



**DESAIN FAULT MANAGEMENT PADA MESIN
INDUK KAPAL DENGAN DUKUNGAN APLIKASI
SHIP EXPERT SYSTEM MENGGUNAKAN
PENDEKATAN TEKNO EKONOMI**



**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2020**



**DESAIN *FAULT MANAGEMENT* PADA MESIN INDUK
KAPAL DENGAN DUKUNGAN APLIKASI *SHIP
EXPERT SYSTEM* MENGGUNAKAN PENDEKATAN
TEKNO EKONOMI**



**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro
UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**Oleh
ARIS YULIANTO
55418110010**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2020**

ABSTRACT

Shipping activities are important in maintaining fuel supply to all regions of Indonesia. This is due to the geographical condition of Indonesia which is an archipelago and the need for fuel which is scattered in various regions in Indonesia. Therefore, reliable shipping operations are needed so that shipping activities can be maintained. A planned maintenance system on board is mandatory according to the International Safety Management Code (ISM-Code). An effective planned maintenance system not only helps meet the safety and environmental objectives set out in the ISM Code, but is also an investment in asset protection and optimization of their management. PT. Pertamina in the shipping division appoints the DNV-GL (Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd) class in implementing planned maintenance system reporting according to the ISM-Code. In reporting the damage, the operator or technician is still inputted by the ship's technician, not directly from the ship's sensors, if there is damage, it will be guided by experienced staff (expert staff) in the office or service engineer of the engine maker. The cost of procuring a team of experienced senior staff and the cost of bringing in service engineers is a burden for the company.

Based on these problems and the availability of an onboard internet network, an idea emerged to find a solution by designing fault management on the ship's main engine with the support of a ship expert system and analyzing it with a techno-economic approach. The results of the Fault Management research on the main ship engine with the support of the Ship Expert System application with the Techno-Economic Approach can be designed. Ship Expert System can fulfill KSI (Key Success Indicator) from Fault management, and support class DNV-GL (Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd) in implementing planned maintenance system reporting according to ISM-Code contained in article 9 regarding reporting and analysis of non-compliance. according to accidents and dangerous incidents. From the results of the Cost and Benefit Analysis, the potential to obtain an NPV value of Rp. 1.019.407.305.89, - so it can be concluded that the investment for Fault Management design on the main ship engine with the support of the Ship Expert System application is feasible. Because the benefits received by the project are greater than all the total costs incurred in 3 years. Meanwhile, the calculation of the payback period shows that in the 2nd year of the 5th month the investment can return.

Keys: Fault Management, Expert System, IoT, Techno-Economic, ISM-Code, Ship Main Engine

ABSTRAK

Aktivitas pelayaran menjadi hal yang penting dalam menjaga pasokan bahan bakar ke seluruh daerah Indonesia. Hal ini dikarenakan kondisi geografis Indonesia yang berupa kepulauan dan kebutuhan bahan bakar yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia. Sistem perawatan terencana di kapal adalah wajib menurut *International Safety Management Code (ISM-Code)*. Sistem pemeliharaan terencana yang efektif tidak hanya membantu memenuhi tujuan keselamatan dan lingkungan yang ditetapkan dalam ISM Code, tetapi juga merupakan investasi dalam perlindungan aset dan optimalisasi pengelolaannya. PT. Pertamina bagian perkapalan menunjuk kelas DNV-GL (*Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd*) dalam menerapkan pelaporan sistem perawatan terencana sesuai ISM-Code. Dalam pelaporan kerusakan masih diinput operator atau teknisi kapal bukan secara langsung dari sensor kapal, apabila terjadi kerusakan akan dipandu oleh staf yang berpengalaman (*expert staff*) di kantor atau bagian layanan (*service engineer*) dari pembuat mesin. Biaya pengadaan tim staf senior yang berpengalaman dan biaya mendatangkan *service engineer* menjadi beban bagi perusahaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut dan dengan tersedianya jaringan internet diatas kapal, timbulah ide untuk mencari solusi dengan mendesain *fault manajemen* pada mesin induk kapal dengan dukungan *ship expert system* serta menganalisa dengan pendekatan teknologi ekonomi. Hasil dari penelitian *Fault Manajemen* pada mesin induk kapal dengan dukungan aplikasi *Ship Expert System* Dengan Pendekatan Teknologi Ekonomi dapat di desain. *Ship Expert System* dapat memenuhi KSI (*Key Success Indicator*) dari *Fault management*, dan mendukung kelas DNV-GL (*Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd*) dalam menerapkan pelaporan sistem perawatan terencana sesuai ISM-Code yang terdapat dalam pasal ke 9 mengenai pelaporan dan analisa ketidak sesuaian kecelakaan dan kejadian berbahaya. Dari hasil *Cost and Benefit Analysis*, berpotensi memperoleh nilai NPV sebesar Rp. 1.019.407.305,89,- sehingga dapat disimpulkan bahwa investasi untuk desain *Fault Manajemen* pada mesin induk kapal dengan dukungan aplikasi *Ship Expert System* adalah layak. Karena manfaat yang diterima proyek lebih besar dari semua biaya total yang dikeluarkan dalam 3 tahun. Sedangkan dari perhitungan *payback period* menunjukan dalam tahun ke 2 bulan ke 5 investasi sudah dapat kembali.

Kunci: *Fault Management, Expert System, IoT, Teknologi Ekonomi, ISM-Code, Mesin Induk Kapal*

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Aris Yulianto
NIM : 55418110010
Program Studi : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro

dengan judul :
“Desain *Fault Management* Pada Mesin Induk Kapal Dengan Dukungan *Ship Expert System*
Menggunakan Pendekatan Tekno
Ekonomi.”, telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal
tgl/bln/thn, didapatkan nilai persentase sebesar 25 %.

Jakarta, 31 Agustus 2020
Administrator Turnitin



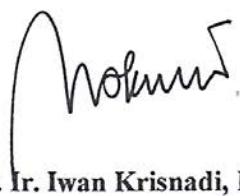
Arie Pangudi, A.Md

PENGESAHAN TESIS

Judul : Desain *Fault Management* Pada Mesin Induk Kapal Dengan Dukungan Aplikasi *Ship Expert System* Menggunakan Pendekatan Tekno Ekonomi
Nama : Aris Yulianto
NIM : 55418110010
Program Studi: Magister Teknik Elektro
Tanggal : 26 Agustus 2020

Mengesahkan

Pembimbing



(Dr. Ir. Iwan Krisnadi, MBA)

Direktur Pascasarjana



(Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus)

Ketua Program Studi

Magister Teknik Elektro



(Prof. Dr. Andi Andriansyah, M. Eng)

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan yang sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Desain *Fault Management* Pada Mesin Induk Kapal Dengan Dukungan *Ship Expert System* Menggunakan Pendekatan Tekno Ekonomi

Nama : Aris Yulianto

Nim : 55418110010

Program : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro

Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Pembimbing dengan surat Keputusan Direktur Pasca Sarjana Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahan yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, Agustus 2020



Aris Yulianto

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas segala berkat dan kasih-Nya, akhirnya proses pembuatan tesis ini dapat selesai dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Ir. Iwan Krisnadi, MBA, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan dalam pembuatan dan penulisan tesis ini.
2. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M Eng, sebagai Ketua Jurusan Program Magister Teknik Elektro UMB.
3. Bapak Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus, Selaku Direktur Program Pascasarjana UMB
4. Buat keluarga saya, Ibu Purwanti (mama), Bapak Sarno (ayah), Yuningsih (istri) dan segenap keluarga terima kasih buat cinta dan dukungan doanya selama ini.
5. Buat kawan seperjuangan M-Tel angkatan 23, terima kasih buat kerjasamanya, keceriaan, dan suka dukanya selama menyelesaikan pendidikan Pascasarjana ini.
6. Seluruh Dosen dan Tata Usaha Program Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro UMB yang telah memberikan arahan, dan bimbingannya.
7. Bapak Muhammad Ishak selaku manager TF1 PT. Pertamina beserta staff
8. Semua Pihak yang telah membantu menyelesaikan pembuatan dan penulisan tesis ini.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih terdapat kekurangan. Saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati. Penulis berharap agar tesis ini bermanfaat bagi penulis maupun pihak yang berkepentingan.

Jakarta, Agustus 2020

Aris Yulianto

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRACT.....	ii
ABSTRAK	iii
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Hipotesis	3
1.7. Kontribusi Penelitian	4

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kajian Jurnal.....	5
-------------------------	---

2.2. Landasan Teori.....	8
2.2.1. Profil PT. Pertamina Bagian Perkapalan	8
2.1.1. Analisis Akar Penyebab Atau Analisis Pareto.....	12
2.1.2. <i>International Safety Management Code (ISM Code)</i>	14
2.1.3. Sistem Pemeliharaan Terencana Di Kapal	15
2.1.4. Fault Management.....	16
2.1.5. Sistem Pakar	18
2.1.6. Mesin Induk kapal (<i>Ship Main Engine</i>)	28
2.1.7. Sensor	30
2.1.8. PLC	30
2.1.9. HMI.....	32
2.1.10. SNMP.....	33
2.1.11. MQTT (<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>)	38
2.1.12. Node- RED.....	39
2.1.13. MariaDB.....	40
2.1.14. PHP	40
2.1.15. <i>CodeIgniter</i>	41
2.1.16. <i>Google Cloud Platform</i>	41
2.1.17. Tekno Ekonomi	42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Sistem.....	45
3.1.1. Desain Topologi Jaringan Sistem	46
3.1.2. Desain Arsitektur Sistem	47
3.1.3. Desain Protocol IoT Sistem.....	48

3.2. Desain Deteksi Kegagalan Otomatis.....	49
3.3. <i>Troubleshoot & Countermeasures</i>	53
3.4. Desain Tampilan <i>Local Monitoring</i>	58
3.5. <i>Desain Database & Diagram Konteks</i>	60
3.6. Model Tekno Ekonomi.....	62
3.6.1. Biaya Investasi (CAPEX).....	62
3.6.2. Biaya Operasional dan Pemeliharaan (OPEX).....	63
3.6.3. Komponen Manfaat.....	63
3.6.4. <i>Net Present Value</i>	63
3.6.5. <i>Payback Period</i>	64

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Kebutuhan Aplikasi <i>Software Dan Hardware</i>	65
4.2. Pengujian Sistem.....	68
4.2.1. Pengujian Substation Panel.....	68
4.2.2. Pengujian Expet System.....	71
4.2.2.1. Admin.....	71
4.2.2.2. User.....	76
4.3. Notifikasi Email	77
4.4. Pengujian Jaringan.....	78
4.5. Analisa <i>Key Succes Indicator Fault Management</i>	79
4.6. Analisa Ekonomi.....	81
4.6.1. Biaya Investasi (CAPEX)	82
4.6.2. Biaya Operasional (OPEX).....	82
4.6.3. Komponen Manfaat Atau <i>Saving Cost</i>	83
4.6.4. NPV Penerapan Penelitian.....	84

4.6.5. <i>Payback Period</i> Penelitian.....	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	85
5.2. Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN.....	88



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Diagram Venn Pada Penelian.....	5
Gambar 2.2. Proses Bisnis Technical Fleet 1 Shipping, PT. Pertamina (Persero).....	11
Gambar 2.3. Grafik Diagram Pareto.....	12
Gambar 2.4. Diagram Tulang Ikan (<i>Fishbone</i>).....	14
Gambar 2.5. Konsep Dasar Sistem Pakar.....	21
Gambar 2.6. Struktur Pohon.....	24
Gambar 2.7. Proses <i>Forward Channing</i>	25
Gambar 2.8. Proses <i>Backward Chaining</i>	26
Gambar 2.9. Ilustrasi Mesin Induk Kapal.....	30
Gambar 2.10. <i>Programmable Logic Controller</i>	31
Gambar 2.11. <i>Human Machine Interface (HMI)</i>	33
Gambar 2.12. <i>MIB Tree</i>	36
Gambar 2.13. Interaksi Pesan Trap antara NMS dan Agent	36
Gambar 2.14. Prinsip Kerja SNMP.....	37
Gambar 2.15. Sistem umum <i>Internet of Think (IoT)</i> memakai <i>MQTT</i>	38
Gambar 2.16. Contoh flow Didalam Pengembangan Node-RED.....	39
Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Penelitian.....	45
Gambar 3.2. Topologi Jaringan Sistem.....	46
Gambar 3.3. Arsitektur Sistem	47
Gambar 3.4. <i>Protocol IoT</i> Sistem.....	49
Gambar 3.5. <i>Flowchart</i> Proses Pendekripsi Otomatis.....	52

Gambar 3.6. Gambar Instalasi Sensor/Transmitter Input Signal Digital.....	53
Gambar 3.7. Display Monitoring pada HMI.....	59
Gambar 3.8. Gambar Desain Basis Data.....	60
Gambar 3.9. Diagram Konteks Sistem.....	61
Gambar 3.10. Diagram <i>Usecase</i> Sistem.....	61
Gambar 4.1. Pengujian Signal Digital Input.....	68
 Gambar 4.2. Monitor Pengujian Signal Digital Input Pada Program PLC.....	68
 Gambar 4.3. <i>Local Monitoring Display</i>	69
Gambar 4.4. Alarm Bar Dan Display Pada Local display.....	70
Gambar 4.5. Historical Data Pada Local display.....	70
Gambar 4.6. Setting MQTT pada HMI.....	72
Gambar 4.7. Halaman <i>Login Admin</i>	73
Gambar 4.8. Menu <i>Fault Management Main Engine Erpert System</i>	73
Gambar 4.9. Halaman <i>Dashboard</i>	73
Gambar 4.10. Halaman <i>Fault Log Listing</i>	74
Gambar 4.11. Halaman <i>Fault Category Listing</i>	74
Gambar 4.12. Halaman <i>Fault Trouble Listing</i>	75
Gambar 4.13. Halaman <i>Ship Listing</i>	75
 Gambar 4.14. <i>User Listing</i>	76
Gambar 4.15. Halaman <i>Login User</i>	76
Gambar 4.16. Halaman <i>Fault Log Listing User</i>	76
Gambar 4.17. Halaman Pilihan <i>Troubleshoot & Countermeasures</i>	77
Gambar 4.18. Notifikasi Email Saat <i>Fault</i>	77
Gambar 4.19. Notifikasi Email Saat Mesin Induk Kapal Normal Kembali.....	78
Gambar 4.20. Uji Network VSAT	78
Gambar 4.21. Display Tampilan Laporan ShipManager DNV-GL.....	80

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Kapal Yang Dikelola Technical Fleet 1 Shipping PT. Pertamina.	10
Tabel 2.2. Nilai Diagram Pareto	12
Tabel 2.3. Resiko Dan Dampak (Konsekuensi) Masalah	13
Tabel 2.4. <i>KPI Proses Fault Management</i>	17
Tabel 2.5. MIB-IT GROUP	35
Tabel 3.1. Sumber, Sebab Dan Akibat Kegagalan Sistem	50
Tabel 3.2. Kategori Kegagalan Sistem	51
Tabel 3.3. Troublesoot & Countermeasures Engine L.O Low Pressure Trip	54
Tabel 3.4. Troublesoot & Countermeasures Over Speed Trip	55
Tabel 3.5. Troublesoot & Countermeasures High.C W. Temp. Jacket Trip	56
Tabel 3.6. Troublesoot & Countermeasures (T/C) L.O Low Pressure Trip	57
Tabel 3.7 Troublesoot & Countermeasures Loss Power Trip	58
Tabel 3.8 Troublesoot & Countermeasures Emergency Stop/Shut down	

.....	58
Tabel 4.1. Aplikasi <i>Software Fault Management Expert System</i>	66
.....	66
Tabel 4.2. Hardware <i>Fault Management Expert System</i>	67
.....	67
Tabel 4.3. <i>Key Succes Indicator Fault Management</i> Mesin Induk Kapal	81
.....	81
Tabel 4.4. Biaya Investasi (<i>CAPEX</i>).....	82
Tabel 4.5.Biaya Operasional (<i>OPEX</i>) Perbulan.....	83
Tabel 4.6. NPV Penerapan Penelitian.....	84



DAFTAR SINGKATAN

DCS	<i>Digital Control System</i>
DNV GL	<i>Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd</i>
HMI	<i>Human Machine Interface</i>
IOT	<i>Internet Of Think</i>
ISM CODE	<i>International Safety Management Code</i>
LMP	<i>Link Management Protocol</i>
Mbps	<i>Megabits per Second</i>
NE	<i>Network Element</i>
NMS	<i>Network Monitoring System</i>
PLC	<i>Programmable Logic Control</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SNMT	<i>Simple Network Management Protocol</i>
TF-1	<i>Technical Fleet 1</i>

UNIVERSITAS
MERCU BUANA