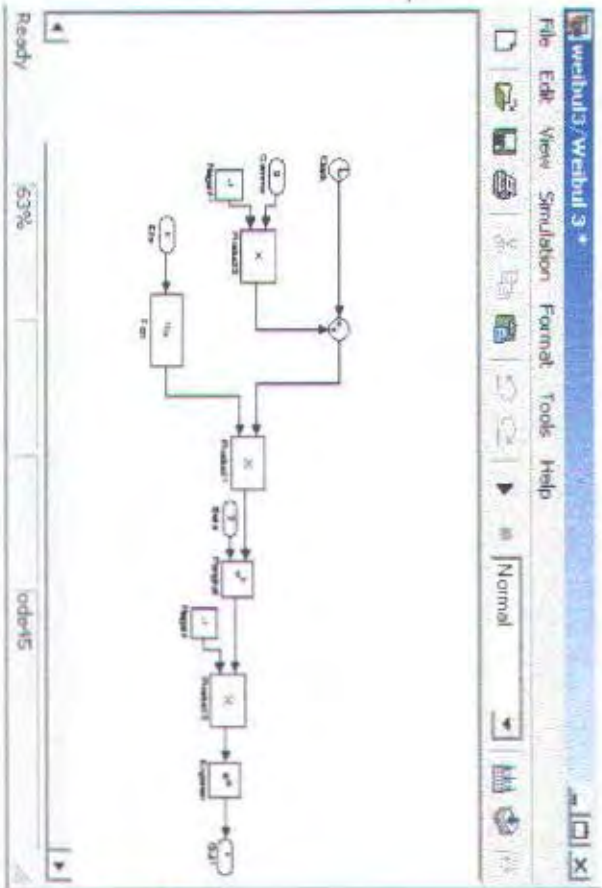
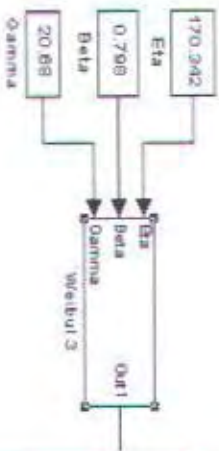
The image displays two windows of the Simulink software interface. The top window, titled 'exponential', shows a high-level block diagram with two input blocks labeled 'Lambda' (value 1) and 'Gamma' (value 0), which feed into a block labeled 'Distribusi Exponensial'. The output of this block is labeled 'Out1'. The bottom window, titled 'exponential/Distribusi Exponensial', provides a detailed view of the block's internal structure. It starts with a 'clock' block connected to a '2' block (representing Gamma). This signal goes to a multiplier block 'x'. The other input to this multiplier is a signal from a '1' block (representing Lambda). The output of this multiplier goes to a summing junction (+). The other input to the summing junction is a signal from a '-1' block (representing the negative of Gamma). The output of the summing junction goes to another multiplier block 'x'. The other input to this multiplier is a signal from a '1' block (representing Lambda). The output of this second multiplier goes to an integrator block (represented by a circle with an 's' in the denominator). The output of the integrator goes to a third multiplier block 'x'. The other input to this multiplier is a signal from a '-1' block (representing the negative of Gamma). The output of this third multiplier goes to an integrator block (represented by a circle with an 's' in the denominator). The output of this final integrator goes to an output block labeled 'Out1'.

Ready

80%

odent5

Program Simulink Distribusi Weibull

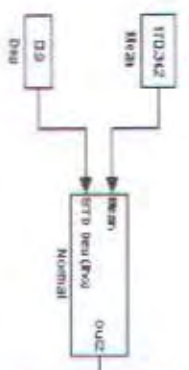


normal

File Edit View Simulation Format Tools Help

Normal

Ready



Program Simulink Distribusi Normal

normal/Normal

File Edit View Simulation Format Tools Help

Normal

Ready 50% 0dd:45

A detailed Simulink model for generating a normal distribution. It features several 'Gain' blocks with values 10342, 11281, and 1. There are also 'Product' blocks (marked with 'x'), 'Sum' blocks (marked with '+'), and 'Scope' blocks. The model includes a 'Normal' distribution block and a 'DS' block. The signal flow starts from the 'DS' block, goes through a 'Scope', then through a series of gain and product blocks, and finally through a 'Normal' distribution block. The output of the 'Normal' block is connected to a 'Scope' and a 'DS' block. The simulation is running at 50% speed.

Ready

Start

30%

0dd:45

12:46 PM

Labcenter 7.0
File Edit View Simulation Personal Tools Help

Program Random Generator

5V
1k
100nF
100k
10k
100k
100k
100k
10k
100nF
5V

TIR
150000
100000
50000
0
0 2 4 6 8 10
Time offset: 0

TIR
200
150
100
50
0
0 2 4 6 8 10
Time offset: 0

START

1:09 PM

ReliaSoft's Weibull++

Plot Options Print Other Plots Window Help



ReliaSoft's Helpbox: Descriptions of icons appear here. For more Help Press F1.

Data Set 1 - C:\OPERATING.WDG

Main Controls | **Other Tools**

Weibull | Normal
Lognormal | Exponential

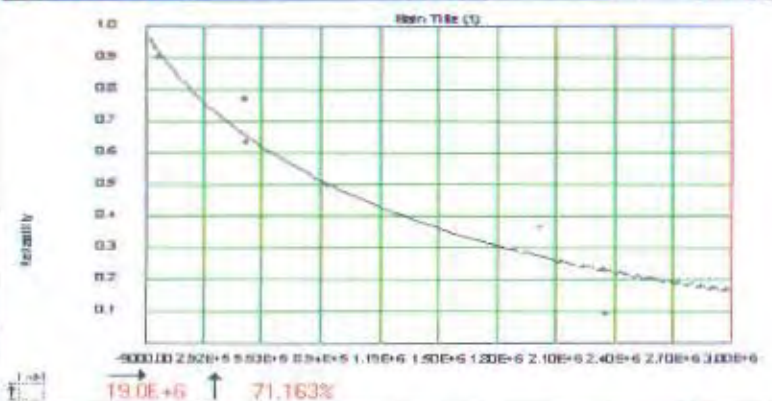
Parameters
 1 2 3 MW

Beta: 0.8235
E.La: 14.7195E+5
Gamma: .8761.5403
Rho: 95.95%

RRY3 | Total Units: 7
Individual Data | Help

Item #	Time-to-Failure	Subset ID
1	61941.6076	
2	50.5397E+4	
3	51.0727E+4	
4	92.6260E+4	
5	20.1815E+5	
6	23.4468E+5	
7	23.5093E+5	
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Reliability Plot



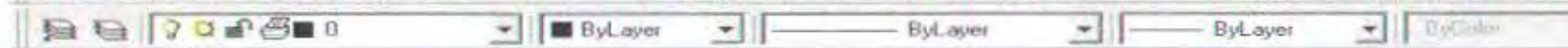
Pencarian Distribusi
Dan Plote dengan Program Weibull ++

Auto Refresh | Y: 0 | 1.00 | X: -9000.00 | 3.00E+6

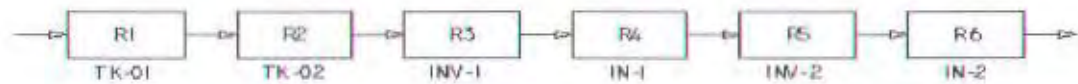


AutoCAD 2000 - [SIM01]

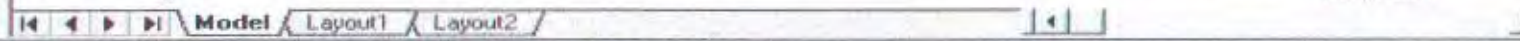
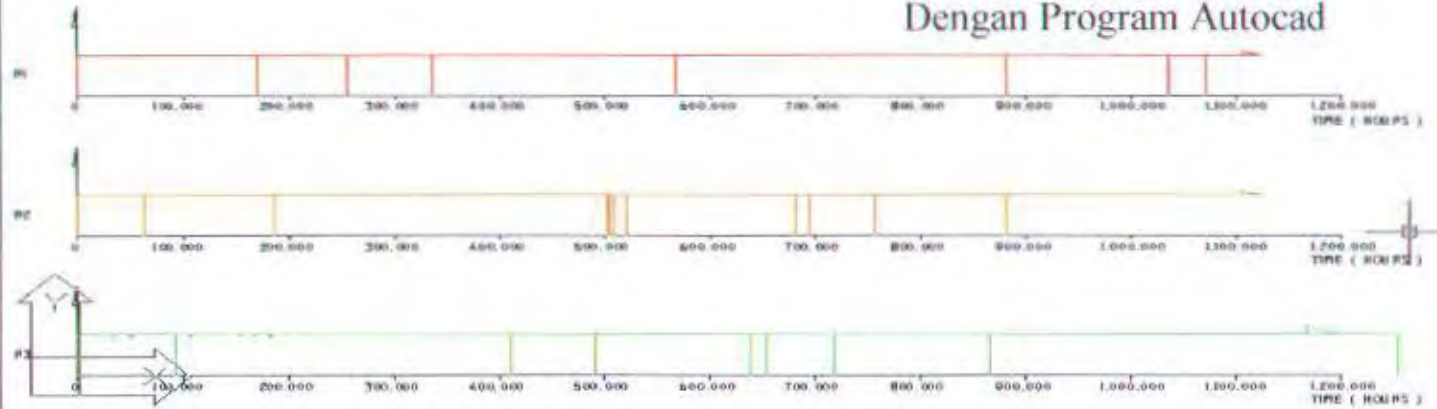
File Edit View Insert Format Tools Draw Dimension Modify Express Window Help



SIMULASI (R1, R2, R3, R4, R5, R6)



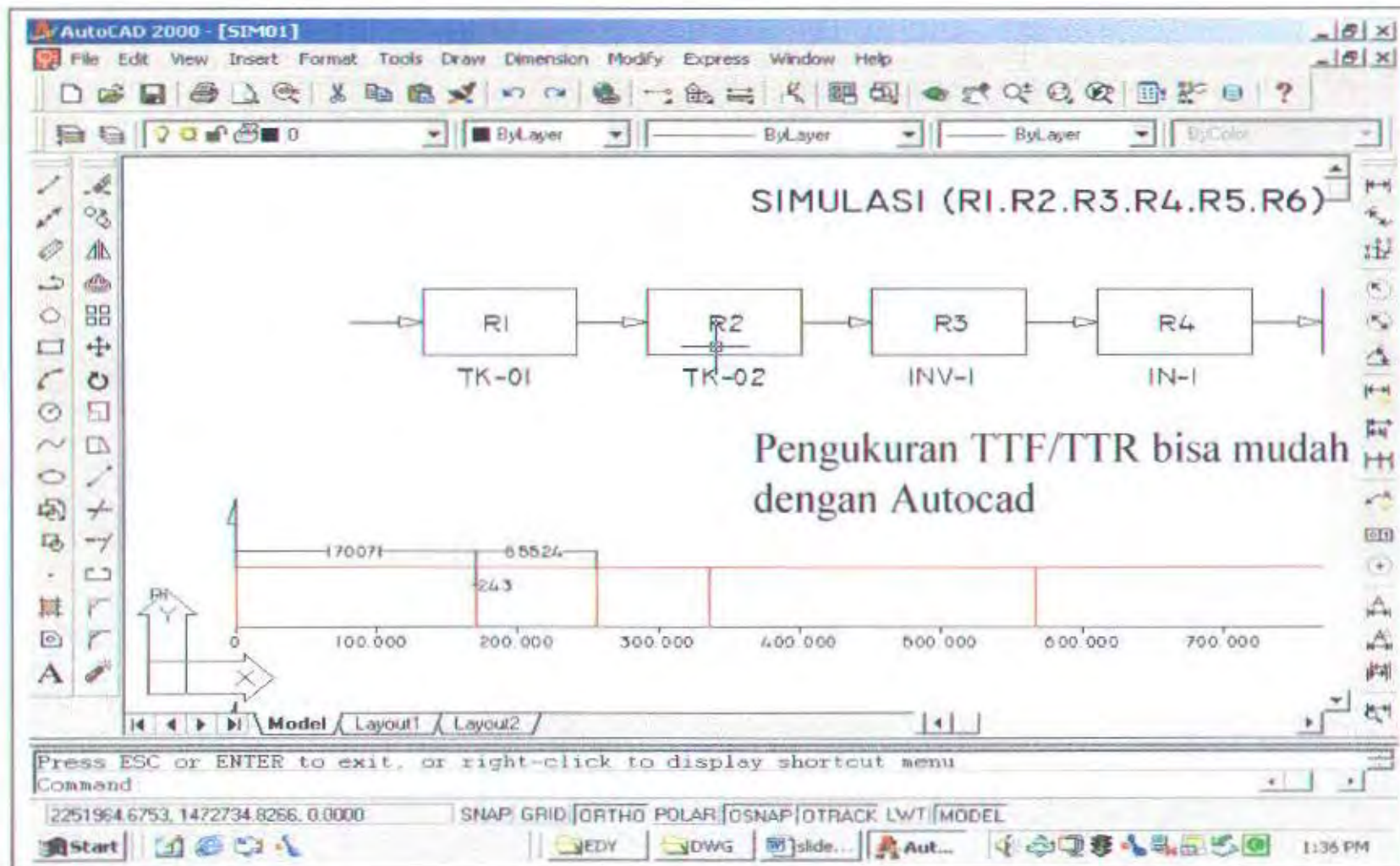
Simulasi & Plote Dengan Program Autocad



AutoCAD Express Tools Menu loaded
Command

{3175334,1773,1061517,5069,0.0000} SNAP GRID|ORTHO POLAR|OSNAP|OTRACK LWT|MODEL





LAMPIRAN C

DATA MTF dan RELIABILITY ANALYSIS CENTRE . USA

DATA MTF dari CUT DATA , SWEDIA

DATA MTF dari SRIC DATA , JEPANG



Table A1. LIST OF FAILURE RATE AND MTTR FOR PROPULSION UNIT,
STARBOARD SIDE (continued)

DESCRIPTION	CUT Data			SRIC Data		
	CODE	FAILURE RATE x 10 ⁻⁴	MTTR (hrs)	CODE	FAILURE RATE x 10 ⁻⁴	MTTR (hrs)
LO Flow Through Cooler	A1 1052	0.4600	6.50	H5.01-92	0.0579	
FW Flow Through LO Cooler	A1 1055	0.4600	6.50			
Non Return Valve	A1 1073	0.0170	7.00			
Magnetical Filter	A1 1074	0.0100	10.00			
FO Bypass Line	A1 2010	0.0100	1.00	F6.02-92	0.0725	2.10
FO 1st Stage Pressure Control Valve	A1 2015	0.0390	5.00	K1.05-88	24.1430	8.40
FO Flowmeter	A1 2024	0.5700	2.00	F6.02-92	0.0725	2.10
FO Automatical Filter	A1 2033	0.0700	5.00	K6.01-88	6.3985	2.40
FO Manual Filter	A1 2034	0.0700	5.00	K6.01-88	6.3985	2.40
FO Mixing Bottle System With Valves	A1 2065	0.0570	5.00	I1.07-92	0.2604	0.80
FO Viscosimeter	A1 2074	0.5700	2.00	F6.02-92	0.0725	2.10
FO Heater	A1 2083	0.1140	10.83	H5.02-92	0.0473	
FO Booster Pump Stage 1 Mechanical	A1 2190	0.2230	9.00	H1.13-92	0.2230	
FO Booster Pump Stage 2 Mechanical	A1 2191	0.2230	9.00	H1.13-92	0.2230	
FO Non Return Valve	A1 2192	0.0170	7.00	K1.05-88	24.1430	8.40
FO Injector Mechanical	A1 3014	0.5760	5.00	K4.04-88	1.2430	2.10
FO Injector Cooling Tank Heatex	A1 3031	0.1140	5.00	K4.07-88	0.1753	6.00
FO Bypass Line	A1 4010	0.0100	1.00			
Main Air Receiver 30 bar	A1 4023	0.0500	7.00	14.01-92	0.0583	1.50
Emergency Air Compressor 30 bar	A1 4024	0.3580	10.00	H3.01-92	0.3036	4.40
Emergency Air Receiver 30 bar	A1 4025	0.0500	7.00	14.02-92	0.0143	1.30
Starting Air Compressor 30 bar	A1 4031	0.3580	10.00	H3.01-92	0.3036	4.40
Starting Air Cooler	A1 4032	0.0500	7.00	K4.05-88	2.3745	
Control Air Receiver 7 bar	A1 4052	0.0500	7.00	14.02-92	0.0143	
Control Air Oil/Water Separator	A1 4063	0.0590	1.00	I5.02-92	0.2322	3.50
Control Air Cooler	A1 4064	0.0500	7.00	K4.05-88	2.3745	6.10
Control Air Compressor 7 bar	A1 4065	0.3580	10.00	H3.03-92	0.8018	6.20
Pressure Reduction Valve	A1 4071	0.0740	1.00	K1.07-88	4.2470	2.30
Control Air Dryer	A1 4073	0.0660	3.00	H10.1-92	0.2938	2.20
Control Air Deoiler	A1 4074	0.0590	1.00	H5.09-92	0.1293	3.50
Air Supply From General Service air	A1 4131	0.0100	1.00	H7.06-92	0.3407	4.40
Reduction Gear				A2.03-92	0.0722	0.80
Main Shaft Machinery				G1.00-92	0.3957	0.88
Shaft System Equipment				E6.00-92	0.1679	1.52
FW Lines				H7.04-92	2.6958	4.50

1A1. LIST OF FAILURE RATE AND MTR FOR PROPULSION UNIT,
STARBOARD SIDE (continued)

DESCRIPTION	CUT Data			SRJC Data		
	CODE	FAILURE RATE x 10 ⁴	MTR (hrs)	CODE	FAILURE RATE x 10 ⁴	MTR (hrs)
A Bearings	A0 2013	0.0570	10.00			
Aust Gas Turbo Charger	A0 2043	0.4550	8.00	K5.00-88	18.0640	4.29
in Engine Monitoring Unit	A0 2044	0.3410	7.70	E2.00-92	3.0461	1.61
in Engine Mechanical	A0 2052	21.6000	2.25	A1.00-92	9.8932	5.96
P Mechanical	A0 4012	0.0100	20.00			
P Control Valve Unit	A0 4013	0.1650	3.00			
draulic Oil Suction Filter	A0 4032	0.0100	10.00			
draulic Oil Pressure Control Valve	A0 4033	0.0210	5.00			
draulic Oil Non Return valve	A0 4034	0.0170	7.00			
draulic Oil Pump Mechanical	A0 4042	0.1360	6.00			
draulic Oil Filter	A0 4050	0.0460	6.00			
draulic Oil Filter Bypass Line	A0 4052	0.0100	1.00			
atch Unit Mechanical	A0 6011	0.0570	20.00			
atch Control Equipment	A0 6012	0.0300	2.00			
Har Unit Mechanical	A0 6014	0.0570	20.00			
Hb. Oil (LO) Duplex Filter	A0 6030	0.0700	5.00			
4) Temperature Control Valve	A0 6065	0.1710	5.00	F6.01-92	0.6555	2.00
4) FW Flow Through LO Cooler	A0 6074	0.4600	6.50			
4) LO Flow Through Cooler	A0 6083	0.4600	6.50			
4) Bypass Line	A0 6084	0.0100	1.00			
3) Pump Mechanical	A0 6120	0.3410	7.60	K4.10-88	0.2948	7.00
3) Magnetical Filter	A0 6121	0.0100	10.00			
1) V LT/HT Bypass Line	A0 8010	0.0100	1.00			
V LT Non Return Valve	A0 8011	0.0170	7.00	K1.05-88	24.1430	8.40
V LO Cooler	A0 8013	0.4600	6.50	H5.01-92	0.0579	4.10
W Scavenge Air Cooler	A0 8021	0.1300	30.00	K4.05-88	2.3745	6.10
W Preheater Steam/FW	A0 8030	0.4000	38.00	H5.05-92	0.1257	6.50
W Temperature Control Valve	A0 8054	0.1710	5.00	F6.01-92	0.6555	2.00
W Pressure Control Valve	A0 8055	0.0210	5.00	F6.01-92	0.6555	2.00
b FV Flow Through FW/SW Cooler	A0 8064	0.4000	38.00	K4.08-88	0.7172	6.50
W LT Pump Mechanical	A0 8082	0.1140	7.70	H1.01-92	0.0602	3.50
W HT Pump Mechanical	A0 8244	0.1140	7.70	H1.01-92	0.0602	3.50
W Seachest	A0 8823	0.0100	2.00			
W Valve	A0 8824	0.1710	5.00			
b SW Flow Through FW/SW Cooler	A0 8832	0.4000	38.00	K4.08-88	0.7172	6.50
W Pump Mechanical	A0 8852	1.0300	7.23	H1.09-92		
W Suction Side Filter	A0 8853	0.0740	5.00	K6.03-88	0.9243	2.00
O Pressure Control Valve	A1 1014	0.0210	5.00	F6.01-92	0.6555	2.00
O System Piping	A1 1015	0.0100	15.00	H7.02-92	0.8213	
O Automatic Filter	A1 1023	0.7000	6.00	K6.02-88	17.6170	
O Pressure Filter	A1 1033	0.0700	5.00	K6.02-88	17.6170	

NONELECTRONIC PARTS RELIABILITY DATA 1991

Prepared by:

William Denson, Greg Chandler,
William Crowell, & Rick Wanner

Reliability Analysis Center
PO Box 4700
Rome, NY 13440-8200

Under contract to:

Rome Laboratory
Griffiss AFB, NY 13441-5700



Reliability Analysis Center

A DoD Information Analysis Center

TABLE 1-4: FIELD DESCRIPTIONS

Field#	Field Name	Field Description
1	Part Description	Description of part including the major family of parts and specific part type breakdown within the part family.
2	Qual Lev	The Quality Level of the part as indicated by: Mil - Parts procured in accordance with MIL specifications. Com - Commercial quality parts. Unk (Unknown) - Data resulting from a device of unknown quality level
3	App Env	The Application Environment describes the conditions of field operation. See Table 1-5 for a detailed list of application environments and descriptions. These environments are consistent with MIL-HDBK-217. In some cases, environments more general than those used in MIL-HDBK-217 are used. For example: "A" indicates the part was used in an Airborne environment, but the precise location and aircraft type was not known. Environments preceded by the term "No" are indicative of non-operating systems in the specified environment.
4	Data Source	Source of data comprising this entry. The source number may be used as a reference to Section 5 to review individual data source descriptions.
5	Failure Rate	<u>For individual data entries, (same part type, environment, and source) this is the total number of failures divided by the total number of operating hours. For roll-up data entries (i.e., those without sources listed) failure rate is derived using the data merge algorithm described in this section.</u> A failure rate preceded by a "<" is representative of entries with no failures. The failure rate listed was calculated by using a single failure divided by the given number of operating hours. The resulting number is a worst case failure rate and the real failure rate is less than this value. All failure rates are presented in a fixed format of four decimal places after the decimal point. The user is cautioned that data presented has inherently high variability and that four decimal places does not imply any level of precision or accuracy.
6	Total Failed	The total number of failures observed in the merged data records.
7	Operating Hours (E6)	The total number of operating hours observed in merged data records presented in millions of hours.
8	Detail Page	The NPRD-91 page number containing the detail data which comprise the summary record.

TABLE 1-5: APPLICATION ENVIRONMENTS

Env	Description
A	Airborne - The most generalized aircraft operation and testing conditions.
AI	Airborne Inhabited - General conditions in inhabited areas without environmental extremes.
AI A	Airborne Inhabited Attack - Typical conditions in cargo compartments occupied by aircrew without environment extremes of pressure, temperature, shock and vibration and installed on high performance aircraft such as used for ground support.
AI B	Airborne Inhabited Bomber - Typical conditions in bomber compartments occupied by aircrew without environment extremes of pressure, temperature, shock and vibration and installed on long mission bomber aircraft.
AI C	Airborne Inhabited Cargo - Typical conditions in cargo compartments occupied by aircrew without environment extremes of pressure, temperature, shock and vibration and installed on long mission transport aircraft.
AI F	Airborne Inhabited Fighter - Typical conditions in cargo compartments occupied by aircrew without environment extremes of pressure, temperature, shock and vibration and installed on high performance aircraft such as fighters and interceptors.
AI T	Airborne Inhabited Transport - Typical conditions in cargo compartments occupied by aircrew without environment extremes of pressure, temperature, shock and vibration and installed on high performance aircraft such as trainer aircraft.
ARW	Airborne Rotary Wing - Equipment installed on helicopters; includes laser designators and fire control systems.
AU	Airborne Uninhabited - General conditions of such areas as cargo storage areas, wing and tail installations where extreme pressure, temperature, and vibration cycling exist.
AI A	Airborne Uninhabited Attack - Bomb bay, equipment bay, tail, or where extreme pressure, vibration, and temperature cycling may be aggravated by contamination from oil, hydraulic fluid and engine exhaust. Installed on high performance aircraft such as used for ground support.
AI B	Airborne Uninhabited Bomber - Bomb bay, equipment bay, tail, or where extreme pressure, vibration, and temperature cycling may be aggravated by contamination from oil, hydraulic fluid and engine exhaust. Installed on long mission bomber aircraft.
AI F	Airborne Uninhabited Fighter - Bomb bay, equipment bay, tail, or where extreme pressure, vibration, and temperature cycling may be aggravated by contamination from oil, hydraulic fluid and engine exhaust. Installed on high performance aircraft such as fighters and interceptors.
AI T	Airborne Uninhabited Transport - Bomb bay, equipment bay, tail, or where extreme pressure, vibration, and temperature cycling may be aggravated by contamination from oil, hydraulic fluid and engine exhaust. Installed on high performance aircraft such as used for trainer aircraft.
DOR	Dormant - Component or equipment is connected to a system in the normal operational configuration and experiences non-operational and/or periodic operational stresses and environmental stresses. The system may be in a dormant state for prolonged periods before being used in a mission.
G	Ground - The most generalized ground operation and test conditions.
GB	Ground Benign - Non-mobile, laboratory environment readily accessible to maintenance; includes laboratory instruments and test equipment, medical electronic equipment, business and scientific computer complexes.
GF	Ground Fixed - Conditions less than ideal such as installation in permanent racks with adequate cooling air and possible installation in unheated buildings; includes permanent installation of air traffic control, radar and communication facilities.
GM	Ground Mobile - Equipment installed on wheeled or tracked vehicles; includes tactical missile ground support equipment, mobile communication equipment, tactical fire direction systems.
ML	Missile Launch - Severe conditions related to missile launch (air and ground), and space vehicle boost into orbit, vehicle re-entry and landing by parachute. Conditions may also apply to rocket propulsion powered flight.
MP	Manpack - Portable electronic equipment being manually transported while in operation; includes portable field communications equipment and laser designators and rangefinders.
N	Naval - The most generalized normal fleet operation aboard a surface vessel.
NH	Naval Hydrofoil - Equipment installed in a hydrofoil vessel.
NS	Naval Sheltered - Sheltered or below deck conditions, protected from weather; include surface ships communication, computer, and sonar equipment.
NSB	Naval Submarine - Equipment installed in submarines; includes navigation and launch control systems.
NU	Naval Unsheltered - Nonprotected surface shipborne equipment exposed to weather conditions; includes most communications equipment and missile/projectile fire control equipment.
N/R	Not Reported - Data source did not report application environment.
SF	Spaceflight - Earth orbital. Approaches benign ground conditions. Vehicle neither under powered flight nor in atmospheric re-entry; includes satellites and shuttles.

RD-91

Description	Qual Lev	App Data Env Source	Fail Per ES Hours	Total Failed	Operating Hours (ES)	Date Page
sket, Rubber, Low Power RF	Mil	AIF 18212-000	1.0437	1	0.9581	3-205
auge (Summary)			66.4962			
auge	Com	AIT	125.2212 192.1531			
		NPRD-090	96.2164	412	4.2820	3-205
		NPRD-093	93.7200	394	4.2040	3-205
		NPRD-096	331.2487	212	0.6400	3-205
		NPRD-098	456.4084	1246	2.7300	3-205
	Mil	AI NPRD-051	82.6297 165.4050	7039	42.5560	3-205
		AIF 16953-000	357.5484	251	0.7020	3-205
		ARW NPRD-091	224.0733	121	0.5400	3-205
		GF	3.7421			
		NPRD-054	3.7742	97	25.7010	3-205
		NPRD-061	< 4.5455	0	0.2200	3-205
		SF 10219-034	< 0.9872	0	1.0130	3-205
auge, Air Speed	Com	AIT NPRD-093	60.0779 81.2498	13	0.1600	3-205
	Mil	ARW	51.6607			
		NPRD-062	45.7515	7	0.1530	3-205
		NPRD-091	58.3332	7	0.1200	3-205
auge, Fuel (Summary)	Com		79.3203 139.2678			
		AIT	168.3728			
		GM	78.8111			
	Mil		54.5013			
		AI	35.1239			
		ARW	210.5206			
		GF	8.9429			
Gauge, Fuel	Com		104.3547 139.2678			
		AIT	168.3728			
		NPRD-093	145.9012	89	0.6100	3-205
		NPRD-096	191.8912	142	0.7400	3-205
		NPRD-098	170.4912	520	3.0500	3-205
		GM NPRD-063	78.8111	61	0.7740	3-205
	Mil		82.8402			
		AI NPRD-091	35.1239	17	0.4840	3-205
		ARW	210.5206			
		NPRD-062	430.6203	90	0.2090	3-205
		NPRD-070	285.7132	4	0.0140	3-205
		NPRD-091	75.8331	91	1.2000	3-205
		GF NPRD-073	11.9047	2	0.1680	3-205
Gauge, Fuel, Storage Tank Ind.	Mil	GF NPRD-015	6.7179	7	1.0420	3-205
Gauge, Glass Sight	Unk	ARW 18459-000	437.1726	12	0.0274	3-205
Gauge, Magnetic Sensing	Com		88.2350 191.1350			
		AIT NPRD-093	246.4277	69	0.2800	
		SF NPRD-077	< 12.3457	0	0.0810	
	Mil	SF 10219-034	< 2.3753	0	0.4210	3-205

Part Summaries

Location	Qual Lev	App Env	Data Source	Fail Per E6 Hours	Total Failed	Operating Hours (E6)	Detail Page
Pushbutton	Com	GB	13567-021	< 0.0010	0	964.2776	3-21
Pushbutton, Bezel	Com	GB	13567-021	< 0.0018	0	570.3672	3-21
Pushbutton, Lens	Com	GB	13567-021	< 0.6410	0	1.5	
Pushbutton, Rectangular	Com	GB	13567-021	< 0.0448	0	22.3288	3-223
Round	Com	GB	13567-021	< 0.3503	0	2.8548	3-223
Skirted (Summary)	Com	GB		< 0.0769			
Skirted	Com	GB	13567-021	< 0.0850	0	11.7624	3-223
Skirted, Skirt & Bar	Com	GB	13567-021	< 0.8080	0	1.2376	3-21
Thumb Screw	Com	GB	13567-021	< 0.6771	0	1.4701	
						7.6918	
(Summary)							
	Com	GB	13567-021	< 0.4903	0	0.1716	3-223
	Mil	A	23038-003	< 5.8275	1	0.0327	3-223
		AIF	17867-000	< 2.8931	0	0.2272	3-21
			17867-000	< 4.4013	0	0.1194	
			18139-000	< 8.4428	0	0.0000	
	GM		18283-000	< 16.2182	0	0.0000	
	NSB		18155-000	< 0.0055	5	917.3000	
D. Bulb	Mil	A	23038-001	126.2592	5	0.0255	3-224
			23038-004	196.1393	1	0.0281	3-224
			23038-005	35.5871	30	0.1040	3-224
D. Deuterium	Com	GB	13567-021	< 0.8741	0	1.1440	3-224
D. Fault Indicator	Mil	AIF	17867-000	< 3.5449	0	0.2821	3-224
D. Fiber Optic	Mil	NSB	18155-000	0.2066	2	9.6798	3-224
D. Flash	Mil	A	23038-002	20.4838	1	0.0487	3-224
	Unk	AUT	18459-000	20.5279	1	0.0489	3-224
				20.4398			
D. Glow	Com	GB	13567-021	< 0.3839	0	467.6048	3-224
		CF	22540-000	< 0.0021	0	0.3560	3-224
		GM	22540-000	< 2.8090	1	2.2000	3-224
				0.4545			
	Mil	A	23038-003	34.3287	5	0.0227	3-224
		GM	22540-000	220.7498	0	0.1230	3-224
				< 8.1301			
	Unk	CF	22540-000	0.4468	0	4.9830	3-224
		NS	22540-000	< 0.2007	26	53.2150	3-224
				0.4886			

3-21-037

NPRD-91

Part Description

Qual Lev	App Data Env Source	Fail Per ES Hours	Total Failed	Operating Hours (#6)	Dist Pa
Unk	MJ 18459-000	40.7996	1	0.0245	3-
Mill		268.2707			
	AJ 25199-000	71.9695	57	0.7920	3-
	AJT 25199-000	999.7954	12	0.0120	3-
		0.3531			
Mill	DOR 13253-000	0.3531	113	320.0000	3
Unk	GF 18354-000	< 20.8333	0	0.0480	3
		54.0497			
Unk	A 14182-001	17.5700	-	-	
	ARW 14182-001	166.2704	-	-	
		219.1459			
Com	AIT NPRD-090	17.5695	12	0.6830	
Mill		508.2272			
	ARW	405.2985			
	NPRD-062	127.7637	52	0.4070	
	NPRD-070	1285.7081	18	0.014	
	AJF 16953-000	799.1417	187	0.234	
		163.2112			
Com		151.0794			
	AJT NPRD-096	66.6665	18	0.2700	
	GM NPRD-063	342.3759	265	0.7740	
Mill	A NPRD-082	190.4755	16	0.0840	
		1.7410			
Unk	G 14182-001	1.7410	-	-	
		37.3579			
Mill	NH	81.5703			
Unk		30.7323			
	A	26.3608			
	ARW	45.4549			
	GM	28.2409			
		69.6425			
Mill	NH 24794-000	81.5703	3		
Unk	A 14182-001	59.4588	-	-	
		24.6635			
Unk	A 14182-001	11.6870	-	-	
	ARW 14182-001	45.4549	-	-	
	GM 14182-001	28.2409	-	-	
		41.7957			
Com	GF	27.0270			
Mill		41.9722			
	A	15.4639			
	GF	< 500.0000			
	GM	6.0645			
	NS	788.9091			
Unk		34.1747			
	GF	23.1562			
	GM	50.4361			
		34.1747			
Unk		23.1562	9	0.38	
	GM 18459-000	50.4361	3	0.05	
		69.1691			
Mill		6.0645	59	9.72	
	GM 23013-000	788.9091	178	0.22	
	NS 23013-000				

150 Part Summaries

Part Description	Qual Lev	App Data Env Source	Fall Per ES Hours	Total Failed	Operating Hours (E6)	D
Tube, Electron, Surge	Com	GB 13567-021	0.0099	4	401	
Tube, Electron, Triode	Com	GB 13567-021	0.9725	8	8.2264	
			2.2171			
Tubing (Summary)	Unk		34.2768	6	0.1750	3-30
Tubing, Cesium Beam	GF	18459-000	34.2768	6	0.1750	1
	NS	18459-000	34.2768			
Tubing, Metal	Unk		0.7415			
	G	14182-001	2.0470	3	20.000	
	GF	18459-000	0.1500	2	2.7411	
	GY	18459-000	0.7294	7	4.2547	
	NS	18459-000	1.6452		1.6439	
	NJ	18459-000	0.6083	1		
			8.2961			
Valve (Summary)	Mil	NH 24794-000	595.9746	132	0.2215	3-3
Valve	Unk	G 14182-001	0.2150			
Valve, Ball						
Valve, Butterfly	Mil	NH 24794-000	14.4669	33	0.0262	3-35
	Unk	G 14182-001	1260.7871			3-35
			0.1660			
Valve, Check	Unk		9.4621			3-35
	A	14182-001	27.9679			3-35
	ARW	14182-001	10.0500			3-35
	G	14182-001	3.0140			
Valve, Control	Unk	A 14182-001	107.3457			3-3
Valve, Freon	Unk		5.5975			3-3
	A	14182-001	22.6420			3-3
	GF	14182-001	1.3840			
Valve, Fuel (Summary)	Unk		12.3407			
	A		20.1107			
	ARW		50.1437			
	G		1.2760			
	GF		0.7497			
	GY		2.3850			
Valve, Fuel	Unk		2.8275			
	A	14182-001	2.8510			
	ARW	14182-001	39.9999			
	GF	14182-001	0.2350			
	GY	14182-001	2.3850			
Valve, Fuel, Dump	Unk	A 14182-001	1.4230			

Standar TARIF
REPARASI KAPAL

PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA (PERSERO)
JANUARI 2003

DAFTAR ISI

<i>Ketentuan – Ketentuan Umum Pelanggan Kapal (Pemilik Kapal)</i>	1/26
<i>Kondisi Tarif Reparasi Kapal</i>	3/26
<i>Standar Tarif Reparasi Kapal PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya</i>	4/26
<i>I. Pengedokan</i>	4/26
<i>II. Sandar di Dermaga PT. DPS</i>	5/26
<i>III. Pelayanan Umum</i>	5/26
1. <i>Pemeriksaan Bebas Gas</i>	5/26
2. <i>Pembuangan Sampah</i>	5/26
3. <i>Penampungan Minyak</i>	5/26
4. <i>Pemakaian Pontoon Di Areal Galangan</i>	5/26
5. <i>Fasilitas MCK</i>	5/26
6. <i>Pemadam Kebakaran</i>	5/26
7. <i>Penjaga Keamanan</i>	5/26
8. <i>Pelayanan Air</i>	6/26
9. <i>Pelayanan Listrik</i>	6/26
10. <i>Pelayanan Telephone</i>	6/26
11. <i>Pelayanan Udara tekan</i>	6/26
12. <i>Pelayanan Air Pendingin Untuk Mesin Es</i>	6/26
13. <i>Pelayanan air Pendingin Untuk Motor Bantu</i>	6/26
14. <i>Pemakaian Pompa Bilga Untuk Ballas</i>	6/26
15. <i>Pelayanan Ventilasi/Blower</i>	6/26
16. <i>Pelayanan Derek/Crane</i>	7/26
17. <i>Peranca</i>	7/26
18. <i>Tarif Penyelaman</i>	7/26
19. <i>Pelayanan Tunda dan Pandu di Areal Galangan</i>	7/26

<i>IV.</i>	<i>Lambung Dan Badan Kapal</i>	<i>8/26</i>
	<i>1. Pembersihan dan Pengecatan Badan Kapal</i>	<i>8/26</i>
	<i>2. Pengecatan Sarat dan Plimsoll Mark, Garis Air</i>	<i>9/26</i>
	<i>3. Pembersihan Tanki, Hydro Test dan Penyemenan</i>	<i>10/26</i>
<i>V.</i>	<i>Jangkar, Rantai Jangkar dan Bak Rantai Jangkar</i>	<i>11/26</i>
<i>VI.</i>	<i>Penggantian Anode</i>	<i>11/26</i>
<i>VII.</i>	<i>Sea Chest dan Valve</i>	<i>12/26</i>
	<i>1. Sea Chest</i>	<i>12/26</i>
	<i>2. Sea Valve (Katup Laut)</i>	<i>12/26</i>
	<i>3. Stop Valve (Katup Laut)</i>	<i>13/26</i>
	<i>4. Scupper Valve/Storm Valve</i>	<i>13/26</i>
<i>VIII.</i>	<i>Pekerjaan Plate</i>	<i>14/26</i>
	<i>1. Pekerjaan Plate Menurut Lokasi</i>	<i>14/26</i>
	<i>2. Tarif Untuk Pekerjaan Plate Lainnya</i>	<i>14/26</i>
	<i>3. Pengelasan</i>	<i>14/26</i>
	<i>4. Pembuatan Baru/Ganti Baru Plate Mata</i>	<i>15/26</i>
	<i>5. Pagar Kapal</i>	<i>15/26</i>
<i>IX.</i>	<i>Peterman Pipa</i>	<i>15/26</i>
	<i>1. Penggantian Pipa dan Elbow Schedule 40</i>	<i>15/26</i>
	<i>2. Penggantian Pipa dan Elbow Schedule 80</i>	<i>16/26</i>
	<i>3. Penggantian Pipa Medium dan Bending Pipa</i>	<i>16/26</i>
	<i>4. Penggantian Clamp dan Flanges</i>	<i>17/26</i>
<i>X.</i>	<i>Permesinan dan Equipment Lainnya</i>	<i>18/26</i>
	<i>1. General Overhaul Mesin Kapal</i>	<i>18/26</i>
	<i>2. Remetaling</i>	<i>18/26</i>
	<i>3. Gear Box</i>	<i>19/26</i>
	<i>4. Governor</i>	<i>19/26</i>
	<i>5. Pompa-pompa</i>	<i>20/26</i>
	<i>6. Air Compressor</i>	<i>21/26</i>

7.	<i>Air Receiver</i>	21/26
XI.	<i>Sistem Propulsi</i>	22/26
1.	<i>Pengukuran Poros Baling-Baling</i>	22/26
2.	<i>Cabut Poros Baling-baling</i>	22/26
3.	<i>Bongkar Pasang, Surface Contact, Polish, Balansir</i>	23/26
4.	<i>Stern Tube</i>	23/26
5.	<i>Bantalan Dukung Poros Baling-Baling</i>	24/26
6.	<i>Magnaflux Test dan Colour Check</i>	24/26
XII.	<i>Kemudi</i>	25/26
XIII.	<i>Bagian Listrik</i>	25/26
1.	<i>Electromotor/Motor Listrik</i>	25/26
2.	<i>Generator AC</i>	26/26
3.	<i>Meger Test</i>	26/26

KETENTUAN-KETENTUAN UMUM PELANGGAN KAPAL (PEMILIK KAPAL)

1. Pelanggan sebelum menyerahkan pekerjaan perbaikan kapal, dan lain-lain harus menyampaikan permintaan penawaran dengan dilampiri daftar rencana perbaikan (*repair list*), jenis survey, ukuran utama dan dokumen-dokumen lain yang diperlukan.
2. Sebelum ada persetujuan dari PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero), pelanggan tidak diijinkan membawa kapalnya ke penataran PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero)
3. Sebelum kapal masuk ke penataran PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero), bahan bakar dalam tanki tanki harus dikosongkan dan dalam keadaan bebas gas, kecuali bahan-bahan di tanki harian. Khusus untuk kapal perang, selain ketentuan tersebut di atas, juga harus bebas amunisi.
4. Ketika kapal sandar di PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero), nahkoda atau pemilik kapal harus menyampaikan "crew list" kapal tersebut ke Biro SDM dan Umum untuk dibuatkan surat ijin keluar masuk penataran.
5. Kapal tidak bisa meninggalkan penataran sebelum mendapat ijin tertulis yang ditandatangani Direksi PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero)
6. Selama kapal berada di penataran PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero), pelanggan wajib mentaati segala ketentuan yang berlaku di PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero).
7. Pelanggan atau Abk tidak diperkenankan melaksanakan pekerjaan-pekerjaan apapun di atas kapal dengan mempergunakan tenaga dari luar (sub kontraktor, crew darat, karyawan dan lain-lain) maupun peralatan PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero) selama kapalnya berada di penataran PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero).
8. Kapal diijinkan sandar di perairan PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero) paling lama 3 (tiga) hari setelah pekerjaan PT. Dok Dan Perkapalan (Surabaya) selesai.
9. Untuk keluar masuk barang/spare part guna keperluan perbaikan kapal, dan lain-lain harus ada ijin dari Direksi PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero) atau pejabat yang ditunjuk disamping harus ada persetujuan dari pemilik kapal terlebih dahulu.
10. Anak buah kapal (ABK) dilarang keras membuang sampah serta segala macam kotoran berupa limbah apapun termasuk sisa oli bekas dan air got ke dermaga / ke laut di perairan PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero). Pelanggan atas ketentuan tersebut di atas akan dikenakan sanksi sesuai dengan ketentuan pencemaran di laut.
11. Setiap pemilik kapal dan para ABK tidak diperkenankan mengambil dan membawa keluar barang-barang/material bekas berupa apapun dari barang-barang bekas perbaikan kapal, kecuali peralatan bekas dari pekerjaan permesinan, listrik dan navigasi.

12. *Setiap anak buah kapal (ABK) yang akan masuk dan keluar PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero) harus melalui pintu I (atau pintu yang telah ditetapkan) dan harus lapor kepada petugas keamanan di pos pintu tersebut.*
13. *Setiap pelanggan yang membawa kendaraan (sepeda, sepeda motor dan kendaraan roda empat) harus menempatkan kendaraannya di tempat yang telah disediakan.*
14. *Selain yang berkepentingan, dilarang masuk ke bengkel-bengkel atau tempat-tempat lainnya di PT. Dok Dan Perkapalan (Surabaya)*
15. *Dilarang mencari/menangkap atau memancing di laut perairan PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (Persero).*
16. *Dilarang membawa keluar/masuk barang-barang terlarang antara lain :*
 - *Segala macam/jenis minuman keras dan obat-obatan bius misalnya ganja, marijuana, morfin dan sebagainya.*
 - *Barang-barang import/ekspor yang harus dilengkapi dengan dokumen/surat ijin dari instansi yang berwenang (bea cukai)*
 - *Barang-barang yang berupa senjata tajam, amunisi, bahan peledak atau sejenis itu, bahan bakar yang membahayakan kepentingan umum kecuali dengan surat ijin dari instansi yang berwenang.*
17. *Dilarang mengajak wanita yang bukan istri/keluarganya yang sah masuk penataran/kapalnya yang sedang mengalami perbaikan/docking di PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero).*
18. *PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero) tidak mengasuransikan kapal selama kapal tersebut berada di penataran PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero), kecuali ada kesepakatan sebelumnya.*
19. *Selama kapal berada di penataran PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero) keamanan/keselamatan kapal sepenuhnya menjadi tanggung jawab nahkoda.*
20. *Apabila selama kapal berada di penataran PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero), ABK melakukan pencemaran laut di perairan PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero), maka pelanggan di bebani biaya untuk pembersihan pencemaran tersebut sesuai ketentuan yang berlaku.*
21. *Tanggung jawab PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya sebatas pekerjaan yang dilaksanakan.*
22. *Penyimpangan dari ketentuan tersebut harus mendapat persetujuan tertulis dari direksi*



KONDISI TARIF REPARASI KAPAL

1. *Tarif reparasi terlampir adalah minimum tarif yang merupakan hanya guideline atas pekerjaan perbaikan kapal di PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero).*
2. *Tarif ini efektif berlaku sejak Januari 2003, dan sewaktu-waktu dapat dilakukan peninjauan ulang berdasarkan kondisi internal dan eksternal PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero).*
3. *Tarif yang tidak diatur dalam daftar harga ini, akan dihitung tersendiri berdasarkan standar-standar dan ketentuan lain dari PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero).*
4. *Semua tarif adalah dalam Rupiah dengan berdasarkan waktu kerja normal di PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero).*
5. *Tarif sewa / biaya dibedakan menurut jam hari :*
 - 5.1. *Senin ~ Jumat*
 - *Pukul 07.00 ~ 16.00 : 100%*
 - *Pukul 16.00 ~ 22.00 : 150%*
 - *Pukul 22.00 ~ 07.00 : 200%*
 - 5.2. *Sabtu / Minggu / Libur Resmi*
 - *Pukul 07.00 ~ 16.00 : 150%*
 - *Pukul 16.00 ~ 22.00 : 200%*
 - *Pukul 22.00 ~ 07.00 : 250%*

STANDAR TARIF REPARASI KAPAL
PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA (PERSERO)
TAHUN 2003

I. PENGEDOKAN

GRT / BRT	TARIF PENGEDOKAN (RP)		ASISTENSI NAIK TURUN DOCK (RP)	TUG BOAT ASISTENSI UNTUK NAIK TURUN DOCK (RP)
	DUA HARI PERTAMA	PER HARI BERIKUTNYA		
0 ~ 500	3.800.000	370.000	500.000	2.100.000
501 ~ 1000	4.900.000	490.000	600.000	2.300.000
1001 ~ 1500	5.300.000	560.000	800.000	2.600.000
1501 ~ 2500	6.500.000	700.000	1.000.000	3.100.000
2501 ~ 3500	8.200.000	780.000	1.400.000	3.700.000
3501 ~ 5000	9.400.000	1.200.000	1.900.000	4.400.000
5001 ~ 7000	11.750.000	1.800.000	2.600.000	5.200.000
7001 ~ 9000	14.800.000	2.400.000	3.100.000	6.000.000
9001 ~ 11000	19.400.000	2.800.000	3.700.000	6.900.000

Catatan:

1. Tarif tersebut berlaku untuk jam kerja normal pada hari kerja sesuai ketentuan perusahaan. Pada hari libur akan dikenakan tarif khusus lembur.
2. Pengedokan kurang dari 2 (dua) hari akan diperhitungkan 2 hari
3. Apabila diperlukan penggeseran selama kapal docking, akan dikenakan tambahan biaya sebesar 100% dari tarif 2 (dua) hari pertama.
4. Apabila GRT kapal kurang dari 60% DWT kapal, tarif yang dikenakan adalah yang equivalent dengan 60% dari DWT.
5. Apabila diperlukan pengaturan khusus balok lunas atau fasilitas darat lainnya akan dikenakan tambahan biaya sebesar 50% dari tarif 2 (dua) hari pertama. Untuk kasus ini seperti pada kapal type catamaran, kapal yang memiliki peralatan sonar dan kapal-kapal yang memiliki peralatan khusus dibawah air.
6. Bongkar pasang kembali balok-balok dock dikenakan biaya sebagai berikut:
 - Balok lunas : Rp. 380.000,- / balok
 - Balok lambung (sisi) : Rp. 340.000,- / balok
 - Balok lunas/sisi khusus : dikenakan tariff khusus
6. Kapal yang tidak dilengkapi gambar docking plan dikenakan biaya tambahan sebesar 20% dari tarif 2 (dua) hari pertama.
7. Emergency docking dikenakan biaya extra

II. SANDAR DI DERMAGA PT. DPS

GRT /BRT	TARIF SANDAR (RP /HARI)	MOORING DAN UNMOORING (RP)	<u>Catatan :</u>
0 ~ 500	280.000	770.000	<ul style="list-style-type: none"> • Diluar pandu • Gandeng keluar kawasan galangan atau ke buoy akan dihitung tersendiri. • Tarif tersebut termasuk tambat/lepas tali-tumali kapal waktu kapal sandar & ber-angkat dan galangan. • Kapal kapal khusus (kapal perang, ferry ro-ro, tug boat, kapal keruk, tongkang) dihitung tersendiri. • Emergency dikenakan biaya extra.
501 ~ 1000	370.000	980.000	
1001 ~ 1500	420.000	1.080.000	
1501 ~ 2500	530.000	1.600.000	
2501 ~ 3500	590.000	1.950.000	
3501 ~ 5000	800.000	2.400.000	
5001 ~ 7000	1.400.000	2.800.000	
7001 ~ 9000	1.800.000	3.400.000	
9001 ~ 11000	2.200.000	4.200.000	

III. PELAYANAN UMUM

1. Pemeriksaan bebas gas kapal yang berada di areal galangan per tanki Rp. 350.000,-
Catatan :
 - Tarif tersebut maksimal 5 (lima) titik per tanki
 - Gas kimia dan sertifikat diperhitungkan tersendiri
 - Kapal-kapal pengangkut zat cair kimia akan dihitung kasus demi kasus
 - Kapal berada di areal pelabuhan tarif menjadi 150% sedangkan diluar dan tarif menjadi 200%. Sementara transport diperhitungkan tersendiri

2. Pembuangan sampah per hari Rp. 120.000,-

3. Penampungan minyak di ponton per hari per pontoon (max 200 m³) Rp.6.000.000,-
Catatan:
 Jika terjadi kontaminasi pada minyak, menjadi tanggung jawab owner

4. Pemakaian ponton / flat top barge di areal galangan
 - (a) Dengan kompressor per jam Rp. 350.000,-
 - (b) Dengan mesin las per jam Rp. 350.000,-
 - (c) Hanya ponton per jam Rp. 275.000,-Catatan:
 Minimum pemakaian 2 (dua) jam

5. Fasilitas MCK per hari Rp. 120.000,-

6. Pemadam kebakaran
 - (a) Penjaga kebakaran per orang per hari Rp. 100.000,-
 - (b) Sambung & lepas (satu kali pelaksanaan) Rp. 150.000,-

7. Penjaga keamanan per orang per hari Rp. 180.000,-

8. Pelayanan air (minimal 10 ton per order)	Rp. 28.000,-
(a) Air tawar per ton dari tongkang,	Rp. 25.000,-
(b) Air tawar per ton dari darat/kade,	Rp. 5.000,-
(c) Air laut per ton	Rp. 150.000,-
(d) Sambungan selang (satu kali sambungan).	
<hr/>	
9. Pelayanan listrik	Rp. 1.800,-
(a) Tarif per kWh untuk 50 Hz,	Rp. 2.000,-
(b) Tarif per kWh untuk 60 Hz,	Rp. 200.000,-
(c) Sambungan kabel saluran (satu kali sambungan)	Rp. 50.000,-
(d) Fasilitas penerangan per hari /lampu (max. 100 watt)	
<u>Catatan:</u>	
• Untuk 440 V, 60 Hz akan dihitung tersendiri	
• Tarif pemakaian genset dihitung tersendiri	
<hr/>	
10. Pelayanan telephone (khusus lokal)	Rp. 200.000,-
(a) Sambung lepas kabel	Rp. 60.000,-
(b) Tarif telphon per hari per saluran	
<u>Catatan:</u>	
<i>Pembicaraan interlokal & internasional disesuaikan dengan tarif telekomunikasi</i>	
<hr/>	
11. Pelayanan udara tekan	Rp. 150.000,-
(a) Sambungan slang (satu kali sambungan)	Rp. 375.000,-
(b) Supply udara untuk isi botol angin/slang/hari (minimal 2 hari)	Rp. 60.000,-
(c) Supply udara tekan dari darat per jam (minimal 8 jam per order)	
<hr/>	
12. Pelayanan air pendingin untuk Mesin Es	Rp. 180.000,-
(a) Sambungan slang/pipa air pendingin (satu kali sambungan)	Rp. 100.000,-
(b) Supply air pendingin per hari	
<hr/>	
13. Pelayanan air pendingin untuk motor bantu	Rp. 180.000,-
(a) Sambungan dari darat ke kapal (satu kali sambungan)	Rp. 100.000,-
(b) Supply air pendingin dari darat per hari	
<hr/>	
14. Pemakaian pompa bilga untuk ballast	Rp. 400.000,-
(a) Remove dan Install per unit	Rp. 450.000,-
(b) Tarif pemakaian per hari	Rp. 25.000,-
(c) Pemakaian air tawar untuk ballast per m ³	Rp. 5.000,-
(d) Pemakaian air laut untuk ballast per m ³	
<u>Catatan:</u>	
• Minimum pemakaian 50m ³	
• Buka tutup manhole dan sumbat lunas diperhitungkan tersendiri	
• Pompa dari galangan	
• Untuk pemakaian ballast tetap/konkrit diperhitungkan tersendiri	
• Sambungan selang (satu kali sambungan), Rp. 150.000,-	
<hr/>	
15. Pelayanan ventilasi/blower	Rp. 350.000,-
(a) Sambungan ke kapal (diluar konsumsi listrik/satu kali sambungan)	Rp. 125.000,-
(b) Pelayanan blower per hari per buah	

16. Pelayanan derek/crane per jam
- (a) Derek apung/floating crane, kapasitas sampai 50 ton Rp. 1.500.000,-
 - (b) Derek darat, kapasitas sampai 10 ton Rp. 300.000,-
 - (c) Derek darat, kapasitas sampai 30 ton Rp. 600.000,-
 - (d) Dock crane Rp. 350.000,-
 - (e) Forklift, kapasitas sampai 5 ton Rp. 150.000,-

Catatan:

- Pemakaian minimal 2 (dua) jam
- Tarif tarik/gandeng floating crane dihitung tersendiri
- Tarif pemakaian derek yang disewa dari perusahaan lain dihitung tersendiri
- Diluar jam kerja tarif dihitung tersendiri

17. Peranca
- (a) Luar ruangan per m³ Rp. 15.000,-
 - (b) Dalam ruangan per m³ Rp. 22.000,-
 - (c) Posisi tinggi per m³ Rp. 28.000,-

18. Tarif penyelaman untuk inspeksi di areal galangan per jam Rp. 1.500.000,-

Catatan:

- Minimum 3 jam per order
- Tidak termasuk perbaikan kerusakan dan atau pengeelasan dibawah air
- Inspeksi diluar areal galangan dihitung tersendiri

19. Pelayanan tunda dan pandu di areal galangan

PENUNDAAN		PELAYANAN PANDU	
GRT / BRT	TARIF (RP / JAM)	GRT / BRT	TARIF (RP / JAM)
~ 500	1.000.000	~ 500	150.000
501 ~ 1500	1.200.000	501 ~ 1500	200.000
1501 ~ 3500	1.600.000	1501 ~ 3500	300.000
3501 ~ 5000	2.000.000	3501 ~ 5000	400.000
5001 ~ 7000	2.500.000	5001 ~ 7000	600.000
7001 ~ 9000	3.400.000	7001 ~ 9000	900.000
9001 ~ 11000	4.500.000	9001 ~ 11000	1.500.000

Catatan:

- Pemakaian minimum 2 jam. Jika diluar areal galangan dihitung tersendiri
- Untuk pemakaian tug boat pelabuhan akan dikenakan tarif tersendiri sesuai ketentuan yang berlaku di Administrator Pelabuhan/Kesyahbandaran

IV. LAMBUNG DAN BADAN KAPAL

1. Pembersihan dan Pengecatan Badan Kapal

JENIS PEKERJAAN	TARIF SESUAI LOKASI (RP / M ²)			
	LAMBUNG	GEI ADAK	DALAM RUANGAN ATAU LAMBUNG DALAM KAPAL	DALAM TANKI
1. Cuci/semprot dengan air tawar	4.000	3.500		
2. Cuci/semprot air tawar tekanan tinggi	11.000	10.000		
3. Sekrap	4.500	4.000	7.500	10.000
4. Gerinda	17.000	16.000	18.000	27.500
5. Wire brush	13.000	12.000	15.000	23.000
6. Ketok	9.000	8.000	10.000	12.000
7. Sand blasting SA-2	27.500	30.000	90.000	120.000
8. Sweep blasting	21.000	25.000	70.000	100.000
9. Spot blasting	31.000	34.000	100.000	135.000
10. Pengecatan per layer	3.000	2.500	4.500	8.500
11. Pengecatan pilih-pilih per layer	5.000	4.500	7.500	12.700
12. Pengecatan epoxy per layer	4.000	3.500	6.000	12.000
13. Pengecatan dengan interval 16 jam	4.500	4.000	6.500	12.500
14. Ultrasonic test per titik	12.000	12.000	13.000	14.000

Catatan:

- (1) Pekerjaan sandblast, sweep blast dan spot blast tersebut diluar pengecatan 1 kali primer
- (2) Minimum luasan untuk sand blast adalah 100 m²
- (3) Untuk pekerjaan sand blast SA 2 1/2 akan dikenakan tarif tersendiri
- (4) Sand blast dalam keadaan floating ditambah 30% dari tarif sandblast pada daerah lambung, sedangkan pada daerah top sided ditambah 20%
- (5) Peranca sudah termasuk pada tarif di atas
- (6) Akan dikenakan tarif tambahan apabila :
 - Korosi atau kondisi kotoran sangat berat
 - Ada pekerjaan pada scupper plug
- (7) Pekerjaan pengecatan tersebut diluar harga cat.
- (8) Ketebalan pengecatan maksimum 100 micron dt. Apabila diatas 100 micron dt akan dihitung tersendiri
- (9) Untuk pekerjaan tank coating di cargo oil tank untuk kapal tanker akan dihitung tersendiri
- (10) Pembersihan dengan bahan kimia dihitung berdasarkan kasus demi kasus
- (11) Tarif ultrasonic tersebut diluar gambar laporan (minimal 50 titik). Apabila ada pemakaian alat khusus akan dihitung tersendiri.
- (12) Tarif pembuatan gambar (bukan kategori pembuatan baru/hanya redrawing) untuk laporan ultra sonic dihitung sebagai berikut:
 - Bukaan kulit (shell expansion) Rp. 600.000,- per 6 lembar
 - Deck Plan dan Profile construction Rp. 450.000,- per 6 lembar
 - Tiap tambahan satu lembar Rp. 50.000,-
- (13) Laporan ultra sonic untuk versi "booklet" (laporan ultrasonic dalam bentuk buku) akan dikenakan tarif tersendiri

2. Pengecatan Sarat dan Plimsoll Mark, Garis Air dan Nama Kapal

GRT / BRT	TARIF MENURUT LOKASI (RP)		
	SARAT DAN TANDA LAMBUNG	GARIS AIR	NAMA KAPAL, PELABUHAN DAN NAMA PERUSAHAAN
0 ~ 500	430.000	580.000	700.000
501 ~ 1500	580.000	800.000	900.000
1501 ~ 2500	750.000	1.300.000	1.100.000
2501 ~ 3500	930.000	1.600.000	1.300.000
3501 ~ 5000	1.100.000	2.100.000	1.600.000
5001 ~ 7000	1.300.000	2.600.000	1.900.000
7001 ~ 9000	1.500.000	3.100.000	2.250.000
9001 ~ 11000	1.700.000	3.600.000	2.600.000

Catatan:

- Pembuatan tanda sarat, tanda lambung dan nama kapal dari plate dihitung tersendiri
- Pembuatan nama kapal dari kayu yang dipasang di bangunan atas dihitung tersendiri
- Untuk logo perusahaan akan dihitung tersendiri
- Bahan cat tidak termasuk dalam tariff tersebut

V. JANGKAR, RANTAI JANGKAR DAN BAK RANTAI JANGKAR

GRT/BRT	TARIF PER KAPAL (JANGKAR DAN RANTAI JANGKAR) (RP.)	TARIF BAK RANTAI PER KAPAL (RP.)	PENGGANTIAN RANTAI JANGKAR PER SEGEL (RP.)
0 - 500	1.800.000	1.700.000	750.000
501 - 1500	2.300.000	2.100.000	880.000
1501 - 2500	2.800.000	2.500.000	920.000
2501 - 3500	3.400.000	2.900.000	1.100.000
3501 - 5000	4.000.000	3.300.000	1.300.000
5001 - 7000	4.800.000	3.800.000	1.750.000
7001 - 9000	5.700.000	4.500.000	2.250.000
9001 - 11000	7.600.000	5.800.000	2.750.000

Catatan :

- Volume pekerjaan meliputi jangkar, rantai jangkar dan staldrad jangkar diturunkan, direntangkan, water jet, disikat, diersihkan, diukur diameter, dicat (bahan cat dari owner) dengan coaltar, diberi tanda segel, kemudian jangkar dan rantainya dipasang kembali seperti semula serta dibuatkan laporan kalibrasi rangkap 5 yang diserahkan ke owner.
- Apabila membersihkan jangkar dan rantainya dilakukan dengan sandblasting dan atau waterjet dikenakan tariff tersendiri.
- Pekerjaan pada bak rantai jangkar meliputi bak kanan dan kiri yaitu dibersihkan dan dicat (bahan cat dari owner) satu kali lapis dengan coaltar/bitumastic serta bongkar pasang kayu pada alas bak rantai
- Rantai jangkar ex. owner
- Pekerjaan-pekerjaan tersebut dilaksanakan di areal galangan
- Pekerjaan dilaksanakan di atas ponton/flat top barge dikenakan tarif tersendiri.
- Tarif tidak termasuk pekerjaan rekondisi dan perbaikan.
- Penggantian segel per buah (diluar harga segel) dari 0 - 3500 GRT, Rp. 200.000,-/buah, sedangkan untuk 3501 - 11.000 GRT, Rp. 300.000,-/buah

VI. PENGGANTIAN ANODE

BERAT ANODE (KG)	JASA PEMASANGAN (RP/BUAH)	<u>Catatan :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Anode (zinch / aluminium) supply owner • Pemasangan anode (zinch / aluminium) tersebut dengan system las • Sistem pemasangan anode (zinch / aluminium) dengan baut akan diperhitungkan tersendiri • Pemasangan di dalam tanki / double bottom tarif ditambah 50%. • Anode (zinc / aluminum) yang berukuran lebih besar akan dikenakan tarif tersendiri
5	50.000	
9	60.000	
10	75.000	
12	90.000	
14	105.000	
16	120.000	
18	140.000	
20	160.000	
22	180.000	

VII. SEA CHEST DAN VALVE

1. Sea Chest

DIAMETER / DIAGONAL (INCH)	TARIF (RP/UNIT)	<u>Catatan :</u>
Sampai dengan 6	400.000	
Sampai dengan 12	600.000	
Sampai dengan 18	800.000	
Sampai dengan 20	900.000	
Sampai dengan 24	1.000.000	
Sampai dengan 40	1.150.000	
Diatas 40	1.500.000	

2. Sea Valve (Katup Laut)

DIA, (INCH)	GLOBE VALVE (RP/BUAH)	GATE VALVE (RP/BUAH)	BUTTERFLY VALVE (RP/BUAH)	ANGLE VALVE (RP/BUAH)
1	150.000	255.000	310.000	390.000
2	210.000	310.000	380.000	470.000
3	290.000	380.000	460.000	570.000
4	380.000	510.000	620.000	770.000
5	500.000	630.000	760.000	950.000
6	675.000	765.000	920.000	1.150.000
8	900.000	1.050.000	1.250.000	1.580.000
10	1.080.000	1.250.000	1.500.000	1.880.000
12	1.200.000	1.400.000	1.700.000	2.100.000
14	1.600.000	1.750.000	2.100.000	2.630.000
16	1.840.000	2.000.000	2.400.000	3.000.000
18	1.980.000	2.250.000	2.700.000	3.400.000
20	2.300.000	2.550.000	3.100.000	3.900.000
22	2.550.000	2.970.000	3.500.000	4.500.000
24	2.900.000	3.240.000	3.900.000	4.900.000

Catatan :

- Volume pekerjaan meliputi buka pasang, bersihkan, dicat meni, perkasakan kelas dan dicoba.
- Katup yang terdapat di dalam tanki dikenakan tarif tambahan 20% dari tarif tersebut.
- Biaya belum termasuk penggantian packing dan mur baut
- Biaya diluar bongkar pasang perghalang
- Biaya pengetesan ditempat dikenakan tarif tambahan 30% dari tarif tersebut di atas
- Biaya pengerjaan dan pengetesan di bengkel dikenakan tarif tambahan 50% dari tarif di atas
- Tidak termasuk perbaikan, rekondisi dan penggantian material / equipment lainnya
- Untuk pneumatic valve dikenakan tarif 200% dari tarif di atas

3. Stop valve

DIA. (INCHI)	GLOBE VALVE (RP / BUAH)	GATE VALVE (RP / BUAH)	BUTTERFLY VALVE (RP / BUAH)	ANGLE VALVE (RP / BUAH)
1	60.000	100.000	150.000	180.000
2	80.000	120.000	200.000	230.000
3	120.000	180.000	270.000	290.000
4	160.000	240.000	360.000	390.000
5	200.000	300.000	425.000	530.000
6	240.000	360.000	498.000	610.000
8	320.000	480.000	640.000	800.000
10	400.000	600.000	780.000	980.000
12	480.000	720.000	900.000	1.100.000
14	560.000	840.000	1.050.000	1.300.000
16	640.000	960.000	1.200.000	1.500.000
18	720.000	1.080.000	1.350.000	1.700.000
20	800.000	1.200.000	1.500.000	1.900.000
22	880.000	1.320.000	1.650.000	2.100.000
24	960.000	1.440.000	1.800.000	2.300.000

Catatan:

- Volume pekerjaan meliputi buka pasang, bersihkan, dicat meni, perikasakan kless dan dicoba.
- Biaya belum termasuk penggantian packing dan mur baut
- Biaya diluar bongkar pasang penghalang
- Biaya pengetesan ditempat dikenakan tarif tambahan 30% dari tarif tersebut di atas
- Biaya pengerjaan dan pengetesan di bengkel dikenakan tarif tambahan 50% dari tarif di atas
- Tidak termasuk perbaikan, rekondisi dan penggantian material / equipment lainnya
- Untuk pneumatic valve dikenakan tariff khusus

4. Scupper valve /storm valve

DIAMETE R (INCHI)	TARIF (RP / BUAH)	Catatan:
1	190.000	<ul style="list-style-type: none"> • Volume pekerjaan meliputi overhaul, pembersihan, sampai pemasangan kembali • Diluar penggantian packing dan material lainnya. • Biaya pengetesan ditempat dikenakan tarif tambahan 20% dari tarif tersebut • Biaya pengerjaan dan pengetesan di bengkel dikenakan tarif tambahan 30% dari tarif tersebut. • Untuk valve di dalam tanki dikenakan tarif tambahan 50% dari tarif tersebut. • Pekerjaan perbaikan, rekondisi dan penggantian material dikenakan tarif tersendiri
2	230.000	
3	285.000	
4	300.000	
5	360.000	
6	410.000	
8	520.000	

VIII. PEKERJAAN PLATE

1. Pekerjaan plate menurut lokasi

LOKASI	TARIF (RP/KG)	LOKASI	HARGA (RP/KG)
Bottom/side shell plate	12.800	Internal in DBT	17.000
Bilge plate	13.500	Internal room and casing	15.200
Keel plate	14.000	Internal AFT dan FPT	18.000
Deck plate	12.300	Bulbous bow/linggi haluan	27.500
Tank top	14.000	Mixed frame (equal profile)	17.000
Bulkhead plate	15.200	Fender plate	17.000
Fore and after peak plate	17.000	Internal di bawah engine & prop.	27.500

Catatan:

- Tarif tersebut berdasarkan ketebalan plate 12 mm. Apabila ketebalan kurang dari 12 mm dikenakan tarif tambahan 5% dari tarif di atas
- Apabila volume pekerjaan plate/profile kurang dari 500 kg akan dikenakan tarif tersendiri
- Tirak termasuk blasting dan shop primer
- Tidak termasuk pembersihan tanki-tanki dan pemindahan cairan
- Tidak termasuk pengecatan
- Material khusus dan high tensile steel (seperti grade B, C, D, dan E) dihitung tersendiri
- Tirak termasuk pengetesan plate dengan sinar X, hose test dan watertight test.
- Tirak termasuk bongkar pasang penghalang serta pengembangan pekerjaan yang diakibatkannya.
- Doubling plate dikenakan tarif yang sama dengan tarif diatas.
- Tarif untuk "corrugated bulkhead" dikenakan tarif tambahan 50% dari tarif penggantian plate "bulkhead plate"
- Fairing dikenakan tarif 50% dari tarif tersebut
- Tarif bending dan pengerolan dihitung tersendiri
- Pekerjaan penggantian plate yang dilakukan didalam bengkel dihitung tersendiri

2. Tarif untuk pekerjaan plate lainnya

- (a) Ganti baru per lempengan kecil dengan tebal 8 mm keatas, sampai 10 kg Rp. 200.000,-
 (b) Ganti baru per lempengan kecil dengan tebal 8 mm keatas, sampai 30 kg Rp. 500.000,-

3. Pengelasan

- (a) Pengelasan kembali sambungan las yang aus per meter:
- Untuk ketebalan plate kurang dari 7 mm per layer Rp. 40.000,-
 - Untuk ketebalan plate 7 s/d 12 mm per layer Rp. 50.000,-
 - Untuk ketebalan plate 12 s/d 18 mm per layer Rp. 70.000,-
- (b) Pengelasan pitting per titik (diameter ≤ 1 cm) Rp. 7.000,-
 (c) Pengelasan lubang dia. 1 cm per lubang Rp. 8.500,-

Catatan:

- Pengelasan sambungan las aus dengan ketebalan 18 lebih dihitung tersendiri.
- Minimum panjang pengelasan yang aus 10 m
- Pengelasan posisi vertical dikenakan tarif tambahan 10% dari tarif tersebut
- Pengelasan posisi overhead dikenakan tarif tambahan 30% dari tarif tersebut
- Minimum pengelasan pitting, 50 titik
- Untuk pengelasan dibawah air dikenakan tarif tersendiri

4. Pembuatan baru/ganti baru plate mata (eye plate) per buah
- (a) Ukuran ketebalan plate sampai 25 mm Rp. 80.000,-
 (b) Ukuran ketebalan plate 25 mm ~ 28 mm Rp. 125.000,-
 (c) Ukuran ketebalan plate sampai 36 mm Rp. 120.000,-
5. Pagar kapal (handrail pipe-SGP 1 1/2")
- (a) Las kembali sambungan yang retak/putus per buah Rp. 50.000,-
 (b) Luruskan di tempat per meter Rp. 60.000,-
 (c) Ganti baru per meter Rp. 85.000

Catatan:

Penggantian pagar kapal yang menggunakan pipa schedule dihitung tersendiri

IX. PEKERJAAN PIPA

1. Penggantian Pipa dan Elbow Schedule 40

DIA (INC)	STPGE (WELDED) (RP / METER)			STPG (SEAMLESS) (RP / METER)		
	NON GALVANIZED	GALVANIZED	ELBOW	NON GALVANIZED	GALVANIZED	ELBOW
1/2	78.000	89.000	39.000	117.000	134.000	48.000
3/4	102.000	117.000	51.000	155.000	167.000	62.000
1	136.000	156.000	63.000	193.000	218.000	77.000
1 1/2	183.000	212.000	78.000	252.000	293.000	100.000
2	229.000	269.000	103.000	323.000	375.000	129.000
2 1/2	286.000	352.000	145.000	429.000	496.000	179.000
3	366.000	448.000	177.000	532.000	638.000	215.000
4	452.000	568.000	260.000	719.000	833.000	320.000
5	592.000	751.000	360.000	877.000	1.062.000	475.000
6	746.000	948.000	457.000	1.180.000	1.415.000	610.000
8	1.157.000	1.420.000	971.000	1.723.000	2.031.000	1.238.000
10	1.610.000	1.910.000	1.391.000	2.418.000	2.850.000	1.784.000
12	2.130.000	2.520.000	1.910.000	3.200.000	3.770.000	2.532.000

Catatan:

- Panjang pipa kurang dari 1 meter dihitung 1 meter, sedangkan pipa diameter 12" minimum dihitung 6 meter
- Penggantian pipa di kamar mesin atau di ruang pompa dikenakan tarif tambahan 20% dari tarif tersebut, sedangkan di daerah double bottom ditambah 30%
- Pipa aluminium, tembaga dan pipa khusus lainnya dihitung tersendiri
- Pembungkakan pipa, pembongkaran penghalang serta pengembangan pekerjaan yang diakibatkan dari pekerjaan tersebut dikenakan tarif tersendiri
- Pembongkaran dan pemasangan kembali (pipa dan elbow lama) dikenakan tarif 60% dari tarif tersebut diatas
- Bongkar pasang pipa lama untuk pembersihan dikenakan tarif 60% dari tarif di atas
- Perancah, test, pengecatan, isolasi pembungkus, penggantian mur baut dan gasket jika diperlukan, dikenakan tarif tersendiri.

4. Penggantian Clamp dan Flanges

DIA. (INC)	PENGANTIAN CLAMP (RP / BUAH)	FLANGES (RP / BUAH)	
		5-K	10-K
1/2	32.000	23.500	33.400
3/4	36.500	28.700	42.100
1	39.400	44.200	62.000
1 1/2	44.200	66.200	88.000
2	47.300	77.900	105.900
2 1/2	50.600	85.400	127.000
3	70.000	112.800	152.000
4	94.000	136.400	202.000
5	118.000	173.000	238.000
6	126.000	226.000	297.000
8	190.000	319.000	414.000
10	300.000	600.000	731.000

Catatan

- Pembongkaran dan pemasangan kembali (clamp dan flange) dikenakan tarif 60% dari tarif tersebut di atas
- Bongkar pasang clamp dan flange untuk pembersihan dikenakan tarif 60% dari tarif tersebut di atas.
- Peranca, test, pengecatan, penggantian mur baut dan gasket jika diperlukan dikenakan tarif tersendiri.

X. PERMESINAN DAN EQUIPMENT LAINNYA

1. General Overhaul Mesin Kapal

DAYA MESIN (HP)	HARGA PER HP (RP)	LINGKUP PEKERJAAN (UNTUK PEMERIKSAAN CLASS)
S/d 100	75.000	(1) Penangkapan cylinder head dibuka, dibersihkan dan dipasang kembali (2) Cylinder head dibuka, dibersihkan, ruang pendinginnya diperiksa dan dipasang kembali (3) Torak (piston) dicabut, dibersihkan, pengukuran diameter dan laporannya diperiksa kemudian dipasang kembali (4) Cylinder liner dibersihkan, diukur diameternya dan dibuat laporan hasil pengukuran (5) Pegas torak dicabut, dikpas, dibersihkan diukur gap clearance dan dibuat laporannya (6) Kiep-kiep disokir, dibersihkan dan diperiksa (7) Metal duduk bagian atas dan dalam dikpas, dibersihkan untuk pemeriksaan (8) Baut-baut penghubung dibersihkan, disiapkan untuk pemeriksaan (9) Crank shaft untuk dibersihkan dan pengambilan crank shaft deflection
S/d 200	60.000	
S/d 500	42.000	
S/d 1000	32.000	
S/d 2500	29.000	
S/d 3500	26.000	
S/d 5000	22.000	
S/d 7500	19.000	

Catatan:

- Tarif tersebut tidak termasuk overhaul pompa pendingin, pompa LO, cooler dan turbo
- Kalibrasi injection pump dihitung tersendiri
- Tidak termasuk biaya rekondisi dan penggantian suku cadang
- Bila crank shaft dicabut dan stel metal duduk, tarif 30% dari jasa overhaul
- Cabut cylinder liner, tarif 30% dari jasa overhaul.
- Cabut cylinder block saja tarif 35% dari jasa overhaul
- Type cross head metal tarif menjadi 130%, sedangkan type V tarif menjadi 150%. Mesin type double acting tarif menjadi 175%.
- Biaya penghalang/pembongkaran penghalang dihitung tersendiri
- Overhaul gear box dihitung tersendiri
- Motor/Mesin khusus dihitung tersendiri (seperti MTU, Caterpillar, MWM)
- Untuk intermediate overhaul dikenakan tarif 60% dari overhaul
- Sedangkan top overhaul sebesar 40% dari overhaul
- Surcharge dikenakan 30% dari tarif tersebut di atas. Penggunaan fasilitas crane untuk keperluan overhaul yang dikerjakan oleh crew dihitung tersendiri.
- Alignment mesin induk terhadap poros baling-baling dikenakan tarif 40% dari tarif overhaul (diluar material)

2. Remetaling

DIAMETER	TARIF PER MM (Rp)	Catatan : • Pekerjaan meliputi remetaling satu set di atas dan di bawah • Tarif tersebut diluar harga material
s/d ~ 60 mm	4.600	
61 ~ 80 mm	6.900	
81 ~ 100 mm	9.800	
101 ~ 140 mm	15.200	
141 ~ 180 mm	19.100	
181 ~ 240 mm	25.700	
241 ~ 300 mm	33.100	
301 ~ 350 mm	45.900	
351 ~ 400 mm	66.600	

3. Gear Box

DAYA MESIN (HP)	TARIF (RP / GEAR BOX)
S/d ~ 100	3.350.000
101 ~ 200	4.250.000
201 ~ 500	6.900.000
501 ~ 1000	12.600.000
1001 ~ 2500	22.300.000
2501 ~ 3500	29.200.000
3501 ~ 5000	36.500.000
5001 ~ 7500	43.500.000

Catatan :

- Lingkup pekerjaan meliputi bongkar, bersihkan dan pasang kembali.
- Perbaikan atau rekondisi diperhitungkan tersendiri
- Jika ada penggantian suku cadang atau asesories lainnya akan diperhitungkan tersendiri

4. Governor

DAYA MESIN (HP)	TARIF (RP / GOVERNOR)
S/d ~ 100	2.800.000
101 ~ 200	3.800.000
201 ~ 500	4.800.000
501 ~ 1000	9.600.000
1001 ~ 2500	12.800.000
2501 ~ 3500	16.700.000
3501 ~ 5000	19.800.000
5001 ~ 7500	22.500.000

Catatan :

- Lingkup pekerjaan meliputi bongkar, bersihkan dan pasang kembali
- Perbaikan atau rekondisi diperhitungkan tersendiri
- Jika ada penggantian suku cadang atau asesories lainnya akan diperhitungkan tersendiri

5. Pompa-pompa

5.1. "Centrifugal Pump"

KAPASITAS POMPA (M3/JAM)	TARIF (RP/POMPA)	<p><u>Catatan:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Lingkup pekerjaan meliputi bongkar, buka, angkat impeller dan bersihkan, periksa dan pasang kembali seperti semula Penggantian suku cadang dan asesories lainnya diperhitungkan tersendiri Untuk pompa cargo dan pompa ballas kapal tanker diperhitungkan tersendiri Perbaikan atau rekondisi atas komponen-komponen yang mengalami kerusakan dikenakan tarif tersendiri Dikenakan tarif tambahan untuk kondisi pompa yang sangat parah dan sulit untuk dibongkar.
5/d ~ 10	1.260.000	
11 ~ 25	1.800.000	
26 ~ 50	2.450.000	
51 ~ 100	3.440.000	
101 ~ 150	3.900.000	
151 ~ 200	4.200.000	
201 ~ 250	4.900.000	
251 ~ 300	5.400.000	

5.2. "Gear Pump"

KAPASITAS POMPA (M3/JAM)	TARIF (RP/POMPA)	<p><u>Catatan:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Lingkup pekerjaan meliputi bongkar, buka, lepaskan roda gigi, bersihkan, periksa dan pasang kembali seperti semula. Penggantian suku cadang dan asesories lainnya diperhitungkan tersendiri. Untuk pompa cargo dan pompa ballas kapal tanker diperhitungkan tersendiri Perbaikan atau rekondisi atas komponen-komponen yang mengalami kerusakan dikenakan tarif tersendiri Dikenakan tarif tambahan untuk kondisi pompa yang sangat parah dan sulit untuk dibongkar.
5/d ~ 10	1.140.000	
11 ~ 25	1.620.000	
26 ~ 50	2.200.000	
51 ~ 100	3.120.000	
101 ~ 150	3.540.000	
151 ~ 200	3.800.000	
201 ~ 250	4.520.000	
251 ~ 300	4.900.000	

6. Air Compressor (Kompresor Udara)

DAYA MESIN (HP)	KAPASITAS KOMPRESSOR (M3/IAM)	TARIF (RP/KOMPRESSOR)
s/d 200	20	2.300.000
201 ~ 500	40	2.780.000
501 ~ 1000	60	2.980.000
1001 ~ 2500	80	3.700.000
2501 ~ 3500	150	5.400.000
3501 ~ 5000	300	5.860.000
5001 ~ 7000	500	6.900.000

Catatan:

- Lingkup pekerjaan meliputi buka/lepas saluran udara dan pipa pendingin; buka dan rawat kepala cylinder; cabut dan rawat katup tekanan rendah dan katup tekanan tinggi; safety valve dirawat dan distel kembali.
- Overhaul dilakukan di bengkel/di darat dikenakan tarif tambahan 25% dari tarif tersebut di atas.
- Perbaikan atau rekondisi diperhitungkan tersendiri.
- Diluar biaya sertifikasi
- Jika ada penggantian suku cadang atau asesories lainnya akan diperhitungkan tersendiri

7. Air Receiver (Botol Angin/Bejana Udara)

DAYA MESIN (HP)	TARIF (RP/ BOTOL ANGIN)	<u>Catatan:</u>
s/d ~ 200	1.900.000	<ul style="list-style-type: none"> • Lingkup pekerjaan meliputi buka tutup botol angin, bagian dalam disekrap, disikat, dibersihkan dan disiapkan untuk pemeriksaan serta dipasang seperti semula. • Katup-katup udara dibuka, dibersihkan dan disekur. • Safety valve dibuka, dibersihkan, dirawat dan dilakukan penyetelan ketika dilakukan pengetesan. • Hydro test dan service serta biaya sertifikasi dihitung tersendiri
201 ~ 500	2.420.000	
501 ~ 1000	2.720.000	
1001 ~ 2500	3.200.000	
2501 ~ 3500	3.760.000	
3501 ~ 5000	4.200.000	
5001 ~ 7000	4.960.000	

XI. SISTEM PROPULSI

1. Pengukuran Poros Baling-Baling

GRT / BRT	TARIF PENGUKURAN KELONGGARAN POROS BALING-BALING (RP / POROS)			PELEPASAN DAN PEMASANGAN ROPE GUARD (RP/UNIT)
	TYPE PELUMASAN AIR LAUT	TYPE PELUMASAN MINYAK	TYPE BRACKET	
0 ~ 500	660.000	760.000	840.000	800.000
501 ~ 1500	880.000	1.020.000	1.150.000	1.210.000
1501 ~ 2500	1.050.000	1.210.000	1.350.000	1.350.000
2501 ~ 3500	1.100.000	1.270.000	1.400.000	1.550.000
3501 ~ 5000	1.380.000	1.600.000	1.760.000	1.880.000
5001 ~ 7000	1.900.000	2.200.000	2.450.000	2.500.000
7001 ~ 9000	2.200.000	2.550.000	2.810.000	2.860.000
9001 ~ 11000	2.500.000	2.900.000	3.200.000	3.600.000

Catatan:

- Tidak termasuk bongkar pasang penghalang dan perancah.
- Dari hasil pengukuran apabila poros harus dilepas / diperbaiki biaya pengukuran tetap harus diperhitungkan.
- Tarif tersebut sudah termasuk laporan hasil pengukuran sebanyak 5 rangkap
- Untuk type propulsi khusus diperhitungkan tersendiri.

2. Cabut Poros Baling-Baling

GRT / BRT	TARIF BONGKAR PASANG PER POROS DITEMPAT (RP)			TARIF BONGKAR PASANG POROS ANTARA DITEMPAT (RP / POROS)
	PANJANG POROS S/D 5 M	PANJANG POROS 5 M ~ 7 M	PANJANG POROS 7,01 M ~ 10 M	
0 ~ 500	6.000.000	7.800.000	9.400.000	4.800.000
501 ~ 1500	7.000.000	9.100.000	10.900.000	5.700.000
1501 ~ 2500	9.200.000	11.500.000	14.300.000	7.400.000
2501 ~ 3500	10.800.000	14.100.000	16.800.000	8.700.000
3501 ~ 5000	12.800.000	16.700.000	20.000.000	10.300.000
5001 ~ 7000	15.200.000	19.800.000	24.600.000	12.200.000
7001 ~ 9000	17.600.000	23.900.000	29.500.000	14.100.000
9001 ~ 11000	19.500.000	27.500.000	34.000.000	15.700.000

Catatan:

- Tarif pekerjaan di atas meliputi cabut poros ditempat dan dipasang kembali untuk type pelumasan air laut
- Bongkar pasang poros "type pelumas oil" dikenakan tambahan 25% dari tarif tersebut di atas.
- Bongkar pasang "type coupling keyless" dikenakan tarif tambahan 25% dari tarif tersebut di atas.
- Bongkar pasang "type bracket" dikenakan tarif tambahan 30% dari tarif tersebut di atas
- Bongkar pasang "type CPP" dikenakan tarif sebesar 300% dari tarif tersebut di atas
- Pemeriksaan di bengkel dikenakan tarif tambahan 20% dari tarif tersebut di atas
- Poros dibawa ke bengkel untuk perbaikan dan rekondisi (seperti pengecekan kelurusan dan perbaikan lainnya) dihitung tersendiri.
- Magnaflux dan penggantian material untuk rekondisi poros dihitung tersendiri.
- Pencabutan baling-baling dihitung tersendiri.
- Kopling SKF untuk bongkar pasang poros antara dihitung tersendiri
- Tarif tersebut tidak termasuk penghalang dan pengembangan pekerjaan yang diakibatkan dari tarif pekerjaan tersebut di atas.

3. Bongkar Pasang, Surface Contact, Polish dan Balansir Daun Baling-Baling

DIA. BALING-BALING (M)	SURFACE CONTACT BALING TERHADAP KONIS POROS (RP)	BONGKAR PASANG DITEMPAT (RP/BALING-BALING)	TARIF POLISH DITEMPAT (RP / BALING-BALING)		TARIF BALANSIR (RP / BALING-BALING)	
			3 - DAUN	4 - DAUN	3 - DAUN	4 - DAUN
s/d ~ 1,00	980.000	1.620.000	500.000	600.000	700.000	850.000
1,01 ~ 1,50	1.220.000	2.100.000	600.000	720.000	850.000	1.050.000
1,51 ~ 2,00	1.950.000	2.550.000	750.000	900.000	1.050.000	1.250.000
2,01 ~ 2,50	2.930.000	3.100.000	980.000	1.200.000	1.450.000	1.740.000
2,51 ~ 3,00	4.150.000	3.700.000	1.220.000	1.470.000	1.920.000	2.300.000
3,01 ~ 3,50	5.600.000	4.630.000	1.470.000	1.770.000	2.400.000	2.900.000
3,51 ~ 4,00	7.000.000	6.000.000	1.710.000	2.060.000	2.900.000	3.500.000
4,01 ~ 4,50	9.000.000	7.400.000	1.900.000	2.300.000	3.350.000	4.000.000
4,51 ~ 5,00	10.750.000	9.250.000	2.440.000	2.950.000	3.850.000	4.650.000
5,01 ~ keatas	16.000.000	17.000.000	3.800.000	4.600.000	5.750.000	7.000.000

Catatan:

- "Type CPP" dikenakan tariff 300% dari tariff tersebut di atas
- Pekerjaan surface contact dan balansir dilakukan di bengkel
- Material / bahan polish dan varnish sudah termasuk pada tariff tersebut
- Untuk baling-baling berdaun 5 dikenakan tarif tambahan 50% dari tarif baling-baling berdaun 3.
- Perbaikan / rekondisi daun baling-baling dihitung tersendiri.
- Type khusus dikenakan tariff tersendiri
- Peranca dihitung tersendiri

4. Stern Tube

GRT / BRT	TARIF GANTI BARU STERN GLAND PACKING (RP)	TARIF KOKER BUSH PER TABUNG (RP)	TARIF BONGKAR PASANG BANTALAN STERN TUBE DAN BRACKET		
			BAHAN KARET (RP)	BAHAN KAYU POGHOUT (RP)	
				MUKA & BELAKANG	BELAKANG
0 ~ 500	450.000	2.000.000	1.800.000	5.800.000	3.700.000
501 ~ 1500	540.000	2.450.000	2.200.000	7.000.000	4.700.000
1501 ~ 2500	740.000	3.750.000	3.500.000	8.300.000	5.900.000
2501 ~ 3500	1.030.000	5.200.000	4.800.000	9.600.000	6.700.000
3501 ~ 5000	1.380.000	7.300.000	6.600.000	11.000.000	7.500.000
5001 ~ 7000	1.570.000	10.000.000	9.100.000	13.200.000	9.700.000
7001 ~ 9000	1.780.000	12.500.000	11.000.000	16.600.000	12.100.000
9001 ~ 11000	2.000.000	14.600.000	13.500.000	19.900.000	15.500.000

Catatan:

- Tarif tersebut di atas tidak termasuk biaya material dan penggantian spare part
- Tarif penggantian EVK seal dikenakan tarif tambahan 75%, caderval 200% dan simplex seal dikenakan tariff tambahan 300% dari tarif gland packing.
- Perbaikan, rekondisi dan bongkar pasang penghalang dihitung tersendiri
- Bahan bantalan dari babit dikenakan tambahan 50% dari tarif tersebut di atas.

5. Bantalan Dukung Poros Baling-Baling

DIAMETER (mm)	PLUMMER BLOCK BEARING (RP)	SHAFT THRUST BEARING (Rp)
s/d 100	700.000	900.000
101 ~ 200	900.000	1.100.000
201 ~ 250	1.000.000	1.250.000
251 ~ 300	1.150.000	1.500.000
301 ~ 350	1.300.000	1.900.000
351 ~ 400	1.450.000	2.300.000
401 ~ 450	1.650.000	2.600.000
451 ~ 500	1.850.000	2.900.000
501 ~ 550	2.100.000	3.400.000
551 ~ 600	2.500.000	3.900.000

Catatan:

- Tarif tersebut meliputi buka bantalan dukung poros baling-baling untuk diperiksa, diukur dan dibersihkan
- Tarif tersebut tidak termasuk perbaikan, rekondisi dan supply spare part (suku cadang).

6. Magnaflux Test dan Colour Check Poros Baling-Baling

DIAMETER POROS (INCH)	MAGNAFLUX TEST (RP / TEST)	COLOUR CHECK (RP / TEST)
Sampai dengan 8	2.800.000	1.800.000
Diatas 8	3.800.000	2.300.000

Catatan :

- Pengetesan tersebut belum termasuk bongkar pasang poros dan baling-baling
- Tarif tersebut pada pengetesan rumah spie poros baling-baling
- Tarif untuk pengetesan di tempat lain pada poros baling-baling dihitung tersendiri
- Colour check untuk daun baling-baling per daun sama dengan tarif tersebut di atas
- Tarif untuk test radiography dan ultrasonic flow detector dihitung tersendiri

XII. KEMUDI

GRT / BRT	PENGUKURAN KELONGGARAN POROS KEMUDI (RP/POROS)	BONGKAR PASANG KEMUDI DAN POROS DITEMPAT (RP/POROS)	GANTI BARU GLAND PACKING (RP/POROS)	TEST UDARA (RP/KEMUDI)
0 ~ 500	580.000	4.700.000	400.000	280.000
501 ~ 1500	700.000	6.400.000	500.000	370.000
1501 ~ 2500	900.000	8.500.000	600.000	450.000
2501 ~ 3500	990.000	9.900.000	800.000	550.000
3501 ~ 5000	1.200.000	11.400.000	1.050.000	660.000
5001 ~ 7000	1.600.000	13.200.000	1.200.000	800.000
7001 ~ 9000	1.900.000	15.400.000	1.350.000	910.000
9001 ~ 11000	2.150.000	17.600.000	1.500.000	1.100.000

Catatan:

- Biaya perancah dan pekerjaan penghalang diperhitungkan tersendiri
- Biaya perbaikan dan rekondisi diperhitungkan tersendiri
- Untuk pintle kemudi diperhitungkan tersendiri
- Kemudi type gantung dikenakan tarif tambahan 25% dari tarif tersebut diatas
- Kemudi type simpleks dikenakan tarif tambahan 50% dari tarif tersebut di atas
- Kemudi type kort nozzle / z-peller dikenakan tarif tambahan 100% dari tarif tersebut di atas
- Biaya penggantian oli bekas untuk daun kemudi dihitung tersendiri.

XIII. BAGIAN LISTRIK

1. Electromotor / Motor Listrik

DAYA (PK)	TARIF PER ELECTROMOTOR (RP)	DAYA (PK)	TARIF PER ELECTROMOTOR (RP)
1	890.000	30	3.350.000
2	1.250.000	40	3.650.000
5	1.570.000	50	4.800.000
7 ½	1.880.000	60	5.050.000
10	2.350.000	75	6.300.000
15	2.550.000	100	7.100.000
20	3.050.000	150	10.400.000

- Catatan:**
- Tarif tersebut dikerjakan di bengkel yang meliputi buka, bersihkan, vernish, dikeringkan/dioven dan dipasang kembali seperti semula.
 - Tarif tersebut untuk electromotor AC, sedangkan untuk electromotor DC-pada daya tertentu dikenakan tarif tambahan 25%
 - Untuk electromotor yang letaknya di dalam koker/bush dikenakan tarif tambahan 50 dari tarif tersebut di atas.
 - Bahan untuk overhaul (seperti chemical cleaner, vernish, amplas dan lap) sudah termasuk dalam tarif tersebut.
 - Tarif gulung baru electromotor AC untuk rotor dikenakan tarif 75% dari tarif tersebut di atas.
 - Tarif gulung baru electromotor AC untuk startor dikenakan tarif 75% dari tarif tersebut di atas.
 - Sedangkan untuk keduanya (rotor dan startor) dikenakan tarif 100% dari tarif tersebut di atas.
 - Bahan kawat untuk gulung baru tersebut dihitung tersendiri

2. Generator (Diesel Engine Driven Generator) AC

DAYA (PK)	TARIF PER GENERATOR (RP)	DAYA (PK)	TARIF PER GENERATOR (RP)
25	4.700.000	125	10.400.000
35	5.600.000	150	11.900.000
40	6.000.000	250	13.500.000
45	6.400.000	300	15.100.000
50	7.300.000	400	16.800.000
75	8.400.000	450	18.700.000
100	9.200.000	500	23.400.000

Catatan:

- Tarif tersebut meliputi buka, bersihkan, vernish, dikeringkan dan dipasang kembali seperti semula.
- Bahan untuk overhaul (seperti chemical cleaner, vernish, amplas dan lap) sudah termasuk dalam tarif tersebut.

3. Meger Test

GRT / BRT	TARIF PER KAPAL (RP)
0 ~ 500	1.750.000
501 ~ 1000	2.300.000
1001 ~ 3000	2.900.000
3001 ~ 5000	3.400.000
5001 ~ 10000	4.000.000
10001 ~ 15000	4.600.000
15001 ~ keatas	5.100.000

Catatan :

Tarif tersebut diatas belum termasuk perbaikan instalasi listrik