



TESIS - MN142532

**ANALISIS KESIAPAN TEKNOLOGI
UNTUK PEMBANGUNAN KAPAL PERINTIS
PADA GALANGAN KAPAL KELAS MENENGAH
(STUDI KASUS: PT. DUMAS TANJUNG PERAK
SHIPYARD)**

FITRIA FRESTY LUNGARI
NRP.4114203006

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN INDUSTRI PERKAPALAN
PROGRAM STUDI TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



TESIS - MN142532

**ANALISIS KESIAPAN TEKNOLOGI
UNTUK PEMBANGUNAN KAPAL PERINTIS
PADA GALANGAN KAPAL KELAS MENENGAH
(STUDI KASUS: PT. DUMAS TANJUNG PERAK
SHIPYARD)**

FITRIA FRESTY LUNGARI
NRP.4114203006

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN INDUSTRI PERKAPALAN
PROGRAM STUDI TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



TESIS - MN142532

**ANALYSIS OF TECHNOLOGY READINESS
FOR THE PIONEER SHIPBUILDING
IN SHIPYARD'S MIDDLE CLASS
(CASE STUDY: PT. DUMAS TANJUNG PERAK
SHIPYARD)**

FITRIA FRESTY LUNGARI
NRP.4114203006

SUPERVISOR

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.

Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM.

POSTGRADUATE PROGRAM
MAJOR OF SHIPBUILDING INDUSTRY
PROGRAM STUDY OF MARINE PRODUCTION AND MATERIAL ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2016

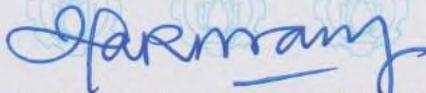
Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)

di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
FITRIA FRESTY LUNGARI
NRP. 4114203006

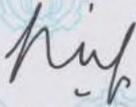
Tanggal Ujian : 21 Juli 2016
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh :



1. Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19601202 198701 1 001

(Pembimbing I)



2. Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM.
NIP. 19611015 198703 1 003

(Pembimbing II)



3. Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
NIP. 19691231 200604 1 178

(Penguji)



4. Aries Sulistyono, S.T., MA.Sc., Ph.D.
NIP. 19710320 199512 1 002

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,




Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19601202 198701 1 001

**ANALISIS KESIAPAN TEKNOLOGI
UNTUK PEMBANGUNAN KAPAL PERINTIS
PADA GALANGAN KAPAL KELAS MENENGAH
(STUDI KASUS: PT. DUMAS TANJUNG PERAK SHIPYARD)**

Nama Mahasiswa : Fitria Fresty Lungari
NRP : 4114203006
Dosen Pembimbing I : Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
Dosen Pembimbing II : Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM.

ABSTRAK

Kondisi teknologi di galangan kapal nasional saat ini masih konvensional dan belum diketahui secara pasti tingkatannya, sehingga membutuhkan proses evaluasi, dimana proses ini dapat menghasilkan perencanaan dan realisasi perbaikan yang terarah.

Penelitian ini melakukan analisis pengukuran teknologi dengan metode teknometrik dan *Analytical Hierarchy Processes (AHP)*, yang mengukur kesiapan teknologi berdasarkan empat komponen utamanya yaitu *technoware*, *humanware*, *inforware* dan *orgaware*. Pengukuran dilakukan juga untuk mengetahui kesiapan penerapan metode *Product Work Breakdown Structure (PWBS)* yang sudah lama dikenal di industri galangan kapal dan terbukti menambah produktivitas. Hasil komponen teknologi, dapat diketahui melalui nilai *Technology Coefficient Contribution (TCC)*.

Penelitian ini menjadikan PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard dan empat galangan kapal lainnya sebagai ukuran mengetahui kesiapan teknologi. Hasilnya menunjukkan bahwa komponen *humanware* adalah kekuatan teknologi saat ini, sedangkan *technoware* dan *inforware* merupakan komponen teknologi yang paling rendah. Hasil pengukuran PWBS menjelaskan bahwa metode ini masih sebatas pada SOP dan belum dilakukan pada proses produksi. Hasil TCC PT Dumas dengan galangan kapal lainnya yaitu 0,545, PT. ASSI nilai TCC yang dihasilkan yaitu 0.412, PT. DPS nilai TCC 0.480, PT. Orela Shipyard nilai TCC 0.422 dan PT. LMI nilai TCC 0.426. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa klasifikasi TCC adalah cukup, dengan level teknologi semi modern dan PT. Dumas memiliki kesiapan teknologi yang lebih baik dari galangan kapal yang lainnya.

Kata kunci: Industri galangan kapal, teknologi, PWBS, teknometrik, TCC.

**ANALYSIS OF TECHNOLOGY READINESS
FOR THE PIONEER SHIPBUILDING
IN SHIPYARD'S MIDDLE CLASS
(CASE STUDY: PT. DUMAS TANJUNG PERAK SHIPYARD)**

Student's Name : Fitria Fresty Lungari
Student Identity Number : 4114203006
Supervisor I : Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
Supervisor II : Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM.

ABSTRACT

National shipyards' technology condition is still conventional and there has not certain leves yet for its evaluation process which can generate directed planning and improvement realization.

This research analyzed the technology measurement by using technometric and Analytical Hierarchy Processes (AHP) methods, which measures the readiness of the technology based on four main components namely technoware, humanware, inforware and orgaware. The measurement also determines the readiness of the Product Work Breakdown Structure (PWBS) method application, which has been long recognized in the shipyard industry and is proven to increase the productivity. The results of measurement technology components can be described through Technology Contribution Coefficient (TCC)'s number.

This research involves PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard and four other shipyards as a measure of the readiness technologically. It shows that humanware component is the power of current technology, while technoware and inforware are the lowest technology components. PWBS measurement result explains that this method is only stated to the SOP, it has not been applied yet to the production process. The TCC PT. Dumas with other shipyards is 0.545, PT. ASSI TCC produces 0,412, PT. DPS's TCC is 0,480, PT. Orela Shipyard's TCC is 0,422 and PT. LMI TCC is 0426. These results explain that classification TCC is enough, level of technology is semi-modern and PT. Dumas' shipyard has a better technology readiness than the others.

Keywords: Shipbuilding industry, technology, PWBS, technometric, TCC.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN i

KATA PENGANTAR.....iii

ABSTRAK v

ABSTRACT vii

DAFTAR ISI..... ix

DAFTAR GAMBAR..... ix

DAFTAR TABEL xi

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Batasan Masalah..... 3

1.4 Tujuan Penelitian..... 3

1.5 Manfaat Penelitian..... 3

1.6 Hipotesa Awal 4

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI..... 5

2.1 Konsep Teknologi 5

2.1.1. Pengertian Teknologi 5

2.1.2. Manajemen Teknologi 7

2.2 Galangan Kapal 10

2.2.1. Proses Produksi Kapal 11

2.2.2. Konsep *Product Work Breakdown Structure (PWBS)* 15

2.2.3. Produktivitas dan Daya Saing Galangan Kapal Nasional 27

2.2.4. Gambaran Ukuran Teknologi di Galangan Kapal..... 29

2.2.5. Arah Pengembangan Industri Galangan Kapal Nasional..... 31

2.3 Pengukuran Teknologi dengan Teknometrik 35

2.4 Aplikasi Konsep Teknometrik..... 46

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 49

3.1 Tahapan Penelitian	49
3.1.1. Tahap Identifikasi Awal Galangan Kapal	50
3.1.2. Tahap Pengumpulan Data	51
3.1.3. Tahap Pengolahan Data.....	52
3.1.4. Tahap Hasil, Pembahasan dan Kesimpulan	52
3.2 Lokasi Penelitian	52
3.3 Metode Teknometrik	53
3.3.1. Penentuan Tingkat Kecanggihan (Sophistication)	53
3.3.2. Penilaian <i>State of the Art (SOTA)</i>	55
3.3.3. Menghitung Kontribusi Komponen Teknologi (THIO).....	58
3.3.4. Penilaian Intensitas Kontribusi Komponen Teknologi	58
3.3.5. Perhitungan <i>Technology Contribution Coefficient (TCC)</i>	60
BAB 4 TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN.....	61
4.1 PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard	61
4.1.1. Sejarah Umum PT Dumas Tanjung Perak Shipyard.....	61
4.1.2. Visi dan Misi PT Dumas Tanjung Perak Shipyard	61
4.1.3. Bidang Usaha PT Dumas Tanjung Perak Shipyard	62
4.1.4. Fasilitas PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard	62
4.1.5. Struktur Organisasi PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard.....	64
4.1.6. Jumlah Tenaga Kerja PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard.....	66
4.1.7. Proses Pembangunan Kapal Perintis Secara Umum di PT. Dumas .	67
4.2 PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia (PT. ASSI)	72
4.2.1. Sejarah Umum PT. ASSI	72
4.2.2. Visi dan Misi PT. ASSI.....	73
4.2.3. Bidang Usaha PT. ASSI.....	73
4.2.4. Fasilitas PT. ASSI.....	75
4.2.5. Struktur Organisasi PT.ASI	78
4.2.6. Jumlah Tenaga Kerja PT. ASSI	81
4.2.7. Proses Pembangunan Kapal Perintis Secara Umum di PT. ASSI....	81
4.3 PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (PT.DPS)	85
4.3.1. Sejarah Umum PT. DPS.....	85

4.3.2.	Visi dan Misi PT. DPS	86
4.3.3.	Bidang Usaha PT. DPS	86
4.3.4.	Fasilitas PT. DPS	87
4.3.5.	Struktur Organisasi PT.DPS.....	90
4.3.6.	Jumlah Tenaga Kerja PT. DPS.....	95
4.4	PT. Orela Shipyard	96
4.4.1.	Sejarah Umum PT. Orela Shipyard.....	96
4.4.2.	Visi dan Misi PT. Orela Shipyard	96
4.4.3.	Bidang Usaha PT. Orela Shipyard	97
4.3.4.	Fasilitas PT. Orela Shipyard	98
4.4.5.	Struktur Organisasi PT. Orela Shipyard.....	99
4.4.6.	Jumlah Tenaga Kerja PT. Orela Shipyard.....	101
4.5	PT. Lamongan Marine Industry (PT.LMI).....	102
4.5.1.	Sejarah Umum PT. LMI.....	102
4.5.2.	Visi dan Misi PT. LMI	102
4.5.3.	Bidang Usaha PT. LMI	103
4.5.4.	Fasilitas PT. PT. LMI.....	103
4.5.5.	Struktur Organisasi PT. LMI.....	104
4.5.6.	Jumlah Tenaga Kerja PT. LMI.....	105
4.6	Pengamatan Komponen Teknologi di Galangan Kapal	106
4.6.1.	Komponen <i>Technoware</i> di Galangan Kapal	106
4.6.2.	Komponen <i>Humanware</i> di Galangan Kapal	108
4.6.3.	Komponen <i>Inforware</i> di Galangan Kapal	108
4.6.4.	Komponen <i>Orgaware</i> di Galangan Kapal.....	109
4.7	Struktur Hierarki Prioritas Komponen Teknologi di Galangan Kapal	110
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		113
5.1	Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi.....	113
5.1.1.	Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen <i>Technoware</i>	113
5.1.2.	Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen <i>Humanware</i>	124
5.1.3.	Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen <i>Inforware</i>	133
5.1.4.	Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen <i>Orgaware</i>	140

5.2. Perhitungan Nilai Intensitas Komponen Teknologi dengan AHP.....	143
5.3. Analisa hasil pengukuran teknologi TCC di Galangan Kapal	
Nasional.....	148
5.3.1. Analisa Penerapan <i>Metode Product Work Breakdown</i>	
<i>Structure</i> (PWBS).....	150
5.3.2. Analisa Nilai Gap Komponen Teknologi.....	153
5.4. Interpretasi Derajat Kemutakhiran Komponen Teknologi	
di PT. Dumas.....	160
5.4.1. Derajat Kemutakhiran <i>Technoware</i>	160
5.4.2. Derajat Kemutakhiran <i>Humanware</i>	162
5.4.3. Derajat Kemutakhiran <i>Inforware</i>	163
5.4.4. Derajat Kemutakhiran <i>Orgaware</i>	169
5.5. Pengukuran Klasifikasi dan Level Teknologi TCC	164
5.6. Analisa Arah Pengembangan Komponen Teknologi	165
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	169
6.1 Kesimpulan.....	169
6.2 Saran	171
DAFTAR PUSTAKA	173
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Empat Komponen (Sharif, 1995 dalam Smith, 2007).	8
Gambar 2.2	Elemen PWBS dan Hubungannya Satu Dengan yang Lain (<i>U.S. Department of Transportation Maritime Administration in coop Gration with Todd Pacific Shipyards Corporation</i> , 1980).	16
Gambar 2.3	Komponen Product Work Breakdown Structure (PWBS) (Storch, 1995)	17
Gambar 2.4	Tingkat Manufaktur atau Tahapan <i>Hull Block Construction Method</i> (Storch, 1995 dalam Odabasi, 2009)	18
Gambar 2.5	Klasifikasi dari aspek produksi <i>Hull Block Construction Method</i> (Storch, 1995).	20
Gambar 2.6	<i>Parts Fabrication</i> yang Tidak Dapat Dibagi Lagi (Storch, 1995)	22
Gambar 2.7	<i>Part Assembly</i> Yang Berada Di Luar Aliran Kerja Utama (Storch, 1995)	22
Gambar 2.8	<i>Sub-Assembly by Area</i> (Storch, 1995)	23
Gambar 2.9	Semi-Block dan Block Assembly (Storch, 1995)	24
Gambar 2.10	<i>Block Assembly</i> dan <i>Grand-Block Joining</i> (Storch, 1995)	25
Gambar 2.11	Pola Pembangunan Galangan Kapal Dalam Kaitannya Dengan Teknologi yang Tersedia (Birmingham, 1997)	29
Gambar 2.12	Skema Pengembangan Industri Kemaritiman Nasional (Ma'ruf, 2014)	34
Gambar 3.1	<i>Flow Chart</i> Penelitian	50
Gambar 4.1	Struktur Organisasi PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard	64
Gambar 4.2	Jumlah Karyawan Tetap dan Tidak Tetap PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard	67
Gambar 4.3	Pengecekan Material yang Dibutuhkan Dalam Proses Fabrikasi	68
Gambar 4.4	Tahapan <i>blasting</i> dan <i>painting</i> di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard	68
Gambar 4.5	<i>Block Division</i> kapal perintis 750 DWT (PT. Dumas)	69

Gambar 4.6	Prosess Penanganan Material yang <i>Cutting</i> sub-kontraktor.....	70
Gambar 4.7	Proses <i>Sub-assembly</i>	71
Gambar 4.8	Penumpukan Blok di Tongkang	71
Gambar 4.9	Pekerjaan <i>Erection</i> di Galangan no 24	72
Gambar 4.10	<i>Slipway</i> Milik PT. ASSI	76
Gambar 4.11	<i>Floating Dock</i> Milik PT. ASSI.....	76
Gambar 4.12	Struktur Organisasi PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia (PT. ASSI).....	78
Gambar 4.13	Jumlah Tenaga Kerja PT. ASSI pada tahun 2015	81
Gambar 4.14	<i>Block Division</i> Kapal Perintis 750 DWT di PT ASSI.....	82
Gambar 4.15	Penumpukan Material yang Dilakukan di PT. ASSI.....	82
Gambar 4.16	Fasilitas-Fasilitas Dalam Proses <i>parts fabrication</i> di PT. ASSI.....	83
Gambar 4.17	Crane Kapasitas 5 ton di Bengkel CNC	83
Gambar 4.18	Blok-Blok Kapal Perintis Yang Telah Selesai di <i>Assembly</i>	84
Gambar 4.19	Proses <i>Erection</i> Kapal Perintis 750 DWT di PT. ASSI.....	85
Gambar 4.20	<i>Floating dock</i> Surabaya I.....	88
Gambar 4.21	<i>Floating dock</i> Surabaya IV.....	88
Gambar 4.22	<i>Floating dock</i> Surabaya V	89
Gambar 4.23	Struktur Organisasi PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (PT. DPS)	91
Gambar 4.24	Jumlah Karyawan Berdasarkan Strata Pendidikan di PT. DPS	95
Gambar 4.25	Struktur Organisasi PT. Orela Shipyard.....	99
Gambar 4.26	Jumlah Karyawan PT. Orela Shipyard	101
Gambar 4.27	Kondisi lapangan galangan LMI	103
Gambar 4.28	Struktur Organisasi PT. LMI.....	104
Gambar 4.29	Jumlah Tenaga Kerja di PT. LMI.....	106
Gambar 4.30	Hirarki Komponen Teknologi	110
Gambar 4.31	Hirarki Komponen <i>Technoware</i>	111
Gambar 4.32	Hirarki Komponen <i>Humanware</i>	111
Gambar 4.33	Hirarki Komponen <i>Inforware</i>	112
Gambar 4.34	Hirarki <i>orgaware</i>	112

Gambar 5.1	Grafik THIO di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Pada Tahun 2016	153
Gambar 5.2	Grafik THIO di PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia Pada Tahun 2016	155
Gambar 5.3	Grafik THIO di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya Pada Tahun 2016	156
Gambar 5.4	Grafik THIO di PT. Orela Shipyard Pada Tahun 2016.....	157
Gambar 5.5	Grafik THIO di PT. Lamongan Marine Industry Pada Tahun 2016	158
Gambar 5.6	Grafik Pemetaan Diagram THIO di Galangan Kapal Nasional Pada Tahun 2016.....	159

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pengadaan Kapal Tahun 2015-2019	31
Tabel 2.2	Rencana APBN-P Tahun 2016.....	32
Tabel 2.3	Kebutuhan Kementerian Hubungan Laut Tahun 2015-2019	32
Tabel 2.4	Kapasitas Terpasang Galangan Kapal Nasional.....	33
Tabel 2.5	Nilai Indeks Random.....	42
Tabel 2.6	Penilaian Kualifikasi Kualitatif Selang TCC	43
Tabel 2.7	Tingkat Teknologi TCC	43
Tabel 2.7	Berbagai Indikator Pengukuran Komponen Teknologi	44
Tabel 3.1	Prosedur Penentuan Skor yang Disarankan untuk Keempat Komponen Teknologi.....	54
Tabel 3.2	Penilaian Batas Bawah Dan Batas Atas Komponen Teknologi.....	55
Tabel 3.3.	Skala Perbandingan Secara Berpasangan.....	59
Tabel 4.1.	Pengalaman Pembangun Kapal Perintis di PT. Dumas.....	62
Tabel 4.2.	Beberapa Peralatan Utama yang Dimiliki PT. Dumas	63
Tabel 4.3.	Strata Pendidikan Karyawan PT. Dumas	66
Tabel 4.4.	Kapal-Kapal Yang Telah Dibangun PT. ASSI.....	74
Tabel 4.5.	Pengalaman Pembangunan Kapal Perintis Tipe 750 DWT di PT. ASSI	75
Tabel 4.6.	Fasilitas Umum Milik PT. ASSI	77
Tabel 4.7.	Beberapa Fasilitas Utama Yang Ada di PT. DPS	90
Tabel 4.8.	Pengalaman Bangunan Baru PT. Orela Shipyard	97
Tabel 4.9.	Peralatan Pendukung PT. Orela Shipyard	98
Tabel 5.1.	Pengukuran Komponen <i>Technoware</i> PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard.	114
Tabel 5.2.	Derajat Kecanggihan <i>Technoware</i> PT Dumas.	115
Tabel 5.3.	Pengukuran Komponen <i>Technoware</i> PT. ASSI.....	116
Tabel 5.4.	Derajat Kecanggihan <i>Technoware</i> PT. ASSI.....	117
Tabel 5.5.	Pengukuran Komponen <i>Technoware</i> PT. DPS	118
Tabel 5.6.	Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Technoware</i> PT. DPS	119

Tabel 5.7. Pengukuran Komponen <i>Technoware</i> PT. Orela Shipyard	120
Tabel 5.8. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Technoware</i> PT. Orela Shipyard ...	121
Tabel 5.9. Pengukuran Komponen <i>Technoware</i> PT. LMI	122
Tabel 5.10. Pengukuran Tingkat Kecanggihan <i>Technoware</i> di PT. LMI	123
Tabel 5.11. Pengukuran Komponen <i>Humanware</i> PT. Dumas	125
Tabel 5.12. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Humanware</i> PT. Dumas	126
Tabel 5.13. Pengukuran Komponen <i>Humanware</i> PT. ASSI.....	126
Tabel 5.14. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Humanware</i> PT. ASSI.....	127
Tabel 5.15. Pengukuran Komponen <i>Humanware</i> PT. DPS	128
Tabel 5.16. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Humanware</i> PT. DPS	129
Tabel 5.17. Pengukuran Komponen <i>Humanware</i> PT. Orela Shipyard	130
Tabel 5.18. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Humanware</i> PT. Orela shipyard....	131
Tabel 5.19. Pengukuran Komponen <i>Humanware</i> PT. LMI.....	131
Tabel 5.20. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Humanware</i> PT. LMI.....	132
Tabel 5.21. Pengukuran Nilai Komponen <i>Inforware</i> PT. Dumas	133
Tabel 5.22. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Inforware</i> PT. Dumas	134
Tabel 5.23. Pengukuran Nilai Komponen <i>Inforware</i> PT. ASSI.....	135
Tabel 5.24. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Inforware</i> PT. ASSI	136
Tabel 5.25. Pengukuran Nilai Komponen <i>Inforware</i> PT. DPS	136
Tabel 5.26. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Inforware</i> PT. DPS.....	137
Tabel 5.27. Pengukuran Nilai Komponen <i>Inforware</i> PT. Orela Shipyard.....	137
Tabel 5.28. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Inforware</i> PT. Orela Shipyard.....	138
Tabel 5.29. Pengukuran Nilai Komponen <i>Inforware</i> PT. LMI.....	139
Tabel 5.30. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Inforware</i> PT. LMI.....	139
Tabel 5.31. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Orgaware</i> PT. Dumas	140
Tabel 5.32. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Orgaware</i> PT. ASSI.....	141
Tabel 5.33. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Orgaware</i> PT. DPS	141
Tabel 5.34. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Orgaware</i> PT. Orela Shipyard	142
Tabel 5.35. Pengukuran Derajat Kecanggihan <i>Orgaware</i> PT. LMI	143
Tabel 5.36. <i>Pairwise Comparison Matrix</i> PT. Dumas	143
Tabel 5.37. Hasil Normalisasi Nilai <i>Pairwise Comparison Matrix</i> PT. Dumas	144
Tabel 5.38. <i>Pairwise Comparison Matrix</i> PT. ASSI.....	144

Tabel 5.39. Hasil Normalisasi Nilai <i>Pairwise Comparison Matrix</i> PT. ASSI.....	145
Tabel 5.40. <i>Pairwise Comparison Matrix</i> PT. DPS	145
Tabel 5.41 Hasil Normalisasi Nilai <i>Pairwise Comparison Matrix</i> PT. DPS	146
Tabel 5.42. <i>Pairwise Comparison Matrix</i> PT. Orela Shipyard	147
Tabel 5.43. Hasil Normalisasi Nilai <i>Pairwise Comparison Matrix</i> PT. Orela shipyard.....	147
Tabel 5.44 <i>Pairwise Comparison Matrix</i> PT. Lamongan Marine Industry	147
Tabel 5.45 Hasil Normalisasi Nilai <i>Pairwise Comparison Matrix</i> PT. Lamongan Marine Industry	148
Tabel 5.46 Hasil Perhitungan Nilai TCC Komponen Teknologi Di Galangan Kapal	148
Tabel 5.47 Hasil Perhitungan Nilai Gap THIO di PT. Dumas.....	154
Tabel 5.48 Hasil Perhitungan Nilai Gap THIO di PT. ASSI	155
Tabel 5.49 Hasil Perhitungan Nilai Gap THIO di PT. DPS.....	156
Tabel 5.50 Hasil Perhitungan Nilai Gap THIO di PT. Orela Shipyard.....	157
Tabel 5.51 Hasil Perhitungan Nilai Gap THIO di PT. LMI.....	158
Tabel 5.52. Pengukuran Nilai Gap Untuk Setiap Galangan Kapal	160
Tabel 5.53. Analisa Pengukuran Klasifikasi dan Level TCC Galangan Kapal.....	165
Tabel 5.54. Analisa Arah Pengembangan <i>Technoware</i> Tahap <i>Preparation</i>	166
Tabel 5.55. Analisa Arah Pengembangan <i>Technoware</i> Tahap <i>Parts Fabrication</i>	166
Tabel 5.56. Analisa Arah Pengembangan <i>Technoware</i> Tahap <i>Sub-Assembly</i>	167
Tabel 5.57. Analisa Arah Pengembangan <i>Technoware</i> Tahap <i>Assembly</i>	167
Tabel 5.58. Analisa Arah Pengembangan <i>Technoware</i> Tahap <i>Erection</i>	167
Tabel 5.59. Analisa Arah Pengembangan <i>Technoware</i> Tahap QA-QC.....	178

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri maritim merupakan industri penting yang dipilih sebagai ujung tombak industri berbasis teknologi dan menjadi bagian dari strategi globalisasi, demi melancarkan pembangunan dalam negeri dan kemajuan peranan Indonesia dalam persaingan internasional. Adanya pemberlakuan INPRES No 5 Tahun 2005, tentang penerapan *azas cabotage* di Indonesia yang kemudian diatur dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang pelayaran khususnya pada pasal 8, berujung pada kurangnya angkutan kapal akibat pelarangan kapal asing untuk beroperasi di wilayah perairan Indonesia yang pada awalnya memegang 46 persen angkutan domestik (Ma'ruf, 2014). Hal ini memicu adanya penambahan armada kapal nasional untuk menggantikan armada kapal-kapal asing. Berdasarkan penambahan kapal tersebut, pengembangan galangan kapal sebagai tempat untuk membangun kapal-kapal menjadi salah satu fokus dalam mencapai visi poros maritim yang digagas oleh pemerintah, dalam hal ini Kementerian Perhubungan untuk pembangunan infrastruktur transportasi tahun 2015-2019 yaitu sebagai penghubung pulau-pulau dengan posisi strategis yang ada, guna untuk usaha percepatan dan pemerataan pembangunan yang ada di Indonesia. Kemampuan suatu galangan dalam membangun kapal tergantung kepada teknologi yang dimilikinya, sehingga mengacu dari hal tersebut, galangan kapal perlu mengetahui kesiapan teknologinya dan melakukan perbaikan untuk dapat memiliki daya saing yang baik.

Teknologi pembangunan kapal terus mengalami perkembangan dalam rangka meningkatkan produktivitas dan daya saing galangan kapal. Salah satu teknologi yang sudah cukup lama ada dan terbukti efisien dalam pembangunan kapal dan memberikan sumbangsih besar dalam sejarah peningkatan produktivitas dan daya saing di beberapa negara seperti Jepang dan Amerika yaitu penerapan metode *Product Oriented Work Breakdown Structure (PWBS)* yang membagi tiga proses pekerjaan utama didalamnya, yaitu *Hull Block Construction Method*

(HBCM), *outfitting* dan *painting* seperti yang diuraikan Chirillo *et.al* (1983). Namun, sedianya teknologi ini belum diterapkan secara menyeluruh di galangan kapal nasional. Penggunaan teknologi di galangan kapal nasional secara umum masih bersifat konvensional dan cenderung tradisional, dimana hal ini tidak terlepas dari keterbatasan kapasitas dan fasilitas serta peralatan-peralatan produksi yang umumnya sudah tua, sehingga secara langsung mempengaruhi tahapan teknologi produksi yang digunakan dan produktivitas galangan kapal nasional menjadi rendah yang juga berujung pada rendahnya daya saing galangan kapal nasional (Ma'ruf, 2014).

Galangan-galangan kapal nasional seperti PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard adalah galangan kapal nasional yang berpengalaman dan menjadi galangan kapal yang dipercayai untuk membangun kapal-kapal milik pemerintah dan swasta. Sehingga kesiapan teknologinya akan diukur terkait membangun kapal perintis 750 DWT dan ditinjau sejauh mana penerapan metode PWBS yang berorientasi IHOP telah dilakukan yaitu dengan menggunakan pendekatan teknometrik yang terfokus pada komponen *technoware*, *inforware*, *humanware* dan *orgaware* yang ada.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan melihat latar belakang masalah di atas, maka pokok permasalahan yang harus dipecahkan adalah:

1. Bagaimana tingkat kesiapan teknologi berdasarkan komponen teknologi *technoware*, *humanware*, *inforware*, dan *orgaware* yang ada di galangan yang diteliti?
2. Sejauh mana metode PWBS bisa diterapkan di galangan kapal PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard jika dilihat dari aspek teknis?
3. Pengembangan seperti apa yang dapat diusulkan jika dilihat dari komponen teknologi *technoware*, *humanware*, *inforware*, dan *orgaware*?

1.3. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang ada, serta keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki, maka batasan masalah yang diambil yaitu:

1. Objek penelitian dibatasi pada aspek *technoware*, *humanware*, *inforeware* dan *orgaware* di galangan kapal secara teknis dalam pembangunan kapal perintis 750 DWT PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard.
2. Pengamatan secara langsung di galangan, wawancara dan pendekatan dengan metode teknometrik dan *Analytical Hyerarcy Process* digunakan untuk menganalisa sejauh mana kesiapan teknologi dan penerapan metode PWBS dan kesiapan teknologi jika dilihat dari empat komponen teknologi.
3. Penilaian kesiapan teknologi di galangan kapal lainnya yaitu untuk menentukan data sebaran kesiapan teknologi adalah galangan kapal di Surabaya dan sekitarnya yang membangun kapal-kapal milik pemerintah seperti PT. Orela Shipyard, PT Dok dan Perkapalan Surabaya, dan PT. Lamongan Marine Industry.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tesis ini yaitu:

1. Mengetahui dan mengevaluasi sejauh mana kesiapan teknologi galangan kapal dilihat dari aspek *technoware*, *humanware*, *inforeware* dan *orgaware*.
2. Mengetahui faktor-faktor teknis kesiapan komponen teknologi dalam penerapan metode PWBS di galangan kapal.
3. Mengusulkan perbaikan berdasarkan hasil pengukuran *technoware*, *humanware*, *inforeware* dan *orgaware* di galangan kapal.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang akan diperoleh dari penulisan tesis ini yaitu tersedianya suatu informasi dan acuan tentang analisis pengukuran teknologi pada galangan kapal, dengan memperhatikan komponen teknologi yaitu: *technoware*, *humanware*, *inforeware* dan *orgaware* dalam hubungannya dengan penerapan suatu metode pembangunan kapal yang lebih maju dan moderen seperti PWBS yang berorientasi pada IHOP, sebagai bentuk perencanaan strategi meningkatkan produktivitas dan daya saing galangan kapal dalam memajukan industri maritim.

1.6. Hipotesa Awal

Dari permasalahan dan tujuan penulisan yang sudah disebutkan sebelumnya, maka bisa diperkirakan yaitu sebagai berikut:

1. Dengan diketahuinya kondisi saat ini dan tingkat kesiapan teknologi galangan kapal, maka dapat memberikan pengusulan perbaikan teknologi produksi yang sesuai di galangan kapal yang diteliti.
2. Berdasarkan hasil analisis komponen teknologi, dapat diketahui sejauh mana metode PWBS dapat diterapkan dalam pembangunan kapal perintis 750 DWT untuk dapat meningkatkan produktivitas dan daya saing galangan kapal.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Konsep Teknologi

Perkembangan teknologi yang begitu pesat saat ini, menjadikan kemajuan ekonomi suatu bangsa dipengaruhi oleh inovasi dan penguasaan teknologi itu sendiri, selain itu teknologi menjadi daya dorong pertumbuhan industri. Teknologi selain menjadi salah satu elemen penting dalam perkembangan industri untuk bersaing dan mencapai kemajuan, kesiapan teknologi (*technological readiness*) juga merupakan salah satu pilar dalam daya saing suatu negara. Pilar kesiapan teknologi, mengukur bagaimana sebuah aktivitas ekonomi mengadopsi teknologi yang ada untuk meningkatkan produktivitas industrinya (Arwanto, 2011). Teknologi juga merupakan sumber kekuatan untuk industrialisasi, meningkatkan produktivitas, menyokong pertumbuhan kinerja, dan memperbaiki standar hidup suatu negara (Clark & Abernathy dalam Ellitan, 2003).

2.1.1. Pengertian Teknologi

Berdasarkan rumusan yang dikemukakan oleh *task force management technology* menyebutkan bahwa manajemen teknologi merupakan disiplin yang menjembatani bidang *engineering* dan *science* dengan bidang manajemen yang ditunjukkan untuk perencanaan (*planning*), pengembangan (*development*) dan implementasi (*implementation*) teknologi dalam rangka pencapaian sasaran strategis dan operasional suatu organisasi. Tujuan manajemen teknologi adalah untuk menciptakan dan/atau menambah nilai bagi perusahaan melalui teknologi, baik yang diciptakan sendiri maupun yang diperoleh dari luar (Nazaruddin, 2008).

Adapun beberapa definisi teknologi yaitu sebagai berikut:

- 1) Menurut Undang-Undang Republik Indonesia nomor 18 tahun 2002, teknologi adalah cara atau metode serta proses atau produk yang dihasilkan dari penerapan dan pemanfaatan berbagai disiplin ilmu pengetahuan yang

menghasilkan nilai bagi pemenuhan kebutuhan, kelangsungan, dan peningkatan mutu kehidupan manusia.

- 2) Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2015), teknologi adalah: a. metode ilmiah untuk mencapai tujuan praktis; ilmu pengetahuan terapan; b. keseluruhan sarana untuk menyediakan barang-barang yang diperlukan bagi kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia.
- 3) Teknologi merupakan alat, teknik, proses, dan pengetahuan yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu tugas (Gaynor, 1996).
- 4) Teknologi dapat dikatakan sebagai sebuah proses kreatif yang melibatkan manusia, pengetahuan, dan sumber-sumber material untuk menyelesaikan permasalahan dan meningkatkan efisiensi (Hall *et al.*, 1994 dalam Indrawati, 2003).

Keempat definisi teknologi ini menunjukkan bahwa teknologi tidak hanya berbicara tentang perangkat keras yang dapat diperoleh atau dibeli, tetapi teknologi juga berbicara tentang perangkat lunak. Teknologi perangkat lunak yang dimaksudkan disini dalam bentuk kemampuan yang tertanam dalam diri manusia, lembaga dan ilmu yang dikembangkan secara sistematis dengan memanfaatkan sumberdaya manusia.

Menurut Nazaruddin (2008), teknologi dapat dipandang sebagai kemampuan manusia yang mencakup:

- Teknologi yang terkandung dalam mesin, peralatan dan produk (*object embodied technology*)
- Teknologi yang terkandung dalam diri manusia seperti pengetahuan, sikap, perilaku dan ketrampilan (*human embodied technology*)
- Teknologi yang terkandung dalam organisasi dan manajemen (*organization embodied technology*)
- Teknologi yang terkandung dalam dokumen (*documents embodied technology*)

Teknologi dapat diklasifikasikan menurut beberapa kategori menurut Gaynor (1996), yaitu seperti berikut:

- *State-of-the-art-technologies*: teknologi yang sama atau melampaui pesaing
- *Proprietary technologies*: teknologi yang dilindungi oleh hak paten atau perjanjian kerahasiaan yang menyediakan keunggulan kompetitif yang terukur
- *Known technologies*: teknologi yang mungkin umum bagi banyak organisasi tetapi digunakan dengan cara yang unik
- *Core technologies*: teknologi ini merupakan teknologi penting untuk mempertahankan posisi daya saing
- *Leveraging technologies*: teknologi yang mendukung beberapa produk, lini produk, atau kelas produk
- *Supporting technologies*: teknologi yang mendukung teknologi inti
- *Pacing technologies*: teknologi tingkat pengembangan yang mengontrol laju produk atau proses pembangunan
- *Emerging technologies*: teknologi yang saat ini sedang dipertimbangkan untuk produk masa depan atau prosesnya
- *Scouting technologies*: penelusuran formal potensi produk dan proses teknologi untuk studi di masa depan atau untuk diaplikasikan
- *Idealized unknown basic technologies*: teknologi yang, jika tersedia, akan memberikan manfaat yang signifikan dalam beberapa aspek kehidupan.

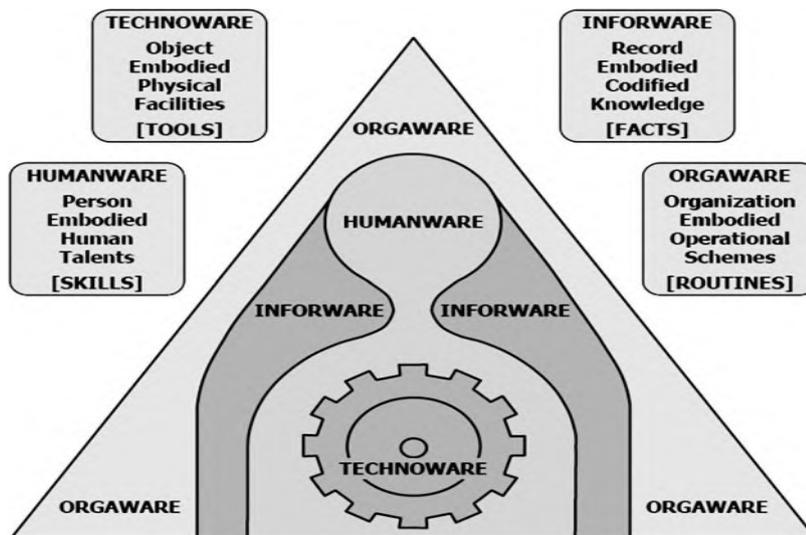
2.1.2. Manajemen Teknologi

Manajemen sebagai teknologi dapat digambarkan sebagai proses mengintegrasikan sumber daya unit bisnis dan infrastruktur yang pengelolaannya didefinisikan berdasarkan tujuan, sasaran, strategi dan operasi (Gaynor, 1996).

Manajemen teknologi merupakan disiplin yang menjembatani bidang *engineering* dan *science* dengan bidang manajemen yang ditunjukkan untuk perencanaan (*planning*), pengembangan (*development*) dan implementasi (*implementation*) teknologi dalam rangka pencapaian sasaran strategik dan operasional suatu organisasi (*task force management technology* dalam Nazaruddin, 2008). Setiap perusahaan manufaktur membutuhkan pengembangan

manajemen teknologi yang baik untuk dapat meningkatkan dan mempertahankan daya saing yang lebih baik dari sebelumnya, demikian halnya dengan industri galangan kapal. Jika suatu teknologi dapat dimanajemen dengan baik maka teknologi tersebut merupakan sebuah keunggulan kompetitif suatu perusahaan dimana sebagai cara meningkatkan proses, sehingga mengurangi biaya dan dapat menyediakan pelanggan (Gaynor, 1996).

Teknologi terdiri dari kombinasi empat komponen dasar yang membangunnya, yaitu perangkat teknologi (*technoware*), manusia (*humanware*), informasi (*inforeware*), dan organisasi (*orgaware*) yang disebut dengan metode teknometrik (*United Nation-Economics and Social for Asia and the Pasifik*, 1989) seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Empat komponen (Sharif, 1995 dalam Smith, 2007).

Dengan melihat interaksi dinamis pada komponen-komponen tersebut maka tingkat kecanggihan suatu teknologi dapat diketahui (Khafidho, 2014). Pengertian dari keempat komponen adalah sebagai berikut:

1. *Technoware (T)* atau perangkat keras adalah *object-embedded technology*: meliputi seluruh fasilitas fisik yang diperlukan dalam

operasi transformasi, seperti instrumen, peralatan, permesinan, alat pengangkutan, dan infrastruktur fisik;

2. *Humanware (H)* atau perangkat manusia adalah perangkat berwujud kemampuan manusia seperti keahlian, pengetahuan dan kreativitas dalam mengolah ketiga komponen yang lain.
3. *Infoware (I)* atau informasi adalah perangkat yang berwujud kerangka dokumen atau fakta seperti informasi, database, buku petunjuk, hasil penelitian dan sejenisnya.
4. *Orgaware (O)* atau perangkat organisasi adalah perangkat yang berwujud kerangka organisasi seperti kerangka organisasi, fasilitas kerja, metode pendanaan, jaringan kerja teknik negosiasi dan sejenisnya.

Dalam tulisannya Ramanathan (2001), menjelaskan bahwa proses teknologi merupakan suatu hasil yang tersedia akibat adanya ketersediaan keempat komponen teknologi dan interaksi dari komponen pendukungnya, selain itu syarat empat komponen teknologi untuk bisa berjalan efektif tergantung dari pertimbangan-pertimbangan, yaitu:

- *Technoware*: membutuhkan operator dengan tingkat kemampuan atau keahlian tertentu
- *Humanware*: harus mampu mengembangkan operasional *technoware*
- *Infoware*: memerlukan pembaruan terhadap fakta-fakta secara berkala
- *Orgaware*: harus dikembangkan secara berkelanjutan untuk mengantisipasi berbagai perubahan pada aktifitas transformasi produksi.

Empat komponen teknologi ini juga berkaitan satu sama lainnya (Wahyuddin, 2008), dimana keterkaitan tersebut mencakup:

- a. *Technoware* merupakan inti dari sistem transformasi. *Technoware* dibangun, disiapkan, dan dioperasikan oleh *humanware*.
- b. *Humanware* merupakan elemen kunci dari suatu operasi transformasi.
- c. *Humanware* menggunakan *infoware* dalam menjalankan operasi transformasi.

- d. *Inforware* juga digunakan oleh *humanware* dalam melakukan pembuatan keputusan dan dalam mengoperasikan *technoware*.
- e. *Orgaware* mengarahkan dan mengendalikan *nforware*, *humanware*, dan *technoware* dalam menjalankan operasi transformasi.

Suatu kegiatan transformasi, masing-masing komponen teknologi mempunyai tingkat *sophistication*. Suatu variasi tingkat *sophistication*, dalam masing-masing komponen teknologi dapat terjadi karena empat hal berikut:

- a. Kompleksitas operasi yang meningkat menyebabkan kebutuhan untuk mengembangkan dan menggunakan *technoware* dengan tingkat sofistifikasi yang lebih tinggi.
- b. Kebutuhan atas keterampilan akan meningkat untuk membangun, memperbaiki, memasang dan mengoperasikan *technoware* dengan tingkat sofistifikasi yang bervariasi, juga membutuhkan *humanware* dengan sofistifikasi yang berbeda.
- c. Karena tingkat *sophistication technoware* dan *humanware* meningkat, *sophistication inforware* yang dibutuhkan sebagai acuan juga meningkat.
- d. Karena adanya peningkatan jumlah dan ruang lingkup operasi dalam kegiatan transformasi, maka fungsi-fungsi manajemen juga akan semakin kompleks. Hal ini menyebabkan tingkat *sophistication* yang dibutuhkan dalam *orgaware* untuk mengintegrasikan *technoware*, *humanware* dan *inforware* akan semakin tinggi.

Untuk menghadapi persaingan pasar global, seluruh bisnis memiliki target *degree of sophistication* yang paling tinggi. Namun demikian, keempat komponen teknologi tersebut harus diperbarui secara simultan agar dapat berkompetisi dipasar. Setiap komponen teknologi akan memberikan kontribusi yang berbeda pada pertumbuhan dan tingkat *competitiveness* suatu siklus hidup perusahaan.

2.2. Galangan Kapal

Galangan Kapal merupakan suatu industri yang orientasinya untuk menghasilkan suatu produk berupa kapal (*ship*), struktur bangunan lepas pantai (*offshore structures*), bangunan apung (*floating plants*) dan lain-lain (Storch, 1995). Galangan kapal adalah suatu tempat dimana faktor-faktor produksi seperti tenaga

kerja (*man*), bahan (*material*), peralatan dan mesin (*machine*), tata cara kerja (*method*), dana (*money*), area pembangunan (*space*) dan sistem (*system*) dikelola dalam suatu sistem produksi (Wahyuddin, 2011).

Sesuai dengan geografisnya galangan kapal di Indonesia di pengaruhi oleh beberapa faktor dimana letak galangan kapal itu dibangun. Dalam hubungan ini dikenal 2 macam galangan menurut Soeharto dan Soejitno (1996), dalam Syaifi (2008) yaitu:

1. Galangan kapal daerah terbuka
Galangan kapal daerah terbuka adalah suatu galangan kapal yang dibangun menghadap langsung ke perairan terbuka.
2. Galangan kapal daerah tertutup
Galangan ini adalah suatu galangan kapal yang dibangun di tepi sungai dan biasanya digunakan untuk membangun/ mereparasi kapal-kapal yang berukuran kecil atau sedang.

Sedangkan jika dilihat berdasarkan aktifitasnya, galangan kapal dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis (Soeharto & Soejitno, 1997 dalam Syaifi, 2008) yaitu:

1. Galangan kapal khusus bangunan baru
Galangan yang hanya khusus membangun kapal – kapal baru. Jangka waktu pembangunan kapal baru relatif panjang.
2. Galangan kapal khusus reparasi
Galangan yang khusus melakukan pekerjaan reparasi kapal, baik *annual repair* maupun *special repair*.
3. Galangan kapal untuk bangunan baru dan reparasi (gabungan)
Galangan yang mempunyai aktifitas ganda yaitu bangunan baru dan reparasi.

2.2.1. Proses Produksi Kapal

Proses produksi di galangan kapal dalam menghasilkan barang maupun jasa, baik saat dalam produksi bangunan baru, konstruksi non kapal maupun saat melayani jasa reparasi terbagi dalam beberapa tahap (*multi stages*). Untuk

menunjang ketercapaian *output* yang diinginkan diperlukan dukungan teknologi yang tepat dan terbaru. Sebelum teknologi las ditemukan, tiap kapal dibangun dengan cara/urutan yang sama yaitu setelah lunas diletakkan gading-gading diletakkan baru kemudian memasang pelat setahap demi setahap, layaknya pembangunan kapal kayu. Proses ini diistilahkan berorientasi sistem (*system oriented*) artinya lunas dirakit sebagai sebuah sistem, kemudian sistem gading-gading di rakit, tahap berikutnya sistem kulit dan seterusnya sampai utuh menjadi kapal (Wahyudin, 2011). Setelah teknologi ditemukan dan las menggantikan sistem keling (*riveting*), pengembangan metode/teknologi pembangunan kapal memungkinkan untuk dapat dilakukan.

Dalam pembangunan kapal, proses produksi didasarkan atas spesifikasi yang diajukan sebagai syarat oleh *owner* (Storch, 1995). Padahal keseluruhan proses produksi galangan dalam pembangunan kapal bisa berubah apabila terjadi perubahan spesifikasi atau ikut sertanya pemesan/*owner* dalam tahapan tertentu.

Secara umum menurut Storch (1995), proses produksi kapal dikelompokan atas:

- a) Perumusan persyaratan (*Requirements*) dari pemesan/*owner*
Pemilik kapal memesan kapal sesuai kebutuhan dan kepentingan atas kapal tersebut misal kebutuhan akan kapal penumpang, kapal pesiar, kapal penelitian, kapal barang, kapal ikan, dan lainnya. Agar kapal yang dibuat nanti dapat mencerminkan keinginan pemilik kapal, maka *owner* memberikan spesifikasi khusus yang membedakan kapal itu dengan kapal yang lainnya.
- b) Desain konsep (*preliminary/ concept design*)
Berdasarkan deskripsi umum dari kapal yang akan dibangun, sesuai dengan hasil akhir tahap *preliminary design*, diperlukan informasi yang lebih detail untuk menyiapkan kontrak. Informasi ini disebut desain kontrak (*contract design*) yang harus memiliki *detail* yang cukup untuk melakukan perkiraan biaya dan waktu pengiriman (*delivery date*) dan performa kapal yang diinginkan.
- c) Kontrak *design*

Berdasarkan deskripsi umum dari kapal yang akan dibangun, sesuai dengan hasil akhir tahap *preliminary design*, diperlukan informasi yang lebih detail untuk menyiapkan kontrak. Informasi ini disebut design kontrak (*contract design*) yang harus memiliki detail yang cukup untuk melakukan perkiraan biaya dan waktu yang diperlukan oleh galangan untuk menyesuaikan pembangunan kapal.

d) Persetujuan kontrak (*bidding/contracting*)

Peninjauan ini akan dilakukan oleh pihak galangan yang berhak melakukan pembangunan kapal. Jika *owner* telah ikut serta dalam tahap *preliminary* dan atau *contract design* dengan negoisasi kontrak yang didasarkan pada *design* yang menguntungkan dan telah disetujui bersama, maka tidak perlu diadakan penawaran umum pada galangan-galangan. Hal yang sering terjadi adalah galangan melakukan penawaran kontak yang dianggap kompetitif berdasarkan *contract design* dan spesifikasi kepada *owner*. Hal ini disebut persetujuan kontrak biasanya berjalan dalam kurun waktu yang cukup lama dan rumit. Faktor yang mempengaruhi hal diatas adalah biaya waktu pengiriman (*delivery date*) dan performa kapal.

e) Perencanaan dan penjadwalan (*detail design, planning* dan *scheduling*)

Pada tahap detail *design* dan *planning* harus bisa menjawab pertanyaan *what, where, how, when* dan *by whom*. Pertanyaan *what* ditentukan berdasarkan bagian (*part*), pemasangan (*assembly*), dan sistem apa yang akan dibangun dan komponen apa yang akan dibeli merupakan awal dari *detail design*. *Where* dan *how* adalah pertanyaan mengenai penggunaan fasilitas galangan yang termasuk didalamnya penentuan lokasi peralatan pada galangan. Keberhasilan dari pekerjaan galangan secara langsung berhubungan dengan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut. Untuk menentukan urutan dari keseluruhan pekerjaan, termasuk pembelian dan pembuatan, demikian juga kebutuhan waktu untuk informasi (*design, planning* dan *approval*), maka dibutuhkan penjadwalan yang baik.

f) Pembangunan (*construction*)

Tahap selanjutnya adalah pembangunan kapal dimana urutan pekerjaan dan keseluruhan proses sesuai dengan perencanaan dan penjadwalan (*planning* dan *scheduling*). Urutan tersebut adalah:

• *Mould Loft* • *Fabrikasi* • *Assembly* • *Erection*

g) Penyerahan (*delivery*)

Setelah proses pembangunan kapal selesai, maka selanjutnya dilakukan penyerahan (*delivery*) kapal. Penyerahan meliputi peluncuran kapal (*launching*), percobaan kapal (*sea trial*) dan penyerahan kepada pemilik kapal (*owner*).

Dalam pembangunan kapal ada berbagai metode dan penggunaan teknologi yang diterapkan di galangan kapal. Masing-masing galangan kapal memiliki karakteristik teknologi yang berbeda-beda. Menurut sejarah, teknologi pembangunan kapal terus mengalami perkembangan, mulai dari tradisional atau konvensional sampai ke teknologi yang lebih maju dan modern.

Proses pembuatan kapal terdiri dari dua cara yaitu cara pertama berdasarkan sistem, cara kedua berdasarkan tempat. Proses pembuatan kapal berdasarkan sistem terbagi menjadi tiga macam yaitu sistem seksi, sistem blok seksi dan sistem blok (Marsahban, 2011).

- 1) Sistem seksi adalah sistem pembuatan kapal dimana bagian-bagian konstruksi dari tubuh kapal dibuat seksi perseksi.
- 2) Sistem blok seksi adalah sistem pembuatan kapal dimana bagian-bagian konstruksi dari kapal dalam fabrikasi dibuat gabungan seksi-seksi sehingga membentuk blok seksi, contoh bagian dari seksi-seksi geladak, seksi lambung dan *bulkhead* dibuat menjadi satu blok seksi.
- 3) Sistem blok adalah sistem pembuatan kapal dimana badan kapal terbagi beberapa blok, dimana tiap-tiap blok sudah siap pakai (lengkap dengan sistem perpipaannya).

Berkaitan dengan penelitian ini, pembahasan yang akan dilakukan adalah terkait dengan pembangunan kapal dengan sistem blok yang terintegrasi dengan perpipaannya, yaitu PWBS yang berdasarkan perkembangannya telah lama ada dan terbukti memberikan perkembangan dalam industri galangan kapal negeri-negera

seperti Jepang dan Amerika, namun di Indonesia belum diterapkan secara menyeluruh, sehingga diperlukan informasi yang terkait dengan metode tersebut.

2.2.2. Konsep *Product Oriented Work Breakdown Structure* (PWBS)

Product Oriented Work Breakdown Structure (PWBS) pertama kali diperkenalkan oleh Ishikawajima Heavy Industri (IHI) di Jepang yang kemudian pada tahun 1980an diadopsi oleh galangan kapal di Asia, Eropa dan Amerika seperti yang dijelaskan dalam laporan U.S. *Department Of Commerce* Administrasi Maritim yang bekerja sama dengan *Todd Pacific Shipyards* (1980).

Konsep PWBS ini membagi proses produksi kapal menjadi tiga jenis pekerjaan (Storch, 1985). Klasifikasi pertama adalah: *Hull construction, outfitting, painting*. Dari ketiga jenis pekerjaan tersebut mempunyai sifat yang berbeda-beda. Selanjutnya setiap jenis pekerjaan tersebut dibagi lagi ke dalam pekerjaan fabrikasi dan *assembly*.

Klasifikasi kedua adalah pembagian berdasarkan produk antara (*interim product*) misalnya produk antara di bengkel *fabrication, assembly*, dan bengkel *erection*. Pembagian ini berdasarkan sumber daya yang dibutuhkan. Sumber daya tersebut meliputi:

- Material, yang dipergunakan untuk produksi (langsung atau tidak langsung) misalnya pelat, permesinan kabel dan lain-lain.
- Tenaga kerja, yang dipergunakan untuk produksi (langsung atau tidak langsung) misalnya tenaga pengelasan, *fitting* dan lain-lain.
- Fasilitas, yang dipergunakan untuk produksi (langsung atau tidak langsung) misalnya gedung, dok, perlengkapan dan lain-lain.
- Biaya, yang dipergunakan untuk produksi (langsung atau tidak langsung) misalnya desain, transportasi dan lain-lain

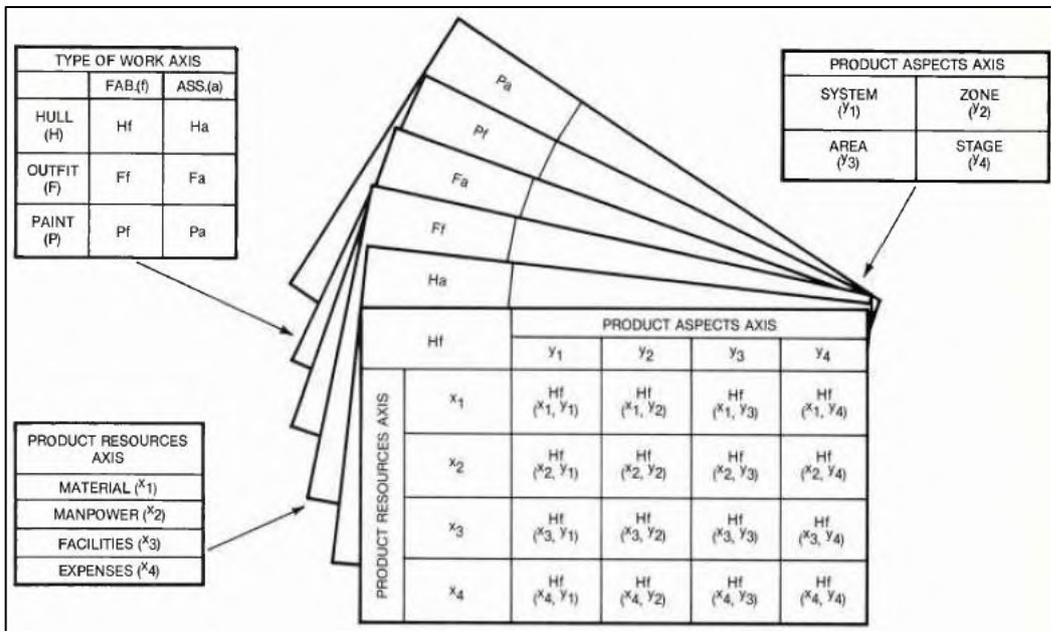
Klasifikasi ketiga adalah klasifikasi berdasarkan tiga aspek produksi, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pengawasan produksi. Aspek produksi yang pertama adalah *zone*, ini merupakan sarana ununtuk mempermudah proses perencanaan. Dua aspek produksi yang lain adalah *problem area* dan *stage*, yang

merupakan sarana pembagi proses pekerjaan mulai dari material sampai pada saat kapal diserahkan kepada *owner*.

Definisi dari keempat aspek produksi tersebut adalah sebagai berikut:

- *Zone* adalah suatu tujuan proses produksi yang merupakan lokasi dari suatu hasil produksi misalnya ruang muat dan bangunan atas
- *Area* adalah pembagian proses produksi menurut kesamaan proses produksi yang dapat berdasarkan bentuk, kualitas, kuantitas atau macam pekerjaan.
- *Stage* adalah pembagian proses produksi sesuai dengan urutan pengerjaannya seperti fabrikasi, *assembly*, *erection* dan pemasangan *outfitting*.

Elemen-elemen PWBS memiliki hubungan satu sama lainnya, dimana seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2.

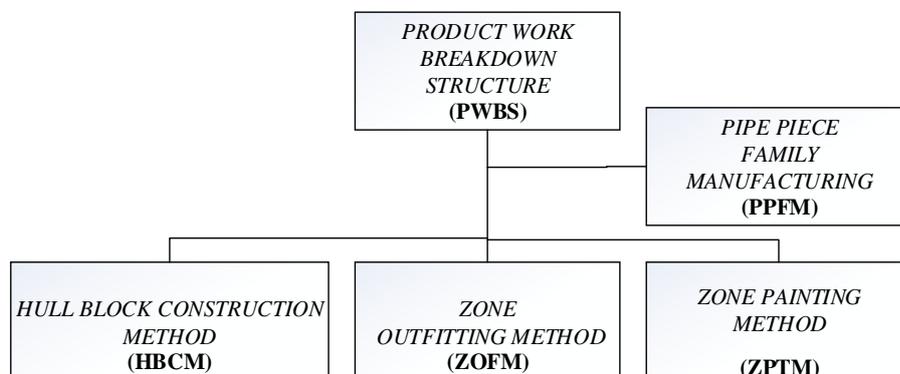


Gambar 2.2. Elemen PWBS dan hubungannya satu dengan yang lain (U.S. Department of Transportation Maritime Administration in coop Gration with Todd Pacific Shipyards Corporation, 1980).

Gambar 2.2 menjelaskan bahwa tiga jenis pekerjaan yang ada, masing-masing dibagi dalam klasifikasi fabrikasi dan perakitan (*assembly*) yang biasanya terkait hanya dengan pekerjaan konstruksi lambung (*hull construction*) dan perlengkapan (*outfitting*). Dalam klasifikasi pengecatan (*painting*), fabrikasi berlaku untuk pembuatan atau mempersiapkan pengecatan dan perakitan.

Pembagian dan pengklasifikasian pekerjaan berdasarkan PWBS secara langsung memengaruhi desain dan perencanaan dalam pengaturan organisasi yang secara teknis mengarah pada pembagian divisi kerja yang sesuai seperti pemisahan antara pekerjaan *hull construction*, *outfitting* dan *painting* (U.S. *Department of Transportation Maritime Administration*, 1984).

PWBS, secara menyeluruh mengintegrasikan sumberdaya galangan kapal pada 3 jenis dasar pengerjaan pembangunan kapal. Adapun Komponen atau ruang lingkup pekerjaan dari sistem PWBS dapat diperlihatkan pada gambar 2.3.



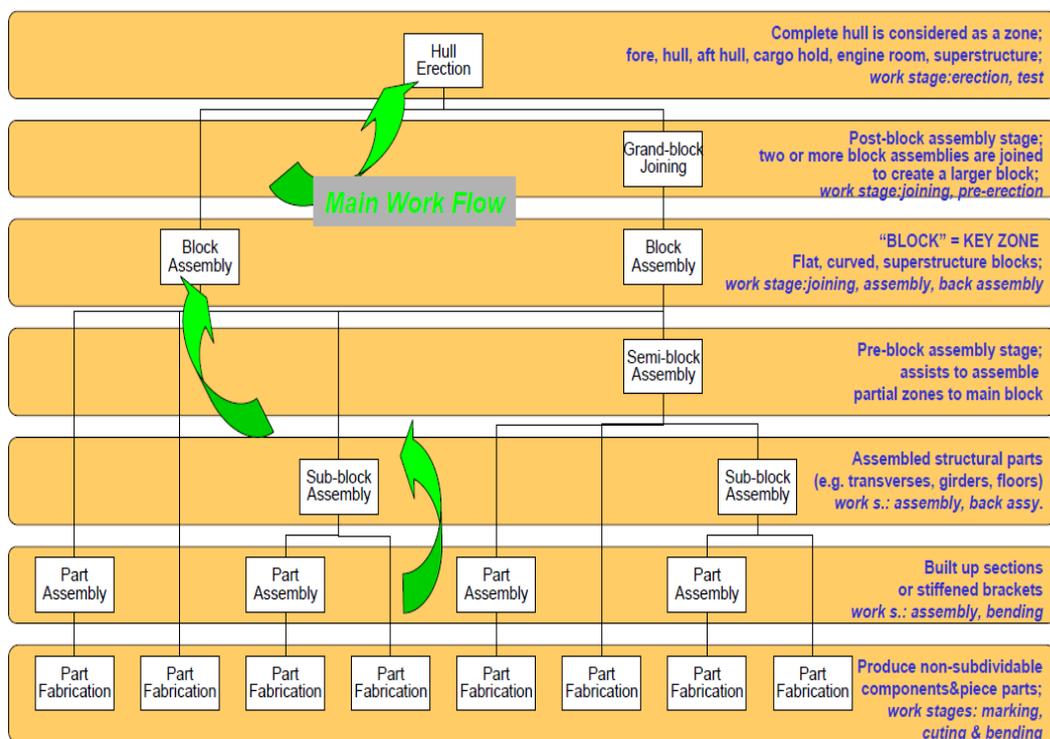
Gambar 2.3. Komponen *Product Work Breakdown Structure* (PWBS) (Storch, 1995)

Mewujudkan pembangunan kapal dengan metode *Product Work Breakdown Structure* (PWBS), proses produksi dititik beratkan pada bengkel-bengkel yang menghasilkan produk antara (*interim production*). Tipe pekerjaan dari *Product Oriented Work Breakdown Structure* (PWBS), adalah menentukan dahulu metode yang berorientasi pada zona (*zone oriented*) pekerjaan, yaitu:

- *Hull Block Construction Methode* (HBCM)

- *Zone Outfitting Method (ZOFM)*, dan
- *Zone Painting Method (ZPTM)*

Tingkat manufaktur atau tahapan untuk *Hull Blok Construction Method* didefinisikan sebagai kombinasi dari operasi kerja yang mengubah berbagai masukan ke dalam produk antara (*interim products*) yang berbeda, seperti bahan baku (*material*) menjadi *part fabrication*, *part fabrication* menjadi *sub block assembly* dan lain – lain, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4. Tingkat manufaktur atau tahapan *Hull Block Construction Method* (Storch, 1995 dalam Odabasi, 2009)

Dari Gambar 2.4 dapat dijelaskan bahwa tahapan *Hull Block Construction Method (HBCM)* menunjukkan tingkatan manufaktur, dimana material atau pelat setelah mengalami pekerjaan fabrikasi (*part fabrication*) selanjutnya di proses menjadi produk *assembly (part assembly)*. Pada tahapan ini terdapat juga produk fabrikasi yang digabung menjadi produk *sub block assembly* yang kemudian digabung menjadi blok (*block assembly*). Tahap selanjutnya antar *block assembly*

digabung mejadi blok besar (*grand block*) dan sampai membentuk suatu badan kapal (*hull construction*).

Pengelompokan aspek produksi dimulai dengan kapal sebagai zona. Tahap pertama adalah membagi tahapan pembangunan kapal menjadi tujuh tingkat, empat alur kerja utama dan tiga dari aliran yang diperlukan seperti yang dijelaskan di atas. Masing-masing produk antara (*interim product*) kemudian diklasifikasikan berdasarkan bidang masalah dan tahap yang diperlukan untuk proses manufaktur. Pada tahap pertama, perencanaan paket pekerjaan kapal dibagi ke dalam lambung kapal bagian depan (*fore hull*), ruang muat (*cargo hold*), ruang mesin (*engine room*), lambung belakang (*after hull*) dan bangunan atas (*superstructure*) karena mereka memiliki manufaktur dan masalah yang berbeda.

Tingkat berikutnya, tingkat sebelumnya kemudian dibagi menjadi blok panel datar dan melengkung yang diklasifikasikan sesuai dengan bidang masalah. Produk dari semi blok, sub-blok, bagian perakitan dan bagian fabrikasi, sampai pekerjaan tidak dapat dibagi lagi (*hull erection*) merupakan tahapan akhir dari pembangunan konstruksi lambung kapal.

Dengan memperhatikan tujuan-tujuan dalam merencanakan konstruksi lambung dengan tujuh tingkat seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4 yang dimulai dengan tingkat blok, pekerjaan dibagi ke bagian tingkat fabrikasi untuk tujuan mengoptimalkan alur kerja. Sebaliknya, pekerjaan yang diperuntukan ditingkat *grand block* berfungsi untuk mengurangi durasi yang diperlukan pada saat *erection* di landasan pembangunan (*building berth*). Klasifikasi dari aspek produksi *Hull Block Construction Method* (HBCM) dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Pengelompokan umum berdasarkan aspek produksi yang disajikan dalam Gambar 2.5 adalah kombinasi horisontal yang mencirikan berbagai jenis aspek pekerjaan yang diperlukan dan dilakukan untuk setiap tingkat, sedangkan kombinasi vertikal dari berbagai jenis aspek pekerjaan menunjukkan jalur proses untuk pekerjaan konstruksi lambung yang berkaitan dengan urutan dari bawah ke atas menunjukkan tingkat pekerjaan, sedangkan dalam proses perencanaan dilakukan dengan urutan dari atas ke bawah berdasarkan aspek-aspek produksi.

Dari gambar-gambar tersebut yang paling diperhatikan adalah aspek produksi berdasarkan *problem area*, dimana badan kapal dibagi menjadi beberapa

bagian, yaitu: *after hull* (bagian belakang), *cargo hold* (bagian ruang muat), *engine room* (bagian kamar mesin), *fore hull* (bagian depan) dan *superstructure* (bagian bangunan atas).

PLAN'G LEVEL	MFG LEVEL	PRODUCT ASPECTS										CODES				
		ZONE	AREA					STAGE					ZONE	AREA	STAGE	
1	7	SHIP	FORE HULL	CARGO HOLD	ENGINE ROOM	AFT HULL	SUPERSTRUCTURE	TEST					SHIP NO.	BLOCK CODE	STAGE CODE	
								ERECTION								
2	6	BLOCK	FLAT PANEL	CURVED PANEL	SUPERSTRUCTURE	BACK PRE-ERECTION		NIL			GRAND BLOCK CODE	GRAND BLOCK CODE	STAGE CODE			
						PRE-ERECTION		NIL								
						JOINING		NIL								
3	5	BLOCK	NIL	FLAT	SPECIAL FLAT	CURVED	SPECIAL CURVED	SUPERSTRUCTURE	BACK ASSEMBLY		NIL		BLOCK CODE	BLOCK CODE	STAGE CODE	
									ASSEMBLY							
									FRAMING		NIL					
									PLATE JOINING		NIL					
									BACK ASSEMBLY		NIL					
4	4	SUB-BLOCK	NIL	SIMILAR SIZE IN A LARGE QUANTITY	SIMILAR SIZE IN A SMALL QUANTITY	BACK ASSEMBLY		NIL			SEMI-BLOCK CODE	SEMI-BLOCK CODE	STAGE CODE			
						ASSEMBLY										
						PLATE JOINING		NIL								
						BACK ASSEMBLY		NIL								
5	3	SUB-BLOCK	NIL	ASSEMBLY					SUB-BLOCK CODE	SUB-BLOCK CODE	STAGE CODE					
				BENDING		NIL										
6	2	SUB-BLOCK	SUB-BLOCK PART	BUILT-UP PART	ASSEMBLY					ASSEMBLED PART CODE	STAGE CODE					
					BENDING		NIL									
7	1	PART	PARALLEL PART FROM PLATE	NON-PARALLEL PART FROM PLATE	INTERNAL PART FROM PLATE	PART FROM ROLLED SHAPE	OTHER	BENDING		NIL		PART CODE	PART CODE	STAGE CODE		
								MARKING & CUTTING								
								PLATE JOINING		NIL						

Gambar 2.5. Klasifikasi dari aspek produksi *Hull Block Construction Method* (Storch, 1995).

Pekerjaan badan kapal berdasarkan *Hull Block Construction Method* (HBCM) dapat dibagi menjadi beberapa bagian seperti yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Parts Fabrication

Parts fabrication adalah tingkat pengerjaan yang pertama. Pada tahapan ini yaitu terkait memproduksi komponen atau zona untuk konstruksi lambung yang tidak dapat dibagi lagi. Jenis paket pekerjaan yang dikelompokkan oleh zona:

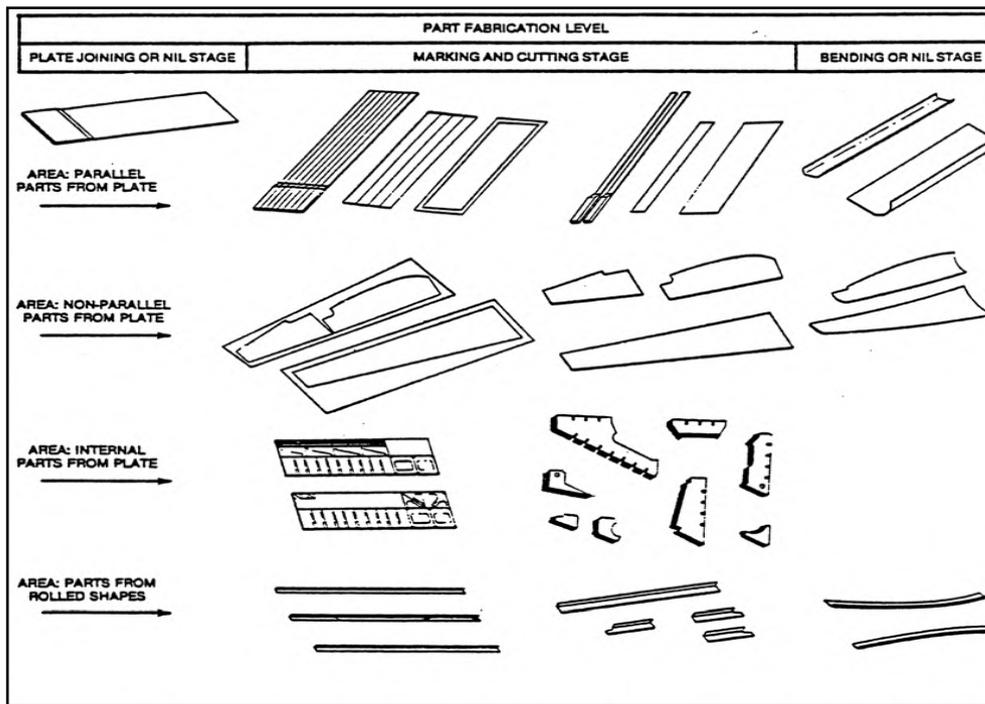
➤ *Area*, yaitu untuk menghubungkan bagian bahan baku (*material*) yang selesai, proses fabrikasi dan fasilitas produksi yang sesuai secara terpisah untuk:

- *Parallel parts from plate* (bentuk paralel dari pelat)
- *Non parallel part from plate* (bentuk non-paralel dari pelat)
- *Internal part from plate* (internal dari pelat)
- *Part from rolled shape* (bentuk dari material berbentuk roll)
- *Other parts* (bentuk yang lain) misalnya pipa, dan lain – lain.

➤ *Stage*, setelah dilakukan pengelompokan berdasarkan *zona*, *area*, dan *similarities* (kesamaan) kemudian bagian jenis dan ukuran, sebagai berikut:

- Penggabungan pelat atau *nil* (tidak ada aliran produksi, sehingga dibiarkan kosong dan dilewati dalam aliran proses).
- Penandaan dan pemotongan.
- Pembengkokan atau *nil*

Part fabrication yaitu memproduksi komponen atau zona untuk konstruksi lambung yang tidak dapat dibagi lagi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



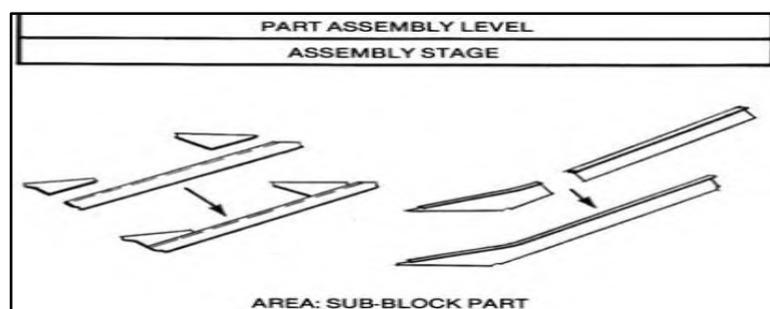
Gambar 2.6. *Parts fabrication* yang tidak dapat dibagi lagi (Storch, 1995)

2. Part Assembly

Part Assembly adalah tingkat pekerjaan kedua yang berada di luar aliran kerja utama (*main work flow*) dan dikelompokkan berdasarkan area seperti:

- *Built-up parts*
- *Sub-blok parts.*

Bagian perakitan (*Part Assembly*) dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut:



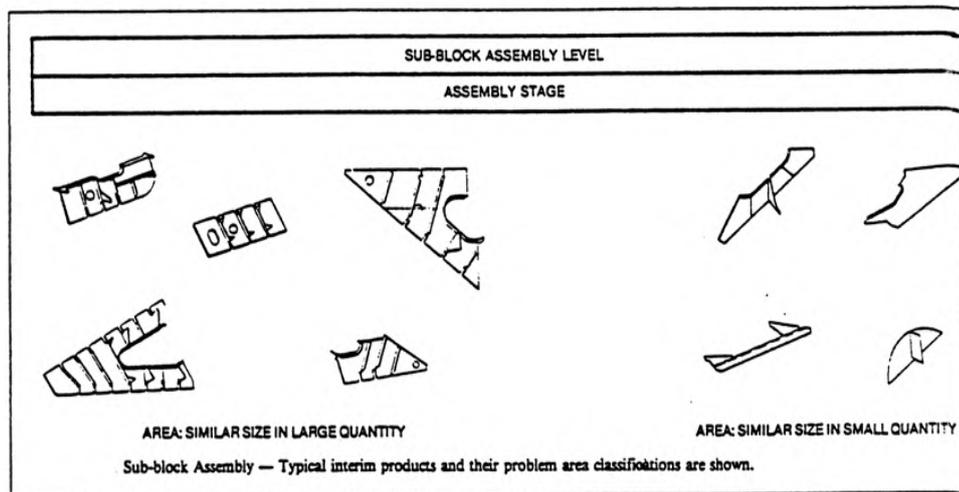
Gambar 2.7. *Part Assembly* yang berada di luar aliran kerja utama (Storch, 1995)

3. Perakitan sub-blok (*Sub-block Assembly*)

Sub-block Assembly adalah tingkat pengerjaan ketiga. Pembentukan daerah (*zone*) pada umumnya terdiri dari sejumlah fabrikasi atau hasil bentuk *assembly*. Paket pekerjaan dikelompokkan berdasarkan tingkat kesulitan untuk:

- *Similar size in large quantity* (ukuran yang sama dalam jumlah besar), misalnya besar melintang *frame*, balok-balok, *floor* dan lain-lain.
- *Similar size in small quantity* (ukuran yang sama dalam jumlah yang sedikit)

Sub-blok perakitan (*Sub-block Assembly*) dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. *Sub-Assembly by Area* (Storch, 1995)

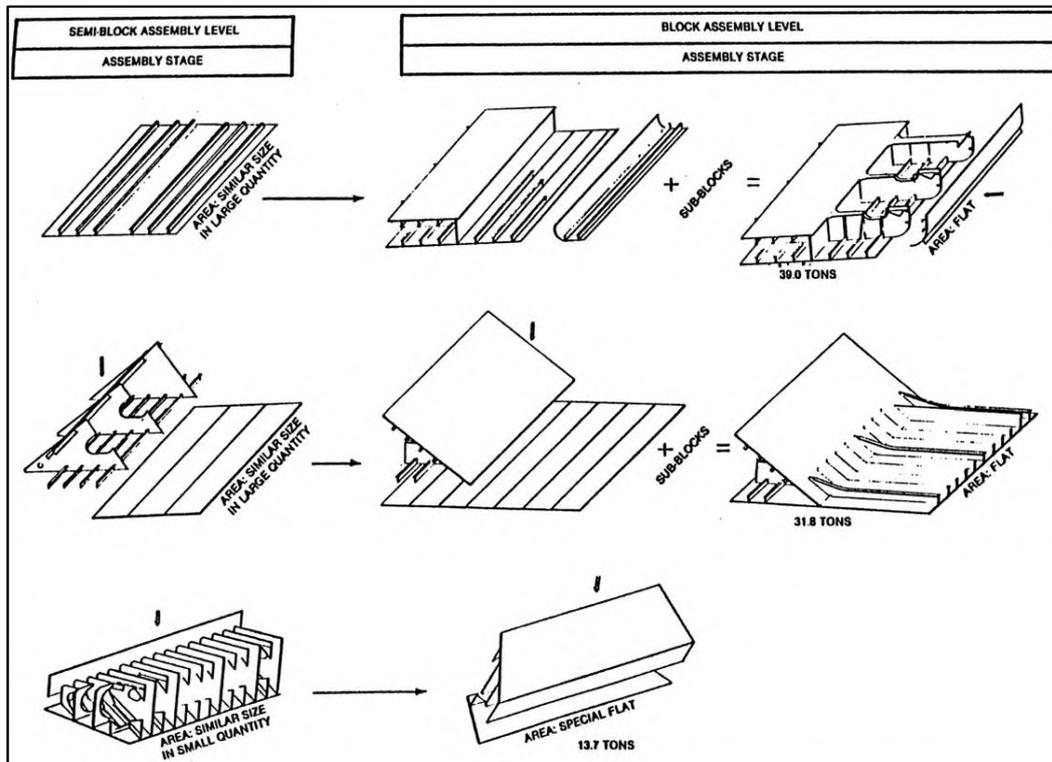
4. *Semi-block dan Block Assembly dan Grand-Block Joining*

Semi-block, block assembly dan grand-block joining terdiri dari tiga tingkat perakitan, yaitu:

- *Semi-block assembly*
- *Block assembly* dan
- *Grand-block joining*.

Ketiganya merupakan tingkat pengerjaan selanjutnya dengan urutan sesuai dengan urutan di atas. Dari ketiganya, hanya *block-assembly* yang termasuk dalam aliran pekerjaan utama, sedangkan yang lainnya merupakan alternatif yang berguna

untuk tingkat perencanaan. Semua direncanakan sesuai dengan konsep pengelompokan paket pekerjaan berdasarkan area dan *stage*.



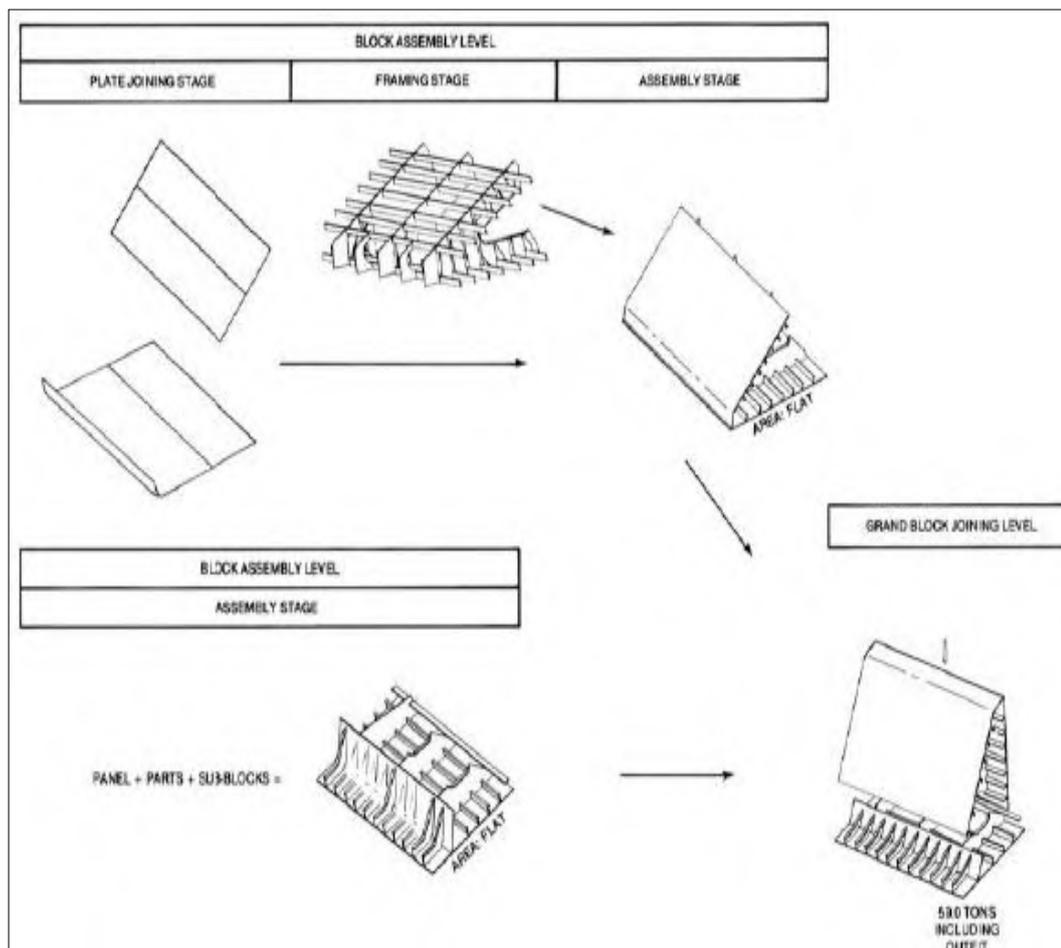
Gambar 2.9. *Semi-block* dan *block assembly* (Storch, 1995)

Tingkat *semi-block assembly* pembagiannya berdasarkan tingkat kesulitan yang sama seperti tingkat *sub-block*. Kebanyakan semi-blok ukurannya dan dimensinya agak kecil sehingga dapat diproduksi dengan fasilitas perakitan *sub-block*. Di perencanaan kerja, ini harus menjadi titik perbedaan untuk memisahkan perakitan *semi-block* dari perakitan blok.

Tingkat *block assembly* yang termasuk dalam aliran utama pekerjaan, pembagiannya berdasarkan tingkat kesulitan yaitu

- *Flat* (pelat datar)
- *Special flat* (pelat datar khusus)
- *Curve* (bentuk lengkung)
- *Superstructure* (bangunan atas)

Tingkat *grand-block joining* yang berada di luar aliran produksi yang utama diperlukan bila divisi zona dari sebuah kapal besar yang diterapkan pada sebuah kapal kecil untuk mencapai keseimbangan kerja yang seragam. Ukuran blok yang lebih kecil digabung menjadi *grand-blok* dengan tujuan meminimalkan waktu kerja yang diperlukan dalam pembangunan kapal di landasan pembangunan (*building berth*) untuk di *erection*. Pembagiannya berdasarkan tingkat kesulitan, yaitu di bagi menjadi: *flat panel* (panel datar), *curved panel* (panel kurva), *superstructure* (panel bangunan atas). *Semi-block and block assembly* dan *grand-block joining* dapat dilihat pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10.



Gambar 2.10. *Block Assembly* dan *Grand-Block Joining* (Storch, 1995)

5. Hull Erection

Erection adalah tingkat paling akhir dari proses konstruksi lambung kapal, dimana tingkat kesulitan pada tingkat ini dibagi berdasarkan:

- *Fore hull* (bagian depan lambung kapal)
- *Cargo hold* (ruang muat)
- *Engine room* (bagian kamar mesin)
- *After hull* (bagian belakang lambung kapal)
- *Superstructure* (bagian bangunan atas)

Pada tahap ini hanya dibagi menjadi dua jenis pekerjaan yaitu:

- 1) *Erection* (penyambungan)
- 2) *Test* (pengujian).

Pengujian pada tingkat ini seperti tes tangki, sangat penting ketika sebuah produk antara (*interim product*) selesai. Ini diperlukan untuk pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan sesuai dengan spesifikasi. Hasilnya dicatat dan analisis untuk dilakukan perbaikan lebih lanjut.

Storch (1995), menyebutkan *process lane* badan kapal dibagi menjadi beberapa bagian/ kategori berdasarkan pada tingkat kesulitan pengerjaannya. Pembentukan kategori blok ini menentukan aliran dari *process lane* yang akan dibuat.

Jenis kategori tersebut adalah:

- *Flat panel*, blok – blok dalam jumlah yang banyak dengan proses *assembly* paling mudah. Konstruksinya terdiri dari beberapa bagian pelat datar dengan sedikit pekerjaan fabrikasi yang *diassembly* hanya membetuk geladak, sekat, dasar ganda, dan lambung sisi kapal.
- *Curved shell block*, blok ini sudah terdapat bagian yang melengkung cukup besar sehingga memerlukan pekerjaan *ending* yang cukup lama dan peralatan *bending* yang memadai khususnya pelat lambung kapal bagian depan, bagian belakang dan daerah *bilga*.
- *Superstructure block*, blok ini terdiri dari pelat – pelat datar yang digabung. Pengerjaannya tidak terlalu sulit dan tidak memerlukan peralatan yang khusus.

- *Engine room* dan *inner bottom*, blok ini berbentuk datar, tetapi dalam pengerjaannya perlu ketelitian yang tinggi sehingga memerlukan tenaga kerja yang terampil.
- *Special block*, merupakan bentuk blok yang khusus. Kategori blok ini adalah konstruksi kemudi, *hatch coaming* dan lain – lain.

Secara umum, PWBS membutuhkan kesiapan galangan kapal dari 5 aspek yaitu: material (*material*), sumber daya manusia (*man*), modal (*money*), peralatan (*machine*) dan juga metode (*methode*). Menurut Storch (1995), penggunaan komputer perlu dilakukan dalam industri pembangunan kapal, yaitu mencakup; estimasi, desain, rekayasa, penggambaran, perencanaan, penjadwalan, akuntansi, pembelian, pengendalian material, operasi NC, robot, *accuracy control*, jaminan mutu, pengendalian penyimpanan, dan evaluasi.

Teknologi produksi yang lebih maju dalam pembangunan kapal akan mengoptimalkan pembangunan beberapa kapal niaga seri yang dibangun secara *parallel*, dimana komponen-komponen sejenis dapat diproduksi massal dengan metode PWBS dan secara langsung akan berujung adanya revitalisasi fasilitas dan peralatan, penguasaan teknologi, pengembangan *database* desain dan standar produk antara, sesuai dengan kapasitas dan tipe kapal yang menjadi produk unggulan (Ma'ruf, 2014).

2.2.3. Produktivitas dan Daya Saing Galangan Kapal Nasional

Produktivitas bagi galangan merupakan faktor yang harus diperhatikan dan ditingkatkan karena merupakan tolok ukur keberhasilan galangan itu sendiri. Dalam hal ini merupakan sejumlah *output* yang dihasilkan oleh galangan dari sejumlah *input* yang diberikan. *Input* ini bisa berupa bahan (*material*), sumber daya manusia (*man*), modal (*money*), peralatan (*machine*) dan juga metode (*methode*). Faktor-Faktor utama yang mempengaruhi produktivitas yang juga menjadi tolak ukur apakah galangan kapal tersebut bisa berkembang atau tidak produktivitasnya (Supomo, 2008), adalah sebagai berikut:

1. Teknologi
2. Fasilitas

3. Kemampuan manajemen
4. Pengaturan pekerjaan
5. Pelaksanaan pekerjaan
6. Tingkat keahlian pekerja dan motivasi pekerja.

Besarnya kapasitas produksi sangat dipengaruhi ketersediannya dan kemampuan faktor-faktor produksi yang dimiliki dan kontribusinya dalam pencapaian target produksi perusahaan, dimana kapasitas produksi ini merupakan kemampuan maksimum dari alat-alat produksi untuk menghasilkan *output* produk dalam periode tertentu. *Skill* tenaga kerja, kecanggihan alat-alat produksi, ketersediaan infrastruktur dan penerapan metode produksi yang tepat sangat menentukan kapasitas produksi tersebut. Kaitannya dengan hal itu, kesiapan galangan kapal haruslah diukur dan dievaluasi. Berdasarkan input faktor-faktor yang berpengaruh tersebut, analisis produktivitas di beberapa galangan kapal nasional yang ada di Jawa Timur dan Madura menunjukkan produktivitas PT. Dumas adalah 24,08 JO/CGT, PT. PAL adalah 27,49 JO/CGT, PT.DPS adalah 27,86 JO/CGT, dan PT. Adiluhung sebesar 45, JO/CGT (Arif, 2014).

Kaitannya dengan pengukuran daya saing galangan kapal nasional, berdasarkan penelitian Ma'ruf (2006), pada galangan kapal kelas menengah yang ada di Indonesia, menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi daya saing galangan kapal nasional kelas menengah yaitu: *shipyard management, process technology, product performance, price quotation* untuk strategi internal. Faktor strategi internal dan eksternal secara langsung seharusnya dapat membentuk pemikiran yang terarah dan berkesinambungan untuk galangan kapal nasional, untuk melakukan revitalisasi yang berorientasi pada manajemen teknologi yang lebih maju dan moderen (Ma'ruf, 2009). Industri galangan kapal merupakan perusahaan manufaktur yang memiliki karakter khusus yaitu padat modal, padat karya, dan waktu pengembalian investasi yang lama. Pengembangan suatu perusahaan galangan kapal nasional juga sangat bergantung pada daya saing industri dan daya saing nasional (Ma'ruf, 2007).

Dari uraian ini, maka bisa dijelaskan bahwa keberadaan peranan manajemen teknologi tak bisa diabaikan dalam mendukung daya saing suatu perusahaan galangan kapal. Teknologi bagi industri galangan kapal adalah sebuah alat yang

digunakan untuk merubah bahan baku menjadi suatu produk kapal dan juga secara keseluruhan memberikan nilai tambah dalam proses produksi kapal.

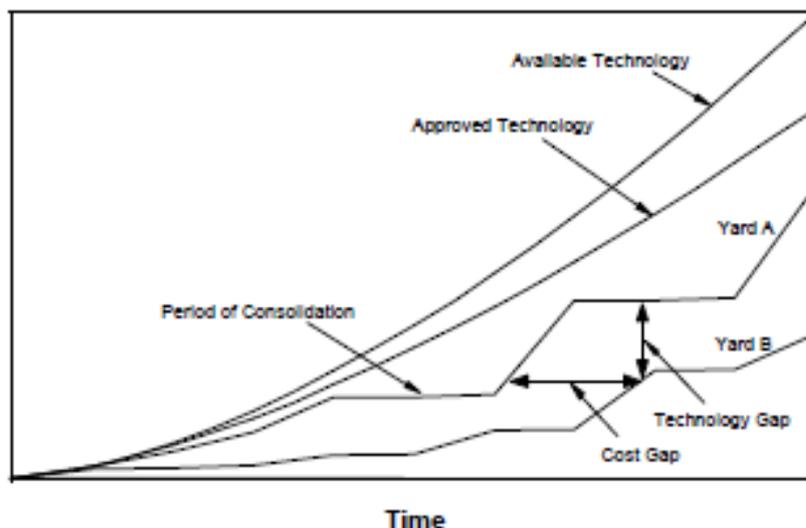
2.2.4. Gambaran Ukuran Teknologi di Galangan Kapal

Birmingham (1997), menjelaskan bahwa galangan kapal menggunakan elemen teknologi yang telah tersedia dan mengadopsinya untuk meningkatkan produktivitas dan pada akhirnya yaitu peningkatan performa. Hal ini sejalan dengan yang diuraikan Gaynor (1996), dimana pada level industri keberadaan teknologi memberikan dampak dorongan yang nyata bagi peningkatan produktivitas dan daya saing suatu perusahaan manufaktur.

Menurut Birmingham (1997), level teknologi yang diadopsi di galangan kapal setiap saat tergantung pada:

- Teknologi yang tersedia
- Teknologi yang telah disetujui (*approved*), dan
- Struktur keuangan galangan kapal

Kondisi antara ketiga level ini yaitu dapat dilihat pada pola yang ditunjukkan Gambar 2.11 berikut ini.



Gambar 2.11. Pola pembangunan galangan kapal dalam kaitannya dengan teknologi yang tersedia (Birmingham, 1997).

Teknologi itu sendiri terdiri dari dua, yaitu *hard* dan *soft* aspek. Teknologi *Hard* yaitu mengarah pada alat bantu fisik dan perlengkapan (*hardware*) yang dibutuhkan dalam mendisain dan membangun kapal di galangan kapal seperti peralatan pengelasan, robot-robot, CAD-CAM, dan lainnya. Sedangkan untuk teknologi aspek *soft* yaitu mengarah pada manajemen, organisasi dan prosedur yang memaksimalkan penggunaan fasilitas yang ada dan sumberdaya manusia, prosedur, proses dan sistem untuk tujuan perencanaan, *quality control*, pengontrolan biaya, pengontrolan material, pendidikan dan pelatihan, serta lainnya (Birmingham, 1997). Birmingham, juga mengemukakan pengukuran teknologi sebagai bentuk audit di galangan kapal bisa dilakukan dengan cara mengukurnya berdasarkan skala 5 level, yaitu:

- **Level 1**, adalah praktek galangan kapal pada tahun 60an, dengan beberapa *berths* dan *crae* yang berukuran kecil. Ada sedikit mekanisasi dan perlengkapan sebagian besar dikerjakan di atas kapal setelah peluncuran.
- **Level 2**, mencerminkan praktek terbaik dari 70-an, dengan *dock* yang lebih sedikit, *crane* yang lebih besar dan beberapa mekanisasi. Komputer digunakan untuk beberapa sistem operasi.
- **Level 3**, adalah tahap pertama dicapai dalam 70-an di galangan kapal baru atau sepenuhnya dikembangkan kembali di AS, Eropa, dan Jepang. Sebuah *dock* yang dilengkapi oleh *crane* besar dengan beberapa perlindungan lingkungan. Ada mekanisasi pada tingkat tinggi dan penggunaan komputer.
- **Level 4**, adalah teknologi dari 80-an dengan *single dock* yang terlindungi dengan baik, dengan sistem operasi sepenuhnya dikembangkan dan *outfitting* ekstensif lebih awal.
- **Level 5**, adalah keadaan saat ini (*State of the art*) dengan otomatisasi di beberapa bagian, dan sistem operasi yang terintegrasi secara ekstensif menggunakan CAD/CAM. Hal ini ditandai dengan kontrol komputer dibantu material efisien dan sistem mutu yang efektif.

Kelima level teknologi tersebut digunakan untuk menggambarkan seluruh galangan, tapi deskripsi serupa telah ditetapkan untuk masing-masing modul audit, dan untuk elemen dasar dalam setiap modul.

Kondisi dari kelima level inipun, jika telaah lebih jauh maka dengan melihat kondisi galangan kapal nasional saat ini bisa diukur juga dengan skala tersebut. Hal ini tidak terlepas dari kondisi galangan kapal yang secara keberadaannya secara umum berukuran sedang sampai kecil, dengan peralatan yang kebanyakan berkapasitas kecil dibandingkan galangan kapal asing dan kondisi fasilitas yang kebanyakan sudah tua dan memerlukan revitalisasi.

2.2.5. Arah Pengembangan Industri Galangan Kapal Nasional

Keberadaan Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar, membutuhkan akses penghubung antara satu pulau dengan pulau yang lainnya, sehingga pembangunan kapal nasional mendapat perhatian yang tinggi dari pemerintah maupun swasta. Hal ini merupakan momentum bagi galangan kapal nasional untuk meningkatkan produktivitas dan daya saingnya. Berkaitan dengan program tol laut yang direncanakan akan menghasilkan pemerataan pembangunan di seluruh Indonesia, maka pemerintah melakukan pengadaan kapal pada tahun 2015 samapi dengan tahun 2019 dengan jumlah yang cukup banyak dan berbagai tipe maupun ukuran.

Tabel 2.1. Pengadaan Kapal tahun 2015-2019

DITJEN HUBLA	
TAHUN 2015 (APBN)	93 Unit
KAPAL PATROLI (DIT. KPLP)	73 Unit
Kelas I <i>Marine Disaster Prevention S</i>	5 Unit
Kelas I <i>Fast Patrol</i>	25 Unit
Kelas II	2 Unit
Kelas III Alumunium	6 Unit
Kelas IV Fiber	10 Unit
Kelas V <i>Fiberglass Reinforced Plastics</i>	25 Unit
KAPAL PERINTIS (DIT. LALA)	10 Unit
Tipe 200 DWT	2 Unit
Tipe 500 DWT	2 Unit
Tipe 750 DWT	6 Unit
KAPAL NAVIGASI (DIT. NAVIGASI)	10 Unit

Kapal Induk Perambuan	5 Unit
Kapal Pengamat Perambuan	5 Unit

Sumber: Bappenas dalam FGD-BPPT (2015).

Tabel 2.2. Tabel rencana APBN-P tahun 2016

Rencana 2016 (APBN-P)	85 Unit
Perintis tipe 750 DWT	5 Unit
Perintis tipe 1200 GT	20 Unit
Perintis tipe 2000 GT	25 Unit
Semi Container 100 TEUs	15 Unit
Rede	20 Unit
Ternak	5 Unit

Sumber: Bappenas FGD-BPPT (2015)

Tabel 2.3. Kebutuhan Kementerian Hubungan Laut tahun 2015-2019

Tahun	2015	2016	2017	2018	2019
Container 1000 TEUs	10	10	9	9	8
Container 3000 TEUs			12	12	13
Kapal Perintis	13	13			
Kapal Utama (APBDN)	50	10	20	14	10
Percepatan (APBNP)	-	3	10	10	10
Pengganti			3	3	1
Trayek keperintisan barang dan penumpang, penumpang	89	96	136	160	192
Trayek perintis barang	6	6	6	6	6

Sumber: Bappenas FGD-BPPT (2015)

Dari keseluruhan data yang ada pada Tabel 2.1 sampai dengan Tabel 2.3, menunjukkan jumlah kapal perintis yang sementara dan akan dibangun sampai pada tahun 2019 yaitu tipe 200 DWT sebanyak 2 unit, tipe 500 DWT sebanyak 2 unit, tipe 750 DWT sebanyak 6 unit berdasarkan data Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. Kemudian berdasarkan rencana APBN-P tahun 2016, kapal Perintis yang

akan dibangun yaitu tipe 750 DWT sebanyak 5 unit, perintis tipe 1200 GT sebanyak 20 unit dan perintis tipe 2000 GT sebanyak 25 unit. Berdasarkan data kementerian hubungan laut untuk rencana tahun 2015 samapai tahun 2019 adalah pembangunan kapal perintis sebanyak 13 kapal pada tahun 2015 dan 13 kapal pada tahun 2016. Kapal-kapal ini rencananya akan disebarakan ke seluruh Indonesia berdasarkan rute pelayaran yang sesuai sehingga dapat mengakomodir kebutuhan kapal sebagai alat transpotasi laut.

Peningkatan permintaan akan armada kapal yang baru ini, seharusnya menjadi pemacu akan pengembangan dan penyusunan startegi perubahan yang mulai terkonsep pada pembangunan maritim yang berkesinambungan. Manajemen teknologi dengan komponennya telah menjadi isu permasalahan galangan kapal nasional yang cukup lama. Perencanaan revitalisasi galangan kapal menjadi permasalahan yang cukup serius untuk dipecahkan jika dilihat dari penerapan pembangunan Indonesia lewat poros maritim ini.

Jumlah galangan kapal di dalam negeri tercatat sekitar 250 unit yang tersebar di berbagai daerah, dengan total kapasitas terpasang bangunan baru sebesar 936.000 DWT (*deadweight tons*) pertahun, dan reparasi kapal 12, 15 juta DWT pertahun. Dari jumlah tersebut, hanya sekitar 25 fasilitas galangan yang mampu membangun kapal ukuran antara 5.000-50.000 DWT. Selain itu terdapat empat fasilitas galangan berkapasitas antara 50.000-75.000 DWT milik asing di Batam, namun fasilitas ini digunakan untuk reparasi kapal (Ma'ruf, 2014)

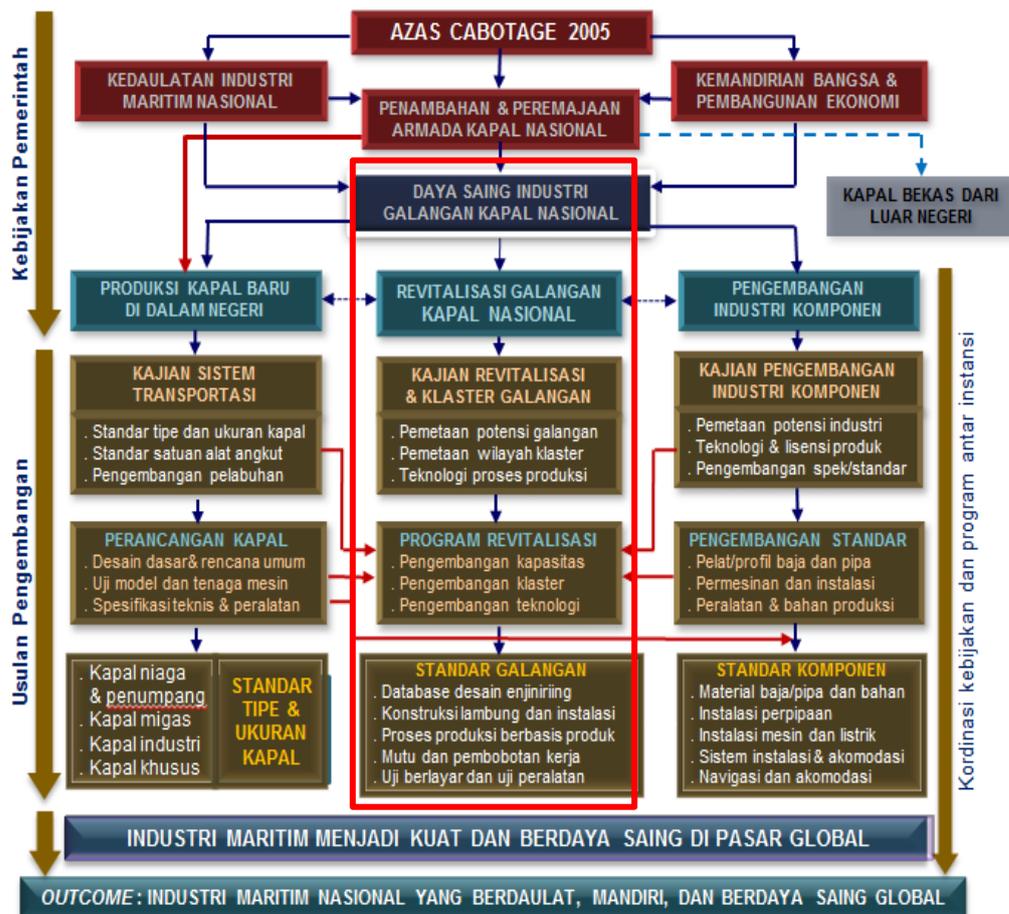
Tabel 2.4. Kapasitas Terpasang Galangan Kapal Nasional

NO	Kapal (DWT)	Kapal Baru			Reparasi Kapal		
		Unit	Kapasitas Terpasang/Th		Unit	Kapasitas Terpasang/Th	
			GT	DWT		GT	DWT
1	< 500	99	23.000	34.500	121	480.000	720.000
2	500-1.000	27	19.000	28.500	45	495.000	742.500
3	1.001-3.000	10	15.500	23.250	25	455.000	682.500
4	3.001-5.000	14	61.500	92.250	6	400.000	600.000
5	5.001-10.000	17	116.000	174.000	9	1.170.000	1.755.000
6	10.001-50.000	8	264.000	396.000	8	1.980.000	2.970.000
7	50.001-100.000	4	125.000	187.500	3	1.920.000	2.880.000
8	>100.000	-	-	-	1	1.200.000	1.800.000
JUMLAH		129	624.000	936.000	160	8.188.000	12.150.000

Sumber: IPERINDO April (2014) dalam Ma'ruf (2014).

Tabel 2.4 menunjukkan dari jumlah tersebut, empat di antaranya adalah BUMN, yaitu: PT PAL Indonesia, PT Dok Kodja Bahari (DKB), PT Dok dan Perkapalan Surabaya (DPS), dan PT Industri Kapal Indonesia (IKI). Galangan-galangan BUMN ini dan beberapa galangan kapal swasta nasional lainnya telah berpengalaman membangun kapal niaga berbagai tipe dan ukuran hingga 50.000 DWT, baik pesanan domestik maupun ekspor (Ma'ruf, 2014). Kebanyakan galangan kapal nasional masih berukuran sedang sampai kecil sehingga kapasitasnya pun masih tergolong kecil.

Terkait dengan rencana pemerintah dan kondisi galangan kapal nasional, beberapa pemikiran dan perencanaan pengembangan telah dilakukan, dimana salah penjelasannya yaitu ditunjukkan pada skema pengembangan industri maritim seperti pada Gambar 2.12 berikut:



Gambar 2.12. Skema Pengembangan Industri Kemaritiman Nasional (Ma'ruf, 2014).

Gambar 2.12 di atas menjelaskan bahwa revitalisasi, klaster galangan kapal dan teknologi produksi perlu dikaji dan evaluasi sebagai bahan acuan yang jelas dalam pengembangan industri maritim yang kuat dan berdaya saing global, yang juga membutuhkan peranan industri pendukung di dalamnya. Terkait dengan teknologi sebagai pendukung, revitalisasi di galangan kapal nasional bisa menjadi peluang penting terfokusnya suatu konsep standar galangan berdasarkan tipe kapal yang menjadi produk unggulan dan terkait pemetaan aplikasi teknologi orientasi produk di galangan kapal (Ma'ruf, 2014). Hal ini mengarahkan bahwa galangan kapal perlu dievaluasi terkait kesiapan teknologinya.

2.3. Pengukuran Teknologi dengan Teknometrik

Penilaian teknologi merupakan tinjauan teknologi yang teratur tentang kekuatan dan kelemahan teknologi yang berkaitan dengan produk dan proses (dalam konteks bisnis saat ini dan di masa mendatang). Penilaian teknologi dapat berupa: melakukan pemeriksaan dan audit terhadap teknologi yang digunakan serta melakukan perbandingan dengan dasar *bench-marking* antara teknologi yang digunakan terhadap praktek industri terbaik. Penilaian teknologi menurut Lowe (1995), bertujuan untuk:

- a. Menjelaskan dan menilai teknologi yang sedang digunakan;
- b. Melakukan evaluasi biaya dan nilai tambah dari teknologi yang digunakan;
- c. Melakukan identifikasi kekuatan dan kelemahan dari operasi teknologi perusahaan;
- d. Menunjukkan cara membangun atau meningkatkan keunggulan bersaing perusahaan melalui pemanfaatan yang lebih baik dari teknologi yang ada;
- e. Melakukan identifikasi teknologi yang ada dan tersedia yang dapat dimanfaatkan perusahaan dalam produk dan operasi bisnisnya;
- f. Menentukan dampak dan nilai tambah dari suatu penggunaan teknologi baru (dampak teknologi yang terjadi pada lingkungan dan masyarakat); dan
- g. Menilai pilihan teknologi yang mungkin bagi perusahaan.

Menurut UN-ESCAP (1989) dalam Nazaruddin (2008), terdapat lima langkah untuk mengestimasi nilai T, H, I, O, β_t , β_h , β_i , β_o , yaitu estimasi tingkat kecanggihan, pengkajian *state of the art (SOTA)*, penentuan kontribusi, pengkajian intensitas, dan penentuan TCC.

1. Estimasi Tingkat kecanggihan (*Sophisticated*)

Nilai derajat kecanggihan menunjukkan kecanggihan dari setiap komponen teknologi yang ada di galangan. Penentuannya dilakukan dengan cara:

- a. Pengumpulan data derajat kecanggihan komponen teknologi dilakukan dengan pengamatan kualitatif komponen teknologi dan pengumpulan informasi teknologi yang relevan dengan penggunaan teknologi;
- b. Identifikasi seluruh komponen *technoware* dan *humanware* pada fasilitas transformasi, sedangkan untuk *infoware* dan *orgaware* evaluasi dilakukan pada tingkat perusahaan; dan
- c. Penentuan batas bawah dan batas atas derajat kecanggihan masing-masing komponen teknologi.

2. Pengkajian *State of The Art (SOTA)*

State of the art atau penilaian kecanggihan adalah tingkat kompleksitas dari masing-masing komponen teknologi. Penilaian kecanggihan ini dapat dilakukan dengan pendekatan mengkaji *state of the art* komponen teknologi didasarkan pada:

- Kriteria generik atau umum yaitu kriteria yang dikembangkan dengan sistem *rating state of the art* keempat komponen teknologi.
- Setiap kriteria diberi skor 10 untuk spesifikasi terbaik dan skor 0 untuk spesifikasi terendah yang diijinkan. Skor untuk nilai spesifikasi diantaranya dilakukan dengan bantuan interpolasi.

3. Penentuan Kontribusi Komponen

Berdasarkan batas-batas tingkat *sophistication* yang telah ditentukan dan *rating* kecanggihan mutakhir, kontribusi komponen dapat ditentukan. Nilai kontribusi merupakan nilai yang dapat digunakan untuk menduga besarnya kontribusi masing-masing komponen teknologi terhadap nilai TCC.

4. Pengkajian Intensitas Kontribusi Komponen

Estimasi intensitas kontribusi komponen (*component contribution intensities*), dapat dilakukan dengan bantuan matrik perbandingan berpasangan (*pairwise comparison matriks*). Prosedur untuk melakukan estimasinya adalah sebagai berikut:

- a. Unsur fasilitas transformasi yang sedang diamati keempat komponen teknologi disusun secara hierarki menurut kenaikan tingkat kepentingan.
- b. Kepentingan relatif, β , ditentukan dengan matriks perbandingan berpasangan. Dalam perbandingan dua nilai β , kepentingan relatif salah satu β , terhadap lainnya ditentukan dengan menggunakan skala kepentingan relatif.
- c. Perbandingan berpasangan harus memenuhi syarat konsistensi, artinya memenuhi aturan ordinal. Secara umum dapat dikatakan bahwa bila suatu komponen memiliki urutan tingkat kepentingan lebih besar dari komponen lainnya, maka β komponen tersebut akan lebih besar dari yang lainnya.

Berkaitan dengan hal ini, analisis intensitas untuk menentukan kontribusi bobot tingkat kepentingan dengan *Multi Criteria Decision Making* (MCDM), dimana Pandey (1998) dalam Purnomo (2009), menjelaskan bahwa hal ini dapat dilakukan dengan pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

AHP merupakan suatu model pendukung keputusan atau *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki, menurut Saaty (1993). Metode AHP ini dapat dapat memecahkan suatu situasi yang kompleks, tak terstruktur ke dalam bagian-bagian komponennya; menata bagian atau variabel ke dalam suatu susunan hierarki, memberi nilai numerik pada pertimbangan subyektif tentang relatif pentingnya setiap variabel, dan mensintesis berbagai pertimbangan untuk menetapkan variabel mana yang memiliki prioritas paling tinggi dan bertindak untuk mempengaruhi hasil pada situasi tersebut.

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

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

a) Kelebihan AHP

AHP memiliki kelebihan dan kelemahan dalam system analisisnya. Saaty (1993) menyebutkan beberapa kelebihan dari metode AHP, yaitu:

- 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.

b) Hubungan prioritas sebagai eigen vektor

Menurut Mulyono (2004), apabila elemen - elemen dari suatu tingkat dalam hirarki adalah $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ dan bobot pengaruh mereka adalah $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ yang menggambarkan hasil dari penilaian. Misalkan $a_{ij} = W_i/W_j$ menunjukkan kekutan C_i jika dibandingkan dengan C_j , maka matriks dari gabungan angka - angka a_{ij} ini dinamakan matriks *spairwise comparison* (matriks perbandingan berpasangan) yang di beri simbol A . Sesuai dengan landasan aksiomatik yang berlaku pada AHP, maka matriks perbandingan berpasangan A merupakan matriks *reciprocal* , sehingga $a_{ij} = 1 / a_{ji}$. Jika penilaian kita sempurna

pada setiap perbandingan, maka $a_{ij} = a_{jk}$ untuk semua i, j, k dan matriks A dinamakan konsisten, seperti ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1n} \\ \frac{1}{\alpha_{12}} & 1 & \dots & \alpha_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{\alpha_{1n}} & \frac{1}{\alpha_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Dengan demikian nilai perbandingan yang didapat dari pembuat keputusan berdasarkan penilaian pada persamaan 2.1 yaitu a_{ij} dapat dinyatakan kedalam bentuk sebagai berikut:

$$\alpha_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad ; i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.2)$$

dari persamaan (2.2) maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\alpha_{ij} \cdot \left(\frac{w_j}{w_i}\right) = 1 \quad ; i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.3)$$

maka diperoleh;

$$\sum_j^n 1 \alpha_{ij} \cdot w_j \cdot \left(\frac{1}{w_i}\right) = n \quad ; i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.4)$$

$$\sum_j^n 1 \alpha_{ij} \cdot w_j = n w_i \quad ; i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.5)$$

Persamaan (2.4) dalam bentuk matriks menjadi:

$$Aw = nw \quad (2.6)$$

Dalam teori matriks, diketahui bahwa w merupakan *eigen vector* dari matriks A dengan *eigen value* n . Bila ditulis secara lengkap maka persamaan tersebut akan menjadi seperti berikut:

$$\begin{pmatrix} \frac{W_1}{W_1} & \frac{W_1}{W_2} & \dots & \frac{W_1}{W_n} \\ \frac{W_2}{W_1} & \frac{W_2}{W_2} & \dots & \frac{W_2}{W_n} \\ \frac{W_3}{W_1} & \frac{W_3}{W_2} & \dots & \frac{W_3}{W_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{W_n}{W_1} & \frac{W_n}{W_2} & \dots & \frac{W_n}{W_n} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = n \cdot \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} \quad (2.7)$$

Jika a_{ij} tidak didasarkan pada ukuran pasti seperti $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ tetapi pada penilaian subjektif, maka a_{ij} akan menyimpang rasio w_i/w_j yang sesungguhnya dan akibatnya $Aw = nw$ tidak terpenuhi lagi. Tetapi dalam teori matrik dapat memberikan kemudahan kepada kita melalui dua hal:

Pertama, jika $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n)$ adalah angka - angka yang memenuhi persamaan $Aw = \lambda w$ dimana λ merupakan eigen value dari matriks A dan jika $a_{ij} = 1$ untuk i, j , maka :

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = n \quad (2.8)$$

Jika $Aw = \lambda w$ dipenuhi, maka semua nilai *eigen value* sama dengan nol kecuali *eigen value* yang bernilai sebesar n. Maka jelas dalam kasus konsistensi, n merupakan *eigen value* terbesar. Kedua jika salah satu a_{ij} dari matrik reciprocal A berubah sangat kecil, maka *eigen value* juga berubah sangat kecil. Kombinasi keduanya menjelaskan bahwa jika diagonal matrik A terdiri dari $a_{ij} = 1$ dan jika A konsisten maka perubahan kecil pada a_{ij} menahan *eigen value* terbesar λ_{maks} dekat ke n dan *eigen value* sisanya dekat ke nol. Jika A merupakan matriks perbandingan berpasangan, maka untuk memperoleh vektor prioritas harus dicari w yang memenuhi:

$$Aw = \lambda_{maks} \cdot W \quad (2.9)$$

c) Uji Konsistensi dan Indeks Rasio

Salah satu utama model AHP yang membedakannya dengan model – model pengambilan keputusan yang lainnya adalah tidak adanya syarat konsistensi mutlak. Dengan model AHP yang memakai persepsi *decision maker* sebagai inputnya maka ketidakkonsistenan mungkin terjadi karena manusia memiliki keterbatasan dalam menyatakan persepsinya secara konsisten terutama kalau harus membandingkan banyak kriteria. Berdasarkan kondisi ini maka *decision maker* dapat menyatakan persepsinya tersebut akan konsisten nantinya atau tidak.

Pengukuran konsistensi dari suatu matriks itu sendiri didasarkan atas *eigen value maksimum*. Thomas L. Saaty telah membuktikan bahwa indeks konsistensi dari matriks berordo n dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{(n-1)} \quad (2.10)$$

dengan:

CI = Rasio Penyimpangan (deviasi) konsistensi (*consistency indeks*)

λ_{max} = Nilai *eigen* terbesar dari matriks berordo n

n = Ordo matriks

Apabila CI bernilai nol, maka matriks *pair wise comparison* tersebut konsisten. Batas ketidakkonsistenan (*inconsistency*) yang telah menggunakan Rasio Konsistensi (*CR*), yaitu perbandingan indeks konsistensi dengan nilai Random Indeks (*RI*) seperti Tabel 2.5. Nilai ini bergantung pada ordo matriks n . Dengan demikian, Rasio Konsistensi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.11)$$

dimana:

CR = Rasio Konsistensi

RI = Indeks Random

Tabel 2.5 Nilai Indeks Random

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.58	1.57	1.59

Sumber: Saaty (1993).

Bila matriks *pair wise comparison* dengan nilai CR lebih kecil dari 0,100 maka ketidakkonsistenan pendapat dari *decision maker* masih dapat diterima jika tidak maka penilaian perlu diulang.

5. Penghitungan *Technology Contribution Coefficient* (TCC)

Nilai TCC dari suatu perusahaan menunjukkan kontribusi teknologi dari operasi transformasi total terhadap *output*. Dengan menggunakan nilai-nilai T, H, I, O dan β masing-masing komponen maka nilai koefisien kontribusi teknologi (*technology contribution coefficient*, TCC) dapat ditentukan.

Nilai TCC maksimum satu dan tidak memungkinkan bernilai nol karena tidak ada aktivitas transformasi tanpa keterlibatan seluruh komponen teknologi. Artinya, fungsi TCC tidak memungkinkan T, H, I, O bernilai nol. Nilai TCC dapat menunjukkan level teknologi pada suatu perusahaan (Tabel 2.6 dan Tabel 2.7).

Tabel 2.6. Penilaian klasifikasi kualitatif selang *Technology Contribution Coefficient* (TCC)

Nilai TCC	Tingkat Klasifikasi
$0 < TCC \leq 0,1$	Sangat Rendah
$0,1 < TCC \leq 0,3$	Rendah
$0,3 < TCC \leq 0,5$	Cukup
$0,5 < TCC \leq 0,7$	Baik
$0,7 < TCC \leq 0,9$	Sangat Baik
$0,9 < TCC \leq 1,0$	Kecanggihan Mutakhir

Sumber: Indriartiningtias (2014).

Tabel 2.7. Tingkat Teknologi berdasarkan TCC

Harga TCC	Tingkat Teknologi
$0 < TCC \leq 0,3$	Tradisional
$0,3 < TCC \leq 0,7$	Semi moderen
$0,7 < TCC \leq 1,0$	Moderen

Sumber: Indriartiningtias (2014).

Beberapa kriteria-kriteria pengukuran *state of the art* secara sederhana yaitu seperti ditunjukkan pada Tabel 2.8 berikut ini:

Tabel 2.8. Berbagai Indikator Pengukuran Komponen Teknologi

Komponen Teknologi	Elemen Teknologi	Indikator	Penjelasan
<i>Technoware</i>	Subsistem permesinan	a. Permesinan pada tahapan produksi b. <i>Sensing-analyze-actuation</i>	Indikator ini mengukur seberapa tinggi tingkat kecanggihan <i>technoware</i> permesinan yang dimiliki. Tingkat <i>sophistication Sensing-analyze-actuation</i> dinilai paling rendah ketika semua aktifitas dilakukan oleh <i>human operator</i> , tingkat <i>sophistication</i> dinilai akan meningkat seiring dengan digunakannya <i>in-built sensing actuation</i> dan <i>analysis capabilities</i> .
	Subsistem nilai yang berkaitan dengan teknologi produksi	Sistem yang digunakan dalam produksi dan standar pengelompokan pekerjaan	Indikator ini mengukur sejauh mana penerapan metode PWBS yang digunakan dalam produksi
<i>Humanware</i>	<i>Contact humanware & support humanware</i>	Kreativitas, orientasi berprestasi, orientasi bekerja sama, orientasi melakukan melakukan efisiensi, kemampuan menghadapi resiko, dan kedisiplinan	Indikator ini mengukur derajat <i>sophisticated</i> tingkat kemampuan yang dimiliki, kualifikasi yang dimiliki, <i>attitude toward work/work place/fellow worker</i>
<i>Inforware</i>	<i>Inforware</i> berkaitan <i>technoware</i>	a. <i>Technoware atribut inforware</i> b. <i>Technoware operating inforware</i> c. <i>Technoware maintenance inforware</i> d. <i>Technoware enhacement inforware</i> e. <i>Technoware design inforware</i>	Indikator ini menunjukkan ketersediaan informasi mengenai <i>technoware</i> yang dimiliki oleh perusahaan serta derajat <i>sophisticatednya</i> . Ini juga secara tidak langsung menunjukkan derajat <i>sophisticated</i> dari <i>technoware</i>
	<i>Inforware</i> berkaitan dengan <i>humanware</i>	a. <i>Humanware foundation inforware</i> b. <i>Humanware backup inforware</i>	Indikator ini mengukur derajat <i>sophisticated</i> dari pengetahuan dan informasi yang diperlukan untuk mendapatkan utilisasi <i>technoware</i> yang efektif, yang dilakukan oleh <i>humanware</i>

	<i>Inforware</i> berkaitan dengan <i>orgaware</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. <i>Orgaware backup inforware</i> b. <i>Orgaware enhancement inforware</i> 	Indikator ini menunjukkan derajat <i>sophisticated</i> sumber informasi yang dibutuhkan untuk menjaga keakuratan hubungan antara <i>technoware</i> dan <i>humanware</i> , tujuannya agar terjadi suatu aktifitas yang efektif
<i>Orgaware</i>	Oganisasi kerja	<ul style="list-style-type: none"> a. Otonomi perusahaan b. Visi perusahaan c. Kemampuan perusahaan untuk bekerjasama d. Kemampuan untuk dukungan finansial e. Kemampuan menyesuaikan diri akibat berubah 	Indikator ini mengukur <i>degree of advancement of organisasi</i> untuk menciptakan penggunaan subsistem permesinan dan subsistem nilai produksi (<i>technoware</i>) yang efektif.
	Fasilitas kerja	<ul style="list-style-type: none"> a. Pengembangan keahlian b. Penyebaran informasi 	Mengukur <i>degree of advancement of supportive measures</i> yang diperlukan untuk menghasilkan interaksi yang diinginkan antara <i>humanware</i> dan <i>tecnoware</i>
	Eveluasi kerja	<ul style="list-style-type: none"> a. Mekanisme janiman kualitas b. Mekanisme pengontrolan maerial c. Mekanisme pengontrolan biaya 	Mengukur <i>degree of advancement of evaluating</i> apakah organisasi kerja telah menunjukkan hasil yang diinginkan
	Modifikasi kerja	<ul style="list-style-type: none"> a. Mekanisme pengembangan rutinitas operasional b. Mekanisme perencanaan fasilitas teknologi dan sistem informasi perusahaan 	Mengukur <i>degree of advancement of the capacity of the firm modifying its' orgaware elements.</i>

Sumber: Pandey (1998); Ramanathan (2001); Storch (1985).

2.4. Aplikasi Konsep Teknometrik

Konsep teknometrik telah banyak digunakan dalam analisis untuk pengukuran aspek-aspek teknologi diberbagai perusahaan manufaktur dan instansi yang membutuhkan penilaian atau audit teknologi.

Survei yang dilakukan BPPT (2015), untuk melihat kesiapan teknologi galangan kapal dalam membangun kapal container 100TEUs di beberapa galangan kapal di luar pulau Jawa, guna untuk mendukung program tol laut dari pemerintah dengan menggunakan metode teknometrik pada beberapa galangan seperti: PT. IKI (Makassar), PT. Waruna Nusa Sentana (Belawan), PT Palma (Batam), PT Steadfast Marine (Pontianak), PT. Nogopatmolo (Banjarmasin), PT GBU (Balikpapan) dan PT. SPA (Bitung) yang menunjukkan bahwa galangan kapal tersebut termasuk cukup moderen dan mampu membangun kapal container 100 TEUs.

Penelitian Rumanti dan Wirawan (2015), yang berjudul “Organizational Culture Transformation Towards“, dengan menggunakan model technoware untuk mengidentifikasi tingkat teknologi UKM, dimana berdasarkan nilai total koefisien kontribusi (TCC), didapatkan nilai yaitu 0,0566 yang menunjukkan bahwa teknologi milik CV. Kajeye Food sangat rendah dan teknologinya diklasifikasikan sebagai salah satu yang bersifat tradisional. Selain mengidentifikasi tingkat teknologi yang disebutkan di atas, penelitian ini juga menganalisis transformasi budaya organisasi sebagai dampak dari manajemen penerapan teknologi dalam rangka perubahan 46ontrol46 UKM. Pengembangan yang dapat diusulkan yaitu dari technoware bahwa pemanfaatannya telah maksimal, humanware menjadi fokus pengembangan karena memiliki nilai yang paling rendah dimana harus ada peningkatan skill, kretaitas dan inovasi dalam memecahkan masalah, membutuhkan pelatihan dalam pembentukan karakter. Infoware yaitu, meningkatkan faktor jaringan dan sistem informasi internal dengan membentuk seperti panel 46ontrol untuk menunjukkan kuantitas kinerja dan target produksi yang harus dicapai serta peningkatan teknologi administrasi, sedangkan untuk orgaware yaitu peningkatan faktor otonomi dan visi yang berorientasi masa depan, menciptakan iklim yang kondusif dalam lingkungan kerja, meningkatkan kemampuan beradaptasi organisasi dengan lingkungan yang dinamis eksternal, dengan membangun hubungan baik kepada pihak yang berkepentingan, seperti

pemerintah daerah untuk mendapatkan sertifikat perusahaan atau dukungan keuangan eksternal.

Penelitian Ramadhani (2012), dengan judul “Analisa Daya Saing Perusahaan Ditinjau dari Assesmen Teknologi”, di mana mengkombinasikan analisis SWOT dan teknometrik. Hasil yang diperoleh yaitu: faktor internal analisis kekuatan (*strength*) dengan skor butir yang paling tinggi yaitu letak pabrik yang strategis dan berada di pinggir jalan, sedangkan analisis kelemahan (*weakness*) terletak pada permesinan karena masih menggunakan teknologi lama. Pada faktor eksternal analisis peluang (*opportunity*) skor tertingginya adalah tingkat kemajuan teknologi, sedangkan analisis ancaman (*threat*) terletak pada munculnya pesaing baru, di mana perusahaan sejenis sudah memiliki teknologi yang lebih baik. Analisis THIO diperoleh bahwa perusahaan X jika ingin mempunyai daya saing dan produktivitas yang tinggi, diarahkan untuk melakukan peningkatan teknologi dengan menambah mesin-mesin baru dan sistem informasi, serta menggunakan sarana dan prasarana produksi yang memadai.

Tesis Purnomo (2009), tentang usulan perbaikan manajemen proses produksi di PT. IGLAS (Persero) berdasarkan pendekatan teknometrik. Dari hasil analisis yang ada diketahui bahwa tingkat teknologi yang ada rendah sehingga perlu dilakukan suatu usulan perbaikan, di mana untuk usulan tersebut menggunakan AHP untuk mendapatkan proses perbaikan yang efektif dan efisien. Berdasarkan AHP maka diusulkan berapa permesinan yang disertai analisis ekonomisnya untuk peningkatan performa permesinan yang ada.

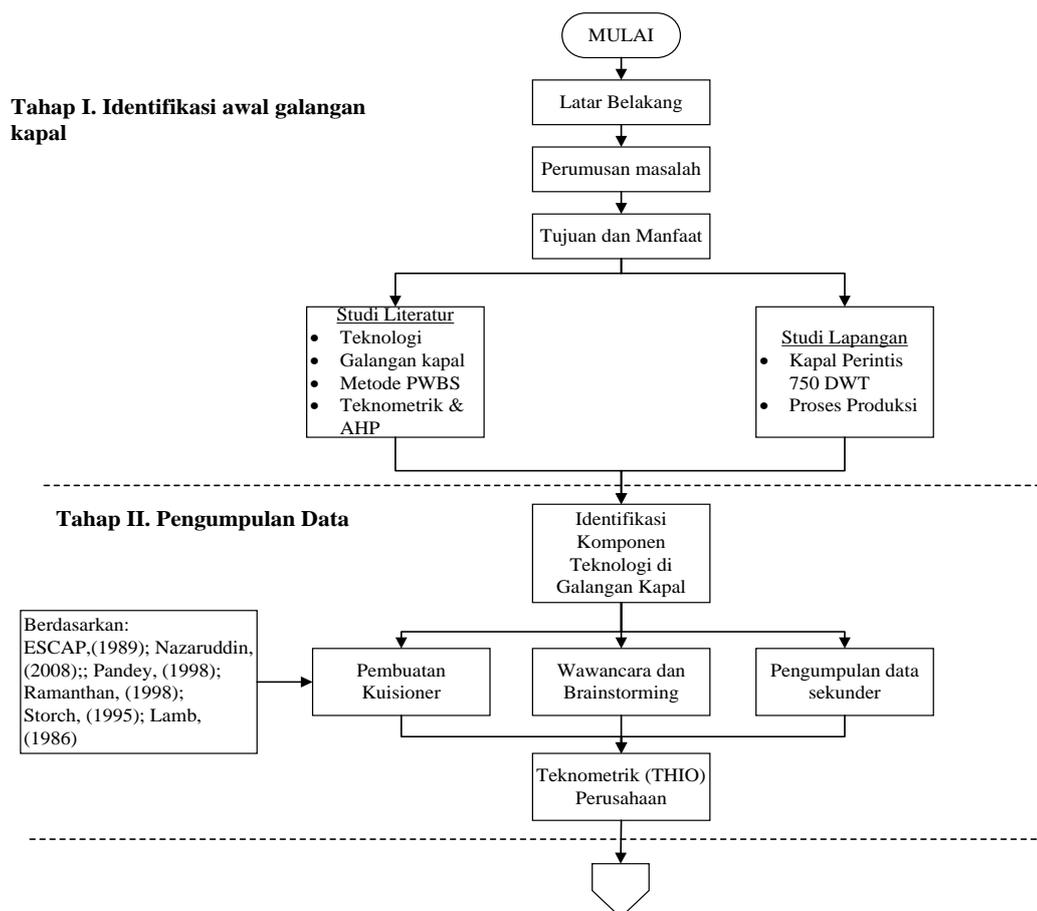
Tesis Sandora (2008), tentang analisis performansi sophisticated technology melalui pengukuran teknometrik yang mengambil studi kasus PT. Petrokimia Gresik yang memperoleh hasil bobot technoware yang menjadi unggulan untuk meningkatkan nilai TCC perusahaan.

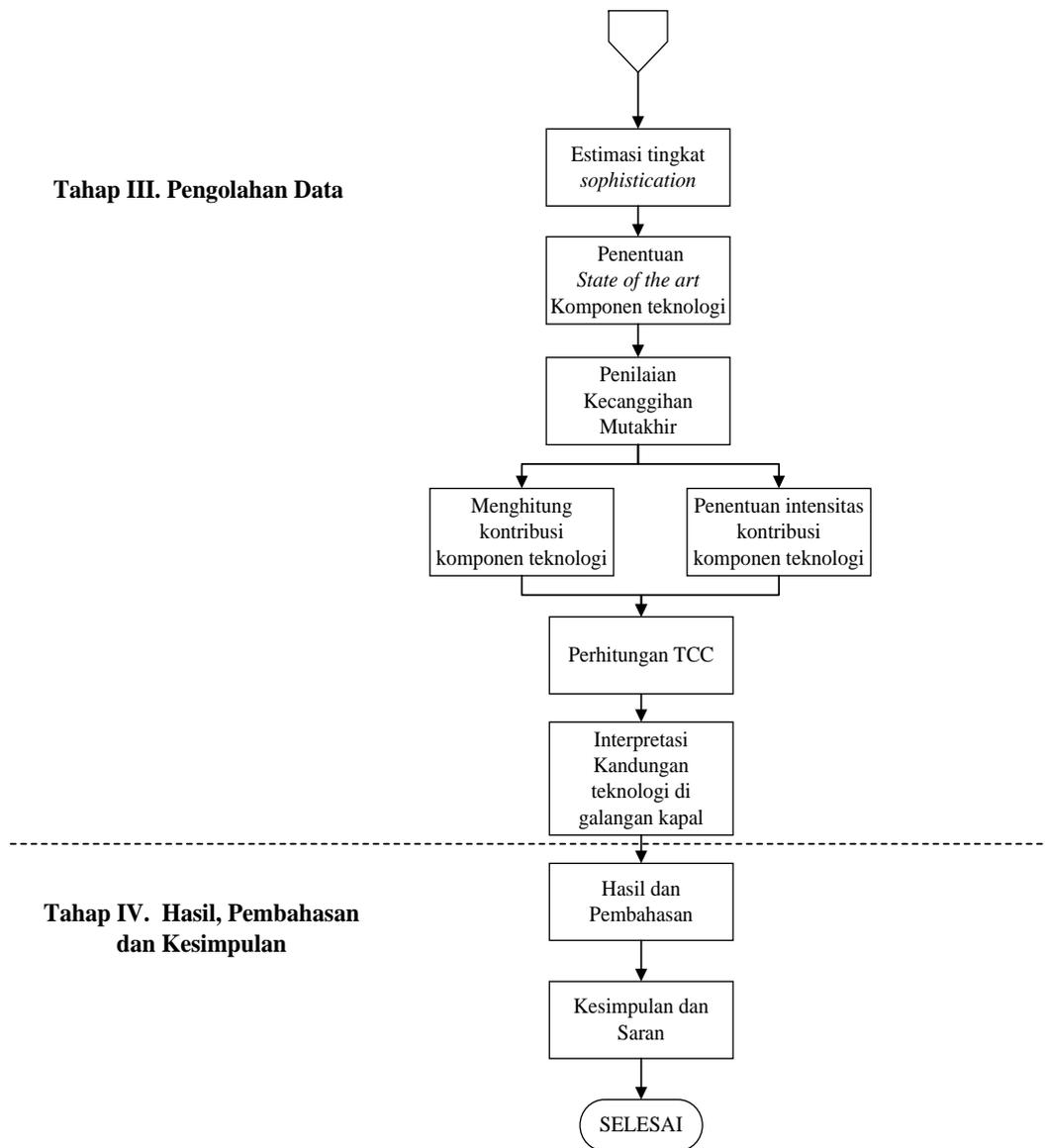
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode survei yang merupakan penyelidikan yang diadakan dengan tujuan memperoleh fakta-fakta dan gejala-gejala yang ada dan mencari keterangan yang faktual. Ada empat tahap yang akan dilakukan, yaitu: tahap identifikasi, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisa dan pembahasan, yang berakhir dengan penarikan kesimpulan dan pemberian saran, dimana berdasarkan kerangka penelitian secara skematik yaitu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 sebagai berikut:





Gambar 3.1. *Flow Chart* penelitian

3.1.1. Tahap Identifikasi Awal Galangan Kapal

Tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Melakukan identifikasi awal kondisi dan masalah terkait kesiapan teknologi di galangan kapal.
- Melakukan identifikasi terhadap bisnis proses pembuatan kapal perintis 750 DWT yang dijadikan studi kasus.

- Mempelajari pendekatan model-model yang sesuai dalam manajemen teknologi dan pengukuran teknologi berdasarkan studi literatur yang relevan.
- Melakukan tinjauan awal dan wawancara secara umum tentang perusahaan yang menjadi objek penelitian melalui nara sumber yang berkompeten untuk menggali pengetahuan dan mengetahui gambaran umum dari permasalahan yang ada di galangan kapal tersebut.

3.1.2. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan data primer maupun data sekunder yang akan diolah sesuai dengan teori dan pendekatan yang dipakai dalam pengukuran teknologi. Sedangkan langkah-langkah yang dilakukan adalah:

- Mengidentifikasi komponen teknologi yang ada di galangan kapal berdasarkan pengelompokan empat komponen teknologi yaitu *technoware (T)*, *humanware (H)*, *inforware (I)* dan *orgaware (O)* serta nilai teknologi yang berkaitan dengan PWBS yang digunakan dalam penyusunan kuisisioner penilaian teknologi.
- Pengumpulan data primer, yaitu dilakukan dengan cara *barinstorming* dan wawancara langsung tentang keempat komponen teknologi dan memberikan kuisisioner pengukuran tingkat teknologi kepada responden di galangan kapal tersebut. Data primer yang terkait derajat kecanggihan (*sophistication*), kriteria-kriteria atribut maupun parameter lainnya dan alternatif-alternatif teknologi. Wawancara yang dilakukan yaitu kepada para *expert* yang berkepentingan dibidangnya masing-masing.
- Pengumpulan data sekunder, dilakukan dengan cara melakukan penelusuran dan dokumentasi terhadap arsip-arsip atau *file-file* yang relevan dari seluruh unit proses terkait sebagai data penunjang dalam penelitian ini.

Variabel-variabel teknologi yang perlu diperoleh datanya adalah:

1. Komponen *technoware* sebagai kriteria dan elemen-elemen lain sebagai sub-kriteria.

2. Komponen *humanware* sebagai kriteria dan elemen-elemen lain sebagai sub kriteria
3. Komponen *inforware* sebagai kriteria dan elemen-elemen lain sebagai sub kriteria.
4. Komponen *orgaware* sebagai kriteria dan elemen-elemen lain sebagai sub kriteria.

3.1.3. Tahap Pengolahan Data

Pada tahapan ini, untuk melakukan pengukuran kandungan teknologi, maka dilakukan pengolahan data dengan metode teknometrik yang bertujuan mengetahui nilai dari beberapa elemen yang menyusun kandungan teknologi dengan bantuan *software excel*. Nilai TCC yang diperoleh merupakan hasil kesiapan teknologi yang ada di galangan kapal yang diteliti.

3.1.4. Tahap Hasil, Pembahasan dan Kesimpulan

Tahapan hasil, pembahasan dan kesimpulan adapun tujuannya adalah:

- Melakukan analisa dan pembahasan tentang hasil pengolahan data yang diperoleh dan menganalisa kemampuan model pendekatan teknometrik dalam menjawab rumusan masalah dan hipotesis dalam penelitian.
- Mengevaluasi seluruh proses penelitian, memberikan kesimpulan terhadap kondisi umum kandungan teknologi di galangan kapal kelas menengah, terlebih khususnya bila memang ada inidikasi perbaikan teknologi pada pembangunan kapal perintis 750 DWT, maka kesimpulan ini bisa dijadikan salah satu acuan awal untuk menentukan strategi selanjutnya dalam meningkatkan produktivitas.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil studi kasus di PT. DumasTanjung Perak Shipyard sebagai perusahaan swasta yang saat ini merupakan galangan kapal yang diperhitungkan untuk membangun kapal-kapal milik pemerintah seperti perintis dengan beberapa tipe dan juga kapal milik swasta lainnya. Selain itu, dilakukan juga analisis pada beberapa galangan kapal menengah

lainnya yaitu di PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia, PT. Dok dan Perkapalan Surabaya, PT Orela Shipyard, dan PT. Lamongan Marine Industry, dimana hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesiapan teknologi galangan kapal yang berukuran sedang yang ada di Surabaya dan sekitarnya.

3.3. Metode Teknometrik

Data-data yang diepoleh dari hasil wawancara terhadap para *expert* di lokasi penelitian, akan diolah dengan pendekatan teknometrik. Hasil dari pengolahan data tersebut akan menunjukkan keberadaan atau kesediaan dari komponen-komponen teknologi berikut intensitas kontribusinya yang menjadi dasar bagi penentuan strategi implementasi teknologi di galangan pembangun kapal perintis 750 DWT. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.3.1. Penentuan Tingkat Kecanggihan (*Sophistication*)

Prosedur yang diusulkan dalam estimasi derajat kecanggihan (*sophistication*) yaitu mengacu pada ESCAP (1989), dimana prosedurnya yaitu menentukan batas atas (*upper limit*) dan batas bawah (*lower limit*) tingkat kecanggihan komponen teknologi dengan uji kualitatif skoring 1 samapi 9 (Tabel 3.1). Penentuan tingkat *sophistication* suatu fasilitas transformasi, dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Melakukan penelitian kualitatif untuk keempat komponen teknologi dan mengumpulkan informasi teknologi yang terkait
- Melakukan identifikasi pada item-item komponen teknologi berdasarkan penelitian kualitatif yang dilakukan
- Menentukan batas atas dan batas bawah tingkat *sophistication* dari masing-masing komponen teknologi pada fasilitas transformasi yang diamati.

Tabel 3.1. Prosedur Penentuan Skor yang Disarankan untuk Keempat Komponen Teknologi

Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi				SKOR
<i>Technoware</i>	<i>Humanware</i>	<i>Infoware</i>	<i>Orgaware</i>	
Fasilitas manual	Kemampuan mengoperasional	Fakta pengenalan	Kerangka kerja usaha	1 2 3
Fasilitas tenaga penggerak	Kemampuan memasang	Fakta Penguraian	Kerangka kerja ikatan	2 3 4
Fasilitas serbaguna	Kemampuan mereparasi	Fakta Pengkhususan	Kerangka kerja bertindak berani	3 4 5
Fasilitas penggunaan khusus	Kemampuan reproduksi	Fakta penggunaan	Kerangka kerja proteksi	4 5 6
Fasilitas otomatisasi	Kemampuan mengadaptasi	Fakta pemahaman	Kerangka kerja stabilitasi	5 6 7
Fasilitas terkomputerisasi	Kemampuan pengembangan	Fakta pembiasaan	Kerangka kerja perluasan cakrawala	6 7 8
Fasilitas integrase	Kemampuan inovasi	Fakta pengkajian	Kerangka kerja memimpin	7 8 9

Sumber: ESCAP (1989), dalam Nazaruddin (2008).

Menggunakan pendekatan Tabel 3.1, dapat menentukan dan menduga batas bawah (*lower limit*) dan batas atas (*upper limit*) setiap komponen. Identifikasi seluruh komponen *technoware* dan *humanware* pada fasilitas transformasi, sedangkan untuk komponen *infoware* dan *orgaware* dilakukan pada tingkat perusahaan. Transformasi dalam hal ini adalah proses pembangunan kapal perintis 750 DWT. Nilai batas bawah menunjukkan tingkat kecanggihan (kerumitan) yang paling rendah (sederhana) pada masing-masing komponen teknologi. Sementara itu, nilai batas atas menunjukkan tingkat kecanggihan (kerumitan) yang paling tinggi (kompleks) pada masing-masing komponen teknologi.

Komponen *technoware* yang masih menggunakan fasilitas manual saja, tanpa dilengkapi fasilitas lainnya yang lebih kompleks memiliki nilai batas bawah

1 dan batas atas 3. Sedangkan untuk komponen *technoware* yang memiliki fasilitas manual tersebut dan dilengkapi dengan fasilitas tenaga penggerak maka nilai batas bawahnya adalah 2 dan nilai batas atasnya 4. Prosedur ini berlaku juga untuk ketiga komponen teknologi lainnya. Nilai batas bawah dan batas atas ini nantinya akan digunakan untuk menghitung nilai kontribusi masing-masing komponen teknologi, dimana bentuknya yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Penilaian Batas Bawah Dan Batas Atas Komponen Teknologi

Komponen	Limit	
	Lower	Upper
<i>Technoware</i>	LT:	UT:
<i>Humanware</i>	LH:	UH:
<i>Inforware</i>	LI:	UI:
<i>Orgaware</i>	LO:	UO:

Keterangan:

LT = batas bawah *technoware* LI = batas bawah *inforware*
 UT = batas atas *technoware* UI = batas atas *inforware*
 LH = batas bawah *humanware* LO = batas bawah *orgaware*
 UH = batas atas *humanware* UO = batas atas *orgaware*

3.3.2. Penilaian *State of the Art* (SOTA)

State of the art adalah tingkat kompleksitas dari masing-masing komponen teknologi. Sebelum dilakukan pengkajian terhadap *rating state of the art* setiap komponen, terlebih dahulu dilakukan penilaian terhadap masing-masing kriteria pada setiap komponen teknologi. Kriteria-kriteria tersebut mengacu pada keadaan saat ini galangan kapal dan berdasarkan metode pembangunan kapal PWBS. Kriteria tersebut yaitu:

- *Technoware*: kriteria yang diukur yaitu berdasarkan tahapan produksi yang dimulai dengan *preparation*, *parts fabrication*, *sub-assembly*, *assembly*, *erection* dan proses *quality assurance* maupun *quality control* yang tidak dapat dipisahkan dari proses produksi dalam penerapan PWBS. Setiap tahapan dibagi menjadi dua subsistem, yaitu subsistem

permesinan yang mengukur kesiapan fasilitas atau permesinan yang digunakan dan subsistem nilai yang berkaitan dengan teknologi produksi yang mengukur nilai-nilai penting dalam penerapan metode PWBS.

- *Humanware*; pengukuran dibagi berdasarkan dua subkriteria yaitu *contact humanware* yaitu operator sesuai tahapan produksi dan teknisi yang bersentuhan langsung dengan proses permesinan atau pembangunan kapal. Subsistem yang kedua yaitu *support humanware*, yaitu berkaitan dengan pimpinan proyek bangunan baru, manajer, kepala biro dan bagian direksi yang pengukurannya yaitu berdasarkan kemampuan atau kualitas kerja yang mendukung proses transformasi material. Indikator penilaian yaitu berkaitan dengan kesadaran kedisiplinan dan tanggung jawab, kreativitas dan inovasi dalam menyelesaikan masalah, kemampuan untuk memenuhi target capaian dan tanggal jatuh tempo, kemampuan untuk bekerja kelompok, kemampuan untuk menyelesaikan masalah perusahaan, kemampuan bekerja sama dan kepemimpinan.
- *Inforware*, pengukuran yang dilakukan yaitu berkaitan dengan informasi yang berkaitan dengan ketiga komponen teknologi yang lain, yaitu *inforware* yang berkaitan dengan *technoware*, *inforware* yang berkaitan dengan *humanware*, dan *inforware* yang berkaitan dengan *orgaware*.
- *Orgaware*, kriteria yang diukur berkaitan dengan organisasi kerja, fasilitas kerja, evaluasi kerja, dan modifikasi kerja.

Kriteria pengukuran dari keempat komponen teknologi disusun dalam kuisioner penilaian SOTA yang telah disesuaikan dengan kondisi galangan kapal, teori pendukung untuk pengukuran dan didiskusikan dengan pihak akademisi yang ahli dalam bidang teknologi dan industri galangan kapal (Lampiran 1).

Penilaian kriteria dimana skornya tidak tertera pada acuan, maka dilakukan interpolasi dari nilai yang ada di atas dan bawahnya. Setelah dilakukan penilaian pada masing-masing kriteria sebagaimana dipaparkan di atas, maka pengkajian

state of the art dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut:

- **Technoware**

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_k t_{ik}}{k_t} \right] \quad (3.1.)$$

$$k = 1, 2, \dots, k_t$$

$$k_t = \text{Jumlah kriteria komponen } \textit{technoware}$$

dimana:

t_{ik} adalah nilai kriteria ke- k dari *technoware* kategori i .

- **Humanware**

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_l h_{ij}}{l_h} \right] \quad (3.2.)$$

$$l = 1, 2, \dots, l_h$$

$$l_h = \text{Jumlah kriteria komponen } \textit{humanware}$$

dimana:

h_{ij} adalah nilai kriteria ke- i dari *humanware* kategori j .

- **Inforware**

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_f f_m}{m_f} \right] \quad (3.3)$$

$$m = 1, 2, 3, \dots, m_f$$

$$m_f = \text{Jumlah kriteria komponen } \textit{inforware}$$

dimana:

m_f adalah nilai kriteria ke- m dari *inforware* pada tingkat perusahaan.

- **Orgaware**

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_n O_n}{n_o} \right] \quad (3.4)$$

$$n = 1, 2, 3, \dots, n_o$$

$$n_o = \text{Jumlah kriteria komponen } \textit{orgaware}$$

dimana:

O_n adalah nilai kriteria ke- n dari *orgaware* pada tingkat perusahaan.

3.3.3. Perhitungan Kontribusi Komponen Teknologi (THIO)

Penentuan nilai kontribusi komponen (*component contribution*) dapat ditentukan berdasarkan batas-batas tingkat sofistikasi yang telah ditentukan dan rating kecanggihan mutakhir berdasarkan persamaan-persamaan di bawah ini:

$$T_i = \frac{1}{9} [LT_i + ST_i(UT_i - LT_i)] \quad (3.5)$$

$$H_j = \frac{1}{9} [LH_i + SH_i(UH_i - LH_i)] \quad (3.6)$$

$$I = \frac{1}{9} [LI + SI(UI - LI)] \quad (3.7)$$

$$O = \frac{1}{9} [LO + SO(UO - LO)] \quad (3.8)$$

dimana:

LT = batas bawah <i>technoware</i>	LI = batas bawah <i>infoware</i>
ST = SOTA <i>technoware</i>	SI = SOTA <i>infoware</i>
UT = batas atas <i>technoware</i>	UI = batas atas <i>infoware</i>
LH = batas bawah <i>humanware</i>	LO = batas bawah <i>orgaware</i>
SH = SOTA <i>humanware</i>	SO = SOTA <i>orgaware</i>
UH = batas atas <i>humanware</i>	UO = batas atas <i>orgaware</i>

Nilai T_i menunjukkan kontribusi dari komponen *technoware*, nilai H_j menunjukkan kontribusi dari setiap komponen *humanware*, nilai I menunjukkan kontribusi komponen *infoware*, serta nilai O menunjukkan kontribusi komponen *orgaware*. Pembagian dengan sembilan dilakukan agar kontribusi oleh setiap komponen pada *state of the art* bernilai satu.

3.3.4. Penilaian Intensitas Kontribusi Komponen Teknologi

Estimasi intensitas kontribusi komponen (*component contribution intencities*), dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison matriks*). Berkaitan dengan penentuan bobot atau intensitas, maka langkah-langkah penilaian dilakukan dengan mennggunakan metode *Aanalytical Hierarchy Processes* (AHP) adalah sebagai berikut:

a. Menyusun Matriks Perbandingan Berpasangan

Pengolahan data berdasarkan metode AHP yang pertama dilakukan adalah menyusun matriks perbandingan berpasangan untuk semua level hirarki. Pengolahan data baru dapat dilakukan setelah ada penilaian tingkat kepentingan untuk level hirarki. Penilaian perbandingan antar elemen dari hirarki tersebut menggunakan skala 1 samapai dengan 9 yang diuraikan pada Tabel 3.3. berikut ini.

Tabel 3.3. Skala Perbandingan Secara Berpasangan

Intensitas Pentingnya	Definisinya	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen menyumbang sama besar pada sifat itu
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dibandingkan lainnya	Pengalaman dan pertimbangan sedikit menyokong satu elemen atas yang lainnya
5	Elemen yang satu esensial atau sangat penting ketimbang elemn yang lainnya	Pengalaman dan pertimbangan dengan kuat menyokong satu elemen atas elemen yang lainnya.
7	Satu elemen jelas lebih penting dai elemen yang lainnya	Satu elemen dengan kuat disking, dan dominannya telah terlihat dalam pabrik
9	Satu elemen mutlak lebih penting ketimbang elemen yang lainnya	Bukti yang menyokong elemen yang satu atas yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai antara di antara dua pertimbangan yang berdekatan	Kompromi diperlukan antara dua pertimbangan

Sumber: Saaty (1993).

a. Penilaian Tingkat Kepentingan

Penilaian tingkat kepentingan ini berdasarkan metode wawancara yang dilakukan terhadap para pengambil keputusan atas permasalahan yang terkait.

b. Menyusun Matriks Data Awal

Berdasarkan hasil penilaian para pengambil keputusan, maka keputusan tersebut disusun dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan, yang biasa disebut matrik data awal.

c. Normalisasi Matriks

Masing-masing matriks data awal dalam setiap level hirarki tersebut kemudian dinormalisasi dengan cara menjumlahkan nilai-nilai setiap kolom dalam matriks, membagi setiap entri dalam setiap kolom dengan jumlah pada kolom tersebut, maka matriks data awal tersebut telah dinormalisasi.

d. Bobot Prioritas

Cara untuk mendapatkan pembobotan prioritas yaitu:

- Menjumlahkan nilai-nilai setiap baris dalam matriks
- Membagi hasil penjumlahan setiap baris dengan banyaknya entri dari setiap baris.

e. Uji Konsistensi Matriks

Pengujian konsistensi matriks, ada beberapa hal yang harus dilakukan, yaitu: menghitung besarnya lamda maksimum (λ maks), menghitung indeks konsistensi, dan bagian terakhir, menghitung rasio konsistensi. Nilai konsistensi minimal adalah 0, 1 jika tidak maka harus dilakukan pengulangan atau evaluasi kembali sampai nilai konsistensi tersebut tercapai.

3.3.5. Perhitungan *Technology Contibution Coefficient (TCC)*

Model teknometrik bertujuan untuk mengukur kontribusi gabungan antara keempat komponen pada teknologi terhadap kemutakhiran semua teknologi yang digunakan dalam transformasi fasilitas dari input berubah menjadi *output*. Sehingga *technology contribution coefficient (TCC)* diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$TCC = T^{\beta_t} \times H^{\beta_h} \times I^{\beta_i} \times O^{\beta_o} \quad (3.9)$$

Karena nilai-nilai T , H , I dan O semuanya kurang dari 1 dan juga karena nilai-nilai β setelah normalisasi sama dengan 1, maka nilai maksimum TCC akan menjadi 1.

BAB 4

TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

4.1. PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

4.1.1. Sejarah Umum PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

PT. Dumas Tanjung Perak *Shipyard* merupakan galangan kapal swasta yang di dirikan pada tanggal 10 Januari 1989, dimana pada awalnya diperuntukan untuk reparasi kapal, namun seiring dengan kebutuhan pasar akan bangunan baru, kini PT. Dumas Tanjung Perak *Shipyard* dari pengelamannya merupakan galangan kapal menengah yang produktif dalam bidang membangun kapal dengan berbagai tipe. Usaha pengembangan perusahaan seiring dengan meningkatnya permintaan pemabangunan kapal yaitu dengan melakukan penambahan area tanah yang semula hanya berlokasi di Nilam Barat No 12, kemudian ada penambahan lahan yang berlokasi di Nilam Barat No. 24-26 Surabaya dengan membangun fasilitas *grafing dock* dengan kapasitas 8.000 DWT dimensi 125 m x 20 m x 6 m dan penambahan dermaga (*marine transform platform*) serta penambahan berbagai fasilitas mesin/peralatan yang menunjang proses produksi. Secara geografis galangan ini memiliki letak yang strategis dimana berdekatan dengan pelabuhan internasional.

4.1.2. Visi dan Misi PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

Visi dan misi yang dimiliki oleh PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard yaitu:

1. Visi

Berkomitmen mewujudkan perusahaan bertaraf internasional dengan menerapkan sistem manajemen mutu secara berkelanjutan yang memenuhi persyaratan pelanggan dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

2. Misi

Misi yang dimiliki untuk mencapai visi perusahaan adalah:

- Peningkatan efisiensi dan produktivitas kerja
- Peningkatan kepuasan pelanggan
- Penyelesaian pekerjaan tepat waktu

- Peningkatan mutu produk
- Peningkatan istem kerja yang menjamin keselamatan dan kesehatan kerja
- Peningkatan kompetensi karyawan

4.1.3. Bidang Usaha PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard memiliki bidang usaha pembangunan banguan baru, yang meliputi kapal-kapal milik pemerintah maupun swasta. Pengalaman pembangunan kapal perintis yang pernah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pengalaman Pembangun Kapal Perintis di PT. Dumas

No. Proyek	Nama dan Tipe Kapal	Tahun Pembangunan
B.123.10.12	Sabuk Nusantara 42 Perintis 1200 GRT	2012-2013
B.124.10.12	Sabuk Nusantara 47 Perintis 1200 GRT	2012-2013
B.125.10.13	Sabuk Nusantara 51 Perintis 1200 GRT	2013-2014
B.133.10.15	Sabuk Nusantara 57 Perintis 750 DWT	2015-2016
B.134.10.15	Sabuk Nusantara 58 Perintis 750 DWT	2015-2016
C.145.10.15	Sabuk Nusantara, Perintis 1200 GT	2015-2017
C.146.10.15	Perintis 1200 GT	2015-2017
C.147.10.15	Perintis 1200 GT	2015-2017
C.148.10.15	Perintis 1200 GT	2015-2017
C149.10.15	Perintis 1200 GT	2015-2017
B.150.10.15	Perintis 2000 GT	2016-2017

Sumber: PT. Dumas.

4.1.4. Fasilitas PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

Keberadaan fasilitas di perusahaan adalah salah satu faktor penunjang yang penting bagi PT. Dumas dalam melakukan proses produksi kapal. Fasilitas yang dimaksud yaitu berupa fasilitas produksi, dan sarana-prasarana pendukung lainnya yang memiliki jumlah dan kapasitas yang bervariasi. Secara umum peralatan produksi yang ada di PT. Dumas Tanjung Perak Shiyard dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Beberapa Peralatan Utama yang Dimilki PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

NO	Nama Peralatan	Keterangan
1	<i>Plasma cutting</i>	Vector thermal, auto-cut 2000 XT 200A
2	<i>NC cutting</i>	Hugong, <i>type</i> : Intercut-4, HG612 CNC, power: AC 220 V/50 Hz
3	<i>Roll plate</i>	DSK power: EL Motor, 380 volt, 2,2 KW, 940rpm, 10 Amp, NS: 208470
4	<i>Bending machine & Press machine</i>	Akbend, APK 21, Kw: 15, volt: 400, Hz: 50.
5	<i>Sand blasting machine dan Pasir besi</i>	Kower: 1m ² dan 0,5 m ³ , selang kapasitas: 12 bar, Pasir: jenis serbuk besi MGrit
6	<i>Air less dan cat</i>	Graco, max press: 90 Psi
7	<i>Forklift</i>	Komatsu & Lonking: 3-10 ton
8	<i>Overhead Crane</i>	Kapasitas: 1-5 ton
9	<i>Crane Kato</i>	Kapasitas 13-70 ton
10	<i>Crane Lorain dan gantry crane</i>	Kapasitas: 150 ton dan 15 ton

Sumber: PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

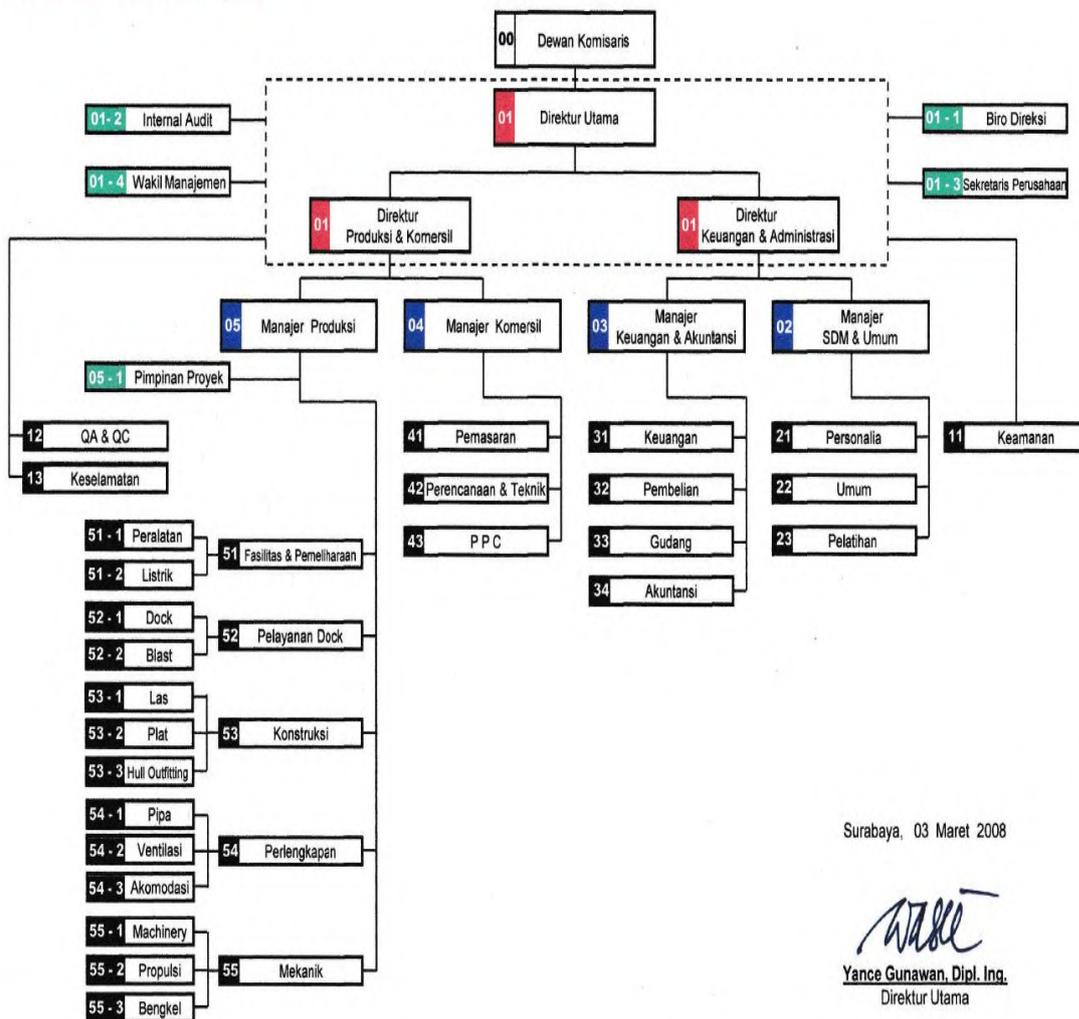
Berdasarkan Tabel 4.2, kondisi peralatan yang terdokumentasi di lapangan yang digunakan dalam proses transformasi material menunjukkan keberadaan yang cukup baik. *Over head crane* digunakan pada *workshop* dan ada juga yang berlokasi di *working floor*. Penggunaan *mobile crane* selain digunakan di galangan 24, juga digunakan di galangan 12, dimana pada teknis pelaksanaannya jarak antara lokasi dua galangan milik PT. Dumas ini cukup jauh, sehingga penggunaan fasilitas untuk *material handling* baik untuk pengerjaan bangunan baru yang ada di galangan 24 dan 12 harus dikoordinasikan dengan baik.

Lokasi galangan 12 yaitu di Jalan Nilam Barat No.12 dengan luas 9.950 m² sedangkan galangan 24 berlokasi di Jalan Nilam Barat No. 24 dengan luasan 14.350 m². Galangan No 12 memiliki fungsi utama sebagai tempat membangun kapal baru 3000 DWT dengan 4 slide dan *float launching*. Selain itu, terdapat kantor utama, bengkel *blasting*, *marking* maupun *NC cutting*. Galangan Nilam Barat no 24 terdapat fasilitas berupa *graving dock* dengan kapasitas 8000 ton denan panjang 125 m, lebar 20 m dan kedalaman 6 m yang juga dilengkapi dengan pompa diesel, pompa *stripper*, pompa listrik, pompa pemadam kebakaran dan *capstand*. Di galangan 24 juga memiliki fasilitas berupa *gantry crane*, *crane lorain*, *overhead*

crane, pipe and filter shop, store, plate shop, machine shop, electrical installation dan perkantoran. Hasil survei yang ada di PT. Dumas saat ini beserta *Layout* PT. Dumas, dapat dilihat di Lampiran 3.

4.1.5. Struktur Organisasi PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

PT Dumas telah memiliki pengakuan ISO dalam struktur organisasinya, dimana secara hierarki seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1. Struktur organisasi PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard (PT. Dumas).

Bedasarkan struktur organisasi pada Gambar 4.1, pembagian *job description* PT. Dumas adalah sebagai berikut:

1. Presiden Direktur

Presiden Direktur, sebagai pemegang kekuasaan utama yang bertanggung jawab terhadap jalannya perusahaan, jika Presiden Direktur berhalangan maka ketiga Direktur bersama-sama berwenang untuk bertindak atas nama Presiden Direktur.

2. Direktur Produksi

Bertugas sebagai:

- Direktur Produksi adalah anggota dari dewan direksi
- Atasan langsung bagi Manajer *Design Engineering*, Manajer Produksi, dan Kepala Bagian *Maintenance*.
- Atasan langsung bagi staff, misalnya pimpinan proyek, *Quality Control* (QC) dan Manajer *Production Project Planning Control* (PPPC)
- Pimpinan tim manajemen yang terdiri dari Pimpinan Proyek, *Quality Control*, Manajer PPC, *Manajer Design Engineering*, Manajer Produksi dan Kepala Bagian *Maintenance*.

3. Direktur Komersial

- Merupakan anggota dari dewan direksi. Direktur Komersial ini memberikan laporan pada Presiden Direktur.
- Merupakan atasan langsung dari Departemen *Marketing*, Estimasi, Pembelian dan Akuntansi Proyek.

4. Direktur Keuangan

- Direktur keuangan adalah anggota dari dewan direksi. Bertugas memberikan laporan keuangan kepada Presiden Direktur.
- Atasan langsung dari karyawan keuangan, kasir dan *pay roll*.
- Atasan langsung dari fungsi-fungsi *staff* seperti Manajer Akuntansi dan Manajer SDM.

5. Manajer Produksi

- Merupakan anggota dari dewan direksi. Manajer produksi ini bertugas memberikan laporan produksi pada Presiden Direktur.
- Merupakan atasan langsung dari para kepala bagian (KABAG) di Departemen Produksi.

6. Manejer Estimasi

- Manejer Estimasi adalah bawahan langsung dari Direktur Komersial dan memberikan laporan pada Direktur Utama.
- Merupakan atasan langsung dari Estimator di bagiannya.

7. Manejer Pembelian

- Manejer Pembelian adalah bawahan langsung dari direktur Komersial dan bertanggung jawab memberikan laporan kepada Direktur Utama.
- Merupakan atasan langsung dari tim pembeli

8. Manejer *Marketing sales*

- Manejer *Marketing sales* adalah bawahan langsung dari Direktur Komersial dan memberikan laporan kepada Direktru Utama.
- Manejer akan mewakili beberapa hal dalam menjalankan bisnis dari Direktur Komersial.

9. Manejer SDM dan Umum

- Manejer SDM adalah bawahan langsung dari Direktur Keuangan dan memberikan laporan pada Direktur Keuangan.
- Merupakan atasan langsung dari tim SDM dan Kepala Bagian Umum.

4.1.6. Jumlah Tenaga Kerja PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

Berdasarkan hasil rekapitulasi keadaan tenaga kerja yang ada di PT Dumas, yaitu diketahui tenaga kerja yang ada memiliki strata pendidikan yang berfariasi, yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut ini.

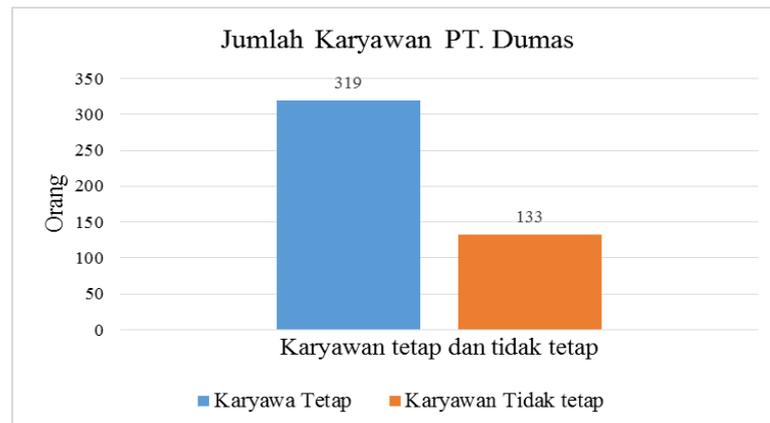
Tabel 4.3. Strata Pendidikan Karyawan PT. Dumas

Strata Pendidikan							Total
S2	S1	D3	D1	SMA	SMP	SD	
2	45	23	0	179	36	34	319

Sumber: PT. ASSI.

Jumlah tenaga kerja yang ada di PT. Dumas pada akhir tahun 2015 sampai 2016 sudah termasuk teknisi berjumlah 319 orang, sedangkan untuk karyawan

kontrak atau tidak tetap yang merupakan sub kontraktor yaitu berjumlah 133 orang, maka jumlah pekerja saat ini adalah 452 orang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Jumlah Karyawan Tetap dan Tidak tetap PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard.

4.1.7. Proses Pembangunan Kapal Perintis Secara Umum di PT. Dumas

Pembagian proses produksi kapal perintis yang dilakukan di PT. Dumas berdasarkan tahapannya adalah sebagai berikut:

a) **Persiapan**

Pada tahapan ini, persiapan yang dimaksudkan yaitu berkaitan dengan memastikan gambar-gambar berdasarkan spesifikasi teknik, pengecekan kebutuhan material baik dari galangan maupun klas dan daftar kebutuhan gambar-gambar kerja.

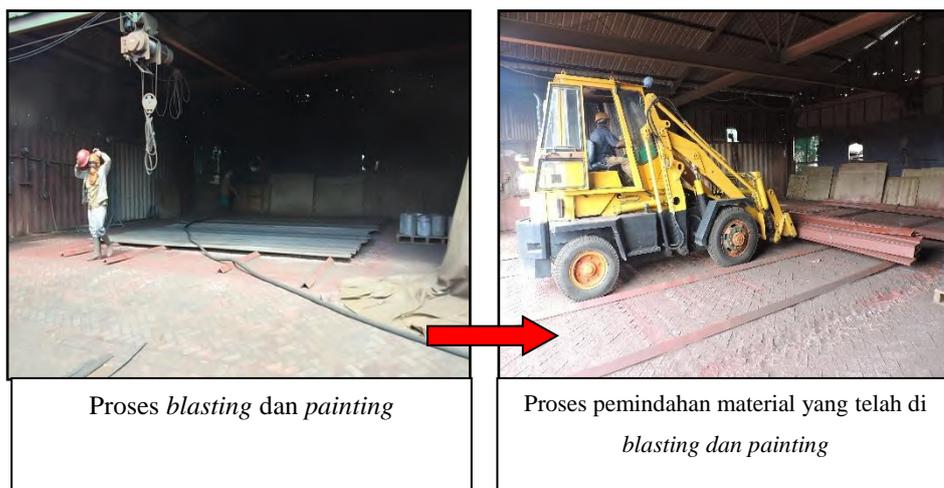
Proses pembanguanan kapal perintis di lakukan di galangan 24. Persiapan teknis yang dilakukan berkaitan dengan pengaturan *floor* (mengatur meja kerja untuk blok), pada tahap ini pembagian blok kapal harus diketahui dan dipahami atau disesuaikan dengan *planning* dan *schedule* yang akan dibagikan di setiap divisi kerja, sehingga setiap alokasi komponen pendukung utama seperti material, tenaga kerja, priorotas pekerjaan dapat disesuaikan. Pengelevelan material di *steel stockyard* juga menjadi salah satu penentu efisiensi, karena dengan sistem penglevelan maka akan mengurangi waktu *material handling*. Setiap pengeluaran

material yang dibutuhkan harus menggunakan bon material keluar, sehingga material yang ada di *steel stockyard* dapat dikontrol dengan baik (Gambar 4.3).



Gambar 4.3. Pengecekan material yang dibutuhkan dalam proses fabrikasi.

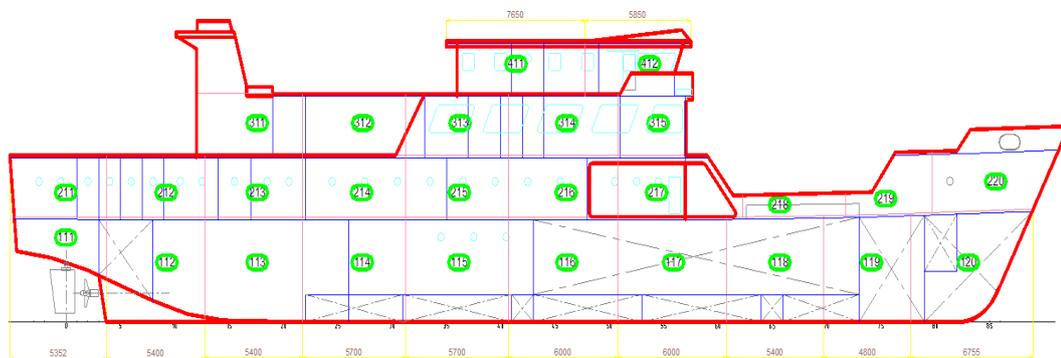
Proses perlakuan pada material yang akan digunakan seperti proses *blasting* dan *painting* juga dilakukan pada tahapan *preparation*, dimana proses *blasting* dan *painting* yang dilakukan di PT. Dumas yaitu mengacu pada standarisasi ISO 8501-1:1988 (Gambar 4.4).



Gambar 4.4. Tahapan *blasting* dan *painting* di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyards

Teknis pengerjaan yang sesuai dengan syarat dan standar keselamatan menjadi bahan pertimbangan penting di dalamnya. Material yang telah di *blasting* dan di *painting*, kemudian diangkut menggunakan *forklift* ke bagian fabrikasi. Jika terdapat kekurangan pada material maka akan dilakukan pengecekan lanjutan dengan koordinasi dari bagian *Quality Control (QC)*.

Pada Gambar 4.5 menunjukkan blok kapal perintis di bagi sebanyak 27 blok. Pembagian blok ini telah dipertimbangkan dan diperhitungkan sesuai dengan kapasitas peralatan yang akan digunakan, terlebih khusus kapasitas *crane* yang dimiliki perusahaan.



Gambar 4.5. *Block Division* kapal perintis 750 DWT (PT. Dumas)

Setiap blok akan dihitung waktu pengerjaannya berdasarkan minggu. Pembagian blok dilakukan untuk mengetahui jumlah pemakaian material yang akan digunakan dan secara langsung mengarahkan adanya koordinasi dengan pergudangan. Dari perhitungan yang dilakukan akan diperoleh juga jumlah penggunaan *working floor* untuk satu kapal yang dikerjakan. Pada tahap ini gambar *nesting* harus sudah terdefinisi. Adapun gambaran umum kapal perintis 750 DWT yang dibangun PT. Dumas dapat dilihat di Lampiran 3.

b) *Parts Fabrication*

Pada tahapan ini gambar produksi yang telah ada, di bawa ke bagian fabrikasi dimana gambar-gambar produksi ini digunakan sebagai *input* pada saat *marking* dan *cutting* dengan mesin CNC atau plasma *cutting*. Proses pemotongan *parts* untuk kapal perintis yaitu menggunakan jasa sub kontraktor, dimana proses

cutting dilakukan di luar perusahaan dan dibawa ke bagian produksi setelah selesai di potong seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Proses penanganan material yang di *cutting* sub-kontraktor.

Parts yang membutuhkan pembentukan yaitu menggunakan mesin *bending*. Proses fabrikasi yang dilakukan harus disesuaikan dengan jadwal yang sudah ditentukan dan juga tak terlepas dari *quality control* dan *quality assurance* baik dari pihak galangan maupun dari pihak klas dan *owner*.

c) ***Sub-assembly***

Setelah panel-panel telah di fabrikasi, tahapan selanjutnya yaitu melakukan *fit up* untuk proses *welding* atau penyambungan panel-panel menjadi bagian-bagian blok atau yang disebut dengan sub blok (Gambar 4.7). Proses *sub-assembly* pada kapal perintis 750 DWT belum terintegrasi dengan perpipaan. Sistem perpipaan dirangkai terpisah dengan sub blok.



Gambar 4.7. Proses *Sub-assembly*

d) *Assembly*

Pada tahapan ini dilakukan penyambungan sub-blok dengan sub blok lainnya hingga menjadi satu blok kapal. Peranan *quality control* pada tahapan ini yaitu mengecek hasil penyambungan atau hasil pengelasan. Secara teknis, proses *joint plate* yaitu menggunakan SAW dengan ketebalan 8 sampai 10 mili (sesuai dengan ketentuan yang ada). Proses *assembly* membutuhkan alokasi tenaga kerja 4 *fitters*, 3 *welders*, 2 *helpers* (untuk mesin gerinda) dan 1 supervisi. Mengingat ketersediaan lahan yang sempit, maka perusahaan mensiasati blok-blok kapal yang telah selesai di *assembly* tempatkan di tongkang milik PT. Dumas di galangan 24 seperti pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8. Penumpukan blok di tongkang

e) ***Erection***

Proses *erection* dilakukan dengan cara mengelas setiap sub-blok kapal yang ada menjadi satu blok yang lebih besar (Gambar 4.9). Proses *erection* yang ada di PT. Dumas yaitu dengan menggunakan sistem piramid, dimana blok kapal disusun bertahap seperti piramida yang dilakukan berdasarkan pembagian blok.



Gambar 4.9. Pekerjaan *erection* di galangan no 24.

Pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa proses *erection* blok belum terintegrasi berdasarkan sistem blok namun berdasarkan sistem semi blok, hal ini dikarenakan masih adanya bentuk *sub-block* dalam proses *erection*, menandakan bahwa blok kapal yang *erection* masih bersifat konvensional. Selain itu, instalasi perpipaan belum terlihat, namun dilakukan berdasarkan *on-board* maupun *on-unit*.

4.2. PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia (PT. ASSI)

4.2.1. Sejarah Umum PT. ASSI

PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia (PT. ASSI) adalah galangan kapal swasta yang dibangun pada tahun 1992, yang merupakan bagian dari bidang bisnis PT. Dharma Lautan Utama (DLU *Maintenance Facility*), dimana pada awalnya sebagai dukungan terhadap layanan prima PT. Dharma Lautan Utama kepada pelanggan, guna memberikan jaminan kualitas pelayaran yang lebih baik selain sebagai penunjang sistem transportasi laut.

Pada bulan september tahun 2007, PT. ASSI menjadi bagian dari pelayanan PT. Dharma Lautan Utama yaitu sebagai fasilitas perawatan dan perbaikan armada

kapal PT. Dharma Lautan Utama guna menunjang transportasi laut. Sebagai suatu galangan kapal yang bergerak dalam jasa pembuatan bangunan baru dan reparasi kapal, PT ASSI harus memiliki fasilitas-fasilitas yang mendukung proses produksi. PT. ASSI terus melakukan peningkatan kapasitas pembangunan baru, reparasi kapal dan rekayasa umum, sumber daya manusia, fasilitas dan peralatan secara berkesinambungan dilaksanakan guna menjamin kesiapan menangani pekerjaan-pekerjaan baik yang bersifat rutin maupun *emergency*. PT. ASSI berperan juga dalam asosiasi seperti IPERINDO dan INSA. PT. ASSI telah menerapkan standar manajemen berdasarkan standar ISO 14001:2004 (sistem manajemen lingkungan). Saat ini juga merupakan salah satu galangan kapal swasta menengah yang keberadaan bisnisnya cukup stabil. Dengan pengalaman kerja yang sudah dipercaya dalam hal bangunan baru dan jasa reparasi menjadikannya sebagai salah satu galangan kapal yang produktif.

4.2.2. Visi dan Misi PT. ASSI

Perusahaan PT. ASSI mempunyai visi dan misi sebagai berikut:

1. Visi

Selalu berkarya berkesinambungan melebihi harapan pemangku kepentingan dan menjadi simbol bagi produk dan jasa teknik kelautan terbaik dari Indonesia dan menang bersaing melalui teknologi dan pengetahuan kelautan mutakhir.

2. Misi

Melalui teknologi maju, pengetahuan dan ekonomi yang kompetitif guna menciptakan produk teknologi kelautan yang aman, selamat, ramah lingkungan dengan harga bersaing dan dapat memberikan kontribusi pada masyarakat maritim.

4.2.3. Bidang Usaha PT. ASSI

Bidang usaha PT. ASSI yaitu bergerak dalam pembuatan bangunan baru dan jasa reparasi kapal (*repair*). Adapun uraian dari bidang usaha yang dimaksud adalah sebagai berikut:

a) Bangunan Baru

Bidang usaha bangunan baru yang telah dilakukan yaitu pembangunan kapal-kapal dengan berbagai tipe, dimana kapal-kapal yang dibangun seperti kapal patroli, kapal *ferry ro-ro*, kapal *cargo* dan berbagai tipe lainnya dengan kapasitas yang terus ditingkatkan serta sudah dipercaya oleh pemerintah dan beberapa perusahaan swasta untuk membangun kapal-kapalnya seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Kapal-Kapal Yang Telah Dibangun PT. ASSI

No	NAMA KAPAL	TIPE
1	KK. Cempaka I	<i>Cutter suction Dredger</i>
2	KT. Melati I	<i>Tug Boat</i>
3	Nindya I	<i>Work Boat</i>
4	Nindya II	<i>Work boat</i>
5	Nindya III	<i>Work boat</i>
6	KMP. Nuku	<i>Ro-Ro Ferry</i>
7	MB. Lanin-I	<i>Mooring Boat</i>
8	MB. Lanin-II	<i>Mooring Boat</i>
9	MB. Kalimas	<i>Mooring boat</i>
10	TK. Anggrek-III	<i>Work Barge</i>
11	KK. Semprot Anak	<i>Water Injection dredger</i>
12	PALWO I (<i>Block section</i>)	<i>Container ship</i>
13	PALWO II (<i>Block section</i>)	<i>Container ship</i>
14	FOBS (<i>labour cost</i>)	<i>Fuel Oil Storage Barge</i>
15	Modern Java	<i>Work barges</i>
16	KMP. Uma Kalada	<i>Ro-Ro Ferry</i>
17	KMP. Kormomolin	<i>Ro-ro Ferry</i>
18	Work Barge	<i>Work barge</i>
19	Trash clearing boats	<i>Work barge</i>
20	KMP. Pulau Sabu	<i>RO-Ro Ferry</i>
21	Ponton dermaga kamal	<i>Pontoon</i>
22	KMP. Cakalang	<i>Ro-ro Ferry</i>
23	P.III-05 (pel. Tg. Perak)	<i>Pilot Boat</i>
24	P. III-06 (Pel. Tg. Emas)	<i>Pilot Boat</i>
25	KM. Tanjung Ular	LCT 39 DWT
26	KMP. Egron	<i>Ro-ro Ferry</i>
27	KMP. Gorango	<i>Ro-ro Ferry</i>
28	KMP. Arar	<i>Ro-ro Ferry</i>
29	TB. Kirana 8	<i>Tug boat</i>
30	KMP. Marsela	<i>Ro-ro Ferry</i>
31	KMP. Lohoraung	<i>Ro-ro Ferry</i>
32	Perintis 750 DWT	Perintis
33	Ferry Ro-ro 750 GT	<i>Ro-ro Ferry</i>
34	Ferry Ro-ro 500 GT	<i>Ro-ro Ferry</i>
35	Ferry Ro-ro 500 GT	<i>Ro-Ro Ferry</i>
36	KM. Camara Nusantara I	Kapal Ternak

Sumber: PT. ASSI.

Tahun 2015 sampai saat ini berdasarkan pesanan dari pemerintah, PT ASSI sudah membangun satu kapal ternak, yang dalam sejarahnya hal ini pertama dilakukan di Indonesia. Saat ini PT ASSI sedang membangun kembali dua kapal ternak milik pemerintah yang akan diselesaikan pada akhir tahun 2016. Beberapa tipe kapal perintis yang sering dibangun adalah perintis 750 DWT, perintis 2000 GT dan perintis 1200 GT. Untuk tipe kapal perintis 750 DWT yang pernah dibangun dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Pengalaman Pembangunan Kapal Perintis Tipe 750 DWT di PT. ASSI

No. proyek	Nama Kapal	Tahun Pembuatan
A.032	KM. Sabuk Nusantara 35	2011-2012
A.040	KM. Sabuk Nusantara 50	2013-2014
A.041	KM. Sabuk Nusantara 51	2013-2014
A.044	KM. Sabuk Nusantara 56	2014-2015
A.046	KM. Sabuk Nusantara 60	2015-2016
A.047	KM. Sabuk Nusantara 62	2015-2016

Sumber: PT. ASSI.

b) Jasa *Docking* atau Reparasi Kapal

Sebagai galangan yang bergerak juga dalam jasa reparasi kapal, PT. ASSI telah banyak memiliki pengalaman kerja dalam memperbaiki kapal-kapal milik pemerintah maupun swasta dan mendapatkan kepercayaan dari pemilik-pemilik kapal untuk melakukan perbaikan pada kapal mereka.

4.2.4. Fasilitas PT. ASSI

Sarana dan prasarana pendukung di PT. ASSI telah mendapatkan sertifikat ISO 9001. Sarana dan prasarana yang dimiliki adalah sebagai berikut:

a. *Slipway*

Slipway yang dimiliki PT ASSI yaitu dibangun pada tahun 1994 dengan kapasitas *slipway* yang dimiliki yaitu berkapasitas: 1.000 DWT, panjang 140 m dan lebar 18 m, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. *Slipway* milik PT. ASSI (PT. ASSI).

b. *Floating dock*

Floating dock milik PT. ASSI pada Gambar 4.11, memiliki ukuran LOA: 63 M, L Deck: 46 M, BOA: 42 M B deck: 33, MH: 3, 3 M, H *Work deck*: 13 M dengan kapasitas 3000 TLC.



Gambar 4.11. *Floating dock* milik PT. ASSI (PT. ASSI, 2015).

Selain itu beberapa fasilitas dan alat penunjang lainnya yang dimiliki oleh perusahaan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Fasilitas Umum Milik PT. ASSI

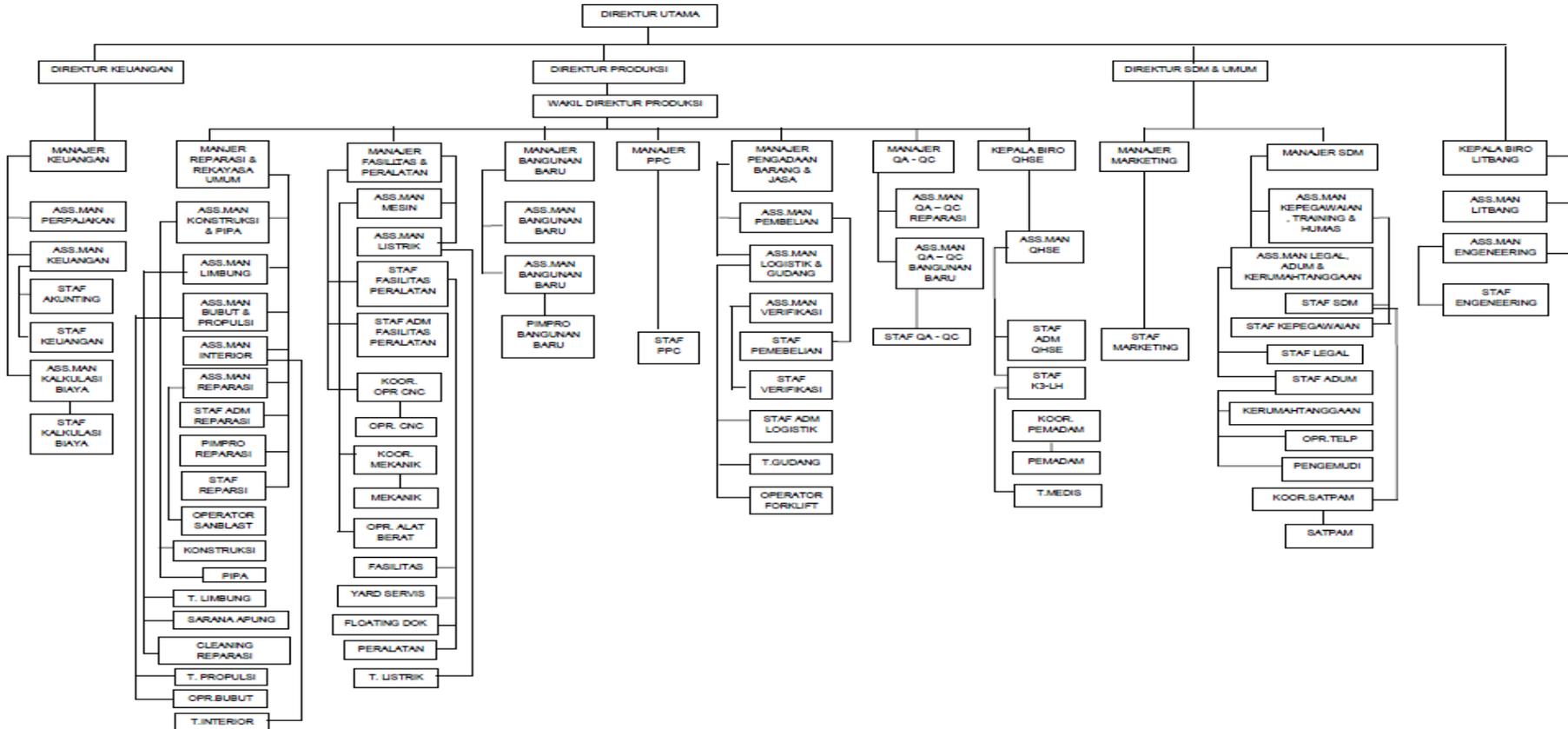
NO	Fasilitas	Kapasitas & Dimensi
1	<i>Pusher Boat</i>	Mitsubishi 6D22T-A1, LOA : 12.50 m, LPP : 11.50 m, 300 HP/2200 Rpm, H : 1.30 m, B : 3.20 m
2	PONTON II	L : 18 m, H : 1.5 m, B : 7.5 m
3	TK Keruk	LOA : 18 m, BOA : 7.5 m, H : 1.8 m
4	Mesin Bubut	18.5 Kw, 380 V, 34 A , 50 Hz , 970 Rpm, 3 phase 6 m, 1.8m, 3 m
5	<i>Milling Machine</i>	Bed : 1100x600 mm
6	<i>CNC Cutting</i>	230 V , 3 kVa , 50 Hz
7	<i>Cold Pipe Bending machine</i>	50 Hz , 380 V , 15.5 A , 3 Phase , 1450 Rpm
8	<i>Kower Sanblast</i>	Kapasitas : 600 Lbs, Tekanan Hyd tes : 200 Psi, Tekanan kerja : 125 Psi
9	<i>Airless dan Water Jet</i>	Maks tekanan udara : 90 Psi Maks tekanan fluida : 4050 Ps, (280 bar)
10	<i>Hydrolic Jack</i>	30 T, 200 T (3 buah), 60 T
11	<i>Automatic Welding machine</i>	1 buah
12	<i>Overhead Crane</i>	Kapasitas 5 ton, gearbox 3 phase
13	<i>Overhead Crane</i>	Single Girder, 5T Capacity.
14	<i>Link Belt</i>	Tinggi angkat maksimal 24 m, Kekuatan motor penggerak 130 HP, Kapasitas max 35 ton
15	<i>Crane Tadano</i>	Tinggi angkat maksimal 20 m, Kekuatan motor penggerak 170 HP
16	<i>Forklift Komatsu</i>	Tinggi angkat maksimal 6 m, Kekuatan motor penggerak 130 HP
17	JLG 60 & 40 G	Kapasitas max 60' (18.288 M) & max 40' (12.192 M)
18	<i>Bulldozer</i>	
19	<i>Excavator</i>	Engine S 6 D 95 L - 1
20	<i>Crawler Crane</i>	Tinggi angkat maksimal 27 m, Kekuatan motor penggerak 135 HP, Kapasitas 50 ton
21	<i>Truck</i>	Isuzu ELF 77 PS
22	<i>Dump Truck</i>	Mitsubishi 120 PS
23	<i>Forklift</i>	Komatsu FD 80 – 10 kapasitas 8 ton

Sumber: PT. ASSI.

Alat-alat berat yang ditunjukkan pada Tabel 4.6 adalah alat-alat yang digunakan dalam penanganan material mulai dari awal sampai pada tahap akhir yaitu *joint block*. *Layout* PT. ASSI dapat dilihat di Lampiran 3.

4.2.5. Struktur Organisasi PT. ASSI

Adapun stuktur organisasi milik PT. ASSI yaitu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.12 berikut ini.



Gambar 4.12. Struktur Organisasi PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia (PT. ASSI)

Berdasarkan struktur organisasi pada Gambar 4.12, untuk pembagian *job description* PT. ASSI secara umum adalah:

1. **Direktur Utama**
 - Eksternal: mewakili PT atas nama perseroan untuk melakukan bisnis dengan perusahaan lain dan mewakili PT dalam perkara (pengadilan)
 - Internal: mengurus dan mengelola PT. Untuk kepentingan PT yang sesuai dengan maksud dan tujuan PT, menjalankan kepengurusan PT sesuai dengan kebijakan yang tepat (keahlian, peluang dan kelaziman usaha) yang ditentukan dalam UU Perseroan Terbatas dan anggaran dasar PT.
2. **Direktur Keuangan**

Bertugas pokok menyusun perencanaan, pengelolaan, pengendalian, administrasi, dan akuntansi keuangan perusahaan.
3. **Direktur SDM & Umum**

Bertugas untuk menjabarkan kebijakan direktur utama di bidang perencanaan dan pembinaan SDM, pembinaa kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan hidup maupun pembinaan organisasi dan metode serta menyelenggarakan kegiatan-kegiatan umum yang meliputi pengamanan perusahaan, kontak, auransi dan hukum.
4. **Direktur Produksi**

Bertugas untuk merencanakan dan merumuskan kebijakan strategis yang menyangkut Produksi, Memonitoring dan mengarahkan proses-proses di seluruh DIvisi Direktorat Produksi, melaukan koordinasi strategis antar Direktorat, memberikan masukan kepada Direktur Utama dalam memutuskan hal-hal yang berkaitan dengan Produksi.
5. **Biro LITBANG**

Bertugas secara umum meneliti dan mengembangkan apa yang sudah menjadi visi perusahaan baik dibidang fasilitas produksi maupun fasilitas gedung perusahaan dilingkungan sekitar.
6. **Biro *Quality, Health, Safety* dan *Enviroment***

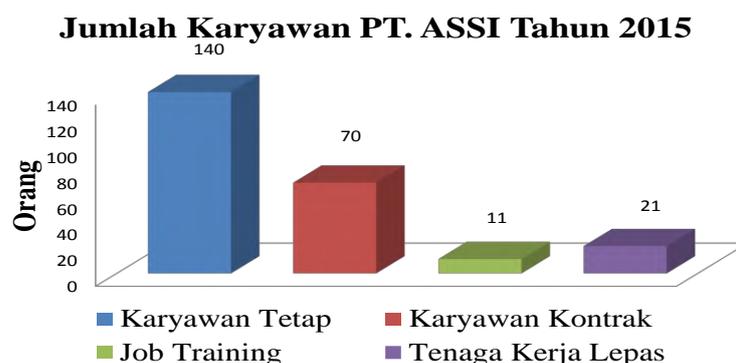
Bertugas untuk memperhatikan kondisi lingkungan sekitar perusahaan dan menjaga kelestariannya, yang berhubungan dengan AMDAL, dan juga bertugas untuk mempelopori K3.

Adapun wakil direktur produksi dan Direktorat keuangan juga membawahi beberapa divisi, yaitu:

1. Divisi pembukuan dan keuangan
Bertugas dan bertanggung jawab langsung terhadap direktur keuangan mengenai debet atau kredit perusahaan
2. Divisi perencanaan dan pengendalian produksi
Bertugas dalam perencanaan material untuk proses produksi dan memonitor proses pekerjaan terkait kegiatan produksi di lapangan, divisi ini bertugas dan bertanggung jawab langsung terhadap direktur produksi.
3. Divisi bangunan baru
Bertugas untuk mengatur segala urusan terkait pekerjaan teknis dalam proses produksi bangunan baru. Divisi ini bertugas dan bertanggung jawab langsung terhadap direktur produksi.
4. Divisi reparasi dan rekayasa umum
Bertugas untuk mengatur segala urusan terkait pekerjaan teknis dalam proses produksi di bagian reparasi. Divisi ini bertugas dan bertanggung jawab langsung terhadap direktur produksi.
5. Divisi fasilitas dan pemeliharaan
Bertugas untuk memelihara semua unit peralatan produksi dan fasilitas galangan termasuk *floating dock*. Divisi ini bertanggung jawab langsung terhadap direktur produksi.
6. Divisi pengadaan barang dan jasa
Bertugas mengadakan barang dan material untuk proses produksi berdasarkan instruksi divisi perencanaan. Divisi ini bertugas dan bertanggung jawab langsung terhadap direktur produksi.
7. Divisi QA dan QC
Bertugas memonitor semua hasil pekerjaan yang berkaitan dengan kegiatan langsung di lapangan, baik itu di bangunan baru maupun jasa reparasi di PT. ASSI, serta berperan dalam urusan klasifikasi menyangkut sesuai atau tidaknya hasil pekerjaan yang sudah dikerjakan oleh para sub kontraktor yang kemudian disesuaikan oleh peraturan yang menaunginya.

4.2.6. Jumlah Tenaga Kerja PT. ASSI

Keberadaan karyawan di PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia pada akhir tahun 2015 yaitu ditunjukkan pada Gambar 4.13 berikut ini.



Gambar 4.13. Jumlah Karyawan PT. ASSI pada tahun 2015

Gambar 4.13 di atas, menunjukkan tenaga kerja yang ada di PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia (PT. ASSI) pada tahun 2015 sudah termasuk teknisi, karyawan kontrak dan tetap berjumlah 242 orang.

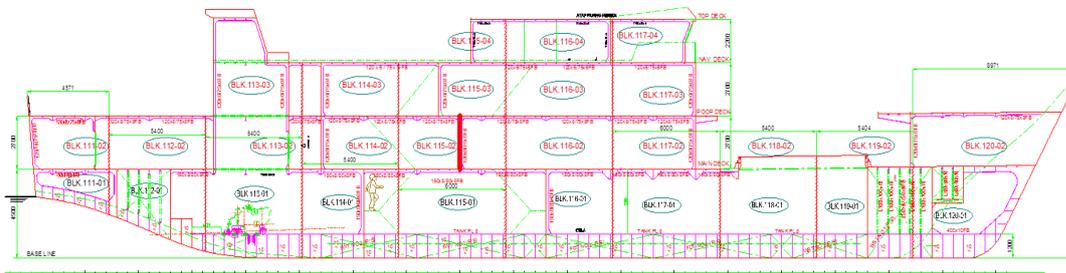
4.2.7. Proses Pembangunan Kapal Perintis Secara Umum di PT. ASSI

Dari segi pengalaman PT. ASSI telah banyak membangun kapal perintis, dimana jumlah kapal perintis yang telah dibangun merupakan permintaan dari pihak pemerintah. Adapun proses pembangunan kapal perintis 750 DWT memiliki spesifikasi sebagai berikut: L 58,5m, H 4.5 m, V 12 knot, B 12 m, dan T 2.75 m (Lampiran 3).

Berdasarkan hasil wawancara dan data yang diperoleh dari PT. ASSI dan Dinas Perhubungan, kapal perintis ini dibangun berdasarkan sistem *sister ship* dengan keunggulannya sendiri yaitu memiliki ruang muat/*cargo* yang lebih besar dibandingkan dengan tipe kapal perintis lainnya. PT. ASSI hampir setiap tahun membangun kapal perintis yang menjadikannya berpengalaman dan terus melakukan perbaikan bersama dengan *owner* baik dari segi desain samapai kepada proses produksi.

- **Persiapan (*preparation*)**

Berdasarkan hasil wawancara, dimulai dengan tahapan persiapan dimana perusahaan mempersiapkan segala sesuatu yang berkaitan dengan proyek pembangun kapal perintis 750 DWT dilakukan. Persiapan tersebut mencakup kesiapan fasilitas, SDM, *scheduling* dan gambar-gambar yang berkaitan dengan produksi kapal perintis yaitu *general arrangement*, *lines plane*, bukaan kulit dan gambar produksi (Lampiran 3). Pembagian *block division* kapal perintis yang ada di PT. ASSI berjumlah 28 (Gambar 4.14).



Gambar 4.14. Gambar *block division* kapal perintis 750 DWT di PT ASSI.

Pada tahap ini juga, dilakukan *treatment* pada material atau komponen yang akan digunakan sebagai *raw material* pembangunan kapal perintis 750 DWT yang mencakup *blasting*, *painting* dan penumpukan di *stockyard*. Proses *blasting* dilakukan untuk membersihkan kotoran-kotoran yang melekat pada plat sebelum material di tumpuk di *steelsorcyard*. Penumpukan material yang ada di PT. ASSI dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut ini.



Gambar 4.15. Penumpukan material yang dilakukan di PT. ASSI

- ***Parts Fabrication***

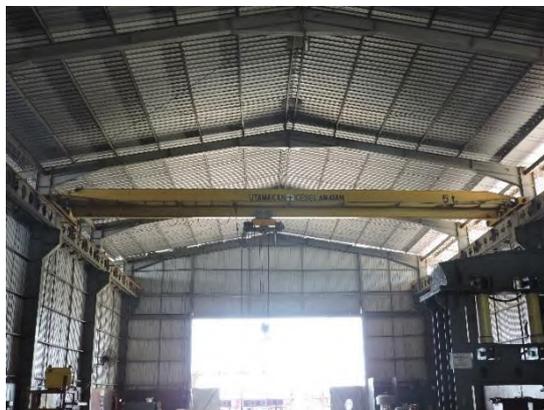
Pada tahapan ini, produksi *parts* kapal dilakukan berdasarkan tahapan yang dimulai dengan melakukan *marking*, *cutting*, *bending* dan persiapan tepian plat untuk pengelasan pada tahap selanjutnya. Integrasi penggunaan peralatan yang canggih ada pada bagian ini, yaitu berupa penandaan dan pemotongan dengan menggunakan *CNC cutting* dan *plasma cutting machine* (Gambar 4.16).



Gambar 4.16. Fasilitas-fasilitas dalam proses *parts fabrication* di PT. ASSI.

- ***Sub Assembly***

Tahapan *sub assembly*, yaitu *parts* yang telah di fabrikasi dipindahkan dengan menggunakan *crane* berkapasitas 5 ton untuk di *sub assembly*. *Parts* yang ada di gabungan dengan proses pengelasan menjadi sub-blok seperti pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17. *Crane* berkapasitas 5 ton di bengkel CNC.

Keberadaan tempat untuk fabrikasi dan *sub-assembly* ada yang dilakukan di satu tempat yang sama yaitu di *workshop CNC* dan ada yang dikerjakan di tempat yang terpisah. Pembagian sub blok ini dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas *crane* yang ada di perusahaan guna untuk kemudahan dalam *material handling* ke tahap yang selanjutnya.

- ***Assembly***

Pada tahapan ini, penyambungan sub blok menjadi blok-blok kapal yang dilakukan di *open area* yang berlokasi di bagian utara perkantoran PT. ASSI seperti pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18. Blok-blok kapal perintis yang telah selesai di *assembly*

- ***Erection***

Proses *erection* atau yang disebut *joint block* dilakukan di *open area* yang berdekatan dengan tempat peluncuran dan dilakukan secara bersamaan untuk dua kapal perintis 750 DWT yang di bangun di PT. ASSI seperti pada Gambar 4.18 berikut ini.



Gambar 4.19. Proses *erection* kapal perintis 750 DWT di PT. ASSI

Erection yang dilakukan yaitu berdasarkan sistem piramid dan belum berdasarkan sistem blok secara menyeluruh. Untuk kejelasan tahapan pengerjaannya dapat dilihat di jaringan kerja pada Lampiran 3.

4.3. PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (PT.DPS)

4.3.1. Sejarah Umum PT.DPS

Sejarah PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (DPS) dimulai pada September 22, 1910 ketika pemerintah kolonial Belanda didirikan NV Droogdok Maatschappij. Hal itu awalnya ditujukan untuk layanan kapal Belanda di Indonesia. Antara 1942 dan 1945, perusahaan ini dikelola oleh Pemerintah Jepang dengan nama Harima Zosen. Setelah nasionalisasi perusahaan pada tanggal 1 Januari 1961, NV Maatschappij Droogdok Soerabaja menjadi sebuah perusahaan milik negara bernama PN Dok dan Perkapalan Surabaya. Berdasarkan Keputusan Menteri Komunikasi Laut pada tahun 1963, galangan Sumber Bhaita diintegrasikan ke dalam perusahaan. Kemudian, sejak 8 Januari 1976 perusahaan telah diasumsikan status hukum baru sebagai PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (Persero). Sejak 1961 saja dari database yang tersedia DPS telah memperbaiki dan membangun lebih dari 600 berbagai jenis kapal, dipesan oleh pelanggan lokal dan asing. DPS telah menghasilkan berbagai produk yang digunakan secara nasional diantaranya kapal kargo, kontainer, tanker, *tug boat*, dan jasa perbaikan kapal.

4.3.2. Visi dan Misi PT. DPS

Visi dan misi PT. DPS adalah sebagai berikut:

1. Visi

Menjadikan perusahaan jasa pemeliharaan dan perbaikan kapal yang terdepan di Indonesia

2. Misi

- Menyediakan jasa pemeliharaan dan perbaikan kapal serta alat apung lainnya yang memberikan profitabilitas optimal secara berkesinambungan;
- Tumbuh dan berkembang untuk mampu membangun kapal dan alat apung lainnya yang memberikan nilai tambah;
- Menerapkan budaya kerja tepat biaya, tepat mutu dan tepat waktu untuk kepuasan pelanggan;
- Memiliki SDM yang kompeten dan handal dalam memberikan solusi terbaik sesuai prinsip tata kelola yang baik (GCG);
- Menyelenggarakan kegiatan usaha secara profesional yang mengutamakan kesehatan dan keselamatan kerja serta ramah lingkungan.

4.3.3. Bidang Usaha PT. DPS

Bidang usaha yang dimiliki oleh PT. DPS yaitu mencakup:

1) *Docking Repair*

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya melayani perbaikan dan pemeliharaan kapal secara berkala di atas dok apung.

2) *Floating repair*

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya melayani perbaikan dan pemeliharaan kapal atau *offshore construction* yang berada di laut.

3) *Ship Conversion*

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya melayani jasa pembuatan kapal dengan cara merombak fungsi kapal, dari kapal lama menjadi kapal yang diinginkan *owner*.

4) *Running repair*

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya melayani perbaikan kapal yang dilakukan pada saat kapal berlayar atau kapal mengalami kerusakan di pelabuhan lain.

5) *New building*

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya melayani jasa pembangunan kapal-kapal baru, seperti kapal komersil (*tanker*, kapal *container*, *barge*, dan lainnya) dan kapal-kapal kecil lainnya seperti kapal ikan, *tug boat*, dan lainnya. Pembuatan kapal baru 6000 sampai 8000 DWT.

6) *Offshore construction dan steel fabrication*

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya melayani pembangunan *living quarter* untuk keperluan *offshore* mulai dari *platform* dan *helipad*, pekerjaan fabrikasi dan perpipaan.

7) *Design engineering*

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya melayani jasa penyediaan tenaga pembuatan desain kapal dengan dukungan oleh teknologi canggih seperti CAD/CAM dan Tribon.

4.3.4. Fasilitas PT. DPS

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya memiliki fasilitas yang cukup baik, hal ini diikuti dengan diperolehnya sertifikat ISO 9000 yang menjelaskan bahwa keberadaan fasilitas di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya sudah terstandar. Beberapa Fasilitas utama tersebut antara lain, yaitu:

1) Fasilitas Penedokan Kapal

Pada pelaksanaannya PT. Dok dan Perkapalan Surabaya melakukan penedokan kapal dengan menggunakan dok apung (*floating dock*), yang terdiri dari 4 dok apung yaitu *Floating dock* Surabaya I, *floating dock* Surabaya II, *floating dock* Surabaya IV dan *floating dock* Surabaya V (Gambar 4.20).



Gambar 4.20. *Floating dock* Surabaya I

Kapasitas *floating dock* Surabaya I mempunyai ukuran panjang 99,24 m, tinggi 9,9 m, lebar 22,4 m, kapasitas angkat sebesar 3500 TLC yang juga dilengkapi dengan *crane* yang terletak di kedua sisinya dengan kapasitas 5 ton. *Floating dock* Surabaya II memiliki ukuran panjang 84, 97 m, tinggi 9,9 m, lebar 16,4 m, mempunyai kapasitas 3500 LTC. Sedangkan *Floating dock* Surabaya IV mempunyai panjang 92 m, tinggi 9,9 m, lebar 16 m, berkapasitas 3000 LTC dan dilengkapi dua buah *crane* yang berada pada kedua sisinya seperti pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21. *Floating dock* Surabaya IV

Floating dock Surabaya V memiliki panjang 152,52 m, tinggi 14 m, lebar 24 m, dengan kapasitas 6000 LTC dan juga dilengkapi dengan *crane* yang berkapasitas 6 ton (Gambar 4.22).



Gambar 4.22. *Floating dock* Surabaya V.

Spesifikasi *floating dock* yang lebih detail dapat dilihat pada Lampiran 3.

2) Fasilitas Peluncuran Kapal

PT. Dok & Perkapalan Surabaya juga mempunyai tempat peluncuran untuk membangun kapal-kapal baru (bangunan baru) yaitu jenis *Building Berth*. *Building Berth* ini mempunyai panjang 110 m dan mempunyai kapasitas 6500 DWT. Akan tetapi ukuran panjang bangunan ini dapat ditambah sesuai dengan kebutuhan dan begitu pula dengan kapasitasnya.

3) Fasilitas Produksi

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya juga memiliki fasilitas-fasilitas lainnya yang penting dalam menunjang proses manajemen produksi dan jasa reparasi di dalamnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Beberapa Fasilitas Utama yang Ada di PT. DPS

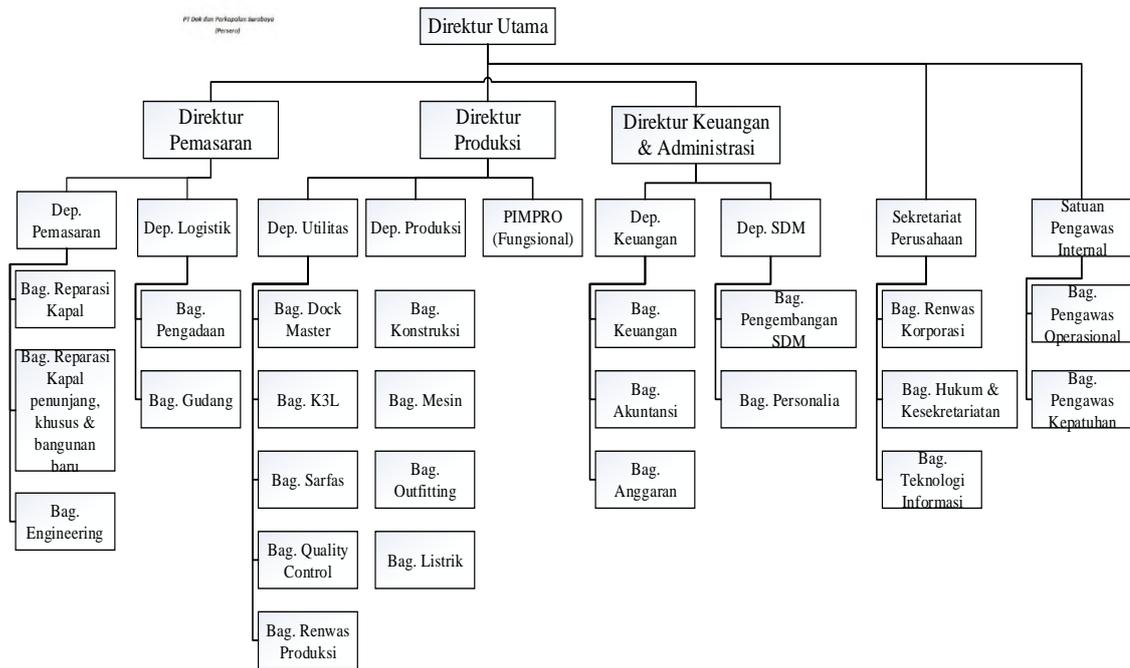
NO	Nama Alat	Keterangan
1	<i>Building Berth (steel or aluminium vessels)</i>	<i>Building birth north yard 1 buah, tranverse slipway 1 buah, building berth south yard (semi graving),</i>
2	<i>Crane</i>	<i>Krol giant tower crane model K 300 Jib dengan L= 90 m, pontain MD 900 MD 900 jib Lenth 60 m, krol tower crane model K 200 D Jib Lenth 35 m, floating crane thole, portal travel crane 5-15 ton dengan panjang 20 m, jib crane 5 ton MAN GHH, portal crane thole, tower crane 50 ton (lambung selatan), portal crane 32 ton (lambung selatan)</i>
3	<i>Forklift</i>	3000 Kg Toyota, 5000 kg Toyota
4	Mesin bubut, mesin bor, mesin gerinda, mesin gergaji sarung	Berkedudukan di bengkel sarfas
5	<i>Water jet</i>	DEN-SIN 600 BAR No 1.2 dan No 3
6	<i>Welding Machine</i>	<i>Submerged outomatic wedling machine (Hobart dan Esab Tal 1500), Multi operator welding machine Esab, aluminium welding machine Esab DC 400A.</i>
7	<i>Cutting Machine</i>	<i>Optical gas cutting machine Esab, semi-aoutomatic optical gas cutting machine Esab L x A15/20 Wt-16300, 5/8" dan 1/2" Shearing machine, NC cutting machine + perangkat software Esab combinex CXD-P, manual cutting machine, dan manualcutting machine Esab.</i>

Sumber: PT. DPS.

Keberadaan fasilitas yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 secara keseluruhan berdasarkan hasil survei yang dilakukan menunjukkan keberadaan fasilitas yang sudah tua dan membutuhkan revitalisasi serta pemeliharaan yang cukup intensif.

4.3.5. Struktur Organisasi PT. DPS

Secara organisasi PT. DPS adalah perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang telah memiliki pengakuan ISO dalam struktur organisasinya, dimana secara hierarki seperti ditunjukkan pada Gambar 4.23 berikut ini.



Gambar 4.23. Struktur Organisasi PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (PT. DPS)

Berdasarkan gambar 4.22, maka pembagian *job description* dapat diuraikan sebagai berikut:

- Pemasaran dan *Engineering*

- a. Manajer Pemasaran

Terkelolanya kegiatan fungsi pemasaran, purna jual dan pengembangan usaha dalam menyelenggarakan, mengelola dan mengevaluasi kegiatan pemasaran yang bertujuan untuk mendapatkan pelanggan melalui langkah strategis yang berdampak positif pada pertumbuhan perusahaan di dalam dan di luar negeri, serta memberikan pelayanan purna jual untuk kepuasan pelanggan.

- b. Manajer *Engineering*

Terkelolanya kegiatan fungsi engineering (gambar kerja, konsep disain, *outline* spesifikasi teknik, *material requirement planning*, *purchase order specification*) sesuai dengan kebijakan dan sarana perusahaan yang telah ditetapkan.

- *Logistic*
 - a. Manajer gudang dan *logistic*
Terkelolanya fungsi gudang dan *logistic* untuk menjamin tersedianya pasokan material sesuai spesifikasi yang telah ditentukan dengan tingkat efektivitas dan efisiensi yang tinggi dan terevaluasinya hasil kegiatan untuk keperluan pengembangan sistem gudang dan logistik, serta terlaporkannya hasil kegiatan sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.
 - b. Manajer Pengadaan
Terkelolanya kegiatan pengadaan material, peralatan dan jasa untuk mendukung tercapainya kelancaran pelaksanaan proyek sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.
- Utilitas
 - a. Manajer Fasilitas dan Harkan
Terkelolanya kegiatan operasional Unit Fasilitas dan Harkan yang meliputi ketersediaan fasilitas untuk mendukung kelancaran produksi dan pemeliharaan fasilitas sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.
 - b. Dok Master (Manajer)
Terkelolanya kegiatan operasional bagian Dok Master yang meliputi proses peluncuran, pengedokan dan pemindahan kapal sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.
 - c. Manajer K3L
Terkelolanya penerapan Kesehatan Kerja serta Lingkungan dan mencegah terjadinya kebakaran.
 - d. Manajer *Quality Control (QC)*
Terkelolanya kegiatan pengendalian kualitas produk melalui pengontrolan kualitas hasil pekerjaan pelaksanaan proyek dan progresnya serta terlaporkannya hasil kegiatan sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.

- Produksi
 - a. *Manejer Hull Construction*
 Terkelolanya kegiatan pelaksanaan pekerjaan proyek bagian *hull construction* melalui pengendalian sumber daya yang meliputi aspek manusia, mesin, material dan metode sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.
 - b. *Manejer Mesin*
 Terkelolanya kegiatan pelaksanaan pekerjaan mesin, perawatan dan perbaikan mesin serta penggantian suku cadang sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.
 - c. *Manejer outfitting*
 Terkelolanya kegiatan pelaksanaan pekerjaan proyek bagian *outfitting, piping* dan *ducting* melalui pengendalian sumberdaya yang meliputi manusia, mesin, material dan metode sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.
 - d. *Manejer Listrik*
 Terkelolanya kegiatan pelaksanaan pekerjaan listrik, pemasangan dan perbaikan peralatan serta pergantian suku cadang baik pada bangunan kapal yang baru maupun kapal yang di reparasi sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.
- Keuangan
 - a. *Manejer keuangan*
 Terkelolanya Unit Kerja Keuangan secara efektif dan efisien dalam merencanakan, mengendalikan dan mengevaluasi manajemen keuangan untuk menjamin pelaksanaan proyek sesuai anggaran yang sudah ditentukan dengan tingkatefektivitas dan efisiensi yang tinggi dan terevaluasinya biaya proyek untuk keperluan pengembangan serta terlaporkannya hasil kegiatan sesuai dengan kebijakan dan sasaran yang telah ditetapkan.
 - b. *Manejer Anggaran dan Akuntansi*
 Terkontrolnya operasional anggaran dan akuntansi dengan sistem informasi di bidang keuangan secara terpadu untuk menghasilkan lpaoran keuangan

perusahaan yang memenuhi ketentuan yang berlaku dan menghasilkan informasi akuntansi yang diperlukan dalam proses manajemen.

- Sumber Daya Manusia (SDM)
 - a. Manejer pengembangan

Terkelolanya pengembangan karyawan serta terevaluasinya pelaksanaan untuk meningkatkan kompetensi dan kinerja karyawan dan evaluasi biaya program sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.
 - b. Manejer Personalia

Terkelolanya unit kerja personalia dan remunerasi secara efektif dan efisien untuk mendukung tercapainya produktivitas kerja yang tinggi, pengembangan sistem kepersonaliaan dan terciptanya iklim kerja yang kondusif untuk mendukung semua bagian yang ada sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.
- Sekretariat Perusahaan
 - a. Manejer Bidang Mutu dan SHE

Terkelolanya kegiatan sistem penjaminan kualitas mutu dan *safety* serta peningkatan kinerja perusahaan dalam memberikan kepuasan pelanggan sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan.
 - b. Manejer Hukum dan Kesekretariatan

Mengelola unit kerja legal dan Humas serta terlaksananya tertib administrasi untuk mendukung kelancaran kegiatan Departemen Sekretariat Perusahaan sesuai dengan kebijakan dan sasaran yang telah ditetapkan perusahaan.
 - c. Manejer Bid IT, Kinerja dan Resiko

Terkelolanya kegiatan fungsi penerapan sistem Teknologi Informasi (sarana, prasarana, sistem informasi terpadu, *maintenance software* dan *hardware*) untuk mendukung tercapainya kelancaran pelaksanaan proyek dan kebijakan resiko korporat yang mendukung visi dan misi perusahaan dengan menggunakan perangkat yang sesuai serta selalu melakukan analisis dan evaluasi sehingga proses pengembangan dapat berjalan secara

berkesinambungan sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang ditetapkan.

- Satuan Pengawas Internal

- a. Manajer Operasional (Keuangan dan Produksi)

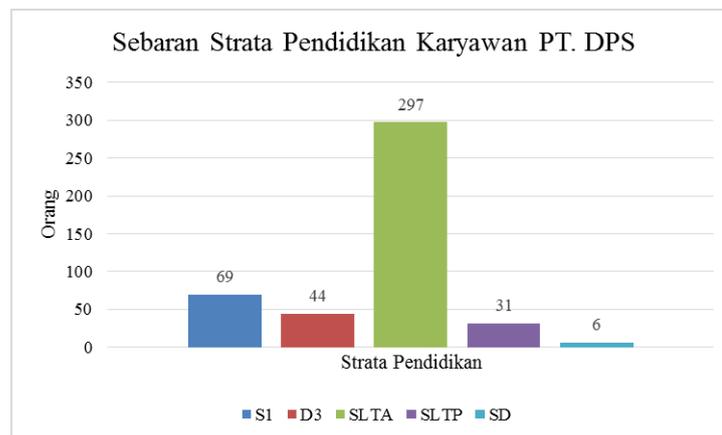
Terkelolanya unit kerja satuan pengawas internal dalam pengawasan terhadap pelaksanaan tugas pokok dan fungsi bidang keuangan dan produksi sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang diterapkan.

- b. Manajer Auditor Manajemen dan GCG

Terkelolanya unit kerja satuan pengawas internal dalam pengawasan terhadap pelaksanaan tugas pokok dan fungsi bidang manajemen dan GCG sesuai dengan kebijakan dan sasaran perusahaan yang ditetapkan.

4.3.6. Jumlah Tenaga Kerja PT. DPS

Adapun jumlah karyawan yang ada di PT. DPS lebih banyak dibandingkan dengan galangan kapal lainnya yang menjadi objek penelitian. Jumlah karyawan aktif per 2016 adalah 447 orang belum termasuk tenaga kerja kontrak yaitu seperti pada Gambar 4.24 berikut ini.



Gambar 4.24. Jumlah Karyawan berdasarkan strata pendidikan di PT. DPS

Dari jumlah yang ada, pembagian berdasarkan jenis pekerjaan yaitu masing-masing, senior manajer 2 persen, manajer 5 persen, *supervisor* 9 persen, *foreman* 25 persen dan pelaksana sebanyak 59 persen.

4.4. PT. Orela Shipyard

4.4.1. Sejarah Umum PT. Orela Shipyard

PT. Orela Shipyard merupakan perusahaan yang bergerak di bidang perkapalan yang mampu memproduksi kapal mulai dari proses desain hingga tahap manufaktur. Lokasi kantor pemasaran yaitu di Surabaya dan galangan kapal terletak di daerah Ujung Pangkah, Gresik. PT. Orela Shipyard ini berdiri sejak tahun 2012, yang pada awalnya sebagai fasilitas pendukung perusahaan induk yang bergerak dalam bidang usaha pelayaran, namun saat ini PT. Orela Shipyard menjadi salah satu galangan kapal yang sedang membangun kapal-kapal milik pemerintah seperti perintis 2000 GT dan kapal *container*. PT. Orela Shipyard memiliki kapabilitas dalam mendesain dan memproduksi kapal aluminium dan baja (*crew boat, patrol boat, pilot boat, LCT, SPOB, Shallow draft tanker*) terkait hal ini yaitu telah mendapatkan sertifikat *Business System Certification (BSC)* dengan scope *‘The Provision of Tailor-Made, Repaired, Modification and Maintenance of ALuminium and Steel Vessels’* yang berkaitan dengan *Quality Management system (ISO 9001:2008)*, *Enviromental Management System (ISO 14001:2004)*, dan *Helath and Safety Management System (OHSAS 18001:2007)*.

4.4.2. Visi dan Misi PT. Orela Shipyard

Adapun visi dan misi yang dimiliki oleh PT. Orela Shipyard adalah sebagai berikut:

1. Visi

“One Stop Solution” for shipping Services.

2. Misi

- Bekerja dengan semangat *excellence in all processes* dan fokus pada kepuasan pelanggan tanpa mengabaikan aspek K3 dan lingkungan serta perbaikan berkelanjutan untuk membangun kesetiaan pelanggan.
- Selalu berusaha mengeliminasi *gap* antara persyaratan pelanggan dengan kemampuan perusahaan, antara lain dengan membangun solusi inovatif yang handal dan hemat biaya, waktu serta anggaran.

- Meningkatkan profesionalisme dan prestasi kerja pada semua lini perusahaan dengan meningkatkan keahlian. Kemampuan serta wawasan seluruh karyawan untuk perkembangan dan pengembangan kompetensi perusahaan secara kompetitif.

4.4.3. Bidang Usaha PT. Orela Shipyard

PT. Orela Shipyard bergerak dalam bidang usaha bangunan baru dan jasa reparasi kapal. Dengan kualifikasi utamana yaitu membangun kapal-kapal aluminium, PT. Orela Shipyard selain mendukung bisnis pelayaran dengan menyediakan kapal-kapal dengan berbagai tipe, juga melakukan raparasi kapal-kapal yang dibangun juga di PT. Orela Shipyard. Beberapa tipe kapal yang pernah dibangun adalah seperti pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Pengalaman Bangunan Baru PT. Orela Shipyard

NO	Nama Kapal	Tipe	Model
1	2 Unit Seabus	CB 11 m	SEAbus-1103
2	Suberko 01	CB 36 m	SEAbus-3608
3	CB Teguh 16	CB 13 m	SEAbus-1304
4	Berkat Anugerah 5	<i>Shallow Draft Tanker</i>	3000 KL
5	Guria Trader	<i>Landing Craft Tank</i>	615 DWT
6	EP Alfa	CB 31 m	SEAbus-3106
7	KCT-4001	CB 40 m	SEAbus-4008
8	KC Dolphin	CB 13 m	<i>Patrol Boat</i>
9	2 Unit KCT-22xx	<i>High Speed Craft 21 m</i>	<i>Passenger</i>
10	6 Unit KCT-19xx	<i>High Speed Craft 19 m</i>	<i>Passenger</i>
11	2 Unit KCT-30 xx	30 m	<i>Utility Vessel</i>
12	7 Unit KN. P 52xx	<i>Fast Patrol 11 m</i>	<i>Patrol Boat</i>

Sumber: PT. Orela Shipyard.

Pembangunan beberapa kapal kapal aluminium yang ditunjukkan pada Tabel 4.8, yaitu berdasarkan kompetensi dan kualifikasi Sumber Daya Manusia yang ada di PT. Orela Shipyard, yaitu secara mandiri mulai melakukan pengerjaan dari proses desain hingga fabrikasi. Sehingga memungkinkan galangan yang masih dikatakan cukup baru ini, memiliki kemampuan untuk dapat bersaing dengan galangan kapal lainnya yang sejenis. Jasa reparasi yang dilakukan oleh PT. Orela

Shipyards yaitu sampai saat ini masih seputar reparasi kapal-kapal milik perusahaan induk yang bergerak di bidang pelayaran.

4.4.4. Fasilitas PT. Orela Shipyards

Sebagai galangan yang bisa dikatakan cukup baru, PT. Orela Shipyards harus mampu bersaing dengan galangan kapal lainnya yang berukuran sama. Adapun keberadaan fasilitas dan penggunaan teknologi menjadi salah satu faktor penting untuk diperhitungkan. Peralatan pendukung yang dimiliki yaitu ditunjukkan pada Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9. Peralatan Pendukung PT. Orela Shipyards

NO	Nama Perlatan	Kapasitas
1	<i>Overhead crane</i>	2 x g Ton, 2 x 2 Ton
2	<i>Gantry crane</i>	5 ton
3	<i>Mobile crane</i>	5 ton, 90 ton
4	<i>Excavator, bulldozer, 3 unit truck</i>	
5	<i>Forklift</i>	2 kapasitas: 10 ton dan 3 ton
6	<i>Generator/ausillary engine, emergency generator</i>	Genset: 1 x 130 kVA, 1 x 40 kVA, 1 x 20 KVa
7	Mesin las	5 unit MIG, 7 unit SMAW, 2 unit GTAW, 12 unit FCAW, 5 unit ESAB FCAW, 5 unit ESAB GMAW
8	<i>Lathe machine</i>	
9	<i>Bending machine</i>	
10	Mesin <i>bleder</i>	20 unit
11	<i>Drilling, milling, roeing dan grinding multipurpose machnie</i>	

Sumber: PT. Orela Shipyards.

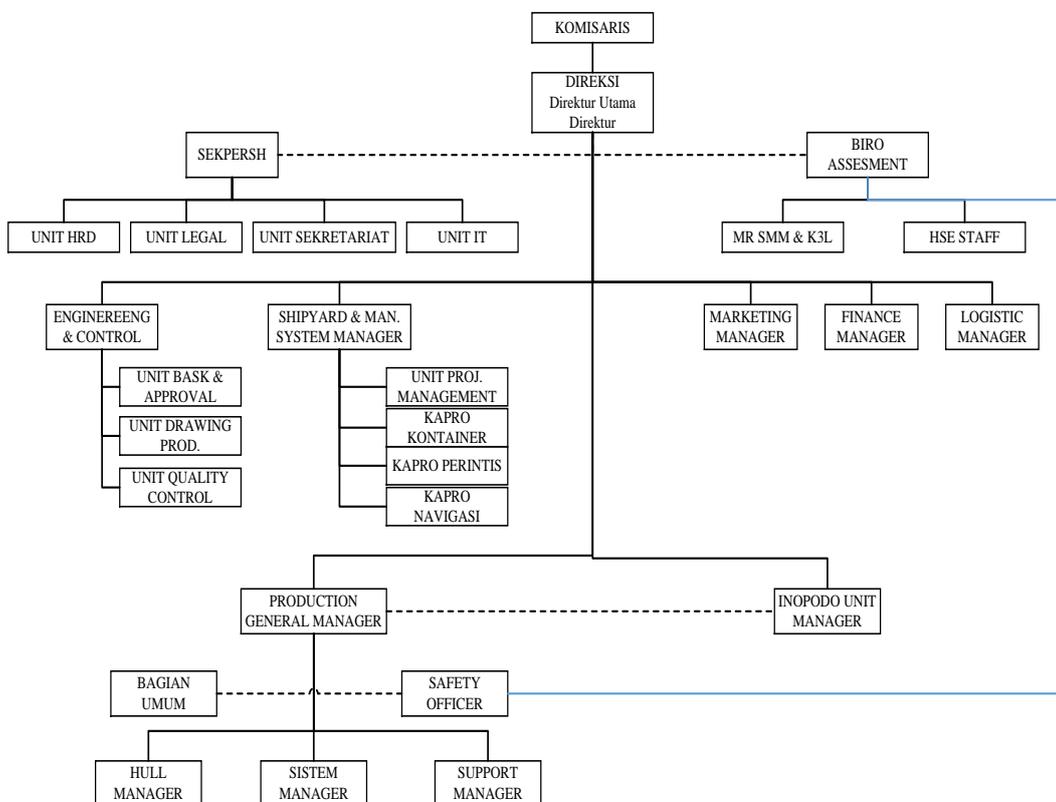
Luas galangan kapal adalah $\pm 30.000 \text{ m}^2$ dengan kapasitas pembangunan kapal besi yaitu 1 *Building Berth* 100 x 30 m dan kapal aluminium yaitu 1 unit workshop dengan ukuran 66 m x 32 m. *Layout* PT. Orela Shipyards dapat dilihat di Lampiran 3.

Fasilitas galangan kapal seluas 30.000 m^2 , yang terdiri dari *workshop* tertutup untuk kapal aluminium dengan ukuran 32 x 66 meter, dengan 2 unit *overhead crane*. Terdapat ruangan terbuka untuk pembangunan kapal baja dengan

1 unit *gantry crane* berkapasitas 5 ton dengan ketinggian 12 meter, terdapat juga *launching way*, *machinery workshop*, *CNC workshop*, *electrical workshop*, *Interior workshop*, *pipe and system workshop*, *outfitting workshop*, *paint and sandblasting workshop*.

4.4.5. Struktur Organisasi PT. Orela Shipyard

Secara hirarki PT. Orela Shipyard memiliki susunan pembagian kerja seperti pada Gambar 4.25 berikut ini.



Gambar 4.25. Struktur Organisasi PT. Orela Shipyard

Berdasarkan Gambar 4. 25, pembagian *job description* secara umum yaitu sebagai berikut:

1. Direksi

Mengurus dan mengelola perusahaan sesuai dengan visi dan misi, menjalankan kepengurusan PT sesuai dengan kebijakan yang tepat dan bertanggung

jawab melaoprkkan ke perusahaan induk setiap proses yang terdapat di PT. Orela Shipyard.

2. SEKPERSH

Mengurus semua kegiatan manajemen SDM yang berkaitan dengan sisitem hubungan dengan pihak eksternal maupun internal seperti kesejahteraan dan pelatihan yang diperlukan. Sekpresh membawahi bagian-bagian sebagai berikut:

a. HRD, yang melakukan pengelolaan pebiayaan dan upah karyawan di perusahaan.

b. Unit legal

Mengurus setiap persuratan perusahaan yang berkaitan dengan legalitas (hukum).

c. Unit sekretariat

Mengurus setiap pelatihan, akomodasi dan keperluan teknis lainnya yang dibutuhkan SDM.

d. Unit IT

Mengatur sistem informasi yang ada di perusahaan, pemograman, pengembangan aplikasi, *maintanance*, pembuatan sistem manual terkait alternatif kerja.

3. Biro *Assesment*

Mengurus sertifikasi dan standar-standar aturan yang harus diterapkan dalam perusahaan seperti ISO, OHSAS dan lainnya.

3. *Engineering & Control*

Melakukan pengontrolan dan *approval* terkait gambar produksi yang dierlukan dalam produksi.

4. Shipyard & Manajemen System

Mengatur pembagian kerja berdasarkan unit produksi jenis kapal yang akan dibangun yang secara teknis berkaitan dengan penghitungan *man power* (subkontraktor dan dari galangan).

5. *Marketing*

Melakukan proses bisnis terkait pemasaran dan promosi bidang kemampuan perusahaan.

6. *Logistik*

Mengatur dan mengontrol pengadaan barang yang berkaitan dengan produksi seperti material, permesinan dan peralatan yang dibutuhkan.

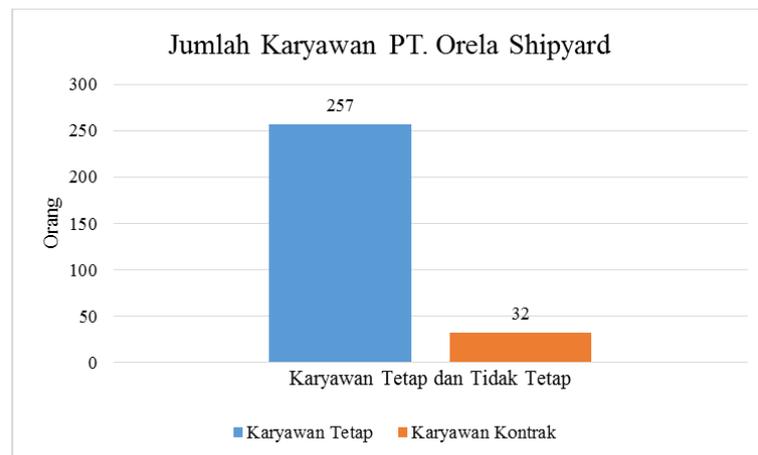
8. *Production General Manager*

Bertanggung jawab pada proses produksi secara keseluruhan. Membawahi unit manejer seperti:

- a. Manejer *Hull*, yang bertugas menngurus produksi pembentukan lambung kapal
- b. Manejer sistem, yang mengurus pemasangan mesin utama, permesinan pendukung lainnya, perpipaan, *shaft propeler* dan lainnya.
- c. *Support manager*, yaitu mengatur setiap *out work*, *foreman* yang mengerjakan unit-unit lainnya seperti interior.

4.4.6. Jumlah Tenaga Kerja PT. Orela Shipyard

Adapun dari data yang diperoleh menunjukkan bahwa jumlah pekerja yang ada di PT. Orela Shipyard adalah sebanyak 289 orang dengan pembagian sebagai berikut:



Gambar 4.26. Jumlah Karyawan PT. Orela Shipyard

Pada gambar 4.26, menunjukkan bahwa jumlah karyawan tetap adalah sebanyak 257 orang, sedangkan untuk karyawam kontrak adalah 32 orang yang merupakan subkontraktor yang terdiri dai 5 subkon, dengan jumlah 4 group. Jumlah

tersebut yaitu meliputi karyawan sengan tingkat kualifikasi S1 sebanyak 6 orang, D3 adalah sebanyak 5 orang dan kebanyakan adalah pekerja yang memiliki tingkat pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) dan Sekolah Dasar (SD).

4.5. PT. Lamongan Marine Industry (PT. LMI)

4.5.1. Sejarah Umum PT. LMI

PT. Lamongan Marine Industry (LMI) merupakan salah satu perusahaan galangan kapal yang terletak di Kawasan Industri Perkapalan Lamongan. Galangan kapal milik swasta nasional ini terafiliasi dengan PT. Daya Radar Utama (DRU) yang memiliki lahan sekitar 400.000 meter persegi dengan garis pantai lebih dari 800 meter dan kedalaman 10 meter sehingga memungkinkan untuk mengembangkan fasilitas galangan dengan target pasar kapal-kapal medium range hingga kapal ukurn besar. PT. LMI terletak di Jalan Raya Daendles Km. 63, Desa Sidokelar, Kec. Paciran, Lamongan, Jawa Timur. Untuk mendukung rencana manajemen LMI merancang pembangunan fasilitas galangan ini dalam 3 (tiga) tahapan. Pada tahap pertama telah dibangun beragam fasilitas diantaranya *slipway* ukuran 20.000 DWT, gudang, fabrikasi, dan perkantoran (Lampiran 3). PT. LMI saat ini merupakan salah satu galangan kapal yang memebangun kapal *Container* milik pemerintah.

4.5.2. Visi dan Misi PT. LMI

PT. LMI merupakan unit Lamongan dari perusahaan galangan kapal PT. Daya Radar Utama (DRU) yang memiliki visi dan misi sebagai berikut:

1. Visi
Menjadi perusahaan galangan kapal yang unggul di segmen kelas menengah dan siapbersaing di pasar global.
2. Misi
 - Diakui dan dikenal luas sebagai perusahaan yang handal dalam memenuhi harapan pelanggan
 - Meningkatkan kemampuan untuk mewujudkan pertumbuhan yang berkesinambungan

- Memberi nilai tambah yang optimal bagi para pemegang saham, karyawan, pelanggan, dan mitra usaha.

4.5.3. Bidang Usaha PT. LMI

PT. LMI bergerak dalam bisnis bangunan baru. Kapal-kapal yang pernah dibangun yaitu seperti *accommodation barge*, *Anchor Handling Tug Vessel (AHTV)*, *tanker*, *container* dan *coaster* atau perintis.

4.5.4. Fasilitas PT. LMI

Fasilitas-fasilitas yang dimiliki oleh PT. LMI terdiri dari *jetty*, bengkel-bengkel, pergudangan, perkantoran dan peralatannya, listrik, sejumlah *crane*, *slipway*, pergedungan, *workshop* pabrikasi & permesinan, kendaraan dinas, kendaraan khusus, peralatan keselamatan kerja, alat ukur dan *testing* hingga teknologi peluncuran kapal. Beberapa kondisi fasilitas yang dimiliki PT. LMI dan *layout* dapat dilihat di Lampiran 4.

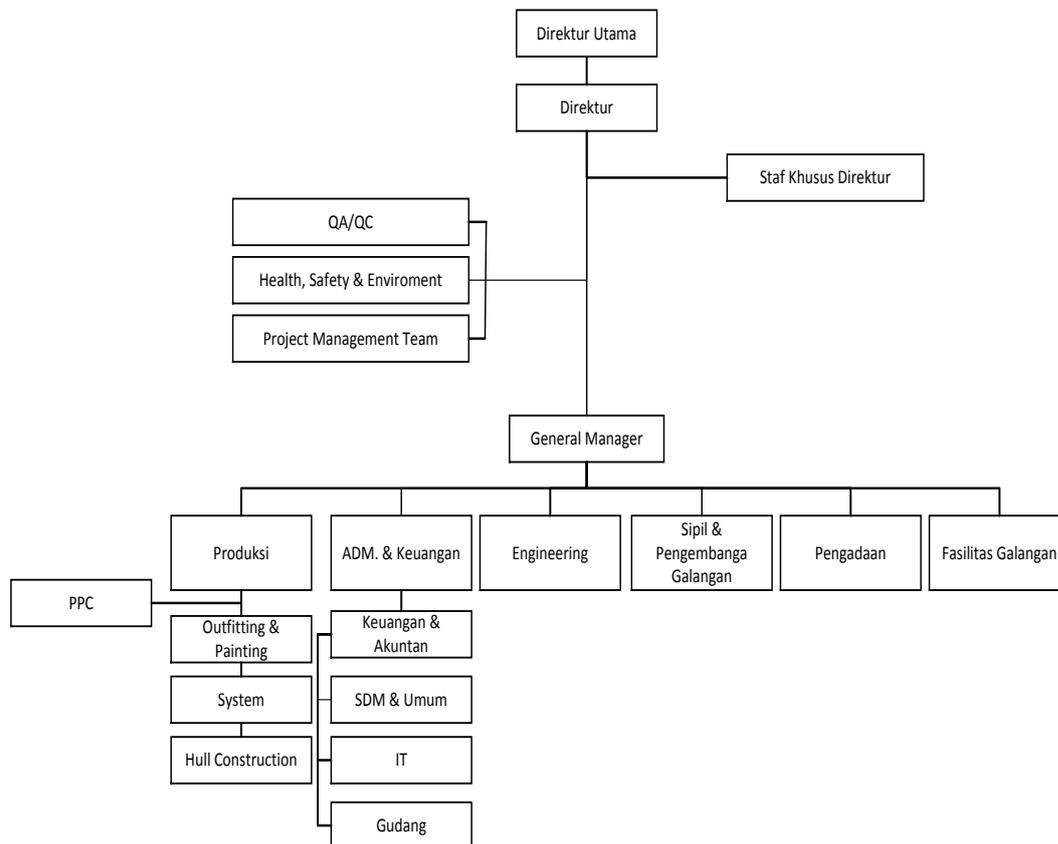
Kondisi akses yang dimiliki masih belum memadai dan secara teknis kondisi PT. LMI dengan pengaturan alur material yang masih kurang baik, dimana letak bengkel *blasting* dan *steel stockyard* yang terlalu berjauhan. Selain itu kondisi lapangan yang masih berlumpur sehingga proses untuk penanganan material, aspek kenyamanan dalam bekerja, keselamatan dan standar lainnya menjadi sulit (Gambar 4.27).



Gambar 4.27. Kondisi lapangan galangan PT. LMI

4.5.5. Struktur Organisasi PT. LMI

Berdasarkan pembagian kerja yang ada di PT. LMI, secara hierarki yaitu dapat dilihat pada Gambar 4.28 berikut ini:



Gambar 4.28. Struktur organisasi PT. LMI

Berdasarkan Gambar 4.28 di atas, pembagian kerja secara umum yang ada di PT. LMI adalah sebagai berikut:

1. Direktur utama
Sebagai pemegang kekuasaan utama yang bertanggung jawab terhadap jalannya perusahaan.
2. QA/QC
Bertugas memonitor semua hasil pekerjaan yang berkaitan dengan bangunan baru.

3. *Health, Safety & Environment*

Melakukan pengontrolan terkait kondisi lingkungan sekitar perusahaan dan menjaga kelestariannya, yang berhubungan dengan AMDAL, dan juga bertugas untuk memelopori K3.

4. *Project Management Team*

Merupakan tim yang mengatur proses proyek pembangunan kapal baik secara teknis maupun tidak.

5. *General manager*

Membawahi keseluruhan divisi kerja dan mengontrol proses di dalamnya.

6. Produksi

Merupakan divisi kerja yang menaungi pekerjaan produksi terkait *outfitting* dan *painting*, konstruksi lambung dan *system* perpipaan maupun *system* lainnya yang dikontrol oleh bagian PPC.

7. ADM & Keuangan

Membawahi dan mengatur keuangan dan akuntan, SDM & umum, IT dan pergudangan.

8. *Engineering*

Mengurus tentang desain yang berkaitan dengan gambar-gambar produksi.

9. Pengadaan

Melakukan pengadaan barang dan fasilitas yang dibutuhkan perusahaan

10. Pengembangan Galangan

Mengurus pengembangan internal yang disesuaikan dengan tujuan perusahaan.

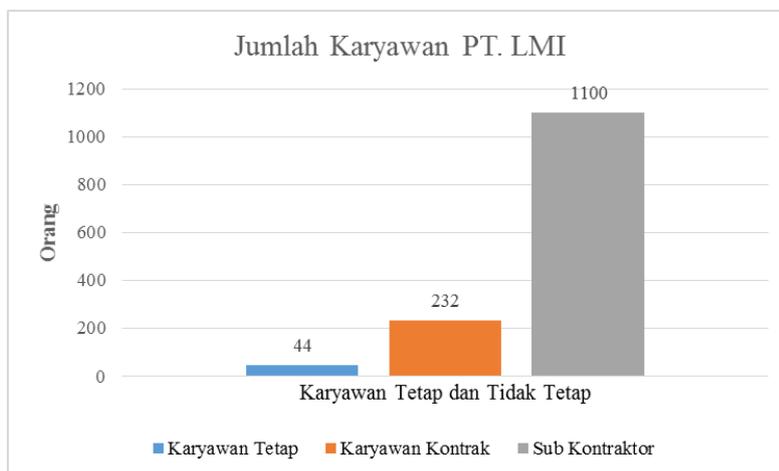
11. Fasilitas galangan

Melakukan pengontrolan maupun *maintancae* terkait fasilitas yang ada di perusahaan.

4.5.6. Jumlah Tenaga Kerja PT. LMI

Jumlah tenaga kerja tetap yang ada di PT. LMI adalah sebanyak 44 orang, dimana secara teknis dari hasil suvei yang dilakukan proses pengerjaan bangunan

baru dilakukan juga oleh 232 orang tenaga kerja kontrak dan subkontraktor sebanyak 1100 orang, dengan perbandingan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.29 berikut ini



Gambar 4.29. Jumlah Tenaga Kerja di PT. LMI.

4.6. Pegamatan Komponen Teknologi di Galangan Kapal

Proses pengamatan yang dilakukan di galangan kapal sebagai langkah awal untuk menentukan hirarki yang akan dibuat yaitu terkait dengan empat komponen teknologi (*technoware*, *humanware*, *inforware*, dan *orgaware*) dengan indikator-indikator yang menjadi kriteria-kriteria pengukuran yang digunakan untuk mengetahui kontribusi komponen teknologi galangan kapal adalah sebagai berikut:

4.6.1. Komponen *Technoware* di Galangan Kapal

Pada elemen *technoware* terdapat 2 subsistem utama untuk pengukuran, yaitu subsistem permesinan dan subsistem nilai teknologi. Elemen-elemen yang digunakan sebagai dasar pengukuran, yaitu:

1. Permesinan dan teknik/ tatacara pengerjaan yang digunakan pada setiap proses atau tahap produksi.
2. Nilai lain yang berkaitan dengan teknologi dan metode PWBS pada proses produksi, seperti penyusunan material di *steelstockyard*, proses *sub-assembly* apakah secara *parallel* atau *non parallel*.

Pengamatan yang dilakukan pada komponen *technoware* yaitu berkaitan dengan tahapan dan proses produksi pada aliran utama pembangunan kapal menurut Storch (1995), dan nilai-nilai teknologi yang terkait seperti:

1) Tahap *Preparation* (persiapan)

Tahap persiapan adalah kriteria pertama yang merupakan kegiatan pendukung proses produksi utama kapal. Kriteria ini terbagi atas beberapa subkriteria yang kemudian ditetapkan indikator hasil dari *barinstorming* dengan pihak perusahaan. Kegiatan yang dilakukan dalam tahap persiapan ini yaitu meliputi 3 hal yaitu penyiapan alat-alat atau sistem yang akan digunakan penanganan material (*material handling*) dan nilai yang berkaitan dengan teknologi PWBS, serta kriteria sub sistem proses informasi.

Kriteria selanjutnya yaitu meliputi semua proses yang menjadi inti dari sistem yang ada di bengkel produksi, yaitu semua aktivitas yang langsung bertujuan untuk membuat kapal perintis 750 DWT. Proses-proses yang menjadi bagian dari kriteria ini yaitu:

2) *Parts Fabrication*

Adapun indikator yang digunakan yaitu: teknik penandaan (*marking*), teknik pemotongan (*cutting*), teknik pembentukan (*bending*) dan teknik pemindahan material

3) *Sub-assembly*

Pada tahap ini indikator yang digunakan yaitu teknik pemindahan material (*transport material*) dan teknik penyambungan *parts* untuk membentuk *sub block*.

4) *Assembly*

Pada tahap ini indikator yang digunakan yaitu teknik pemindahan blok kapal, teknik penyambungan sub-blok menjadi blok dan teknik pengelasan.

5) *Erection*

Pada tahap *erection* indikator yang digunakan yaitu teknik pemindahan blok dan *outfitting*, teknik pengelasan, dan teknik pemasangan *outfitting*

6) *Quality Assurance* dan *Quality Control*

Kriteria ini ini dilakukan pengukuran karena berdasarkan proses produksi kapal menurut Storch, (1985) dan menurut standar aturan yang ada, bahwa

setiap proses produksi dengan metode PWBS pada pelaksanaannya harus ditunjang dengan suatu sistem *quality assurance* dan *quality control* pada setiap tahapan proses produksi, guna untuk memperkecil kesalahan dan pekerjaan ulang yang pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas (Wahyudin, 2011). Kriteria-kriteria yang digunakan dalam pengukuran yaitu mencakup perlengkapan yang dimiliki dan sistem kontrol yang digunakan dalam setiap tahapan proses produksi kapal.

Pengukuran lainnya yang digunakan adalah proses informasi. Hal ini berkaitan dengan SOP (*standart Operational Procedures*) dan bagaimana dilakukannya. Terdapat 3 elemen yang digunakan untuk hal ini, yaitu: *sensing, analysis dan actuation*.

Hierarki komponen *technoware* dapat diligat pada Gambar 4.31.

4.6.2. Komponen Teknologi *Humanware* di Galangan Kapal

Pengukuran untuk *humanware* dibagi dua yaitu pekerja langsung dan pekerja tidak langsung. Pekerja langsung adalah pihak yang terlibat langsung dalam penanganan material dan peralatan pada saat proses produksi, sedangkan pekerja tak langsung adalah yang tidak terlibat langsung dalam proses produksi namun perannya dibutuhkan dalam menjalankan proses produksi dan manajemen di dalamnya. Pada tahap penentuan indikator *humanware*, yang digunakan adalah kualifikasi dan kompetensi/keahlian yang dimiliki oleh karyawan di perusahaan. Pendefinisianya yaitu berkaitan dengan kesadaran dalam tugas, kedisiplinan, tanggung jawab dalam pekerjaan, kemampuan menguasai teknologi, kepemimpinan dan kemampuan inovasi. Hirarki komponen *humanware* dapat dilihat pada Gambar 4.32.

4.6.3. Komponen Teknologi *Inforware* di Galangan Kapal

Penentuan indikator yang digunakan yaitu berkaitan dengan integrasi sistem informasi dan akses antar karyawan dalam perusahaan, kesiapan sistem informasi pekerjaan, prosedur informasi dan juga sistem *database* yang ada di Perusahaan menurut Ramanathan, (1998). Mewakili pengetahuan yang dibutuhkan untuk

memaksimalkan secara penuh potensi dari komponen *technoware*, *humanware*, dan *orgaware* maka *inforware* didefinisikan berdasarkan kategori:

- a. *Technoware Specific Inforware (TSI)*, yaitu: mengacu pada *inforware* yang dibutuhkan untuk mengoperasikan, memelihara, dan meningkatkan *technoware*
- b. *Humanware Specific Inforware (HIS)*, yaitu: mengacu pada *nforware* yang dibutuhkan untuk mendapatkan pemahaman mengenai proses manufaktur dan *technoware* yang digunakan.
- c. *Orgaware Specific Inforware (OSI)*, yaitu: mengacu pada *inforware* yang dibutuhkan untuk memastikan adanya pemanfaatan yang efektif dari *technoware* dan *humanware*.

Hierarki komponen *inforware* dapat dilihat pada Gambar 4.33.

4.6.4. Komponen Teknologi *Orgaware* di Galangan Kapal

Kriteria-Kriteria tersebut berkaitan organisasi perusahaan seperti visi dan misi, kebijakan otonomi dalam perusahaan, kemampuan perusahaan terkait dengan perbaikan dan peningkatan produktivitas, kemampuan perusahaan dalam bekerjasama, hubungan dengan pelanggan dan kemampuan perusahaan untuk mendapatkan dukungan sumberdaya dari luar. Penentuan kriteria-kriteria yang digunakan tersebut dikelompokkan yaitu berdasarkan:

1. Organisasi kerja

Sub indikatornya adalah prosentase dari penggunaan kapasitas keseluruhan, prosedur perawatan/maintenance, prosedur perencanaan dan pengendalian produksi, dan perencanaan *inventory*.

2. Fasilitas kerja

Sub indikatornya adalah pengembangan keahlian, penyebaran informasi, dan skema insentif. Pengembangan keahlian mengukur kemampuan kerja dari pekerja dalam melakukan pekerjaannya dan usaha dari organisasi untuk mengembangkan kemampuan dari pekerja tersebut. Penyebaran informasi berhubungan dengan kemampuan perusahaan dalam memfasilitasi aliran informasi, pengaturan dari sistem informasi, dan penyebaran informasi untuk kepentingan eksternal. Skema insentif berhubungan dengan

pemberian insentif yang merupakan bagian dari fasilitas kerja dan sebagai penghargaan kepada pekerja karena telah melakukan sesuatu pada pekerjaannya.

3. Evaluasi kerja

Sub indikator yang digunakan adalah mekanisme penjaminan kualitas, mekanisme pengendalian biaya, dan mekanisme kenaikan pangkat. Mekanisme penjaminan kualitas berhubungan dengan prosedur-prosedur yang dimiliki perusahaan dalam hal pengendalian kualitas. Mekanisme kenaikan pangkat berhubungan mengenai hal-hal berpengaruh pada kenaikan pangkat pekerja. Mekanisme pengendalian biaya berhubungan dengan usaha dari perusahaan dalam melakukan pengendalian laorn analisa biaya dan pencapaian eektivitas biaya dalam waktu tertentu.

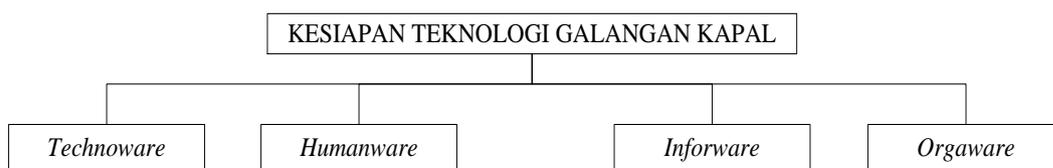
4. Modifikasi kerja

Sub ktiteria yang digunakan adalah mekanisme pengembangan rutinitas operasional dan mekanisme perencanaan peningkatan fasilitas teknologi dan sistem informasi di perusahaan, dimana keduanya berhubungan dengan kemampuan perusahaan untuk meningkatkan kapasitas dalam penyesuaian dengan kebutuhan dan standar aturan.

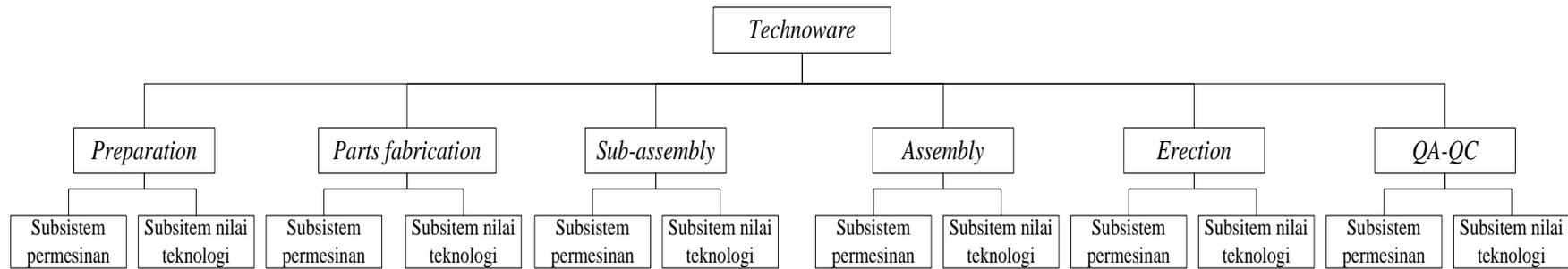
Hierarki komponen *orgaware* dapat dilihat pada Gambar 4.34.

4.7. Struktur Hierarki Prioritas Komponen Teknologi di Galangan Kapal

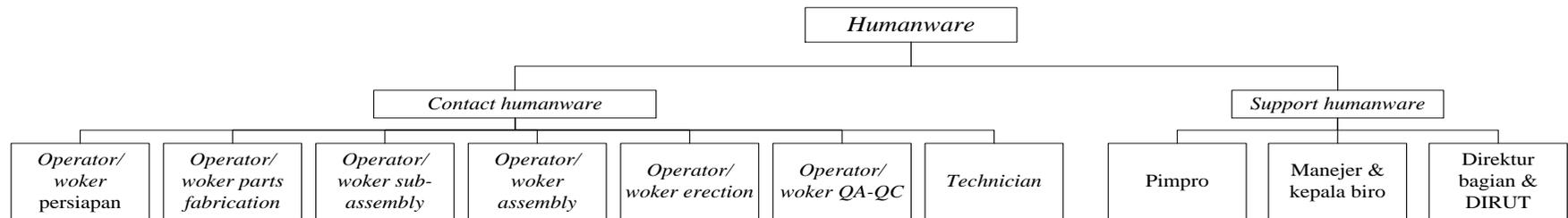
Struktur hirarki bertujuan menggambarkan tingkatan dari masing-masing kriteria yang ingin diukur secara terstruktur, sehingga memudahkan untuk melakukan perhitungan dan penentuan prioritas dari masing-masing kriteria. Struktur hirarki komponen pembentuk berdasarkan konsep komponen teknologi dan metode PWBS dapat dilihat pada Gambar 4.30 sampai dengan Gambar 4.34.



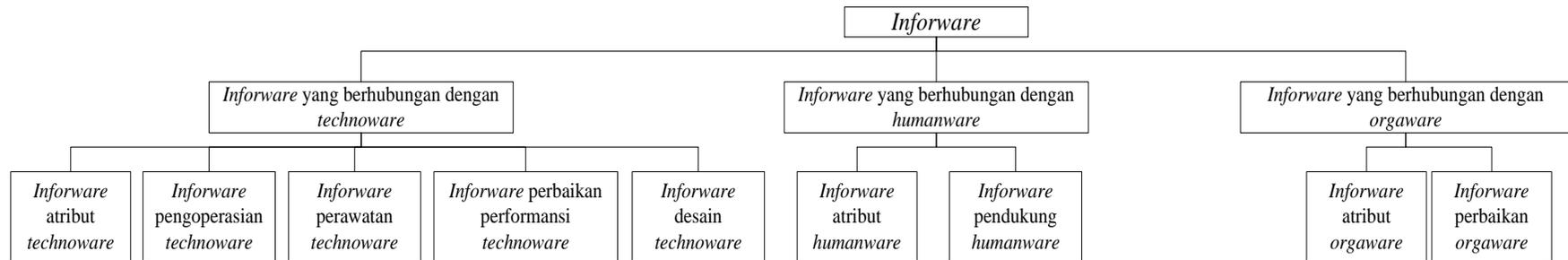
Gambar 4.30. Hierarki komponen teknologi.



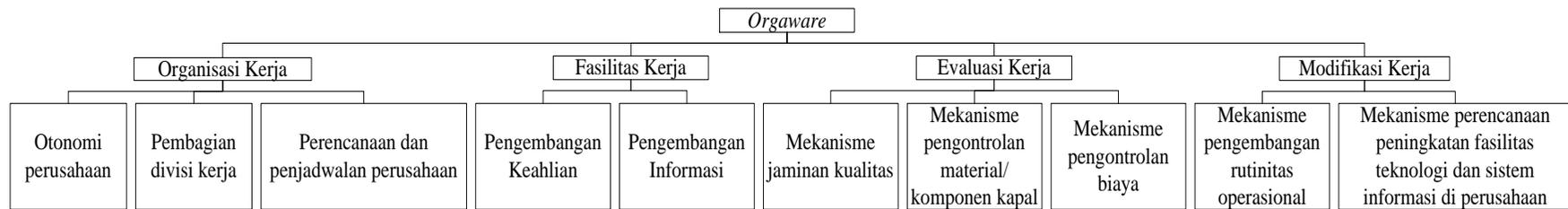
Gambar 4.31. Hierarki komponen *technoware*



Gambar 4.32. Hierarki komponen *humanware*



Gambar 4.33. Hierarki komponen *inforware*



Gambar 4.34. Hierarki komponen *orgaware*

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi

Pengukuran komponen teknologi *technoware*, *humanware*, *inforware* dan *orgaware* di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard dan PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia berkaitan dengan pembangunan kapal perintis 750 DWT, sedangkan pengukuran komponen teknologi di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya, PT. Orela Shipyard dan PT. Lamongan Merine Industry dilakukan sebagai pembandingan bagi PT Dumas Tanjung Perak Shipyard untuk mengetahui kesiapan teknologinya. Pengukuran teknologi keseluruhan galangan yang dilakukan bisa menghasilkan sebaran teknologi galangan kapal Surabaya dan sekitarnya, sehingga dapat dilakukan usulan pengembangan teknologi yang bersifat inovasi maupun alih teknologi.

Penilaian beberapa subkomponen yang sama, nilainya dinormalisasi. Selanjutnya dilakukan pembobotan dengan cara mengalikan skor yang sudah dinormalisasi dengan bobot tingkat kepentingan yang diperoleh dari hasil AHP pada masing-masing level hierarki.

5.1.1. Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen *Technoware* Galangan Kapal

Pengukuran derajat kecanggihan *technoware* di galangan kapal didasarkan pada dua subsistem, yaitu:

- Subsistem permesinan, yang kriteria pengukurannya menjelaskan tingkat kecanggihan peralatan-peralatan utama yang digunakan dalam tahapan produksi.
- Subsistem nilai yang berkaitan dengan teknologi, yang menjelaskan penilaian metode pembagian kerja atau PWBS pada tahapan produksi.

a. **Derajat kecanggihan *Technoware* PT. Dumas**

Berdasarkan wawancara dan hasil pengolahan data pada kedua subsistem *technoware* pada tahapan produksi, maka diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan Pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Pengukuran Komponen *Technoware* PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

<i>Technoware</i>	Sub sistem	UL	LL	SOTA	Kontribusi	Bobot	Rating Terbobot Dinormalisasi
<i>Preparation</i>	Subsistem Permesinan	1	6	0.375	0.319	0.667	0.287
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.250	0.222	0.333	
<i>Parts Fabrication</i>	Subsistem Permesinan	2	7	0.469	0.483	0.750	0.442
	Subsistem Nilai Produksi	2	4	0.438	0.319	0.250	
<i>Sub-assembly</i>	Subsistem Permesinan	2	5	0.375	0.347	0.800	0.337
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.417	0.296	0.200	
<i>Assembly</i>	Subsistem Permesinan	2	5	0.438	0.368	0.667	0.344
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.417	0.296	0.333	
<i>Erection</i>	Subsistem Permesinan	3	6	0.438	0.479	0.833	0.486
	Subsistem Nilai Produksi	2	6	0.667	0.519	0.167	
<i>QA-QC</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.250	0.222	0.167	0.361
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.625	0.389	0.833	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *rating State of the Art (SOTA)*, *kontribusi*, *bobot* dan *reting terbobot* yang dinormalisasi komponen *technoware* PT. Dumas pada tahun 2016.

Nilai LL dan UL 1 menjelaskan masih adanya peralatan atau fasilitas manual sedangkan nilai tertinggi 5, 6, dan 7 menunjukkan bahwa berdasarkan

tahapan produksi sudah keberadaan fasilitas yang paling canggih yaitu fasilitas serbaguna, fasilitas penggunaan khusus dan fasilitas otomatisasi atau sebagian sudah terkomputerisasi. Pengukuran SOTA pada komponen *technoware* dan bobot tingkat kepentingan *technoware* di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard dengan menggunakan analisis *Anaytical Hierarchy Processes* (AHP) untuk hirarki yang ke tiga berdasarkan subsistem *technoware* menunjukkan bobot subsistem permesinan yang paling besar dan bobot nilai produksi yang paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kepentingan fasilitas lebih utama dibandingkan dengan nilai produksi, sedangkan pada tahap QA-QC menunjukkan bobot subsitem nilai produksi yang paling besar dan subsistem permesinan yang paling rendah.

Berdasarkan Tabel 5.1, penentuan derajat kecanggihan berdasarkan tahapan produksi dan nilai QA-QC dapat diketahui nilai derajat kecanggihan *technoware* PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard adalah seperti pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2. Hasil Perhitungan Derajat Kecanggihan *Technoware* di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

<i>Technoware</i>	Bobot setiap proses	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Perparation</i>	0.287	0.316	0.356
<i>Parts fabrication</i>	0.442	0.077	
<i>Sub assembly</i>	0.337	0.054	
<i>Assembly</i>	0.344	0.250	
<i>Erection</i>	0.486	0.138	
<i>QA-QC</i>	0.361	0.166	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau reting berdasarkan proses produksi dan derajat kecanggihan *technoware* PT Dumas tahun 2016.

Rating terbobot AHP berdasarkan tahapan produksi dan QA-QC pada Tabel 5.2, menunjukkan bahwa tahapan *prepataion* memiliki tingkat priotitas yang paling tinggi dengan bobot 0,316, selanjutnya prioritas ke 2 adalah tahapan *assembly* 0,250, prioritas ketiga adalah QA-QC dengan bobot 0,166, prioritas ke empat adalah tahap *erection* dengan bobot 0,138, prioritas ke lima adalah tahap *parts fabrication* dengan bobot 0, 077 dan terakhir adalah tahap *sub assembly* dengan bobot 0,054. Tingkat kepentingan ini menggambarkan bahwa pihak perusahaan

menganggap persiapan seperti penanganan material diawal adalah hal penting yang menentukan tahapan selanjutnya, dimana keberadaan peralatan atau fasilitas maupun setiap kegiatan persiapan yang dilakukan berdasarkan perencanaan dan penjadwalan yang matang dan pengontrolan ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan menentukan proses selanjutnya berjalan atau tidak. Derajat kecanggihan *technoware* yang dimiliki PT Dumas adalah 0,356.

b. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Technoware* PT. ASSI

Berdasarkan perhitungan, maka diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.3 berikut:

Tabel 5.3. Pengukuran Komponen *Technoware* PT. ASSI

<i>Technoware</i>	Sub sistem	UL	LL	SOTA	Kontribusi Dinormalisasi	Bobot	Rating Terbobot Dinormalisasi
<i>Preparation</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.292	0.24	0.667	0.239
	Subsistem Nilai Produksi	1	4	0.375	0.24	0.333	
<i>Parts Fabrication</i>	Subsistem Permesinan	2	6	0.469	0.43	0.667	0.394
	Subsistem Nilai Produksi	1	7	0.313	0.32	0.333	
<i>Sub-assembly</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.438	0.306	0.667	0.269
	Subsistem Nilai Produksi	1	4	0.250	0.194	0.333	
<i>Assembly</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.438	0.306	0.333	0.250
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.250	0.222	0.667	
<i>Erection</i>	Subsistem Permesinan	2	6	0.438	0.417	0.333	0.312
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.333	0.259	0.667	
<i>QA-QC</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.250	0.222	0.125	0.368
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.625	0.389	0.875	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP subsistem permesinan dan subsistem nilai produksi PT. ASSI pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.3, hasil pengukuran *upper limit*, *lower limit technoware* PT. ASSI adalah 1 dan 2, yang menunjukkan fasilitas yang ada bersifat manual dan fasilitas yang menggunakan tenaga penggerak. *State of the art (SOTA)* pada setiap tahapan berdasarkan subsistem menunjukkan subsistem permesinan tahapan *parts fabrication*, *sub assembly*, *assembly* dan *erection* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan subsistem nilai teknologi, namun pada tahapan *preparation* dan QA-QC hasil yang didapat menunjukkan nilai SOTA subsistem nilai produksi lebih tinggi, hal ini menjelaskan pada pada kedua tahapan tersebut kriteria pengukuran memiliki posisi kesiapan yang lebih dari tahapan yang lain. Dengan menjumlahkan hasil perkalian kontribusi dan bobot hasil AHP subsistem permesinan dan subsistem nilai teknologi di atas maka derajat kecanggihan *technoware* PT. ASSI dapat diketahui, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Derajat Kecanggihan *Technoware* PT. ASSI

Rating Setiap Proses	Bobot setiap proses	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Perparation</i>	0.239	0.208	0.313
<i>Parts fabrication</i>	0.394	0.283	
<i>Sub assembly</i>	0.269	0.154	
<i>Assembly</i>	0.250	0.124	
<i>Erection</i>	0.312	0.089	
<i>QA-QC</i>	0.368	0.142	

Sumber: Hasil perhitungan total bobot atau reting berdasarkan proses produksi dan derajat kecanggihan *technoware* PT ASSI tahun 2016.

Tabel 5.4, menjelaskan bobot setiap proses yang dinormalisasi pada tahapan *parts fabrication* memiliki bobot yang paling besar karena penggunaan fasilitas yang bersifat lebih canggih dari tahapan yang lainnya, sedangkan yang paling rendah yaitu pada tahapan *preparation*. *Rating* AHP berdsarkan prioritas yaitu pada tahapan *parts fabrication* memiliki bobot yang palinng tinggi, yaitu 0,283 selanjutnya adalah tahapan *preparation* dengan bobot 0,208, teringgi ketiga adalah tahapan *sub-assembly* dengan bobot 0,154, selanjutnya tahapan QA-QC dengan bobot 0,142, tahapan *assembly* dengan bobot 0,124 dan terakhir adalah tahapan

erection dengan bobot 0,089. Derajat kecanggihan yang diperoleh dari pengukuran yang dilakukan adalah 0,313.

c. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Technoware* PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (PT. DPS)

Adapun hasil perhitungan untuk menentukan derajat kecanggihan *technoware* yaitu terdapat pada Tabel 5.5 sebagai berikut:

Tabel 5.5. Pengukuran Komponen *technoware* PT. DPS

<i>Technoware</i>	Sub sistem	UL	LL	SOTA	Kontribusi Dinormalisasi	Bobot	Rating Terbobot Dinormalisasi
<i>Preparation</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.417	0.30	0.667	0.290
	Subsistem Nilai Produksi	1	4	0.500	0.28	0.333	
<i>Parts Fabrication</i>	Subsistem Permesinan	2	7	0.500	0.50	0.750	0.458
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.500	0.33	0.250	
<i>Sub-assembly</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.438	0.306	0.800	0.306
	Subsistem Nilai Produksi	1	4	0.583	0.306	0.200	
<i>Assembly</i>	Subsistem Permesinan	2	5	0.438	0.368	0.667	0.369
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.583	0.370	0.333	
<i>Erection</i>	Subsistem Permesinan	2	6	0.438	0.417	0.833	0.409
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.583	0.370	0.167	
<i>QA-QC</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.250	0.222	0.167	0.407
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.750	0.444	0.833	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP subsistem permesinan dan subsistem nilai produksi PT. DPS pada tahun 2016.

Berdasarkan hasil perhitungan data pada Tabel 5.5, batas bawah yaitu 1 dan 2 yang menjelaskan adanya fasilitas manual dan fasilitas dengan menggunakan tenaga penggerak, SOTA yang dihasilkan menunjukkan nilai subsistem nilai teknologi yang dihasilkan lebih tinggi dari nilai subsistem permesinan, hal ini dikarenakan beberapa indikator pengukuran nilai teknologi menunjukkan skor cukup, namun berdasarkan kontribusi yang dihasilkan subsistem nilai teknologi memiliki kontribusi yang rendah dibandingkan dengan permesinan yang ada di PT. DPS. Bobot hasil AHP berdasarkan subsistem yang ada menunjukkan prioritas utama yaitu pada subsistem permesinan berdasarkan tahapan *preparation, parts fabrication, sub assembly, assembly* dan *erection*, sedangkan pada tahapan QA-QC subsistem nilai teknologi yang menjadi prioritas.

Penentuan nilai kecanggihan setiap subsistem menjadi bobot yang dinormalisasi berdasarkan tahapan produksi dan QA-QC yang dikalikan dengan intensitas atau bobot AHP selanjutnya dijumlahkan, maka derajat kecanggihan *technoware* dapat ditentukan, yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Technoware* PT. DPS

Rating Setiap Proses	Bobot setiap proses	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>PerapARATION</i>	0.290	0.039	0.390
<i>Parts fabrication</i>	0.458	0.056	
<i>Sub assembly</i>	0.306	0.096	
<i>Assembly</i>	0.369	0.165	
<i>Erection</i>	0.409	0.266	
<i>QA-QC</i>	0.407	0.378	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau reting berdasarkan proses produksi dan derajat kecanggihan *technoware* PT DPS tahun 2016.

Rating AHP berdsarkan prioritas yaitu pada tahapan *QA-QC*, bobot yang diperoleh adalah 0,378, selanjutnya tertinggi kedua adalah tahapan *erection* dengan bobot 0,266, kemudian tahapan *assembly* dengan bobot 0,165, selanjutnya adalah tahapan *sub-assembly* dengan bobot 0,096, tertinggi selanjutnya adalah tahapan *parts fabrication* dengan bobot 0,056 dan yang terakhir adalah tahapan *preparation*

dengan bobot 0,039. Berdasarkan hasil perkalian antara bobot berdasarkan proses yang telah dinormalisasi dengan rating bobot AHP berdasarkan tahapan, maka diperoleh derajat kecanggihan adalah 0,390.

d. Pengukuran derajat kecanggihan *technware* PT. Orela Shipyard

Hasil perhitungan kriteria penentu derajat kecanggihan *technware* yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5.7. Pengukuran Komponen *Technware* PT. Orela Shipyard

<i>Technware</i>	Sub sistem	UL	LL	SOTA	Kontribusi Dinormalisasi	Bobot	Rating Terbobot Dinormalisasi
<i>Preparation</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.375	0.28	0.200	0.244
	Subsistem Nilai Produksi	1	4	0.375	0.24	0.800	
<i>Parts Fabrication</i>	Subsistem Permesinan	2	7	0.406	0.45	0.250	0.320
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.375	0.28	0.750	
<i>Sub-assembly</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.375	0.278	0.333	0.278
	Subsistem Nilai Produksi	1	4	0.500	0.278	0.667	
<i>Assembly</i>	Subsistem Permesinan	2	5	0.438	0.368	0.250	0.342
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.500	0.333	0.750	
<i>Erection</i>	Subsistem Permesinan	2	6	0.438	0.417	0.333	0.386
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.583	0.370	0.667	
<i>QA-QC</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.250	0.222	0.667	0.259
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.500	0.333	0.333	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP subsistem permesinan dan subsistem nilai produksi PT. Orela Shipyard pada tahun 2016.

Hasil yang diperoleh pada Tabel 5.7, menunjukkan LL adalah 1 dan 2 atau fasilitas dari hasil suvei menunjukkan adanya fasilitas manual dan fasilitas dengan tenaga penggerak, sedangkan batas atas LU yaitu 6 dan 7 yang menjelaskan tahapan tersebut menggunakan fasilitas penggunaan khusus seperti mesin *bending* dan fasilitas otomatisasi. Penilaian SOTA menunjukkan nilai subsistem nilai teknologi pada tahapan *sub assembly*, *assembly*, *erection* dan Q-QC lebih tinggi dibandingkan dengan subsistem permesinan. Hasil analisis

AHP pada setiap subsistem yang ada menunjukkan bahwa subsistem nilai yang berkaitan dengan teknologi memiliki bobot kepentingan yang paling tinggi, sehingga hal ini menjelaskan bahwa subsistem ini memberikan pengaruh yang lebih pada proses produksi dibandingkan subsistem permesinan. Namun, tahapan QA-QC memiliki bobot subsistem permesinan yang lebih tinggi dibandingkan nilai produksi, sehingga menjelaskan bahwa permesinan memberikan pengaruh yang lebih tinggi di tahapan ini dibandingkan subsistem nilai teknologi produksi.

Hasil yang diperoleh lewat perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 5.7, kemudian digunakan untuk menentukan derajat kecanggihan *technoware*, dengan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Technoware* PT. Orela Shipyard

Rating Setiap Proses	Bobot setiap proses	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Peraparation</i>	0.244	0.075	0.308
<i>Parts fabrication</i>	0.320	0.142	
<i>Sub assembly</i>	0.278	0.162	
<i>Assembly</i>	0.342	0.195	
<i>Erection</i>	0.386	0.173	
<i>QA-QC</i>	0.259	0.253	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau reting berdasarkan proses produksi dan derajat kecanggihan *technoware* PT Orela shipyard tahun 2016.

Data pada Tabel 5.8, menjelaskan bahwa bobot setiap tahapan yang dinormalisasi menunjukkan tahapan *erection* memiliki tingkat kecanggihan yang lebih pada kedua subsistem *technoware* dibandingkan dengan tahapan yang lain.

Nilai kecanggihan yang rendah berdasarkan tahapan yang ada menunjukkan yaitu ada pada tahapan *preparation*. *Rating* AHP berdsarkan prioritas kepentingan yang diperoleh yaitu tahapan QA-QC memiliki bobot tertinggi yaitu 0,253, kemudian berdasarkan pioritas yang diurutkan adalah tahap *assembly* dengan bobot 0,195, tahap *erection* dengan bobot 0,173, kemudian tahapan *sub-assembly* dengan bobot 0,162, selanjutnya tahapan *parts fabrication* dengan bobot 0,142 dan yang memiliki bobot prioritas terendah adalah tahapan *preparation* dengan bobot 0,075. Berdasarkan hasil perkalian bobot setiap proses yang telah dinormalisasi dengan bobot kepentingan dengan AHP, maka diperoleh derajat kecanggihan PT. Orela adalah 0,308.

e. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Technware* PT. Lamongan Marine Industry (PT. LMI)

Hasil pengukuran yang dilakukan untuk memperoleh nilai derajat kecanggihan dengan menentukan beberapa nilai penentu yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9. Pengukuran Komponen *Technware* PT. LMI

<i>Technware</i>	Sub sistem	UL	LL	SOTA	Kontribusi Dinormalisasi	Bobot	Rating Terbobot Dinormalisasi
<i>Preparation</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.375	0.28	0.750	0.278
	Subsistem Nilai Produksi	1	4	0.500	0.28	0.250	
<i>Parts Fabrication</i>	Subsistem Permesinan	2	7	0.313	0.40	0.750	0.401
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.688	0.42	0.250	
<i>Sub-assembly</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.250	0.222	0.750	0.250
	Subsistem Nilai Produksi	1	4	0.667	0.333	0.250	
<i>Assembly</i>	Subsistem Permesinan	2	5	0.438	0.368	0.750	0.378
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.667	0.407	0.250	

<i>Erection</i>	Subsistem Permesinan	2	6	0.438	0.417	0.750	0.414
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.667	0.407	0.250	
<i>QA-QC</i>	Subsistem Permesinan	1	5	0.250	0.222	0.500	0.333
	Subsistem Nilai Produksi	1	5	0.750	0.444	0.500	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP subsistem permesinan dan subsistem nilai produksi PT. LMI pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.9, nilai batas bawah yaitu 1 dan 2 yang menunjukkan adanya fasilitas manual dan fasilitas dengan tenaga penggerak, sedangkan nilai batas atas yaitu 6 dan 7 yang menunjukkan adanya fasilitas dengan penggunaan khusus dan fasilitas yang otomatis. SOTA berdasarkan subsistem menunjukkan nilai teknologi lebih tinggi dengan subistem permesinan. Bobot AHP setiap subsitem pada masing-masing tahapan menunjukkan nilai yang berkaitan dengan teknologi memiliki tingkat kepentingan yang lebih dibandingkan subsistem permesinan, namun pada tahap QA-QC menunjukkan adanya kesamaan tingkat kepentingan pada subsistem permesinan dan subsistem nilai teknologi.

Nilai derajat kecanggihan *technoware* dapat diketahui yaitu dengan cara pengalihan bobot setiap proses yang telah dinormalisasi dengan rating bobot yang diperoleh dari pengukuran dengan AHP. Maka, nilai derajat kecanggihan *technoware* yang diperoleh yaitu ditunjukkan pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10. Pengukuran Tingkat Kecanggihan *Technoware* di PT. LMI

Rating Setiap Proses	Bobot setiap proses	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Perparation</i>	0.278	0.079	0.354
<i>Parts fabrication</i>	0.401	0.169	
<i>Sub assembly</i>	0.250	0.127	
<i>Assembly</i>	0.378	0.140	
<i>Erection</i>	0.414	0.227	
<i>QA-QC</i>	0.333	0.258	

Sumber: Hasil perhitungan total bobot atau reting berdasarkan proses produksi dan derajat kecanggihan *technoware* PT LMI tahun 2016.

Berdasarkan hasil analaisi yang diperoleh, maka nilai bobot AHP yang tertinggi yaitu QA-QC dengan bobot 0,258, kemudian tahap *erection* dengan bobot 0,227, tahap selanjutnya yaitu *parts fabrication* 0,169, tahap *assembly* dengan bobot 0,140, tahap *sub-assembly* dengan bobot 0,127, dan yang terakhir adalah tahap *parts fabrication* dengan bobot 0,079. Nilai derajat kecanggihan *technoware* yang dihasilkan adalah 0,354.

5.1.2. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Humanware* Galangan Kapal

Pengukuran komponen *humanware* yaitu dibagi menjadi dua subsistem, yaitu subsistem tenaga kerja langsung (*contact humanware*) dan subsistem tenaga kerja tidak langsung (*support humanware*), dimana masing masing subsistem menjelsakan tentang:

- *Contact humanware*, yaitu berkaitan dengan *operator worker* setiap proses produksi bagian *preparation, parts fabrication, sub assembly, assembly, erection, QA-QC* dan teknisi. Kriteria pengukuran yang dilakukan yaitu berkaitan dengan kemampuan atau kinerja yang secara langsung terjadi pada proses transformasi material di lapangan.
- *Support humanware*, yaitu berkaitan dengan pimpinan proyek bangunan baru, manajer, kepala biro dan bagian direksi yang pengukurannya yaitu berdasarkan kemampuan atau kualitas kerja yang mendukung proses transformasi material.

a. Pengukuran derajat kecanggihan *humanware* PT. Dumas

Hasil pengukuran faktor-faktor penentu derajat kecanggihan *humanware* yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11. Pengukuran Komponen *Humanware* PT. Dumas

<i>Humanware</i>	Sub sistem	UL	LL	Rating SOTA	Kontribusi Dinormalisasi	Bobot	Rating Terbobot Dinormalisasi
<i>Contact humanware</i>	<i>Operator preparation</i>	1	7	0.571	0.49	0.134	0.531
	<i>Operator Parts Fabrication</i>	1	6	0.429	0.35	0.074	
	<i>Operator Sub-assembly</i>	2	6	0.500	0.44	0.153	
	<i>Operator assembly</i>	2	6	0.679	0.52	0.125	
	<i>Operator erection</i>	1	6	0.643	0.47	0.126	
	<i>Operator QA-QC</i>	5	8	0.821	0.83	0.208	
	<i>Operator technician</i>	1	5	0.679	0.41	0.181	
<i>Support humanware</i>	Pimpinan proyek	5	7	0.929	0.76	0.333	0.836
	Manejer & kepala biro	5	8	0.929	0.87	0.333	
	Direktur bagian & Dirut	6	8	0.964	0.88	0.333	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP *contact humanware* dan *support humanware* PT. Dumas pada tahun 2016.

Berdasarkan pengolahan data Tabel 5.11, nilai batas bawah *contact humanware* yaitu 1 dan 5 yang menjelaskan adanya kemampuan yang terbatas mengoperasikan *technoware* dan kemampuan memperbaiki sedangkan batas atas 7 dan 8 yaitu kemampuan megadaptasi dan mengembangkan. *Support humanware* 5 dan 6 berkaitan dengan kemampuan meperbaiki dab kemampuan reproduksi, batas atasnya 7 dan 8 yang artinya sudah ada kemampuan mengadaptasi dan mengembangkan. Nilai SOTA dan kontribusi yang dihasilkan operator QA-QC memiliki nilai yang paling tinggi, hal ini dikarenakan faktor kualifikasi yang dimiliki pada umumnya melebihi operator pada tahapan yang lainnya.

Selanjutnya berdasarkan hasil Tabel 5.11, dengan menjumlahkan hasil perkalian antara bobot *contact humanware* maupun *support humanware* dan rating terbobot yang diperoleh dari *Analytical Hierarchy Processe (AHP)* pada hirarki

humanware, maka diperoleh derajat kecanggihan *humanware* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Humanware* PT. Dumas

<i>Humanware</i>	Bobot setiap proses	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Contact humanware</i>	0.531	0.500	0.684
<i>Support humanware</i>	0.836	0.500	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau rating derajat kecanggihan *humanware* PT Dumas tahun 2016.

Tabel 5.12 menunjukkan bahwa rating terbobot berdasarkan AHP, kedua subsistem memiliki tingkat kepentingan yang sama yaitu *contact humanware* 0,500 dan *support humanware* adalah 0.500, dan dari hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,684.

b. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Humanware* PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia (PT. ASSI)

Hasil pengukuran faktor-faktor penentu derajat kecanggihan *humanware* yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13. Pengukuran Komponen *Humanware* PT. ASSI

<i>Humanware</i>	Sub sistem	UL	LL	Rating SOTA	Kontribusi Dinormalisasi	Bobot	Rating Terbobot Dinormalisasi
<i>Contact humanware</i>	<i>Operator preparation</i>	1	5	0.714	0.43	0.134	0.479
	<i>Operator Parts Fabrication</i>	1	7	0.500	0.44	0.074	
	<i>Operator Sub-assembly</i>	2	6	0.464	0.43	0.153	
	<i>Operator assembly</i>	2	6	0.571	0.48	0.125	
	<i>Operator erection</i>	2	6	0.536	0.46	0.126	

	<i>Operator QA-QC</i>	5	8	0.429	0.70	0.208	
	<i>Operator technician</i>	1	5	0.500	0.33	0.181	
<i>Support humanware</i>	Pimpinan proyek	3	7	0.500	0.56	0.333	0.714
	Manejer & kepala biro	5	8	0.571	0.75	0.333	
	Direktur bagian &Dirut	6	8	0.786	0.84	0.333	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP *contact humanware* dan *support humanware* PT. ASSI pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.13, batas bawah *contact humanware* yaitu 1 dan 5 dimana SDM yang ada memiliki kemampuan mengoperasikan mesin dan kemampuan memperbaiki, sedangkan batas atas yaitu 7 dan 8 atau memiliki kemampuan mengadaptasi dan megembangkan. *Support humanware* memiliki batas bawah terendah 3 dan 5 yaitu memiliki kemampuan memperbaiki dan kemampuan mengembangkan, sedangkan batas atasnya yaitu 7 dan 8 yaitu memiliki kemampuan mengadaptasi dan mengembangkan. Nilai SOTA dan kontribusi menunjukkan operator QA-QC memiliki nilai yang paling tinggi dan memiliki bobot kepentingan yang lebih tinggi juga. Derajat kecanggihan *humanware*nya adalah seperti pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Humanware* PT. ASSI

<i>Humanware</i>	Bobot setiap proses	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Contact humanware</i>	0.479	0.500	0.596
<i>Support humanware</i>	0.714	0.500	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau rating derajat kecanggihan *humanware* PT ASSI tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.14, bobot *support humanware* memiliki nilai yang paling tinggi, namun rating terbobot berdasarkan AHP, kedua subsistem memiliki tingkat kepentingan yang sama yaitu *contact humanware* 0,500 dan *support humanware* adalah 0.500, dimana hal ini menjelaskan bahwa *contact humanware*

memiliki nilai kualifikasi yang lebih rendah dibandingkan dengan *support humanware*, namun kedua subsiste ini memberikan pengaruh yang sama besar dalam proses transformasi yang ada di PT. ASSI. Hasil pengukuran derajat kecanggihan *humanware* PT. ASSI adalah 0,596.

c. Pengukuran derajat kecanggihan *humanware* PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (PT. DPS)

Berdasarkan hasil pengukuran faktor-faktor penentu derajat kecanggihan *humanware*, maka diperoleh data yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15. Pengukuran Komponen *Humanware* PT. DPS

<i>Humanware</i>	Sub sistem	UL	LL	Rating SOTA	Kontribusi Dinormalisasi	Bobot	Rating Terbobot Dinormalisasi
<i>Contact humanware</i>	<i>Operator preparation</i>	1	6	0.643	0.47	0.149	0.487
	<i>Operator Parts Fabrication</i>	1	6	0.500	0.39	0.151	
	<i>Operator Sub-assembly</i>	2	6	0.500	0.44	0.105	
	<i>Operator assembly</i>	2	6	0.464	0.43	0.112	
	<i>Operator erection</i>	2	6	0.571	0.48	0.200	
	<i>Operator QA-QC</i>	5	8	0.786	0.82	0.099	
	<i>Operator technician</i>	1	5	0.821	0.48	0.184	
<i>Support humanware</i>	Pimpinan proyek	3	7	0.679	0.63	0.333	0.767
	Manejer & kepala biro	5	8	0.857	0.84	0.333	
	Direktur bagian & Dirut	6	8	0.714	0.83	0.333	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP *contact humanware* dan *support humanware* PT. DPS pada tahun 2016.

Berdasarkan pengolahan data Tabel 5.15, nilai batas bawah *contact humanware* yaitu 1 dan 5 sedangkan batas atasnya yaitu 6 dan 8 atau memiliki kemampuan reproduksi dan mengembangkan. *Support humanware* batas bawahnya

adalah 3 dan 6 sedangkan batas atasnya yaitu 7 dan 8 atau memiliki kemampuan mengadaptasi dan kemampuan mengembangkan. SOTA dan kontribusi yang dihasilkan menunjukkan operator QA-QC memiliki nilai kualifikasi yang lebih tinggi, sedangkan *support humanware* yaitu Manajer dan kepala biro yang nilainya berbeda sedikit saja dengan direksi. Bobot kepentingan AHP *contact humanware* yang ditunjukkan yaitu *operator erection* memiliki bobot yang paling tinggi, sedangkan *support humanware* yaitu memiliki bobot kepentingan yang sama pada masing-masing SDMnya. Derajat kecanggihan *humanware*nya adalah seperti pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Humanware* PT. DPS

<i>Humanware</i>	Bobot setiap proses	Intensitas	Derajat Kecanggihan
<i>Contact humanware</i>	0.487	0.500	0.627
<i>Support humanware</i>	0.767	0.500	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau rating derajat kecanggihan *humanware* PT DPS tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.16, menunjukkan bahwa bobot *support humanware* lebih besar dibandingkan *contact humanware*, sedangkan rating terbobot berdasarkan AHP, kedua subsistem memiliki tingkat kepentingan yang sama yaitu *contact humanware* 0,500 dan *support humanware* adalah 0.500, dan dari hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,627.

d. Pengukuran derajat kecanggihan *humanware* PT. Orela Shipyard

Adapun hasil pengukuran faktor-faktor penentu derajat kecanggihan *humanware* ydi PT. Orela Shipyard yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5.17. Pengukuran Komponen *Humanware* PT. Orela Shipyard

<i>Humanware</i>	Sub sistem	UL	LL	Rating SOTA	Kontribusi Dinormalisasi	Bobot	Rating Terbobot Dinormalisasi
<i>Contact humanware</i>	<i>Operator preparation</i>	1	5	0.536	0.35	0.107	0.432
	<i>Operator Parts Fabrication</i>	1	6	0.500	0.39	0.073	
	<i>Operator Sub-assembly</i>	1	5	0.571	0.37	0.127	
	<i>Operator assembly</i>	1	5	0.571	0.37	0.146	
	<i>Operator erection</i>	1	5	0.714	0.43	0.207	
	<i>Operator QA-QC</i>	5	7	0.714	0.71	0.136	
	<i>Operator technician</i>	1	5	0.643	0.40	0.204	
<i>Support humanware</i>	Pimpinan proyek	5	7	0.821	0.74	0.260	0.820
	Manejer & kepala biro	5	7	0.893	0.75	0.106	
	Direktur bagian &Dirut	6	8	0.893	0.87	0.633	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP *contact humanware* dan *support humanware* PT. Orela Shipyard pada tahun 2016.

Berdasarkan pengolahan data Tabel 5.17, nilai batas bawah *CH* adalah 1 dan 5, dengan batas atasnya 6 dan 7. Nilai batas bawah *SH* yaitu 5 dan 6 sedangkan batas atasnya yaitu 7 dan 8. Nilai SOTA dan kontribusi yang dihasilkan menunjukkan operator QA –QC memiliki kualifikasi yang lebih tinggi pada subsistem *contact humanware*, sedangkan pada *support humanware* menjelaskan bahwa adanya kesamaan nilai SOTA pada SDM manejer, kepa;a bito dan direksi, namun kontribusi menunjukkan bahwa bagian direksi memiliki tingkat kualifikasi yang lebih baik. Pembobotan tingkat kepentingan antar *contact humanware* operator *erection* dan *operator technician* memiliki bobot priorotas tertinggi pertama dan kedua. Bobot AHP dari *SH*, menunjukkan bagian direksi lebih tinggi dari yang lainnya. Derajat kecanggihan *humanware*nya adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 5.18 berikut ini.

Tabel 5.18. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Humanware* PT. Orela shipyard

<i>Humanware</i>	Bobot setiap proses	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Contact humanware</i>	0.432	0.500	0.626
<i>Support humanware</i>	0.820	0.500	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau rating derajat kecanggihan *humanware* PT Orela Shipyard pada tahun 2016.

Berdasarkan data tabel 5.18, menjelaskan bahwa SH memiliki bobot tertinggi dari setiap SDM yang ada. Sedangkan rating terbobot berdasarkan AHP kedua subsistem memiliki tingkat kepentingan yang sama yaitu *contact humanware* 0,500 dan *support humanware* adalah 0.500, dan dari hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,626.

e. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Humanware* PT. Lamongan Marine Industry (PT. LMI)

Hasil pengukuran faktor-faktor penentu derajat kecanggihan *humanware* yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19. Pengukuran Komponen *Humanware* PT. LMI

<i>Humanware</i>	Sub sistem	UL	LL	SOTA	Kontribusi Dinormalisasi	Bobot	Rating Terbobot Dinormalisasi
<i>Contact humanware</i>	<i>Operator preparation</i>	1	4	0.429	0.25	0.132	0.413
	<i>Operator Parts Fabrication</i>	1	6	0.464	0.37	0.104	
	<i>Operator Sub-assembly</i>	1	5	0.536	0.35	0.068	
	<i>Operator assembly</i>	1	5	0.500	0.33	0.106	
	<i>Operator erection</i>	1	5	0.500	0.33	0.151	
	<i>Operator QA-QC</i>	5	8	0.500	0.72	0.183	
	<i>Operator technician</i>	1	6	0.500	0.39	0.256	

<i>Support humanware</i>	Pimpinan proyek	3	6	0.500	0.50	0.260	0.721
	Manejer & kepala biro	3	5	0.536	0.45	0.106	
	Direktur bagian & Dirut	6	8	0.857	0.86	0.633	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP *contact humanware* dan *support humanware* PT. LMI pada tahun 2016.

Berdasarkan pengamatan dan pengolahan data pada Tabel 5.19, menjelaskan batas bawa CH adalah 1 dan 5, sedangkan batas atasnya yaitu 6 dan 8. Batas bawah pada SH yaitu 3 dan 6, sedangkan batas atas yaitu 6 dan 8. Nilai SOTA CH menunjukkan operator *sub-assembly* memiliki nilai yang lebih tinggi, dan pada kontribusi nilai yang paling tinggi yaitu pada SDM QA-QC. SOTA dan kontribusi direksi menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada bagian SH. Bobot pada CH menunjukkan operator *technician* memiliki bobot tertinggi, karena peranannya pada tahapan permesinana memegang peranan penting. SH bobot tertinggi yaitu pada bagian direksi. Derajat kecanggihan *humanware*nya adalah seperti pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Humanware* PT. LMI

<i>Humanware</i>	Bobot setiap proses	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Contact humanware</i>	0.413	0.500	0.567
<i>Support humanware</i>	0.721	0.500	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau rating derajat kecanggihan *humanware* PT. LMI pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.20, menjelaskan bahwa bobot SH lebih tinggi dari C, namun rating terbobot berdasarkan AHP, kedua subsistem memiliki tingkat kepentingan yang sama yaitu *contact humanware* 0,500 dan *support humanware* adalah 0.500, dan dari hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,567.

5.1.3. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Inforware* Galangan Kapal

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada beberapa galangan kapal yang diteliti, maka sama halnya dengan pengukuran pada derajat kecanggihan *technoware* dan *humanware* maka pada tingkat perusahaan, pengukuran untuk *inforware* pada masing-masing galangan, yaitu: *inforware* atribut *technoware* (IAT), *inforware* pengoperasian *technoware* (IPT), *inforware* perawatan *technoware* (IPT2), *inforware* perbaikan performansi *technoware* (IPPT), *inforware* desain *technoware* (IDT), *inforware* atribut *humanware* (IAH), *inforware* pendukung *humanware* (IPH), *inforware* atribut *orgaware* (IAO), dan *inforware* perbaikan *orgaware* (IPO). Sehingga, pengukuran masing-masing subsistem tersebut adalah seperti berikut:

a. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Inforware* PT. Dumas

Hasil pengukuran komponen *inforware* PT. Dumas adalah seperti pada Tabel 5.21 berikut ini.

Tabel 5.21. Pengukuran Nilai Komponen *Inforware* PT. Dumas

<i>Inforware</i>	Subsistem	LI	UI	SOTA	Kontribusi	Bobot	Bobot dinormalisasi
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	IAT	1	3	0.667	0.26	0.170	0.360
	IPT	4	6	0.417	0.54	0.110	
	IPT2	1	6	0.500	0.39	0.359	
	IPPT	1	6	0.250	0.25	0.197	
	IDT	1	5	0.679	0.41	0.164	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>humanware</i>	IAH	4	6	0.250	0.50	0.667	0.433
	IPH	1	4	0.563	0.30	0.333	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>orgaware</i>	IAO	1	4	0.667	0.33	0.750	0.326
	IPO	1	6	0.350	0.31	0.250	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP komponen *inforware* PT. Dumas pada tahun 2016.

Berdasarkan Tabel 5.21 diperoleh batas bawah *inforware* berkaitan dengan *technoware* adalah 1 dan 4, yaitu informasi yang ada pada keadaan informasi pengenalan dan fakta penjelasan, sedangkan batas atasnya yaitu 5 dan 6 atau fakta

adanya informasi pengkhususan dan fakta informasi berdasarkan penggunaan *technoware*. Batas bawah *nforware* berkaitan dengan *humanware* yaitu 1 dan 4 dimana informasi terbatas fakta pengenalan dan fakta penjelasan/penguraian. Batas atasnya yaitu 4 dan 6. *Inforware* yang berkaitan dengan *orgaware*, yaitu dengan batas bawah 1 dan batas atasnya yaitu 4. Nilai SOTA *inforware* berkaitan dengan *technoware* yaitu nilai tertingginya pada IDT, sedangkan kontribusi pada IPT, bibot AHP tertinggi yaitu pada IPT 2. *Innforware* yang berkaitan dengan *humanware* yaitu IPH memiliki nilai SOTA tertinggi dengan nilai kontribusi yang rendah dibandingkan dengan IAH. Bobot kepentingan AHP yang diperoleh yaitu IAH memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi. *Inforware* berkaitan dengan *orgaware* yaitu SOTA, kontribusi dan bobot yang tertinggi adalah IAO. Berdasarkan hasil tabel 5.21, maka derajat kecanggihan *inforware* PT. Dumas adalah seperti pada Tabel 5.22.

Tabel 5.22. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Inforware* PT. Dumas

<i>Inforware</i>	Bobot dinormalisasi	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	0.360	0.411	0.375
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	0.433	0.328	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>orgaware</i>	0.326	0.261	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau rating derajat kecanggihan *inforware* PT. Dumas pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.22, menunjukkan bahwa rating terbobot berdasarkan AHP, kedua subsistem memiliki tingkat kepentingan yang berbeda yaitu *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* 0,411, *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* 0,328 dan *inforware* yang berkaitan dengan *orgaware* 0.261. Hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,375.

b. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Inforware* PT. ASSI

Pengukuran komponen *inforware* PT. ASSI adalah seperti pada Tabel 5.23 berikut.

Tabel 5.23. Pengukuran Nilai Komponen *Inforware* PT. ASSI

<i>Inforware</i>	Subsistem	LI	UI	SOTA	Kontribusi	Bobot	Bobot Dinormalisasi
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	IAT	1	3	0.667	0.26	0.049	0.394
	IPT	3	6	0.417	0.47	0.167	
	IPT2	1	6	0.500	0.39	0.329	
	IPPT	1	6	0.333	0.30	0.114	
	IDT	1	5	0.679	0.41	0.342	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>humanware</i>	IAH	4	6	0.125	0.47	0.143	0.323
	IPH	1	4	0.563	0.30	0.857	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>orgaware</i>	IAO	1	4	0.583	0.31	0.125	0.257
	IPO	1	6	0.250	0.25	0.875	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP komponen *inforware* PT. ASSI pada tahun 2016.

Berdasarkan Tabel 5.23, batas bawah *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* adalah 1 dan 3 yaitu terkait dengan informasi pengenalan dan informasi pengkhususkan, untuk batas atasnya yaitu 5 dan 6. Batas bawah *inforware* yang berkaitan dengan *humanware* yaitu 1 dan 4, sedangkan batas atasnya yaitu 4 dan 6. *Inforware* yang berkaitan dengan *orgaware* yaitu batas bawahnya adalah 1 dan batas atasnya adalah 6 yang berarti adanya informasi fakta penggunaan.

Nilai bobot yang dinormalisasi menunjukkan *nforware* yang berkaitan dengan *technoware* memiliki bobot yang paling tinggi. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 5.23, maka derajat kecanggihan dapat diketahui, seperti pada Tabel 5.24 berikut ini.

Tabel 5.24. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Inforware* PT. ASSI

<i>Inforware</i>	Bobot dinormalisasi	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	0.394	0.724	0.369
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	0.323	0.193	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>orgaware</i>	0.257	0.083	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau rating derajat kecanggihan *inforware* PT. ASSI pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.24, menunjukkan bahwa rating terbobot berdasarkan AHP, kedua subsistem memiliki tingkat kepentingan yang berbeda yaitu *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* 0,724, *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* 0,193 dan *inforware* yang berkaitan dengan *orgaware* 0.083. Hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,369.

c. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Inforware* PT. DPS

Pengukuran komponen *inforware* PT. DPS yang diperoleh adalah seperti pada Tabel 5.25 berikut ini.

Tabel 5.25. Pengukuran Nilai Komponen *Inforware* PT. DPS

<i>Inforware</i>	Subsistem	LI	UI	SOTA	Kontribusi	Bobot	Rating Dinormalisasi
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	IAT	1	3	0.583	0.24	0.196	0.429
	IPT	3	6	0.667	0.56	0.452	
	IPT2	1	6	0.250	0.25	0.056	
	IPPT	1	6	0.417	0.34	0.117	
	IDT	1	5	0.714	0.43	0.180	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	IAH	4	6	0.250	0.50	0.250	0.318
	IPH	1	4	0.438	0.26	0.750	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>orgaware</i>	IAO	1	4	0.750	0.36	0.667	0.374
	IPO	2	6	0.400	0.40	0.333	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP komponen *inforware* PT. DPS pada tahun 2016.

Dengan hasil perhitungan rating yang dinormalisasi dan bobot AHP berdasarkan jenis *inforware*, maka derajat kecanggihan dapat ditentukan, yaitu seperti ditunjukkan pada Tabel 5.26 berikut ini.

Tabel 5.26. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Inforware* PT. DPS

<i>Inforware</i>	Rating terbobot	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	0.429	0.633	0.394
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	0.318	0.260	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>orgaware</i>	0.374	0.106	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau rating derajat kecanggihan *inforware* PT. DPS pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.26, menjelaskan bahwa rating terbobot berdasarkan AHP, kedua subsistem memiliki tingkat kepentingan yang berbeda yaitu *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* 0,633, *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* 0,260 dan *inforware* yang berkaitan dengan *orgaware* 0.106. Hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,394.

d. Pengukuran derajat kecanggihan *inforware* PT. Orela Shipyard

Pengukuran nilai penentu derajat kecanggihan *inforware* PT. Orela yaitu pada Tabel 5.27 berikut:

Tabel 5.27. Pengukuran Nilai Komponen *Inforware* PT. Orela Shipyard

<i>Inforware</i>	Sub sistem	LI	UI	SOTA	Kontribusi	Bobot	Bobot dinormalisasi
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	IAT	1	3	0.583	0.24	0.200	0.401
	IPT	4	6	0.583	0.57	0.200	
	IPT2	1	6	0.583	0.44	0.200	
	IPPT	1	6	0.417	0.34	0.200	
	IDT	1	5	0.679	0.41	0.200	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	IAH	4	6	0.500	0.56	0.500	0.417
	IPH	1	4	0.500	0.28	0.500	

Inforware yang berkaitan dengan orgaware	IAO	1	4	0.750	0.36	0.500	0.375
	IPO	1	6	0.500	0.39	0.500	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP komponen *inforware* PT. Orela Shipyard pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.27, maka nilai derajat kecanggihan komponen *inforware* milik PT. Orela adalah seperti pada Tabel 5.28 berikut.

Tabel 5.28. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Inforware* PT. Orela Shipyard

<i>Inforware</i>	Bobot dinormalisasi	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	0.401	0.333	0.398
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	0.417	0.333	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>orgaware</i>	0.375	0.333	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau rating derajat kecanggihan *inforware* PT. Orela Shipyard pada tahun 2016.

Data pada Tabel 5.28, menunjukkan bahwa rating terbobot berdasarkan AHP, kedua subsistem memiliki tingkat kepentingan yang sama yaitu *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* 0,333, *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* 0,333 dan *inforware* yang berkaitan dengan *orgaware* 0.333. Hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,398.

e. Pengukuran derajat kecanggihan *inforware* PT. Lamongan Marine Industry (PT. LMI)

Pengukuran nilai penentu derajat kecanggihan *inforware* PT. LMI yaitu pada Tabel 5.29 berikut ini.

Tabel 5.29. Pengukuran Nilai Komponen *Inforware* PT. LMI

<i>Inforware</i>	Subsistem	LI	UI	SOTA	Kontribusi	Bobot	Bobot dinormalisasi
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	IAT	1	3	0.583	0.24	0.206	0.335
	IPT	3	5	0.417	0.43	0.085	
	IPT2	1	6	0.417	0.34	0.351	
	IPPT	1	6	0.417	0.34	0.198	
	IDT	1	5	0.607	0.38	0.160	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	IAH	3	5	0.375	0.42	0.667	0.363
	IPH	1	4	0.438	0.26	0.333	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>orgaware</i>	IAO	1	4	0.500	0.28	0.500	0.306
	IPO	1	6	0.400	0.33	0.500	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, bobot AHP komponen *inforware* PT. LMI pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.29, penentuan derajat kecanggihan *inforware* PT. LMI yaitu ditunjukkan pada Tabel 5.30.

Tabel 5.30. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Inforware* PT. LMI

<i>Inforware</i>	Bobot dinormalisasi	Rating terbobot	Derajat Kecanggihan
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	0.335	0.548	0.336
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>technoware</i>	0.363	0.241	
<i>Inforware</i> yang berkaitan dengan <i>orgaware</i>	0.306	0.211	

Sumber: hasil perhitungan total bobot atau rating derajat kecanggihan *inforware* PT. LMI pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.30, menunjukkan bahwa rating terbobot berdasarkan AHP, kedua subsistem memiliki tingkat kepentingan yang tidak sama yaitu *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* 0,548, *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* 0,241 dan *inforware* yang berkaitan dengan *orgaware* 0.211. Hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,336.

5.1.4. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Orgaware*

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada beberapa galangan kapal yang diteliti, maka sama halnya dengan pengukuran pada derajat kecanggihan *technoware*, *humanware* dan *inforware* maka pada tingkat perusahaan pengukuran untuk *orgaware* untuk masing masing galangan adalah sebagai berikut:

a. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Orgaware* PT. Dumas

Pengukuran nilai-nilai yang menentukan kecanggihan komponen *orgaware* yaitu ditunjukkan pada Tabel 5.31 berikut ini.

Tabel 5.31. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Orgaware* PT. Dumas

<i>Orgaware</i>	LO	UO	SOTA	Kontribusi	Bobot	Derajat Kecanggihan
Organisasi kerja	4	7	0.333	0.56	0.288	0.527
Fasilitas Kerja	3	6	0.500	0.50	0.321	
Evaluasi kerja	2	6	0.750	0.56	0.202	
Modifikasi kerja	3	6	0.500	0.50	0.188	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, kontribusi dan bobot AHP komponen *inforware* PT. Dumas pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.31, menunjukkan bahwa rating terbobot berdasarkan AHP, empat indikator memiliki tingkat kepentingan yang tidak sama yaitu organisasi kerja 0,288, fasilitas kerja 0,321, evaluasi kerja 0.202 dan modifikasi kerja adalah 0.188. Hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,527.

b. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Orgaware* PT. ASSI

Pengukuran nilai-nilai yang menentukan kecanggihan komponen *orgaware* PT. ASSI yaitu ditunjukkan Tabel 3.32.

Tabel 5.32. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Orgaware* PT. ASSI

Orgaware	LO	UO	SOTA	Kontribusi	Bobot	Derajat Kecanggihan
Organisasi kerja	4	6	0.667	0.59	0.239	0.560
Fasilitas Kerja	1	6	0.625	0.46	0.212	
Evaluasi kerja	2	6	0.750	0.56	0.254	
Modifikasi kerja	2	6	0.875	0.61	0.295	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, kontribusi dan bobot AHP komponen *inforware* PT. ASSI pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.32, menunjukkan bahwa rating terbobot berdasarkan AHP, empat indikator memiliki tingkat kepentingan yang tidak sama yaitu organisasi kerja 0,239, fasilitas kerja 0,212, evaluasi kerja 0.254 dan modifikasi kerja adalah 0.295. Hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,560.

c. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Orgaware* PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (PT. DPS)

Pengukuran nilai-nilai yang menentukan kecanggihan komponen *orgaware* PT. DPS yaitu ditunjukkan Tabel 5.33.

Tabel 5.33. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Orgaware* PT. DPS

<i>Orgaware</i>	LO	UO	SOTA	Kontribusi	Bobot	Derajat Kecanggihan
Organisasi kerja	4	6	0.667	0.59	0.378	0.505
Fasilitas Kerja	1	6	0.500	0.39	0.073	
Evaluasi kerja	2	6	0.667	0.52	0.119	
Modifikasi kerja	2	6	0.500	0.44	0.431	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, kontribusi dan bobot AHP komponen *inforware* PT. DPS pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.33, menunjukkan bahwa rating terbobot berdasarkan AHP, empat indikator memiliki tingkat kepentingan yang tidak sama yaitu organisasi kerja 0,378, fasilitas kerja 0,073, evaluasi kerja 0.119 dan

modifikasi kerja adalah 0.431. Hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,505.

d. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Orgaware* PT. Orela Shipyard

Pengukuran nilai-nilai yang menentukan kecanggihan komponen *orgaware* PT. Orela Shipyard yaitu ditunjukkan pada Tabel 5.34 berikut ini.

Tabel 5.34. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Orgaware* PT. Orela Shipyard

<i>Orgaware</i>	LO	UO	SOTA	Kontribusi	Bobot	Derajat Kecanggihan
Organisasi kerja	4	7	0.417	0.58	0.254	0.560
Fasilitas Kerja	3	6	0.875	0.63	0.295	
Evaluasi kerja	2	6	0.750	0.56	0.212	
Modifikasi kerja	3	6	0.375	0.46	0.239	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, kontribusi dan bobot AHP komponen *inforware* PT. Orela Shipyard pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.34, menunjukkan bahwa rating terbobot berdasarkan AHP, empat indikator memiliki tingkat kepentingan yang tidak sama yaitu organisasi kerja 0,254, fasilitas kerja 0,295, evaluasi kerja 0.212 dan modifikasi kerja adalah 0.239. Hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,560.

e. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Inforware* PT. Lamongan Marine Industry (PT. LMI)

Pengukuran nilai-nilai yang menentukan kecanggihan komponen *orgaware* PT. LMI yaitu ditunjukkan pada Tabel 5.35 berikut ini.

Tabel 5.35. Pengukuran Derajat Kecanggihan *Orgaware* PT. LMI

<i>Orgaware</i>	LO	UO	SOTA	Kontribusi	Bobot	Derajat Kecanggihan
Organisasi kerja	4	7	0.583	0.64	0.316	0.548
Fasilitas Kerja	3	6	0.625	0.54	0.280	
Evaluasi kerja	2	6	0.667	0.52	0.159	
Modifikasi kerja	3	6	0.375	0.46	0.245	

Sumber: hasil perhitungan *upper limit*, *lower limit*, *State of the art (SOTA)*, kontribusi dan bobot AHP komponen *inforware* PT. LMI pada tahun 2016.

Berdasarkan data Tabel 5.35, menunjukkan bahwa rating terbobot berdasarkan AHP, empat indikator memiliki tingkat kepentingan yang tidak sama yaitu organisasi kerja 0,316, fasilitas kerja 0,280, evaluasi kerja 0.159 dan modifikasi kerja adalah 0.245. Hasil perkalian bobot yang dinormalisasi dengan bobot AHP maka diperoleh derajat kecanggihannya adalah 0,548.

5.2. Perhitungan Nilai Intensitas Komponen Teknologi dengan AHP

Setelah mengetahui nilai pembobotan dengan menggunakan AHP dengan tujuan untuk menentukan terlebih dahulu intensitas masing-masing komponen teknologi, yaitu nilai β . Proses perhitungan intensitas komponen teknologi, jika *technoware* lebih penting dari *orgaware*, *orgaware* lebih penting dari *humanware* lebih penting dari *inforware*, maka secara matematis dapat dituliskan $T > O > H > I$ sehingga $\beta_t > \beta_o > \beta_h > \beta_i$.

Berdasarkan analisis *pairwise comparison matrix* maka diperoleh nilai intensitas komponen teknologi untuk masing-masing galangan kapal, seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.36 sampai dengan Tabel 5.45

Tabel 5.36. *Pairwise Comparison Matrix* PT. Dumas

Teknologi	T	H	I	O
T	1	0.2	3	1
H	5.00	1	2	1.00
I	0.33	0.50	1	1.00
O	2.00	1.00	1.00	1
Jumlah	8.33	2.70	7.00	3.50

Dari hasil *pairwise comparison matrix*, maka dapat dihitung *eigen value* dan *eigen vactore*, dimana hasil perkalian matriks perbandingan berpasangan dengan bobot adalah sebagai berikut:

Tabel 5.37 Hasil Normalisasi Nilai *Pairwase Comparison Matrix* PT. Dumas

Teknologi	T	H	I	O	Rata-rata
T	0.12	0.07	0.29	0.14	0.16
H	0.60	0.37	0.29	0.29	0.39
I	0.04	0.04	0.14	0.29	0.13
O	0.24	0.37	0.14	0.29	0.26

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (8.33 \times 0.16) + (2.70 \times 0.39) + (7.00 \times 0.13) + (3.50 \times 0.26) = 4.14$$

Karena matrik berordo 4 (yakni terdiri dari 4), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.046$$

RI Untuk $n = 4$, adalah 0.90, maka:

$$CR = CI / RI = 0.046 / 0.90 = 0.051 \text{ (konsisten) karena masih di bawah } 10$$

persen.

Tabel 5.38. *Pairwase Comparison Matrix* PT. ASSI

Teknologi	T	H	I	O
T	1	3	3	2
H	0.33	1	2	1
I	0.33	0.50	1	1
O	1	1	1	1
JUMLAH	2.17	5.50	7.00	5.00

Dari hasil *pairwise comparison matrix*, maka dapat dihitung *eigen value* dan *eigen vactore*, dimana hasil perkalian matriks perbandingan berpasangan dengan bobot adalah sebagai berikut:

Tabel 5.39. Hasil Normalisasi Nilai *Pairwise Comparison Matrix* PT. ASSI

Teknologi	T	H	I	O	Rata-rata
T	0.462	0.545	0.429	0.400	0.46
H	0.154	0.182	0.286	0.200	0.21
I	0.154	0.091	0.143	0.200	0.15
O	0.231	0.182	0.143	0.200	0.19

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (2.17 \times 0.46) + (5.50 \times 0.21) + (7.00 \times 0.15) + (5.00 \times 0.19) = 4.10$$

Karena matrik berordo 4 (yakni terdiri dari 4), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.032$$

Untuk $n=4$, $RI = 0.90$, maka:

$CR = CI / RI = 0.032 / 0.90 = 0.036$ (konsisten) karena masih di bawah 10 persen.

Tabel 5.40. *Pairwise Comparison Matrix* PT. DPS

Teknologi	T	H	I	O
T	1	1	3	3
H	1.00	1	3	2
I	0.33	0.33	1	0.33
O	0.33	0.50	3.00	1
Jumlah	2.67	2.83	10.00	6.33

Dari hasil *pairwise comparison matrix*, maka dapat dihitung *eigen value* dan *eigen vactore*, dimana hasil perkalian matriks perbandingan berpasangan dengan bobot adalah sebagai berikut:

Tabel 5.41. Hasil Normalisasi Nilai *Pairwise Comparison Matrix* PT. DPS

Teknologi	T	H	I	O	Rata-rata
T	0.375	0.353	0.300	0.474	0.375
H	0.375	0.353	0.300	0.316	0.336
I	0.125	0.125	0.100	0.053	0.101
O	0.125	0.176	0.300	0.158	0.190

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (2.667 \times 0.375) + (2.833 \times 0.336) + (10.00 \times 0.101) + (6.333 \times 0.190) = 4.16$$

Karena matrik berordo 4 (yakni terdiri dari 4), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.054$$

RI Untuk $n = 4$, adalah 0.90, maka:

$$CR = CI / RI = 0.046 / 0.90 = 0.051 \text{ (konsisten) karena masih di bawah } 10 \text{ persen.}$$

Tabel 5.42. *Pairwise Comparison Matrix* PT. Orela Shipyard

Teknologi	T	H	I	O
T	1	3	2	2
H	0.33	1	1	1
I	0.50	1.00	1	0.33
O	0.50	1.00	3.00	1
Jumlah	2.33	6.00	7.00	4.33

Dari hasil *pairwise comparison matrix*, maka dapat dihitung *eigen value* dan *eigen vactore*, dimana hasil perkalian matriks perbandingan berpasangan dengan bobot adalah sebagai berikut:

Tabel 5.43. Hasil Normalisasi Nilai *Pairwise Comparison Matrix* PT. Orela shipyard

Teknologi	T	H	I	O	Rata-rata
T	0.43	0.50	0.29	0.46	0.42
H	0.14	0.17	0.14	0.23	0.17
I	0.21	0.17	0.14	0.08	0.15
O	0.21	0.17	0.43	0.23	0.26

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\begin{aligned} \lambda \text{ maksimum} &= (2.33 \times 0.42) + (6.00 \times 0.17) + (7.00 \times 0.15) + (4.33 \times 0.26) \\ &= 4.18 \end{aligned}$$

Karena matrik berordo 4 (yakni terdiri dari 4), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.060$$

RI untuk $n=6$, adalah 0.90, maka:

$CR = CI/RI = 0.046/1.24 = 0.067$ (konsisten) kerana masih di bawah 10 persen.

Tabel 5.44. *Pairwise Comparison Matrix* PT. Lamongan Marine Industry

Teknolog	T	H	I	O
T	1	2.0	1	3
H	0.50	1	2	2
I	1.00	0.50	1	1
O	0.33	1/2	1.00	1
Jumlah	2.83	4.00	5	7.00

Dari hasil *pairwise comparison matrix*, maka dapat dihitung *eigen value* dan *eigen vactore*, dimana hasil perkalian matriks perbandingan berpasangan dengan bobot adalah sebagai berikut:

Tabel 5.45. Hasil Normalisasi Nilai *Pairwise Comparison Matrix* PT. Lamongan Marine Industry

Teknologi	T	H	I	O	Rata-rata
T	0.35	0.50	0.20	0.43	0.37
H	0.18	0.25	0.40	0.29	0.28
I	0.35	0.13	0.20	0.14	0.21
O	0.12	0.13	0.20	0.14	0.15

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (2.83 \times 0.37) + (4.00 \times 0.28) + (5.00 \times 0.21) + (7.00 \times 0.15) = 4.21$$

Karena matrik berordo 4 (yakni terdiri dari 4), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.071, \text{ RI Untuk } n=4, \text{ adalah } 0.90, \text{ maka:}$$

$$CR = CI / RI = 0.046 / 0.90 = 0.051 \text{ (Konsisten karena di bawah } 1 \text{ atau tidak lebih dari } 10\%).$$

5.3. Analisa Hasil Pengukuran *Technology Coefficient Contribution* (TCC) di Galangan Kapal Nasional

Setelah nilai derajat kecangihan dari keempat komponen teknologi dan nilai intensitas yang diperoleh dari analisis perbandingan tingkat kepentingan dengan *Analytical Hierarchy Processes* (AHP) diketahui, maka selanjutnya nilai TCC dapat ditentukan dengan persamaan 3.9, sehingga nilai TCC yang diperoleh yaitu ditunjukkan pada Tabel 5.46 berikut ini.

Tabel 5.46. Hasil Perhitungan Nilai TCC Komponen Teknologi di Galangan Kapal

<i>Technology Component</i>	PT. Dumas		
	Intensitas	Kontribusi Komponen Teknologi	TCC
<i>Technoware</i>	0.16	0.356	0.545
<i>Humanware</i>	0.39	0.684	
<i>Inforware</i>	0.13	0.375	
<i>Orgaware</i>	0.26	0.527	
<i>Inconsistency Ratio =</i>	0.051		

<i>Tehnology Component</i>	PT. ASSI		
	Intensitas	Kontribusi Komponen Teknologi	TCC
<i>Technoware</i>	0.459	0.319	0.412
<i>Humanware</i>	0.205	0.596	
<i>Inforware</i>	0.147	0.369	
<i>Orgaware</i>	0.189	0.560	
<i>Inconsistency Ratio =</i>	<i>0.036</i>		
<i>Tehnology Component</i>	PT. DPS		
	Intensitas	Kontribusi Komponen Teknologi	TCC
<i>Technoware</i>	0.375	0.390	0.480
<i>Humanware</i>	0.336	0.627	
<i>Inforware</i>	0.101	0.394	
<i>Orgaware</i>	0.190	0.505	
<i>Inconsistency Ratio =</i>	<i>0.060</i>		
<i>Tehnology Component</i>	PT. Orela		
	Intensitas	Kontribusi Komponen Teknologi	TCC
<i>Technoware</i>	0.419	0.308	0.422
<i>Humanware</i>	0.171	0.626	
<i>Inforware</i>	0.150	0.398	
<i>Orgaware</i>	0.260	0.560	
<i>Inconsistency Ratio =</i>	<i>0.067</i>		
<i>Tehnology Component</i>	PT. LMI		
	Intensitas	Kontribusi Komponen Teknologi	TCC
<i>Technoware</i>	0.370	0.354	0.426
<i>Humanware</i>	0.278	0.567	
<i>Inforware</i>	0.205	0.336	
<i>Orgaware</i>	0.146	0.548	
<i>Inconsistency Ratio =</i>	<i>0.079</i>		

Sumber: hasil perhitungan *Technology Contribution Coefficient* (TCC) di galangan kapal pada tahun 2016.

Hasil perhitungan TCC pada Tabel 5.46, menunjukkan bahwa nilai TCC dari masing-masing galangan kapal yang diteliti yaitu: 0,545 untuk PT. Dumas, 0,452 untuk PT. ASSI, 0,412 untuk PT. DPS, 0,422 untuk PT. Orela dan 0,426 untuk PT. LMI.

5.3.1. Analisa Penerapan Metode *Product Work Breakdown Structure (PWBS)*

Pengukuran dengan menggunakan metode teknometrik yang dilakukan menghasilkan nilai TCC yang berkisar anatar 0,412 sampai dengan 0,543 pada setiap galangan kapal yang diteliti. Adapun pengukuran penerapan metode PWBS secara teknis bukanlah merupakan suatu titik atau nilai baku yang dapat menunjukkan kesiapan penerapan metode ini, namun PWBS merupakan suatu proses atau tahapan yang diterapkan dalam sistem manufaktur di suatu industri, termasuk galangan kapal yang dalam penelitian ini diukur berdasarkan kriteria penerapan sesuai dengan tahapan produksi secara teknis (kriteria *technoware*), kriteria kesiapan SDM, kriteria proses informasi dan kriteria pembagian kerja maupun evaluasi organisasi.

Berdasarkan kriteria pengukuran ke empat komponen teknologi di galangan kapal, dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Pengukuran *technoware*

Hasil penilaian penglevelan perpipaan dan *outfitting* lainnya bahwa:

- 1) Di PT. Dumas dilakukan berdasarkan ukuran, sedangkan SOTA yang ada mengukur skor kriteria tertinggi adalah penglevelan ukuran, bentuk, tipe dan sesuai dengan alur pemakaian. Selain itu keadaan peletakan material plat di *steel stocakyard* yang masih belum teratur, yang dilakukan berdasarkan jenis dan ketersediaan tempat. Di PT. Dumas sisitem pengelompokan pekerjaan fabrikasi yaitu belum berdasarkan sistem blok melainkan berdasarkan sistem blok seksi. Fabrikasi *hull* dan *outfitting* dilakukan berdasarkan *problem area*, namun *bending* dilakukan di *workshop* yang lain, serta peletakan permesianan yang berjauhan, menggambarkan tidak adanya proses *lane processes (group technology)* baik dari permesinan dan proses fabrikasi. Pengelompokan pekerjaan berdasarkan sistem blok seksi dan belum dilakukannya penyambungan sub-blok menjadi blok yang lebih besar dengan perpipaan dan integrasi *painting*.
- 2) Penglevelan perpipaan dan *outfitting* lainnya di PT. ASSI yaitu berdasarkan jenis dan ketersediaan tempat sedangkan plat yaitu berdasarkan ukuran saja. Sistem yang digunakan yaitu belum

- berdasarkan blok, melainkan berdasarkan sistem blok seksi. Fabrikasi *hull* dan *outfitting* juga dilakukan berdasarkan *problem area* namun *lane processes* atau *group technology* baik dari permesinan dan proses fabrikasi belum dilakukan. Pengelompokan pekerjaan berdasarkan sistem blok seksi dan belum dilakukannya penyambungan sub-blok menjadi blok yang lebih besar dengan perpipaan dan integrasi *painting*.
- 3) PT. DPS prosesnya dilakukan berdasarkan ukuran, baik plat maupun *outfitting*. Sistem yang digunakan yaitu belum berdasarkan blok, melainkan berdasarkan sistem blok seksi. Fabrikasi *hull* dan *outfitting* juga dilakukan berdasarkan *problem area* pada *workshop* yang sama namun *lane processes* atau *group technology* baik dari permesinan dan proses fabrikasi belum dilakukan. Pengelompokan pekerjaan berdasarkan sistem blok seksi dan belum dilakukannya penyambungan sub-blok menjadi blok yang lebih besar dengan perpipaan dan integrasi *painting*.
 - 4) PT. Orela Shipyard melakukan penglevelan berdasarkan ukuran dan ketersediaan tempat. Sistem yang digunakan yaitu belum berdasarkan blok, melainkan berdasarkan sistem blok seksi. Fabrikasi *hull* dan *outfitting* juga dilakukan berdasarkan *problem area* pada *workshop* yang berbeda dan dengan peralatan yang sama. *Lane processes* atau *group technology* baik dari permesinan dan proses fabrikasi belum dilakukan. Pengelompokan pekerjaan berdasarkan sistem blok seksi dan belum dilakukannya penyambungan sub-blok menjadi blok yang lebih besar dengan perpipaan dan integrasi *painting*.
 - 5) PT. LMI yaitu menunjukkan melakukan penglevelan berdasarkan ukuran dan ketersediaan tempat. Sistem yang digunakan yaitu belum berdasarkan blok, melainkan berdasarkan sistem blok seksi. Sama halnya dengan empat galangan lainnya secara teknis Fabrikasi *hull* dan *outfitting* juga dilakukan berdasarkan *problem area* pada *workshop* yang sama. *Lane processes* atau *group technology* baik dari permesinan dan proses fabrikasi belum dilakukan. Pengelompokan pekerjaan berdasarkan sistem blok seksi dan belum dilakukannya penyambungan

sub-blok menjadi blok yang lebih besar dengan perpipaan dan integrasi *painting*. Pengelompokan pekerjaan *erection* berdasarkan blok seksi, dan juga hull *erection* dan *superstructure* belum mengintegrasikan perpipaan yang bersifat *on-blok*, melainkan *on-unit* dan *on-board*.

b. Pengukuran *Humanware*

Secara teknis proses pembagian atau alokasi sumberdaya manusia yang ada di 5 galangan kapal yang dikukur sudah terdapat pembagian kerja berdasarkan *problem area*, dimana operator permesinan dibedakan satu dengan lainnya. Setiap permesinan memiliki operatornya masing-masing dengan kemampuan mengoperasikan dan menghasilkan produk antara yang diharapkan. Dari segi kualifikasi SDM yang ada, menunjukkan bahwa tingkat pendidikan *contact humanware* kebanyakan adalah SMA atau sederajat, sedangkan untuk *support humanware* kebanyakan adalah D3 dan S1.

c. Pengukuran *inforware*

Spesifikasi sistem informasi yang ada terlebih khususnya desain yang berkaitan dengan pembagian gambar produksi sudah tersedia dan adanya ketersediaan informasi mengenai perhitungan desain produk, ketersediaan informasi detail desain produk, ketersediaan informasi desain *hull construction*, ketersediaan informasi *hull outfitting*, ketersediaan informasi desain *electrical outfitting* dan ketersediaan informasi desain *machinery outfitting*. Sedangkan ketersediaan sistem informasi pendukung permesinan dan manajemen organisasi dalam pembagian kerja masih kurang.

d. Pengukuran *orgaware*

Pembagian divisi kerja dari kelima galangan kapal yang diteliti yaitu sudah ada yang berstandar ISO yang membedakan pekerjaan proses produksi yang berkaitan dengan *hull construction*, *system*, *painting*, akomodasi, dan divisi yang melakukan proses manajemen perusahaan dengan sistem yang belum terintegrasi pada standar otomatisasi.

Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard dan 4 galangan pembanding lainnya belum mengaplikasikan metode

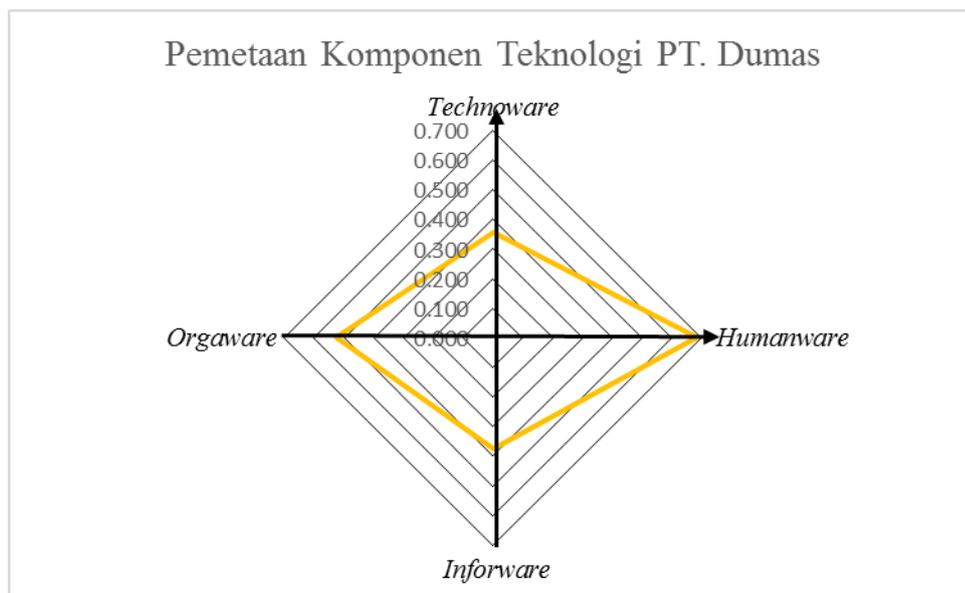
PWBS secara teknis pada pada proses produksi dan masih membutuhkan proses perbaikan yang cukup besar dalm sistem manajemen yang ada. Kondisi saat ini menunjukkan proses pembangunan kapal masih secara konvensional dengan proses permesinan yang sudah cukup moderen.

5.3.2. Analisa Nilai Gap Komponen Teknologi

Hasil TCC yang telah dilakukan dapat disajikan dengan menggunakan diagram *technoware (T)*, *humanware (H)*, *inforware (I)* dan *orgaware (O)* atau yang disebut juga diagram THIO, dimana lewat diagram ini akan terlihat kesenjangan pada nilai gap THIO yang ada di galangan kapal dengan *state of the art*. Nilai gap mejelaskan ukuran perbaikan yang dibutuhkan pada setiap komponen teknologi dengan mengacu pada nilai *State of the art* yaitu 1. Semakin kecil nilai gap yang dihasilkan, maka semakin kecil usaha perbaikan yang dibutuhkan. Berdasarkan kondisi masing-masing galangan kapal, maka gap yang dimiliki yaitu:

1. Gap Komponen Teknologi PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

Adapun keadaan gap yang dimiliki oleh PT. Dumas Tanjung Perak Sipyard yang ditunjukkan berdasarkan diagram THIO yaitu seperti pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1. Grafik THIO di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard pada tahun 2016

Dari Gambar 5.1, dapat dilihat bahwa adanya kesenjangan pada nilai THIO PT. Dumas dengan *state of the art* yang mengasilkan gap, dimana berdasarkan pengukuran maka diperoleh nilai gab masing-masing komponen teknologi seperti pada Tabel 5.47.

Tabel 5.47. Hasil Perhitungan Nilai Gap THIO di PT. Dumas

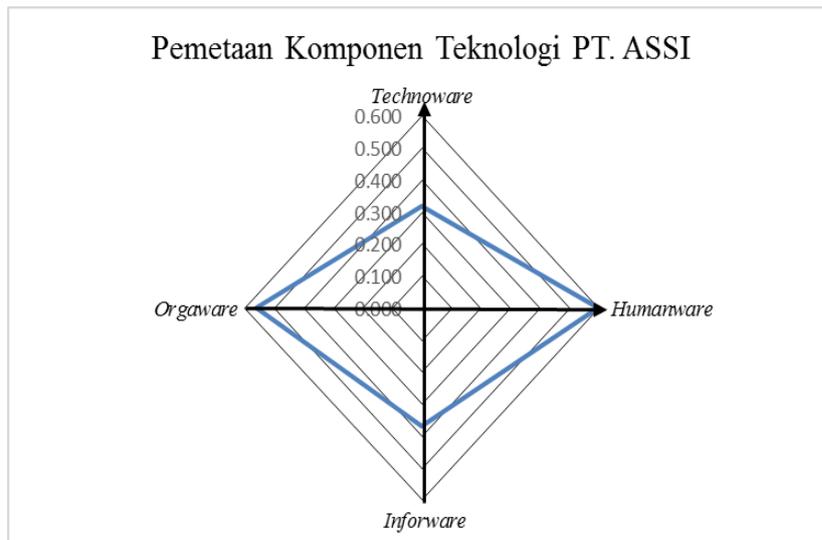
<i>Technology Component</i>	Kontribusi	Gap
<i>Technoware</i>	0.356	0.664
<i>Humanware</i>	0.684	0.316
<i>Inforware</i>	0.375	0.625
<i>Orgaware</i>	0.527	0.473

Sumber: hasil perhitungan gap komponen teknologi di PT. Dumas pada tahun 2016

Data pada Tabel 5.47 menjelaskan bahwa yang *humanware* memiliki nilai kontribusi yang paling tinggi dibandingkan dengan komponen yang lain, sehingga komponen *humanware* bisa menjadi kekuatan untuk memperbaiki kesenjangan teknologi yang ada di PT. Dumas. Kontribusi yang paling rendah yaitu komponen *technoware*. Untuk masing-masing komponen, nilai peningkatan yang harus dilakukan yaitu *technoware* 0,664, *humanware* 0,316, *inforware* 0,625, dan *orgaware* 0,473.

2. Gap Komponen Teknologi PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia (PT. ASSI)

Kondisi gap THIO PT. ASSI berdasarkan hasil perhitungan yaitu dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2. Grafik THIO di PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia pada tahun 2016

Nilai gap yang terlihat dari Gambar 5.2, yaitu menunjukkan adanya kesenjangan yang nilainya dapat dilihat pada Tabel 5.48 hasil berikut ini.

Tabel 5.48. Hasil Perhitungan Nilai Gap THIO di PT. ASSI

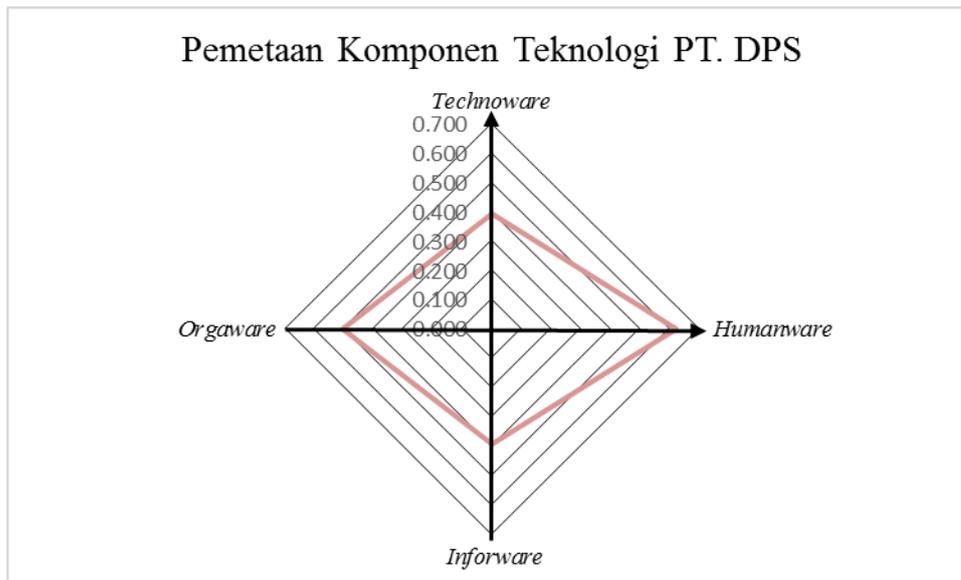
<i>Technology Component</i>	Kontribusi	Gap
<i>Technoware</i>	0.319	0.681
<i>Humanware</i>	0.596	0.404
<i>Inforware</i>	0.369	0.631
<i>Orgaware</i>	0.560	0.440

Sumber: hasil perhitungan gap komponen teknologi di PT. ASSI pada tahun 2016

Berdasarkan Tabel 5.48, untuk perbaikan masing-masing komponen, nilai peningkatan yang harus dilakukan yaitu *technoware* 0,681, *humanware* 0,404 *inforware* 0,631, dan *orgaware* 0,440.

3. Gap Komponen Teknologi PT. DPS

Berdasarkan hasil perhitungan TCC PT. DPS, maka pemetaan komponen teknologi (THIO) berdasarkan diagram, yaitu seperti pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3. Grafik THIO di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya pada tahun 2016

Nilai gap yang terlihat dari Gambar 5.3 yaitu dapat dilihat pada Tabel 5.49 hasil berikut ini.

Tabel 5.49. Hasil Perhitungan Nilai Gap THIO di PT. DPS

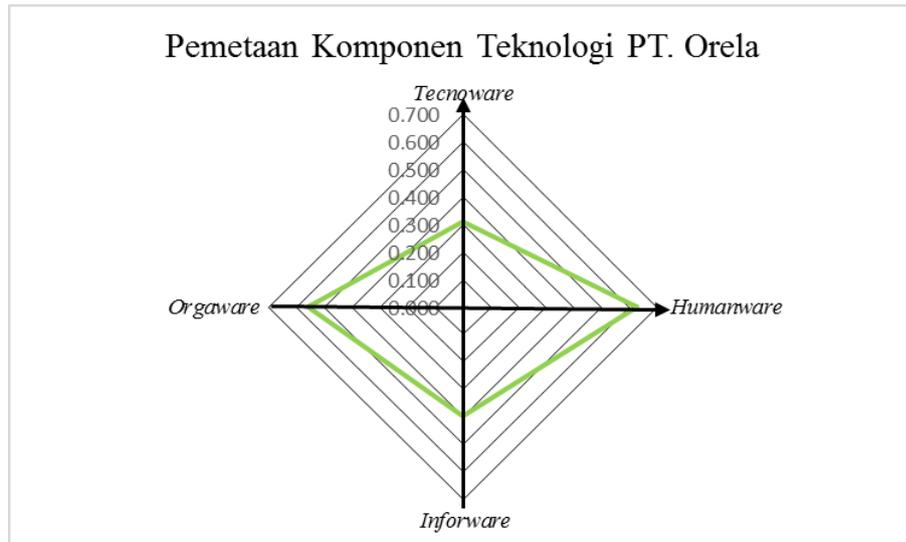
<i>Technology Component</i>	Kontribusi	Gap
<i>Technoware</i>	0.390	0.610
<i>Humanware</i>	0.627	0.373
<i>Inforware</i>	0.394	0.606
<i>Orgaware</i>	0.505	0.495

Sumber: hasil perhitungan gap komponen teknologi di PT. DPS pada tahun 2016

Berdasarkan Tabel 5.49, untuk perbaikan masing-masing komponen, peningkatan nilai yang harus dilakukan yaitu pada komponen *technoware* adalah 0,610, komponen *humanware* 0,373, komponen *inforware* 0,606, dan komponen *orgaware* 0,495.

4. Gap Komponen Teknologi PT. Orela Shipyard

Nilai TCC PT. Orela Shipyard dipetakan berdasarkan komponen teknologi (THIO) dengan menghasilkan nilai gap seperti ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4. Grafik THIO di PT. Orela Shipyard pada tahun 2016

Gap yang ditunjukkan dari Gambar 5.4, nilainya dapat dilihat pada Tabel 5.50 hasil berikut ini.

Tabel 5.50. Hasil Perhitungan Nilai Gap THIO di PT. Orela Shipyard

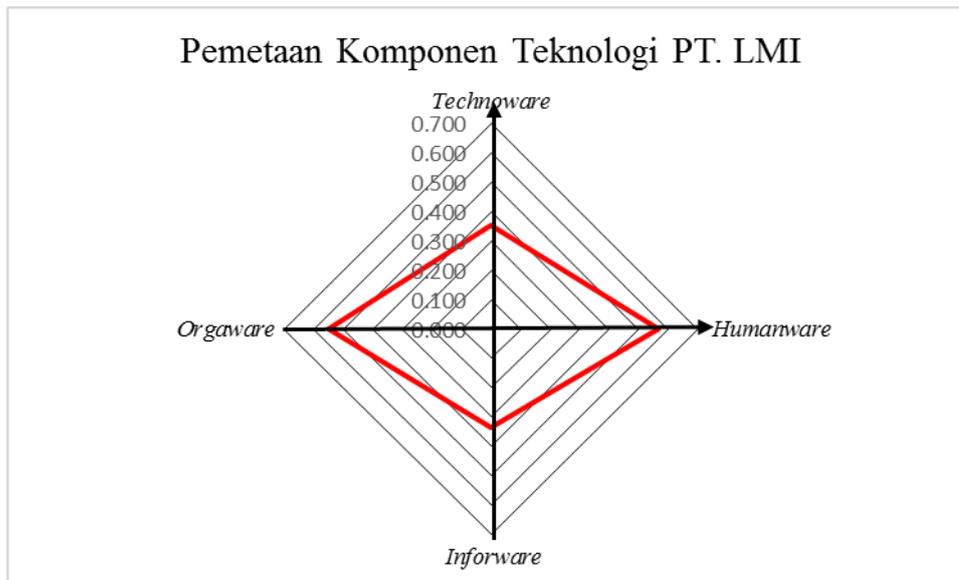
<i>Technology Component</i>	Kontribusi	Gap
<i>Technoware</i>	0.308	0.692
<i>Humanware</i>	0.626	0.374
<i>Inforware</i>	0.398	0.602
<i>Orgaware</i>	0.560	0.440

Sumber: hasil perhitungan gap komponen teknologi di PT.Orela Shipyard pada tahun 2016

Berdasarkan Tabel 5.50, untuk perbaikan masing-masing komponen, nilai peningkatan yang harus dilakukan yaitu *technoware* 0,692, *humanware* 0,374 *inforware* 0,602, dan *orgaware* 0,440.

5. Gap Komponen Teknologi PT. LMI

Adapun kondisi gap dari komponen teknologi THIO PT. LMI dengan nilai SOTA, yaitu ditunjukkan pada Gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5. Grafik THIO di PT. Lamongan Marine Industry pada tahun 2016

Nilai gap yang terlihat dari Gambar 5.5 yaitu dapat dilihat pada Tabel 5.51 hasil berikut ini.

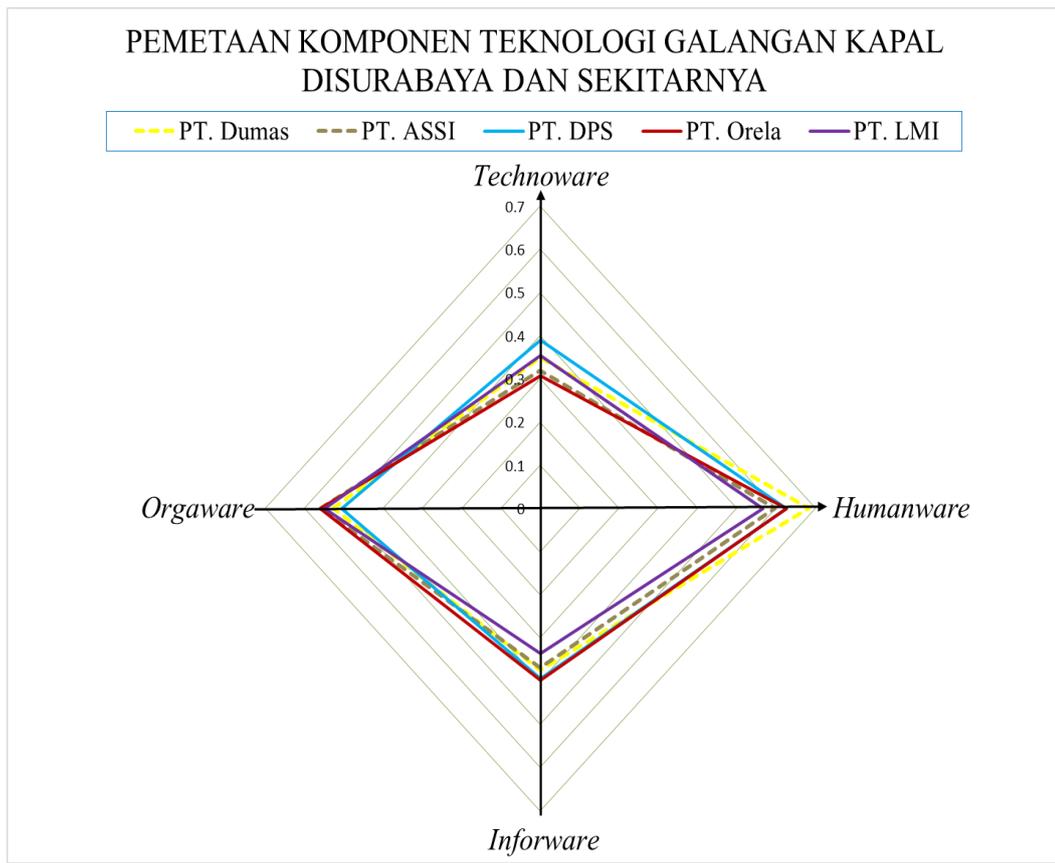
Tabel 5.51. Hasil Perhitungan Nilai Gap THIO di PT. LMI

<i>Technology Component</i>	Kontribusi	Gap
<i>Technoware</i>	0.354	0.646
<i>Humanware</i>	0.567	0.433
<i>Inforware</i>	0.336	0.664
<i>Orgaware</i>	0.548	0.452

Sumber: hasil perhitungan gap komponen teknologi di PT. LMI pada tahun 2016

Berdasarkan Tabel 5.51, untuk perbaikan masing-masing komponen, nilai peningkatan yang harus dilakukan yaitu *technoware* 0,646, *humanware* 0,433 *inforware* 0,664, dan *orgaware* 0,452.

Untuk pemetaan dari nilai kontribusi kesiapan teknologi (THIO) yang ada di 5 galangan kapal yang diukur, maka dapat dilihat gap keseluruhan seperti pada Gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6 Grafik Pemetaan Diagram THIO di Galangan Kapal nasional pada tahun 2016.

Pemetaan pada Gambar 5.6 tidak terlalu menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar galangan kapal yang ada, hal ini dikarenakan galangan kapal yang diteliti mempunyai karakteristik yang sama yaitu dari jenis fasilitas dan metode yang diterapkan dalam proses transformasi, dimana sistem yang digunakan dalam pembangunan kapal cenderung sama. Hasil pengukuran yang dilakukan di galangan kapal ini dapat menjadi acuan penting untuk pengembangan dari ke empat komponen teknologi, sehingga terkait hal itu pengukuran gap TCC yang dilakukan secara keseluruhan di galangan kapal yang diteliti yaitu menunjukkan hasil seperti yang ditunjukkan Tabel 5.52.

Tabel 5.52. Pengukuran Nilai Gap Untuk Setiap Galangan Kapal

<i>Tehnology Component</i>	PT.Dumas	PT. ASSI	PT.DPS	PT.Orela	PT.LMI
	TCC	TCC	TCC	TCC	TCC
<i>Technoware</i>	0.545	0.412	0.480	0.422	0.426
<i>Humanware</i>					
<i>Inforware</i>					
<i>Orgaware</i>					
GAP =	0.455	0.588	0.520	0.578	0.574

Data yang pada Tabel 5.52, menunjukkan bahwa gap yang ada masih cukup besar, dimana PT Dumas 0,455, PT. ASSI 0,588, PT. DPS 0,520, PT. Orela Shipyard 0,578 dan PT. LMI 0,574. Secara langsung dapat dijelaskan bahwa kondisi teknologi galangan kapal yang ada jika dibandingkan dengan nilai *state of the art* masih membutuhkan perbaikan cukup besar.

5.4. Interpretasi Derajat Kemutakhiran Komponen Teknologi di PT. Dumas

5.4.1. Derajat Kemutakhiran *Technoware*

Pengukuran tingkat kemutakhiran pada *tecnoware* yaitu menggunakan dua subsistem penilaian yaitu subsistem permesian (SP) dan subsistem nilai teknologi produksi (SN).

a. Persiapan

Pada tahap ini SP peralatan yang digunakan masih ada yang bersifat manual seperti penggunaan kuas rol pada pengecatan pipa, yang secara teknis hal itu dilakukan untuk tujuan efisiensi pemakaian cat. Selain itu penumpukan material yang masih berdasarkan jenis dan akibat keterbatasan lahan di PT. Dumas, banyak material yang pada pelakasnya sering diletakan di tempat yang kosong dengan catatan berdekatan dengan *floor* kapal yang akan dikerjakan. Untuk SN, proses penglevelan material yang sesuai dengan pembagian kerja berdasarkan definisi produk masih belum dilakukan, dimana salah satu kendala yang dimiliki yaitu PT. Dumas memiliki lahan yang sangat sempit untuk ukuran galangan kapal yang

membangun kapal dalam jumlah yang cukup banyak saat ini. Proses penglevelan hanya sistem permesinan utama dilaksanakan tahap penandaan (*marking*) yang juga masih ada penggunaan penandaan manual, terutama pada bagian perpipaan, penggunaan peralatan seperti palu atau alat bantu manual lainnya dalam menangani material yang telah selesai di potong di luar perusahaan. Proses *cutting* yaitu menggunakan permesinan yang sudah otomatis seperti CNC *cutting* dan plasma *cutting machine*, selain itu proses *blasting* dan *painting* telah menggunakan permesinan *blasting* dan *airless* yang secara teknis pengerjaannya dilakukan di galangan 12.

b. *Sub-assembly*

Proses sub-assembly mencakup pengelasan yang ada yaitu menggunakan sistem manual dan *automatic welding*. Komplektas pemindahan material yang ada pada tahap ini yaitu menggunakan *forklift* dengan kapasitas 30-10 ton dan *crane*. Proses *sub assembly* masih ada penggunaan peralatan yang manual seperti palu yang digunakan pada saat penanganan material yang di *cutting* di luar perusahaan dan juga peralatan seperti *blander*. Pembagian pekerjaan berdasarkan *problem area* sudah dilakukan sebagai SOP, namun proses perpipaan tidak diproduksi atau dilakukan secara *parallel* dengan bagian *hull* namun dilakukan secara terpisah atau konvensional.

c. *Assembly*

proses sistem permesinan yang digunakan yaitu yang mencakup proses penyambungan sub blok menjadi blok kapal yaitu dengan teknik pengelasan yang bersifat manual dan semi otomatis. Proses *assembly* membutuhkan peralatan *crane*, dimana pembagian sub blok kapal yang akan di *assembly* yaitu mengikuti besar kapasitas dari *crane* yaitu 150 ton. Pengelasan yang dipilih yaitu secara *vertical*, sehingga semi blok kapal pada bagian tertentu ada yang dibalik menggunakan dua *crane* dengan kapasitas 150 dan 40 ton agar mempermudah pengelasan. Blok kapal yang telah selesai di *assembly* akibat keterbatasan lahan, maka dengan sistem inovasi, blok kapal diletakan di atas tongkang sampai tahapan

erection dilakukan di *bulding birth*. Proses *assembly* belum ada perencanaan pemasangan *outfitting* atau masih bersifat konvensional.

d. *Erection*

Penggunaan peralatan yang seperti *crane* dengan kapasitas yang lebih besar dan tingkat pengulangan pekerjaan yang rendah menjadikan tahapan ini memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan tahapan produksi lainnya. Pengelompokan pekerjaan *erection* dilakukan berdasarkan *problem area* dan membagi prosesnya berdasarkan pekerjaan *fore hull, cargo hull, engine room, after hull* dan *superstructure*. Pemasangan *outfitting* sudah mulai ada perpipaan *on-unit* dan *on-board*, atau dengan kata lain instalasi perpipaan dilakukan secara konvensional atau kecenderungan dilakukan pada akhir pembangunan kapal adalah yang paling umum dilakukan.

e. *Quality Assurance-Quality Control*

Perlengkapan utama yang digunakan dalam QA-QC adalah *general purpose equipment* seperti mistar atau alat penggaris yang pada umumnya dipakai dalam proses pengukuran. Proses QA-QC dilakukan pada setiap tahapan produksi. SP menjadi lebih penting dikarenakan pada SP khusus untuk QC yaitu sudah ada peralatan yang menggunakan sistem laser yang digunakan setelah kapal selesai di *erection* dengan cara membagi pengukuran *hull* menjadi 20 titik utama untuk tujuan pengecekan pengelasan. Penilaian subsistem permesinan menunjukkan nilai SOTA yang paling besar dibandingkan nilai yang berkaitan dengan teknologi produksi, dimana hal ini menjelaskan pengukuran berdasarkan PWBS yang berorientasi pada pembangunana blok yang terintegrasi dengan perpipaan dan pengecatan belum dilakukan, namun proses pembagian pekerjaan terkait dengan PWBS sudah dilakukan pada tinngkatan organisasi, yaitu membagi divisi kerja berdasarkan pemisahan-pemisahan pekerjaan yang lebih spesifik, paada tingkatan SDM sudah ada

5.4.2. Derajat Kemutakhiran *Humanware*

Kualifikasi dan kompetensi Sumber Daya Manusia (SDM) yang ada di perusahaan menunjukkan hasil yang cukup tinggi. Ini tidak terlepas dari penerapan

sistem disiplin dalam bekerja terhadap SDM yang ada seperti bekerja tepat pada waktunya, penerapan *safety first* untuk pekerja yang bersentuhan langsung dengan proses produksi di bengkel produksi, serta banyaknya peluang yang dibuka untuk pelatihan-pelatihan baik dari internal berupa tanggap darurat, *safety*, manajemen galangan, pelatihan *blasting*, *painting* terkait produk cat, pengetahuan devormasi, P2K3 maupun pelatihan eksternal berupa pelatihan pengembangan kemampuan seperti *welding*, *QA-QC* terkait mutu (dari BKI dan IR) dan manajemen waktu. Selain itu keberadaan perusahaan yang merupakan galangan kapal swasta dengan sistem kerja yang cukup ketat pengontrolannya dan penerapan sistem *reward*, menjadikan *humanware* memiliki tingkat kontribusi komponen yang tinggi. Bobot kepentingan *contact humanware* dan *support humanware* adalah sama, yaitu 0.50 dan 0,50, yang menjelaskan bahwa dalam proses produksi dan proses manajemen memegang peranan yang sama-sama penting.

5.4.3. Derajat Kemutakhiran *Inforware*

Penerapan sistem informasi diperusahaan kebanyakan masih bersifat koordinasi langsung atau manual untuk *nforware* yang berkaitan dengan *humanware*, dengan sistem penyimpanan database yang belum terintegrasi pada setiap bagian atau divisi yang ada. Untuk *inforware* yang berkaitan dengan *technoware* yaitu penggunaan *software* yang masih secara umum juga digunakan oleh perusahaan yang bergerak dalam bidang yang sama seperti *autocad* dan *maxurf*. Ketersediaan informasi tentang permesinan masih standar atau menggunakan informasi pabrikan, sedangkan untuk dokumen kebanyakan masih menggunakan sistem arsip dokumen manual. *Inforware* yang berkaitan dengan *orgaware* yaitu sudah tersedianya informasi yang luas tentang penjadwalan pemesanan karena menggunakan sistem transparansi secara *online* oleh *owner* yaitu pemerintah, penggunaan *software* penjadwalan, analisi biaya dan pengendalian persediaan masih menggunakan *software* umum yang digunakan oleh industri yang sejenis dan secara menyeluruh, sistem informasi masih manual yang dapat diakses pada level departemen. Informasi yang terkait dengan *technoware* seperti desain sudah termasuk tinggi, karena pendefinisian desain pada tiap-tiap divisi kerja sudah tersedia.

5.4.4. Derajat Kemutakhiran *Orgaware*

Secara organisasi perusahaan memiliki visi dan misi yang secara umum berfokus kepada kepentingan *owner* yaitu pemerintah. Perusahaan memiliki hubungan kerjasama yang baik dengan *supplier* seperti PT. Krakatau steel, PT. Gunawan Dian steel (GDS) dan PT. Gunawan Raja Paksi (GRP) dalam hal pengontrolan ketersediaan bahan baku sedangkan untuk alih teknologi perusahaan melakukan kerjasama dengan galangan kapal asing yaitu Damen Shipyard. Selain itu evaluasi kerja seperti mekanisme jaminan kualitas yaitu dilakukan secara berkelanjutan menurut SM ISO 9001:2008, SMK3 OHSAS 18001:2007 dan SML ISO 14001:2004 yang secara berkala dilakukan audit baik internal maupun eksternal, sehingga perusahaan terus melakukan perbaikan pada sistem manajemen peningkatan mutu produk yang dihasilkan. Mekanisme pengontrolan biaya yaitu dilakukan berdasarkan setiap pergerakan proses ataupun kegiatan yang dilakukan pelaporan setiap minggunya dengan sistem evaluasi dari bagian keuangan dan divisi terkait. Permasalahan keterbatasan lahan menjadi tantangan tersendiri bagi perusahaan untuk pengembangan dalam melakukan aktivitas produksi yang berujung kepada pengaturan perencanaan yang matang.

Tingkat kemutakhiran pada galangan yang lain yaitu PT. ASSI, PT. DPS, PT. Orela Shipyard dan PT. LMI yaitu dijadikan sebagai bentuk perbandingan bagi PT. Dumas dan dari hasil TCC yang diperoleh menunjukkan bahwa tingkat TCC PT Dumas jauh lebih baik dengan nilai 0.543, sedangkan PT. ASSI yaitu berada pada urutan ke tiga setelah PT. DPS dengan nilai TCC 0.452.

5.5. Pengukuran Klasifikasi dan Level Teknologi TCC

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada komponen teknologi yang ada di galangan kapal, maka pengukuran klasifikasi dan level teknologi TCC dapat dilakukan, yaitu dengan cara membandingkan nilai TCC dengan kriteria klasifikasi dan level teknologi, sehingga diperoleh hasil analisa pengukuran klasifikasi dan level teknologi di masing-masing galangan kapal tersebut diperoleh hasil pada Tabel 5.53.

Tabel 5.53. Analisa Pengukuran Klasifikasi dan Level TCC Galangan Kapal

Galangan Kapal	Nilai TCC	Klasifikasi TCC	Level Teknologi TCC
PT. Dumas	0.545	Baik	Semi modern
PT. ASSI	0.412	Cukup	Semi modern
PT. DPS	0.480	Cukup	Semi modern
PT. Orela	0.422	Cukup	Semi modern
PT. LMI	0.426	Cukup	Semi modern

Sumber: hasil pengukuran dan penilaian kualitatif nilai TCC dan level TCC di galangan kapal nasional tahun 2016.

Hasil pada Tabel 5.53 menunjukkan bahwa kondisi teknologi galangan kapal yang diteliti kebanyakan berada dalam klasifikasi cukup dan baik dengan level teknologi semi modern.

5.6. Analisa Arah Pengembangan Komponen Teknologi

Setelah dilakukan pengukuran dan analisa pada komponen teknologi dan pengamatan nilai gap THIO, maka kesiapan teknologi yang ada di PT. Dumas, PT. ASSI, PT. DPS, PT Orela dan PT. LMI dalam mengimplementasikan metode PWBS dapat ketahui.

Pengukuran ini yaitu mengacu pada nilai kecanggihan yang adalah 1 atau dengan kata lain proses metode PWBS telah dilakukan. Berdasarkan analisa kriteria pengukuran menurut metode teknometrik dengan skala 0 paling buruk sampai dengan 10 yang paling baik (nilai kecanggihan =1 jika kriteria di rata-ratakan), maka pengembangan yang perlu dilakukan dari hasil penilaian di galangan kapal mengacu pada hal tersebut adalah:

- *Preparation*

Berdasarkan analisa kesiapan teknologi dan nilai Gap yang diperoleh dengan *State of the Art (SOTA)*, maka arah pengembangan yang perlu dilakukan adalah seperti pada Tabel 5.54 berikut ini.

Tabel 5.54. Analisa Arah pengembangan *Technoware* Tahap *Preparation*

Kondisi Galangan Kapal	State of the art	Arah Pengembangan
Penglevelan perpipaan dan <i>outfitting</i> lainnya di dilakukan berdasarkan ukuran dan ketersediaan tempat	Penglevelan berdasarkan ukuran, bentuk, tipe dan sesuai dengan alur pemakaian (<i>Piece Family Manufacrung</i>)	Perbaiki sistem manajemen pergudangan dan manajemen <i>steel stockyard</i> yang memungkinkan adanya ketersediaan area penglevelan berdasarkan tipe, jenis dan urutan pemakaian.

- *Parts fabrication*

Adapun arah pengembangan pada tahapan *parts fabrication* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.55.

Tabel 5.55. Analisa Arah Pengembangan *Technoware* Tahap *Parts Fabrication*

Kondisi Galangan Kapal	State of the art	Arah Pengembangan
Pengulangan pekerjaan yang terjadi adalah 5 sampai 10 persen, Sisitem pengelompokan pekerjaan fabrikasi yaitu belum berdasarkan sistem blok namun berdasarkan sistem blok seksi dan fabrikasi <i>hull</i> dan <i>outfitting</i> dilakukan berdasarkan <i>probelam area</i> , namun <i>bending</i> dilakukan di <i>workshop</i> yang lain, serta peletakan permesianan yang berjauhan	a. Berdasarkan zona & stage sub-blok sistem blok, perpipaan <i>on blok</i> dengan implementasi <i>processes lane (Group technology)</i> atau pengaturan permesianan berdasarkan grup kerja b. <i>Marking, cutting</i> dan <i>bending</i> dibedakan permesinannya berdasarkan <i>problem area</i> pada satu <i>workshop</i>	Proses perancangan ulang tata letak permesinan di bagian bengkel fabrikasi atau melakukan <i>Group Technology</i> pada sistem permesinan yang sesuai alur material dan luas area galangan kapal.

- *Sub-assembly*

Arah pengembangan pada tahapan *sub-assembly* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.56.

Tabel 5.56. Analisa Arah Pengembangan *Technoware* Tahap *Sub-Assembly*

Kondisi Galangan Kapal	State of the art	Arah Pengembangan
Pengelompokan pekerjaan berdasarkan sistem blok seksi dan pengerjaan <i>sub-assembly</i> belum diintegrasikan bersama dengan perpipaan, namun penggunaan permesinan dari hasil survei dan wawancara, secara teknis pengelasan dan peralatan lainnya sudah dibagi berdasarkan pengerjaan.	<p>a. Berdasarkan zona & stage sub-blok sistem blok, perpipaan dengan implementasi <i>processes lane</i> (Group technology)</p> <p>b. Pengerjaan sub-blok berdasarkan sistem Group Technology dengan perpipaan on blok sudah</p> <p>c. Pengerjaan sub blok berdasarkan sistem IHOP banyak</p>	<i>Sub-assembly</i> berdasarkan <i>zona & stage</i> sub-blok sistem blok, perpipaan dengan implementasi <i>processes lane</i> (Group technology) dengan perpipaan on blok yang cukup, peningkatan kualitas QA-QC harus dilakukan terkait hal tersebut dan letak antara <i>fabrication workshop</i> dan bengkel perpipaan harus diatur kembali, sehingga menghasilkan proses produksi yang parallel/bersamaan.

- *Assembly*

Arah pengembangan pada tahapan *assembly* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.57.

Tabel 5.57. Analisa Arah Pengembangan *Technoware* Tahap *Assembly*

Kondisi Galangan Kapal	State of the art	Arah Pengembangan
Rata-rata pengulangan pekerjaan yang terjadi yaitu 5-10%, dengan pengelompokan pekerjaan berdasarkan sistem blok seksi dan belum dilakukannya penyambungan <i>sub-blok</i> menjadi blok yang lebih besar dengan perpipaan dan integrasi <i>painting</i> .	<p>a. Berdasarkan zona & stage sistem blok, perpipaan dengan implementasi <i>processes lane</i> (Group technology)</p> <p>b. Penyambungan blok dengan perpipaan on-blok masih minim dan ada integrasi <i>painting</i></p> <p>c. Penyambungan blok utuh dengan seluruh <i>aoutfiting</i> dan <i>painting</i> (IHOP)</p>	Penyambungan blok dengan perpipaan <i>on-blok</i> sekalipun masih minim, namun dapat dilakukan seperti integasi perpipaan pada blok lambung kapal, mengingat keberadaan permesinan yang sudah semi modern.

- *Erection*

Arah pengembangan tahapan *erection* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.58.

Tabel 5.58. Analisa Arah Pengembangan *Technoware* Tahap *Erection*

Kondisi Galangan Kapal	State of the art	Arah Pengembangan
Pengulangan yang terjadi pada tahap ini yaitu lebih kecil dan sama dengan 5 persen atau dikatakan berkurang dibandingkan dengan tahap	a. Berdasarkan <i>zona, stage & problem area</i> sistem blok, perpipaan dengan implementasi <i>processes lane</i> (Group technology)	Dengan peralatan dan <i>SDM</i> yang terampil, <i>Erection hull</i> dan <i>superstructure</i> dalam bentuk blok dan beberapa perpipaan <i>on blok</i> sudah bisa

sebelumnya, selain itu pengelompokan pekerjaan <i>erection</i> berdasarkan blok seksi, dan juga <i>hull erection</i> dan <i>superstructure</i> belum mengintegrasikan perpipaan yang bersifat <i>on-blok</i> , melainkan <i>on-unit</i> dan <i>on-board</i> .	<p>b. <i>Erection hull</i> dan <i>superstructure</i> dalam bentuk blok dan perpipaan <i>on blok</i></p> <p>c. <i>Erection hull</i> dan <i>superstructure</i> dalam bentuk blok terintegrasi <i>full outfitting</i> dan <i>painting</i> (IHOP).</p>	secara bertahap penginstalannya pada <i>hull block</i> kapal yang ada.
---	--	--

- QA-QC

Arah pengembangan pada tahapan *erection* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.59.

Tabel 5.59. Analisa Arah Pengembangan *Technoware* Tahap *QA-QC*

Kondisi Galangan Kapal	State of the art	Arah Pengembangan
Dilakukan dengan batas toleransi yang diperkenankan pada tahapan proses produksi & perencanaan	<p>a. Dilakukan pada setiap tahap produksi, berdasarkan klas & ketentuan steel process QA-outfitt process QA</p> <p>b. Dilakukan pada setiap tahap produksi, berdasarkan klas & ketentuan steel process QC-outfitt process QC</p>	QA-QC membutuhkan keterkaitan dengan <i>contact humanware</i> dan <i>support humanware</i> yang secara teknis memiliki kualifikasidan budaya sadar akan QA-QC.

Pengusulan pengembangan teknologi terkait komponen *humanware* yaitu pendefinisian bagian pekerjaan yang lebih spesifik dan tidak ada penggunaan SDM secara bersamaan pada jenis pekerjaan yang berbeda. *Inforware* berkaitan dengan pendefinisian gambar atau desain kapal maupun permesinan yang ada diperusahaan, dimana gambar ini sampai kepada detail desain dari kapal ataupun permesinan guna untuk perbaikan atau *maintenance*. Komponen *orgaware* berkaitan dengan pembagian divisi kerja yang sesuai dengan pengerjaan seperti *hull construction*, *outfitting*, *machinery*, listrik, berdasarkan klasifikasi PWBS.

Lampiran I. A.

KUISIONER 1. PENGUKURAN *State of the Art (SOTA)*

➤ *Technoware*

a. *Preparation*

Tabel 1. Kriteria tahap persiapan (*preparation*) subsistem permesinan

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran			SKOR
1	Teknik <i>Blasting</i>	Peralatan semuanya manual			0
		Peralatan penggunaan umum			2,5
		Peralatan penggunaan khusus			5
		Peralatan terkomputerisasi			7,5
		Peralatan terintegrasi/ <i>robotic</i>			10
2	Teknik <i>Painting</i>	Peralatan semuanya manual			0
		Peralatan penggunaan umum			2,5
		Peralatan penggunaan khusus			5
		Peralatan terkomputerisasi			7,5
		Peralatan terintegrasi/ <i>robotic</i>			10
3	Kompleksitas <i>material handling</i>	Menggunakan truck			0
		Menggunakan <i>forklift</i>			2,5
		Menggunakan <i>belt coveyor</i>			5
		Menggunakan <i>forklift/crane</i>			7,5
		Menggunakan <i>multiple loading crane</i>			10
4	<i>Sensing-analyze-actuation blasting</i>	<i>Sensing</i>	<i>Analyze</i>	<i>Actuation</i>	
		secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10
5	<i>Sensing-analyze-actuation painting</i>	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10
6	<i>Sensing-analyze-actuation material handling</i>	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10

Berdasarkan: ESCAP (1998); Nazaruddin (2008); Pandey (1998) dan Storch (1985).

Tabel 2. Kriteria penilaian komponen *technoware* tahap persiapan (*preparation*) subsistem nilai yang berkaitan dengan teknologi produksi

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	SKOR
1	Penglevelan perpipaan dan <i>outfitting</i>	Tidak dilevelkan	0
		Berdasarkan jenis dan ketersediaan tempat	2,5
		Berdasarkan ukuran	5
		Berdasarkan ukuran, bentuk dan tipe	7,5
		Berdasarkan ukuran, bentuk, tipe dan sesuai dengan alur pemakaian	10
2	Pengaturan plat di <i>steelstockyard</i>	Tidak dilevelkan	0
		Berdasarkan jenis dan ketersediaan tempat	2,5
		Berdasarkan ukuran	5
		Berdasarkan ukuran, bentuk dan tipe	7,5
		Berdasarkan ukuran, bentuk, tipe dan sesuai dengan alur pemakaian	10

Berdasarkan: Storch (1985); Lamb (1986) dan Odabasi (2009).

b. *Parts Fabrication*

Tabel 3. Kriteria penilaian komponen *technoware* tahap persiapan *parts fabrication* subsistem permesinan

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	SKOR
1	Teknik <i>marking</i>	Peralatan semuanya manual	0
		Peralatan penggunaan umum	2,5
		Peralatan penggunaan khusus	5
		Peralatan terkomputerisasi	7,5
		Peralatan terintegrasi/ <i>robotic</i>	10
2	Teknik <i>cutting</i>	Peralatan semuanya manual	0
		Peralatan penggunaan umum	2,5
		Peralatan penggunaan khusus	5
		Peralatan terkomputerisasi	7,5
		Peralatan terintegrasi/ <i>robotic</i>	10
3	Teknik <i>bending</i>	Peralatan semuanya manual	0
		Peralatan penggunaan umum	2,5
		Peralatan penggunaan khusus	5
		Peralatan terkomputerisasi	7,5
		Peralatan terintegrasi/ <i>robotic</i>	10
4	Kompleksitas <i>material handling</i>	Menggunakan truck	0
		Menggunakan <i>forklift</i>	2,5
		Menggunakan <i>belt coveyor</i>	5
		Menggunakan <i>forklift/crane</i>	7,5
		Menggunakan <i>multiple loading crane</i>	10

		<i>Sensing</i>	<i>Analyze</i>	<i>Actuation</i>	
5	<i>Sensing-analyze-actuation marking</i>	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10
6	<i>Sensing-analyze-actuation cutting</i>	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10
7	<i>Sensing-analyze-actuation bending</i>	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10
8	<i>Sensing-analyze-actuation material handling</i>	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10

Berdasarkan: ESCAP (1998); Nazaruddin (2008); Pandey (1998) dan Storch (1985).

Tabel 4. Kriteria penilaian komponen *technoware* tahap persiapan *parts fabrication* subsistem nilai yang berkaitan dengan teknologi produksi.

NO	Kriteria	Keterangan	SKOR
1	Rata-rata pengulangan pekerjaan	10-20%	0
		5-10%	5
		≤ 5 %	10
2	Pengelompokan pekerjaan fabrikasi	Tidak dikelompokan	0
		Berdasarkan struktur & <i>stage</i> sistem seksi	2,5
		Berdasarkan <i>zona</i> & <i>stage</i> sistem blok	5
		Berdasarkan <i>zona</i> & <i>stage</i> sistem blok, perpipaan dengan implementasi <i>processes lane</i> (<i>Group technology</i>)	7,5
		Berdasarkan sistem <i>Integrated Hull Outfitting and painting (IHOP)</i>	10
3	Fabrikasi <i>hull construction</i>	<i>Marking, cutting</i> dan <i>bending</i> dilakukan pada <i>workshop</i> yang terpisah	0
		<i>Marking, cutting</i> dan <i>bending</i> untuk semua ukuran dan tipe plat=1 mesin CNC dan 1 mesin <i>bending</i> dalam satu <i>workshop</i>	2,5
		<i>Marking, cutting</i> berdasarkan <i>problem area</i> dan <i>bending</i> pada <i>workshop</i> yang terpisah	5
		<i>Marking, cutting</i> dibedakan permesinannya berdasarkan <i>problem area</i> pada satu <i>workshop</i>	7,5
		<i>Marking, cutting</i> dan <i>bending</i> untuk semua ukuran dan tipe plat dilakukan dengan <i>group technology</i> dalam satu <i>workshop</i>	10
4	Fabrikasi perpipaan	<i>Marking, cutting</i> dan <i>bending</i> dilakukan pada <i>workshop</i> yang terpisah	0
		<i>Marking, cutting</i> dan <i>bending</i> untuk semua ukuran dan tipe pipa=1 mesin CNC dan 1 mesin <i>bending</i> dalam satu <i>workshop</i>	2,5
		<i>Marking, cutting</i> berdasarkan <i>problem area</i> dan <i>bending</i> pada <i>workshop</i> yang terpisah	5
		<i>Marking, cutting</i> dibedakan permesinannya berdasarkan <i>problem area</i> pada satu <i>workshop</i>	7,5
		<i>Marking, cutting</i> dan <i>bending</i> untuk semua ukuran dan tipe pipa dilakukan dengan <i>group technology</i> dalam satu <i>workshop</i>	10

Berdasarkan: Storch (1985); Lamb (1986) dan Odabasi (2009).

Keterangan:

- *Zona* adalah: Komponen-komponen kapal yang dikelompokan berdasarkan lokasi suatu produk kapal, misalnya: ruang muat, *superstructure*, kamar mesin, dan lainnya (Storch, 1995).
- *Problem Area* adalah: pengelompokan berdasarkan bentuk dan tingkat kesulitan *parts fabrication*. Contoh: Tekan biasa (bentuk kurva yang tidak dalam dengan satu aksis), tekan kuat (*flens bracket*), dan lainnya (Storch, 1995).

c. Sub-assembly

Tabel 5. Kriteria Penilaian Komponen *Technoware* tahap *sub-assembly* Subsistem permesinan

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran			SKOR
1	Teknik penyambungan/pengelasan	Peralatan semuanya manual			0
		Peralatan sebagian manual dan sebagian khusus			2,5
		Peralatan penggunaan khusus			5
		Peralatan terkomputerisasi			7,5
		Peralatan terintegrasi/ <i>robotic</i>			10
2	Kompleksitas <i>material handling</i>	Menggunakan truck			0
		Menggunakan <i>forklift</i>			2,5
		Menggunakan <i>belt coveyor</i>			5
		Menggunakan <i>heavy-lift transporters</i>			7,5
		Menggunakan <i>multiple loading crane</i>			10
3	Sensing-analyze-actuation pengelasan	Sensing	Analyze	Actuation	
		secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10
4	<i>Sensing-analyze-actuation material handling</i>	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10

Berdasarkan: ESCAP (1998); Nazaruddin (2008); Pandey (1998) dan Storch (1985).

Tabel 6. Kriteria Penilaian Komponen *Technoware* tahap *sub-assembly* subsistem nilai yang berkaitan dengan teknologi produksi.

NO	Kriteria	Keterangan	SKOR
1	Rata-rata pengulangan kerja	10-20%	0
		5-10%	5
		≤ 5 %	10
2	Pengelompokan pekerjaan <i>sub-assembly</i>	Tidak ada pengelompokan khusus	0
		Berdasarkan struktur & stage sub-blok sistem seksi	2,5
		Berdasarkan zona & stage sub-blok sistem blok seksi	5
		Berdasarkan zona & stage sub-blok sistem blok, perpipaan dengan implementasi <i>processes lane (Group technology)</i>	7,5
		Berdasarkan sistem <i>Integrated Hull Outfitting and painting (IHOP)</i>	10
3	Pengerjaan sub-blok	Pengerjaan sub blok berdasarkan problem area & belum ada <i>outfitting</i>	0
		Pengerjaan sub blok berdasarkan <i>stage, problem area</i> & belum ada <i>outfitting</i>	2,5
		Pengerjaan sub-blok berdasarkan <i>stage, problem area</i> dengan perpipaan on blok masih minim	5
		Pengerjaan sub-blok berdasarkan sistem <i>Group Technology</i> dengan perpipaan on blok sudah banyak	7,5
		Pengerjaan sub blok berdasarkan sistem IHOP	10

Berdasarkan: Storch (1985); Lamb (1986) dan Odabasi (2009).

Keterangan:

- **On-Board:** pemasangan atau perakitan perlengkapan selama penegakan (*erection*) lambung dan setelah peluncuran (Storch, 1985).
- **On-block** adalah: Perakitan *fitting* (perlengkapan) pada setiap struktur sub-rakitan (misalnya: semi-blok, blok dan blok besar) (Storch, 1985).

d. Assembly

Tabel 7. Kriteria Penilaian Komponen *Technoware* tahap *assembly* subsistem permesinan

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	SKOR
1	Teknik penyambungan/pengelasan	Peralatan semuanya manual	0
		Peralatan sebagian manual dan sebagian khusus	2,5
		Peralatan penggunaan khusus	5
		Peralatan terkomputerisasi	7,5
		Peralatan terintegrasi/ <i>robotic</i>	10
2	Kompleksitas <i>material handling</i>	Menggunakan truck	0
		Menggunakan <i>forklift</i>	2,5
		Menggunakan <i>belt covveyor</i>	5
		Menggunakan <i>heavy-lift transporters</i>	7,5
		Menggunakan <i>multiple loading crane</i>	10

		<i>Sensing</i>	<i>Analyze</i>	<i>Actuation</i>	
3	<i>Sensing-analyze-actuation</i> pengelasan	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10
4	<i>Sensing-analyze-actuation</i> <i>material handing</i>	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10

Berdasarkan: ESCAP (1998); Nazaruddin (2008); Pandey (1998) dan Storch (1985).

Tabel 8. Kriteria Penilaian Komponen *Technoware* tahap *assembly* subsistem nilai yang berkaitan dengan teknologi produksi.

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	SKOR
1	Rata-rata pengulangan kerja	10-20%	0
		5-10%	5
		≤ 5 %	10
2	Pengelompokan pekerjaan <i>assembly</i>	Tidak ada pengelompokan khusus	0
		Berdasarkan struktur & <i>stage</i> sistem seksi	2,5
		Berdasarkan zona & <i>stage</i> sistem blok seksi	5
		Berdasarkan zona & <i>stage</i> sistem blok, perpipaan dengan implementasi <i>processes lane (Group technology)</i>	7,5
		Berdasarkan sistem <i>Integrated Hull Outfitting and painting (IHOP)</i>	10
3	Pengerjaan blok <i>assembly</i>	Penyambungan berdasarkan sistem tradisional	0
		Penyambungan blok tanpa perpipaan dan <i>painting</i>	2,5
		Penyambungan blok dengan perpipaan <i>on unit, on board</i> dan <i>painting</i>	5
		Penyambungan blok dengan perpipaan on-blok masih minim dan ada integrasi <i>painting</i>	7,5
		Penyambungan blok utuh dengan seluruh <i>outfitting</i> dan <i>painting (IHOP)</i>	10

Berdasarkan: Storch (1985); Lamb (1986) dan Odabasi (2009).

e. *Erection*

Tabel 9. Kriteria Penilaian Komponen *Technoware* tahap *erection* subsistem permesinan

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran			SKOR
1	Teknik penyambungan/pengelasan	Peralatan semuanya manual			0
		Peralatan sebagian manual dan sebagian khusus			2,5
		Peralatan penggunaan khusus			5
		Peralatan terkomputerisasi			7,5
		Peralatan terintegrasi/ <i>robotic</i>			10
2	Kompleksitas material handling	Menggunakan truck			0
		Menggunakan <i>forklift</i>			2,5
		Menggunakan <i>belt coveyor</i>			5
		Menggunakan <i>heavy-lift transporters</i>			7,5
		Menggunakan <i>multiple loading crane</i>			10
3	Sensing-analyze-actuation pengelasan	Sensing	Analyze	Actuation	
		secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10
4	<i>Sensing-analyze-actuation material handling</i>	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada peralatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10

Berdasarkan: ESCAP (1998); Nazaruddin (2008); Pandey (1998) dan Storch (1985).

Tabel 10. Kriteria Penilaian Komponen *Technoware* tahap *erection* subsistem nilai yang berkaitan dengan teknologi produksi.

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	SKOR
1	Rata-rata pengulangan kerja	10-20%	0
		5-10%	5
		≤ 5 %	10
2	Pengelompokan pekerjaan <i>erection</i>	Tidak ada pengelompokan khusus	0
		Berdasarkan zona & <i>stage</i> sistem seksi	2,5
		Berdasarkan zona & <i>stage</i> sistem blok seksi	5
		Berdasarkan zona, <i>stage</i> & problem area sistem blok, perpipaan dengan implementasi <i>processes lane (Group technology)</i>	7,5
		Berdasarkan sistem zona, <i>stage</i> & <i>problem area</i> klasifikasi IHOP	10
3	Pekerjaan blok <i>erection</i>	<i>Erection hull</i> dalam bentuk blok seksi di open area	0
		<i>Erection hull</i> dan <i>superstructure</i> dalam bentuk blok seksi dengan metode piramid	2,5
		<i>Erection hull</i> dan <i>superstructure</i> dalam bentuk blok dan perpipaan <i>on unit-on board</i>	5
		<i>Erection hull</i> dan <i>superstructure</i> dalam bentuk blok dan perpipaan <i>on blok</i>	7,5
		<i>Erection hull</i> dan <i>superstructure</i> dalam bentuk blok terintegrasi <i>full outfitting</i> dan <i>painting</i>	10

Berdasarkan: Storch (1985); Lamb (1986) dan Odabasi (2009).

f. *Quality Assurance* dan *Quality Control*

Tabel 11. Kriteria Penilaian Komponen *Technoware* tahap *QA-QC* subsistem permesinan

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	SKOR
1	Perlengkapan yang dimiliki QA	Tidak ada fasilitas yang dimiliki	0
		<i>General purpose equipment</i>	2,5
		Peralatan khusus	5
		<i>Automatic microprocessor</i>	7,5
		Peralatan terkomputerisasi	10
2	Perlengkapan yang dimiliki QC	Tidak ada fasilitas yang dimiliki	0
		<i>General purpose equipment</i>	2,5
		Peralatan khusus	5
		<i>Automatic microprocessor</i>	7,5
		Peralatan terkomputerisasi	10

		<i>Sensing</i>	<i>Analyze</i>	<i>Actuation</i>	
3	<i>Sensing-analyze-actuation QA</i>	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada perlatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	untit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10
4	<i>Sensing-analyze-actuation QC</i>	secara visual	operator	operator	0
		Adanya standar ukuran	operator	operator	2,5
		sudah ada perlatan	unit mesin kontrol	operator	5
		peralatan dengan sensor	untit mesin kontrol	unit mesin kontrol	7,5
		sensor internal eksternal	unit mesin kontrol	unit mesin kontrol	10

Berdasarkan: ESCAP (1998); Nazaruddin (2008); Pandey (1998) dan Storch (1985).

Tabel 12. Kriteria Penilaian Komponen *Technoware* tahap *QA-QC* subsistem nilai kontrol.

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	SKOR
3	Sistem kontrol QA	Belum ada sistem kontrol	0
		hanya pada akhir proses	2,5
		tiap tahap dan terbatas kontrol produksi	5
		dilakukan dengan batas toleransi yang diperkenankan pada tahapan proses produksi & perencanaan	7,5
		Dilakukan pada setiap tahap produksi, berdasarkan klas & ketentuan <i>steel process QA-outfitt process QA</i>	10
4	Sistem kontrol QC	Belum ada sistem kontrol	0
		hanya pada akhir proses	2,5
		tiap tahap dan terbatas kontrol produksi	5
		dilakukan dengan batas toleransi yang diperkenankan pada tahapan proses produksi & perencanaan	7,5
		Dilakukan pada setiap tahap produksi, berdasarkan klas & ketentuan <i>steel process QC-outfitt process QC</i>	10

Berdasarkan: Storch (1985); Lamb (1986) dan Odabasi (2009).

➤ **Humanware**

Tabel 13 Kriteria Penilaian *Contact Humanware (operator dan technician)*

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	Skor
1	Kedisiplinan dan tanggung jawab	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
2	Kreativitas dalam menyelesaikan masalah	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
3	Kemampuan untuk memenuhi target capaian dan tanggal <i>delivery</i>	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
4	Kesadaran dalam bekerja kelompok	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
5	Kemampuan untuk menyelesaikan masalah	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
6	Kemampuan bekerja sama	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
7	Kepemimpinan	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10

Berdasarkan: ESCAP (1989) dan Nazarrudin (2008).

Tabel 14 Kriteria Penilaian *Support Humanware* (PIMPRO, Manajer/ Kepala biro/divisi, Direktur Bagian dan Direktur Utama)

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	Skor
1	Kedisiplinan dan tanggung jawab	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
2	Kreativitas dalam menyelesaikan masalah	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
3	Kemampuan untuk memenuhi target capaian dan tanggal <i>delivery</i>	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
4	Kesadaran dalam bekerja kelompok	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
5	Kemampuan untuk menyelesaikan masalah	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
6	Kemampuan bekerja sama	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10
7	Kepemimpinan	Sangat rendah	0
		Rendah	2,5
		Cukup	5
		Tinggi	7,5
		Sangat Tinggi	10

Berdasarkan: ESCAP (1989) dan Nazarrudin (2008).

➤ *Inforware*

Tabel 15. Kriteria Penilaian Komponen *Inforware*

NO	Elemen teknologi	Idikator	Kriteria pengukuran	SKOR				
				0	2.5	5	7.5	10
1	Inforware yang berkaitan dengan technoware	Inforware atribut technoware	Pengetahuan mengenai spesifikasi mesin dan <i>spare-part</i>	0	2.5	5	7.5	10
			Pengetahuan mengenai spesifikasi bahan baku pembuatan kapal	0	2.5	5	7.5	10
			Pengetahuan mengenai mekanisme kontrol dan pengawasan produksi	0	2.5	5	7.5	10
		Inforware pengoperasian technoware	Ketersediaan prosedur mengenai standar operasi prosedur	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan <i>software</i> untuk kebutuhan integrasi <i>hull construction, outfitting & painting</i>	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan <i>software</i> untuk <i>sensing-analyze-actuation</i> permesinan	0	2.5	5	7.5	10
		Inforware perawatan technoware	Ketersediaan informasi mengenai petunjuk perbaikan permesinan	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan dari trouble shooting checklist	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan <i>software</i> yang dijalankan secara manual oleh operator	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan informasi kondisi keseluruhan permesinan	0	2.5	5	7.5	10
		Inforware perbaikan performansi technoware	Ketersediaan informasi untuk pengembangan pengoperasian technoware	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan informasi untuk pengembangan utilitas technoware permesinan	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan pada pengembangan kualitas technoware	0	2.5	5	7.5	10
		Inforware desain technoware	Ketersediaan informasi mengenai perhitungan desain produk	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan informasi spesifikasi dan gambar permesinan	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan informasi detail desain produk	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan informasi desain <i>hull construction</i>	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan informasi <i>hull outfitting</i>	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan informasi <i>electrical outfitting</i>	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan informasi desain <i>machinery outfitting</i>	0	2.5	5	7.5	10
		2	Inforware yang berhubungan dengan humanware	inforware atribut humanware	Ketersediaan pengetahuan mengenai alternatif prosedur pengoperasian technoware	0	2.5	5
Pengetahuan mengenai proses fisika-kimia perlakuan transformasi material	0				2.5	5	7.5	10
Inforware pendukung	Ketersediaan data dari <i>engineering</i> dan fungsinya			0	2.5	5	7.5	10

		humanware	Ketersediaan standar desain dan dokumentari produk	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan standar pengukuran, pengujian dan kalibrasi	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan dari standar lingkungan	0	2.5	5	7.5	10
3	Inforware yang berhubungan dengan orgaware	Inforware atribut orgaware	Ketersediaan yang luas untuk <i>master production schedule</i>	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan yang luas mengenai status order, MRP	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan informasi yang jelas tentang pembagian kerja divisi	0	2.5	5	7.5	10
		Inforware perbaikan orgaware	Ketersediaan <i>software untuk simulasi</i>	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan software untuk penjadwalan	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan software untuk pengendalian persediaan	0	2.5	5	7.5	10
			Ketersediaan software untuk pengendalian kualitas	0	2.5	5	7.5	10
Ketersediaan software untuk analisa biaya	0	2.5	5	7.5	10			

Berdasarkan: Pandey (1998); Ramanathan (2001); Lamb (1986).

Keterangan:

0 : Tidak ada informasi yang tersedia

2.5 : Informasi yang tersedia masih kurang

5 : Informasi yang tersedia cukup dan berada pada tingkat yang sama dengan industri yang sejenis

7.5 : Informasi yang tersedia sedikit lebih baik dan lebih baik dari rata-rata industri sejenis

10 : Informasi sudah tersedia dengan jelas dan dapat dibandingkan dengan industri sejenis yang paling maju

➤ **Orgaware**

Tabel 16 Kriteria Penilaian Komponen *Orgaware* Organisasi Kerja

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	SKOR
1	Otonomi perusahaan	Kontrol dari perusahaan induk	0
		Kontrol Sistem kerja sama antar perusahaan	5
		Otonomi penuh	10
2	Pembagian divisi kerja	Tidak ada pembagian khusus	0
		Sistem pembagian mengikuti struktur kerja yang umum digunakan	2.5
		Sistem pembagian berdasarkan pokok pekerjaan utama proses produksi	5
		Sistem pembagian kerja berdasarkan definisi pekerjaan <i>hull</i> , <i>outfitting</i> dan <i>painting</i>	7.5
		Sistem pembagian kerja terintegrasi detail pembangunan berdasarkan IHOP	10
3	Perencanaan dan penjadwalan kerja perusahaan	Tidak ada pembagian khusus	0
		Berdasarkan pembangunan blok seksi	2.5
		Berdasarkan pembangunan sistem blok	5
		Berdasarkan pembangunan sistem blok dengan <i>processes lane</i>	7.5
		Berdasarkan sistem blok dengan pembagian kerja berdasarkan IHOP	10

Berdasarkan: Pandey (1998); Lamb (1986)

Tabel 17. Kriteria Penilaian Komponen *Orgaware* Fasilitas Kerja

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	SKOR
1	Pengembangan Keahlian	Tidak ada pelatihan formal atau informal	0
		Hanya diadakan informal training	2.5
		Adanya pelatihan internal jangka pendek	5
		Adanya pelatihan kerja internal dan eksternal	7.5
		Perusahaan mendukung suatu pelatihan kerja eksternal jangka panjang berijazah	10
2	Penyebaran informasi	Tidak ada sistem informasi	0
		Sistem informasi manual yang dapat diakses pada level departemen	2.5
		Sistem informasi manual yang dapat diakses pada level perusahaan	5
		Ketersediaan sistem informasi perusahaan <i>online</i>	7.5
		Ketersediaan dari akses database komersial	10

Berdasarkan: Pandey (1998).

Tabel 18. Kriteria Penilaian Komponen Teknologi *Orgaware* Evaluasi Kerja

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	SKOR
1	Mekanisme jaminan kualitas	Dilakukan pada tahap produksi terakhir	0
		Dilakukan oleh staff QC pada setiap tahapan oleh staff QC	2.5
		Pengendalian kualitas dilakukan pada tiap tahapn oleh para pekerja dalam pengeawasan staff CQ	5
		Perusahaan memiliki sertifikat ISO 9000	7.5
		Perusahaan telah memiliki sertifikast ISO 9000 dan <i>Total Quality Management</i> (TQM)	10
2	Mekanisme pengontrolan material/komponen kapal	Laporan bulanan dengan toleransi waktu tertentu	0
		Laporan mingguan dengan toleransi waktu tertentu	5
		Laporan berdasarkan tahapan pengerjaan bangunan baru	10
3	Mekanisme pengontrolan biaya	Laporan bulanan technoware dan humanware dengan toleransi waktu tertentu sehubungan dengan biaya dan analisa	0
		Laporan mingguan technoware dan inforware dengan toleransi waktu tertentu sehubungan dengan biaya dan analisa	5
		Laporan harian technoware dan humanware yang terkomputerisasi sehubungan dengan biaya dan analisa	10

Berdasarkan: Pandey (1998).

Tabel 19. Kriteria Penilaian Komponen Teknologi *orgaware* Modifikasi Kerja

NO	Indikator	Kriteria Pengukuran	SKOR
	Mekanisme pengembangan rutinitas operasional	Tidak ada rencana pengembangan rutin	0
		Pengembangan diajukan oleh manejer/direktur	2.5
		Pengembangan diajukan oleh staff teknik industri di perusahaan	5
		Pengembangan diajukan oleh divisi QC	7.5
		Pengembangan diajukan berdasarkan konsep kualitas yang telah diakui	10
2	Mekanisme perencanaan peningkatan fasilitas teknologi dan sistem informasi di perusahaan	Tidak ada mekanisme formal untuk perencanaan perbaikan	0
		Perbaikan diajukan oleh manajer berdasarkan analisis pribadi/ perhatian batasan finansial	2.5
		Perbaikan diajukan oleh konsultan eksternal	5
		Perbaikan diajukan oleh sebuah tim manajer dari divisi yang berbeda	7.5
		Perbaikan diajukan oleh sebuah tim manajer dari setiap divisi yang berbeda dan dipimpin diektur	10

Berdasarkan: Pandey (1998).

Lampiran I. B.

Kuisisioner II. Perbandingan Berpasangan untuk Penentuan Intensitas Komponen Teknologi

Pertanyaan mengenai dalam penentuan tingkat kesiapan teknologi galangan kapal

Teknologi																		
<i>Technoware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Humanware</i>
<i>Technoware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Inforware</i>
<i>Technoware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Orgaware</i>
<i>Humanware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Inforware</i>
<i>Humanware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Orgaware</i>
<i>Inforware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Orgaware</i>

Pertanyaan mengenai sub kriteria dalam penentuan tingkat kesiapan teknologi pada komponen *technoware*

Technoware																		
Preparation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Parts fabrication
Preparation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub-assembly
Preparation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Assembly
Preparation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Erection
Preparation	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	QA-QC
Parts fabrication	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sub-assembly
Parts fabrication	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Erection
Parts fabrication	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	QA-QC
Sub-assembly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Assembly
Sub-assembly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Erection
Sub-assembly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	QA-QC
Assembly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Erection
Assembly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	QA-QC
Erection	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	QA-QC

Pertanyaan mengenai sub sistem kriteria dalam penentuan tingkat kepentingan *preparation*

Preparation																			
Subsistem permesinan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Subsistem teknologi	nilai

Pertanyaan mengenai sub sistem kriteria dalam penentuan tingkat kepentingan *parts fabrication*

Parts Fabrication																			
Subsistem permesinan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Subsistem teknologi	nilai

Pertanyaan mengenai sub sistem kriteria dalam penentuan tingkat kepentingan *sub-assembly*

Sub-assembly																			
Subsistem permesinan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Subsistem teknologi	nilai

Pertanyaan mengenai sub sistem kriteria dalam penentuan tingkat kepentingan *assembly*

Assembly																			
Subsistem permesinan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Subsistem teknologi	nilai

Pertanyaan mengenai sub sistem kriteria dalam penentuan tingkat kepentingan **erection**

Erection																			
Subsistem permesinan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Subsistem teknologi	nilai

Pertanyaan mengenai sub sistem kriteria dalam penentuan tingkat kepentingan **QA-QC**

QA-QC																			
Subsistem permesinan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Subsistem teknologi	nilai

Pertanyaan mengenai sub dalam penentuan tingkat kesiapan teknologi pada komponen **humanware**

Humanware																			
Contact Humanware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Support Humanware	

Pertanyaan mengenai sub dalam penentuan tingkat kesiapan teknologi pada **contact humanware**

Contact Humanware																			
Operator/worker	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknisi	
Operator/worker	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pimpro	
Operator/worker	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manajer dan kepala biro	
Teknisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pimpro	
Teknisi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manajer dan kepala biro	
Pimpro	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manajer dan kepala biro	

Pertanyaan mengenai sub dalam penentuan tingkat kesiapan teknologi pada **support humanware**

Support Humanware																			
PIMPRO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manajer & kepala biro	
PIMPRO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direktur Bagian	
PIMPRO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direktur utama	
Manajer & kepala biro	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direktur bagian	
Manajer & kepala biro	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direktur utama	
Direktur bagian	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direktur utama	

Pertanyaan mengenai sub kriteria dalam penentuan tingkat kesiapan teknologi pada komponen **inforeware**

Inforeware																			
Inforeware berkaitan dengan technoware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforeware berkaitan dengan humanware	
Inforeware berkaitan dengan technoware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforeware berkaitan dengan orgaware	
Inforeware berkaitan dengan humanware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforeware berkaitan dengan orgaware	

Pertanyaan mengenai sub dalam penentuan tingkat kesiapan teknologi pada **inforeware berkaitan dengan technoware**

Inforeware berkaitan dengan technoware																			
Inforeware technoware atribut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforeware technoware pengoperasian	
Inforeware technoware atribut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforeware perawatan technoware	
Inforeware technoware atribut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforeware perbaikan performansi technoware	
Inforeware technoware atribut	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforeware desain technoware	

Inforware pengoperasian technoware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforware perawatan technoware
Inforware pengoperasian technoware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforware perbaikan performansi technoware
Inforware pengoperasian technoware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforware desain technoware
Inforware perawatan technoware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforware perbaikan performansi technoware
Inforware perawatan technoware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforware desain technoware
Inforware perbaikan performansi technoware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforware desain technoware

Pertanyaan mengenai sub dalam penentuan tingkat kesiapan teknologi pada ***inforware berkaitan dengan humanware***

<i>Inforware berkaitan dengan humanware</i>																		
Inforware atribut humanware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforware pendukung humanware

Pertanyaan mengenai sub dalam penentuan tingkat kesiapan teknologi pada ***inforware berkaitan dengan orgaware***

<i>Inforware berkaitan dengan orgaware</i>																		
Inforware atribut orgaware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Inforware perbaikan orgaware

Pertanyaan mengenai sub kriteria dalam penentuan tingkat kesiapan teknologi pada komponen ***orgaware***

<i>Inforware berkaitan dengan orgaware</i>																		
Organisasi kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fasilitas kerja
Organisasi kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Evaluasi kerja
Organisasi kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Modivikasi kerja
Fasilitas kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Evaluasi kerja
Fasilitas kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Modivikasi kerja
Evaluasi kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Modivikasi kerja

Lampiran II. A.
Rekap Data PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

Rekap Pengukuran Kuisioner *State of the art (SOTA) Technoware* PT. Dumas

Persiapan

NO	SKOR
1	5
	2.5
3	7.5
4	2.5
5	2.5
6	2.5
Total	22.5
Rata-rata	3.750
Rat Sota	0.375

NO	SKOR
1	5
2	2.5
Total	7.500
Rata-rata	3.750
Rat Sota	0.375

Parts Fab

NO	SKOR
1	7.5
2	7.5
3	5
4	7.5
5	2.5
6	2.5
7	2.5
8	2.5
Total	37.5
Rata-rata	4.688
Rat Sota	0.469

NO	SKOR
1	5
2	2.5
3	5
4	5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
Rat Sota	0.438

Sub-assembly

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	0
Total	15
Rata-rata	3.750
Rat Sota	0.375

NO	SKOR
1	5
2	5
3	2.5
Total	12.500
Rata-rata	4.167
Rat Sota	0.417

Assembly

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
Rat Sota	0.438

NO	SKOR
1	5
2	5
3	2.5
Total	12.500
Rata-rata	4.167
Rat Sota	0.417

Erection

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
Rat Sota	0.438

NO	SKOR
1	10
2	5
3	5
Total	20.000
Rata-rata	6.667
Rat Sota	0.667

QA-QC

NO	SKOR
1	2.5
2	2.5
3	2.5
4	2.5
Total	10
Rata-rata	2.500
Rat Sota	0.250

NO	SKOR
1	7.5
2	5
Total	12.500
Rata-rata	6.250
Rat Sota	0.625

Contoh Penentuan *State of the art* (SOTA) Komponen *Technoware* PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

Dimana; $ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_k t_{ik}}{k_t} \right]$

Maka setiap SOTA subsistem technoware dapat ditentukan sebagai berikut;

a. *Preparation*

Subsistem Permesinan

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{5+2.5+7.5+2.5+2.5+2.5}{6} \right] = \frac{1}{10} \times [3.750] = 0.375$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{5+2.5}{2} \right] = \frac{1}{10} \times [3.750] = 0.375$$

b. *Parts Fabrication*

Subsistem Permesinan

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{7.5+7.5+5+7.5+2.5+2.5+2.5+2.5}{8} \right] = \frac{1}{10} \times [4.688] = 0.469$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{5+2.5+5+5}{4} \right] = \frac{1}{10} \times [4.375] = 0.438$$

c. *Sub-assembly*

Subsistem Permesinan

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{2.5+10+2.5+0}{4} \right] = \frac{1}{10} \times [3.750] = 0.375$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{5+5+2.5}{3} \right] = \frac{1}{10} \times [4.167] = 0.417$$

d. *Assembly*

Subsistem Permesinan

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{2.5+10+2.5+2.5}{4} \right] = \frac{1}{10} \times [4.375] = 0.438$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{5+5+2.5}{3} \right] = \frac{1}{10} \times [4.167] = 0.417$$

e. *Erection*

Subsistem Permesinan

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{2.5+10+2.5+2.5}{4} \right] = \frac{1}{10} \times [4.375] = 0.438$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{5+5+2.5}{3} \right] = \frac{1}{10} \times [6.667] = 0.667$$

f. *QA-QC*

Subsistem Permesinan

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{2.5+2.5+2.5+2.5}{4} \right] = \frac{1}{10} \times [2.500] = 0.250$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$ST_i = \frac{1}{10} \times \left[\frac{7.5+5}{2} \right] = \frac{1}{10} \times [6.250] = 0.625$$

Contoh Penentuan Kontribusi Komponen Teknologi PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

Dimana;
$$T_i = \frac{1}{9} [LT_i + ST_i(UT_i - LT_i)]$$

Maka setiap Kontribusi subsistem technoware dapat ditentukan sebagai berikut;

a. Preparation

Subsistem Permesinan

$$T_i = \frac{1}{9} [1 + 0.375 (6 - 1)] = 0.319$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$T_i = \frac{1}{9} [1 + 0.375 (5 - 1)] = 0.278$$

b. Parts Fabrication

Subsistem Permesinan

$$T_i = \frac{1}{9} [2 + 0.469 (7 - 2)] = 0.483$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$T_i = \frac{1}{9} [2 + 0.438 (4 - 2)] = 0.319$$

c. Sub-assembly

Subsistem Permesinan

$$T_i = \frac{1}{9} [2 + 0.375 (5 - 2)] = 0.347$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$T_i = \frac{1}{9} [1 + 0.417 (5 - 1)] = 0.296$$

d. Assembly

Subsistem Permesinan

$$T_i = \frac{1}{9} [2 + 0.438 (5 - 2)] = 0.368$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$T_i = \frac{1}{9} [1 + 0.417 (5 - 1)] = 0.296$$

e. Erection

Subsistem Permesinan

$$T_i = \frac{1}{9} [3 + 0.438 (6 - 3)] = 0.479$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$T_i = \frac{1}{9} [2 + 0.667(6 - 2)] = 0.519$$

d. Erection

Subsistem Permesinan

$$T_i = \frac{1}{9} [3 + 0.438 (6 - 3)] = 0.479$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$T_i = \frac{1}{9} [2 + 0.667(6 - 2)] = 0.519$$

f. QA-QC

Subsistem Permesinan

$$T_i = \frac{1}{9} [1 + 0.250(5 - 1)] = 0.222$$

Subsistem Nilai Teknologi

$$T_i = \frac{1}{9} [1 + 0.625 (5 - 1)] = 0.389$$

--	--	--	--	--

Penentuan Prioritas Komponen *Technoware*

Nilai rata-rata geometrik technoware

Technoware	P	PF	SA	A	E	QAC
P	1	3	3	2	4	2
PF	0.33	1	2	1/3	0.50	1/4
SA	0.33	0.50	1	1/5	1/5	1/3
A	0.50	3.00	5.00	1	3	2
E	0.25	2.00	5.00	0.33	1	1
QAC	0.50	4.00	3.00	0.50	1.00	1
JUMLAH	2.92	13.50	19	4	9.70	6.58

Technoware	P	PF	SA	A	E	QAC	Rata-rata
P	0.34	0.22	0.16	0.46	0.41	0.30	0.32
PF	0.11	0.07	0.11	0.08	0.05	0.04	0.08
SA	0.11	0.04	0.05	0.05	0.02	0.05	0.05
A	0.17	0.22	0.26	0.23	0.31	0.30	0.25
E	0.09	0.15	0.26	0.076	0.10	0.15	0.14
QAC	0.17	0.30	0.16	0.115	0.10	0.15	0.17

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (2.92 \times 0.32) + (13.50 \times 0.08) + (19.00 \times 0.05) + (4 \times 0.25) + (9.70 \times 0.14) + (6.58 \times 0.17) = \mathbf{6.49}$$

Karena matrik berordo 6 (yakni terdiri dari 6), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.099$$

Untuk $n=6$, maka RI $\mathbf{1.24}$, maka:

$$CR = CI / RI = 0.099 / 1.24 = \mathbf{0.080} \text{ (Konsisten karena di bawah 1 atau tidak lebih dari 10\%)}$$

Rekap Pengukuran Kuisioner *State of the art (SOTA) Humanware* PT. Dumas

Contact Humanware (CH)

Preparation operator

NO	SKOR
1	5
2	5
3	7.5
4	7.5
5	5
6	7.5
7	2.5
Tot	40
Rata-rata	5.714
SOTA	0.571

Parts fab operator

NO	SKOR
1	5
2	5
3	10
4	5
5	0
6	5
7	0
Tot	30
Rata-rata	4.286
SOTA	0.429

Operator sub-ass

NO	SKOR
1	5
2	5
3	10
4	5
5	2.5
6	5
7	2.5
Tot	35
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Operator assembly

NO	SKOR
1	7.5
2	7.5
3	7.5
4	7.5
5	5
6	7.5
7	5
Tot	47.5
Rata-rata	6.786
SOTA	0.679

Operator erection

NO	SKOR
1	7.5
2	10
3	10
4	5
5	0
6	7.5
7	5
Tot	45
Rata-rata	6.429
SOTA	0.643

Operator QA-QC

NO	SKOR
1	10
2	7.5
3	10
4	7.5
5	7.5
6	7.5
7	7.5
Tot	57.5
Rata-rata	8.214
SOTA	0.821

Support Humanware (SH)

Operator QA-QC

NO	SKOR
1	10
2	7.5
3	10
4	7.5
5	7.5
6	7.5
7	7.5
Tot	57.5
Rata-rata	8.214
SOTA	0.821

Operator technician

NO	SKOR
1	7.5
2	7.5
3	10
4	5
5	5
6	7.5
7	5
Tot	47.5
Rata-rata	6.786
SOTA	0.679

Pimpro

NO	SKOR
1	10
2	7.5
3	10
4	10
5	10
6	7.5
7	10
Tot	65
Rata-rata	9.286
SOTA	0.929

Manejer & kepala biro

NO	SKOR
1	10
2	7.5
3	10
4	10
5	10
6	10
7	7.5
Tot	65
Rata-rata	9.286
SOTA	0.929

Direktur Bagian & DIRUT

NO	SKOR
1	10
2	10
3	10
4	10
5	7.5
6	10
7	10
Tot	67.5
Rata-rata	9.643
SOTA	0.964

Penentuan Prioritas Komponen *Humanware* (*Contact Humanware*)

Operator worker persiapan	(H1)		Oerator worker erection	(H5)
Operator worker parts fabrication	(H2)		Operator worker QA-QC	(H6)
Operator worker sub-assembly	(H3)		Technician	(H7)
Operator worker assembly	(H4)			

Nilai rata-rata geometrik contact humanware

Humanware	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
H1	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
H2	1.00	1	0.33	0.33	1.00	0.33	0.33
H3	1.00	3.00	1	1.00	1.00	1.00	1.00
H4	1.00	3.00	1.00	1	0.33	0.33	1.00
H5	1.00	1.00	1.00	3.00	1	0.33	0.33
H6	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00	1	1.00
H7	1.00	3.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1
Jumlah	7.00	15.00	6.33	10.33	10.33	5	6

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (7.00 \times 0.134) + (15.00 \times 0.074) + (6.33 \times 0.15) + (10.33 \times 0.12) + (10.33 \times 0.13) + (5.00 \times 0.208) + (6.00 \times 0.18) = \mathbf{7.67}$$

Karena matrik berordo 7 (yakni terdiri dari 7), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.111$$

RI Untuk $n=7$, adalah: **1.32**, maka:

$$CR = CI / RI = 0.111 / 1.32 = \mathbf{0.084}$$

Nilai matriks humanware yang dinormalisasikan

Humanware	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	Rata-rata
H1	0.14	0.07	0.16	0.10	0.10	0.20	0.18	0.134
H2	0.14	0.07	0.05	0.03	0.10	0.07	0.06	0.074
H3	0.14	0.20	0.16	0.10	0.10	0.20	0.18	0.153
H4	0.14	0.20	0.16	0.10	0.03	0.07	0.18	0.125
H5	0.14	0.07	0.16	0.29	0.10	0.07	0.06	0.126
H6	0.14	0.20	0.16	0.29	0.29	0.20	0.18	0.208
H7	0.14	0.20	0.16	0.10	0.29	0.20	0.18	0.181

Penentuan Prioritas Komponen *Humanware* (Support *Humanware*)

Pimpinan Proyek (PIMPRO) (H8)
 Manejer & kepala biro (H9)
 Direktur bagian dan Dirut (H10)

Nilai rata-rata geometrik support humanware			
Humanware	H8	H9	H10
H8	1	1.00	1.00
H9	1.00	1	1.00
H10	1.00	1.00	1
Jumlah	3.00	3.00	3.00

Nilai matriks humanware yang dinormalisasikan				
Humanware	H8	H9	H10	Rata-rata
H8	0.33	0.33	0.33	0.33
H9	0.33	0.33	0.33	0.33
H10	0.33	0.33	0.33	0.33

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.
 Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:
 λ maksimum = $(3.00 \times 0.33) + (3.00 \times 0.33) + (3.00 \times 0.33) = 3.00$
 Karena matrik berordo 3 (yakni terdiri dari 3), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:
 $CI = (\lambda \text{ maks} - n) / n - 1 = 0.000$
 RI Untuk $n=3$, adalah: **0.58**, maka:
 $CR = CI / RI = 0.000 / 0.58 = 0.000$

Perbandingan contact humanware-support humanware

Nilai rata-rata geometrik STM		
Technowar	STM	SPI
STM	1	1
SPI	1.00	1
JUMLAH	2.00	2.00

Nilai matriks CH-SH yang dinormalisasikan			
Technowar	STM	SPI	Rata-rata
STM	0.50	0.50	0.50
SPI	0.50	0.50	0.50

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.
 Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:
 λ maksimum = $(1.50 \times 0.67) + (3.00 \times 0.33) = 2.00$
 Karena matrik berordo 6 (yakni terdiri dari 6), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:
 $CI = (\lambda \text{ maks} - n) / n - 1 = 0.000$
 Untuk $n=2$, maka RI **0.000**, maka:
 $CR = CI / RI = 0.000 / 0.000 = 0.00$

Rekap Pengukuran Kuisisioner *State of the art* (SOTA) *Inforware* PT. Dumas

Inforware yang berkaitan dengan technoware

Subsistem inforware atribut technoware

NO	SKOR
1	5
2	7.5
3	7.5
Tot	20
Rata-rata	6.667
SOTA	0.667

Inforware perbaikan performansi technoware

NO	SKOR
1	2.5
2	0
3	5
Tot	7.5
Rata-rata	2.500
SOTA	0.250

Inforware pendukung humanware

NO	SKOR
1	5
2	5
3	7.5
4	5
Tot	22.5
Rata-rata	5.625
SOTA	0.5625

Subsistem inforware pengoperasian technoware

NO	SKOR
1	5
2	5
3	2.5
Tot	12.5
Rata-rata	4.167
SOTA	0.417

Inforware desain technoware

NO	SKOR
1	5
2	2.5
3	7.5
4	10
5	7.5
6	7.5
7	7.5
Tot	47.500
Rata-rata	6.786
SOTA	0.679

Inforware yang berkaitan dengan orgaware

Inforware atribut orgaware

NO	SKOR
1	5
2	5
3	10
Tot	20.000
Rata-rata	6.667
SOTA	0.667

Subsistem inforware perawatan technoware

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
Tot	15.000
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Inforware yang berkaitan dengan humanware

Inforware atribut humanware

NO	SKOR
1	5
2	0
Tot	5.000
Rata-rata	2.500
SOTA	0.250

Inforware perbaikan orgaware

NO	SKOR
1	2.5
2	5
3	2.5
4	5
5	2.5
Tot	17.500
Rata-rata	3.50
SOTA	0.35

Penentuan Prioritas Komponen *Inforware*

- Inforware* yang berhubungan dengan *technoware* (I1)
Inforware yang berhubungan dengan *humanware* (I2)
Inforware yang berhubungan dengan *orgaware* (I3)

Nilai rata-rata geometrik contact inforware			
Humanware	I1	I2	I3
I1	1	1	2
I2	1.00	1	1
I3	0.50	1.00	1
Jumlah	2.50	3.00	4.00

Nilai matriks humanware yang dinormalisasikan				
Humanware	I1	I2	I3	Rata-rata
I1	0.400	0.333	0.500	0.41
I2	0.400	0.333	0.250	0.33
I3	0.200	0.333	0.250	0.26

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (2.50 \times 0.411) + (3.00 \times 0.328) + (4.00 \times 0.261) = 3.056$$

Karena matrik berordo 3 (yakni terdiri dari 3), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.028 \quad \text{RI Untuk } n=3, \text{ adalah: } 0.58, \text{ maka:}$$

$$CR = CI / RI = 0.028 / 0.58 = 0.048 \quad (\text{Konsisten})$$

Rekap Hasil Pengolahan Data PT. Dumas

Pengukuran Kuisisioner *State of the art (SOTA) Orgaware PT. Dumas & Pembobotan komponen orgaware PT. Dumas*

Organisai Kerja		Fasilitas Kerja		Evaluasi Kerja		Modifikasi Kerja	
NO	SKOR	NO	SKOR	NO	SKOR	NO	SKOR
1	0	1	7.5	1	7.5	1	7.5
2	5	2	2.5	2	10	2	2.5
3	5	Total	10	3	5	Total	10
Total	10	Rata-rata	5.000	Total	22.5	Rata-rata	5.000
Rata-rata	3.333	SOTA	0.500	Rata-rata	7.500	SOTA	0.500
SOTA	0.333			SOTA	0.750		

- Organisasi kerja (O1)
- Fasilitas kerja (O2)
- Evaluasi kerja (O3)
- Modifikasi kerja (O4)

Nilai rata-rata geometrik orgaware					Nilai matriks orgaware yang dinormalisasikan					
Humanware	O1	O2	O3	O4	Humanware	O1	O2	O3	O4	Rata-rata
O1	1	1	2	1	O1	0.286	0.300	0.400	0.167	0.288
O2	1.00	1	1	3	O2	0.286	0.300	0.200	0.500	0.321
O3	0.50	1.00	1	1.00	O3	0.143	0.300	0.200	0.167	0.202
O4	1.00	0.33	1.00	1	O4	0.286	0.100	0.200	0.167	0.188
Jumlah	3.50	3.33	5	6						

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (3.50 \times 0.288) + (3.33 \times 0.321) + (5.00 \times 0.202) + (6.00 \times 0.188) = \mathbf{4.220}$$

Karena matrik berordo 4 (yakni terdiri dari 4), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.073 \quad \text{RI Untuk } n=10, \text{ adalah: } \mathbf{0.90}, \text{ maka:}$$

$$CR = CI / RI = 1.383 / 1.49 = \mathbf{0.082}$$

Lampiran II. B

Rekap Olahan Data PT. ASSI

Perhitungan nilai *state of the art* (SOTA) technoware PT. ASSI

Preparation
permesinan

NO	SKOR
1	5
2	2.5
3	2.5
4	2.5
5	2.5
6	2.5
Total	17.5
Rata-rata	2.917
Rat Sota	0.292

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	2.5
2	5
Total	7.500
Rata-rata	3.750
Rat Sota	0.375

Parts Fab
permesinan

NO	SKOR
1	7.5
2	7.5
3	5
4	7.5
5	2.5
6	2.5
7	2.5
8	2.5
Total	37.5
Rata-rata	4.688
Rat Sota	0.469

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	0
2	5
3	2.5
4	5
Total	12.5
Rata-rata	3.125
Rat Sota	0.313

Sub-assembly
permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
Rat Sota	0.4375

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	0
2	5
3	2.5
Total	7.500
Rata-rata	2.500
Rat Sota	0.250

Assembly
permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
Rat Sota	0.4375

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	0
2	5
3	2.5
Total	7.500
Rata-rata	2.500
Rat Sota	0.250

Erection
permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
Rat Sota	0.4375

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	5
2	2.5
3	2.5
Total	10.000
Rata-rata	3.333
Rat Sota	0.333

QA-QC
permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	2.5
3	2.5
4	2.5
Total	10
Rata-rata	2.5
Rat Sota	0.25

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	7.5
2	5
Total	12.500
Rata-rata	6.250
Rat Sota	0.625

Penentuan prioritas komponen technoware

Nilai rata-rata geometrik technoware

Technoware	P	PF	SA	A	E	QAC
P	1	1.0	1	2	2	2
PF	1.00	1	2	3	3.00	3
SA	1.00	0.50	1	1	1	2
A	0.50	0.33	1.00	1	3	1/3
E	0.50	0.33	1.00	0.33	1	1/2
QAC	0.50	0.33	0.50	3.00	2.00	1
JUMLAH	4.50	3.50	6.50	10	12.00	8.83

Nilai matriks technoware yang dinormalisasikan

Technoware	P	PF	SA	A	E	QAC	Rata-rata
P	0.222	0.286	0.154	0.194	0.167	0.226	0.208
PF	0.222	0.286	0.308	0.290	0.250	0.340	0.283
SA	0.222	0.143	0.154	0.097	0.083	0.226	0.154
A	0.111	0.095	0.154	0.097	0.250	0.038	0.124
E	0.111	0.095	0.154	0.032	0.083	0.057	0.089
QAC	0.111	0.095	0.077	0.290	0.167	0.113	0.142

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = \mathbf{6.53}$$

Karena matrik berordo 6 (yakni terdiri dari 6), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.106$$

Untuk $n=6$, maka RI $\mathbf{1.24}$, maka:

$$CR = CI / RI = 0.099 / 1.24 = \mathbf{0.086}$$

Pengukuran SOTA *Humanware* PT. ASSI

CH-operator tahap per CH-operator tahap parts fabi CH-operator tahap Sub-as CH-operator tahap Ass SH-Manejer dan Kepala biro

No	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	10
5	10
6	10
7	5
Rata-rata	7.143
SOTA	0.714

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.00
SOSTA	0.500

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	2.5
6	5
7	5
Rata-rata	4.643
SOSTA	0.464

NO	SKOR
1	7.5
2	5
3	7.5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.71
SOSTA	0.571

NO	SKOR
1	7.5
2	5
3	7.5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.71
SOSTA	0.571

CH-operator tahap erect

NO	SKOR
1	5
2	5
3	7.5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.36
SOSTA	0.536

CH-operator tahap QAC

NO	SKOR
1	5
2	2.5
3	5
4	5
5	5
6	2.5
7	5
Rata-rata	4.29
SOSTA	0.429

CH-operator worker teknis SH- pimpro

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.00
SOSTA	0.500

SH- Direksi

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.00
SOSTA	0.500

SH- Direksi

NO	SKOR
1	10
2	7.5
3	7.5
4	5
5	7.5
6	7.5
7	10
Rata-rata	7.86
SOSTA	0.786

Penentuan priorotas komponen *Humanware* PT. ASSI

<i>Operator worker preparation</i>	(H1)	<i>Oerator worker erection</i>	(H5)
<i>Operator worker parts fabrication</i>	(H2)	<i>Operator worker QA-QC</i>	(H6)
<i>Operator worker sub-assembly</i>	(H3)	<i>Technician</i>	(H7)
<i>Operator worker assembly</i>	(H4)		

Nilai rata-rata geometrik contact *humanware*

Humanware	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
H1	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
H2	1.00	1	0.33	0.33	1.00	0.33	0.33
H3	1.00	3.00	1	1.00	1.00	1.00	1.00
H4	1.00	3.00	1.00	1	0.33	0.33	1.00
H5	1.00	1.00	1.00	3.00	1	0.33	0.33
H6	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00	1	1.00
H7	1.00	3.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1
Jumlah	7.000	15.000	6.333	10.333	10.333	5.000	5.667

Nilai matriks *humanware* yang dinormalisasikan

Humanware	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	Rata-rata
H1	0.143	0.067	0.158	0.097	0.097	0.200	0.176	0.134
H2	0.143	0.067	0.053	0.032	0.097	0.067	0.059	0.074
H3	0.143	0.200	0.158	0.097	0.097	0.200	0.176	0.153
H4	0.143	0.200	0.158	0.097	0.032	0.067	0.176	0.125
H5	0.143	0.067	0.158	0.290	0.097	0.067	0.059	0.126
H6	0.143	0.200	0.158	0.290	0.290	0.200	0.176	0.208
H7	0.143	0.200	0.158	0.097	0.290	0.200	0.176	0.181

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (7.00 \times 0.13) + (15.00 \times 0.07) + (6.33 \times 0.15) + (10.33 \times 0.12) + (10.33 \times 0.13) + (3.00 \times 0.21) + (6.00 \times 0.18) = \mathbf{7.67}$$

Karena matrik berordo 7 (yakni terdiri dari 7), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.111$$

RI Untuk $n=7$, adalah: $\mathbf{1.32}$, maka:

$$CR = CI / RI = 0.111 / 1.32 = \mathbf{0.084}$$

Pimpro
Manejer & kepala biro
Direktur bagian dan Dirut

(H8)
(H9)
(H10)

Nilai rata-rata geometrik support humanware

Humanware	H8	H9	H10
H8	1	1.00	1.00
H9	1.00	1	1.00
H10	1.00	1.00	1
Jumlah	3.00	3.00	3.00

Nilai matriks humanware yang dinormalisasikan

Humanware	H8	H9	H10	Rata-rata
H8	0.33	0.33	0.33	0.33
H9	0.33	0.33	0.33	0.33
H10	0.33	0.33	0.33	0.33

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (3.00 \times 0.33) + (3.00 \times 0.33) + (3.00 \times 0.33) = \mathbf{3.00}$$

Karena matrik berordo 3 (yakni terdiri dari 3), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.000$$

RI Untuk $n=3$, adalah: $\mathbf{0.58}$, maka:

$$CR = CI / RI = 0.000 / 0.58 = \mathbf{0.000}$$

Rekap SOTA komponen *inforware* PT.ASSI

Inforware yang berkaitan dengan technoware

Subsistem inforware atribut technoware

NO	SKOR
1	5
2	7.5
3	7.5
Tot	20
Rata-rata	6.667
SOTA	0.667

Subsistem inforware pengoperasian technoware

NO	SKOR
1	5
2	5
3	2.5
Tot	12.5
Rata-rata	4.167
SOTA	0.417

Subsistem inforware perawatan technoware

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
Tot	15.000
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Inforware perbaikan performansi technoware

NO	SKOR
1	5
2	0
3	5
Tot	10
Rata-rata	3.333
SOTA	0.333

Inforware desain technoware

NO	SKOR
1	5
2	5
3	7.5
4	7.5
5	7.5
6	7.5
7	7.5
Tot	47.500
Rata-rata	6.786
SOTA	0.679

Inforware yang berkaitan dengan technoware

Inforware atribut humanware

NO	SKOR
1	2.5
2	0
Tot	2.500
Rata-rata	1.250
SOTA	0.125

Inforware pendukung humanware

NO	SKOR
1	7.5
2	5
3	5
4	5
Tot	22.5
Rata-rata	5.625
SOTA	0.5625

Inforware yang berkaitan dengan orgaware

Inforware atribut orgaware

NO	SKOR
1	5
2	5
3	7.5
Tot	17.500
Rata-rata	5.833
SOTA	0.583

Inforware perbaikan orgaware

NO	SKOR
1	2.5
2	2.5
3	2.5
4	2.5
5	2.5
Tot	12.500
Rata-rata	2.50
SOTA	0.25

Rekap pengukuran SOTA komponen orgaware PT. ASSI dan pembobotan tingkat prioritas

Organisasi Kerja	
NO	SKOR
1	10
2	5
3	5
Total	20
Rata-rata	6.667
SOTA	0.667

Fasilitas Kerja	
NO	SKOR
1	7.5
2	5
Total	12.5
Rata-rata	6.250
SOTA	0.625

Evaluasi Kerja	
NO	SKOR
1	7.5
2	10
3	5
Total	22.5
Rata-rata	7.500
SOTA	0.750

Modifikasi Kerja	
NO	SKOR
1	7.5
2	10
Total	17.5
Rata-rata	8.750
SOTA	0.875

- Organisasi kerja (O1)
- Fasilitas kerja (O2)
- Evaluasi kerja (O3)
- Modifikasi kerja (O4)

Nilai rata-rata geometrik orgaware

Humanware	O1	O2	O3	O4
O1	1	1	1	1
O2	1.00	1	1/2	1
O3	1.00	2.00	1	0.50
O4	1.00	1.00	2.00	1
Jumlah	4.00	5	4 1/2	3 1/2

Nilai matriks orgaware yang dinormalisasikan

Humanware	O1	O2	O3	O4	Rata-rata
O1	0.250	0.200	0.222	0.286	0.239
O2	0.250	0.200	0.111	0.286	0.212
O3	0.250	0.400	0.222	0.143	0.254
O4	0.250	0.200	0.444	0.286	0.295

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (4.00 \times 0.23) + (5.00 \times 0.21) + (4.50 \times 0.25) + (4.50 \times 0.29) = \mathbf{4.191}$$

Karena matrik berordo 4 (yakni terdiri dari 4), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.064 \quad \text{RI Untuk } n=4, \text{ adalah: } \mathbf{0.90}, \text{ maka:}$$

$$CR = CI / RI = 0.064 / 0.90 = \mathbf{0.071}$$

Rekap pengukuran SOTA komponen Teknologi dan pembobotan tingkat prioritas PT. DPS

Preparation

Permesinan

NO	SKOR
1	5
2	5
3	7.5
4	2.5
5	2.5
6	2.5
Total	25
Rata-rata	4.167
SOTA	0.417

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	5
2	5
Total	10.000
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Parts Fabrikasi

Permesinan

NO	SKOR
1	7.5
2	7.5
3	5
4	10
5	2.5
6	2.5
7	2.5
8	2.5
Total	40
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
Total	20
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Sub-assembly

Permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
SOTA	0.4375

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	10
2	5
3	2.5
Total	
Rata-rata	0.000
SOTA	0.000

Assembly

Permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
SOTA	0.4375

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	10
2	5
3	2.5
Total	17.500
Rata-rata	5.833
SOTA	0.583

QA-QC

Permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	2.5
3	2.5
4	2.5
Total	10
Rata-rata	2.5
SOTA	0.25

Erection

Permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
SOTA	0.4375

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	10
2	5
3	2.5
Total	17.500
Rata-rata	5.833
SOTA	0.583

QA-QC

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	7.5
2	7.5
Total	15.000
Rata-rata	7.500
SOTA	0.750

Nilai rata-rata geometrik technoware

Technoware	P	PF	SA	A	E	QAC
P	1	1.0	1/3	0.20	1/7	1/9
PF	1.00	1	1	1/3	0.20	1/7
SA	3.00	1.00	1	1	1/3	1/5
A	5.00	3.00	1.00	1	1	1/3
E	7.00	5.00	3.00	1.00	1	1
QAC	9.00	7.00	5.00	3.00	1.00	1
JUMLAH	26.00	18.00	11.33	6.53	3.68	2.79

Nilai matriks technoware yang dinormalisasikan

Technoware	P	PF	SA	A	E	QAC	Rata-rata
P	0.04	0.06	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
PF	0.04	0.06	0.09	0.05	0.05	0.05	0.06
SA	0.12	0.06	0.09	0.15	0.09	0.07	0.10
A	0.19	0.17	0.09	0.15	0.27	0.12	0.17
E	0.27	0.28	0.26	0.153	0.27	0.36	0.27
QAC	0.35	0.39	0.44	0.459	0.27	0.36	0.38

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (26.00 \times 0.04) + (18.00 \times 0.06) + (11.33 \times 0.10) + (6.53 \times 0.17) = \mathbf{6.22}$$

Karena matrik berordo 6 (yakni terdiri dari 6), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.044$$

Untuk $n=6$, maka RI $\mathbf{1.24}$, maka:

$$CR = CI / RI = 0.099 / 1.24 = \mathbf{0.036}$$

Pembobotan proses preparation

Nilai rata-rata geometric

Technoware	PR	NL
PR	1	2
NL	0.50	1
JUMLAH	1.50	3.00

Nilai matriks yang dinormalisasikan

Technoware	PR	NL	Rata-rata
PR	0.67	0.67	0.67
NL	0.33	0.33	0.33

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

$$\lambda \text{ maksimum} = (1.50 \times 0.67) + (3.00 \times 0.33) = \mathbf{2}$$

Karena matrik berordo 2 (yakni terdiri dari 2), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = \mathbf{0.00}$$

Untuk $n=2$, maka RI $\mathbf{0.00}$

$$CR = CI / RI = 0.00 / 0.00 = \mathbf{0.00}$$

Rekap pengukuran SOTA komponen Teknologi technoware dan pembobotan tingkat prioritasnya di PT. DPS

CH-operator tahap per

NO	SKOR
1	5
2	10
3	5
4	5
5	7.5
6	7.5
7	5
Rata-rata	6.429
SOTA	0.643

CH-operator tahap parts fabi

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.000
SOSTA	0.500

CH-operator tahap Sub-ass

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.000
SOSTA	0.500

CH-operator tahap Ass

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	2.5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	4.643
SOSTA	0.464

SH-Manejer dan Kepala biro

NO	SKOR
1	10
2	10
3	5
4	10
5	10
6	5
7	10
Rata-rata	8.571
SOSTA	0.857

CH-operator tahap erect

NO	SKOR
1	10
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.714
SOSTA	0.571

CH-operator tahap QAC

NO	SKOR
1	10
2	5
3	10
4	10
5	5
6	10
7	5
Rata-rata	7.857
SOSTA	0.786

CH-operator worker teknisi

NO	SKOR
1	10
2	10
3	10
4	7.5
5	5
6	7.5
7	7.5
Rata-rata	8.214
SOSTA	0.821

SH- pimpro

NO	SKOR
1	10
2	7.5
3	10
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	6.786
SOSTA	0.679

SH- Direksi

NO	SKOR
1	5
2	10
3	10
4	5
5	10
6	5
7	5
Rata-rata	7.143
SOSTA	0.714

Pembobotan komponen contact Humanware PT. DPS

Operator worker persiapan	(H1)	Operator worker erection	(H5)
Operator worker parts fabrication	(H2)	Operator worker QA-QC	(H6)
Operator worker sub-assembly	(H3)	Technician	(H7)
Operator worker assembly	(H4)		

Nilai rata-rata geometrik contact humanware

Nilai matriks humanware yang dinormalisasikan

Humanware	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
H1	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
H2	1.00	1	0.33	0.33	1.00	0.33	0.33
H3	1.00	3.00	1	1.00	1.00	1.00	1.00
H4	1.00	3.00	1.00	1	0.33	0.33	1.00
H5	1.00	1.00	1.00	3.00	1	0.33	0.33
H6	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00	1	1.00
H7	1.00	3.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1
Jumlah	7.00	15.00	6.33	10.33	10.33	5.00	5.67

Humanware	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	Rata-rata
H1	0.14	0.07	0.16	0.10	0.10	0.20	0.18	0.13
H2	0.14	0.07	0.05	0.03	0.10	0.07	0.06	0.07
H3	0.14	0.20	0.16	0.10	0.10	0.20	0.18	0.15
H4	0.14	0.20	0.16	0.10	0.03	0.07	0.18	0.12
H5	0.14	0.07	0.16	0.29	0.10	0.07	0.06	0.13
H6	0.14	0.20	0.16	0.29	0.29	0.20	0.18	0.21
H7	0.14	0.20	0.16	0.10	0.29	0.20	0.18	0.18

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (7.00 \times 0.13) + (15.00 \times 0.07) + (6.33 \times 0.15) + (10.33 \times 0.12) + (10.33 \times 0.13) + (3.00 \times 0.21) + (6.00 \times 0.18) = \mathbf{7.67}$$

Karena matrik berordo 7 (yakni terdiri dari 7), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.111$$

RI Untuk $n=7$, adalah: **1.32**, maka:

$$CR = CI / RI = 0.111 / 1.32 = \mathbf{0.084}$$

Pembobotan komponen *support Humanware* PT. DPS

- Pimpinan Proyek (PIMPRO) (H8)
- Manejer & kepala biro (H9)
- Direktur bagian dan Dirut (H10)

Nilai rata-rata geometrik *support humanware*

Humanware	H8	H9	H10
H8	1	1.00	1.00
H9	1.00	1	1.00
H10	1.00	1.00	1
Jumlah	3.00	3.00	3.00

Nilai matriks *humanware* yang dinormalisasikan

Humanware	H8	H9	H10	Rata-rata
H8	0.33	0.33	0.33	0.33
H9	0.33	0.33	0.33	0.33
H10	0.33	0.33	0.33	0.33

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = (3.00 \times 0.33) + (3.00 \times 0.33) + (3.00 \times 0.33) = \mathbf{3.00}$$

Karena matrik berordo 3 (yakni terdiri dari 3), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.000$$

RI Untuk $n=3$, adalah: **0.58** , maka:

$$CR = CI / RI = 0.000 / 0.58 = \mathbf{0.000}$$

Rekap pengukuran SOTA komponen Teknologi inforeware dan pembobotan tingkat prioritasnya di PT. DPS

Inforeware yang berkaitan dengan technoware

Subsistem inforeware atribut technoware

NO	SKOR
1	5
2	7.5
3	5
Tot	17.5
Rata-rata	5.833
SOTA	0.583

Inforeware perbaikan performansi technoware

NO	SKOR
1	5
2	2.5
3	5
Tot	12.5
Rata-rata	4.167
SOTA	0.417

Inforeware pendukung humanware

NO	SKOR
1	7.5
2	5
3	2.5
4	2.5
Tot	17.5
Rata-rata	4.375
SOTA	0.4375

Subsistem inforeware pengoperasian technoware

NO	SKOR
1	7.5
2	10
3	2.5
Tot	20
Rata-rata	6.667
SOTA	0.667

Inforeware desain technoware

NO	SKOR
1	5
2	7.5
3	7.5
4	7.5
5	7.5
6	7.5
7	7.5
Tot	50.000
Rata-rata	7.143
SOTA	0.714

Inforeware yang berkaitan dengan orgaware

Inforeware atribut orgaware

NO	SKOR
1	7.5
2	5
3	10
Tot	22.500
Rata-rata	7.500
SOTA	0.750

Subsistem inforeware perawatan technoware

NO	SKOR
1	2.5
2	2.5
3	2.5
Tot	7.500
Rata-rata	2.500
SOTA	0.250

Inforeware yang berkaitan dengan technoware

Inforeware atribut humanware

NO	SKOR
1	2.5
2	2.5
Tot	5.000
Rata-rata	2.500
SOTA	0.250

Inforeware perbaikan orgaware

NO	SKOR
1	2.5
2	7.5
3	5
4	2.5
5	2.5
Tot	20.000
Rata-rata	4.00
SOTA	0.40

Inforware yang berhubungan dengan technoware
 Inforware yang berhubungan dengan humanware
 Inforware yang berhubungan dengan orgaware

- (I1)
- (I2)
- (I3)

Nilai rata-rata geometrik inforware

Humanware	I1	I2	I3
I1	1	3	5
I2	0.33	1	3
I3	0.20	0.33	1
Jumlah	1.53	4.33	9.00

Nilai matriks inforware yang dinormalisasikan

Humanware	I1	I2	I3	Rata-rata
I1	0.652	0.692	0.556	0.63
I2	0.217	0.231	0.333	0.26
I3	0.130	0.077	0.111	0.11

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

λ maksimum = **3.055**

Karena matrik berordo 3 (yakni terdiri dari 3), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.028$

RI Untuk $n=3$, adalah: **0.58** , maka:

$CR = CI / RI = 0.028 / 0.58 = \mathbf{0.048}$

Rekap pengukuran SOTA komponen Teknologi orgaware dan pembobotan tingkat prioritasnya di PT. DPS

Organisai Kerja

NO	SKOR
1	10
2	5
3	5
Total	20
Rata-rata	6.667
SOTA	0.667

Fasilitas Kerja

NO	SKOR
1	5
2	5
Total	10
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Evaluasi Kerja

NO	SKOR
1	10
2	5
3	5
Total	20
Rata-rata	6.667
SOTA	0.667

Modifikasi Kerja

NO	SKOR
1	7.5
2	2.5
Total	10
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Organisasi kerja
 Fasilitas kerja
 Evaluasi kerja
 Modifikasi kerja

(O1)
 (O2)
 (O3)
 (O4)

Nilai rata-rata geometrik orgaware

Nilai matriks orgaware yang dinormalisasikan

Orgaware	O1	O2	O3	O4
O1	1	5	3	1
O2	0.20	1	1/2	1/5
O3	0.33	2.00	1	0.20
O4	1.00	5.00	5.00	1
Jumlah	2.53	13	9.50	2.40

Orgaware	O1	O2	O3	O4	Rata-rata
O1	0.395	0.385	0.316	0.417	0.378
O2	0.079	0.077	0.053	0.083	0.073
O3	0.132	0.154	0.105	0.083	0.119
O4	0.395	0.385	0.526	0.417	0.431

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

λ maksimum = **4.065**

Karena matrik berordo 4 (yakni terdiri dari 4), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.022$ RI Untuk $n=4$, adalah: **0.90** , maka:

$CR = CI / RI = 1.383 / 1.49 = 0.024$

Lampiran II. C
Rekap Hasil Pengolahan Data PT. Orela Shipyard

pengukuran SOTA komponen Teknologi orgaware dan pembobotan tingkat prioritasnya di PT. DPS

Preparation
Permesinan

NO	SKOR
1	5
2	2.5
3	7.5
4	2.5
5	2.5
6	2.5
Total	22.5
Rata-rata	3.750
SOTA	0.375

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	5
2	2.5
Total	7.500
Rata-rata	3.750
SOTA	0.375

Parts Fabrikasi
Permesinan

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	7.5
5	2.5
6	2.5
7	2.5
8	2.5
Total	32.5
Rata-rata	4.063
SOTA	0.406

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	5
2	5
3	2.5
4	2.5
Total	15
Rata-rata	3.750
SOTA	0.375

Sub-assembly
Permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	7.5
3	2.5
4	2.5
Total	15
Rata-rata	3.75
SOTA	0.375

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	10
2	5
3	0
Total	15.000
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Assembly
Permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
SOTA	0.4375

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	10
2	2.5
3	2.5
Total	15.000
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

QA-QC

Permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	2.5
3	2.5
4	2.5
Total	10
Rata-rata	2.5
SOTA	0.25

Erection
Permesinan

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
SOTA	0.4375

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	10
2	5
3	2.5
Total	17.500
Rata-rata	5.833
SOTA	0.583

QA-QC

Nilai tek. Prod

NO	SKOR
1	5
2	5
Total	10.000
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Nilai rata-rata geometrik technoware

Nilai matriks technoware yang dinormalisasikan

Technoware	P	PF	SA	A	E	QAC	Technoware	P	PF	SA	A	E	QAC	Rata-rata
P	1	0.5	1/2	1	1/2	1/4	P	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.06	0.075
PF	2.00	1	1	1/2	1.00	1	PF	0.15	0.13	0.07	0.09	0.17	0.24	0.142
SA	2.00	2.00	1	1/2	1/2	1	SA	0.15	0.27	0.14	0.09	0.08	0.24	0.162
A	2.00	2.00	2.00	1	1	1/2	A	0.15	0.27	0.29	0.18	0.17	0.12	0.195
E	2.00	1.00	2.00	1.00	1	1/2	E	0.15	0.13	0.29	0.182	0.17	0.12	0.173
QAC	4.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1	QAC	0.31	0.13	0.14	0.364	0.33	0.24	0.253
JUMLAH	13.00	7.50	7.00	6	6.00	4.25								

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

λ maksimum = **6.358**

Karena matrik berordo 6 (yakni terdiri dari 6), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.072$

Untuk $n=6$, maka $RI = 1.24$, maka:

$CR = CI / RI = 0.099 / 1.24 = 0.058$

Rekap pengukuran SOTA komponen Teknologi humanware dan pembobotan tingkat prioritasnya di PT.Orela Shipyard

Contact Humanware (CH)

Preparation operator

NO	SKOR
1	5
2	5
3	7.5
4	7.5
5	5
6	5
7	2.5
Tot	37.5
Rata-rata	5.357
SOTA	0.536

Parts fab operator

NO	SKOR
1	7.5
2	5
3	7.5
4	5
5	5
6	2.5
7	2.5
Tot	35
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Operator sub-ass

NO	SKOR
1	7.5
2	7.5
3	7.5
4	2.5
5	7.5
6	5
7	2.5
Tot	40
Rata-rata	5.714
SOTA	0.571

Operator assembly

NO	SKOR
1	7.5
2	5
3	7.5
4	5
5	5
6	7.5
7	2.5
Tot	40
Rata-rata	5.714
SOTA	0.571

Operator erection

NO	SKOR
1	7.5
2	10
3	10
4	7.5
5	5
6	5
7	5
Tot	50
Rata-rata	7.143
SOTA	0.714

Operator QA-QC

NO	SKOR
1	7.5
2	7.5
3	10
4	10
5	5
6	5
7	5
Tot	50
Rata-rata	7.143
SOTA	0.714

Support Humanware (SH)

Operator technician

NO	SKOR
1	5
2	7.5
3	7.5
4	7.5
5	5
6	7.5
7	5
Tot	45
Rata-rata	6.429
SOTA	0.643

Pimpro

NO	SKOR
1	10
2	7.5
3	10
4	7.5
5	5
6	7.5
7	10
Tot	57.5
Rata-rata	8.214
SOTA	0.821

Manejer & kepala biro

NO	SKOR
1	10
2	7.5
3	10
4	10
5	7.5
6	7.5
7	10
Tot	62.5
Rata-rata	8.929
SOTA	0.893

Direktur Bagian & DIRUT

NO	SKOR
1	10
2	10
3	10
4	7.5
5	10
6	5
7	10
Tot	62.5
Rata-rata	8.929
SOTA	0.893

Pembobotan komponen contact Humanware PT. Orela

- Operator worker persiapan
- Operator worker parts fabrication
- Operator worker sub-assembly
- Operator worker assembly

- (H1) Operator worker erection
- (H2) Operator worker QA-QC
- (H3) Technician
- (H4)

- (H5)
- (H6)
- (H7)

Nilai rata-rata geometrik contact humanware

Humanware	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
H1	1	1.00	3.00	0.33	0.33	1.00	0.20
H2	1.00	1	0.33	0.33	0.33	1.00	0.33
H3	0.33	3.00	1	1.00	0.33	1.00	1.00
H4	0.33	3.00	1.00	1	1.00	1.00	1.00
H5	3.00	3.00	3.00	1.00	1	1.00	1.00
H6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1	1.00
H7	5.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1
Jumlah	11.667	15.000	10.333	5.667	5.000	7.000	5.533

Nilai matriks humanware yang dinormalisasikan

Humanware	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	Rata-rata
H1	0.09	0.07	0.29	0.06	0.07	0.14	0.04	0.107
H2	0.09	0.07	0.03	0.06	0.07	0.14	0.06	0.073
H3	0.03	0.20	0.10	0.18	0.07	0.14	0.18	0.127
H4	0.03	0.20	0.10	0.18	0.20	0.14	0.18	0.146
H5	0.26	0.20	0.29	0.18	0.20	0.14	0.18	0.207
H6	0.09	0.07	0.10	0.18	0.20	0.14	0.18	0.136
H7	0.43	0.20	0.10	0.18	0.20	0.14	0.18	0.204

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

λ maksimum = **7.60**

Karena matrik berordo 7 (yakni terdiri dari 7), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.100$

RI Untuk $n=7$, adalah: **1.32** , maka:

$CR = CI / RI = 0.111 / 1.32 = \mathbf{0.076}$

Pembobotan komponen support Humanware PT. Dumas

- Pimpinan Proyek (PIMPRO) (H8)
- Manejer & kepala biro (H9)
- Direktur bagian dan Dirut (H10)

Nilai rata-rata geometrik support humanware

Humanware	H8	H9	H10	Nilai matriks humanware yang dinormalisasikan				
H8	1	3.00	0.33	Humanware	H8	H9	H10	Rata-rata
H9	0.33	1	0.20	H8	0.23	0.33	0.22	0.26
H10	3.00	5.00	1	H9	0.08	0.11	0.13	0.11
Jumlah	4.33	9.00	1.53	H10	0.69	0.56	0.65	0.63

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = \mathbf{3.06}$$

Karena matrik berordo 3 (yakni terdiri dari 3), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.028$$

RI Untuk $n=3$, adalah: $\mathbf{0.58}$, maka:

$$CR = CI / RI = 0.000 / 0.58 = \mathbf{0.048}$$

Pengukuran SOTA komponen inforware di PT. Orela Shipyard

Inforware yang berkaitan dengan technoware

Subsistem inforware atribut technoware

NO	SKOR
1	5
2	7.5
3	5
Tot	17.5
Rata-rata	5.833
SOTA	0.583

Inforware perbaikan performansi technoware

NO	SKOR
1	5
2	2.5
3	5
Tot	12.5
Rata-rata	4.167
SOTA	0.417

Inforware pendukung humanware

NO	SKOR
1	7.5
2	5
3	2.5
4	5
Tot	20
Rata-rata	5
SOTA	0.5

Subsistem inforware pengoperasian technoware

NO	SKOR
1	7.5
2	7.5
3	2.5
Tot	17.5
Rata-rata	5.833
SOTA	0.583

Inforware desain technoware

NO	SKOR
1	5
2	7.5
3	7.5
4	7.5
5	7.5
6	7.5
7	5
Tot	47.500
Rata-rata	6.786
SOTA	0.679

Inforware yang berkaitan dengan orgaware

Inforware atribut orgaware

NO	SKOR
1	7.5
2	7.5
3	7.5
Tot	22.500
Rata-rata	7.500
SOTA	0.750

Subsistem inforware perawatan technoware

NO	SKOR
1	5
2	5
3	7.5
Tot	17.500
Rata-rata	5.833
SOTA	0.583

Inforware yang berkaitan dengan technoware

Inforware atribut humanware

NO	SKOR
1	5
2	5
Tot	10.000
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Inforware perbaikan orgaware

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
Tot	25.000
Rata-rata	5.00
SOTA	0.500

Inforware yang berhubungan dengan technoware (I1)

Inforware yang berhubungan dengan humanware (I2)

Inforware yang berhubungan dengan orgaware (I3)

Nilai rata-rata geometrik contact inforware

Humanware	I1	I2	I3
I1	1	1	1
I2	1.00	1	1
I3	1.00	1.00	1
Jumlah	3.00	3.00	3.00

Nilai matriks humanware yang dinormalisasikan

Humanware	I1	I2	I3	Rata-rata
I1	0.333	0.333	0.333	0.33
I2	0.333	0.333	0.333	0.33
I3	0.333	0.333	0.333	0.33

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

λ maksimum = **3.000**

Karena matrik berordo 3 (yakni terdiri dari 3), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.000$

RI Untuk $n=3$, adalah: **0.58**, maka:

$CR = CI / RI = 0.028 / 0.58 = 0.000$

Pengukuran SOTA komponen orgaware di PT. Orela Shipyard

Organisasi Kerja	
NO	SKOR
1	0
2	7.5
3	5
Total	12.5
Rata-rata	4.167
SOTA	0.417

Fasilitas Kerja	
NO	SKOR
1	10
2	7.5
Total	17.5
Rata-rata	8.750
SOTA	0.875

Evaluasi Kerja	
NO	SKOR
1	7.5
2	10
3	5
Total	22.5
Rata-rata	7.500
SOTA	0.750

Modifikasi Kerja	
NO	SKOR
1	5
2	2.5
Total	7.5
Rata-rata	3.750
SOTA	0.375

Nilai rata-rata geometrik					Nilai matriks yang dinormalisasikan					
Humanware	O1	O2	O3	O4	Humanware	O1	O2	O3	O4	Rata-rata
O1	1	1/2	2	1	O1	0.222	0.143	0.400	0.250	0.254
O2	2.00	1	1	1	O2	0.444	0.286	0.200	0.250	0.295
O3	0.50	1.00	1	1.00	O3	0.111	0.286	0.200	0.250	0.212
O4	1.00	1.00	1.00	1	O4	0.222	0.286	0.200	0.250	0.239
Jumlah	4.50	3 1/2	5	4						

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eige

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

λ maksimum = **4.191**

Karena matrik berordo 4 (yakni terdiri dari 4), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.064$ RI Untuk $n=10$, adalah: **0.90** , maka:

$CR = CI / RI = 1.383 / 1.49 = \mathbf{0.071}$

Lampiran II. D
Rekap Hasil Pengolahan Data PT. LMI

Pengukuran SOTA Technoware di PT. LMI

Persiapan

NO	SKOR
1	5
2	2.5
3	7.5
4	2.5
5	2.5
6	2.5
Total	22.5
Rata-rata	3.750
Rat Sota	0.375

NO	SKOR
1	5
2	2.5
Total	7.500
Rata-rata	3.750
Rat Sota	0.375

Parts Fab

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	2.5
5	2.5
6	2.5
7	2.5
8	2.5
Total	27.5
Rata-rata	3.438
Rat Sota	0.344

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
Rat Sota	0.438

Sub-assembly

NO	SKOR
1	2.5
2	2.5
3	2.5
4	2.5
Total	10
Rata-rata	2.5
Rat Sota	0.25

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
Total	15.000
Rata-rata	5.000
Rat Sota	0.500

Assembly

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
Rat Sota	0.4375

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
Total	15.000
Rata-rata	5.000
Rat Sota	0.500

Erection

NO	SKOR
1	2.5
2	10
3	2.5
4	2.5
Total	17.5
Rata-rata	4.375
Rat Sota	0.4375

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
Total	15.000
Rata-rata	5.000
Rat Sota	0.500

QA-QC

NO	SKOR
1	2.5
2	2.5
3	2.5
4	2.5
Total	10
Rata-rata	2.5
Rat Sota	0.25

NO	SKOR
1	7.5
2	5
Total	12.500
Rata-rata	6.250
Rat Sota	0.625

Nilai rata-rata geometrik technoware

Technoware	P	PF	SA	A	E	QAC
P	1	1	1/2	0	1/3	1/3
PF	1.00	1	2	2	0.33	1
SA	2.00	0.50	1	1	1	1/3
A	3.00	0.50	1.00	1	1	1/3
E	3.00	3.00	1.00	1.00	1	1
QAC	3.00	1.00	3.00	3.00	1.00	1
JUMLAH	13.00	7.00	8 1/2	8	4.67	4.00

Nilai matriks technoware yang dinormalisasikan

Technoware	P	PF	SA	A	E	QAC	Rata-rata
P	0.08	0.14	0.06	0.04	0.07	0.08	0.079
PF	0.08	0.14	0.24	0.24	0.07	0.25	0.169
SA	0.15	0.07	0.12	0.12	0.21	0.08	0.127
A	0.23	0.07	0.12	0.12	0.21	0.08	0.140
E	0.23	0.43	0.12	0.120	0.21	0.25	0.227
QAC	0.23	0.14	0.35	0.360	0.21	0.25	0.258

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

λ maksimum = **6.54**

Karena matrik berordo 6 (yakni terdiri dari 6), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.109$

Untuk $n=6$, maka RI **1.24**, maka:

$CR = CI / RI = 0.099 / 1.24 = \mathbf{0.088}$ (Konsisten karena di bawah 1 atau tidak lebih dari 10%)

Pengukuran SOTA humanware di PT. LMI

CH-operator tahap per

No	SKOR
1	5
2	2.5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	2.5
Rata-rata	4.286
SOTA	0.429

CH-operator tahap parts fabr

NO	SKOR
1	5
2	5
3	7.5
4	5
5	5
6	5
7	0
Rata-rata	4.643
SOTA	0.464

CH-operator tahap Sub-ass

NO	SKOR
1	5
2	5
3	7.5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.357
SOTA	0.536

CH-operator tahap Ass

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

SH-Manejer dan Kepala biro

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	7.5
7	5
Rata-rata	5.357
SOTA	0.536

CH-operator tahap erect

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

CH-operator tahap QAC

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

CH-operator worker teknisi

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

SH- pimpro

NO	SKOR
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

SH- Direksi

NO	SKOR
1	10
2	10
3	10
4	10
5	10
6	5
7	5
Rata-rata	8.571
SOTA	0.857

Operator worker persiapan (H1) Oerator worker erection (H5)
 Operator worker parts fabrication (H2) Operator worker QA-QC (H6)
 Operator worker sub-assembly (H3) Technician (H7)
 Operator worker assembly (H4)

Nilai rata-rata geometrik contact humanware

Humanware	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
H1	1	3.00	2.00	1.00	1.00	0.50	0.33
H2	0.33	1	3.00	0.50	1.00	0.50	0.50
H3	0.50	0.33	1	1.00	0.33	0.33	0.50
H4	1.00	2.00	1.00	1	1.00	0.33	0.33
H5	1.00	1.00	3.00	1.00	1	1.00	1.00
H6	2.00	2.00	3.00	3.00	1.00	1	0.33
H7	3.00	2.00	2.00	3.00	1.00	3.00	1
Jumlah	8.83	11.33	15.00	10.50	6.33	6.67	4.00

Humanware	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	Rata-rata
H1	0.11	0.26	0.13	0.10	0.16	0.08	0.08	0.132
H2	0.04	0.09	0.20	0.05	0.16	0.08	0.13	0.104
H3	0.06	0.03	0.07	0.10	0.05	0.05	0.13	0.068
H4	0.11	0.18	0.07	0.10	0.16	0.05	0.08	0.106
H5	0.11	0.09	0.20	0.10	0.16	0.15	0.25	0.151
H6	0.23	0.18	0.20	0.29	0.16	0.15	0.08	0.183
H7	0.34	0.18	0.13	0.29	0.16	0.45	0.25	0.256

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

λ maksimum = **7.68**

Karena matrik berordo 7 (yakni terdiri dari 7), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.113$

RI Untuk n=7, adalah: **1.32** , maka:

$CR = CI / RI = 0.111 / 1.32 = \underline{\underline{0.086}}$

Pengukuran SOTA inforware di PT. LMI

Inforware yang berkaitan dengan technoware

Subsistem inforware atribut technoware

NO	SKOR
1	7.5
2	5
3	5
Tot	17.5
Rata-rata	5.833
SOTA	0.583

Inforware perbaikan performansi technoware

NO	SKOR
1	2.5
2	5
3	5
Tot	12.5
Rata-rata	4.167
SOTA	0.417

Inforware pendukung humanware

NO	SKOR
1	5
2	2.5
3	5
4	5
Tot	17.5
Rata-rata	4.375
SOTA	0.4375

Subsistem inforware pengoperasian technoware

NO	SKOR
1	7.5
2	5
3	0
Tot	12.5
Rata-rata	4.167
SOTA	0.417

Inforware desain technoware

NO	SKOR
1	5
2	2.5
3	5
4	7.5
5	7.5
6	7.5
7	7.5
Tot	42.500
Rata-rata	6.071
SOTA	0.607

Inforware yang berkaitan dengan orgaware

Inforware atribut orgaware

NO	SKOR
1	7.5
2	5
3	2.5
Tot	15.000
Rata-rata	5.000
SOTA	0.500

Subsistem inforware perawatan technoware

NO	SKOR
1	2.5
2	5
3	5
Tot	12.500
Rata-rata	4.167
SOTA	0.417

Inforware yang berkaitan dengan technoware

Inforware atribut humanware

NO	SKOR
1	5
2	2.5
Tot	7.500
Rata-rata	3.750
SOTA	0.375

Inforware perbaikan orgaware

NO	SKOR
1	2.5
2	2.5
3	2.5
4	7.5
5	5
Tot	20.000
Rata-rata	4.00
SOTA	0.400

- Inforware yang berhubungan dengan technoware (I1)
- Inforware yang berhubungan dengan humanware (I2)
- Inforware yang berhubungan dengan orgaware (I3)

Nilai rata-rata geometrik contact inforware				Nilai matriks humanware yang dinormalisasikan				
Humanware	I1	I2	I3	Humanware	I1	I2	I3	Rata-rata
I1	1	2	3	I1	0.545	0.500	0.600	0.55
I2	0.50	1	1	I2	0.273	0.250	0.200	0.24
I3	0.33	1.00	1	I3	0.182	0.250	0.200	0.21
Jumlah	1.83	4.00	5.00					

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

λ maksimum = **3.022**

Karena matrik berordo 3 (yakni terdiri dari 3), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.011$ RI Untuk $n=3$, adalah: **0.58** , maka:

$CR = CI / RI = 0.028 / 0.58 =$ **0.019**

Pengukuran SOTA orgaware di PT. LMI

Organisai Kerja		Fasilitas Kerja		Evaluasi Kerja		Modifikasi Kerja	
NO	SKOR	NO	SKOR	NO	SKOR	NO	SKOR
1	10	1	7.5	1	10	1	5
2	5	2	5	2	5	2	2.5
3	2.5	Total	12.5	3	5	Total	7.5
Total	17.5	Rata-rata	6.250	Total	20	Rata-rata	3.750
Rata-rata	5.833	SOTA	0.625	Rata-rata	6.667	SOTA	0.375
SOTA	0.583			SOTA	0.667		

Organisasi kerja	(O1)
Fasilitas kerja	(O2)
Evaluasi kerja	(O3)
Modifikasi kerja	(O4)

Nilai rata-rata geometrik					Nilai matriks yang dinormalisasikan					
Humanware	O1	O2	O3	O4	Humanware	O1	O2	O3	O4	Rata-rata
O1	1	1	3	1	O1	0.300	0.286	0.429	0.250	0.316
O2	1.00	1	2	1	O2	0.300	0.286	0.286	0.250	0.280
O3	0.33	0.50	1	1.00	O3	0.100	0.143	0.143	0.250	0.159
O4	1.00	1.00	1.00	1	O4	0.300	0.286	0.143	0.250	0.245
Jumlah	3.33	3.50	7.00	4.00						

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ maks) yang didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen.

Nilai Eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah:

$$\lambda \text{ maksimum} = 4.126$$

Karena matrik berordo 4 (yakni terdiri dari 4), maka nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = 0.042 \quad RI \text{ Untuk } n=10, \text{ adalah: } 0.90, \text{ maka:}$$

$$CR = CI / RI = 1.383 / 1.49 = 0.047$$

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Secara umum dari hasil pengukuran yang dilakukan memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat kesiapan teknologi berdasarkan hasil pengukuran komponen teknologi menunjukkan PT. Dumas memiliki klasifikasi teknologi yang baik dengan level semi modern, PT. ASSI memiliki klasifikasi teknologi cukup dengan level semi modern, PT. DPS klasifikasi cukup dengan level semi modern, PT. Orela Shipyard klasifikasi cukup dengan level semi modern dan PT. LMI memiliki klasifikasi cukup dengan level semi modern. Dari keseluruhan pengukuran, komponen *humanware* memiliki kesiapan yang paling baik dan menjadi kekuatan teknologi saat ini dibandingkan dengan tiga komponen lainnya, dimana berdasarkan galangan kapal nilai kontribusi yang diperoleh yaitu:
 - PT. Dumas dengan nilai kontribusi derajat kecanggihan tertinggi *humanware* adalah 0,684 di PT. Dumas, tertinggi kedua adalah komponen *orgaware* dengan kontribusi 0,527, tertinggi ke tiga adalah komponen *nforware* dengan kontribusi 0,375 dan yang paling rendah adalah komponen *technoware* dengan kontribusi 0,356.
 - PT ASSI kontribusi *humanware* adalah 0,596, tertinggi kedua adalah komponen *orgaware* dengan kontribusi 0,560, tertinggi ke tiga yaitu komponen *inforware* dengan kontribusi 0,369 dan yang paling rendah yaitu komponen *technoware* dengan kontribusi 0,319.
 - PT. DPS kontribusi *humanware* 0,627, tertinggi kedua komponen *orgaware* dengan kontribusi 0,505, tertinggi ketiga yaitu komponen *inforware* dengan kontribusinya 0,394 dan yang terakhir yaitu komponen *technoware* dengan kontribusinya 0,390.
 - PT. Orela shipyard kontribusi *humanware* yaitu 0,626, tertinggi kedua yaitu komponen *orgaware* dengan kontribusi 0,560, tertinggi ketiga

yaitu komponen *inforware* dengan kontribusi 0,398 dan kontribusi terendah yaitu komponen *technoware* dengan nilai 0,308.

- PT. LMI kontribusi *humanware* yaitu 0,567, tingkat tertinggi kedua yaitu komponen *orgaware* dengan kontribusi kecanggihannya adalah 0,548, tertinggi ketiga yaitu komponen *technoware* dengan kontribusi 0,354 dan yang paling rendah yaitu kontribusi *nforware* dengan kontribusi 0,336.
2. Berdasarkan hasil pengukuran komponen teknologi menunjukkan secara teknis proses *Product Work Breakdown Structure (PWBS)* belum diterapkan di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard dalam pembangunan kapal perintis 750 DWT dan di empat galangan kapal menengah lainnya. Secara teknik pembagian kerja berdasarkan *problem area* dan SOP sudah ada, namun pengelompokan pekerjaan berdasarkan klasifikasi PWBS belum ada.
 3. Pengembangan berdasarkan hasil perhitungan TCC dan nilai gap yang didapat dari keempat komponen teknologi yaitu untuk PT. Dumas 0,455, PT ASSI 0,588, PT. DPS 0,520, PT. orela 0,578 dan PT LMI 0,574, yang perlu dilakukan yaitu pada komoponen *technoware* dengan menyesuaikan nilai kecanggihan yang ada di perusahaan dengan nilai *state of the art* saat ini. Sedangkan untuk PT. LMI pengembangan yang menjadi priorotas utama yaitu pada komponen *technoware* dengan menyesuaikan kecanggihan yang ada di perusahaan saat ini dengan nilai *state of the art* yang mengacu pada PWBS secara teknis hasil pengukuran yang paling rendah dipengaruhi oleh subsistem nilai teknologi produksi, dimana membutuhkan pengembangan penerapan metode yang lebih baik seperti *lane processes* atau *Group Technology (GT)* yang terintegrasi yang dapat dimulai pada *workshop* permesinan saat fabrikasi.

6.2. Saran

Hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pihak galangan kapal yang diteliti maupun pihak yang berkepentingan, sehingga saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Perlu dilakukan peninjauan lanjutan terkait kriteria SOTA yang dinilai sebagai acuan idealnya, sehingga proses pengembangan yang diusulkan benar-benar terstandar dan mengacu pada parameter-parameter yang sesuai di setiap galangan kapal
2. Pengembangan terkait dengan keempat komponen teknologi di galangan kapal sebaiknya dilakukan berdasarkan koordinasi pihak-pihak terkait seperti galangan kapal, pemerintah, akademisi dan simpatisan atau para ahli.
3. Proses inovasi dan alih teknologi dari yang konvensional kepada teknologi yang lebih maju perlu dilakukan. Terkait hal tersebut maka, perhitungan proses alih teknologi yang ada di galangan kapal perlu dilakukan dengan mengacu pada metode *Product Work Breakdown Structure (PWBS)* untuk tujuan peningkatan produktivitas.
4. Berdasarkan hasil pengukuran subsistem permesinan yang sudah cukup baik, maka perlu pengusulan *Group Technology* pada bagian fabrikasi, dengan menghitung luas area dan pemilihan *layout* peletakan mesin yang sesuai dengan area PT. Dumas yang sempit.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, M.S. (2014), *Analisis Produktivitas Galangan BUMN dan Swasta Menggunakan Pendekatan Pengukuran Produktivitas Multifikator*, Tesis Program Magister Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Arsyad, A. (2005), *Assessment Teknologi Proses Produksi Press Tools di PT, Kenza Prisi Pratama dengan Menggunakan Pendekatan Teknometrik*, Tesis Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Arwanto, Suhendri. Prayitno, K.B. Fuad, A. N. Welfi, B. (2011), *Program Peningkatan Kapasitas Peneliti dan Rekayasa*, Kementerian Riset dan Teknologi pada tahun 2010-2011.
- BPPT (2015), *Forum Group Discussion Program Manual Inovasi dan Layanan Teknologi Penguatan Struktur Industri Perkapalan Tahun 2015-2019*. Bidang Teknologi Industri Rancang Bangun dan Rekayasa, Surabaya.
- Brimingham, R.H.A. dan Kattan R. (1997), “Shipyard Technology Development Strategies”, *Ship Production Symposium*, Vol. 13, No. 4, pp. 290-300.
- Chirillo, L.D. (1983), *Analytical Quality Circle*, University of Washington, Washington.
- Ellitan, L. (2003), “Peran Sumber Daya Dalam Meningkatkan Pengaruh Teknologi Terhadap Produktivitas”, *Jurnal Manajemen & Kewirausahaan*, Vol. 5, No. 2, hal: 155 – 170.
- Gaynor, G.H, (1996), *International Edition Handbook of Technology Management*. McGraw-Hill Companies, New York.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia (2015), *Pengertian Teknologi*, Diakses dari <http://kbbi.web.id/teknologi>.

- Kementerian Perindustrian RI (2015), *Peran Kementerian di Dalam Pengembangan Industri Kapal dan Komponen dalam Negeri*, Jakarta.
- Khafidho, M.S. Setyo, N. dan Hikmah, F. (2014), “Penilaian Teknologi Pada Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit Rawat Inap dengan Metode Teknometrik dan Smart di Rumah Sakit Paru Jember”, *Jurnal Manajemen Informasi Kesehatan Indonesia*, Vol. 2, No. 1, ISSN: 2337-585X.
- Lamb, T, (1986), *Engineering for Ship Production, a Text Book*, the Society of Naval Architects and Marine Engineers Ship Production Committee Education and Training Panel (SP-9), Michigan.
- Lowe, P. (1995), *The Management of Technology, Perception and Opportunities*, Chapman & Hall, Great Britain.
- Marsahban, M. (2011), *Perencanaan Jaringan Kerja Kapal Tunda Antasena Berdasarkan Metode Perakitan Seksi Assembly*, Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
- Ma’ruf, B. (2007), *Pengembangan Model Formulasi Strategi untuk Perusahaan Galangan Kapal*, Disertasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Ma’ruf, B. (2009), “Strategic Analysis of The Indonesian Shipyards to Sustain In New Building Business”, *International Journal of Logistics and Transport*, Vol. 3 Number 1, ISSN: 1906-052.
- Ma’ruf, B. Okumoto, Y. Widjaja S. (2006) “Environmental-Based Strategic Management Model for Indonesia’s Medium-Sized Shipyards”, *The Journal of Ship Production*, Vol. 22, No. 4.
- Ma’ruf, B. (2014), “Aplikasi Manajemen dan Teknologi Untuk Mendorong Daya Saing Industri Kapal dan Industri Pelayaran Nasional”, *Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXI*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Mulyono, S. (2004). *Riset operasi*. Jakarta, Fakultas Ekonomi., Universitas Indonesia.
- Nazaruddin, (2008). *Manajemen Teknologi*, Graha Ilmu., Yogyakarta.

- Odabasi, A.Y. (2009), *Product Work Breakdown Structure (PWBS)*, Course Outline: Faculty of Naval Architecture and Ocean Engineering Methods of Ship Production, İ.T.Ü, Istanbul.
- Purnomo S. (2009), *Usulan Perbaikan Manajemen Proses Produksi di PT. IGLAS (Persero) Berdasarkan Pendekatan Teknometrik*, Tesis Program Studi Magister Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Saaty, L.T. (1993), *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin, Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Kompleks*, Pustaka Binama Pressindo., Jakarta.
- Rumanti, A.A. and Wirawan, H. (2015), “Organizational Culture Transformation towards Management of Technology”, *Journal of Economics, Business and Management*, Vol. 3, No. 10. DOI: 10.7763.
- Saraswati, R. Azhar A. Mudjahidin. dan Kunhadi D, (2011), Perancangan Group Technology Layout Di PT DPS Surabaya Dengan Metode Simulasi Dan Dengan Metode Simulasi Dan Taguchi, “*Jurnal Teknik Industri*”, Vol. 12, No. 2, hal : 104–109.
- Smith R., Sharif N. (2007). “Understanding and Acquiring Technology assets for Global Competition”, *Journal Technovation Science Direct*, No 27, hal. 643–649.
- Supomo H, 2008. “*Pengaruh Penggunaan Subkontraktor Terhadap Waktu Dan Biaya per Compensated Gross Tonnage (Cost/CGT) Dalam Pembangunan Kapal*”. Jurusan Teknik Perkapalan FTK – ITS
- Storch R.L., Hammon C.P., Bunch H.M., and Moore R.C, 1995. “*Ship Production Second edition*”, Cornell Maritime Press, Centreville, Maryland.
- Syaifi M., Manfaat D., Supomo H, 2006.” Perencanaan Galangan Reparasi Kapal TNI AL (Studi Kasus ARMATIM)”. Jurusan Teknik Produksi Dan Material Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Undang-Undang Nomor 17. (2008). Tentang Pelayaran.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18. (2002) *“Tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan, Dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.”*

UN-ESCAP. (1989), *Technology Atlas Project a Framework for Technology Based Development: Technology Content Assessment & Technology Climate Assessment, Volume 2 & 3.*

U.S. Department Of Commerce Maritime Administration and Todd Pacific Shipyards, (1980). *“Product Work Breakdown Structure”.*

BIODATA PENULIS



FITRIA FRETTY LUNGARI

Penulis lahir di Melonguane, Kabupaten Kepulauan Talaud, Sulawesi Utara, 24 Februari 1989, merupakan anak kelima dari lima bersaudara pasangan Bapak B. A. Lungari dan Ibu M Manansang. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SD N INPRES Melonguane, SMP N 1 Melonguane, dan SMA Udamakatraya Melonguane. Pada tahun 2006 penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Sam Ratulangi Manado, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Penulis sempat bekerja setelah menyelesaikan pendidikan S1 dan kemudian penulis diterima sebagai penerima beasiswa PraSaintek 2013 untuk melanjutkan Studi S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama kuliah di ITS, penulis menyelesaikan Pra Pasca selama 1 tahun di Jurusan Fisika ITS dari tahun 2013-2014, dan pada tahun 2014 penulis melanjutkan studi Pasca Sarjana dengan Bidang Keahlian Industri Perkapalan, Program Studi Teknik Produksi dan Material Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya. Terdaftar dengan NRP. 4114203006, penulis menyelesaikan penulisan Tesis dengan judul “**Analisis Kesiapan Teknologi untuk Pembangunan Kapal Perintis pada Galangan Kapal Kelas Menengah (Studi Kasus: PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard)**” pada tahun 2016.