

SKRIPSI

**ANALISIS *HUMAN ERROR* PADA KASUS TUBRUKAN KAPAL
MENGUNAKAN METODE HFACS DAN SHELL MODEL**

Disusun dan diajukan oleh:

**MUHAMMAD ZAID ISKANDAR
D091181006**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS *HUMAN ERROR* PADA KASUS TUBRUKAN KAPAL
MENGUNAKAN METODE HFACS DAN SHELL MODEL**

Disusun dan diajukan oleh:

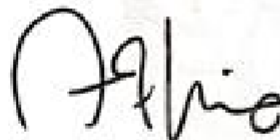
**MUHAMMAD ZAID ISKANDAR
D091181006**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 16 Agustus 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Haryanti Rivai, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19790225 200212 2 001



Rahimuddin, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19710825 199903 1 002

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Faisal Mahimuddin, ST., M.Inf.Tech., M.Eng
NIP. 19810211 200501 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Zaid Iskandar
NIM : D091181006
Program Studi : Teknik Sistem Perkapalan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

“Analisis *Human Error* pada Kasus Tubrukan Kapal Menggunakan Metode HFACS dan SHELL Model”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala risiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 24 Agustus 2023

Yang Menyatakan



METERAI
TEMPEL
4A2AKX220539007

Muhammad Zaid Iskandar

ABSTRAK

MUHAMMAD ZAID ISKANDAR. *Analisis Human Error pada Kasus Tubrukan Kapal Menggunakan Metode HFACS Dan SHELL Model* (dibimbing oleh Haryanti Rivai ST., MT., Ph.D dan Rahimuddin ST., MT., Ph.D)

Sebagai negara maritim, Indonesia yang luas wilayahnya di dominasi oleh lautan menjadikan transportasi laut berperan dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional. Berdasarkan data statistik kecelakaan transportasi laut yang diterbitkan oleh Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) pada tahun 2021, tercatat 24 kasus tubrukan kapal terjadi pada tahun 2017–2021. Bila dilihat dari faktor penyebab kecelakaan kapal, terdapat tiga faktor umum yaitu faktor teknis, cuaca dan manusia. Faktor manusia merupakan salah satu faktor tertinggi sebagai penyebab terjadinya kecelakaan kapal dengan persentase 46,6%. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis *human error* pada kasus tubrukan kapal menggunakan metode *Human Factor Analysis and Classification System* (HFACS) dan SHELL Model. Metode HFACS digunakan untuk mengklasifikasi faktor *human error* yang menyebabkan tubrukan kapal dan pengolahan data menggunakan bantuan aplikasi *Expert Choice* yang menerapkan penilaian menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), sedangkan SHELL Model digunakan untuk mengetahui hubungan *human error* penyebab tubrukan kapal dengan elemen *software, hardware, environment* dan *liveware*. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa *human error* penyebab tubrukan kapal dengan prioritas tertinggi adalah kegagalan dalam mengidentifikasi objek secara visual. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah *human error* ini dengan melakukan pelatihan, dan pengawasan yang memadai, serta melakukan pengembangan teknologi untuk membantu mengatasi dan meminimalisir tingkat risiko tubrukan kapal.

Kata Kunci: Tubrukan Kapal, *Human Error*, HFACS, SHELL Model

ABSTRACT

MUHAMMAD ZAID ISKANDAR. *Human Error Analysis in Ship Collision Cases Using the HFACS and SHELL Model Method (supervised by Haryanti Rivai ST., MT., Ph.D and Rahimuddin ST., MT., Ph.D)*

As a maritime country, Indonesia's vast territory is dominated by the oceans, which makes maritime transportation important in supporting national economic growth. According to statistics on maritime transportation accidents published by the National Transportation Safety Committee (NTSC) in 2021, there were 24 cases of ship collision that occurred in 2017–2021. When viewed from the standpoint of the factors that caused accidents, there are three common factors that cause ship accidents: technical, weather, and human factors. The human factor is one of the leading causes of ship accidents with 46.6 percent. The main objective of the study was to analyze human error in the case of ship collisions using the Human Factor Analysis and Classification System (HFACS) and SHELL Model methods. The HFACS method is used to classify human error factors that cause ship collisions and data processing with the help of the Expert Choice application that implements assessments using the Analytical Hierarchy Process (AHP), while the SHELL Model is used for identifying the relationship of human error causing ship collisions with elements of software, hardware, environment, and liveware. The results of the study concluded that human error caused the highest priority ship collision: the failure to visually identify objects. Efforts may be made to prevent these human errors by carrying out adequate training and supervision, as well as by developing technology to help address and minimize the level of risk of ship collisions.

Keywords: Ship Collision, Human Error, HFACS, SHELL Model

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN KETERANGAN.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
KATA PENGANTAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Keselamatan	5
2.1.1 Keselamatan Kapal.....	5
2.1.2 Keselamatan dan Keamanan Pelayaran	5
2.1.3 Manajemen Keselamatan	6
2.2 Kecelakaan	7
2.2.1 Kecelakaan Kapal.....	8
2.2.2 Penyebab Kecelakaan Kapal	8
2.2.3 Jenis Kecelakaan Kapal.....	8
2.3 Tubrukan Kapal.....	9
2.3.1 Penyebab Tubrukan Kapal	9
2.3.2 Dampak Tubrukan Kapal	9
2.3.3 Regulasi Internasional Pencegahan Tubrukan Kapal.....	9
2.4 <i>Human Error</i>	12
2.4.1 Definisi <i>Human Error</i>	12
2.4.2 Klasifikasi <i>Human Error</i>	12
2.5 <i>Human Factor Analysis and Classification System (HFACS)</i>	13
2.5.1 Pengaruh Organisasi.....	14
2.5.2 Pengawasan Tidak Aman.....	15
2.5.3 Kondisi Tidak Aman	16
2.5.4 Tindakan Tidak Aman.....	17
2.6 <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	18
2.6.1 Tahapan Penyusunan AHP.....	19
2.6.2 Penyusunan Hierarki dan Prioritas.....	20
2.6.3 Kelebihan dan Kekurangan AHP	22
2.7 <i>Expert Choice</i>	23
2.8 SHELL Model.....	23
2.8.1 Elemen Pusat.....	24
2.8.2 <i>Liveware - Software</i>	24

	vi
2.8.3	<i>Liveware - Hardware</i> 25
2.8.4	<i>Liveware - Environment</i> 25
2.8.5	<i>Liveware - Liveware</i> 26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 27	
3.1	Data Penelitian 27
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian 27
3.2.1	Tempat Penelitian..... 27
3.2.2	Waktu Penelitian 27
3.3	Metode Penelitian 27
3.4	Tahapan Penelitian 28
3.4.1	Pengumpulan Data dan Laporan Kasus Tubrukan Kapal 28
3.4.2	Identifikasi Faktor Penyebab Tubrukan Kapal 29
3.4.3	Klasifikasi dan Penyusunan Bagan Hierarki HFACS 30
3.4.4	Penyusunan Kuesioner 30
3.4.5	Survei Kuesioner..... 30
3.4.6	Pengolahan Data dengan Aplikasi <i>Expert Choice</i> 31
3.4.7	Penyusunan SHELL Model..... 33
3.4.8	Analisis SHELL Model..... 33
3.4.9	Kesimpulan dan Saran..... 33
3.5	Kerangka Penelitian 34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 35	
4.1	Hasil 35
4.1.1	Klasifikasi dan Penyusunan Hierarki dengan HFACS..... 35
4.1.2	Pengolahan Data dengan Aplikasi <i>Expert Choice</i> 40
4.2	Pembahasan..... 43
4.2.1	Kriteria Prioritas dari Setiap Kategori..... 43
4.2.2	Penyusunan dan Analisis SHELL Model..... 53
4.2.3	Rekomendasi Keselamatan (<i>Safety Recommendations</i>)..... 55
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 57	
5.1	Kesimpulan 57
5.2	Saran..... 58
DAFTAR PUSTAKA 59	
LAMPIRAN 62	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Data Kecelakaan Kapal Berdasarkan Jenis dan Jumlah Korban	2
Gambar 2 Bagan Hierarki HFACS.....	14
Gambar 3 Kategori <i>Organizational Influences</i>	15
Gambar 4 Kategori <i>Unsafe Supervisions</i>	15
Gambar 5 Kategori <i>Precondition for Unsafe Acts</i>	16
Gambar 6 Kategori <i>Unsafe Acts</i>	17
Gambar 7 Proses Tahapan Penyusunan AHP	19
Gambar 8 SHELL Model	24
Gambar 9 Hubungan Elemen <i>Liveware</i> dengan <i>Software</i>	25
Gambar 10 Hubungan Elemen <i>Liveware</i> dengan <i>Hardware</i>	25
Gambar 11 Hubungan Elemen <i>Liveware</i> dengan <i>Environment</i>	26
Gambar 12 Hubungan Elemen antar <i>Liveware</i>	26
Gambar 13 Hierarki HFACS pada Aplikasi <i>Expert Choice</i>	31
Gambar 14 Daftar Responden pada Aplikasi <i>Expert Choice</i>	32
Gambar 15 Penilaian pada Aplikasi <i>Expert Choice</i>	32
Gambar 16 Kerangka Penelitian	34
Gambar 17 Bagan Hierarki Berdasarkan Hasil Klasifikasi Kriteria Penyebab Tubrukan Kapal.....	39
Gambar 18 Hasil Pengolahan Data untuk Seluruh Kategori (<i>Expert Choice</i>)	40
Gambar 19 Hasil Pengolahan Data untuk Seluruh Kriteria (<i>Expert Choice</i>).....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Matriks Perbandingan Berpasangan.....	20
Tabel 2 Skala Perbandingan AHP	21
Tabel 3 Kasus Tubrukan Kapal dan Faktor Penyebabnya	29
Tabel 4 Kriteria untuk Kategori Pengaruh Organisasi	35
Tabel 5 Kriteria untuk Kategori Pengawasan Tidak Aman	36
Tabel 6 Kriteria untuk Kategori Kondisi Tidak Aman	36
Tabel 7 Kriteria untuk Kategori Tindakan Tidak Aman	37
Tabel 8 Hasil Klasifikasi Kriteria Penyebab Tubrukan Kapal Dengan <i>Human Factor Analysis and Classification System</i>	38
Tabel 9 Nilai Bobot Relatif untuk Seluruh Kategori <i>Human Error</i> Penyebab Tubrukan Kapal.....	40
Tabel 10 Nilai Bobot Relatif untuk Seluruh Kriteria <i>Human Error</i> Penyebab Tubrukan Kapal.....	42
Tabel 11 SHELL Model untuk Kriteria Prioritas di Setiap Kategori.....	53

DAFTAR SINGKATAN DAN KETERANGAN

Singkatan	Keterangan
AHP	<i>Analytical Hierarchy Process</i>
COLREG	<i>International Regulation for Preventing Collision at Sea</i>
HFACS	<i>Human Factor Analysis and Classification System</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
ISM-Code	<i>International Safety Management Code</i>
KBBI	Kamus Besar Bahasa Indonesia
KNKT	Komite Nasional Keselamatan Transportasi
MARPOL	<i>International Convention for the Prevention of Marine Pollution from Ships</i>
P2TL	Peraturan Pencegahan Tubrukan di Laut
SHELL MODEL	Diagram praktis dengan menggunakan blok-blok untuk menggambarkan interaksi antara elemen <i>Liveware</i> dengan <i>Software, Hardware, Environment, dan Liveware Other</i>
SMC	<i>Safety Management Certificate</i>
SMS/SMK	<i>Safety Management System</i> atau Sistem Manajemen Keselamatan
SOLAS	<i>International Convention for the Safety of Life at Sea</i>
STCW	<i>International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers</i>
UNCTAD	<i>United Nations Conference on Trade and Development</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kasus Tubrukan Kapal Tahun 2017-2021	63
Lampiran 2 Tubrukan <i>Elisabet</i> dengan <i>Bhaita Jaya Samudra</i>	65
Lampiran 3 Senggolan <i>Mutiara Persada I</i> dengan <i>Port Link III</i>	66
Lampiran 4 Senggolan <i>Srikandi Indonesia</i> dengan <i>Maestro Diamond</i> dan <i>Angel No.1</i>	67
Lampiran 5 <i>Jetliner</i> Kehilangan Kendali dan Menubruk Bangunan	68
Lampiran 6 Tubrukan <i>Harapan Baru Express VII</i>	68
Lampiran 7 Tubrukan antara <i>Bunga Melati 79</i> dengan <i>Tk. Golden Way 3310</i>	69
Lampiran 8 Tertubruknya Kapal Motor <i>Makmur</i>	69
Lampiran 9 <i>Collision between Antea and Star Centurion</i>	70
Lampiran 10 <i>Barelang 2 Bridge Contacted by Eastern Glory</i>	71
Lampiran 11 Tubrukan <i>Virgo</i> dan <i>Windu Karya Dwitya</i>	72
Lampiran 12 Tubrukan <i>Prince Soya</i> dan <i>Cattleya Express</i>	72
Lampiran 13 <i>Allision of Soul Of Luck with Container Gantry Crane</i>	73
Lampiran 14 Tubrukan antara <i>Mellinda</i> dengan <i>Rezeki Penuh 1</i>	74
Lampiran 15 Senggolan <i>Musthika Kencana I</i> dengan <i>Gangway No.2</i>	74
Lampiran 16 <i>Maju 8</i> Menubruk <i>Shinpo 16</i>	75
Lampiran 17 <i>Cape Kallia and The Capsize of Kerinci Indah 02</i>	76
Lampiran 18 Tubrukan antara <i>Habco Pioneer</i> dengan <i>Barokah Jaya</i>	77
Lampiran 19 Surat Izin Penelitian.....	78
Lampiran 20 Surat Persetujuan Izin Penelitian KSU Makassar	79
Lampiran 21 Struktur Organisasi Kantor Kesyahbandaran Utama (KSU) Makassar	80
Lampiran 22 Penulis di KSU Makassar	81
Lampiran 23 Pengisian Kuesioner oleh Responden KSU Makassar.....	82
Lampiran 24 Halaman Pengantar Kuesioner	83
Lampiran 25 Lembar Panduan Pengisian Kuesioner	84
Lampiran 26 Lembar Penilaian Kuesioner.....	85
Lampiran 27 Data Penilaian dari Seluruh Responden	88

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur patut dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa pula sholawat serta salam penulis haturkan kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta para sahabat.

Skripsi ini berjudul “Analisis *Human Error* pada Kasus Tubrukan Kapal Menggunakan Metode HFACS dan SHELL Model” yang disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S1) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, dan motivasi serta menjadi alasan penulis untuk terus semangat dan berjuang.
2. Saudara dan saudariku tercinta yaitu Kakak Kia, Ilham dan Lisa yang telah memberikan bantuan materi dan motivasi selama penulis menjalani studi.
3. Bapak Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, ST., M.Inf.Tech., M.Eng., selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Haryanti Rivai, ST., MT., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Rahimuddin, ST., MT., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan ilmu dan kebaikan selama proses perkuliahan.
6. Seluruh Staf Administrasi Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah membantu proses administrasi.
7. Seluruh Staf Kantor Kesyahbandaran Utama (KSU) Makassar dan Semua Responden yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proses pengambilan data penelitian.

8. Kakanda Senior dan Adinda Junior Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah memberi bantuan kepada penulis selama menjalani proses perkuliahan.
9. Teman-teman Mahasiswa Departemen Teknik Sistem Perkapalan 2018, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis serta untuk waktu yang telah dilalui bersama.
10. Terkhusus sahabat penulis, *Crew of Bulkhead* yang menjadi tempat penulis bertukar pikiran dan berkeluh kesah serta telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan masa studi.
11. Dan juga kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dan membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini namun, tidak dapat penulis sebutkan namanya satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan pada skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi materi maupun penyusunannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pihak lain untuk perbaikan dalam pengembangan karya tulis ini untuk selanjutnya. Namun demikian, penulis tetap berharap agar skripsi ini dapat memberi manfaat kepada semua pihak.

Gowa, 24 Agustus 2023

Muhammad Zaid Iskandar

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

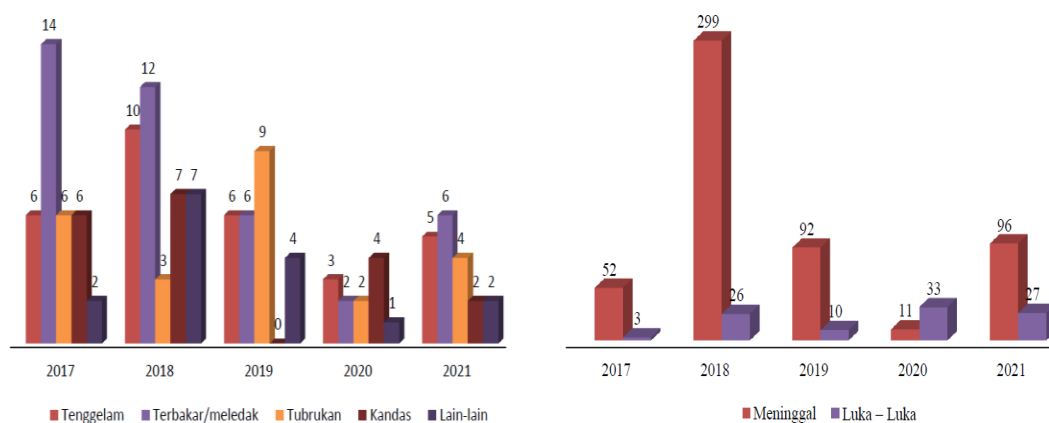
Menurut *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD) tahun 2021 terdapat 1.892.725 pelaut yang ada diseluruh dunia dengan 143.702 atau 7,59% pelaut diantaranya berada di Indonesia. Sebagai negara maritim, Indonesia yang luas wilayahnya di dominasi oleh lautan menjadikan transportasi laut berfungsi untuk mendukung pertumbuhan ekonomi nasional. Transportasi laut dalam hal ini adalah kapal, memiliki peran yang penting untuk membantu aktivitas ekonomi dan aktivitas sosial masyarakat, dimana kapal harus memberikan jaminan keselamatan dan keamanan bagi manusia dan barang. Jaminan keselamatan yang diberikan sehubungan dengan perlindungan kehidupan dan properti sesuai dengan regulasi, manajemen dan pengembangan teknologi dari semua bentuk transportasi yang bergerak melalui wilayah perairan dimanapun. Keselamatan mengacu pada tidak adanya kecelakaan yang dapat menyebabkan kerusakan pada manusia, kargo, lingkungan atau kapal itu sendiri.

Dampak yang terjadi akibat keselamatan kapal yang tidak terjamin dalam hal ini meliputi kapal tenggelam, kapal kandas, kapal terbakar atau meledak, dan tubrukan kapal yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, kerugian materi, luka-luka hingga menyebabkan jatuhnya korban jiwa.

Dalam melakukan pelayaran, terdapat regulasi yang menjadi acuan untuk keselamatan maritim seluruh dunia yaitu, *Safety of Life at Sea* (SOLAS-1974), *International Regulations for Preventing Collisions at Sea* (COLREG-1972) atau dalam Bahasa Indonesia dikenal sebagai Peraturan Pencegahan Tubrukan di Laut (P2TL), *Marine Pollution Prevention* (MARPOL), *International Safety Management Code* (ISM-Code), *Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers* (STCW-1978) dan yang lainnya sebagai panduan dan petunjuk bagi awak dalam mengoperasikan kapal sehingga dapat memenuhi serta menjamin keselamatan dan keamanan penumpang, perlindungan terhadap lingkungan, barang, kargo dan kapal itu sendiri. Namun, dalam pelaksanaannya masih sering kali terjadi kecelakaan kapal.

Dari sekian banyak kasus kecelakaan kapal yang terjadi, faktor kesalahan manusia merupakan penyebab dominan kecelakaan. Kesalahan manusia atau *human error* didefinisikan sebagai suatu keputusan atau perilaku manusia yang tidak tepat sehingga mengakibatkan berkurangnya efektivitas, keselamatan, atau performa sistem. Hal ini menjelaskan bahwa akan ada banyak dampak yang disebabkan oleh adanya *human error* terhadap sistem hingga dampak kerugian pada perusahaan maupun pekerja itu sendiri.

Menurut (Rivai, 2016) faktor manusia yang menyebabkan kecelakaan kapal berupa salah dalam menerjemahkan perintah, gagal mengirim dan menerima sinyal, tidak memahami stabilitas kapal, gagal dalam mengendalikan kapal, pengambilan keputusan yang salah, pengangkutan muatan yang berlebihan, dan lemahnya pengawasan. Dari berbagai macam faktor manusia yang menjadi penyebab kecelakaan kapal, gagal dalam mengendalikan kapal merupakan faktor dominan yang paling sering terjadi.



Gambar 1 Data Kecelakaan Kapal Berdasarkan Jenis dan Jumlah Korban

Sumber: (Komite Nasional Keselamatan Transportasi, 2021)

Berdasarkan data statistik kecelakaan kapal yang diterbitkan oleh Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), total kasus kecelakaan kapal yang terjadi pada tahun 2017-2021 sebanyak 129 kasus kecelakaan dengan jumlah korban jiwa sebanyak 649 orang yang terdiri dari 550 korban meninggal dunia dan 99 korban luka-luka. Adapun jenis kecelakaan kapal meliputi kecelakaan kapal terbakar atau meledak, tenggelam, tubrukan, kandas, dan lain-lain.

Bila dilihat dari faktor penyebab terjadinya kecelakaan, terdapat tiga faktor umum yang menyebabkan kecelakaan kapal yaitu faktor teknis, cuaca dan manusia.

Faktor teknis merupakan penyebab dominan terjadinya kecelakaan kapal dengan persentase sebesar 52%, sedangkan kecelakaan kapal yang disebabkan oleh faktor manusia merupakan salah satu faktor yang cukup tinggi dengan persentase 46,6% dan faktor cuaca merupakan faktor terendah yang mempengaruhi kecelakaan kapal dengan persentase sebesar 1,3%.

Menurut data statistik kecelakaan kapal yang dikeluarkan oleh KNKT periode 2017-2021, tubrukan kapal merupakan kasus dengan jumlah kejadian yang cukup tinggi sebanyak 24 kasus dengan 9 kasus diantaranya terjadi pada tahun 2019. Oleh karena itu penelitian ini akan menganalisis *human error* pada kasus tubrukan kapal menggunakan metode *Human Factor Analysis and Classification System* (HFACS) dan *Software, Hardware, Environment, Liveware - Self to Other* (SHELL Model). Dalam penelitian ini, metode HFACS digunakan untuk mengklasifikasi faktor-faktor *human error* yang menyebabkan tubrukan kapal dan pengolahan data menggunakan bantuan aplikasi *Expert Choice* yang menerapkan penilaian menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sedangkan SHELL Model digunakan untuk mengetahui hubungan *human error* penyebab tubrukan kapal dengan elemen (*software*), (*hardware*), (*environment*) dan (*liveware*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dikemukakan adalah:

1. Bagaimana tahapan klasifikasi kriteria *human error* penyebab tubrukan kapal dengan metode HFACS?
2. Kategori dan kriteria apakah yang memiliki persentase tertinggi pada penilaian *human error* penyebab tubrukan kapal?
3. Bagaimana analisis SHELL Model pada kriteria prioritas *human error* penyebab tubrukan kapal?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai antara lain:

1. Untuk mengetahui tahapan klasifikasi kriteria *human error* penyebab tubrukan kapal dengan metode HFACS.

2. Untuk mengetahui kategori dan kriteria yang memiliki nilai persentase tertinggi pada penilaian *human error* penyebab tubrukan kapal.
3. Mengetahui hubungan antara *human error* penyebab tubrukan kapal dengan elemen yang ada pada SHELL Model (*Software, Hardware, Environment, Liveware*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini antara lain:

1. Memberi rekomendasi kepada pihak terkait sehingga dapat mengurangi frekuensi terjadinya tubrukan kapal.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi pembaca.
3. Dapat digunakan sebagai bahan penelitian lebih lanjut mengenai topik yang serupa.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup atau batasan masalah pada penelitian ini dimaksudkan untuk mempermudah penyelesaian masalah dan memberikan arah yang lebih fokus pada tujuan yang ingin dicapai, untuk memperoleh hasil analisis yang optimal dan tepat sasaran. Adapun ruang lingkup yang dimaksud dalam penelitian ini dibatasi:

1. Kasus kecelakaan kapal yang akan dianalisis yaitu kasus tubrukan kapal pada tahun 2017-2021.
2. Data kasus tubrukan kapal yang dianalisis, diakses pada Desember 2022.
3. Penelitian ini bersifat analisis pada faktor penyebab kasus tubrukan kapal dengan metode HFACS dan proses pengolahan data menggunakan bantuan aplikasi *Expert Choice* yang menerapkan penilaian pada *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.
4. Analisis SHELL Model hanya di fokuskan untuk kriteria prioritas di setiap kategori.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keselamatan

Menurut KBBI, keselamatan diartikan sebagai kondisi dimana terbebasnya seseorang dari berbagai jenis ancaman dan bahaya yang bisa mengganggu kinerjanya dalam sebuah lingkungan kerja sehingga dapat berakibat luka, cedera, sakit atau kehilangan nyawa. Keselamatan juga dapat didefinisikan sebagai suatu pemikiran untuk menjamin keutuhan atau kesehatan bagi jasmani maupun rohani para tenaga kerja dan semua orang.

Salah satu fungsi utama keselamatan adalah mencari tahu mengapa kecelakaan dapat terjadi, sampai ditemukan akar penyebabnya. Fungsi keselamatan ini bukan merupakan upaya untuk mencari kesalahan orang, tetapi untuk mengevaluasi pada faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kejadian kecelakaan. (Wiwik Budiawan, 2013)

2.1.1 Keselamatan Kapal

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 61 Pasal 1 Nomor 7 Tahun 2019, keselamatan kapal adalah keadaan kapal yang memenuhi persyaratan material, konstruksi, bangunan, permesinan, dan kelistrikan, stabilitas, tata susunan serta perlengkapan termasuk perlengkapan alat penolong dan radio elektronik kapal yang dibuktikan dengan sertifikat setelah dilakukan pemeriksaan dan pengujian.

2.1.2 Keselamatan dan Keamanan Pelayaran

Keselamatan dan keamanan pelayaran adalah suatu keadaan terpenuhinya persyaratan keselamatan dan keamanan yang menyangkut angkutan di perairan, kepelabuhanan dan lingkungan maritim. (Supit, 2009)

Aspek yang melekat pada keselamatan dan keamanan pelayaran meliputi:

1. Kepatuhan terhadap peraturan standar keselamatan yang telah ditetapkan oleh badan pengawas pelayaran seperti *International Maritime Organization* (IMO) dan negara yang memberikan identitas dan legalitas hukum pada kapal (*flag state*).

2. Peralatan keselamatan yang memadai dan selalu siap digunakan dalam situasi darurat dan seluruh perangkat sistem komunikasi dan navigasi juga harus berfungsi dengan baik.
3. Pelatihan dan keterampilan yang memadai untuk awak kapal dalam menangani situasi darurat seperti kebakaran, kecelakaan, atau insiden tertentu.
4. Penilaian risiko yang dilakukan secara teratur untuk mengidentifikasi potensi masalah dan memastikan bahwa tindakan pencegahan yang sesuai telah dilakukan.
5. Komunikasi yang efektif di antara awak kapal dan antara kapal dengan badan pengawas pelayaran sangat penting dalam mengidentifikasi dan menangani situasi darurat.
6. Perlindungan terhadap lingkungan dimana kapal harus mematuhi peraturan yang ada dan melakukan tindakan pencegahan untuk mengurangi dampak lingkungan dari operasi pelayaran.
7. Pemeriksaan dan pengawasan kapal yang harus secara teratur diperiksa dan diawasi oleh badan pengawas pelayaran untuk memastikan bahwa semua persyaratan keselamatan dan keamanan terpenuhi dan bahwa kapal beroperasi dengan aman dan efektif.

Keselamatan dan keamanan pelayaran bertujuan untuk mencegah kecelakaan, kerusakan lingkungan, dan tindakan kriminal seperti serangan perompak dan bajak laut, serta untuk memastikan bahwa semua kapal dan awak kapal yang beroperasi di laut mematuhi standar keselamatan dan keamanan yang ditetapkan oleh badan pengawas pelayaran.

2.1.3 Manajemen Keselamatan

Konvensi SOLAS umumnya dianggap sebagai ketentuan yang paling penting dari semua peraturan internasional tentang keselamatan kapal niaga. SOLAS versi pertama diadopsi pada tahun 1914, sebagai respon terhadap bencana yang dialami oleh Kapal Penumpang “*Titanic*”, kedua pada tahun 1929, ketiga pada tahun 1948 dan keempat pada tahun 1960 (kemudian dikenal sebagai *SOLAS Convention 1960*), diadopsi pada 17 Juni 1960 dan mulai berlaku (*entered into force*) pada 26

Mei 1965. Ini merupakan tugas utama IMO setelah terbentuknya organisasi tersebut dan merupakan representasi dari langkah maju dalam modernisasi peraturan maritim dan sejalan dengan perkembangan teknologi industri perkapalan.

Dengan pemberlakuan ISM-Code diharapkan keselamatan kapal akan lebih dijamin. Pemenuhan ISM-Code mengacu kepada 13 elemen diantaranya: kebijakan keselamatan dan perlindungan lingkungan, tanggung jawab dan wewenang perusahaan, petugas yang ditunjuk di darat, tanggung jawab dan wewenang Nakhoda, sumber daya dan tenaga kerja, pengembangan rencana pengopersian kapal, kesiapan menghadapi keadaan darurat, pelaporan dan analisis ketidaksesuaian, kecelakaan dan kejadian berbahaya, pemeliharaan kapal dan perlengkapan, tinjauan dan evaluasi perusahaan, sertifikasi, verifikasi, dan pengawasan. Di dalam menjamin keselamatan kapal, unsur manusia mempunyai peran yang sangat besar dalam melaksanakan fungsi manajemen keselamatan kapal, terdapat tiga kelompok unsur manusia yang berperan dalam manajemen keselamatan kapal, yaitu pemilik (*owner*) kapal, nakhoda, dan pengawas kapal. Ketiga kelompok inilah yang membuat keputusan layak tidaknya kapal berlayar. (Malisan, 2013)

2.2 Kecelakaan

Kecelakaan dapat diartikan sebagai kejadian atau peristiwa yang terjadi secara acak dan tidak terprediksi tempat, waktu, korban, serta mengakibatkan kerugian dan kerusakan material, luka-luka, hingga dapat menyebabkan jatuhnya korban jiwa. Dengan kata lain kecelakaan adalah peristiwa yang tidak diinginkan namun dapat terdeteksi, terkendali, sebelum menghasilkan dampak. Kecelakaan akan merugikan perusahaan dalam segi waktu yang terhenti dan terganggu akibat kecelakaan, maupun dari segi keuangan karena perusahaan harus mengeluarkan biaya untuk menanggung risiko kecelakaan yang dialami oleh korban.

Faktor penyebab kecelakaan digolongkan menjadi dua, yaitu:

1. Faktor mekanis dan lingkungan yang meliputi segala sesuatu selain faktor manusia seperti lingkungan kerja yang kurang aman (*unsafe condition*) misalnya lantai licin, pencahayaan kurang, silau, peralatan yang kurang memadai dan lain-lain.

2. Faktor manusia itu sendiri yang tidak mematuhi standar keselamatan misalnya kelalaian, kecerobohan, mengantuk, kelelahan, dan lain sebagainya. (Yahya, 2021)

2.2.1 Kecelakaan Kapal

Menurut UU Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran Pasal 245, kecelakaan kapal didefinisikan sebagai kejadian yang dialami oleh kapal dengan risiko yang dapat mengancam keselamatan kapal dan jiwa manusia.

2.2.2 Penyebab Kecelakaan Kapal

Kecelakaan kapal terjadi akibat beberapa faktor. Berikut ini faktor penyebab kecelakaan kapal, yaitu:

1. Faktor manusia merupakan penyebab dominan terjadinya kecelakaan kapal. Terdapat banyak macam tindakan manusia yang dapat menyebabkan kecelakaan kapal seperti, kecerobohan dalam pengoperasian kapal, kurangnya kesadaran awak kapal tentang bahaya pengangkutan muatan berlebih, dan lain-lain.
2. Faktor teknis umumnya terkait mengenai ketidakcermatan saat perancangan kapal, ketidakpatuhan *owner* terhadap jadwal pemeliharaan kapal yang dapat menyebabkan berkurangnya usia komponen pada kapal sehingga kapal dapat mengalami insiden sewaktu-waktu.
3. Faktor alam meliputi cuaca buruk yang juga dapat menyebabkan kecelakaan pada kapal ketika beroperasi. Permasalahan yang biasanya dialami adalah gelombang tinggi, badai, angin kencang, dan kabut yang dapat menyebabkan jarak pandang menjadi terbatas. (Islam, 2021)

2.2.3 Jenis Kecelakaan Kapal

Dalam UU Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran Pasal 245, terdapat beberapa jenis kecelakaan kapal yaitu:

1. Kapal tenggelam
2. Kapal terbakar
3. Kapal tubrukan
4. Kapal kandas

2.3 Tubrukan Kapal

Tubrukan kapal adalah insiden kecelakaan berupa benturan atau sentuhan yang terjadi antara sebuah kapal dengan kapal lain (*collision*) atau sebuah kapal dengan benda yang tidak bergerak seperti gunung es, dermaga, atau jembatan (*allision*). Tubrukan kapal juga dapat didefinisikan sebagai hal yang tidak terduga diluar dari kehendak operator sehingga menyebabkan benturan pada kapal.

2.3.1 Penyebab Tubrukan Kapal

Penyebab terjadinya tubrukan kapal, yaitu:

1. Kesalahan manusia (*human error*)
2. Peralatan komunikasi dan navigasi yang tidak memadai
3. Kegagalan mesin
4. Prosedur keselamatan yang tidak terpenuhi
5. Area olah gerak yang terbatas
6. Kondisi lingkungan dan cuaca yang kurang baik

2.3.2 Dampak Tubrukan Kapal

Tubrukan kapal bisa memiliki dampak yang serius tergantung pada kecepatan, ukuran, dan jenis kapal yang terlibat. Berikut ini dampak yang disebabkan oleh tubrukan kapal, yaitu:

1. Deformasi pada bagian struktural kapal yang mengalami benturan
2. Kebocoran sehingga dapat menyebabkan kapal tenggelam
3. Cidera atau kematian pada penumpang dan awak kapal
4. Pencemaran lingkungan apabila muatan kapal yang berbahaya tumpah ke laut
5. Mengganggu aktivitas operasional pelayaran dan perdagangan yang dilalui kapal-kapal lain

2.3.3 Regulasi Internasional Pencegahan Tubrukan Kapal

Berikut ini adalah regulasi internasional pencegahan tubrukan kapal.

a. COLREG-1972

International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREG-1972) merupakan serangkaian peraturan internasional yang dikembangkan oleh

International Maritime Organization (IMO) untuk mengatur bagaimana kapal berinteraksi di laut untuk mencegah tubrukan.

Peraturan COLREG diberlakukan setelah tenggelamnya *Titanic* ketika berlayar dari Southampton, Inggris menuju New York, Amerika Serikat pada 14 April 1912. Sebelum tenggelam, *Titanic* menabrak gunung es dikarenakan kapal tersebut melaju dengan kecepatan tinggi di malam hari. Selain itu, *Titanic* juga tidak memperhatikan peringatan mengenai adanya gunung es di sekitar rute pelayaran yang dilalui. Akibatnya, *Titanic* menabrak gunung es dan akhirnya tenggelam sehingga menewaskan lebih dari 1.500 orang. Setelah tragedi *Titanic*, banyak negara yang bekerja sama untuk menciptakan peraturan internasional yang bertujuan untuk mencegah terjadinya tubrukan di laut.

Pada tahun 1960-an, *International Maritime Organization* (IMO) memulai upaya untuk menggabungkan aturan-aturan navigasi yang ada menjadi satu dokumen yang lengkap. Lalu pada tahun 1972, IMO merilis *International Regulations for Preventing Collisions at Sea* (COLREG), yang berisi 38 aturan yang mencakup berbagai aspek navigasi untuk mencegah tubrukan kapal.

Tujuan utama diberlakukannya peraturan ini adalah untuk memastikan keselamatan di laut dan mencegah terjadinya tubrukan antar kapal. Peraturan ini memberikan pedoman bagi kapal-kapal untuk berlayar dengan cara yang aman dan bertanggung jawab serta tindakan yang harus dilakukan oleh kapal ketika situasi darurat tubrukan terjadi.

Implementasi dari COLREG di Indonesia diatur oleh Kementerian Perhubungan Republik Indonesia melalui Peraturan Pencegahan Tubrukan di Laut (P2TL). Dalam peraturan ini, dijelaskan tentang penerapan aturan pencegah tubrukan pada kapal-kapal yang berlayar di perairan Indonesia seperti aturan-aturan tentang bagaimana kapal harus berlayar di laut, memberikan tanda-tanda, menghindari satu sama lain, mengatasi situasi darurat, dan lain sebagainya.

Salah satu cara untuk mengurangi potensi terjadinya tubrukan dimuat pada Aturan 5 – P2TL tentang Pengamatan, yaitu: “Tiap kapal harus senantiasa melakukan pengamatan yang cermat, baik dengan penglihatan dan pendengaran maupun dengan semua sarana yang tersedia sesuai dengan keadaan dan suasana sebagaimana lazimnya, sehingga dapat membuat penilaian yang layak terhadap

situasi dan bahaya tubrukan”. Secara keseluruhan, aturan ini merupakan aturan yang sangat penting dan fundamental dalam menjaga keselamatan navigasi di laut, karena mengharuskan setiap kapal untuk berperilaku secara bertanggung jawab untuk menghindari tubrukan.

b. STCW-1978

STCW (*Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers*) adalah peraturan internasional yang ditetapkan oleh *International Maritime Organization* (IMO) untuk mengatur pelatihan, sertifikasi untuk tugas jaga bagi pelaut yang bekerja di kapal-kapal komersial. Konvensi ini ditetapkan pada tahun 1978 dan mulai berlaku tahun 1984 kepada semua negara yang menjadi anggota IMO untuk memastikan bahwa pelaut yang beroperasi di kapal-kapal mereka memenuhi persyaratan STCW.

Salah satu aspek penting pada STCW-1978 adalah dinas jaga (*watchkeeping*), yang mengatur tentang tanggung jawab pelaut untuk menjaga keselamatan kapal dan pencegahan tubrukan kapal selama awak kapal melakukan dinas jaga.

Dinas jaga (*watchkeeping*) merupakan suatu pekerjaan jaga yang dilakukan di kapal atau pelabuhan untuk menciptakan situasi dan kondisi yang aman dan terkendali, sesuai dengan prosedur yang diinginkan untuk mencegah situasi darurat kecelakaan kapal. Pelaksanaan dinas jaga dilakukan oleh awak kapal yang bertugas pada waktu kapal sedang berlayar maupun kapal sedang berlabuh jangkar.

Pada Bab VIII STCW-1978 tentang *Standards Regarding Watchkeeping* mengatur tentang persyaratan dan standar yang harus dipenuhi untuk melakukan tugas dinas jaga seperti waktu istirahat awak kapal dan prinsip dinas jaga.

Aturan yang dimuat pada Bab VIII STCW-1978 adalah sebagai berikut.

1. *Section A-VIII/1* tentang kebugaran untuk melakukan tugas dinas jaga yaitu: waktu istirahat minimal untuk awak kapal, periode (*shift*) dinas jaga, dan waktu istirahat saat terjadi keadaan darurat.
2. *Section A-VIII/2* mengatur tentang prinsip dinas jaga yaitu: sertifikasi dinas jaga, rencana pelayaran, dinas jaga di laut, dan dinas jaga di pelabuhan.

Aturan tersebut mewajibkan seorang petugas dinas jaga untuk memiliki sertifikat kecakapan yang sesuai dengan posisi dan tanggung jawab di atas kapal. Sertifikat tersebut harus sesuai dengan standar minimum yang ditetapkan pada

STCW. Peraturan tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa awak kapal memiliki pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk melakukan dinas jaga dengan efektif dan memastikan keamanan dan keselamatan kapal.

2.4 Human Error

Menurut *World Health Organization* (WHO), faktor manusia merupakan hubungan antara manusia, alat dan perlengkapan yang mereka gunakan dalam tempat kerja, serta lingkungan di mana mereka bekerja. Faktor manusia juga diartikan sebagai *term* yang digunakan untuk menjelaskan interaksi antara individu dengan individu lainnya, fasilitas atau peralatan, dan juga dengan sistem manajemen dalam lingkungan kerja manusia itu sendiri.

2.4.1 Definisi Human Error

Human error dapat didefinisikan sebagai sebuah keputusan atau perilaku manusia yang tidak tepat sehingga mengurangi atau berpotensi mengurangi efektivitas, keselamatan atau performa sistem. Dua hal yang dicatat dalam definisi ini adalah *error* didefinisikan sebagai dampak yang tidak diinginkan atau memberikan efek potensial terhadap sistem atau manusia, dan *error* dapat mempengaruhi secara potensial sistem dan manusia. (Harahap, 2012)

2.4.2 Klasifikasi Human Error

Klasifikasi *human error* dapat digunakan dalam pengumpulan data tentang *human error* serta memberikan panduan yang berguna untuk menyelidiki sebab terjadinya *human error* dan cara untuk mengatasinya. Beberapa klasifikasi *human error* adalah sebagai berikut.

1. *Error of Omission* yaitu kesalahan karena lupa melakukan sesuatu. Contohnya seorang montir listrik terkena sengatan listrik karena lupa memutuskan arus listrik yang seharusnya diputus sebelum melakukan pekerjaan tersebut.
2. *Error of Commission* yaitu ketika mengerjakan sesuatu tetapi tidak dengan cara yang benar. Contohnya, seorang mekanik seharusnya menyalakan *conveyor* dengan kecepatan yang sedang, tetapi karena kehilangan

keseimbangan, kesalahan dilakukan mekanik tersebut dengan menyalakan *conveyor* pada kecepatan penuh.

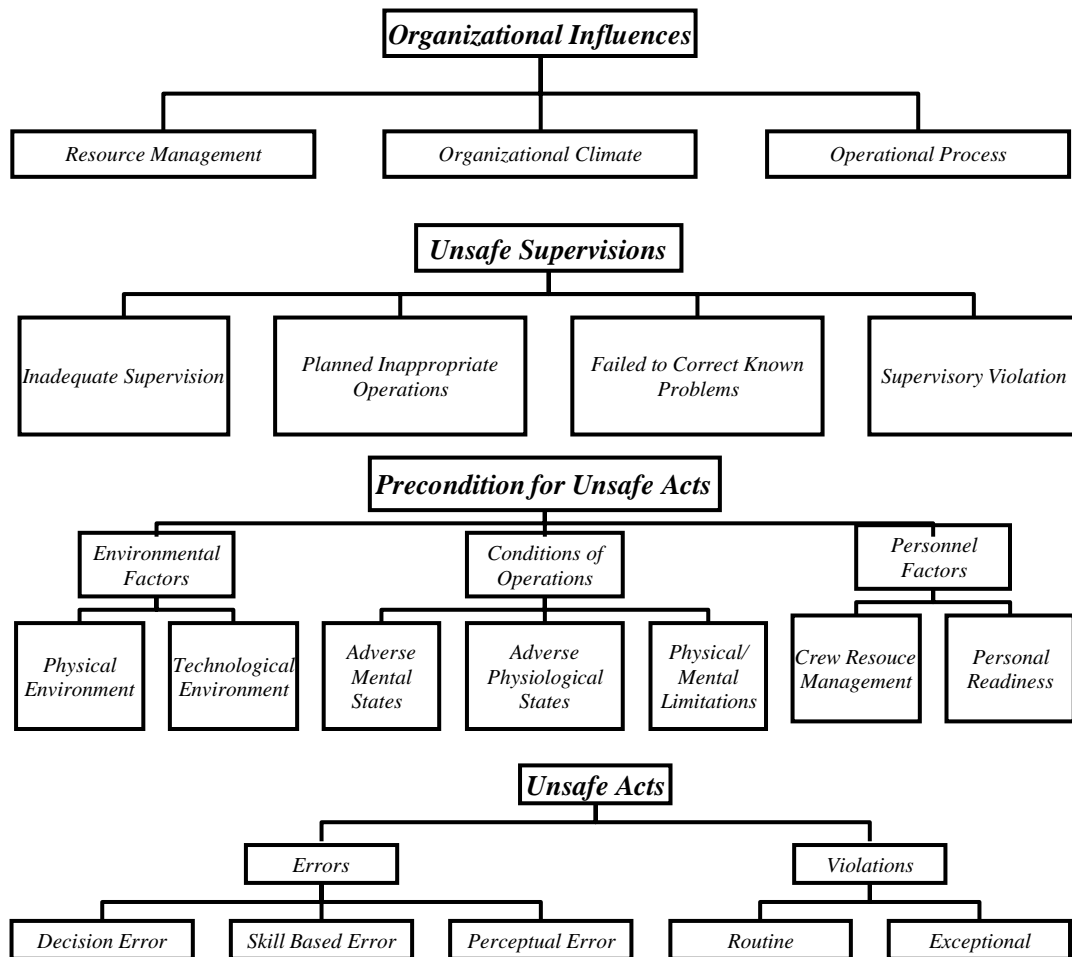
3. *A Sequence Error* yaitu kesalahan karena melakukan pekerjaan tidak sesuai dengan urutan. Contohnya, seorang operator seharusnya melakukan pekerjaan dengan urutan mengangkat baru memutar benda yang diangkat. Namun yang terjadi, sang operator memutar benda terlebih dahulu tanpa mengangkatnya, akibatnya benda tersebut terbalik dan menimpa sang operator.
4. *A Timing Error* yaitu kesalahan yang terjadi ketika seseorang gagal melakukan pekerjaan dalam waktu yang telah ditentukan, baik karena respon yang terlalu lama ataupun respon yang terlalu cepat. Contohnya, seorang operator harusnya menjauhkan tangannya dari suatu mesin namun, karena respon dari operator terlalu lama, sang operator gagal menjauhkan tangannya di waktu yang telah ditentukan dan menyebabkan kecelakaan serius. (Harahap, 2012)

2.5 Human Factor Analysis and Classification System (HFACS)

Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) adalah suatu pendekatan dan kerangka kerja yang digunakan untuk menganalisis dan mengklasifikasikan faktor-faktor manusia yang berkontribusi terhadap kecelakaan dan insiden dalam berbagai bidang, termasuk maritim, penerbangan, industri dan lainnya. HFACS dirancang untuk mengidentifikasi dan memahami akar penyebab dari kesalahan manusia, kesalahan sistem, dan faktor-faktor organisasional yang telah menyebabkan atau berkontribusi pada kecelakaan.

HFACS dikembangkan oleh Dr. Douglas A. Wiegmann dan Dr. Scott A. Shappell pada tahun 2001 berdasarkan model penelitian yang ada dalam bidang *human factors* (faktor-faktor manusia) dan investigasi kecelakaan. Pendekatan ini bertujuan untuk melampaui penilaian sederhana yang hanya menyalahkan individu, dengan melihat faktor-faktor manusia dalam konteks sistem yang lebih luas. Selama bertahun-tahun, aplikasi dari metode ini telah menyebar ke bidang maritim dan umum juga. Penerapan HFACS dalam bidang keselamatan maritim dapat membantu memahami faktor manusia yang menyebabkan kecelakaan kapal.

Berikut ini merupakan gambar hierarki HFACS yang menampilkan empat kategori *human error* yang dikemukakan oleh Dr. Douglas A. Wiegmann dan Dr. Scott A. Shappell.



Gambar 2 Bagan Hierarki HFACS
Sumber: (Douglas A. Wiegmann, 2001)

Empat kategori pada bagan hierarki HFACS, yaitu:

1. *Organizational Influences* atau Pengaruh Organisasi
2. *Unsafe Supervisions* atau Pengawasan Tidak Aman
3. *Preconditions for Unsafe Acts* atau Kondisi Tidak Aman
4. *Unsafe Acts* atau Tindakan Tidak Aman

2.5.1 Pengaruh Organisasi

Pengaruh organisasi atau *organizational influences* merupakan salah satu dari empat kategori penyebab kecelakaan pada HFACS. Kategori pengaruh organisasi dalam HFACS meliputi faktor-faktor seperti kebijakan dan praktik manajemen,

budaya organisasi, struktur organisasi, dan faktor lingkungan kerja yang menyebabkan kecelakaan.



Gambar 3 Kategori *Organizational Influences*

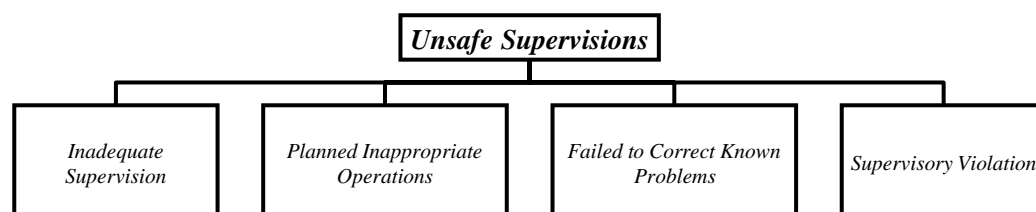
Dari gambar diatas, diperlihatkan tiga kriteria pada kategori pengaruh organisasi (*organizational influences*), yaitu:

- a. Iklim organisasi (*organizational climate*) merupakan suasana/visi yang berlaku di dalam organisasi, termasuk hal seperti kebijakan, struktur komando, dan budaya.
- b. Proses operasional (*operational process*) diartikan sebagai proses formal dimana visi suatu organisasi dilakukan termasuk operasi, prosedur dan pengawasan.
- c. Pengelolaan sumber daya (*resource management*) yaitu bagaimana sumber daya manusia, keuangan, dan peralatan yang diperlukan dikelola untuk digunakan dalam melaksanakan visi.

Iklim organisasi mengacu pada struktur, kebijakan atau budaya organisasi sedangkan proses operasional mengacu pada operasi yang sebenarnya seperti prosedur dan peraturan pengawasan organisasi. (Handayani, 2018)

2.5.2 Pengawasan Tidak Aman

Pengawasan adalah hal yang dilakukan untuk mengarahkan atau memperhatikan tindakan untuk memperoleh informasi. Pengawasan tidak aman dapat menjadi faktor kunci yang dapat mengarah ke kecelakaan. Berikut adalah gambar yang memperlihatkan kategori pengawasan tidak aman.



Gambar 4 Kategori *Unsafe Supervisions*

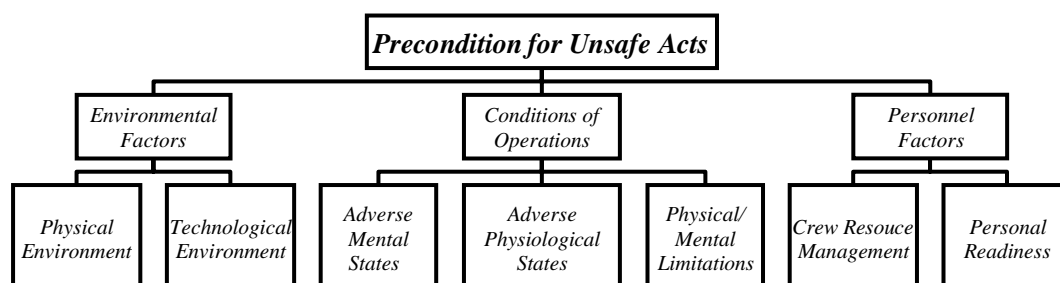
Terdapat empat kriteria pada kategori pengawasan tidak aman, yaitu:

- a. Pengawasan yang tidak memadai (*inadequate supervision*) pengawasan dan manajemen personil dan sumber daya, termasuk pelatihan, bimbingan profesional, dan kepemimpinan operasional, dan aspek lainnya.
- b. Perencanaan operasional yang tidak tepat (*planned inappropriate operations*) manajemen dan penugasan kerja, termasuk aspek manajemen risiko, pemasangan kru, dan kecepatan operasional.
- c. Gagal untuk memperbaiki masalah yang diketahui (*failed to correct known problems*) pada kasus-kasus dimana terdapat defisiensi antara individu, peralatan, pelatihan, atau area keamanan terkait lainnya yang dikenal untuk *supervisor* belum diperbolehkan untuk terus dikoreksi.
- d. Pelanggaran pengawas (*supervisory violation*) pengabaian yang disengaja untuk aturan yang ada, peraturan, instruksi, atau prosedur operasi standar (SOP) oleh para manajer selama tugasnya. (Handayani, 2018)

2.5.3 Kondisi Tidak Aman

Kondisi tidak aman merupakan suatu keadaan (umumnya pada tempat kerja) di sekitar kita yang memiliki potensi menyebabkan cedera atau kecelakaan kerja serta kerusakan lainnya.

Pada kategori ini terdapat tiga sub-kategori dan kriteria yaitu: faktor lingkungan yang terdiri dari lingkungan fisik dan lingkungan teknologi, kondisi operator meliputi kondisi mental, kondisi fisik, dan keterbatasan mental atau fisik, serta faktor personal yang meliputi manajemen kru dan kesiapan pribadi.



Gambar 5 Kategori *Precondition for Unsafe Acts*

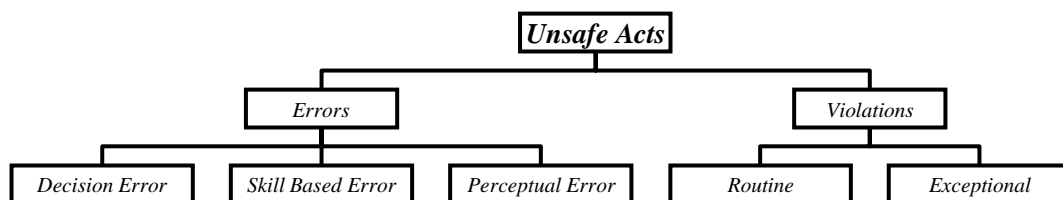
- a. Faktor lingkungan (*environmental factors*) mengacu pada kecukupan lingkungan fisik dan teknologi. Lingkungan fisik mengacu pada faktor-faktor

seperti kebisingan, suhu, ruang kerja. Lingkungan teknologi mengacu pada peralatan dan teknologi yang digunakan. Ini mungkin termasuk kerusakan peralatan, kompleksitas teknologi dan lain-lain.

- b. Kondisi operasi (*conditions of operations*) mengacu pada keadaan mental (*adverse mental states*), keadaan fisiologis (*adverse physiological states*), dan keterbatasan fisik atau mental (*physical/mental limitations*) sehingga mempengaruhi kinerja. Keadaan mental (*adverse mental states*) yang negatif meliputi kelelahan mental, sikap merusak, dan motivasi yang salah. Keadaan fisiologis (*adverse physiological states*) meliputi sakit atau cedera. Keterbatasan fisik atau mental (*physical/mental limitations*), meliputi penglihatan yang buruk, kurangnya kekuatan fisik, gangguan ingatan, dan kesulitan berkonsentrasi.
- c. Faktor personal (*personnel factors*) meliputi manajemen sumber daya kru (*crew resource management*), termasuk berbagai komunikasi, koordinasi, dan masalah kerja sama tim yang mempengaruhi kinerja, dan kesiapan pribadi (*personal readiness*). (Handayani, 2018)

2.5.4 Tindakan Tidak Aman

Tindakan tidak aman (*unsafe acts*) terbagi menjadi dua sub-kategori yaitu: kesalahan (*errors*) dan pelanggaran (*violations*). Secara umum, kesalahan (*errors*) merupakan kegiatan mental atau fisik individu yang gagal untuk mencapai hasil yang diinginkan sedangkan, pelanggaran (*violations*) mengacu pada pengabaian yang disengaja untuk aturan yang mengatur keselamatan. (Handayani, 2018)



Gambar 6 Kategori *Unsafe Acts*

Pada sub-kategori *error* terdiri dari 3 jenis kriteria, yaitu:

- a. *Decision error* terjadi ketika seseorang membuat keputusan yang tidak tepat atau tidak optimal dalam situasi tertentu. Ini dapat terjadi karena kurangnya

informasi yang akurat atau relevan, penilaian yang buruk, atau kekurangan pengetahuan atau pengalaman dalam membuat keputusan.

- b. *Skill based error* terjadi ketika seseorang melakukan kesalahan dalam menjalankan tugas yang sebenarnya sudah dikuasai dengan baik. Ini biasanya terjadi dalam kegiatan yang melibatkan keterampilan motorik atau keterampilan yang dilakukan secara rutin dan otomatis. *Skill based error* dapat disebabkan oleh kelalaian, kelelahan, gangguan, atau kurangnya fokus saat melakukan tugas yang seharusnya sudah dikuasai.
- c. *Perceptual error* terjadi ketika seseorang membuat kesalahan dalam mengenali atau menginterpretasikan informasi yang tersedia. Ini dapat terjadi karena kurangnya kesadaran, gangguan persepsi, kebingungan, atau faktor-faktor lain yang mempengaruhi pemahaman seseorang terhadap situasi atau lingkungan sekitarnya.

Sedangkan untuk sub-kategori *violations* terdiri dari 2 jenis kriteria, yaitu:

- a. Pelanggaran rutin (*routine violations*), terjadi ketika individu secara sadar melanggar aturan atau prosedur yang sudah ditetapkan dalam pekerjaan atau aktivitas yang mereka lakukan secara rutin.
- b. Pelanggaran luar biasa (*exceptional violations*), terjadi ketika individu melanggar aturan atau prosedur dalam situasi luar biasa, yang melibatkan tekanan waktu, situasi darurat, atau kondisi yang tidak dapat diprediksi. Pelanggaran luar biasa muncul sebagai respons terhadap keadaan yang tidak normal atau kebutuhan mendesak yang dianggap mengatasi pentingnya mematuhi aturan.

2.6 Analytical Hierarchy Process (AHP)

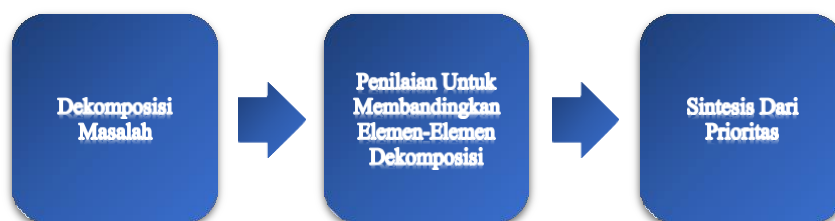
AHP merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Hierarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur *multilevel* dimana *level* pertama adalah tujuan, yang diikuti faktor, kategori, sub-kategori, kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga *level* terakhir dari alternatif. Dengan hierarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok sehingga permasalahan tersebut 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 berhierarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada sub-kriteria 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. (Widyasto, 2015)

2.6.1 Tahapan Penyusunan AHP

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



Gambar 7 Proses Tahapan Penyusunan AHP

- ❖ **Decomposition**, setiap masalah atau persoalan yang sudah terdefiniskan perlu dilakukan dekomposisi, memecah permasalahan utama ke dalam beberapa kategori dan dari setiap kategori dapat dibagi lagi menjadi beberapa kriteria. Proses pemecahan masalah ini dinamakan hierarki. Hierarki ada dua macam, yaitu hierarki lengkap dan hierarki 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 matriks.
- ❖ **Synthesis of Priority**, dari setiap matriks *pairwise comparison* kemudian dicari vektor eigennya untuk mendapatkan prioritas lokal. Sintesis diantara prioritas lokal harus dilakukan agar memperoleh prioritas global karena matriks *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. (Widyasto, 2015)

2.6.2 Penyusunan Hierarki dan Prioritas

Berikut ini langkah-langkah penyusunan pada metode AHP:

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 Hierarki

Setelah menyusun tujuan utama sebagai *level* teratas akan disusun *level* hierarki yang berada di bawahnya yaitu kriteria-kriteria yang cocok untuk mempertimbangkan atau menilai alternatif yang kita berikan dan menentukan alternatif tersebut. Tiap kategori mempunyai intensitas yang berbeda-beda. Hierarki dilanjutkan dengan sub-kriteria untuk mendapatkan strukturnya (jika mungkin diperlukan).

3. Membuat Matriks Perbandingan Berpasangan

Tabel 1 Matriks Perbandingan Berpasangan

Tujuan (Goal)				
Kriteria	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				

Sumber: (Saaty, 2008)

Matriks 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 matriks 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 hierarki misalnya K dan kemudian dari *level* di bawahnya diambil elemen yang akan dibandingkan misalnya E1, E2, E3, E4, dan E5.

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 matriks 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 bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 Skala Perbandingan AHP

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

Sumber: (Saaty, 2008)

Bila elemen A mendapat salah satu nilai, saat dibandingkan dengan elemen B, maka elemen B mempunyai nilai kebalikannya saat dibandingkan dengan elemen A.

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 hierarki.

7. Menghitung Vektor Eigen

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

8. Memeriksa Konsistensi Hierarki

Yang diukur dalam AHP adalah rasio konsistensi dengan melihat indeks konsistensi. Konsistensi yang diharapkan adalah yang mendekati sempurna agar dapat menghasilkan keputusan yang mendekati valid. Walaupun sulit untuk mencapai yang sempurna, rasio konsistensi diharapkan kurang dari atau sama dengan 10% (< 0.1). (Widyasto, 2015)

2.6.3 Kelebihan dan Kekurangan AHP

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

1. Membuat permasalahan yang luas dan tidak terstruktur menjadi suatu model yang fleksibel dan mudah dipahami.
2. Menyediakan pendekatan yang sistematis dalam mengatasi masalah pengambilan keputusan multi-kriteria.
3. Dapat diterapkan pada berbagai macam masalah pengambilan keputusan baik dalam konteks pendidikan, teknis, maupun sosial.

4. Memberikan mekanisme untuk mengukur konsistensi pengambilan keputusan melalui perhitungan rasio konsistensi sehingga meningkatkan validitas hasil pengambilan keputusan.
5. Terdapat berbagai perangkat lunak atau aplikasi yang tersedia dan menerapkan metode AHP, sehingga memudahkan pengguna dalam menerapkan metode ini dan menganalisis hasilnya.

Sedangkan kelemahan metode AHP adalah sebagai berikut:

1. 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.
2. Metode AHP membutuhkan pengumpulan data yang akurat dan cukup lengkap tergantung kerumitan hierarki sehingga memakan waktu.
3. Metode AHP ini hanya metode matematis tanpa ada pengujian secara statistik sehingga tidak ada batas kepercayaan dari kebenaran model yang terbentuk.

2.7 *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 matriks secara perbandingan berpasangan dapat dilakukan menggunakan aplikasi ini. Data yang dimasukkan merupakan hasil penilaian responden. Beberapa fungsi yang dapat dilakukan menggunakan aplikasi *Expert Choice*, yaitu:

- a. Perencanaan strategi
- b. Teknologi informasi dalam pemilihan keputusan
- c. Manajemen risiko
- d. Seleksi sumber data (Widyasto, 2015)

2.8 SHELL Model

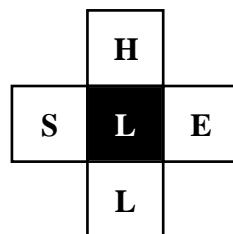
SHELL Model adalah diagram praktis yang menggunakan blok-blok untuk mendiskripsikan berbagai elemen faktor manusia. Masing-masing sub sistem pada konsep SHELL tersebut saling mempengaruhi. Apabila ada salah satu yang tidak

berfungsi maka akan menyebabkan kegagalan atau kesalahan pada manusia (*human error*). Pekerja atau *operator* merupakan subjek yang memiliki variasi dalam performa kerja dan memiliki banyak keterbatasan, elemen yang paling fleksibel dalam sistem. Elemen lainnya harus diadaptasikan dan disesuaikan dengan elemen pusat. SHELL model dapat dibangun secara bertahap, dengan mendiskripsikan hubungan antar elemen-elemen yang berbeda. Elemen tersebut meliputi:

1. *Software* meliputi aturan, instruksi, peraturan, kebijakan, hukum, prosedur keselamatan, SOP, dan lainnya yang bersifat informasi.
2. *Hardware* meliputi elemen fisik dari ruang kerja seperti peralatan, bahan dan lainnya yang bersifat mekanikal.
3. *Environment* meliputi lingkungan yang tidak dapat di kontrol secara langsung namun dapat mempengaruhi kinerja seperti kebisingan, suhu, tingkat cahaya, atau cuaca.
4. *Liveware* merupakan elemen yang mempertimbangkan kinerja manusia, kemampuan dan keterbatasan. (Sefti Ayu Silviya, 2021)

2.8.1 Elemen Pusat

Fokus utama pada SHELL model ini adalah manusia atau *liveware* itu sendiri karena elemen ini paling fleksibel di dalam sistem. Jadi, elemen yang lain dari sistem harus lebih waspada dalam keterkaitannya dengan elemen ini sehingga kerusakan dapat dihindari. Faktor yang mempengaruhi komponen ini yaitu faktor internal seperti beban kerja, motivasi atau kondisi kesehatan serta faktor eksternal seperti suhu, cuaca, atau intensitas cahaya. (Widyasto, 2015)

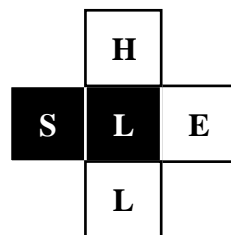


Gambar 8 SHELL Model

2.8.2 *Liveware - Software*

Software adalah istilah kolektif yang mengacu pada semua hukum, aturan, peraturan, perintah, prosedur operasi standar, kebiasaan dan konvensi dan cara

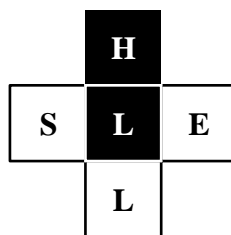
normal di mana hal-hal dilakukan. Kini *software* juga mengacu pada program-program berbasis komputer yang dikembangkan untuk mengoperasikan suatu sistem secara otomatis. Dalam rangka untuk mencapai keamanan, operasi yang efektif antara *liveware* dan *software* penting untuk memastikan bahwa perangkat 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. (Widyasto, 2015)



Gambar 9 Hubungan Elemen *Liveware* dengan *Software*

2.8.3 *Liveware - Hardware*

Hubungan antar dua elemen ini adalah salah satu faktor yang paling sering dipertimbangkan ketika berbicara mengenai hubungan antara manusia dengan mesin dalam suatu sistem. Saat manusia bekerja, tentunya ada interaksi dengan peralatan atau benda fisik yang digunakan untuk mempermudah pekerjaannya. Contohnya pengaruh desain tempat duduk agar sesuai dengan karakteristik dari pengguna. (Widyasto, 2015)

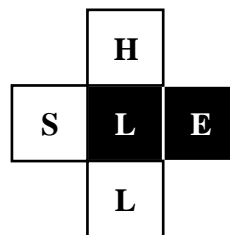


Gambar 10 Hubungan Elemen *Liveware* dengan *Hardware*

2.8.4 *Liveware - Environment*

Hubungan antara *liveware-environment* mengacu pada hubungan yang mungkin tidak dapat dikontrol secara langsung oleh manusia seperti kejadian alam

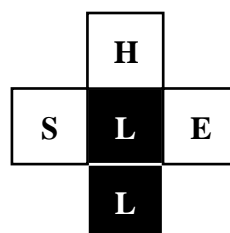
yang berupa suhu, cuaca, dan lain-lain ketika suatu sistem beroperasi. Tetapi pada saat ini manusia telah melengkapi desain suatu sistem dengan peralatan yang dapat melindungi dari berbagai macam kondisi alam, seperti intensitas cahaya, kebisingan, dan radiasi. Dalam hubungan antar *liveware-environment* ini akan melibatkan berbagai macam disiplin ilmu seperti, psikologi, fisiologi, fisika, dan teknik. (Widyasto, 2015)



Gambar 11 Hubungan Elemen *Liveware* dengan *Environment*

2.8.5 *Liveware - Liveware*

Merupakan perpotongan elemen antar *liveware* atau hubungan antar manusia yang akan mempengaruhi sistem. Yang perlu diperhatikan dalam hubungan antar sistem ini seperti 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. (Widyasto, 2015)



Gambar 12 Hubungan Elemen antar *Liveware*