



SKRIPSI - ME141501

***ANALISIS HUMAN ERROR TERHADAP
KECELAKAAN KAPAL PADA SISTEM
KELISTRIKAN BERBASIS DATA DI KAPAL***

LUCKY ANDOYO WIDYASTO
NRP 4210 100 095

Dosen Pembimbing
Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.
Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T, M.T.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



SKRIPSI - ME141501

**ANALISIS *HUMAN ERROR* TERHADAP
KECELAKAAN KAPAL PADA SISTEM
KELISTRIKAN BERBASIS DATA DI KAPAL**

LUCKY ANDOYO WIDYASTO
NRP 4210 100 095

Dosen Pembimbing
Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.
Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T, M.T.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - ME 141501

HUMAN ERROR ANALYSIS OF ACCIDENT ON ELECTRICAL SYSTEM BASED DATA ON SHIP

LUCKY ANDOYO WIDYASYO
NRP 4210 100 095

Supervisor
Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.
Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T, M.T.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Ocean Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

**LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS HUMAN ERROR TERHADAP KECELAKAAN
PADA SISTEM KELISTRIKAN BERBASIS DATA DI
KAPAL**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

pada

Bidang Studi Marine Electrical and Automation System (MEAS)

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

LUCKY ANDOYO WIDYASTO

NRP. 4210 100 095

Disetujui oleh Pembimbing SKRIPSI :

Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.

()

Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T, M.T.

()

SURABAYA

Januari, 2015

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS HUMAN ERROR TERHADAP KECELAKAAN
PADA SISTEM KELISTRIKAN BERBASIS DATA DI
KAPAL

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Marine Electrical and Automation System (MEAS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

LUCKY ANDOYO WIDYASTO

NRP. 4210 100 095

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan:

Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng



SURABAYA

Januari, 2015

ANALISIS HUMAN ERROR TERHADAP KECELAKAAN PADA SISTEM KELISTRIKAN BERBASIS DATA DI KAPAL

Nama Mahasiswa : Lucky Andoyo Widyasto
NRP : 4210 100 095
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Pembimbing : 1. Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.
2. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T,
M.T.

Abstrak

Kecelakaan kapal banyak terjadi di Indonesia. Salah satu penyebabnya adalah volume lalu lintas kapal yang tinggi seperti pada alur pelayaran Selat Bali. Menurut data KNKT lebih dari 80% kecelakaan disebabkan oleh human error. Tujuan utama dari penulisan tugas akhir adalah untuk menganalisis seberapa besar nilai human error berpengaruh terhadap kecelakaan kapal akibat sistem kelistrikan. Setelah mengetahui seberapa besar nilai human error berpengaruh terhadap kecelakaan kapal, maka selanjutnya akan dianalisis mengenai faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi human error. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah kombinasi dari metode AHP (Analytical Hierarchy Process) dan SHELL Model, sehingga dapat diketahui seberapa besar nilai human error dan apa saja penyebabnya. Dari hasil analisis diketahui bahwa nilai human error terhadap kecelakaan kapal akibat kondisi Sistem kelistrikan sebesar 26.9% dan nilai terbesar yang mempengaruhi human error adalah kesehatan SDM dengan nilai sebesar 32.1%.

Kata kunci: Kecelakaan kapal, human error, AHP, SHELL Model

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

HUMAN ERROR ANALYSIS OF ACCIDENT ON ELECTRICAL SYSTEM BASED DATA ON SHIP

Name : Lucky Andoyo Widyasto
NRP : 4210 100 095
Department : Marine Engineering
Supervisor :1. Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.
2. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T, M.T.

Abstract

There are many ship accidents that were occurred in Indonesia. One of them is caused by the heavy marine traffic like the condition at Bali Strait passage. Based on the data from KNKT, more than 80% of accidents are caused by human error. The main objective of the final project is to analyze how much the value of human error affect ship accidents due to electrical system. After finding outhow much the value of human error affect ship accidents, the next will be on the analysis of the factors that influence human error. The method used in this final project is a combination of AHP (Analytical Hierarchy Process) and SHELL model, so it can be seen how much the value of human error and the factors that influence human error. From the results of analysis show that the value of human error that effect ship accidents due to condition of electrical system is 26.9% and the largest value that influence human error is good condition of operator by 32.1%.

Key word: ship accidents, human error, AHP, SHELL Model

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “*Analisis Human Error Terhadap Kecelakaan Kapal pada Sistem Kelistrikan Berbasis Data di Kapal*” ini pada waktu yang telah ditentukan, tak lupa juga shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad Rasulullah SAW yang telah membawa umat manusia menuju jalan kebenaran.

Tugas akhir ini sebagai persyaratan untuk meraih gelar sarjana di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember merupakan sebuah analisis mengenai factor *human error* terhadap pengoperasian sistem kelistrikan kapal.

Atas dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik moril maupun materil penulis sampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta, orang tua yang telah mendidik, membesarkan dengan setulus hati dan penuh kasih sayang. Terima kasih atas segala dukungan moril, materiil, dan doa selama ini. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan kesehatan kepada beliau
2. Bapak Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.dan Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing dalam pengerjaan tugas akhir ini. Penulis sangat berterima kasih atas segala dukungan, bimbingan, curahan pikiran, dan kesediaan beliau dalam mengembangkan wawasan penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
3. Laboratorium Listrik Kapal dan Otomatisasi – Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – Fakultas Teknologi Kelautan -

- ITS Surabaya yang telah membantu memberikan data dan informasinya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
 5. Bapak Indra Ranu Kusuma, S.T. M.Sc. selaku Dosen Wali selama kuliah di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – Fakultas Teknologi Kelautan - ITS Surabaya.
 6. Seluruh staf pengajar Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, tak terhitung besarnya ucapan terima kasih yang disampaikan penulis karena telah memberikan bekal ilmu yang amat berguna serta memberikan warna pada pola pikir dan pola laku bagi penulis.
 7. Rekan-rekan PINISI 10' , Renaldi, Tri Indra Kusuma, Eko Jandy, Daniel Rizqi, Arindra Domba, Fahmi Yunus, .
 8. Semua rekan di Laboratorium “Marine Electrical Automation and System” yang selama ini telah memeberikan dukungan, bantuan, dan kerja samanya selama menempuh Tugas Akhir.

Akhirnya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu walaupun masih terdapat banyak hal yang perlu disempurnakan dalam pengerjaan skripsi ini, sehingga segala bentuk kritik dan saran yang membangun akan selalu saya jadikan semangat untuk koreksi diri. Akhir kata, semoga pengerjaan skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat yang nyata bagi para peggunganya.

Surabaya, Januari 2015
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
Abstrak.....	v
Abstract.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penulisan Skripsi	3
1.5 Manfaat Penulisan Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Human Error	5
2.1.1 Definisi.....	5
2.1.2 Klasifikasi Human Error	6
2.1.3 Penyebab Human Error	7
2.2 Sistem Kelistrikan Kapal	8

2.2.1 Pengertian Sistem Kelistrikan	8
2.2.2 Perencanaan Instalasi Listrik Kapal	9
2.3 Metode AHP	17
2.3.1 Pengertian AHP.....	17
2.3.2 Tahapan Penyusunan AHP.....	18
2.3.3 Penyusunan Hirarki dan Prioritas.....	19
2.3.4 Kelebihan dan Kekurangan Sistem AHP	23
2.4 Expert Choice.....	24
2.5 SHELL Model.....	25
2.5.1 Umum.....	25
2.5.2 Liveware.....	25
2.5.3 Liveware-Liveware	26
2.5.4 Liveware-Software	27
2.5.5 Liveware-Hardware.....	28
2.5.5 Liveware-Environment	28
BAB III METODOLOGI.....	31
3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah	31
3.2 Studi Literatur	31
3.3 Investigasi Sistem Kelistrikan kapal	32
3.4 Survei dengan Metode AHP	32
3.4.1 Melakukan Tahapan Penyusunan AHP	32
3.4.2 Penyusunan Hirarki.....	32

3.4.3 Pembuatan Quisioner	32
3.5 Pengumpulan Data	33
3.6 Klasifikasi Permasalahan dengan SHELL Model.....	33
3.7 Analisis Data dan Pembahasan	33
3.8 Kesimpulan dan Saran	33
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Data Penelitian.....	35
4.2 Metode AHP	36
4.2.1 Penyusunan Hirarki.....	36
4.2.2 Pembuatan Quisioner	37
4.3 Lokasi Penelitian.....	39
4.3.1 Pelabuhan Ketapang.....	40
4.3.2 Pelabuhan Gilimanuk.....	41
4.4 Perhitungan dengan Expert Choice.....	42
4.4.1 Tahapan Sebelum Perhitungan.....	42
4.4.2 Tahapan Perhitungan.....	44
4.4.2.1 Perhitungan Bobot Relatif pada Kecelakaan Kapal akibat Sistem Kelistrikan.....	46
4.4.2.2 Perhitungan Bobot Relatif pada Faktor Human Factor	48
4.4.2.3 Perhitungan Bobot Relatif pada Faktor Kondisi Kapal.....	50

4.4.2.4 Perhitungan Bobot Relatif pada Faktor Power Supply	52
4.4.2.5 Perhitungan Bobot Relatif pada Faktor Kondisi Sistem Kelistrikan.....	53
4.4.2.6 Perhitungan Bobot Relatif pada Faktor Lingkungan	55
4.5 Analisis Human Error dengan SHELL Model.....	56
4.5.1 Human Factor.....	56
4.5.1.1 Keahlian	57
4.5.1.2 Pengalaman	57
4.5.1.3 Jam Kerja	58
4.5.1.4 SOP	58
4.5.1.5 Kesehatan SDM	58
4.5.1.6 Manajemen Kerja.....	59
4.5.1.7 Faktor Ergonomis.....	58
4.5.2 Klasifikasi SHELL Model.....	65
4.5.3 Pendekatan SHELL Model dalam Analisis Human Error	68
4.5.3.1 Liveware - Software.....	68
4.5.3.2 Liveware - Hardware	71
4.5.3.3 Liveware - Environment	73
4.5.3.4 Liveware - Liveware	74
BAB V PENUTUP	77

5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
5.3 Rekomendasi.....	78

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2. 1 Lampu TL (Indeks 4 FL 15 w)</i>	12
<i>Gambar 2. 2 Lampu TL (Indeks 6 FL 20 w)</i>	13
<i>Gambar 2. 3 Lampu TL (Indeks 14 FL 20w x 2)</i>	13
<i>Gambar 2. 4 Generator kapal</i>	14
<i>Gambar 2. 5 Bagan AHP</i>	18
<i>Gambar 2. 6 Tahap Penyusunan AHP</i>	18
<i>Gambar 2. 7 Komponen Liveware</i>	34
<i>Gambar 2. 8 Perpotongan Komponen antar Liveware</i>	26
<i>Gambar 2. 9 Perpotongan Komponen Liveware dengan Software</i>	26
<i>Gambar 2. 10 Perpotongan Komponen Liveware dengan Hardware</i>	27
<i>Gambar 2. 11 Perpotongan Komponen Liveware dengan Environment</i>	29
<i>Gambar 3. 1 Flow Chart Pengerjaan Tugas Akhir</i>	34
<i>Gambar 4. 1 Struktur Hirarki</i>	36
<i>Gambar 4. 2 Pengantar Kuisisioner</i>	38
<i>Gambar 4. 3 Petunjuk Pengisian Kuisisioner</i>	38
<i>Gambar 4. 4 Selat Bali</i>	40
<i>Gambar 4. 5 Pelabuhan Ketapang</i>	41
<i>Gambar 4. 6 Pelabuhan Gilimanuk</i>	42
<i>Gambar 4. 7 Struktur Hirarki pada Expert Choice</i>	43
<i>Gambar 4. 8 Daftar Responden pada Expet Choice</i>	44
<i>Gambar 4. 9Pairwise Numerical Comparisons padaExpert Choice</i>	45

<i>Gambar 4. 10</i>	<i>Nilai Bobot Relatif pada Expert Choice</i>	<i>46</i>
<i>Gambar 4. 11</i>	<i>Nilai Bobot Relatif pada Tujuan Kecelakaan Kapal akibat Peralatan Navigasi dan Komunikasi</i>	<i>47</i>
<i>Gambar 4. 12</i>	<i>Nilai Bobot Relatif pada Faktor Human Factor..</i>	<i>49</i>
<i>Gambar 4. 13</i>	<i>Nilai Bobot Relatif pada Faktor Kondisi Kapal..</i>	<i>51</i>
<i>Gambar 4. 14</i>	<i>Nilai Bobot Relatif pada Faktor Power Supply...</i>	<i>52</i>
<i>Gambar 4. 15</i>	<i>Nilai Bobot Relatif pada Faktor Kondisi Sistem..</i>	<i>54</i>
<i>Gambar 4. 16</i>	<i>Nilai Bobot Relatif pada Faktor Lingkungan.....</i>	<i>61</i>
<i>Gambar 4. 17</i>	<i>General Arrangement KMP Dharma Ferry I.....</i>	<i>74</i>

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 1. 1 Data Kecelakaan Transportasi Laut yang Diinvestigasi KNKT Tahun 2007-2011</i>	1
<i>Tabel 2. 1Matrik Berpasangan</i>	20
<i>Tabel 2. 2Skala Perbandingan Saaty</i>	21
<i>Tabel 4. 1 Nilai Fungsi dan Bobot Relatif dengan Tujuan Kecelakaan Kapal akibat Sistem Kelistrikan Kapal</i>	47
<i>Tabel 4. 2 Nilai Fungsi dan Bobot Relatif Faktor Human Error</i>	49
<i>Tabel 4. 3 Nilai Fungsi dan Bobot Relatif Faktor Kondisi Kapal</i>	51
<i>Tabel 4. 4Nilai Fungsi dan Bobot Relatif Faktor Power Supply</i>	53
<i>Tabel 4. 5 Nilai Fungsi dan Bobot Relatif Faktor Kondisi Sistem</i>	54
<i>Tabel 4. 6 Nilai Fungsi dan Bobot Relatif Faktor Lingkungan</i> .	56
<i>Tabel 4. 7 Peringkat prioritas Human Factor</i>	59
<i>Tabel 4. 8 Hubungan Unsur Liveware dengan Semua Unsur</i> ..	66
<i>Tabel 4. 8 Bobot Relatif Subkriteria Kesesuain dengan SOP</i>	69
<i>Tabel 4. 9Bobot Relatif Subkriteria Pengalaman</i>	70
<i>Tabel 4. 10Bobot Relatif Subkriteria Keahlian</i>	71
<i>Tabel 4. 11 Bobot Relatif Subkriteria Jam Kerja</i>	72
<i>Tabel 4. 12 Bobot Relatif Subkriteria Kesehatan SDM</i>	74
<i>Tabel 4. 13 Bobot Relatif Subkriteria Manajemen Kerja</i>	75

“Halaman ini sengaja dikosongkan “

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim dengan luas perairan sekitar 5,8 juta km². Begitu luas perairan ini membuat Indonesia menjadi salah satu alur pelayaran Internasional. Maka dari itu, Indonesia merupakan salah satu jalur transportasi laut Internasional yang banyak dilewati oleh kapal dari berbagai negara di dunia. Dari kapal-kapal dengan jalur domestik sampai kapal-kapal dengan jalur internasional beroperasi melintasi perairan Indonesia.

Seiring perkembangan industri dan kebutuhan akan transportasi khususnya transportasi laut di Indonesia yang semakin meningkat, maka tak dapat dipungkiri semakin banyak jumlah kapal yang beroperasi di wilayah Indonesia. Oleh sebab itu, Indonesia menjadi salah satu negara yang lalu lintas lautnya padat dan tak dapat dihindari sering terjadi kasus kecelakaan laut dengan berbagai sebab. Berdasarkan data dari KNKT, dari tahun 2007 sampai 2011 saja sudah terjadi 27 kasus kecelakaan kapal di wilayah Indonesia, berikut rincian kasus kecelakaan kapal.

No.	Tahun	Jumlah Kecelakaan	Jenis Kecelakaan			Korban Jiwa	
			Kapal Tenggelam	Kapal terbakar/meledak	Kapal Tubrukan	Korban meninggal/hilang	Korban luka-luka
1	2007	7	4	3	0	100	104
2	2008	5	2	3	0	10	51
3	2009	4	2	1	1	447	0
4	2010	5	1	1	3	15	85
5	2011	6	1	3	2	86	346
TOTAL		27	10	11	6	658	586

Tabel 1. Data kecelakaan kapal yang diinvestigasi oleh KNKT

Dari data diatas, KNKT juga menyatakan 41% kecelakaan kapal disebabkan *human factor* dan sisanya teknis, bisa disimpulkan manusia menjadi faktor yang paling dominan dalam kecelakaan sebuah kapal.

Mengingat ada 41% faktor manusia non-teknis terjadi pada kecelakaan kapal, dengan begitu dapat dipastikan adanya kemungkinan kesalahan dari awak kapal dalam mengoperasikan sistem-sistem yang ada di kapal. Salah satu contohnya pada sistem kelistrikan di kapal, memang belum dapat dipastikan dari data diatas penyebab bisa terjadinya kecelakaan. Namun dengan menganalisa dari sistem-sistem yang ada di kapal dalam kasus ini sistem kelistrikan kapal, dapat mengetahui kesalahan awak kapal dalam mengoperasikan sistem-sistem yang ada di kapal. Dalam kasus ini sistem kelistrikan di kapal merupakan salah satu sistem yang vital bagi kapal, jika sistem ini gagal maka akan timbul dampak yang berbahaya yang akan menyebabkan terjadinya kecelakaan.

Oleh sebab itu, dalam tugas akhir ini akan menganalisa *human error* pada sistem instalasi kelistrikan kapal yang berpengaruh dalam kecelakaan di wilayah perairan Indonesia yaitu dengan menggunakan dua metode pendekatan yaitu, AHP (*Analytic Hierarchy Process*) dan SHEL (*Software, Hardware, Environment, and Liveware*) Model dipilih untuk mengevaluasi kinerja manusia terhadap sistem kelistrikan di kapal. Dalam model ini, AHP digunakan untuk mengklasifikasi faktor-faktor yg dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kapal akibat sistem kelistrikan, sedangkan SHEL Model digunakan untuk melakukan pendekatan terhadap faktor *human error* .

1.2. Perumusan Masalah

Adapun permasalahan pokok dalam pengerjaan skripsi ini antara lain adalah:

1. Bagaimana menentukan Hirarki pada AHP ?
2. Bagaimana menyusun kuisioner berdasarkan metode AHP ?
3. Bagaimana mengkasifikasi SHELL Model dari hasil metode AHP ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang diberikan pada tugas akhir ini adalah :

1. Pengumpulan data peralatan komunikasi dan navigasi dilakukan di dalam kapal.
2. Analisis *human error* hanya difokuskan terhadap kecekalakaan akibat peralatannavigasi dan komunikasi.
3. Analisis SHELL Model hanya difokuskan untuk penilaian faktor *human error*.

1.4. Tujuan Skripsi

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan skripsi ini antara lain :

1. Mengevaluasi tingkat keselamatan sistem instalasi kelistrikan pada kapal ditinjau dari sistem instalasi, sumber pembangkit listrik, lingkungan, dan juga manusia yang mengoperasikan sistem ini dengan menggunakan *SHEL (Software, Hardware, Environment, and Liveware) Model*

2. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan kapal akibat sistem kelistrikan
3. Menyimpulkan faktor yang merupakan prioritas dari kecelakaan kapal akibat sistem kelistrikan.
4. Memberikan gambaran potensi hazard di sistem instalasi kelistrikan.

1.5. Manfaat

Dalam penelitian ini diharapkan memiliki manfaat bagi banyak pihak yang berkepentingan. Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Memberikan informasi tentang sistem listrik kapal
2. Memberikan kontribusi tentang hal-hal yang berpengaruh pada tingkat kecelakaan kapal
3. Memberikan informasi pada pihak-pihak yang terkait sehingga memungkinkan penanganan dan desain yang lebih baik untuk sistem instalasi listrik kapal dan juga bisa muncul peraturan baru dalam rangka untuk peningkatan keselamatan yang ada di jalur pelayaran.
4. Memberikan rekomendasi kepada pihak-pihak tertentu terhadap penanganan dan pencegahan pada penelitian ini
5. Menjadikan acuan kepada pihak-pihak tertentu, supaya penelitian ini mampu memberikan solusi atas permasalahan yang ada di kapal

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Human Error*

2.1.1. Definisi

Human error seringkali dinyatakan sebagai faktor utama penyebab terjadinya suatu kecelakaan. Bagi masyarakat awam, berita-berita tentang kecelakaan transportasi dengan *human error* sebagai penyebabnya sering diartikan sebagai kesalahan manusia operator sistem seperti masinis, pilot, kapten kapal, dan lainnya. Persepsi ini sebenarnya kurang tepat, mengingat banyak faktor dan aspek lain yang dapat secara langsung maupun tidak mendorong seorang operator melakukan tindakan yang tidak tepat.

Error sendiri secara umum didefinisikan sebagai kegagalan untuk menampilkan suatu perbuatan yang benar dan diinginkan pada suatu keadaan. Error ini hanya dapat terjadi jika ada perhatian yang benar, untuk menanggapi kejadian yang diamati sedangkan tindakan akhir yang dilakukan tidak sesuai dengan yang diinginkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil akhir dari *error* berupa kejadian, sehingga nantinya terdapat suatu peristiwa yang dapat diamati. *Error* ini tidak hanya dibatasi oleh keluaran yang buruk maupun yang serius.

Kesalahan yang diakibatkan oleh faktor manusia kemungkinan disebabkan oleh pekerjaan yang berulang-ulang (*repetitive work*) dengan kemungkinan kesalahan sebesar 1% (Iftikar Z. Sitalaksana, 1979). Adanya kesalahan yang terjadi disebabkan oleh pekerjaan yang berulang ini sedapat mungkin harus dicegah atau dikurangi, yang tujuannya untuk meningkatkan keandalan seseorang dengan menurunnya tingkat kesalahan yang terjadi.

Sehingga perlu dilakukan perbaikan performansi manusia untuk mengurangi laju kesalahan. Laju kesalahan (*error rate*) yang besarnya 1 dalam 100 terjadi dengan kemungkinan 1%. Apabila hal semacam ini terjadi maka dapat dikatakan bahwa kondisi dalam keadaan baik.

Error sendiri secara umum didefinisikan sebagai kegagalan untuk menampilkan suatu perbuatan yang benar dan diinginkan pada suatu keadaan. *Error* ini hanya dapat terjadi jika ada perhatian yang benar, untuk menanggapi kejadian yang diamati sedangkan tindakan akhir yang dilakukan tidak sesuai dengan yang diinginkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil akhir dari *error* berupa kejadian, sehingga nantinya terdapat suatu peristiwa yang dapat diamati. *Error* ini tidak hanya dibatasi oleh keluaran yang buruk maupun yang serius.

Sedangkan yang dimaksud dengan kecelakaan adalah kejadian yang tidak direncanakan, diharapkan, maupun diinginkan dan biasanya menghasilkan keluaran yang kurang baik. *Error* merupakan kejadian psikologis yang disebabkan oleh faktor-faktor kejiwaan sehingga ada kemungkinan bahwa sebagian atau keseluruhan *error* yang terjadi tersebut tidak teridentifikasi.

2.1.2. Klasifikasi Human Error

Pada dasarnya terdapat klasifikasi human error untuk mengidentifikasi penyebab kesalahan tersebut. Klasifikasi tersebut secara umum dari penyebab terjadinya human error adalah sebagai berikut:

1. Sistem *Induced Human Error*. Dimana mekanisme suatu sistem memungkinkan manusia melakukan kesalahan, misalnya manajemen yang tidak menerapkan disiplin secara baik dan ketat.

2. Desain *Induced Human Error*. Terjadinya kesalahan diakibatkan karena perancangan atau desain sistem kerja yang kurang baik. Sesuai dengan kaidah Murphy (Murphys law) menyatakan bahwa bila suatu peralatan dirancang kurang sesuai dengan pemakai (aspek ergonomis) maka akan terdapat kemungkinan akan terjadi ketidaksesuaian dalam pemakaian peralatan tersebut, dan cepat atau lambat akan terjadi.
3. *Pure Human Error*. Suatu kesalahan yang terjadi murni berasal dari dalam manusia itu sendiri, misalnya karena skill, pengalaman, dan psikologis.

(Iftikar. Z. Satalaksana, 1979)

2.1.3. Penyebab Human Error

Sebab-sebab human error dapat dibagi menjadi :

1. Sebab-Sebab Primer
Sebab-sebab primer merupakan sebab-sebab *human error* pada level individu. Untuk menghindari kesalahan pada level ini, ahli teknologi cenderung menganjurkan pengukuran yang berhubungan ke individu, misalnya meningkatkan pelatihan, pendidikan, dan pemilihan personil (Sriskandan dalam Atkinson, 1998). Bagaimanapun, saran tersebut tidak dapat mengatasi kesalahan yang disebabkan oleh penipuan dan kelalaian.
2. Sebab-Sebab Manajerial
Penekanan peran dari pelaku individual dalam kesalahan merupakan suatu hal yang tidak tepat. Kesalahan merupakan sesuatu yang tidak dapat dihindarkan, pelatihan dan pendidikan mempunyai efek yang terbatas dan penipuan atau kelalaian akan selalu terjadi, tidak ada satupun penekanan penggunaan teknologi yang benar akan mencegah terjadinya kesalahan. Fakta ini telah diakui telah diakui secara luas

pada literatur kesalahan dalam industri yang beresiko tinggi (Kletz dalam Atkinson, 1998). Karena itu merupakan peranan manajemen untuk memastikan bahwa pekerja melakukan pekerjaan dengan semestinya, untuk memastikan bahwa sumber daya tersedia pada saat dibutuhkan dan untuk mengalokasikan tanggung jawab secara akurat diantara pekerja yang terlibat.

3. Sebab-Sebab Global

Kesalahan yang berada di luar kontrol manajemen, meliputi tekanan keuangan, tekanan waktu, tekanan sosial dan budaya organisasi.

2.2. Sistem Kelistrikan Kapal

2.2.1. Pengertian Sistem Kelistrikan Kapal

Kapal menjadi salah satu alat transportasi yang mengalami perkembangan pesat dari kapal yang dulu hanya digerakkan menggunakan layar dan angin menjadi kapal yang mampu digerakkan menggunakan mesin-mesin berat yang biasa digunakan didunia industri. Adapun perbedaan mesin yang digunakan sebagai penggerak kapal dan mesin untuk industri yaitu, jika bahan bakar untuk mesin industri dikonversi menjadi energi putar, namun bahan bakar untuk mesin kapal akan dikonversi menjadi energi dorong.

Seiring perkembangan jaman , mesin kapal tak hanya dikonversi untuk mendorong kapal, tetapi juga dikonversi untuk pembangkit listrik yang digunakan untuk kebutuhan-kebutuhan listrik. Berikut kebutuhan-kebutuhan peralatan yang menggunakan listrik di kapal, yaitu :

1. Navigasi dan Komunikasi
2. Penerangan ruang-ruang
3. *Crane* untuk kargo
4. Sistem kontrol

5. Pompa-pompa sistem
6. *Steering gear*
7. Dan beberapa yang lain.

Kebutuhan-kebutuhan diatas harus diperhitungkan dengan benar agar tidak terjadi kesalahan dan berakibat fatal. Tentu Generator set sebagai pembangkit listrik di kapal harus direncanakan dengan berbagai pertimbangan yang berdasarkan regulasi dan perhitungan yang matang.

2.2.2. Perencanaan Instalasi Listrik Kapal

2.2.2.1. Perancangan Kelistrikan Kapal

Perancangan merupakan langkah awal dari sebuah kegiatan produksi, begitu juga dalam pembuatan kapal. Diperlukan perancangan yang baik dan matang untuk menghasilkan produk kapal yang baik. Adapun kesalahan dalam merancang ini akan mengakibatkan kapal yang tidak efisien terhadap daya listrik yang ada dikapal sehingga terdapat peralatan listrik yang tidak beroperasi dan perlu menambah biaya dalam penyediaan generator listrik.

Ada beberapa hal yang merupakan persyaratan yang harus dipenuhi agar dapat diperoleh kerja yg optimal dari generator listrik yang dipasang di kapal. Untuk mengetahui besar atau jumlah daya yang dibutuhkan (penentuan jumlah dan kapasitas generator) yang ada dikapal harus ditentukan terlebih dahulu :

1. Daya yang dibutuhkan oleh lampu-lampu untuk penerangan ruangan-ruangan dan jalan/selasar yang ada

2. Daya yang dibutuhkan untuk pengoperasian peralatan-peralatan daya/power seperti motor listrik dan baterai untuk navigasi.

2.2.2.1.1. Perencanaan Daya terhadap Penerangan Ruang

Penerangan sudah merupakan hal yang wajib yang harus ada di kapal, karna sangat mempengaruhi kerja yang optimal. Penerangan pada ruangan-ruangan dikapal disesuaikan dengan fungsi-fungsi ruangan tersebut, sebagai contoh *wheel house* tidak perlu memiliki lampu yang terang, karena penerangan dapat mengganggu pandangan kapten dan kru ketika mengamati laut. Penerangan juga akan mempengaruhi kesehatan para kru ketika bekerja dan beristirahat. Penerangan yang tidak sesuai akan dapat mengganggu kerja dan juga membuat kesehatan mata terganggu. Adapun hal yang harus diperhatikan dalam penerangan ruangan-ruangan.

$$? = \frac{? \cdot ?}{? \cdot ? \cdot ?}$$

Dimana :

- n = Jumlah armature
- E = Intensitas penerangan (lux)
- A = luas ruangan (m²)
- Ø = Flux cahaya (lumen)
- ? = Effisiensi
- d = Faktor pengotoran

(Ir. Sardono Sarwito, 1999)

Intensitas Penerangan, disebut sebagai iluminasi cahaya dengan satuan lux, adalah kekuatan cahaya yang diperlukan menurut standar kesehatan manusia dalam melakukan suatu aktivitas.

Luas Ruangan, adalah seluas ruangan yang akan dipergunakan oleh suatu aktivitas

Flux Cahaya, adalah kuat penerangan dari suatu jenis lampu yang dinyatakan dalam satuan lumen

Effisiensi, adalah tingkat penerangan yang sampai pada benda kerja yang dipengaruhi oleh bentuk dari armature yang dipakai. Untuk mendapatkan harga effisien perlu dihitung terlebih dahulu index ruang (k) pada ruang yang akan diterangi.

$$k = \frac{p \cdot l}{h \cdot (p + l)}$$

Persamaan 2

Dimana :

k = index ruang

p = panjang ruangan

l = lebar ruangan

h = jarak lampu terhadap benda kerja

(Ir. Sardono Sarwito, 1999)

akan didapatkan faktor refleksi cahaya dari dinding, plafon, dan lantai dari warna dinding, plafon, dan lantai. Setelah menentukan bentuk armatur yang dipilih, dan dari tabel armature yang ada

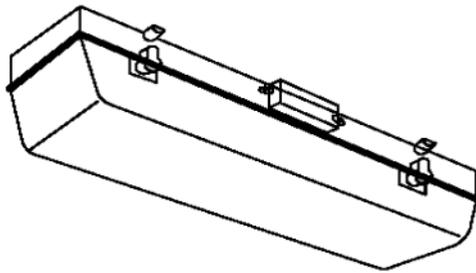
maka akan dapat ditentukan nilai efisiensi dari armature. Dari sini maka kita dapat menentukan pilihan lampu penerangan pada ruangan.

1. Lampu

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan pilihan lampu

1.1. Tipe Lampu

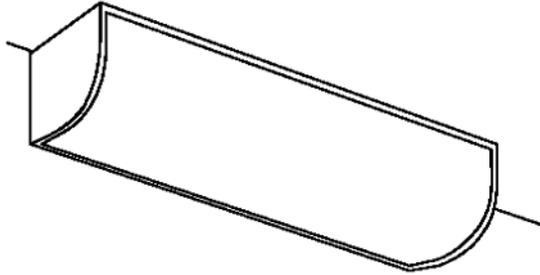
Tipe-tipe lampu adalah model dari armature seperti yang terlihat dibawah ini. Tipe lampu tersebut akan dapat diperkirakan macam lampu yang akan dipakai apakah lampu TL, atautkah lampu pijar.



Gambar 2.1 Lampu TL (Indeks 4 FL 15w)

1.2. Daya Lampu

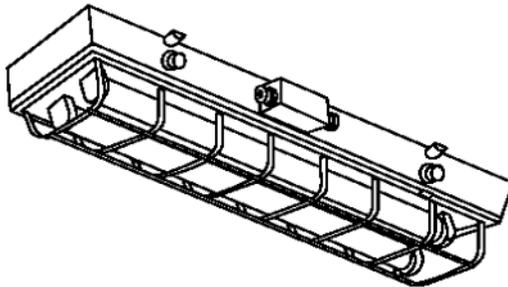
Tentunya berkaitan dengan dimensi dari ruang yang akan direncanakan untuk diberi penerangan dan juga model yang akan diinginkan.



Gambar 2.2 Lampu TL (Indeks 6 FL 20w)

1.3. Jumlah Lampu

Selain diperhitungkan berdasarkan standar penerangan yang ada dan perhitungan teoritis, jumlah lampu juga disesuaikan dengan kemungkinan pemasangan dengan dimensi dari ruangan yang ada.



Gambar 2.3 Lampu TL (Indeks 14 FL 20w x 2)

Selain menghitung dan merencanakan penerangan ini, perencanaan ini harus juga mengikuti regulasi yang ada seperti BKI, ABS, dan regulasi yang berlaku.

2.2.2.1.2. Perencanaan Kapasitas Generator Kapal

2.2.2.1.2.1. Pengertian Generator

Generator merupakan suatu alat konversi energi dari *input* energi kinetik menjadi *output* energi berupa energi listrik. Geenerator sangat dibutuhkan dikapal untuk memberi energi listrik ke peralatan-peralatan dikapal yang mengonsumsi listrik untuk bekerja, seperti, motor listrik untuk fan, pompa untuk mengalirkan bahan bakar dari tanki ke mesin dan masih banyak lagi.



Gambar 2.4 Generator kapal
(www.marineinsight.com)

2.2.2.1.2.2. Pertimbangan Kapasitas Generator di Kapal

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan kapasitas generator suatu kapal, sebagai berikut;

1. Macam Kondisi Kapal

Untuk tiap kapal akan mempunyai pandangan yang tidak sama tergantung pada jenis/tipe kapal sebagai contoh seperti diuraikan berikut;

- Dua kondisi : Berlayar dan bersandar
- Empat kondisi : Berlayar, meninggalkan pelabuhan, bongkar muat dan di pelabuhan
- Delapan kondisi : sama dengan empat kondisi, namun dibagi lagi siang dan malam

Untuk menentukan kapasitas generator perlu diketahui jumlah beban pada beberapa kondisi operasi kapal. Beban-beban listrik yang ada dikapal dibagi menjadi tiga kelompok beban, yaitu;

- Beban pada geladak, lambung (*hull part*)
- Beban pada motor- motor listrik/pesawat tenaga, dalam permesinan kapal (*Machinery part*)
- Beban berupa pesawat elektronika dan penerangan (*Electrical part*)

2. Faktor Beban Peralatan

Faktor beban merupakan perbandingan antara data rata-rata dengan kebutuhan daya operasi maksimal untuk suatu kondisi. Adapun jenis-jenis beban berdasarkan lama pemakaian.

- **Beban Tetap (*Continuous load*)**, adalah peralatan yang membutuhkan pengoperasian yang kontinyu untuk menjalankan kapal atau suatu perlengkapan pemakai daya yang secara tetap diperlukan untuk memelihara pelayanan yang normal contoh, *steering gear*, penerangan, navigasi, dan kipas.
- **Beban Sementara (*Intermitten load*)**, adalah beban dari peralatan yang beroperasi tidak terus menerus atau beroperasi terputus-putus atau tidak sepanjang perjalanan kapal. Contoh peralatan pada beban ini adalah kompressor udara, pompa sanitari, pompa transfer bahan bakar.

Adapun peralatan yang beroperasi sangat jarang dianggap mempunyai faktor beban nol pada semua kondisi. Sebagai contoh (diambil dari buku SNAME, Marine Engineering, New York, 1968 halaman 606 sampai 609) adalah pompa transfer minyak pelumas, pompa bilga, pompa pemadam, windlass, capstan.

3. *Diversity factor*

Sering juga disebut sebagai faktor kebersamaan, adalah faktor yang mempengaruhi rasio antara total daya seluruh peralatan yang ada dengan total daya yang dibutuhkan untuk setiap satuan kerja (jam).

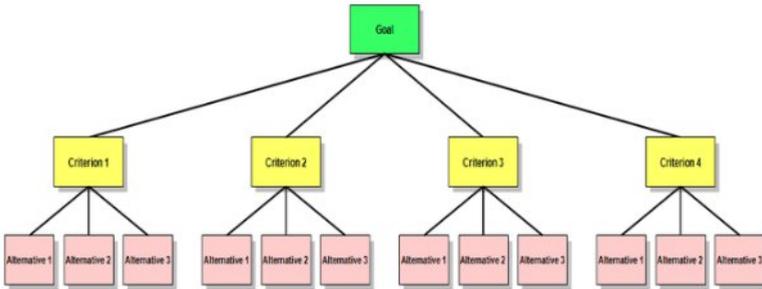
2.3. Metode AHP (Analytical Hierarchy Process)

2.3.1. Pengertian AHP

AHP merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif (Saaty, 1993). Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain karena alasan-alasan sebagai berikut :

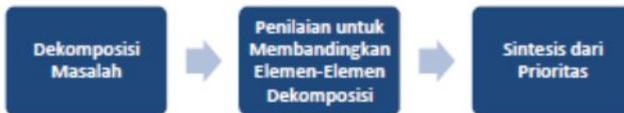
1. Struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada subkriteria yang paling dalam.
2. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
3. Memperhitungkan daya tahan *output* analisis sensitivitas pengambilan keputusan.



Gambar 2.5 Bagan AHP
(en.wikipedia.org)

2.3.2. Tahapan Penyusunan AHP

Secara umum ada 3 tahapan dalam penyusunan sebuah prioritas menggunakan AHP yang terlihat pada diagram proses di bawah ini



Gambar 2.6 Tahap Penyusunan AHP

Dekomposisi, setiap masalah atau persoalan yang sudah terdefiniskan perlu dilakukan dekomposisi, memecah permasalahan utama ke dalam beberapa kriteria dan dari setiap kriteria dapat dibagi lagi menjadi beberapa subkriteria. Proses pemecahan masalah ini dinamakan hirarki. Hirarki ada dua macam, yaitu hirarki lengkap dan hirarki tak lengkap.

Comparative Judgement, maksud dari tahapan ini adalah untuk pembuatan penilaian kepentingan relatif yang membandingkan antara dua elemen pada tingkat tertentu dalam kaitan sesuai

dengan tingkatan di atasnya. Penilaian akan berpengaruh pada prioritas tiap elemen. Hasil penilaian lebih mudah dipahami bila disajikan dalam bentuk matrik.

Synthesis of Priority, Dari setiap matrik *pairwise comparison* kemudian dicari vektor eigennya untuk mendapatkan prioritas lokal. Sintesis diantara prioritas lokal harus dilakukan agar memperoleh prioritas global karena matrik *pairwise comparison* terdapat pada setiap tingkat.

Logical Consistency, Konsistensi jawaban yang diberikan responden dalam penentuan prioritas elemen merupakan prinsip pokok yang menentukan validitas data dan hasil pengambilan keputusan. Secara umum, responden harus memiliki konsistensi dalam melakukan perbandingan elemen. Jika $A > B$ dan $B > C$ maka secara logis responden harus menyatakan bahwa $A > C$, berdasarkan nilai numerik yang telah disediakan.

2.3.3. Penyusunan Hirarki dan Prioritas

Dalam metode AHP dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Kadarsyah Suryadi dan Ali Ramdhani, 1998) :

1. Mendefinisikan Masalah dan Menentukan Solusi

Dalam tahap ini kita berusaha menentukan masalah yang akan kita pecahkan secara jelas, detail dan mudah dipahami. Dari masalah yang ada kita coba tentukan solusi yang mungkin cocok bagi masalah tersebut. Solusi dari masalah mungkin berjumlah lebih dari satu. Solusi tersebut nantinya kita kembangkan lebih lanjut dalam tahap berikutnya.

2. Membuat Struktur Hirarki.

Setelah menyusun tujuan utama sebagai level teratas akan disusun level hirarki yang berada di bawahnya yaitu kriteria-kriteria yang cocok untuk mempertimbangkan atau menilai alternatif yang kita

berikan dan menentukan alternatif tersebut. Tiap kriteria mempunyai intensitas yang berbeda-beda. Hirarki dilanjutkan dengan subkriteria (jika mungkin diperlukan).

3. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan

Matrik yang digunakan bersifat sederhana, memiliki kedudukan kuat untuk kerangka konsistensi, mendapatkan informasi lain yang mungkin dibutuhkan dengan semua perbandingan yang mungkin dan mampu menganalisis kepekaan prioritas secara keseluruhan untuk perubahan pertimbangan. Pendekatan dengan matrik mencerminkan aspek ganda dalam prioritas yaitu mendominasi dan didominasi. Perbandingan dilakukan berdasarkan judgment dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya. Untuk memulai proses perbandingan berpasangan dipilih sebuah kriteria dari level paling atas hirarki misalnya K dan kemudian dari level di bawahnya diambil elemen yang akan dibandingkan misalnya E1, E2,E3,E4, dan E5.

Tabel 2.1 Matrik Berpasangan

Tujuan				
Kriteria	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				

4. Mendefinisikan Perbandingan Berpasangan

Hasil perbandingan dari masing-masing elemen akan berupa angka dari 1 sampai 9 yang menunjukkan perbandingan tingkat kepentingan suatu elemen. Apabila suatu elemen dalam matrik dibandingkan dengan dirinya sendiri maka hasil perbandingan

diberi nilai 1. Skala 9 telah terbukti dapat diterima dan bisa membedakan intensitas antar elemen. Hasil perbandingan tersebut diisikan pada sel yang bersesuaian dengan elemen yang dibandingkan. Skala perbandingan perbandingan berpasangan dan maknanya yang diperkenalkan oleh Saaty bisa dilihat di bawah.

Tabel 2.2 Skal Perbandingan Saaty

Intensitas Ke pentingan	Definisi Verbal	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Kedua elemen yang sama terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada yang lain.	Pengalaman dan pertimbangan sedikit me mihak pada sebuah elemen dibanding elemen lainnya
5	Elemen yang mempunyai tingkat kepentingan yang kuat terhadap yang lain, jelas lebih penting dari elemen yang lain.	Pengalaman judgment secara kuat me mihak pada sebuah elemen dibandingkan elemen lainnya.
7	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen yang lainnya.	Satu elemen dengan disukai, dan dominasinya tampak dalam praktek.
9	Satu elemen mutlak lebih dari elemen lainnya.	Bukti bahwa satu element penting dari element lainnya adalah dominan
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai tengah diantara dua pertimbangan yang berdampingan	Nilai ini diberikan bila diperlu kan adanya dua pertimbangan

Bila komponen I mendapat salah satu nilai, saat dibandingkan dengan elemen J, maka elemen J mempunyai nilai kebalikannya saat dibandingkan dengan elemen J

5. Menghitung Nilai Eigen dan Uji Konsistensi

Jika tidak konsisten maka pengambilan data diulangi.

6. Mengulangi Langkah 3,4, dan 5

Pengulangan dilakukan untuk seluruh tingkat hirarki

7. Menghitung Vektor Eigen

Menghitung vektor eigen dari setiap matrik perbandingan berpasangan yang merupakan bobot setiap elemen untuk penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarki terendah sampai mencapai tujuan. Penghitungan dilakukan lewat cara menjumlahkan nilai setiap kolom dari matrik, membagi setiap nilai dari kolom dengan total kolom yang bersangkutan untuk memperoleh normalisasi matrik, dan menjumlahkan nilai-nilai dari setiap baris dan membaginya dengan jumlah elemen untuk mendapatkan rata-rata.

Rata-rata Geometrik

$$G = \sqrt[n]{\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \dots \lambda_n} \quad (3)$$

8. Memeriksa Konsistensi Hirarki

Yang diukur dalam AHP adalah rasio konsistensi dengan melihat index konsistensi. Konsistensi yang diharapkan adalah yang mendekati sempurna agar menghasilkan keputusan yang mendekati valid. Walaupun sulit untuk mencapai yang sempurna, rasio konsistensi diharapkan kurang dari atau sama dengan 10% (< 0.1).

2.3.4. Kelebihan dan Kekurangan Sistem AHP

Layaknya sebuah metode analisis, AHP pun memiliki kelebihan dan kelemahan dalam sistem analisisnya. Kelebihan-kelebihan analisis ini adalah :

- **Kesatuan (*Unity*)**
AHP membuat permasalahan yang luas dan tidak terstruktur menjadi suatu model yang fleksibel dan mudah dipahami.
- **Kompleksitas (*Complexity*)**
AHP memecahkan permasalahan yang kompleks melalui pendekatan sistem dan pengintegrasian secara deduktif.
- **Saling Ketergantungan (*Inter Dependence*)**
AHP dapat digunakan pada elemen-elemen sistem yang saling bebas dan tidak memerlukan hubungan linier.
- **Struktur Hirarki (*Hierarchy Structuring*)**
AHP mewakili pemikiran alamiah yang cenderung mengelompokkan elemen sistem ke level-level yang berbeda dari masing-masing level berisi elemen yang serupa.
- **Pengukuran (*Measurement*)**
AHP menyediakan skala pengukuran dan metode untuk mendapatkan prioritas.
- **Konsistensi (*Consistency*)**
AHP mempertimbangkan konsistensi logis dalam penilaian yang digunakan untuk menentukan prioritas.
- **Sintesis (*Synthesis*)**
AHP mengarah pada perkiraan keseluruhan mengenai seberapa diinginkannya masing-masing alternatif.
- **Trade Off**
AHP mempertimbangkan prioritas relatif faktor-faktor pada sistem sehingga orang mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan mereka.

- **Penilaian dan Konsensus (*Judgement and Consensus*)**
AHP tidak mengharuskan adanya suatu konsensus, tapi menggabungkan hasil penilaian yang berbeda.
- **Pengulangan Proses (*Process Repetition*)**
AHP mampu membuat orang menyaring definisi dari suatu permasalahan dan mengembangkan penilaian serta pengertian mereka melalui proses pengulangan.

Sedangkan kelemahan metode AHP adalah sebagai berikut:

- Ketergantungan model AHP pada input utamanya. Input utama ini berupa persepsi seorang ahli sehingga dalam hal ini melibatkan subyektifitas sang ahli selain itu juga model menjadi tidak berarti jika ahli tersebut memberikan penilaian yang keliru.
- Metode AHP ini hanya metode matematis tanpa ada pengujian secara statistik sehingga tidak ada batas kepercayaan dari kebenaran model yang terbentuk.

2.4. Expert Choice

Expert choice merupakan aplikasi khusus yang berfungsi sebagai alat bantu implementasi model dalam *Decision Support System* (DSS) atau Sistem Penunjang Keputusan (SPK). *Pairwise Comparison Matrix* atau perhitungan matrik secara perbandingan berpasangan dapat dilakukan menggunakan aplikasi ini. Data yang dimasukkan merupakan hasil penilaian responden. Beberapa fungsi yang dapat dilakukan menggunakan aplikasi *expert choice* adalah :

- Perencanaan strategi
- Teknologi informasi dalam pemilihan keputusan
- Manajemen risiko
- Seleksi sumber data

2.5. SHELL Model

2.5.1. Umum

Konsep SHELL Model (nama ini berasal pertama dari masing-masing komponen yaitu, *Software*, *Hardware*, *Environment*, dan *Liveware*) pertama kali ini dikembangkan oleh Edwards pada tahun 1972, dengan diagram yang telah dimodifikasi untuk mengilustrasikan model yang telah dikembangkan oleh Hawkins pada tahun 1975.

Salah satu diagram praktis untuk menggambarkan model konseptual ini menggunakan blok untuk mewakili berbagai komponen dari *human factors*. Diagram blok bangunan ini tidak mencakup potongan antar *human factors* dan hanya ditujukan sebagai bantuan dasar untuk memahami *human factors*:

- *Software* berupa aturan, prosedur, dokumen tertulis, dan lainnya yang merupakan bagian dari prosedur operasi standar.
- *Hardware* berupa *Control Suite*, konfigurasi, kontrol dan permukaan, *displays*, dan sistem fungsional.
- *Environment* berupa situasi di mana sistem L-H-S harus berfungsi, iklim sosial dan ekonomi, serta lingkungan alam.
- *Liveware* berupa manusia, *controller* satu dengan *controller* lain, kru, insinyur dan personil pemeliharaan, bagian manajemen dan personalia.

2.5.2 Live ware

Fokus utama pada model ini adalah manusia atau *liveware* itu sendiri karena komponen ini paling fleksibel di dalam sistem. Jadi komponen yang lain dari sistem harus lebih waspada dalam keterkaitannya dengan komponen ini sehingga kerusakan dapat dihindari.

Namun dari semua komponen dalam model, komponen ini yang paling sulit diprediksi dan paling rentang dengan faktor-faktor internal (rasa lapar, kelelahan, motivasi, dll) dan faktor-faktor eksternal (pencahayaan, kebisingan, beban pekerjaan, dll) berubah.



Gambar 2.7 Komponen Liveware
(<http://wikiofscience.wikidot.com/technology:shell-model-of-human-factors>)

2.5.3. Live ware-Live ware

Merupakan perpotongan komponen antar *Liveware* atau hubungan antar manusia yang akan mempengaruhi sistem. Yang perlu diperhatikan adalah dalam sistem ini adalah dalam hal kepemimpinan, kerjasama, kerja tim, dan juga interaksi antar personal. Termasuk program-program seperti *Crew Resource Management (CRM)*, *ATC equivalent*, *Team Resource Management (TRM)*, *Line Oriented Flight Training (LOFT)*, dan lainnya.



Gambar 2.8 Perpotongan Komponen antar Liveware
(<http://wikiofscience.wikidot.com/technology:shell-mode-l-of-human-factors>)

2.5.4. Liveware-Software

Software adalah istilah kolektif yang mengacu pada semua hukum, aturan, peraturan, perintah, prosedur operasi standar, kebiasaan dan konvensi dan cara normal di mana hal-hal dilakukan. Kini software juga mengacu pada program-program berbasis komputer yang dikembangkan untuk mengoperasikan suatu sistem secara otomatis.

Dalam rangka untuk mencapai keamanan, operasi yang efektif antara *Liveware* dan *Software* penting untuk memastikan bahwa perangkat lunak, terutama jika itu menyangkut aturan dan prosedur, mampu diimplementasikan. Juga perhatian harus ditunjukkan dengan phraseologies yang rawan kesalahan, membingungkan, atau terlalu rumit. Wujud lainnya adalah kesulitan dalam simbologi dan desain konseptual sistem.



Gambar 2.9 Perpotongan Komponen Liveware dengan Software
(<http://wikiofscience.wikidot.com/technology:shell-mode-l-of-human-factors>)

2.5.5. Liveware-Hardware

Komponen yang saling terkait lainnya pada SHELL Model adalah *Liveware* dengan *Hardware*. Hubungan antar dua komponen ini adalah salah satu yang paling sering dipertimbangkan ketika berbicara mengenai hubungan antara manusia dengan mesin dalam suatu sistem. Contohnya pengaruh desain tempat duduk agar sesuai dengan karakteristik dari pengguna.



Gambar 2.10 Perpotongan Komponen Liveware dengan Hardware

(<http://wikiofscience.wikidot.com/technology:shell-model-of-human-factors>)

2.5.6. Liveware-Environment

Hubungan antara *Liveware-Environment* mengacu pada hubungan yang mungkin tidak dapat dikontrol secara langsung oleh manusia. Seperti kejadian alam yang berupa suhu, cuaca, dll ketika suatu sistem beroperasi. Tetapi pada saat ini manusia telah melengkapi desain suatu sistem dengan peralatan yang dapat melindungi dari berbagai macam kondisi alam, seperti intensitas cahaya, kebisingan, dan radiasi. Dalam hubungan antar *Liveware-Environment* ini akan melibatkan berbagai macam disiplin ilmu seperti, psikologi, fisiologi, fisika, dan teknik.



Gambar 2.11 Perpotongan Komponen Liveware dengan Environment
(<http://wikiofscience.wikidot.com/technology:shell-model-of-human-factors>)

“ Halaman ini sengaja dikosongkan “

BAB III

METODOLOGI

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini dibutuhkan tahapan-tahapan yang berupa proses yang dimulai dari mengidentifikasi masalah yang ada hingga hasil akhir yang diharapkan. Tahapan-tahapan proses yang dimaksud antara lain :

3.1. Identifikasi Rumusan Masalah

Proses pencarian segala informasi mengenai pengerjaan tugas akhir, seperti pengertian dan perumusan masalah. Hal ini dapat diperoleh dari pihak yang berkompeten ataupun masalah yang ada di lapangan.

3.2. Studi Literatur

Proses identifikasi dan perumusan masalah perlu ditunjang dengan referensi dari buku, jurnal, internet, ataupun paper agar penelitian ini memiliki dasar teori yang jelas.

3.3. Investigasi Sistem Kelistrikan

Proses investigasi sistem kelistrikan perlu dilakukan untuk mengetahui peralatan apa saja yang ada di dalam kapal. Hal ini bertujuan untuk mengetahui peralatan mana saja yang sering dioperasikan dan memiliki potensi untuk mengakibatkan kecelakaan.

3.4. Melakukan Identifikasi faktor dengan AHP

Tahapan ini menyangkut semua hal yang diperlukan dalam pembuatan AHP. Mulai dari dekomposisi masalah atau pemecahan suatu masalah menjadi beberapa kriteria, *comparative judgement* atau pembuatan penilaian kepentingan relatif yang membandingkan antara dua elemen pada tingkat

tertentu, *synthesis of priority* atau mencari vektor eigennya untuk mendapatkan prioritas lokal dari setiap matrik perbandingan, dan *logical consistency* atau konsistensi jawaban yang diberikan responden dalam penentuan prioritas elemen.

3.5. Penyusunan Kuisisioner

Pembuatan kuisisioner dilakukan apabila tahapan penyusunan AHP dan hirarki telah dilakukan. Pembuatan kuisisioner ini sepenuhnya bergantung dengan apa yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya, yaitu penentuan masalah, penentuan tiap faktor yang mempengaruhi masalah, dan penentuan kriteria-kriteria yang mempengaruhi faktor tersebut.

3.4. Survei Kuisisioner

Pengumpulan data dilakukan setelah kegiatan survei dengan kuisisioner telah dilakukan. Pada tahap ini survei ditujukan kepada orang-orang yang ahli di bidangnya agar data yang terkumpul nantinya merupakan data yang valid dan dapat dijadikan patokan dalam penyelesaian masalah.

3.5. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software expert choice*

3.6. Evaluasi dan Klasifikasi Permasalahan dengan SHELL Model

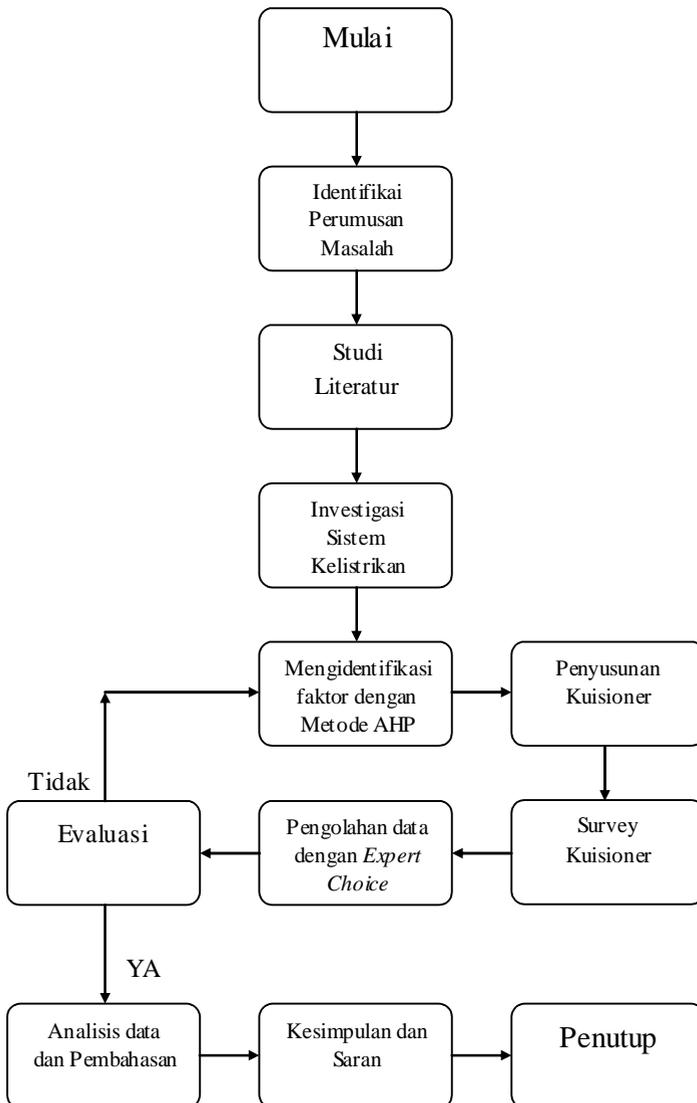
Setelah data yang diperoleh dari survei terhadap orang-orang yang ahli di bidangnya terkumpul, selanjutnya dilanjutkan dengan melakukan klasifikasi permasalahan dengan SHELL Model. Hal-hal mana saja yang termasuk dalam masing komponen pada SHELL Model, seperti apa itu *liveware*, *software*, *hardware*, *environment*, dan bagaimana hubungan antar komponen tersebut.

3.7. Analisis Data dan Pembahasan

Klasifikasi masalah yang telah dilakukan akan mempermudah analisis permasalahan yang terjadi. Nantinya akan diketahui permasalahan yang berhubungan dengan *human error* dilihat dari keterkaitan dan hubungan manusia atau *liveware* dengan *software*, *hardware*, *environment*, dan *liveware* atau antar manusia itu sendiri.

3.8. Kesimpulan dan Saran

Diharapkan setelah semua langkah-langkah pengerjaan dilakukan dengan baik, maka jawaban dari masalah-masalah diatas bisa terjawab dan bisa berguna untuk kehidupan masyarakat luas. Dari hasil pengerjaan penelitian ini bisa diberikan saran apabila ada kekurangan dari skripsi ini, agar bisa diperbaiki bila ingin dilanjutkan menjadi skripsi yang lain, atau sekedar referensi untuk menambah pengetahuan sebagai bantuan solusi bagi permasalahan yang ada.



Gambar 3.1 *Flow Chart* Pengerjaan Tugas Akhir

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian

Kapal milik PT. Dharma Lautan Utama dipilih sebagai tempat yang akan diambil data – data penunjang tugas akhir ini, antara lain;

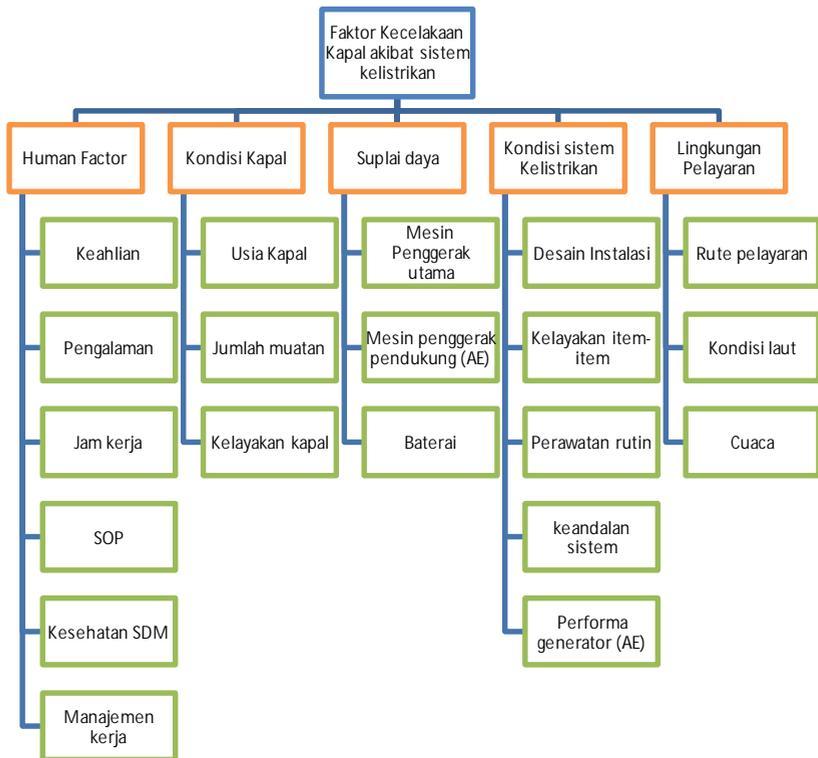
- Data tentang dimensi kapal
- Data tentang generator
- Kuisisioner untuk Para Kru bagian permesinan

4.2. Metode AHP

4.2.1. Penyusunan Hirarki

Dalam penentuan metode AHP terlebih dulu menyusun hirarki nilai bahaya dari suatu permasalahan. Dalam penentuan nilai bahaya harus memperhatikan seluruh elemen yang mempengaruhi tingkat bahaya kapal, karena itu penilaian terbagi menjadi beberapa kriteria. Setiap kriteria memiliki pengaruh tingkat bahaya kapal dengan bobot yang berbeda-beda. Dari setiap kriteria akan diturunkan lagi menjadi beberapa subkriteria. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses penilaian.

Tujuan utama dari hirarki ini adalah untuk mengetahui nilai bahaya dari kecelakaan kapal akibat sistem kelistrikan kapal . Dari nilai bahaya ini diturunkan menjadi lima kriteria yang mempengaruhi. Kriteria tersebut adalah faktor *human error*, faktor kondisi kapal, faktor *power supply*, faktor kondisi perlatan, dan faktor lingkungan.



Gambar 4.1 Struktur Hirarki

4.2.2. Pembuatan Quisioner

Langkah awal yang perlu dilakukan untuk mengetahui berpakah nilai dari masing kriteria dan subkriteria dari hirarki yang telah disusun adalah mempersiapkan format cetak quisioner yang akan disebarakan kepada responden. Pembuatan quisioner menggunakan bahasa formal yang mudah dipahami. Informasi yang disampaikan kepada responden harus jelas. Kata pengantar dapat dilampirkan pada sebuah kuesioner agar responden dapat mengetahui maksud dan tujuan dari pengisian quisioner tersebut. Adapun kata pengantar disertai kolom pengisian data diri dan tanda tangan responden sebagai bukti telah melakukan survey

Sebuah quisioner merupakan sumber data yang dapat digunakan untuk mengetahui pendapat atau informasi dari suatu populasi. Kejelasan sumber merupakan sesuatu yang mutlak agar informasi yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan. Sehingga dapat diketahui apakah responden yang dipilih sudah tepat sesuai dengan tema quisioner atau tidak. Hal ini merupakan sesuatu yang sangat penting dan harus benar-benar diperhatikan agar dasar teori yang diperoleh dari suatu kuisioner dapat diakui kebenarannya. Suatu penelitian dapat diakui kebenarannya bila memiliki suatu landasan teori yang jelas dan nyata. Seperti yang terlihat pada gambar 4.2 dan gambar 4.3.

Terlihat pada gambar 4.2 adalah pengantar pada halaman awal kuesioner yang mencantumkan perkenalan dan tujuan dari kuesioner tersebut. Tujuan dari penyebaran kuesioner tertulis detail untuk meyakinkan seorang responden dalam mengisi kuesioner tersebut. Untuk keabsahan pengisian kuesioner, terdapat kolom identitas responden agar dapat diketahui sumber dari hasil penilaian kuesioner tersebut.

Pada gambar 4.3 tampak poin-poin penilaian yang dapat diberikan pada suatu elemen yang dibandingkan. Langkah ini disebut *comparative judgement*, yaitu memberikan penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkatan di atasnya. Terlihat pula kolom-kolom tempat pengisian penilaian beserta contoh cara pengisian sebuah penilaian, agar responden tidak salah dalam melakukan penilaian. Selain itu dibutuhkan konsistensi jawaban responden dalam menentukan prioritas elemen yang akan menentukan validitas data dan hasil pengambilan keputusan.

4.2.3 Pemilihan Responden

Penentuan responden dipilih berdasarkan tema penelitian. Pada penelitian ini kriteria-kriteria yang ada pada *danger score* merupakan suatu materi yang dipahami dan dialami oleh para pelaut atau ABK kapal. Sehingga responden yang dipilih adalah para pelaut, yaitu Kepala Kamar Mesin dan para Masinis yang bertugas di daerah pelayaran Selat Bali. Total responden yang terlibat dalam pengambilan data kuisisioner ini berjumlah sepuluh (10) orang.

4.3. Lokasi Penelitian

Penelitian telah dilakukan di Selat Bali. Penelitian dilakukan pada kapal-kapal yang beroperasi disana. Terdapat dua pelabuhan besar yang memiliki lalu lintas penyeberangan sangat padat, yaitu Pelabuhan Ketapang yang terletak di Banyuwangi dan Pelabuhan Gilimanuk yang terletak di Pulau Bali.



Gambar 4.4 Selat Bali
(*Google Maps*, 2014)

4.3.1 Pelabuhan Ketapang, Banyuwangi

Pelabuhan Ketapang adalah sebuah pelabuhan feri di Desa Ketapang, Kalipuro, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur yang menghubungkan Pulau Jawa dengan Pulau Bali via perhubungan laut (Selat Bali) seperti yang terlihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pelabuhan Ketapang
(*Google Maps*, 2014)

4.3.2 Pelabuhan Gilimanuk, Bali

Pelabuhan Gilimanuk adalah sebuah pelabuhan feri di Kelurahan Gilimanuk, Kecamatan Melaya, Kabupaten Jembrana, Bali yang menghubungkan Pulau Bali dengan Pulau Jawa via perhubungan laut (Selat Bali). Pelabuhan Gilimanuk berada dalam naungan dan pengelolaan dari ASDP Indonesia Ferry seperti terlihat di Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pelabuhan Gilimanuk

(Google Maps, 2014)

4.4. Perhitungan dengan Expert Choice

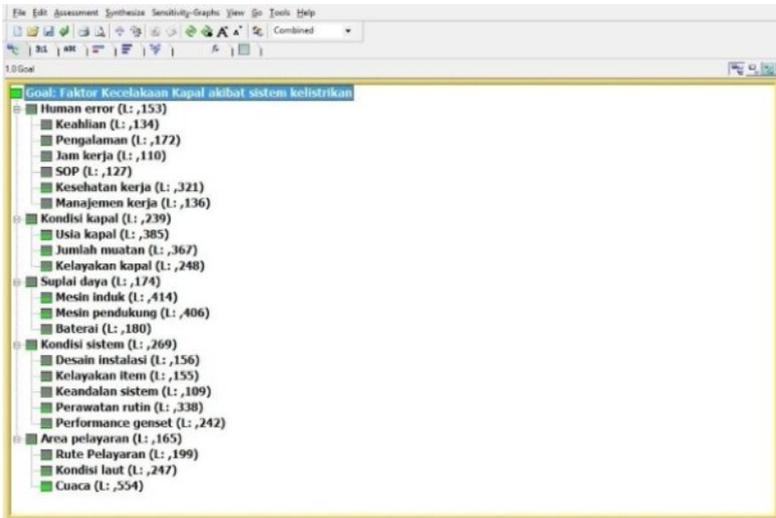
4.4.1. Tahapan sebelum Perhitungan

Pengolahan data dengan memanfaatkan perangkat lunak *expert choice* adalah untuk mendapatkan tingkat prioritas dari tiap kriteria dan subkriteria yang memberikan pengaruh pada tingkat kecelakaan kapal akibat Sistem Kelistrikan.

Terdapat tujuan tunggal pada tingkat kecelakaan kapal akibat peralatan navigasi dan komunikasi yang merupakan fokus dari masalah tugas akhir ini. Pada titik ini nilai bobot keputusan adalah 100%. Susunan yang ada di bawah tujuan utama ini adalah seluruh kriteria dan subkriteria yang mempengaruhi nilai bahaya yang merupakan tujuan tunggal masalah ini. Bobot keseluruhan yang ada pada masalah utama harus dibagi menjadi beberapa kriteria. Setiap kriteria memperoleh nilai bobot sesuai dengan hasil penilaian responden. Terdapat beberapa metode untuk memasukkan penilaian pada *expert choice*. Namun seluruh metode memiliki dasar yang sama, yaitu dengan membandingkan seluruh kriteria untuk menetapkan penyebaran bobot kriteria tersebut. Hasil atau *output* dari penggunaan perangkat lunak *expert choice* untuk mendapatkan kriteria dengan tingkat prioritas yang lebih diutamakan dan nilai konsistensi rasio yang dapat membuktikan bahwa nilai pembobotan ini masih cukup konsisten untuk digunakan.

Tahap pertama dalam memulai penilaian dengan *expert choice* ini adalah memasukan fokus dan tujuan utama dari

permasalahan, yang dalam hal ini adalah kecelakaan kapal akibat peralatan navigasi dan komunikasi. Setelah itu setiap kriteria dan subkriteria yang telah disusun pada tahap pembuatan hirarki juga harus dimasukkan ke bobot penilaian dalam *expert choice* ini.



Gambar 4.7 Struktur Hirarki pada *Expert Choice*

Setelah seluruh tujuan, kriteria, dan subkriteria dimasukkan ke dalam perhitungan menggunakan *expert choice*, langkah berikutnya yaitu menentukan berapa responden yang akan dijadikan patokan dalam analisis ini. Di dalam tugas akhir ini penulis menggunakan sepuluh responden yang mempunyai profesi sebagai kapten kapal dan muallim, sehingga cocok dengan tujuan dari analisis ini. Setelah ditentukan berapa responden yang

akan turut serta dalam penilaian bobot dari masing-masing kriteria dan subkriteria, maka semua responden juga harus dimasukkan kedalam daftar responden di dalam *expert choice*.

RID	PersonName	Combined	Email	Participating	Eval	Location	Weight	Keypad	Wave	Password	ProgressStatus	EvalCluster	Organization	LastChanged
0	Facilitator	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										08/07/2014 13:43:04
1	Combined	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				2	1					11/02/2014 15:18:31
2	Bambang Mediana	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				3	1					08/07/2014 13:56:13
3	Suzyan M.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				4	1					08/07/2014 14:02:51
4	Nuzanto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				5	1					08/07/2014 14:08:30
5	Ahmad Basuki	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				6	1					08/07/2014 14:19:00
6	Heora	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				7	1					08/07/2014 14:27:13
7	Frangki Abdul Wahab	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				8	1					08/07/2014 14:32:43
8	Dwi Kumawan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				9	1					08/07/2014 14:43:02
9	Carlani S.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				10	1					08/07/2014 14:50:09
10	Mami	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				11	1					08/07/2014 14:54:28
11	Ritzy Dyi Fahrudin	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										08/07/2014 15:01:17

Gambar 4.8 Daftar Responden pada *Expet Choice*

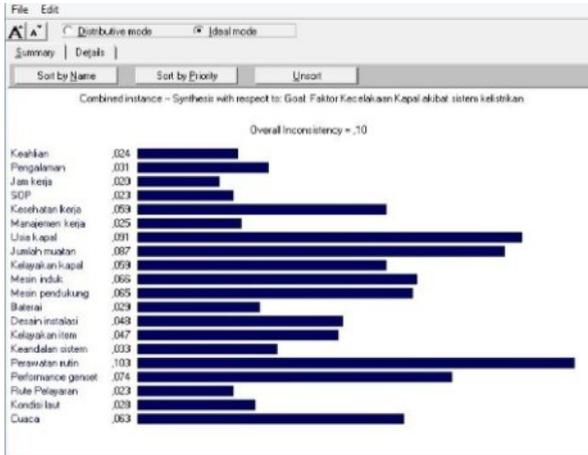
4.4.2. Tahapan Perhitungan

Setelah data tujuan utama, kriteria, dan subkriteria dimasukkan ke dalam perangkat lunak *expert choice*, penilaian perbandingan tiap elemen dilakukan. Proses penilaian menggunakan metode *Pairwise Numerical Comparisons*, yaitu membandingkan dua elemen dengan menggunakan skala dalam bentuk angka. Skala penilaian yang digunakan sama seperti skala penilaian yang tercantum pada lembar quisioner.



Gambar 4.9 *Pairwise Numerical Comparisons* pada *Expert Choice*

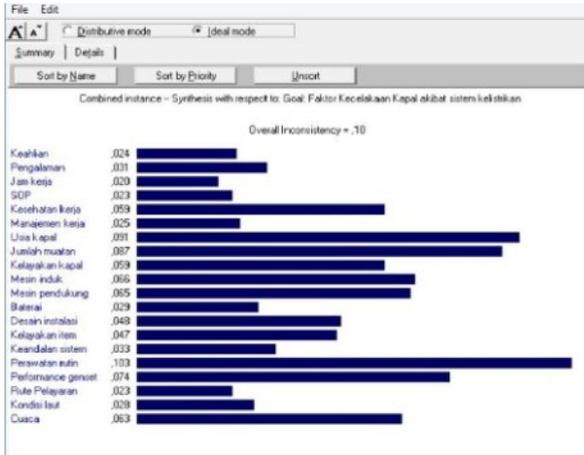
Nilai yang dimasukkan dalam *expert choice* merupakan hasil rata-rata geometrik dari semua penilaian yang didasarkan pada hasil kuisioner. Setelah seluruh penilaian dimasukkan ke dalam *expert choice* maka akan terlihat inkonsistensi jawaban yang diberikan oleh responden. Jika nilai inkonsistensi lebih besar dari 10% (>0.1) maka hasil perhitungan tersebut tidak dapat digunakan, sehingga diharuskan mengulangi pengambilan data dengan kuisioner seperti pada tahap sebelumnya. Apabila hasil dari nilai inkonsistensi kurang dari atau sama dengan 10% (>0.1) maka data tersebut dapat digunakan. Setelah semua persyaratan telah terpenuhi akan didapatkan nilai bobot relatif untuk semua kriteria dan subkriteria dari tujuan analisis, yaitu kecelakaan kapal akibat sistem kelistrikan seperti yang tertera pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Nilai Bobot Relatif pada *Expert Choice*

4.4.2.1. Perhitungan Bobot Relatif pada Kecelakaan Kapal akibat Sistem Kelistrikan

Seperti yang telah diketahui bahwa pada analisis dengan tujuan kecelakaan kapal akibat sistem kelistrikan dibagi menjadi lima kriteria atau faktor yang mempengaruhi seperti yang terlihat pada Gambar 4.11. Kriteria-kriteria tersebut adalah *human error*, kondisi kapal, *power supply*, kondisi sistem, dan lingkungan. Dengan membandingkan semua kriteria tersebut yang diperoleh dari sepuluh responden yang telah ditentukan, dengan menggunakan metode *Pairwise Numerical Comparisons* pada *expert choice*, maka didapatkan hasil bahwa kriteria kondisi sistem memiliki bobot relatif paling besar dengan presentase mencapai 0.269 atau 26.9% dan dengan nilai inkonsistensi sebesar 0.02.



Gambar 4.11 Nilai Bobot Relatif pada Tujuan Kecelakaan Kapal

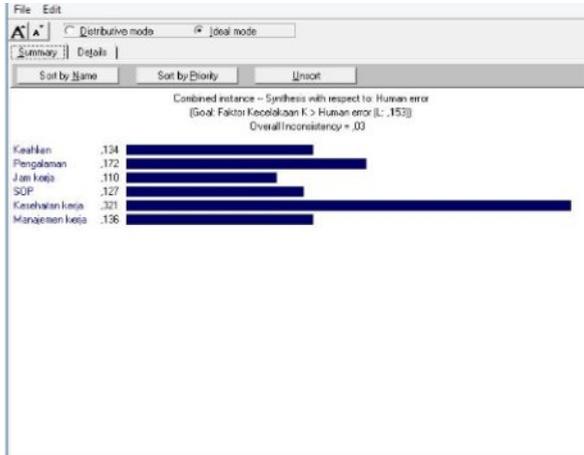
Tujuan	Bobot	Nilai Fungsi
Kecelakaan Kapal akibat Sistem Kelistrikan	1	1000
Faktor		
1. Human Error	0.153	1000
2. Kondisi Kapal	0.239	1000
3. Power Supply	0.174	1000
4. Kondisi Sistem	0.269	1000
5. Lingkungan	0.165	1000

Tabel 4.1. Nilai Fungsi dan Bobot Relatif dengan Tujuan Kecelakaan Kapal

Nilai dari tabel 4.1 sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada perangkat lunak *expert choice* di atas menunjukkan bahwa faktor kondisi sistem memiliki bobot relatif paling besar sebesar 0.269. Disusul oleh faktor atau kriteria kondisi kapal sebesar 0.0.239, faktor atau kriteria suplai daya sebesar 0.174, faktor atau kriteria lingkungan pelayaran sebesar 0.165, dan yang terakhir adalah faktor atau kriteria *human error* sebesar 0.153.

4.4.2.2. Perhitungan Bobot Relatif pada Faktor *Human Factor*

Pada perhitungan sebelumnya, *human error* menempati posisi terakhir bobot relatif yang mempengaruhi kecelakaan kapal akibat sistem ke listrikan sebesar 0.153. Faktor atau kriteria *human error*, dibagi menjadi enam subkriteria seperti yang terlihat pada Gambar 4.12. Subkriteria tersebut adalah keahlian, pengalaman, jam kerja, SOP, kesehatan kerja, dan manajemen kerja.



Gambar 4.12 Nilai Bobot Relatif pada Faktor *Human Factor*

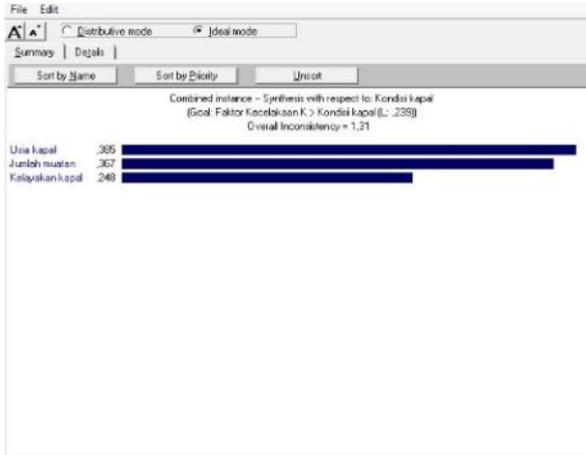
Kriteria	Bobot	Nilai Fungsi
<i>Human error</i>	0.153	1000
Subkriteria		
1. Keahlian	0.134	153
2. Pengalaman	0.172	153
3. Jam Kerja	0.110	153
4. SOP	0.127	153
5. Kesehatan SDM	0.321	153
6. Manajemen Kerja	0.136	153

Tabel 4.2 Nilai Fungsi dan Bobot Relatif Faktor Human Factor

Nilai dari tabel 4.2 sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada *software expert choice* menunjukkan bahwa kesehatan SDM memiliki bobot relatif paling besar yaitu, 0.321. Disusul oleh pengalaman sebesar 0.172, Manajemen kerja sebesar 0.136, keahlian sebesar 0.134, SOP sebesar 0.141, dan yang terkecil adalah jam kerja sebesar 0.110.

4.4.2.3. Perhitungan Bobot Relatif pada Faktor Kondisi Kapal

Pada Gambar 4.13 menunjukkan perhitungan faktor atau kriteria kondisi kapal mempunyai bobot relatif 0.239, dan dibagi menjadi empat subkriteria. Subkriteria tersebut Usia kapal, jumlah muatan, dan kelayakan kapal. Dengan membandingkan semua subkriteria yang ada dari sepuluh responden yang telah ditentukan, maka didapatkan subkriteria Usia kapal memiliki bobot relatif paling besar diantara subkriteria lain yaitu 0.385 atau 38.5% dengan nilai inkonsistensi sebesar 1.31.



Gambar 4.13 Nilai Bobot Relatif pada Faktor Kondisi Kapal

Kriteria	Bobot	Nilai Fungsi
Kondisi Kapal	0.239	1000
Subkriteria		
1. Usia Kapal	0.385	239
2. Jumlah Muatan	0.367	239
3. Kelayakan Kapal	0.248	239

Tabel 4.3 Nilai Fungsi dan Bobot Relatif Faktor Kondisi Kapal

Nilai dari tabel 4.3 sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada *software expert choice* menunjukkan bahwa usia kapal memiliki bobot relatif paling besar. Disusul oleh jumlah muatan, dan yang terkecil adalah kelayakan kapal.

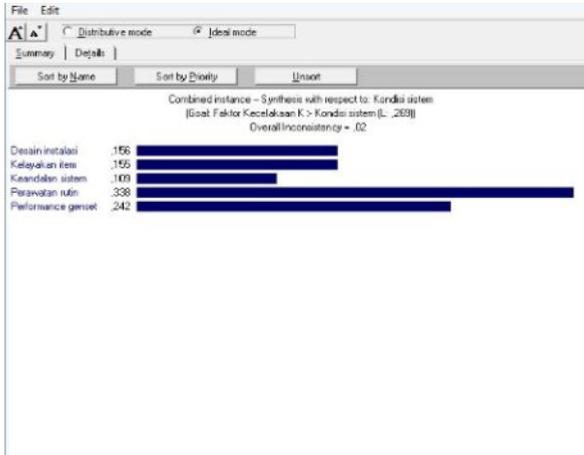
Kriteria	Bobot	Nilai Fungsi
Suplai Daya	0.174	1000
Subkriteria		
1. Mesin Utama	0.414	174
2. Mesin Pendukung	0,406	174
3. Baterai	0.180	174

Tabel 4.4 Nilai Fungsi dan Bobot Relatif Faktor Suplai daya

Nilai dari tabel 4.4 sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada *software expert choice* menunjukkan bahwa kondisi mesin utama memiliki bobot relatif paling besar dengan 0.414. Mengungguli mesin pendukung sebesar 0.406 dan kemudian disusul baterai sebesar 0.180.

4.4.2.5. Perhitungan Bobot Relatif pada Faktor Kondisi Sistem

Pada perhitungan faktor atau kriteria kondisi sistem menjadi kriteria atau faktor yang paling besar dengan mempunyai bobot relatif 0.269. Subkriteria yang ada pada Gambar 4.15 adalah desain instalasi, kelayakan item, keandalan sistem, perawatan rutin, dan performa generator. Dengan membandingkan semua subkriteria yang ada dari sepuluh responden yang telah ditentukan, maka didapatkan subkriteria perawatan rutin memiliki bobot relatif paling besar diantara subkriteria lain yaitu sebesar 0.338 atau 33.8% dengan nilai inkonsistensi sebesar 0.02.



Gambar 4.15 Nilai Bobot Relatif pada Faktor Kondisi Sistem

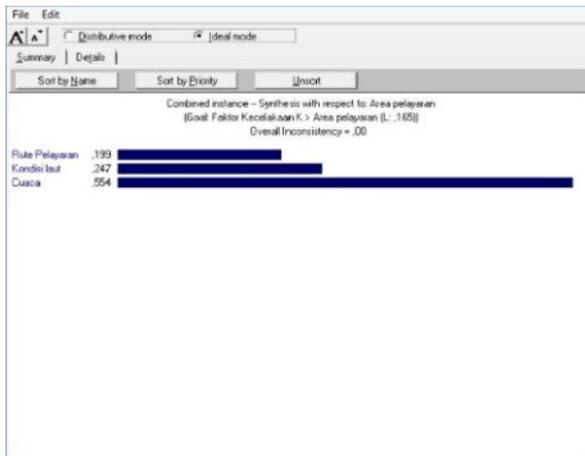
Kriteria	Bobot	Nilai Fungsi
Kondisi Sistem	0.269	1000
Subkriteria		
1. Desain instalasi	0.156	269
2. Kelayakan item	0.155	269
3. Keandalan sistem	0.109	269
4. Perawatan rutin	0.338	269
5. Performance genset	0.242	269

Tabel 4.5 Nilai Fungsi dan Bobot Relatif Faktor Kondisi Sistem

Nilai dari tabel 4.5 sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada *software expert choice* menunjukkan bahwa perawatan rutin memiliki bobot relatif paling besar. Disusul oleh performa genset sebesar 0.242, desain instalasi sebesar 0.156, kelayakan item sebesar 0.155, dan yang terkecil adalah keandalan sistem sebesar 0.109.

4.4.2.6 Perhitungan Bobot Relatif pada Faktor Lingkungan Pelayaran

Pada perhitungan faktor atau kriteria lingkungan dengan bobot relatif mencapai 0.165. Faktor atau kriteria lingkungan ini dibagi menjadi empat subkriteria. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.16 Subkriteria tersebut adalah rute pelayaran, kondisi laut, dan cuaca. Dengan membandingkan semua subkriteria yang ada dari sepuluh responden yang telah ditentukan, maka didapatkan subkriteria Cuaca memiliki bobot relatif paling besar diantara subkriteria lain yaitu sebesar 0.554 atau 55.4% dengan semua nilai konsisten atau nilai inkonsistensi sebesar 0.00.



Gambar 4.16 Nilai Bobot Relatif pada Faktor Lingkungan

Kriteria	Bobot	Nilai Fungsi
Area Pelayaran	0.165	1000
Subkriteria		
1. Rute Pelayaran	0.199	165
2. Kondisi Laut	0.247	165
3. Cuaca	0.554	165

Tabel 4.6 Nilai Fungsi dan Bobot Relatif Faktor Lingkungan

Nilai dari tabel 4.6 sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada *software expert choice* menunjukkan bahwa Cuaca memiliki bobot relatif paling besar. Disusul oleh kondisi laut sebesar 0.247, dan yang terkecil adalah rute pelayaran sebesar 0.199.

4.5. Analisis *Human Error* dengan SHELL Model

4.5.1. *Human Factor*

Human error merupakan suatu kesalahan akibat kelalaian individu dalam melakukan suatu perbuatan, tentu ada penyebab atau faktor yang bisa menyebabkan seorang individu melakukan kelalaian. Dalam faktor-faktor kesalahan manusia ini akan menjadikan pertimbangan pengambilan keputusan dengan metode AHP, sehingga pada akhirnya didapat faktor yang paling dominan

atau prioritas diantara faktor yang lain, Berikut faktor-faktor serta persentase-nya ;

1. Keahlian 13.4%
2. Pengalaman 17.2%
3. Jam Kerja 11 %
4. SOP 12.7 %
5. Kesehatan SDM 32.1%
6. Manajemen Kerja 13.6 %
7. Faktor Ergonomis

4.5.1.1. Keahlian

Seringkali keahlian menjadi syarat yang wajib dipenuhi untuk bisa masuk dunia pekerjaan. Di dunia perkapalan khususnya pelayaran, agar kapal mampu berlayar dan samapai ke tempat tujuan. Diperlukan tenaga ahli yang mampu mengoperasikan kapal, terutama untuk mengendalikan, dan memperbaiki kerusakan mesin penggerak, baik mesin penggerak utama atau diesel yang biasa digunakan dikapal maupun mesin penggerak pendukung seperti generator listrik. Sesuai dengan hasil yang didapat dari metode AHP, Faktor keahlian memiliki presentasi 13.4% dan berada di prioritas ke-4 dari 6 faktor kesalahan manusia.

4.5.1.2. Pengalaman

Pengalaman merupakan nilai tambah dari keahlian. Terkadang keahlian saja tidak cukup untuk mengatasi masalah baru atau masalah yang lebih kompleks, diperlukan pengalaman untuk beradaptasi dengan masalah yang lebih kompleks agar di masa yang akan datang dapat menyelesaikan masalah dengan bijak dan tepat. Pengalaman dapat meningkatkan kemampuan

beradaptasi dengan lingkungan kerja. Terbukti dalam hasil survey dengan metode AHP, pengalaman menjadi prioritas kedua setelah kesehatan SDM dengan 17.2 %.

4.5.1.3. Jam Kerja

Jam kerja mempengaruhi tingkat kelelahan dari kru kapal. Sehingga jam kerja perlu direncanakan dengan baik dan pembagian waktu yang sama sesuai jabatan, agar tidak menimbulkan kelelahan yang berlebihan pada awak kapal.

4.5.1.4. SOP

SOP (*Standard Operating Procedure*) adalah prosedur operasi yang dirancang untuk mempermudah mengoperasikan suatu alat atau sistem dan bisa jadi sebagai pengingat para ABK agar tidak lalai dalam mengoperasikan alat, seperti prosedur operasi *start engine*. Menurut hasil survey, faktor SOP ini memiliki prioritas yang rendah hanya menang dari faktor jam kerja yang berada di proritas terakhir atau terendah dalam faktor kesalahan manusia ini.

4.5.1.5. Kesehatan SDM

Lingkungan kerja mempengaruhi kesehatan pekerja. Kondisi yang harus dihadapi oleh seorang pekerja di kapal tak hanya kondisi laut saja, namun kondisi kerja yang nyaman dan aman menjadi prioritas yang harus di perhatikan. Kesehatan mempengaruhi dari kinerja SDM dalam melakukan aktivitas kerja. SDM dituntut untuk tampil prima, dan harus memiliki kondisi tubuh yang bugar dan mental yang kuat dalam bekerja, apalagi jika harus mengontrol mesin penggerak yang selalu beroperasi baik *main engine* dan *auxilliary engine* yang

beroperasi bersama maupun bergiliran. Inilah yang menjadi faktor yang paling diprioritaskan berdasarkan hasil survey dengan presentasi 32.1 %.

4.5.1.6. Manajemen Kerja

Manajemen kerja merupakan sebuah pola kerja yang dibuat dan dilakukan tim atau kelompok, agar terbentuk kerjasama tim yang baik, agar tercipta hubungan yang kuat tak hanya satu individu dengan individu lainnya, namun antara individu dan sistem. Disini tentu juga diperlukan didalam manajemen kerja para ABK bagian mesin, agar terjalin komunikasi yang bagus dan kerjasama tim yang baik sehingga mampu mereduksi kelalaian. Berdasarkan hasil survey, Manajemen kerja menduduki prioritas ketiga dalam faktor kesalahan manusia dengan presentasi 13.6%.

Kriteria	Presentase (%)	Tingkat Prioritas
<i>Human error</i>	100	
Peringkat Subkriteria		
1. Kesehatan SDM	32.1	Sangat Tinggi
2. Pengalaman	17.2	Tinggi
3. Manajemen Kerja	13.6	Cukup Tinggi
4. Keahlian	13.4	Sedang
5. SOP	12.7	Rendah
6. Jam Kerja	11	Sangat Rendah

Tabel 4.7 Peringkat Prioritas Human Factor

4.5.1.7. Faktor Ergonomis

Ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, dan nyaman (Sutalaksana, 1979). Dalam hal ini ditekankan pada bagaimana posisi peralatan navigasi dan komunikasi dapat dikendalikan secara efektif, aman, dan nyaman.

Sedangkan untuk mengetahui sistem kelistrikan apa saja yang harus ada dalam suatu kapal bergatung dari area pelayaran dan ukuran atau dimensi kapal. Untuk ukuran kapal yang digunakan sebagai tempat penelitian di Selat Bali adalah sebagai berikut.

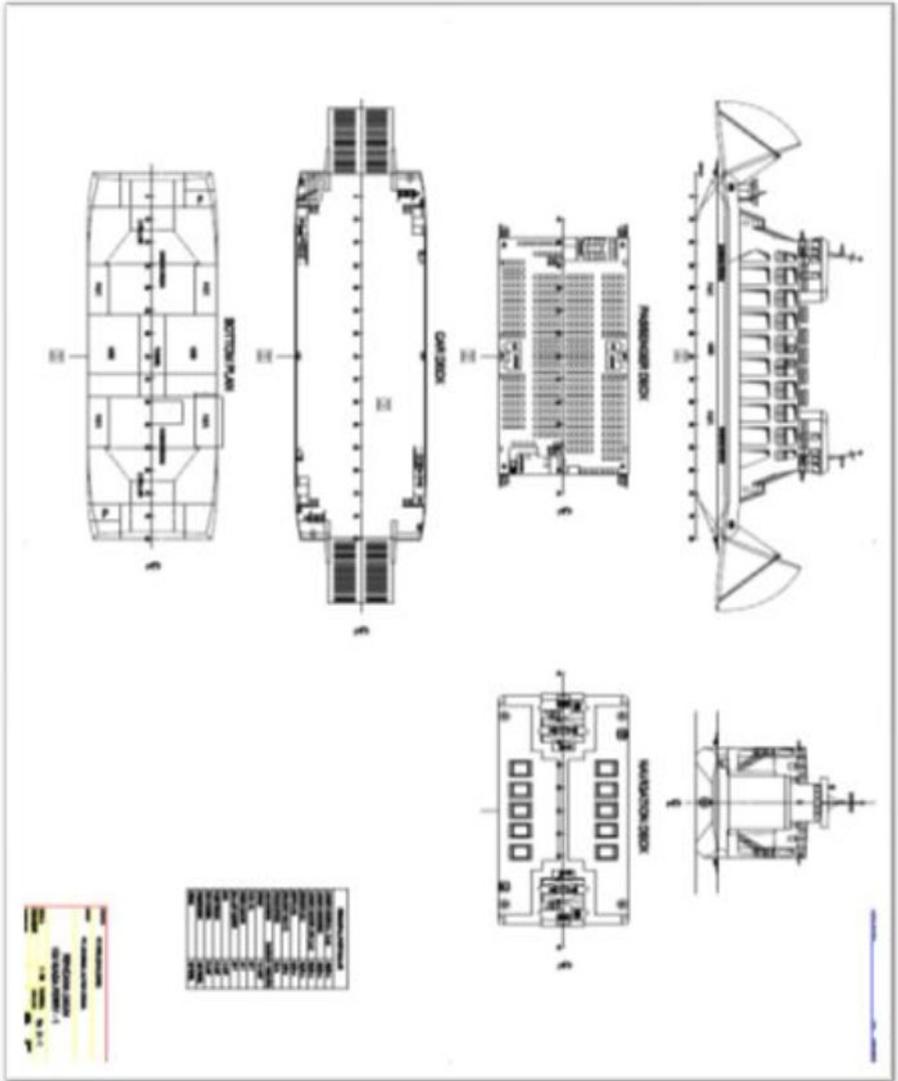
Berikut dibawah ini data-data mengenai kapal yang diamati;

1. Nama Kapal : KMP Dharma Ferry I
2. Loa : 46 m
3. Lwl : 39 m
4. Lebar (B) : 12 m
5. Tinggi (H) : 3 m
6. Draf (T) : 1.9 m
7. Main Engine : 2 x 400HP / 1800 RPM
8. *Speed (Vs)* : 11 knot
9. *Fuel Oil* : 50 T

Adapun muatan yang dapat ditampung kapal ini sebagai berikut;

1. Bus : 4 unit
2. *Heavy Truck* : 9 unit
3. *Colt Diesel* : 6 unit
4. Penumpang : 400 orang
5. ABK : 16 orang

Pada Gambar 4.17 merupakan rencana umum dari kapal Dharma Ferry I yang menjadi pertimbangan untuk desain ergonomis.



Gambar 4.17 Rencana Umum Kapal Dharma Ferry I

- **Spesifikasi AE 2**

Merk/Type : Mitsubishi Genereator Model LX640A

Output Daya : 65 kVA

Voltase : 380 V

Ampere : 98 A

Frekuensi : 50 Hz/1500 RPM

Phase : 3

- **Spesifikasi AE 3**

Merk/Type : Perkins Genereator Model 361PSLI001

Output Daya : 46 kW/57.5 kVA

Voltase : 380 V

Ampere : 87.5 A

Frekuensi : 50 Hz/1500 RPM

Phase : 3

Beban yang ada dikawal meliputi ;

1. Penerangan
2. Navigasi dan Komunikasi
3. Motor listrik untuk pompa
4. Peralatan di geladak

Maka dirancang one line diagram dan wiring diagram untuk mempermudah teknisi/operator melakukan inspeksi atau perawatan terhadap sistem kelistrikan kapal. Hal perlu diperhatikan dalam perancangan one line dan wiring diagram ini sebagai berikut;

1. Merencanakan Penerangan yang cukup di kapal
2. Merencanakan peralatan navigasi dan komunikasi
3. Merencanakan suplai daya jika kondisi darurat (ESEP)
4. Menghitung semua total beban mulai dari penerangan, Motor listrik, navigasi, steering gear, dan lain-lain
5. Memilih Generator
6. Merancang Wiring diagram (terlampir)
7. Merancang One line diagram (terlampir)

4.5.2. Klasifikasi SHELL Model

sebelum melakukan analisis menggunakan SHELL Model, tentunya perlu juga untuk melakukan klasifikasi permasalahan. Manakah yang termasuk permasalahan yang berkaitan dengan *software*, *hardware*, *environment*, dan juga *liveware*. Semua unsur tersebut kemudian dipadukan dengan unsur manusia yang dijadikan obyek untuk dianalisis.

- *Software* berupa aturan, prosedur, dokumen tertulis, dan lainnya yang merupakan bagian dari prosedur operasi standar.
- *Hardware* berupa peralatan navigasi, peralatan komunikasi, konfigurasi, kontrol dan permukaan, *displays*, dan sistem fungsional.

- *Environment* berupa situasi di mana sistem L-H-S harus berfungsi, iklim sosial dan ekonomi, serta lingkungan alam.
- *Liveware* berupa manusia, *controller* satu dengan *controller* lain, kru, insinyur dan personil pemeliharaan, bagian manajemen dan personalia.

Sedangkan bagaimana hubungan antara unsur liveware dengan unsur lainnya dapat dilihat di table 4.8

Tabel 4.8 Hubungan Unsur *Liveware* dengan Semua Unsur

No.	Hubungan Unsur	Penjelasan
1.	Liveware-Software	Operasi yang efektif antara <i>liveware</i> dan <i>software</i> penting untuk memastikan bahwa perangkat lunak, terutama jika itu menyangkut aturan dan prosedur, mampu dilakukan atau diimplementasikan.
2.	Liveware-Hardware	Hubungan antar dua komponen ini adalah salah satu yang paling sering dipertimbangkan ketika berbicara mengenai hubungan antara manusia dengan mesin dalam suatu sistem. Seperti bagaimana tingkat kenyamanan penggunaan peralatan navigasi dan komunikasi.

<p>3. Liveware-Environment</p>	<p>Hubungan antara <i>liveware-environment</i> mengacu pada hubungan yang mungkin tidak dapat dikontrol secara langsung oleh manusia. Seperti kejadian alam yang berupa suhu, cuaca, dll ketika suatu sistem beroperasi. Dan juga dapat diartikan sebagai lingkungan atau budaya kerja di perusahaan tempat mereka bekerja.</p>
<p>4. Live ware-Live ware</p>	<p>Perpotongan komponen antar <i>liveware</i> atau hubungan antar manusia yang akan mempengaruhi sistem. Yang perlu diperhatikan dalam sistem ini adalah dalam hal kepemimpinan, kerjasama, kerja tim, dan juga interaksi antar personal.</p>

Seperti yang telah dijelaskan pada tahapan pembuatan quisioner dan perhitungan dengan menggunakan *expert choice* bahwa ada enam subkriteria yang mempengaruhi faktor atau kriteria *human error*. Subkriteria tersebut adalah:

1. Keahlian 13.4%
2. Pengalaman 17.2%
3. Jam Kerja 11 %
4. SOP 12.7 %
5. Kesehatan SDM 32.1%
6. Manajemen Kerja 13.6 %

Dari keenam subkriteria tersebut harus diklasifikasikan ke dalam SHELL Model, subkriteria mana saja yang mewakili hubungan-hubungan yang terdapat dalam SHELL Model. Yaitu hubungan antara *liveware-software*, *liveware-hardware*, *liveware-environment*, dan *liveware-liveware*.

4.5.3. Pendekatan SHELL Model dalam Analisis Human Error

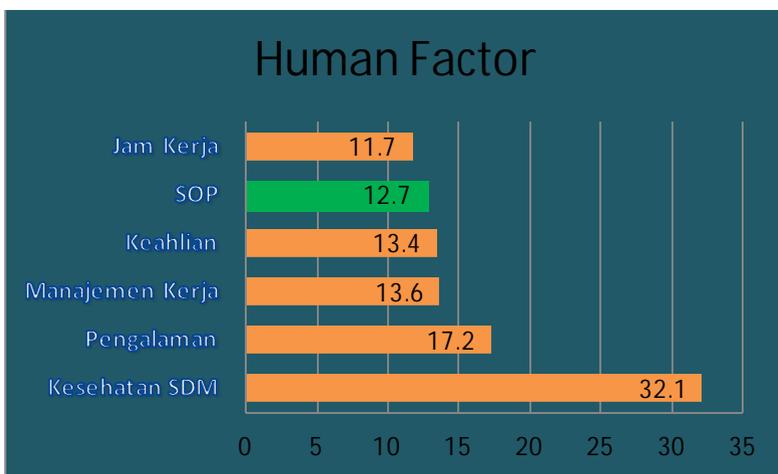
Dari keenam subkriteria tersebut harus diklasifikasikan ke dalam SHELL Model, subkriteria mana saja yang mewakili hubungan-hubungan yang terdapat dalam SHELL Model. Yaitu hubungan antara *liveware-software*, *liveware-hardware*, *liveware-environment*, dan *liveware-liveware*.

4.5.3.1. Live ware-Software

Operasi yang efektif antara liveware dan software penting untuk memastikan bahwa perangkat lunak, terutama jika itu menyangkut aturan dan prosedur, mampu dilakukan atau diimplementasikan. Dari keenam subkriteria faktor kesalahan manusia, ada dua subkriteria yaitu;

4.5.3.1.1. SOP

Tabel 4.9 Bobot Relatif Subkriteria SOP

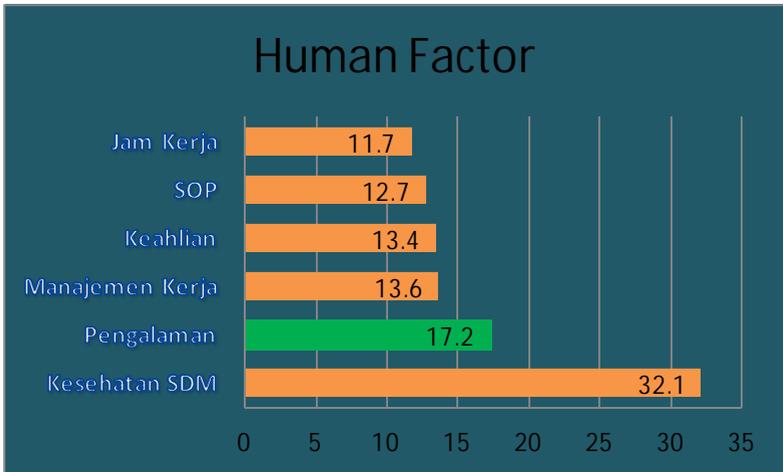


Seperti yang telah diketahui, hubungan *liveware-software* adalah Operasi yang efektif antara *liveware* dan *software* penting untuk memastikan bahwa perangkat lunak, terutama jika itu menyangkut aturan dan prosedur, mampu dilakukan atau diimplementasikan. Jadi dalam hal ini hubungan antara manusia dengan berbagai macam prosedur dan sistem manajemen perusahaan sangat erat. Dalam subkriteria yang mempengaruhi faktor atau kriteria *human error*, ada dua subkriteria yang dapat dikategorikan ke dalam hubungan *liveware-software*. Yang pertama adalah kesesuaian dengan SOP.

Seperti yang dapat dilihat dalam tabel 4.8 bahwa kesesuaian dengan SOP memiliki bobot relatif sebesar 12,7%. Bobot relatif ini merupakan bobot relatif terbesar kedua dalam hal subkriteria yang mempengaruhi faktor *human error*. Maka dari itu perlu diperhatikan agar seluruh awak kapal terutama para nahkoda dapat mematuhi seluruh peraturan dan prosedur standar operasi, terutama dalam pengoperasian sistem listrik sehingga dalam berlayar tidak terjadi atau paling tidak meminimalkan kesalahan yang dapat mengakibatkan kecelakaan.

4.5.3.1.2. Pengalaman

Tabel 4.10 Bobot Relatif Subkriteria Pengalaman



Subkriteria kedua yang termasuk dalam hubungan *liveware-software* adalah Pengalaman. Pengalaman berkaitan erat dengan sistem manajemen perusahaan. Sistem manajemen dalam pengaruhnya adalah dalam hal kinerja awak kapal atau nahkoda dilihat dari pengaruh jadwal berlayar, lama waktu istirahat yang disediakan, gaji yang diberikan, kebijakan efisiensi perusahaan, jenjang karir, dan pemberian penghargaan terhadap kemampuan awak kapal atau nahkoda yang dapat melaksanakan tugas dengan baik dan sesuai prosedur yang telah ditentukan oleh perusahaan.

Seperti yang terlihat pada tabel 4.9 bahwa ini adalah subkriteria yang mempengaruhi dalam faktor atau kriteria *human error*. Terbukti dari hasil perhitungan melalui perangkat lunak *expert choice* subkriteria ini memiliki bobot relative sebesar 17.2%. Hal ini perlu menjadi perhatian karena gangguan terhadap ini pada

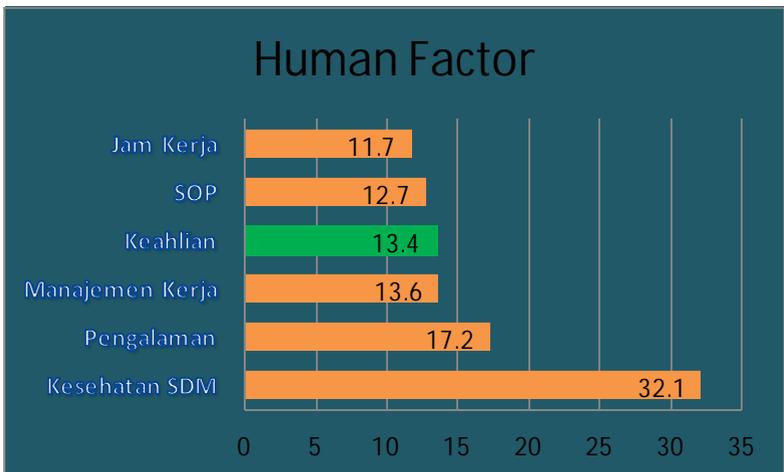
awak kapal atau nahkoda dapat berpengaruh langsung dalam hal keselamatan dalam pelayaran.

4.5.3.2. Live ware-Hardware

Hubungan antar dua komponen ini adalah salah satu yang paling sering dipertimbangkan ketika berbicara mengenai hubungan antara manusia dengan mesin dalam suatu sistem. Seperti bagaimana tingkat keamanan pengoperasian peralatan sistem kelistrikan.

4.5.3.2.1. Keahlian

Tabel 4.10 Bobot Relatif Subkriteria Keahlian

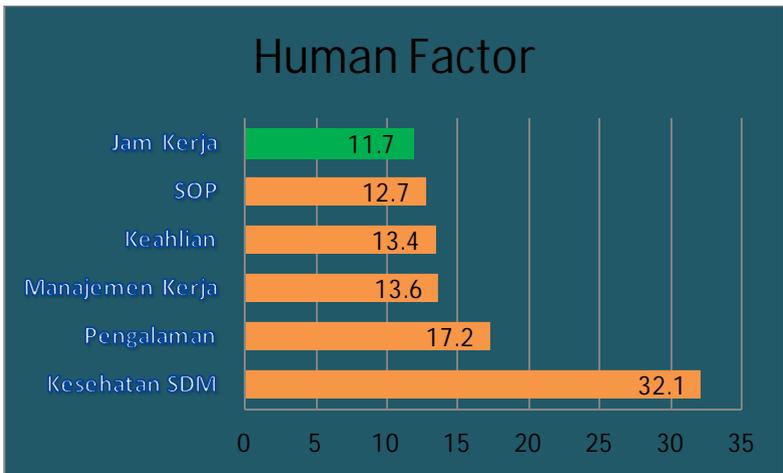


Seperti yang terlihat pada tabel 4.10 bahwa Keahlian adalah subkriteria yang mempengaruhi dalam faktor atau kriteria human

error. Terbukti dari hasil perhitungan melalui perangkat lunak expert choice subkriteria ini memiliki bobot relative sebesar 13,4%. Hal ini perlu menjadi perhatian karena gangguan terhadap ini pada awak kapal atau nahkoda dapat berpengaruh langsung dalam hal keselamatan dalam pelayaran.

4.5.3.2.2. Jam kerja

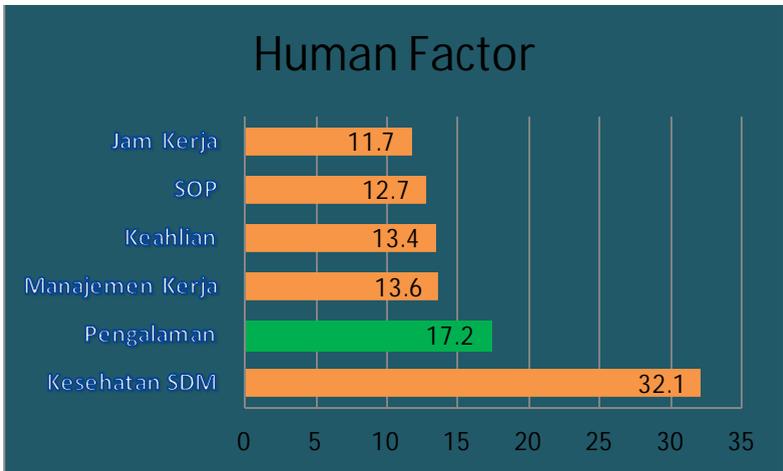
Tabel 4.11 Bobot Relatif Subkriteria Jam Kerja



Seperti yang terlihat pada tabel 4.11 bahwa jam kerja adalah subkriteria yang paling rendah mempengaruhi dalam faktor atau kriteria human error. Terbukti dari hasil perhitungan melalui perangkat lunak expert choice subkriteria ini memiliki bobot relative sebesar 11.7%. Hal ini perlu menjadi perhatian karena gangguan terhadap ini pada awak kapal atau nahkoda dapat berpengaruh langsung dalam hal keselamatan dalam pelayaran.

4.5.3.2.1. Pengalaman

Tabel 4.12 Bobot Relatif Subkriteria Pengalaman



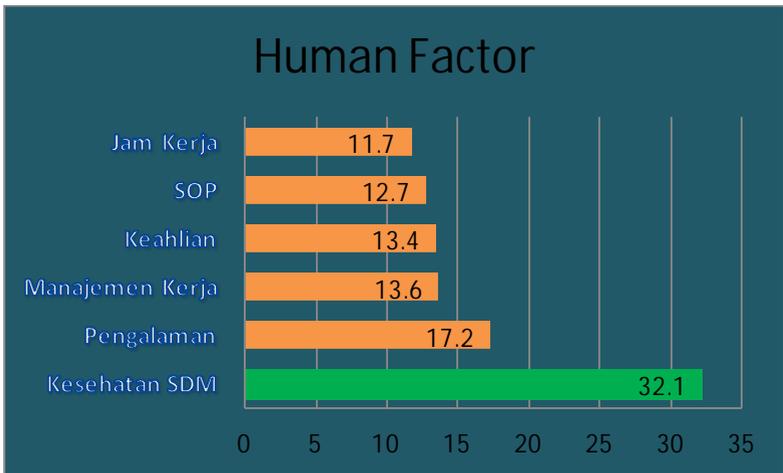
Seperti yang terlihat pada tabel 4.12 bahwa kondisi psikis adalah subkriteria kedua terbesar yang mempengaruhi dalam faktor atau kriteria human error. Terbukti dari hasil perhitungan melalui perangkat lunak expert choice subkriteria ini memiliki bobot relative sebesar 17.2%. Hal ini perlu menjadi perhatian karena gangguan terhadap ini pada awak kapal atau nahkoda dapat berpengaruh langsung dalam hal keselamatan dalam pelayaran.

4.5.3.3. Live ware-Environment

Hubungan antara liveware-environment mengacu pada hubungan yang mungkin tidak dapat dikontrol secara langsung oleh manusia. Seperti kejadian alam yang berupa suhu, cuaca, dll ketika suatu sistem beroperasi. Dan juga dapat diartikan sebagai lingkungan atau budaya kerja di perusahaan tempat mereka bekerja.

4.5.3.3.1. Kesehatan SDM

Tabel 4.13 Bobot Relatif Subkriteria Kesehatan SDM



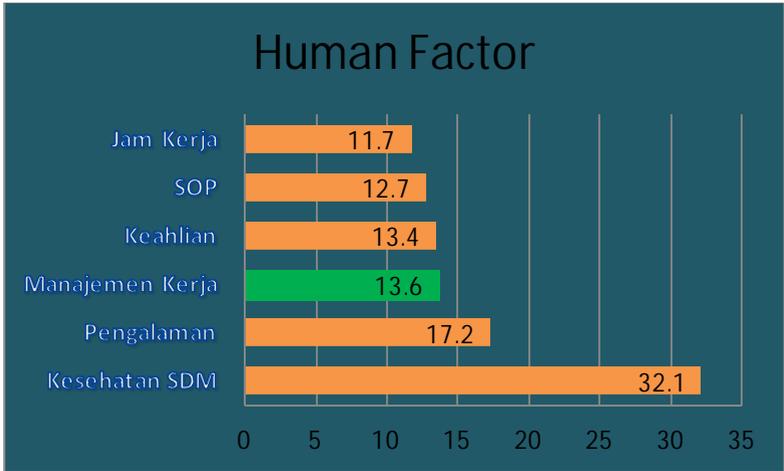
Seperti yang terlihat pada tabel 4.13 bahwa kesehatan SDM adalah subkriteria yang paling mempengaruhi dalam faktor atau kriteria human error. Terbukti dari hasil perhitungan melalui perangkat lunak expert choice subkriteria ini memiliki bobot relative sebesar 32.1%. Hal ini perlu menjadi perhatian karena gangguan terhadap ini pada awak kapal atau nahkoda dapat berpengaruh langsung dalam hal keselamatan dalam pelayaran.

4.4.3.4. Live ware -Live ware

Perpotongan komponen antar liveware atau hubungan antar manusia yang akan mempengaruhi sistem. Yang perlu diperhatikan dalam sistem ini adalah dalam hal kepemimpinan, kerjasama, kerja tim, dan juga interaksi antar personal.

4.5.3.4.1. Manajemen Kerja

Tabel 4.14 Bobot Relatif Subkriteria Manajemen Kerja



Seperti yang terlihat pada tabel 4.14 bahwa manajemen kerja adalah subkriteria yang paling mempengaruhi dalam faktor atau kriteria *human error*. Terbukti dari hasil perhitungan melalui perangkat lunak *expert choice* subkriteria ini memiliki bobot relative sebesar 13.6%. Hal ini perlu menjadi perhatian karena gangguan terhadap ini pada awak kapal atau nahkoda dapat berpengaruh langsung dalam hal keselamatan dalam pelayaran.

“ Halaman ini sengaja di kosongkan “

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Tugas akhir yang berjudul analisis *human error* terhadap kecelakaan kapal akibat sistem kelistrikan berbasis data pelayaran kapal mencapai akhir dari pengerjaan ini dengan diperoleh beberapa hasil yang dapat ditarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis data dari bab sebelumnya, adalah sebagai berikut;

1. Kecelakaan kapal akibat sistem kelistrikan kapal dipengaruhi lima faktor. Faktor kondisi sistem dipilih sebagai faktor dengan prioritas tertinggi berdasarkan hasil survei prioritas dengan metode AHP. Berikut tabel 5.1 menunjukkan peringkat prioritas dari prioritas tertinggi sampai prioritas terendah.

Tabel 5.1 Peringkat prioritas dengan metode AHP

Tujuan	Presentase (%)	Tingkat Prioritas
Kecelakaan Kapal akibat Sistem Kelistrikan	100	
Peringkat Subkriteria		
1. Kondisi Sistem	26,9	Tertinggi
2. Kondisi Kapal	23,9	
3. Suplai Daya	17,4	
4. Lingkungan	16,5	
5. Faktor Manusia	15,3	Terendah

2. Berdasarkan metode AHP, faktor atau kriteria yang telah ditentukan harus memiliki subkriteria dimasing-masing faktor atau kriteria. Tugas akhir ini khusus membahas analisis dari *human factor* , maka untuk subkriteria yang diambil kesimpulan adalah subkriteria *human factor*.
3. Terdapat enam subkriteria dari *human factor* , yaitu kesehatan SDM, SOP(*Standard Operating Procedure*), jam kerja, Keahlian, pengalaman, dan manajemen kerja. Setelah diolah dengan menggunakan *software expert choice 11* , didapatkan hasil seperti tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.2. Peringkat prioritas subkriteria dari *human factor* dengan metode AHP

Kriteria	Presentase (%)	Tingkat Prioritas
<i>Human Factor</i>	100	
Peringkat Subkriteria		
Kesehatan SDM	32,1	Tertinggi
Pengalaman	17,2	
Manajemen Kerja	13,6	
Keahlian	13,4	
SOP	12,7	
Jam Kerja	11,7	Terendah

Bisa disimpulkan subkriteria yang memiliki prioritas tertinggi adalah subkriteria kesehatan SDM dengan 32,1%

yang bisa menyebabkan terjadinya *human error*. Untuk subkriteria jam kerja memiliki prioritas terendah dengan 11,7 %.

4. Pendekatan SHELL model dilakukan terhadap analisis *human error*, dengan mengklasifikasi subkriteria kedalam L-H-S berupa, *liveware-hardware*, *liveware-software*, *liveware-environment*, *liveware-liveware*.
5. Subkriteria SOP (*standard Operating Process*) dan pengalaman masuk kategori hubungan *liveware-software* dengan prioritas masing-masing 12,7% dan 17,2%.
6. Subkriteria Keahlian dan Jam kerja masuk kategori hubungan *liveware-hardware* dengan prioritas masing-masing 13,4 % dan 11,7 %
7. Subkriteria Kesehatan SDM masuk dalam hubungan *liveware-environment* dengan prioritas/bobot sebesar 32,1 %.
8. Subkriteria manajemen kerja termasuk dalam hubungan *liveware-liveware* dengan bobot 13,6 %.

5.2. Saran

Terdapat beberapa saran yang muncul setelah pengerjaan tugas akhir ini, agar di masa yang akan datang dapat diperbaiki, sebagai berikut;

1. Perlu dikembangkan lebih spesifik tentang subkriteria agar hasil yang diolah memiliki kebenaran hirarki.
2. Perlu dikembangkan lagi dengan analisis tentang pencegahan atau penurunan peluang kecelakaan kapal akibat sistem kelistrikan khususnya pada *human factor*

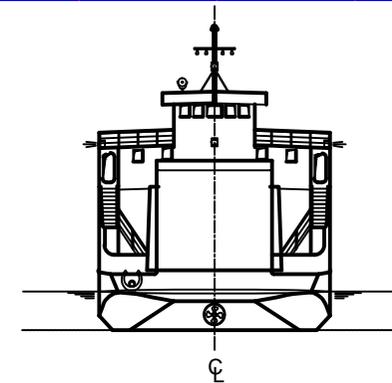
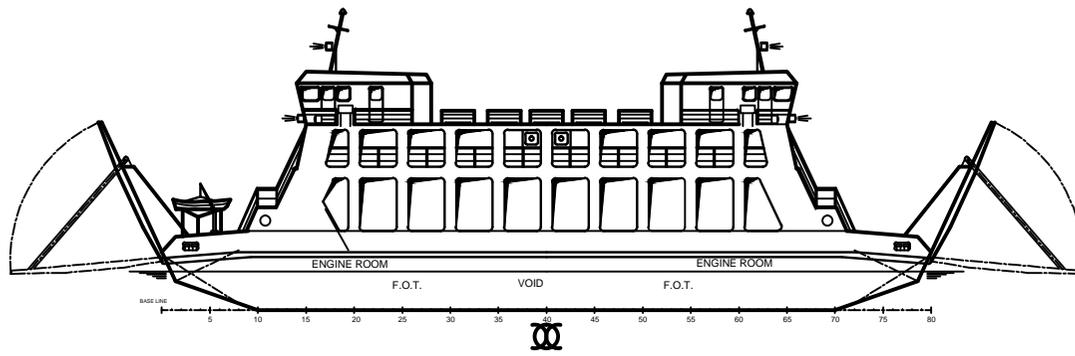
5.3. Rekomendasi

Setelah didapat hasil data tentang pengaruh kecelakaan kapal akibat sistem kelistrikan menggunakan metode AHP dan SHELL model, dapat dibentuk rekomendasi untuk menghindari masalah ini berupa ;

1. Berdasarkan hasil survei diatas, dengan faktor kondisi sistem sebagai faktor yang bisa menimbulkan bahaya dan masalah paling besar, dapat dilakukan pencegahan sebagai berikut ;
 - a) Meninjau kembali desain instalasi kelistrikan di kapal
 - b) Melakukan pengecekan terhadap kelayakan-kelayakan item yang menunjang sistem
 - c) Selalu melakukan perawatan rutin terhadap sistem
 - d) Meninjau kembali tingkat kegagalan sistem dalam bekerja
 - e) Memastikan performa generator sebagai pembangkit listrik dikapal, tinggi
2. Dapat ditinjau kembali analisis *human error* dengan pendekatan SHELL model yaitu
 - a) Pada hubungan *liveware-Hardware*, yang perlu ditinjau kembali adalah melakukan seleksi yang matang dalam perekrutan kru, memeriksa kembali kelayakan kru yang ada, dan memperhitungkan kembali masalah kesejahteraan kru.
 - b) Pada hubungan *Liveware-Software*, adalah KKM harus mampu mengatur anak buahnya dengan baik sesuai prosedur operasi yang telah dibuat Perusahaan, Perusahaan dapat meninjau kembali *standard* pengoperasian yang telah dibuat.

- c) Pada hubungan *Liveware-environment*, adalah KKM harus memastikan dan memantau kondisi fisik maupun mental/emosi para anak buahnya selalu terjaga, dan selalu mengutamakan keselamatan dalam bekerja.
- d) Pada hubungan *Liveware-liveware*, adalah semua awak kapal terjalin komunikasi yang baik, agar tidak menimbulkan konflik, Perusahaan harus mampu mengamati hubungan antara semua kru.

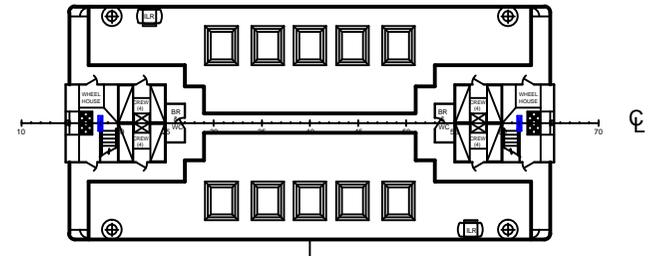
" Halaman ini sengaja dikosongkan "



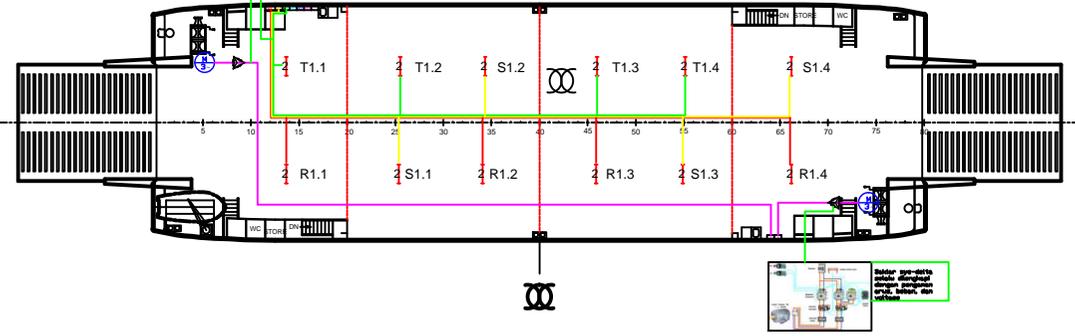
PASSENGER DECK



NAVIGATION DECK

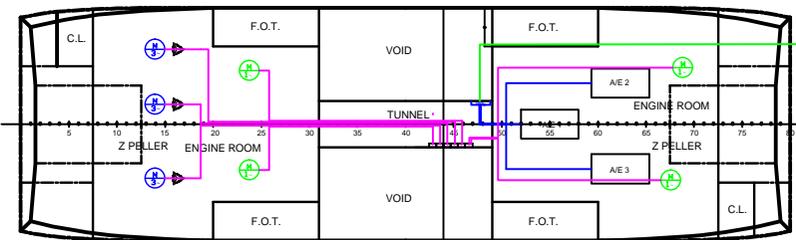


CAR DECK



PRINCIPAL PARTICULAR	
LENGTH OVER ALL (Loa)	46,00 m
LENGTH CAR DECK	40,00 m
LENGTH WATER LINE (Lwl)	39,00 m
BREATH (B)	12,00 m
DEPTH (H)	3,00 m
DRAUGHT MAX (T)	1,90 m
FRAME SPACE	0,5 m
MAIN ENGINE	2X400 HP / 1800 RPM
SPEED	11 KNOT
FUEL OIL	50 T
FRESH WATER	15 T
BALLAST WATER	30 T
BUS	4 UNIT
FUSO TRUCK	9 UNIT
COLT DIESEL	6 UNIT
PASSENGER	400 PERS.
CREW	16 PERS.

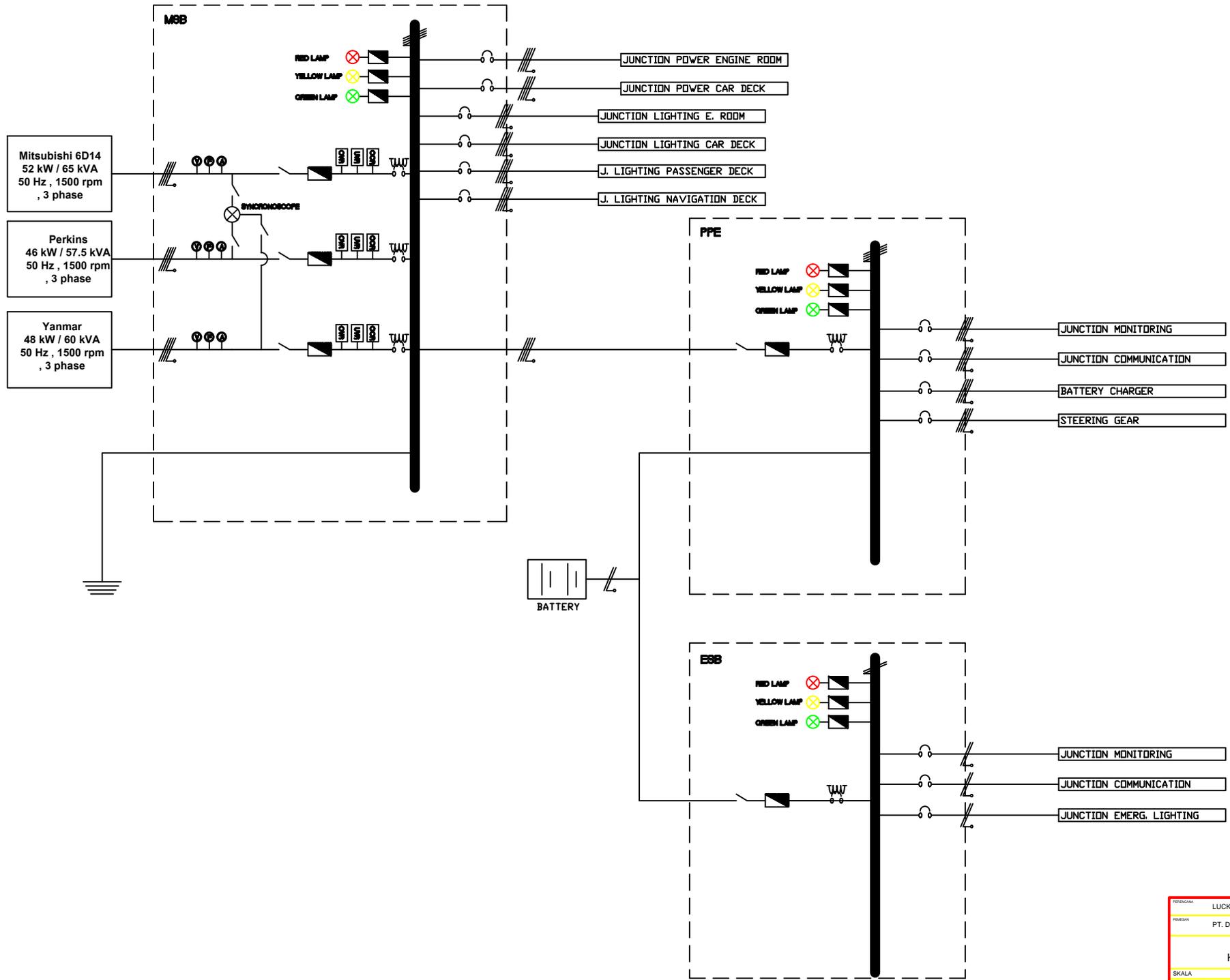
KA	TYPE OF ARMATURE	SYMBOL	TOTAL
4	1FL 15W *		
	2FL 15W *		
4B	2FL 20W *		
	1FL 20W *		
6	1FL 20W *		
	2FL 20W *		
9	1FL 20W *		
	2FL 20W *		
9B	1FL 20W *		
	2FL 20W *		
10B	1FL 20W *		
	2FL 20W *		
13	1FL 20W *		
	2FL 20W *		
14	1FL 20W *		
	2FL 20W *		
18	1FL 20W *		
	2FL 20W *		
40	1IL 100W *		
	2IL 100W *		
	STOP CONTACT 2 A	2 A	
	STOP CONTACT 4 A	4 A	
	STOP CONTACT 6 A	6 A	
	STOP CONTACT 10 A	10 A	



BOTTOM PLAN

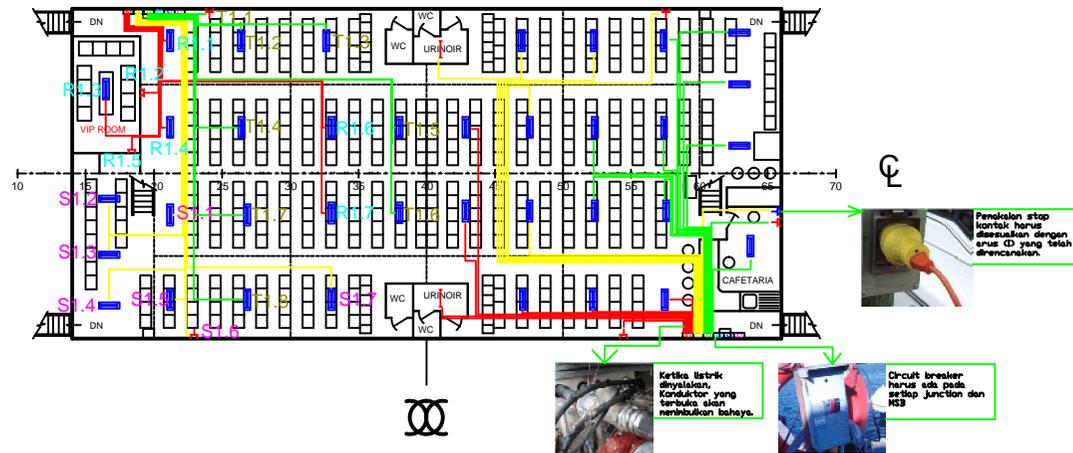
- Note :
- Motor AC Single Phase : ⊕
 - Motor DC Three Phase : ⊕
 - Saklar Wye - Delta : ⚡

PERENCANA LUCKY ANDOYO
 PEREKAM PT. DHARMA LAUTAN UTAMA
**ONE LINE DIAGRAM
 KM NIAGA FERRY - 1**
 SKALA 1:100 TANGGAL No. H - 1
 DIGAMBAR GABAR No.
 DIPERIKSA GABAR No.

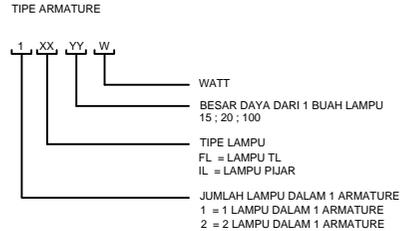


PERENCANA	LUCKY ANDOYO		
PERUSAHA	PT. DHARMA LAUTAN UTAMA		
WIRING DIAGRAM KM NIAGA FERRY - 1			
SKALA	1 : 100	TANGGAL	No. H - 1
DIGAMBAR		JALURAN	DIGAMBAR
DIPERIKSA		DIGAMBAR	12

PASSENGER DECK



PRINCIPAL PARTICULAR	
LENGTH OVER ALL (Loa)	46,00 m
LENGTH CAR DECK	40,00 m
LENGTH WATER LINE (Lw)	39,00 m
BREADTH (B)	12,00 m
DEPTH (Hi)	3,00 m
DRAUGHT MAX (T)	1,90 m
FRAME SPACE	0,5 m
MAIN ENGINE	2X400 HP / 1800 RPM
SPEED	11 KNOT
FUEL OIL	50 T
FRESH WATER	15 T
BALLAST WATER	30 T
BUS	4 UNIT
FUSO TRUCK	9 UNIT
COLT DIESEL	6 UNIT
PASENGER	400 PERS.
CREW	16 PERS.

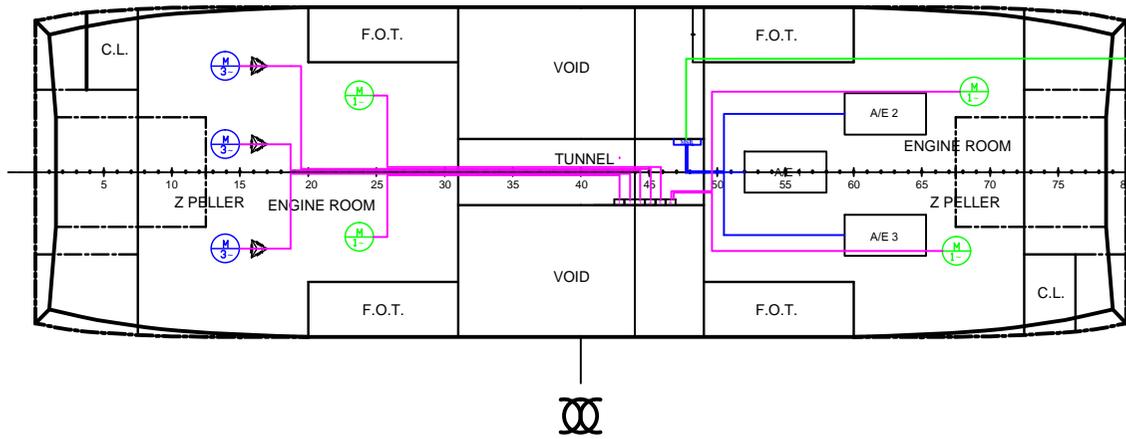


KA	TYPE OF ARMATURE	SYMBOL	TOTAL
4	1FL 15W *		
	2FL 15W		
4B	2FL 20W *		
	1FL 20W		
6	1FL 20W *		
	2FL 20W		
9	1FL 20W *		
	2FL 20W		
9B	1FL 20W *		
	2FL 20W		
10B	1FL 20W		
	2FL 20W *		
13	1FL 20W *		
	2FL 20W		
14	1FL 20W		
	2FL 20W *		
18	1FL 20W	⊕	
	2FL 20W *	⊕	
40	1IL 100W *	⊕	
	2IL 100W	⊕	
STOP CONTACT 2 A	2 A	⚡	
STOP CONTACT 4 A	4 A	⚡	
STOP CONTACT 6 A	6 A	⚡	
STOP CONTACT 10 A	10 A	⚡	

- Note :
- Motor AC Single Phase :
 - Motor DC Three Phase :
 - Saklar Wye - Delta :

PERENCANA	LUCKY ANDOYO		
PEMESAN	PT. DHARMA LAUTAN UTAMA		
ONE LINE DIAGRAM KM NIAGA FERRY - 1			
SKALA	1 : 100	TANGGAL	No. H - 1
DIGAMBAR		JUMLAH GAMBAR	GAMBAR KE
DIPERIKSA			

BOTTOM PLAN



TIBE ARMATURE

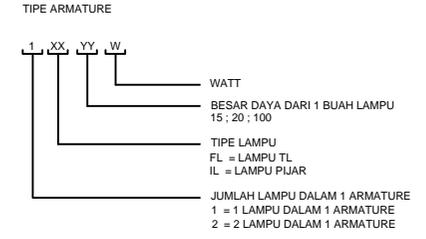
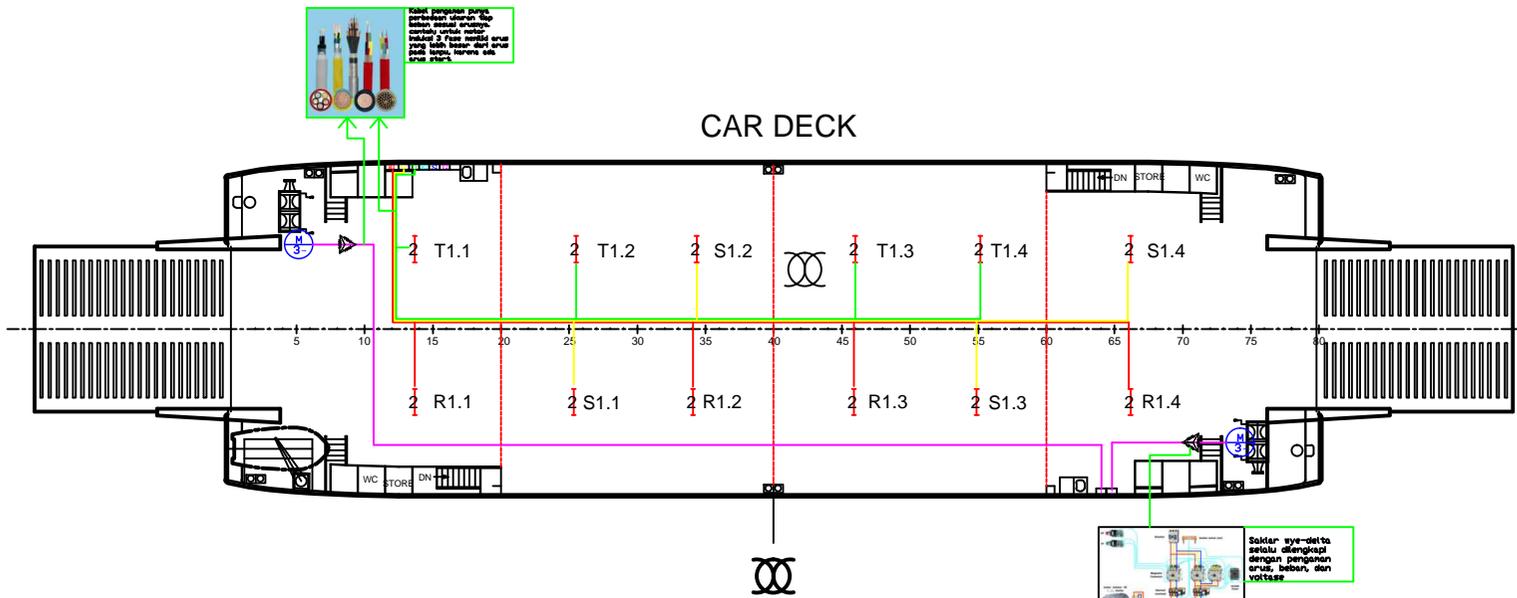


KA	TYPE OF ARMATURE	SYMBOL	TOTAL
4	1FL 15W *		
	2FL 15W		
4B	2FL 20W *		
	1FL 20W		
6	1FL 20W *		
	2FL 20W		
9	1FL 20W *		
	2FL 20W		
9B	1FL 20W *		
	2FL 20W		
10B	1FL 20W *		
	2FL 20W *		
13	1FL 20W *		
	2FL 20W		
14	1FL 20W		
	2FL 20W *		
18	1FL 20W		
	2FL 20W *		
40	1IL 100W *		
	2IL 100W		
STOP CONTACT 2 A	2 A		
STOP CONTACT 4 A	4 A		
STOP CONTACT 6 A	6 A		
STOP CONTACT 10 A	10 A		

PRINCIPAL PARTICULAR	
LENGTH OVER ALL (Loa)	46,00 m
LENGTH CAR DECK	40,00 m
LENGTH WATER LINE (Lwl)	39,00 m
BREADTH (B)	12,00 m
DEPTH (Hl)	3,00 m
DRAUGHT MAX (T)	1,90 m
FRAME SPACE	0,5 m
MAIN ENGINE	2X400 HP / 1800 RPM
SPEED	11 KNOT
FUEL OIL	50 T
FRESH WATER	15 T
BALLAST WATER	30 T
BUS	4 UNIT
FUSO TRUCK	9 UNIT
COLT DIESEL	6 UNIT
PASEENGER	400 PERS.
CREW	16 PERS.

- Note :
- Motor AC Single Phase :
 - Motor DC Three Phase :
 - Saklar Wye - Delta :

PERENCANA	LUCKY ANDOYO		
PEMESAN	PT. DHARMA LAUTAN UTAMA		
ONE LINE DIAGRAM KM NIAGA FERRY - 1			
SKALA	1 : 100	TANGGAL	No. H - 1
DIGAMBAR		JUMLAH GAMBAR	GAMBAR KE
DIPERIKSA			



KA	TYPE OF ARMATURE	SYMBOL	TOTAL
4	1FL 15W *		
	2FL 15W		
4B	2FL 20W *		
	1FL 20W		
6	1FL 20W *		
	2FL 20W		
9	1FL 20W *		
	2FL 20W		
9B	1FL 20W *		
	2FL 20W		
10B	1FL 20W *		
	2FL 20W *		
13	1FL 20W *		
	2FL 20W		
14	1FL 20W		
	2FL 20W *		
18	1FL 20W		
	2FL 20W *		
40	1IL 100W *		
	2IL 100W		
STOP CONTACT 2 A	2 A		
STOP CONTACT 4 A	4 A		
STOP CONTACT 6 A	6 A		
STOP CONTACT 10 A	10 A		

PRINCIPAL PARTICULAR	
LENGTH OVER ALL (Loa)	46,00 m
LENGTH CAR DECK	40,00 m
LENGTH WATER LINE (Lwl)	39,00 m
BREADTH (B)	12,00 m
DEPTH (HI)	3,00 m
DRAUGHT MAX (T)	1,90 m
FRAME SPACE	0,5 m
MAIN ENGINE	2X400 HP / 1800 RPM
SPEED	11 KNOT
FUEL OIL	50 T
FRESH WATER	15 T
BALLAST WATER	30 T
BUS	4 UNIT
FUSO TRUCK	9 UNIT
COLT DIESEL	6 UNIT
PASEENGER	400 PERS.
CREW	16 PERS.

Note :

- Motor AC Single Phase :
- Motor DC Three Phase :
- Saklar Wye - Delta :

PERENCANA LUCKY ANDOYO

PEMESAN PT. DHARMA LAUTAN UTAMA

**ONE LINE DIAGRAM
 KM NIAGA FERRY - 1**

SKALA	1 : 100	TANGGAL	No. H - 1
DIGAMBAR		JUMLAH GAMBAR	GAMBAR KE
DIPERIKSA			

DAFTAR PUSTAKA

Sarwito, Sardono, 1999. Diktat Perancangan Instalasi Kelistrikan Kapal, Surabaya: Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.

Reason, James, 1990. *Human Error*, Cambridge : Cambridge University.

Saaty, L. Thomas, 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, ISBN 0-07-054371-2, McGraw-Hill: New York.

Drake, P.R. (1998). "Using the Analytic Hierarchy Process in Engineering Education" . *International Journal of Engineering Education* **14** (3): 191–196. Retrieved 2007-08-20.

Atthirawong, Walailak; Bart McCarthy (September 2002). "An Application of the Analytical Hierarchy Process to International Location Decision-Making". In Gregory, Mike. *Proceedings of The 7th Annual Cambridge International Manufacturing Symposium: Restructuring Global Manufacturing*. Cambridge, England: University of Cambridge. pp. 1–18.

Hawkins, F. H. , 1983. *Technology: SHELL Model of Human Factors*. <URL: wikiofscience.wikidot.com/technology:shell-model-of-human-factors >

Marine Accident Investigator's International Forum, (2000). <URL: http://www.maiif.org/imo/ImoRes884_b.htm > pada 23 Oktober, 2014.

Iftikar Z, Sutaaksana. (1979). Teknik Tata Cara Kerja. Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Expert Choice Inc. , 1983. *Expert Choice 11 Tutorial*, Virginia.

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Mempawah, Kalimantan Barat pada tanggal 23 Oktober 1992, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 25 Ketapang, SMP N 3 Pontianak, dan SMA N 1 Pontianak. Setelah menempuh jenjang SMA, Penulis melanjutkan studi Strata-1 sebagai Mahasiswa ITS di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2010 dan terdaftar dengan NRP. 4210100095. Selama menempuh perkuliahan, Penulis aktif pada kegiatan akademis maupun non-akademis. Pada kegiatan akademis, Penulis aktif dalam berbagai kegiatan seminar dan pelatihan seperti, Pelatihan autoCAD, Training Diesel, dan menjadi pemakalah di acara SENTA 2013. Penulis juga pernah menjadi grader mata kuliah listrik 1 & otomasi, dan grader listrik kapal mata kuliah desain 4 (desain dasar sistem permesinan dan kelistrikan) di Laboratorium Listrik kapal dan otomasi (MEAS) , FTK-ITS.

Untuk kegiatan non-akademis, Penulis turut membantu kepengurusan Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan dalam beberapa kegiatan kepanitiaan seperti Marine Icon. Penulis juga aktif pada kegiatan kepanitiaan yang diselenggarakan BEM (Badan Eksekutif Mahasiswa) FTK dan juga BEM ITS.