



TESIS-TI142307

**MODEL *GROUP DECISION MAKING* DAN  
*LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENINGKATKAN  
EFISIENSI PROSES PRODUKSI KAPAL  
KCR-60 METER DI PT. PAL DIVISI KAPRANG**

NUR MUFLIAH  
2512201007

DOSEN PEMBIMBING  
Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M. Eng, Sc.

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN KUALITAS DAN MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015







TESIS-TI142307

**MODEL OF GROUP DECISION MAKING AND  
LEAN MANUFACTURING FOR INCREASING  
EFFICIENCY OF PRODUCTION PROCESS OF  
KCR - 60 METER AT PT. PAL KAPRANG DIVISON**

**NUR MUFLIAH  
2512201007**

**SUPERVISOR  
Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M. Eng, Sc.**

**MASTER PROGRAM  
QUALITY MANAGEMENT AND MANUFACTURE  
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2015**





**MODEL GROUP DECISION MAKING DAN LEAN MANUFACTURING  
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PROSES PRODUKSI KAPAL  
KCR - 60 METER DI PT. PAL DIVISI KAPRANG**

Telah disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (MT)

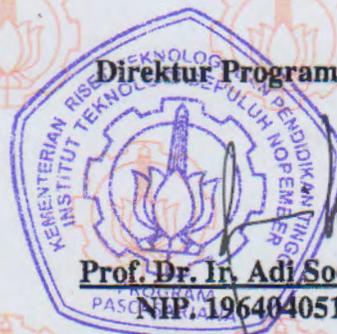
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:  
**NUR MUFLIAH**  
NRP 2512201007

Tanggal Ujian	:	3 Juni 2015
Periode Wisuda	:	September 2015

Disetujui oleh:

1.	<b>Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulveno, M.Eng, Sc.</b> NIP 195903181987011001	(Pembimbing 1)
2.	<b>Maria Anityasari, ST., ME, Ph.D</b> NIP. 197011201997032001	(Penguji 1)
3.	<b>Putu Dana Karningsih, ST., M.Eng.Sc., Ph.D</b> NIP. 197405081999032001	(Penguji 2)



**Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, M.T.**  
NIP. 196404051990021001

**MODEL *GROUP DECISION MAKING* DAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PROSES PRODUKSI KAPAL KCR – 60 METER DI PT. PAL DIVISI KAPRANG**

Nama : Nur Muflihah  
NRP : 2512201007  
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng. Sc

**ABSTRAK**

PT. PAL Indonesia (Persero) merupakan salah satu perusahaan pembuat kapal yang sedang mengerjakan proyek kapal KCR - 60 meter. Permasalahan yang sering terjadi adalah perusahaan tidak bisa menyerahkan produk kapal kepada *owner* sesuai *schedule* / kontrak sehingga mengganggu jalannya produksi kapal, Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi proses produksi melalui pendekatan konsep *lean manufacturing*, untuk mengevaluasi dan mengidentifikasi *waste* pada produk dilakukan *value stream mapping* yaitu pemetaan melalui aliran nilai secara mendetail berdasarkan konsep *lean manufacturing*. Langkah selanjutnya, untuk mengurangi atau meminimalkan *waste* melalui pemilihan dari kriteria sehingga dapat memberikan alternatif perbaikan dengan model *group decision making*. Alternatif perbaikan untuk mengurangi *waste* dipilih berdasarkan kriteria dan model yang dikembangkan. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa 53% merupakan *value adding activity*, 35% merupakan *necessary but non value adding activity*, dan 12% merupakan *non value adding activity*. *Pareto's Law* digunakan untuk mengetahui bahwa 23.8% *waste* yang menjadi penyebab paling kritis adalah *defect* dengan kontribusi 80%. Model *group decision making* dengan menggunakan *fuzzy preference relation* diusulkan untuk mengevaluasi beberapa alternatif perbaikan untuk meningkatkan efisiensi, dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa beberapa alternatif perbaikan diantaranya adalah standar operasional baru dan strategi pembangunan.

Kata kunci: *lean manufacturing*, *value stream mapping*, *group decision making*, *fuzzy preference relation*.

**MODEL OF GROUP DECISION MAKING AND LEAN  
MANUFACTURING FOR INCREASING EFFICIENCY OF  
PRODUCTION PROCESS OF KCR - 60 METER  
AT PT. PAL KAPRANG DIVISION**

Name : Nur Muflihah  
NRP : 2512201007  
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng. Sc

**ABSTRACT**

PT. PAL Indonesia, a shipbuilder manufacturing, is working on KCR - 60 meter project. It is found from the plant that the company is not able to delivery the product in contracted schedule on time, due to an interrupted production vessel in production. This study aims to evaluate the production system by utilizing the lean manufacturing concept. In order to evaluate and identify of waste production, value stream mapping is mapped based on the lean manufacturing concept. The next steps, to find a solution for reducing / minimizing the wastes are prioritize based on set of criteria that are weighted based on group decision making model. Alternative proposed solution for reducing the wastes are evaluated based criteria and model developed. The study show that activities in this project consist of 55% value adding activity, and 35% activity is necessary but non value adding, and the rest of 12% is non value adding activity. The Pareto's law is utilized to identify 23.8% of waste that are most critical cause of defect in production for 80%. A group decision making model developed by fuzzy preference relation is proposed to evaluate the alternatives improvement for increasing efficiency, in this case can be conclude that the alternatives improvement are new operational standard and building strategy.

Key words: lean manufacturing, value stream mapping, group decision making, fuzzy preference relation.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala berkah dan rahmat yang telah diberikan, sehingga dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “**MODEL *GROUP DECISION MAKING* DAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PROSES PRODUKSI KAPAL KCR – 60 METER DI PT. PAL DIVISI KAPRANG**”.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dan memberi semangat dalam menyelesaikan penulisan laporan ini, antara lain :

1. Ayahanda H. Abdul Jalil dan Ibunda Hj.Siti Khodijah serta kakak-kakak dan keponakan-keponakan atas pengertian, kasih sayang dan doa yang selalu menyertai.
2. Suamiku Tercinta Septya Agung Purnama yang selalu memberikan semangat, doa, dukungan, pengertian dan kasih sayang. Anakku Syafea Meliana Mariska yang menjadi motivasi besar dalam penyelesaian Tesis ini dan mampu memberikan kebahagiaan tak ternilai. I Love Both of You
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M. Eng. Sc selaku dosen pembimbing Tesis atas bimbingan dan kesabaran beliau serta pengertiannya kepada penulis dalam penggarapan Tesis ini.
4. Ibu Maria Anityasari, ST., ME, Ph.D dan Ibu Putu Dana Karningsih, ST., M.Eng.Sc., Ph.D selaku dosen penguji atas saran dan masukan untuk kesempurnaan Tesis ini.
5. Prof. Nyoman Pujawan MS.,Ph.d, selaku Ketua Jurusan Program Pascasarjana Teknik Industri ITS.
6. Bapak Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., Ph.D. selaku dosen wali, yang memberikan banyak kesempatan agar studi cepat terselesaikan.
7. Seluruh Dosen dan Karyawan pada Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya atas segala kemudahannya.

8. Rekan – rekan Angkatan 2012 – 2014 yang senantiasa terus memberi dorongan dan semangat ditengah kejenuhan menghadapi kuliah dan dilema Tesis ini.
9. Bapak Bambang di Departemen *PPIC* dan Pak Mugiarto di Departemen *Hull Construction* PT. PAL Indonesia (Persero) Divisi Kaprang selaku pembimbing Tesis atas kebaikan dan bantuannya dalam rangka penelitian dan mendapatkan data Tesis.
10. Sahabat – sahabat terbaik dari TK,SD,SMP, dan SMU terima kasih atas doanya.
11. Beberapa orang terdekat yang penulis sayangi, terima kasih atas segala dukungan dan doanya.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah banyak memberikan dukungan dan doa kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tesis ini masih sangat jauh dari sempurna, segala saran dan masukan yang membangun akan penulis terima dengan lapang dada dan penulis meminta maaf sebesar-besarnya atas kesalahan di dalamnya. Semoga Tesis ini bermanfaat bagi masyarakat secara umum dan khususnya bagi dunia industri.

Surabaya, Juli 2015

Penulis,

Nur Muflihah

2512201007

## DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan Penelitian .....	8
1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian .....	8
1.5 Manfaat Penelitian .....	8
1.6 Sistematika Penulisan .....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	11
2.1 Konsep <i>Lean</i> .....	11
2.2 Definisi <i>lean manufacturing</i> .....	12
2.3 Tipe Aktivitas .....	15
2.4 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) .....	16
2.5 <i>Value Stream Mapping Tools</i> (VALSAT) .....	20
2.6 <i>Big Picture Mapping</i> .....	23
2.7 <i>Multi Criteria Group Decision Making</i> (MCGDM) .....	24
2.8 <i>Fuzzy Preference Relation</i> (FPR) .....	27
2.9 <i>Review Penelitian Terdahulu</i> .....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	35
3.1 Tahap Pengumpulan Data .....	35
3.2 Tahapan Pengolahan Data .....	37
3.3 Tahapan Analisa dan Interpretasi Data .....	38
3.4 Tahapan Pengambilan Kesimpulan dan Saran .....	38
BAB IV PENGOLAHAN DAN INTERPRETASI DATA .....	39
4.1 Profil Perusahaan .....	39
4.2 Struktur Organisasi dan Kegiatan Produksi PT. PAL .....	40
4.2.1 <i>General Affairs</i> atau Direktorat Umum .....	40
4.2.1.1 Divisi Pembinaan Organisasi dan SDM .....	41
4.2.1.2 Sekertaris Perusahaan .....	41
4.2.2 Divisi Pemeliharaan dan Perbaikan .....	41
4.2.3 Divisi Pemasaran dan Penjualan .....	42
4.2.4 Divisi Pengadaan dan Pergudangan .....	42
4.2.5 <i>Shipbuilding</i> atau Direktorat Kapal Baru .....	43
4.2.5.1 Divisi Kapal Niaga .....	43
4.2.5.2 Divisi Kapal Perang .....	43
4.3 Struktur Organisasi Divisi Kapal Perang .....	44

4.3.1 Departemen PPC .....	44
4.3.2 Departemen <i>Machinery Outfitting</i> dan <i>Hull Outfitting</i> .....	45
4.3.3 Departemen Konstruksi Kapal .....	47
4.3.4 Departemen <i>Electric Outfitting</i> dan <i>Interior</i> .....	48
4.3.5 Departemen Dukungan Produksi.....	49
4.4 Metode Pembangunan Kapal Perang .....	51
4.5 Urutan Proses Produksi Kapal Perang Tipe KCR 60 Meter .....	52
4.6 Identifikasi Proses Produksi Kapal PT. PAL (Persero) .....	57
4.6.1 Proses <i>Sand Blasting</i> .....	59
4.6.2 Proses Fabrikasi.....	59
4.6.3 Proses <i>Sub Assembly</i> .....	60
4.6.4 Proses <i>Assembly</i> .....	60
4.6.5 Proses <i>Erection</i> .....	61
4.7 Identifikasi <i>Waste</i> yang Paling Berpengaruh .....	64
4.8 <i>Quality Filter Mapping</i> (QFM).....	66
4.9 Identifikasi <i>Waste Defect</i> Menggunakan <i>Group Decision Making</i> ....	67
4.10 <i>Root Cause Analysis (RCA)</i> .....	72
<b>BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA .....</b>	<b>75</b>
5.1 Analisa Hasil Pembuatan <i>Current State Value Stream Mapping</i> .....	75
5.2 Analisa Aktivitas – Aktivitas Proses Produksi .....	77
5.3 Analisis Hasil <i>Waste Workshop</i> Produksi Kapal KCR 60 meter .....	77
5.4 Analisis Pembuatan <i>Quality Filter Mapping</i> (QFM).....	78
5.5 Analisis Pemilihan Alternatif <i>Group Decision Making</i> .....	78
5.6 Analisis Bobot Penilaian <i>Expert</i> .....	79
5.7 Alternatif Perbaikan .....	80
5.8 Rekomendasi Skenario Perbaikan.....	81
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>85</b>
6.1 Kesimpulan .....	85
6.2 Saran.....	86
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>87</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>BIOGRAFI PENULIS</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Daftar Negara Pembangun Kapal Dunia.....	2
Tabel 1.2	Persentase Progres Bulanan pada Proyek Kapal KCR 60 Meter .....	4
Tabel 2.1	Korelasi VALSAT dan <i>Seven Waste</i> .....	23
Tabel 2.2	Penelitian Terdahulu .....	34
Tabel 4.1	Identifikasi Aktivitas pada Proses <i>Sandblasting</i> .....	61
Tabel 4.2	Identifikasi Aktivitas pada Proses Fabrikasi.....	62
Tabel 4.3	Identifikasi Aktivitas pada Proses <i>Sub Assembly</i> .....	63
Tabel 4.4	Identifikasi Aktivitas pada Proses <i>Assembly</i> .....	63
Tabel 4.5	Identifikasi Aktivitas pada Proses <i>Erection</i> .....	64
Tabel 4.6	Rekapan Kuisisioner <i>Waste Workshop</i> .....	65
Tabel 4.7	Matrik <i>Pairwise Comparison</i> DM-1 .....	69
Tabel 4.8	Matrik <i>Pairwise Comparison</i> DM-2.....	69
Tabel 4.9	Matrik <i>Pairwise Comparison</i> DM-3.....	69
Tabel 4.10	Matrik <i>Pairwise Comparison</i> DM-4.....	69
Tabel 4.11	<i>Discrimination, Inconsistency, CWS Index</i> dan Peringkat <i>Expert</i> .....	70
Tabel 4.12	Hasil dan Analisa Bobot Penilaian <i>Expertise</i> .....	70
Tabel 4.13	Penentuan Rangking Masing-Masing Alternatif .....	71
Tabel 4.14	Penilaian <i>Expertise</i> Terhadap Alternatif.....	71
Tabel 4.15	Bobot Alternatif Kriteria <i>Defect / Error</i> .....	72
Tabel 4.16	RCA pada Proses Produksi KCR 60 Meter .....	73
Tabel 5.1	Perbandingan SOP Lama dan SOP Baru .....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>VSM Process Symbols</i> .....	16
Gambar 2.2	<i>VSM Material Symbols</i> .....	17
Gambar 2.3	<i>VSM Information Symbols</i> .....	17
Gambar 2.4	<i>VSM General Symbols</i> .....	17
Gambar 2.5	<i>VSM Extended Symbols</i> .....	17
Gambar 2.6	<i>Value Stream Mapping Zone</i> .....	18
Gambar 2.7	Simbol-simbol <i>Big Picture Mapping</i> .....	24
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian .....	36
Gambar 3.2	Tahapan <i>Multi Criteria Group Decision Making</i> .....	37
Gambar 4.1	Struktur Organisasi PT. PAL Indonesia.....	40
Gambar 4.2	Struktur Organisasi Divisi Kapal Perang .....	51
Gambar 4.3	Block Division KCRS 60M.....	51
Gambar 4.4	Blok Diagram Urutan Proses Produksi .....	53
Gambar 4.5	<i>Erection Network</i> KCRS 60M.....	56
Gambar 4.6	<i>Current State Value Stream Mapping</i> .....	58
Gambar 4.7	Diagram <i>Pie Waste Workshop</i> .....	65
Gambar 4.8	Diagram Pareto <i>Waste Workshop</i> KCRS 60M.....	66
Gambar 4.9	<i>Input Score and Validation Waste</i> Kriteria <i>Defect</i> .....	68
Gambar 4.10	<i>Pairwise Comparison Waste</i> Kriteria <i>Defect</i> .....	68
Gambar 4.11	<i>Validation Pairwise Comparison Waste</i> Kriteria <i>Defect</i> .....	68
Gambar 5.1	<i>Future State Value Stream Mapping</i> .....	76
Gambar 5.2	Bobot Alternatif Terhadap Kriteria <i>Defect</i> .....	79
Gambar 5.2	Bobot Penilaian <i>Expertise</i> .....	80
Gambar 5.3	<i>Flow Diagram Integreted Building Strategy</i> .....	81
Gambar 5.4	Diagram <i>Fishbone</i> Keterlambatan Material .....	83

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang masalah yang menjadi dasar dalam penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup yang berisi batasan masalah dan asumsi yang digunakan dalam penelitian serta manfaat yang akan dicapai dalam penelitian.

### **1.1 Latar Belakang**

PT. PAL Indonesia merupakan salah satu Badan usaha milik negara (BUMN) yang bergerak di bidang galangan kapal. Perusahaan ini disamping tugas utamanya membangun kapal baru juga ikut serta membangun dan memajukan teknologi dan industri kemaritiman yang ada di Indonesia. PT. PAL sebagai salah satu perusahaan pembuat kapal di Indonesia dimana konsumen yang dilayani tidak hanya bersifat lokal tetapi juga internasional sehingga kompetitor yang harus dihadapi PT. PAL tidak hanya industri sejenis yang berada di Indonesia melainkan juga perusahaan pembuat kapal lain yang tersebar di seluruh dunia. Kapal-kapal produksi PT. PAL Indonesia (Persero) telah melayari perairan di seluruh dunia. Sebagai galangan kapal dengan pengalaman lebih dari dua dasawarsa, PT. PAL Indonesia (Persero) memiliki beragam produk-produk berkualitas.

Di era globalisasi ini dunia perindustrian dituntut harus semakin kompetitif, untuk dapat bersaing dengan perusahaan lain, salah satunya adalah dengan meningkatkan kualitas pelayanan terhadap konsumen, hal ini dapat dicapai yaitu dengan memberikan kualitas produksi yang sesuai dengan keinginan konsumen serta penyerahan produk tepat pada waktunya. Faktor ini juga berlaku untuk industri galangan kapal nasional agar mampu bersaing dan bertahan di industri ini. Berdasarkan *jurnal world shipbuilding statistics*, Edisi Juni 2007 (Fairplay.Ltd) menempatkan Indonesia sebagai salah satu negara pembangun kapal dari 22 negara jajaran dunia (seperti yang ditunjukkan di Tabel 1.1). Walau masih dalam urutan ke 21 dari 22 negara, tercatat bahwa prestasi ini dapat

dijadikan momentum untuk terus memperkuat industri galangan kapal nasional yang hampir mati suri. Sementara itu PT. PAL merupakan salah satu galangan kapal nasional yang masih aktif dan mampu membuat kapal dengan ukuran sampai 50.000 DWT. Industri galangan kapal nasional perlu lebih reaktif di dalam memenuhi kebutuhan penyediaan pangsa bangunan kapal baru hingga periode 2020 sesuai dengan target pencapaian asas *cabotage* dalam negeri. Salah satu faktor krusial yang segera harus ditangani adalah kebutuhan pengembangan fasilitas bangunan baru yang saat ini masih relatif terbatas.

Tabel 1.1 Daftar Negara Pembangun Kapal Dunia

No	Negara	Kuantitas Pemesanan		Penyerahan	
		Volume	Jumlah	Volume	Jumlah
		Juta (GT)	(Unit)	(Juta GT)	(Unit)
1	Korea Selatan	98.436	1.82	4.772	104
2	Cina	72.055	2.445	2.47	149
3	Jepang	61.845	1.406	4.039	128
4	Filipina	4.378	106	0.065	2
5	Jerman	4.22	196	0.346	17
6	Rumania	2.648	129	0.093	11
7	Vietnam	2.622	156	0.007	8
8	Taiwan	2.529	60	0.121	2
9	Italia	2.36	117	0.155	6
10	Polandia	2.231	120	0.204	11
11	Turki	2.177	319	0.125	25
12	Kroasia	1.986	65	0.179	8
13	Denmark	1.262	18	0.171	1
14	India	1.175	184	0.045	5
15	Spanyol	0.934	158	0.044	15
16	Finlandia	0.921	11	0.191	2
17	Belanda	0.841	282	0.047	26
18	Perancis	0.751	13	0.093	3
19	Rusia	0.741	89	0.064	10
20	Amerika Serikat	0.668	138	0.049	10
21	Indonesia	0.586	126	0.036	8
22	Ukraina	0.466	56	0.017	4

Sumber: *Llyod Register-Fairplay*, 2007

Waktu tunggu pembangunan kapal (*time to build*) di galangan kapal utama Indonesia rata-rata sudah mencapai angka 5 bulan. Hal ini dibuktikan dengan fakta empiris masih rendahnya pemanfaatan galangan kapal nasional oleh pemilik kapal nasional yaitu hanya 14%. Mereka justru lebih memilih melaksanakan pembangunan kapal-kapal barunya di sejumlah galangan kapal luar negeri. Sekitar 86% pekerjaan galangan kapal nasional saat ini justru merupakan pesanan luar negeri seperti Hongkong, Denmark, Jerman, Italia, Turki, Singapura, Afrika Selatan dan Panama.

PT. PAL merupakan Perusahaan yang bersifat *job order* dimana proses produksi pembuatan kapal dilakukan berdasarkan pesanan dari *owner*, sehingga kegiatan pokok perencanaan dan pengendalian produksi diatur sedemikian rupa sehingga nantinya proyek yang direncanakan dapat berjalan secara efektif dan efisien, sehingga memenuhi keinginan konsumen. Dalam rangka memenuhi keinginan konsumen, perusahaan akan melakukan proses *value delivery*. Namun dalam pelaksanaannya, proses *value delivery* tidak selalu lancar dan sesuai dengan harapan. Hal tersebut merupakan *waste* yang harus dihindari perusahaan. Untuk itu perusahaan perlu untuk berpikir *lean* supaya perusahaan bisa memberikan *value* kepada konsumen dengan sumber daya yang optimal. Permasalahan yang sering terjadi pada PT. PAL adalah proses produksi yang kurang optimal sehingga mengganggu jalannya proses produksi kapal dan penyerahan kapal kepada *owner* tidak sesuai dengan *schedule* / kontrak. Dalam penelitian ini digunakan pendekatan *lean manufacturing* sebagai suatu sistem manufaktur yang memiliki fokus pada pengendalian kuantitas untuk mengurangi besarnya biaya dengan cara menghilangkan *waste*, memperhatikan aspek kualitas produk, terintegrasi, berkesinambungan, serta dilakukan dengan konsisten sebagai budaya perusahaan (Womack, 2006).

Strategi *lean manufacturing* dapat memberikan kemampuan perusahaan untuk mengurangi biaya dan meningkatkan kualitas, serta memungkinkan perusahaan lebih responsif terhadap permintaan konsumen. Tujuan dari *lean manufacturing* adalah untuk mengurangi tujuh kategori *waste* (Shino, 2000). Melihat keunggulan yang dimiliki oleh PT. PAL Indonesia, penulis berharap bisa mengetahui proses produksi dan dapat mengambil suatu kasus risiko operasional

yang ada di area produksi sebagai penyusunan tesis kaitannya untuk mengurangi *waste* dan perbaikan dalam rangka *improvement*. Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi *waste* yang terjadi pada proses produksi di PT. PAL (Divisi Kaprang) melalui pendekatan *lean manufacturing* dengan metode *value stream mapping* untuk memetakan aliran nilai secara mendetail dengan cara meminimasi *waste*, kemudian dilakukan pemilihan dari atribut sehingga dapat memberikan alternatif perbaikan dengan metode *group decision making*.

Proses pembangunan kapal terdapat beberapa tahapan yaitu *sandblasting*, fabrikasi, *sub assembly*, *assembly*, *erection* dan *outfitting*. Penelitian ini akan fokus untuk mengidentifikasi *waste* pada bengkel fabrikasi dan *sub assembly*. Kedua bengkel ini dipilih karena inti dalam proses pembangunan kapal adalah proses pembangunan dan perakitan plat-plat baja menjadi satu bentuk kapal yang utuh dan proses ini dimulai dari bengkel fabrikasi kemudian *sub assembly*. Berdasarkan *research report on shipbuilding Japan*, dalam chen et al (1992) diketahui bahwa proses konstruksi lambung kapal adalah 48,5% dari proses pembangunan kapal. Tipe kapal yang akan diteliti adalah tipe kapal KCR 60 meter yang merupakan produk unggulan pada divisi kapal perang. Pada proses pengerjaan proyek bulanan terdapat progres yang lebih rendah dari target. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.2 yang menunjukkan persentase progres bulanan pada proyek kapal tipe KCR 60 meter.

Tabel 1.2 Persentase Progres Bulanan pada Proyek Kapal KCR 60 Meter

	Sep-13	Oct-13	Nov-13	Des-13	Jan-14	Feb-14	Mar-14	Apr-14
<b>Plan</b>	0	2.5	3.5	7.5	12.3	47.4	60.75	78.5
<b>Realisasi</b>	0	0	0	4.2	8.3	23.6	40.5	33.8
	May-14	Jun-14	Jul-14	Aug-14	Sep-14	Oct-14	Nov-14	Des-14
<b>Plan</b>	55.65	84.5	90.75	95.65	99.2	100	100	100
<b>Realisasi</b>	31.23	57.8	44.5	69.8	70.2	75.4	81.38	89.67

Sumber: PT. PAL, 2014

Berdasarkan Tabel 1.2 progres tersebut, dapat dilihat *range* perbedaan yang menunjukkan adanya indikasi *waste* dalam proses produksi. Adanya *waste* ataupun aktifitas *non value added* mengandung unsur ketidakpastian yang dapat ditimbulkan dari material, proses produksi, kelalaian operator, *packaging*, bagian distribusi, dan hal lainnya (Imamah, 2013).

Dalam upaya untuk melakukan efisiensi, salah satu pendekatan yang dilakukan adalah dengan menerapkan konsep *lean* pada perusahaan. Menurut Womack dan Jones (2003), *lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) dalam desain, produksi (untuk bidang manufaktur) atau operasi (untuk bidang jasa) dan *supply chain management* yang berkaitan langsung dengan pelanggan. Proses efisiensi yang dilakukan hendaknya sesuai dengan kemampuan dan sumber daya yang ada di perusahaan, karena itu diperlukan pendekatan yang relatif sederhana dan terstruktur dengan baik agar mudah dipahami yaitu pendekatan *lean manufacturing*. Teknik tersebut dapat menolong perusahaan agar bisa lebih kompetitif, terutama dalam hal pengurangan *waste*. *Lean manufacturing* didefinisikan sebagai model yang dapat mengurangi *waste* dalam segala bentuk/kondisi dengan memaksimalkan aktivitas yang bernilai tambah (*value added*) (Forrester, 1995). Sedangkan menurut Meyers dan Stewart (2002), *lean* berarti usaha oleh seluruh elemen perusahaan untuk bersama-sama mengeliminasi *waste* dan merupakan salah satu *tools* yang dapat digunakan untuk mencapai kompetitif perusahaan.

Dalam beberapa tahun terakhir ini, konsep *lean* sudah banyak mendapatkan respon yang positif dari berbagai jenis usaha, dimana tidak hanya usaha yang bergerak di bidang manufaktur saja tetapi juga jasa dan lainnya. Hal tersebut membuktikan bahwa *lean* masih relevan untuk diterapkan sampai saat ini (Hardiningtyas, 2009). Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa *lean manufacturing* dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas serta *responsiveness* perusahaan menjadi tinggi (Bret et al., 2003).

*Lean manufacturing* juga mampu meningkatkan produktivitas pada PT. Ekamas Fortuna dimana dengan konsep ini mampu menurunkan *lead time* dengan cara mengurangi waktu tunggu dari kedatangan bahan baku sampai proses (Fanani

dan Singgih, 2011). Konsep ini juga diterapkan di *Ford motor company* dan *General motors* sesuai penelitian Bayou dan Korvin (2008), dimana *fuzzy-logic methodology* digunakan untuk mengukur kerampingan (*measure of leanness*) sistem produksi dari kedua perusahaan tersebut.

Salah satu *tools* yang sangat penting dalam penerapan *lean manufacturing* adalah *value Stream Mapping* (VSM). VSM adalah salah satu alat yang digunakan untuk memetakan aliran nilai (*value stream*) secara mendetail, mengidentifikasi terjadinya pemborosan serta memberikan cara yang tepat untuk menghilangkan atau menguranginya. VSM memberikan gambaran yang nyata dan kekuatan teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas tambahan yang tidak bernilai (*non value added activities*) dalam perusahaan (Andarnis, 2011). Berbagai macam informasi secara unik ditampilkan dalam *current state map*, seperti aliran informasi yang menggunakan kertas atau elektronik, *cycle times*, *changeover times*, jumlah persediaan, *machine uptime*, dan jumlah pekerja, tetapi semua hal itu sering sekali terabaikan (Mark, 2008).

Dengan pendekatan *lean*, aliran informasi dan material dari perusahaan digambarkan dengan VSM. Sehingga dengan gambaran tersebut dapat diketahui *waste* yang ada (Kurniawan, 2008). Tujuan utama VSM adalah untuk mengerti dan mendokumentasikan (semua proses) keadaan saat ini dengan semua isu/atau persoalan didalamnya dan kemudian menghasilkan sebuah *proposed state map* yang mendorong terjadinya *improvement* dalam proses itu sendiri (Mark, 2008).

VSM yang merupakan representasi dari *value stream* dengan menggunakan simbol dan angka adalah kunci untuk mengerti keseluruhan transformasi dari bahan mentah (*raw material*) menjadi barang jadi. Semua *value* yang dihasilkan oleh suatu organisasi/perusahaan pada akhirnya adalah suatu hasil dari proses-proses yang kompleks, tindakan yang berkelanjutan dimana para pakar *lean* menyebutnya suatu *value stream*. Pada kenyataannya pelanggan hanya tertarik atau berkepentingan terhadap *value* yang diberikan kepada mereka, bukan pada keseluruhan upaya dari suatu organisasi/perusahaan dalam membuat suatu produk (Womack, 2006).

Dikarenakan terdapat beberapa kriteria *waste* yang berpengaruh terhadap proses produksi, maka harus didefinisikan bobot dari masing-masing kriteria

tersebut berdasarkan kepentingan dan kebutuhan tujuan dari permasalahan tersebut dengan batasan-batasan yang ada, lalu dilakukan pemilihan alternatif perbaikan berdasarkan prioritas yang ditentukan dengan pendekatan *group decision making*.

Banyak penelitian telah dilakukan pada pengembangan pendekatan untuk memecahkan masalah *group decision making* (Liu dan Hai, 2005; Muralidharan et al, 2002; Sreekumar dan Mahapatra, 2009), Pendekatan ini dapat diklasifikasikan ke dalam (a) pendekatan berbasis mayoritas, (b) pendekatan berbasis peringkat, dan (c) pendekatan berbasis konsensus. Pendekatan berbasis mayoritas berfokus pada proses pemungutan suara di mana keputusan didasarkan pada pendapat mayoritas dari para pengambil keputusan. Pendekatan ini sangat populer karena kesederhanaan dalam konsep dan kemudahan untuk mendapatkan tanggapan dari para pengambil keputusan (Herrera et al, 2005). Hal ini, bagaimanapun sering dikritik karena memakan waktu proses pemungutan suara dan ketidakcukupan dalam pemodelan *subjectiveness* dan ketidaktepatan dari proses pengambilan keputusan.

PT. PAL sebagai perusahaan galangan kapal juga menerapkan metode pengambilan keputusan berdasarkan keputusan kelompok, maka pada penelitian ini akan dikenalkan metode *group decision making*, dalam Herowati (2013) mengenalkan konsep penentuan bobot alternatif berdasarkan keputusan kelompok dengan mempertimbangkan penilaian seorang *expert*, dilihat dari konsistensi dan cara membedakan masing-masing alternatif untuk mengetahui besarnya pengaruh *waste* pada proses produksi terutama di bengkel fabrikasi dan *sub assembly*.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka yang menjadi pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah “ Mengevaluasi dan menganalisa penyebab *waste* dan aktivitas produksi PT. PAL terutama di Divisi Kaprang untuk tipe kapal KCR 60 meter dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dan metode *group decision making*.”

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada rantai produksi dengan menggunakan *value stream mapping* (VSM) dan melakukan perbaikan pada rantai produksi dengan mengurangi *waste* berdasarkan pendekatan *lean manufacturing*.
2. Mengetahui aktivitas perusahaan secara keseluruhan berupa aliran informasi, aliran fisik, waktu proses dan alat yang digunakan untuk tiap proses dengan menggunakan *big picture mapping*.
3. Mengetahui aktivitas-aktivitas kunci (*value added, non value added, dan necessary but not value added*) yang berpengaruh terhadap sistem di perusahaan.
4. Memberikan pemilihan alternatif perbaikan dengan meminimasi *waste* yang prioritasnya ditentukan dengan pendekatan *group decision making*.

### **1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian**

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian dilakukan pada proses produksi PT. PAL di Divisi Kaprang pada bengkel fabrikasi dan *sub assembly* untuk tipe kapal KCR 60 meter.

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Proses produksi berjalan normal selama penelitian.
2. Tidak terjadi perubahan kebijakan perusahaan secara signifikan selama dilakukannya penelitian ini.
3. Tidak ada perubahan struktur dan proses bisnis di dalam perusahaan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat-manfaat dari pelaksanaan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui *waste* yang selama ini tidak terdeteksi, dan meminimasi *waste* sehingga dapat memberikan alternatif perbaikan dan peningkatan produktivitas yang berkesinambungan.

2. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai wacana untuk penelitian selanjutnya dan menambah wawasan tentang bidang keilmuan metode *group decision making* untuk mengidentifikasi *waste* secara keseluruhan dalam sistem produksi dan memberikan pemilihan alternatif perbaikan berdasarkan keputusan kelompok.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan penelitian ini terdiri dari beberapa bab. Setiap bab pada penelitian ini akan ditulis secara sistematis dan berkesinambungan sesuai dengan urutan kegiatan yang dilakukan peneliti dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan.

Berikut sistematika penulisan yang digunakan peneliti dalam laporan penelitian ini.

### 1) Bab I Pendahuluan

Pada bab ini dibahas latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah dari penelitian, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat dari penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan dari penelitian.

### 2) Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini dibahas metode-metode yang digunakan dalam penelitian dan teori-teori yang mendukung penelitian.

### 3) Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini dipaparkan metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini. Bab ini juga menggambarkan alur kegiatan dan kerangka berpikir peneliti, sehingga penelitian dapat dikerjakan secara sistematis dan berkesinambungan.

### 4) Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab ini terdapat hasil dari pengumpulan data dan informasi mulai dari deskripsi umum perusahaan, bagaimana memperoleh data dan mengolahnya untuk menyelesaikan permasalahan utama yang ada pada perusahaan. Bab Pengumpulan dan Pengolahan Data ini terdiri dari tahap *define* dan *measure*.

5) Bab V Analisa dan Interpretasi Data

Pada bab ini dipaparkan hasil yang telah diperoleh pada Bab IV. Memaparkan *waste* serta analisis dan evaluasi mengenai risiko yang telah teridentifikasi, kemudian mengajukan usulan perbaikan untuk mengurangi *waste* serta usulan penanganan risiko yang teridentifikasi. Bab ini terdiri dari tahap *analyze*, *improve* dan *control*.

6) Bab VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi kesimpulan yang menjawab semua tujuan dari penelitian ini, dan juga saran untuk perusahaan maupun untuk penelitian yang akan datang.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka berikut merupakan hasil akan uraian teori, temuan, dan bahan penelitian lain yang diperoleh dari acuan maupun referensi yang akan dijadikan landasan untuk melakukan kegiatan penelitian Tesis.

#### **2.1 Konsep *Lean***

Konsep *lean* adalah sekumpulan peralatan dan metode yang dirancang untuk mengeleminasi *waste* dan mengurangi biaya (William, 2006). *Lean* didefinisikan sebagai suatu upaya terus-menerus untuk meminimalisir maupun menghilangkan *waste* dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) aktivitas dan produk. *Waste* yang dimaksud disini adalah segala aktivitas atau proses kerja yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) dalam *value stream* dari transformasi input menjadi output. Tujuan *lean* adalah peningkatan terus-menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value-to-waste-ratio*).

Suprijotomo (2007) melakukan penelitian tentang konsep *lean* yang digunakan untuk mengestimasi usaha perbaikan pada produk *cement bulk tank* dengan tujuan mengurangi aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah sehingga *lead time* produksi dan biaya bisa dikurangi dengan menggunakan metode *value stream mapping tools* (VALSAT). Penelitian dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* juga dilakukan di PT. Barata Indonesia dengan menggunakan metode *objective matrix* (OMAX) dengan berdasarkan dari beberapa kriteria produktifitas parsial. Dimana pengukuran dengan metode ini menunjukkan indeks produktifitas bulanan masing-masing kriteria mengalami penurunan (Febriyani, 2010).

Terdapat lima prinsip dasar *lean*, yaitu (Hines dan Taylor, 2000):

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang/jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk (barang/jasa) berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif pada pelayanan yang tepat waktu.

2. Mengidentifikasi *value stream mapping* (pemetaan pada *value stream*) untuk setiap produk/jasa.
3. Menghilangkan *waste* yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream*.
4. Mengorganisasikan agar material, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Mencari terus-menerus berbagai teknik dan alat-alat peningkatan untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus-menerus.

## 2.2 Definisi *Lean Manufacturing*

*Lean manufacturing* didefinisikan sebagai suatu sistem manufaktur yang memiliki fokus pada pengendalian kuantitas untuk mengurangi besarnya biaya dengan cara menghilangkan *waste*, memperhatikan aspek kualitas produk, terintegrasi, berkesinambungan, serta dilakukan dengan konsisten sebagai budaya perusahaan (Liker, 2004). *Waste* sendiri adalah hasil dari penggunaan berlebihan sumber daya yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk atau jasa. *Waste* juga bisa didefinisikan sebagai waktu *idle* dimana tidak ada nilai tambah pada produk/jasa.

Sedangkan menurut Gasperz (2006) *lean manufacturing* didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistematis dan sistemik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan atau meminimalisasikan *waste* atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal dengan cara mengalirkan produk dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari konsumen internal maupun eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan berupa produk-produk berkualitas yang diproduksi dengan cara yang efisien untuk memperoleh biaya yang seminimum dan *lead time* yang pendek untuk sampai ke konsumen.

Strategi *lean manufacturing* dapat memberikan kemampuan perusahaan untuk berkompetisi dengan mengurangi biaya dan meningkatkan kualitas, serta memungkinkan perusahaan lebih responsif terhadap permintaan konsumen.

Tujuan dari *lean manufacturing* adalah untuk mengurangi tujuh kategori *waste* (Shino, 2000) yang meliputi:

1. *Over production*

*Waste* yang terjadi akibat produksi dan stok yang melebihi dari yang dibutuhkan. Pada *waste* ini, bahan mentah dan sumber daya lain telah dipergunakan tetapi tidak ada permintaan yang harus dipenuhi. *Waste* kategori ini umumnya terjadi pada perusahaan yang mempunyai masalah dengan kualitas, sehingga akan memproduksi lebih untuk memastikan bahwa permintaan konsumen dapat terpenuhi.

2. *Waiting*

*Waiting* dan waktu *idle* termasuk *waste* karena hal tersebut tidak memberi nilai tambah kepada produk. Produk yang harus menunggu dalam proses produksi (bertambahnya waktu *lead time* produk) telah mengkonsumsi dan menambah biaya. *Work In Process* (WIP) merupakan penyebab utama dari *waste* ini. Produksi dalam jumlah *batch* dan menyimpannya sebagai WIP merupakan *waste* dan memperbesar waktu total proses. Selain itu, WIP juga bisa disebabkan oleh pergerakan produk yang harus terlalu sering sehingga terlihat lebih mudah untuk memindahkannya dalam jumlah besar. *Bottleneck* pada mesin juga akan menyebabkan *waste* kategori ini.

3. *Transportation*

*Waste* kategori ini meliputi pemindahan material yang terlalu sering dan penundaan pergerakan material. Penyebab utama dari *transport* yang berlebihan adalah *layout* pabrik. Produk dari suatu perusahaan tentunya berubah tetapi *layout* dari peralatan mungkin belum dioptimalkan sesuai kebutuhan.

4. *Inventory*

*Waste* yang terjadi akibat *inventory* tambahan, baik karena *delay* dari produk ataupun *overproduction*. Persediaan termasuk *waste* dalam proses produksi karena material yang tidak dibutuhkan harus disimpan. Banyak perusahaan akan memesan bahan baku dalam jumlah yang lebih besar daripada jumlah yang dibutuhkan, untuk mengantisipasi *waste* yang mungkin terjadi dalam proses produksi. Selain itu, memesan dalam jumlah besar seringkali dianggap akan lebih hemat.

### 5. *Motion*

Pergerakan merupakan *waste* karena perpindahan material atau orang tidak menambah nilai kepada produk. Pada orang, pegawai akan melakukan pergerakan lebih banyak dari yang seharusnya. Hal ini akan mengakibatkan kelelahan fisik terhadap pegawai dan pada material akan mengakibatkan bertambahnya waktu untuk proses produksi.

### 6. *Over Processing*

*Waste* kategori ini meliputi proses atau prosedur yang tidak perlu, pengerjaan pada produk tetapi tidak menambah nilai dari produk itu sendiri. Pengerjaan ulang (*rework*) merupakan penyebab terbesar dari terjadinya *over processing*.

### 7. *Defect*

*Waste* yang terjadi akibat adanya kesalahan sehingga mengakibatkan kerusakan pada benda kerja atau fisik produk yang cacat setelah melalui suatu proses atau juga *defect* yang tidak berhubungan pada bentuk fisik maupun fungsi produk secara langsung namun berhubungan erat dengan masalah kualitas produk dan kualitas pelayanan, sehingga produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi kualitas yang diharapkan bahkan bisa juga mengakibatkan pengiriman produk tidak sesuai jadwal.

Dalam sistem layanan internal, *waste* dikategorikan menjadi 7 (tujuh) kelompok (Maleyeff, 2006) yaitu:

#### 1. *Delays*

Yaitu waktu yang terbuang dalam antrian baik secara langsung atau menunggu informasi yang akan dikirimkan .

#### 2. *Reviews*

Yaitu aktivitas-aktivitas yang dilakukan untuk memeriksa pekerjaan yang telah selesai apakah masih ada kesalahan antara lain seperti mengkonformasi bahwa prosedur akuntansi telah sesuai dengan standar, memeriksa akurasi teknis analisis atau membuat presentasi untuk mendapat persetujuan manajemen sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

### 3. *Mistakes*

Yaitu kesalahan-kesalahan yang jika ditemukan dalam lingkup internal menyebabkan pekerjaan harus diulang dan jika ditemukan oleh konsumen menyebabkan hilangnya reputasi perusahaan.

### 4. *Duplication*

Yaitu aktivitas-aktivitas yang dilakukan lebih dari sekali, seperti ketika data yang sama dimasukkan ke formulir di dua lokasi yang berbeda dalam sistem yang sama.

### 5. *Movement*

Yaitu transportasi fisik dari informasi, personil atau peralatan yang tidak perlu.

### 6. *Processing inefficiencies*

Yaitu penggunaan sumber daya yang tidak efektif dalam melakukan tugas tertentu, seperti pembuatan laporan yang tidak memenuhi standar yang menyebabkan pengecekan ulang laporan yang dihasilkan.

### 7. *Resource inefficiencies*

Yaitu pengelolaan sumber daya manusia, peralatan, material dan modal yang kurang efisien, seperti membuat jadwal yang tidak sesuai dengan permintaan konsumen.

## 2.3 Tipe Aktivitas

Tipe aktivitas dalam organisasi adalah (Hines dan Taylor, 2000) :

- 1) *Value adding* (VA), aktivitas ini menurut konsumen mempunyai nilai tambah terhadap produk/jasa.
- 2) *Non-value adding* (NVA), aktivitas ini menurut konsumen tidak mempunyai nilai tambah terhadap produk/jasa. Aktivitas ini termasuk *waste* dan harus di eliminasi.
- 3) *Necessary but non-value adding* (NNVA), aktivitas ini menurut konsumen tidak mempunyai nilai tambah terhadap produk/jasa tetapi dibutuhkan, misalnya proses inspeksi.

Dalam perkembangannya aktivitas organisasi dibedakan menjadi 4 kategori dengan kategori aktifitas baru yaitu:

- 4) *Future Value Adding (FVA)*, aktivitas yang tidak berkaitan dengan produk secara langsung tetapi memberikan keuntungan bagi perusahaan di waktu tertentu, misalnya informasi produk lain yang disertakan pada produk yang dibeli konsumen (Hines et al, 2002).

## 2.4 Value Stream Mapping (VSM)

*Value stream mapping (VSM)* merupakan sebuah *tools* yang digunakan untuk melihat proses, melihat peluang pengurangan biaya, meningkatkan aliran produksi, penghematan waktu, pengurangan inventori dan peningkatan kinerja lingkungan. *Value stream mapping* digunakan untuk mengidentifikasi sumber utama dari waktu atau aktivitas yang dianggap *non value added*, berkurangnya *waste* di keadaan yang akan datang (Rother dan Shook, 1999). *Value stream mapping* juga sering disebut dengan *big picture mapping* merupakan *tools* yang digunakan untuk menggambarkan sistem yang ada secara keseluruhan dan *value stream* yang ada di dalamnya termasuk aliran material dan informasi.

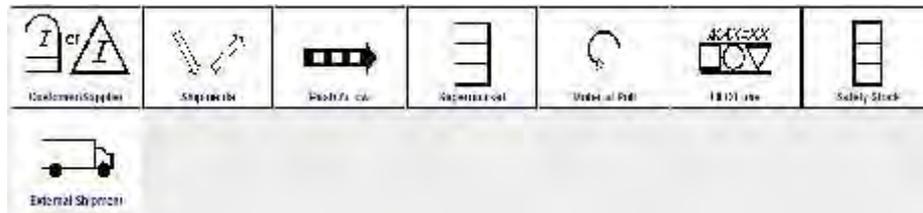
Menurut Rother dan Shook (1999), pokok tujuan dari VSM adalah mengidentifikasi semua *waste* pada aliran proses produksi dan berusaha untuk mengeliminasi *waste* tersebut. Dengan menggunakan VSM informasi tentang aliran informasi yang mencakup semua mulai dari *supplier*, proses produksi hingga ke konsumen dapat diperoleh. Adapun simbol-simbol yang digunakan untuk VSM seperti gambar dibawah ini:

### 1. VSM Process Symbols



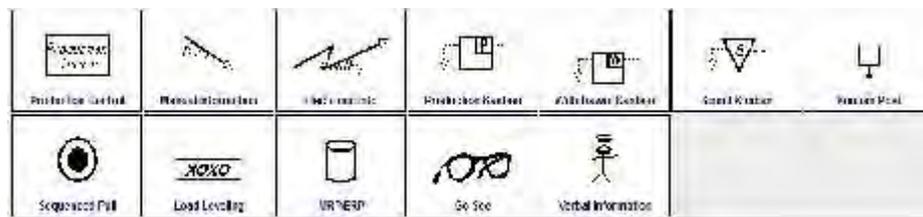
Gambar 2.1 VSM Process Symbols (Rother dan Shook, 1999)

2. *VSM Material Symbols*



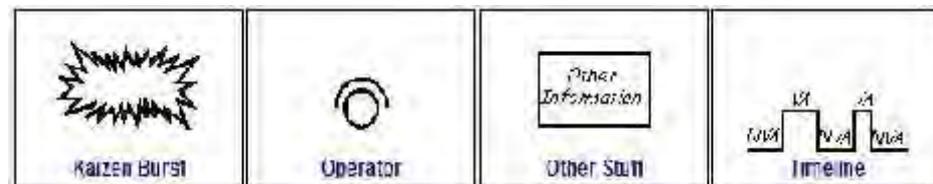
Gambar 2.2 *VSM Material Symbols* (Rother dan Shook, 1999)

3. *VSM Information Symbols*



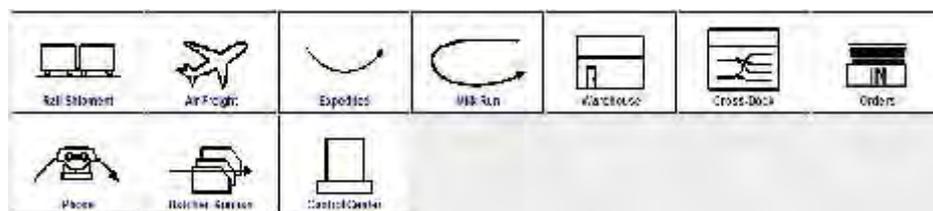
Gambar 2.3 *VSM Information Symbols* (Rother dan Shook, 1999)

4. *VSM General Symbols*



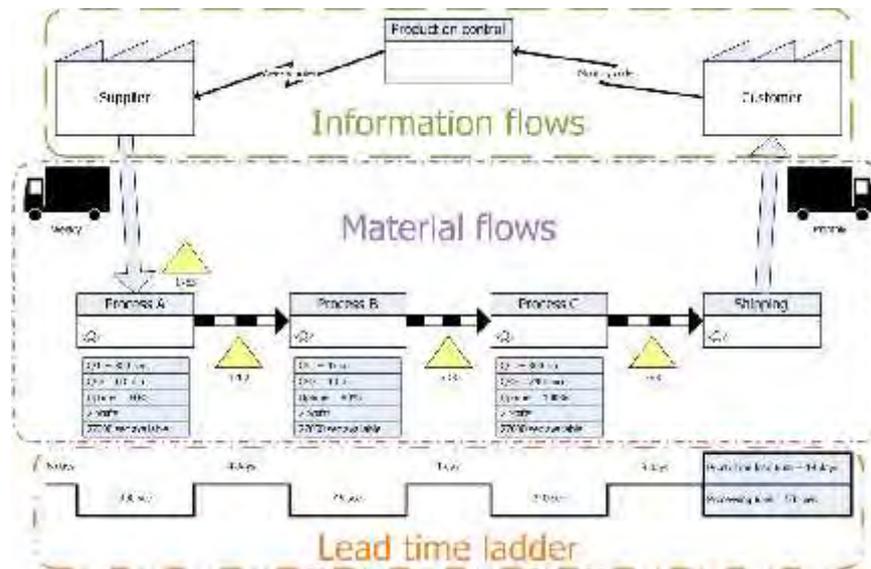
Gambar 2.4 *VSM General Symbols* (Rother dan Shook, 1999)

5. *VSM Extended Symbols*



Gambar 2.5 *VSM Extended Symbols* (Rother dan Shook, 1999)

## 6. Value Stream Map Zone



Gambar 2.6 Value Stream Mapping Zone (Rother dan Shook, 1999)

Dalam menerapkan konsep *lean*, ada poin-poin yang menjadi kunci yang harus diperhatikan dalam penerapan tersebut. Dibawah ini adalah *key principles* tersebut (Rother dan Shook, 1999):

### 1. Define (Value)

Menentukan apa yang tidak dapat dan dapat memberikan nilai bagi konsumen, hal ini dilihat dari sudut pandang konsumen (berupa *customer value*).

### 2. Identify/Mapping (Value Stream)

mengidentifikasi sekumpulan atau serangkaian aktivitas yang diperlukan untuk menghasilkan produk jadi (*value stream*), mulai dari mendesain produk (setelah memunculkan ide/konsep) hingga mendistribusikan produk jadi tersebut ke konsumen kemudian menerima pesanan dari konsumen, hal ini dilakukan untuk membantu menemukan *non-value added activity* yang menjadi *waste*.

### 3. Flow

Memahami seluruh proses yang terjadi di dalam *value stream*, lalu membuat *value-created flow* dengan membuat/menyusun aktivitas-aktivitas yang tergolong *value added* di dalam *value stream* tersebut

menjadi suatu *continuous flow* (serta mengabaikan yang termasuk *non-value added*).

#### 4. *Pull*

Mengetahui aktivitas-aktivitas/proses-proses penting mana saja yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang diinginkan konsumen (berdasarkan kebutuhan konsumen), melalui *pulling customer value*, untuk menghasilkan produk berdasarkan yang dibutuhkan konsumen.

#### 5. *Responsiveness*

Mempunyai kemampuan untuk merespon perubahan dengan cepat berdasarkan hasil *pulling customer value* yang diperoleh perusahaan.

#### 6. *Perfection*

Mengeliminasi atau mereduksi *waste* dengan menerapkan *continuous improvement*, sehingga dapat meningkatkan efisiensi, *cycle time*, biaya dan kualitas produksi untuk mencapai *ideal state* yang dikehendaki oleh perusahaan.

Selain itu, juga terdapat budaya kerja 5S yang diterapkan melalui *lean* (MacInnes, 2002):

- *Sort (Seiri/ringkas)* yaitu menyingkirkan barang-barang di sekitar yang tidak diperlukan.
- *Shine (seiso/resik)* yaitu mengatur dan melaksanakan prosedur *cleaning* secara rutin.
- *Set in order (seiton/rapi)* yaitu mengelompokkan dan menaruh barang sesuai atau pada tempatnya (memenuhi tempat penyimpanan barang).
- *Standardize (seiketsu/rawat)* yaitu menjaga dan mempertahankan aktivitas *sort*, *shine* dan *set in order* untuk dijalankan secara konsisten (menjadi suatu SOP).
- *Sustain (shitsuke/rajin)* yaitu menjadikan seluruh prinsip 5S sebagai kebiasaan dalam kehidupan sehari-hari.

Ada Lima fase yang dapat dilalui untuk menggambarkan sebuah *Value Stream Mapping* dari aktivitas (Hines dan Rich, 1997). Aktivitas tersebut antara lain :

1. Mengidentifikasi jenis dan jumlah produk yang diinginkan konsumen, waktu munculnya kebutuhan akan produk tersebut, kapasitas dan frekuensi pengirimannya, serta jumlah persediaan yang disimpan untuk keperluan konsumen.
2. Menggambarkan aliran informasi konsumen ke *supplier* yang berisi antara lain peramalan dan informasi pembatalan suplai oleh konsumen, orang atau departemen yang memberi informasi ke perusahaan, berapa lama informasi muncul sampai diproses, informasi apa yang disampaikan kepada *supplier* serta pesanan yang diisyaratkan.
3. Menggambarkan aliran fisik berupa material atau produk dalam perusahaan, waktu yang diperlukan, titik terjadinya *inventory* dan *inspection*, putaran *rework* waktu siklus tiap titik, berapa banyak produk yang diperiksa tiap titik, waktu penyelesaian tiap operasi, berapa jam per hari tiap stasiun kerja yang beroperasi, dimana *inventory* diadakan dan berapa banyak *bottleneck* yang terjadi.
4. Menghubungkan aliran informasi dan fisik dengan anak panah yang berisi informasi jadwal yang digunakan instruksi pengiriman, kapan dan dimana biasanya terjadi aliran fisik.
5. Melengkapi peta dan gambar aliran informasi dan fisik, dilakukan dengan menambahkan *project duration* dan *value adding time* di bawah gambar yang dibuat.

## **2.5 Value Stream Mapping Tools**

Terdapat 7 macam *detail mapping tools* yang biasa digunakan (Hines dan Rich, 1997), antara lain:

### **1. Process Activity Mapping**

Pada dasarnya *tool* ini digunakan untuk merekam seluruh aktivitas dari suatu proses dan berusaha untuk mengurangi aktivitas yang kurang penting, menyederhanakannya, sehingga dapat mengurangi *waste*. Dalam *tool* ini aktivitas

dikategorikan dalam beberapa kategori seperti: *operation, transport, inspection,* dan *storage/delay*.

## **2. Supply Chain Response Matrix**

*Tool* ini merupakan sebuah diagram sederhana yang berusaha menggambarkan *the critical lead-time constraint* untuk setiap bagian proses dalam *supply chain*, yaitu *cumulative lead-time* di dalam distribusi sebuah perusahaan baik *supplier* dan *downstream retailer*. Diagram ini terdapat dua *axis* dimana untuk *vertical axis* menggambarkan rata-rata jumlah *inventory* (hari) dalam setiap bagian *supply chain*. Sedangkan untuk *horizontal axis* menunjukkan *cumulative lead-timenya*.

## **3. Production Variety Funnel**

Pendekatan ini sama dengan metode analisa IVAT yang melihat operasi internal perusahaan sebagai aktivitas yang disesuaikan ke I, V, A atau T. Merupakan teknik pemetaan visual yang mencoba memetakan jumlah variasi produk tiap tahapan proses manufaktur. *Tools* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik dimana sebuah produk generis diproses menjadi beberapa produk yang spesifik. *Tool* ini dapat digunakan untuk membantu menentukan target perbaikan, pengurangan *inventory* dan membuat perubahan untuk proses dari produk.

## **4. Quality Filter Mapping**

*Quality filter mapping* merupakan *tool* untuk mengidentifikasi dimana terdapat masalah kualitas. Hasil dari pendekatan ini menunjukan dimana tiga tipe *defects terjadi*. Ketiga tipe *defects* tersebut adalah: *product defect* (cacat fisik produk yang lolos ke *customer*), *service defect* (permasalahan yang dirasakan *customer* berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan), dan *internal defect* (cacat masih berada dalam internal perusahaan, sehingga berhasil diseleksi dalam tahap inspeksi). Ketiga tipe *defects* tersebut digambarkan secara *latitudinally* sepanjang *supply chain*.

## **5. Demand Amplification Mapping**

Merupakan diagram yang menggambarkan bagaimana *demand* berubah-ubah sepanjang jalur *supply chain* dalam interval waktu tertentu. Informasi yang dihasilkan dari diagram ini merupakan dasar untuk mengatur fluktuasi dan

mengurangnya, membuat keputusan berkaitan dengan *value stream configuration*. Dalam diagram ini *Vertical axis* menggambarkan jumlah demand dan *horizontal axis* menggambarkan interval waktu, grafik didapatkan untuk setiap *chain* dari *supply chain configuration* yang ada.

#### **6. Decision Point Analysis**

Merupakan *tool* yang digunakan untuk menentukan titik dimana aktual permintaan dilakukan dengan sistem pull sebagai dasar untuk membuat *forecast* pada sistem *push* atau dengan kata lain titik batas dimana produk dibuat berdasarkan aktual permintaan dan setelah titik ini selanjutnya produk harus dibuat dengan melakukan *forecast*. Dengan *tool* ini dapat diukur kemampuan dari proses *upstream* dan *downstream* berdasarkan titik tersebut, sehingga dapat ditentukan filosofi *pull* atau *push* yang sesuai. Selain itu juga dapat digunakan sebagai skenario apabila titik tersebut digeser dalam sebuah *value stream mapping*.

#### **7. Physical Structure**

*Tool* ini digunakan untuk memahami kondisi dan fungsi-fungsi bagian-bagian dari *supply chain* untuk berbagai level industri. Dengan pemahaman tersebut dapat dimengerti kondisi industri tersebut, bagaimana beroperasi dan dapat memberikan perhatian pada level area yang kurang diperhatikan. Untuk level yang lebih kecil *tool* ini dapat menggambarkan *inbound supply chain* di lantai produksi.

Penggambaran keterkaitan ketujuh alat pemetaan aliran nilai dengan ketujuh jenis *waste* perlu dilakukan. Diharapkan alat pemetaan aliran nilai yang ada mampu memetakan minimal satu jenis *waste* dan *waste* yang ada diharapkan dapat dipetakan secara baik minimal satu alat pemetaan aliran nilai. Keterkaitan ketujuh alat pemetaan aliran nilai dengan ketujuh *waste* juga bisa digunakan untuk memilih *tools* yang paling terkait untuk memetakan *waste* yang ada. Pada Tabel 2.1 diperlihatkan keterkaitan ketujuh alat pemetaan aliran nilai dengan ketujuh *waste*. Keterkaitan ketujuh alat pemetaan aliran nilai dengan ketujuh jenis *waste* juga dapat digunakan untuk memilih *tools* yang tepat untuk memetakan *waste*, tabel yang menggambarkan keterkaitan tersebut disebut dengan Tabel *Value Stream Mapping Tools (VALSAT)*.

Tabel 2.1 Korelasi Antara VALSAT dan Tujuh Jenis Waste

<i>Waste/structure</i>	<i>Process activity mapping</i>	<i>Supply chain response matrix</i>	<i>Production variety funnel</i>	<i>Quality filter mapping</i>	<i>Demand amplification mapping</i>	<i>Decision point analysis</i>	<i>Physical structure</i>
Ketebalan produksi	<i>L</i>	<i>M</i>		<i>L</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	
Waktu tunggu	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>L</i>		<i>M</i>	<i>M</i>	
Transportasi yg berlebihan	<i>H</i>						<i>L</i>
Proses yang tidak tepat	<i>H</i>		<i>M</i>	<i>L</i>		<i>L</i>	
Persediaan yang tidak penting	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>		<i>H</i>	<i>M</i>	<i>L</i>
Gerakan yang tidak berguna	<i>H</i>	<i>L</i>					
Cacat	<i>L</i>			<i>H</i>			

Catatan:  
*H* : High correlation and usefulness : 9  
*M* : Medium correlation and usefulness : 3  
*L* : Low correlation and usefulness : 1

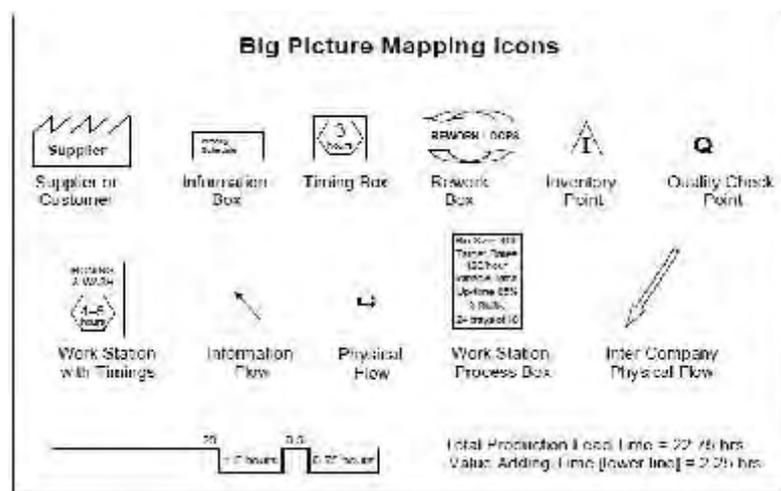
Sumber: Hines dan Rich, 1997

## 2.6 Big Picture Mapping

*Big picture mapping* digunakan untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan beserta *value stream* yang terdapat pada perusahaan. *Big picture mapping* diperlukan sebagai tahap awal sebelum memulai *detailed mapping* terhadap beberapa *core process* perusahaan untuk memberikan pemahaman mengenai sistem pemenuhan order secara keseluruhan beserta aliran nilai (aliran informasi dan fisik), mengetahui dimana terjadinya *waste*, serta *lead time* yang dibutuhkan pada tiap proses yang berada di sistem tersebut. Waktu standar untuk tiap proses produksi komponen produk diperlukan sebagai dasar untuk melakukan identifikasi awal *waste* dilihat dari penyimpangan *lead time* yang berlebih. Selain itu *tool* ini berfungsi untuk mengidentifikasi dimana terdapat *waste*, serta mengetahui keterkaitan antara aliran informasi dan aliran material (Hines dan Taylor, 2000). Pemahaman kondisi perusahaan digambarkan dalam *big picture mapping* untuk mempermudah mengetahui dan melihat aliran proses secara sistematis dan memperjelas seluruh aktivitas produksi (Fanani dan Singgih, 2011). Peta ini dibuat untuk suatu produk atau konsumen tertentu yang sudah diidentifikasi sebelumnya.

*Big picture mapping* sangat berguna untuk dilakukan sebelum membuat *detailed mapping* dari proses apapun. Manfaat dengan membuat *big picture mapping*:

- Membantu untuk menggambarkan aliran yang ada (material, informasi dan lainnya)
- Membantu menemukan lokasi terjadinya *waste*.
- Menyatukan penerapan dari kelima prinsip *lean*.



Gambar 2.7 Simbol-simbol *Big Picture Mapping* (Hines dan Taylor, 2000)

## 2.7 Multi Criteria Group Decision Making

*Multi criteria group decision making* (MCGDM) adalah suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu.

Teknik/metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif yang ada dalam suatu permasalahan/kasus berdasarkan beberapa kriteria tertentu. Elemen-elemen yang terdapat di dalam MCGDM (Chen dan Chao, 2012), yakni:

1. Alternatif: pilihan obyek yang berbeda-beda yang memiliki kesempatan/peluang yang sama untuk dipilih dalam proses pengambilan keputusan

2. Atribut/kriteria: karakteristik yang memberikan ciri pada masing-masing alternatif dan nantinya dijadikan sebagai dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan. Terkadang antara atribut/kriteria yang satu dengan yang lainnya dapat saling mempengaruhi dan berhubungan.
3. Bobot keputusan: penilaian yang menunjukkan tingkat kepentingan dari masing-masing kriteria maupun alternatif. Besar/kecilnya bobot akan sangat mempengaruhi proses pengambilan keputusan
4. Matriks keputusan: umumnya berupa matriks penilaian  $m \times n$  yang berisi elemen-elemen yang merepresentasikan penilaian/bobot alternatif terhadap kriteria, maupun kriteria terhadap kriteria
5. *Objective*: tujuan dari pelaksanaan proses pengambilan keputusan yang ditentukan dari paling awal, sebab akan sangat menentukan arah penentuan/penilaian bobot dan pemilihan alternatif berikutnya (contohnya, dalam suatu proyek yang mempunyai *objective* memaksimalkan profit, maka proses pemilihan *supplier* yang berjalan akan cenderung mengarah ke *supplier* yang mampu mendukung minimasi *cost*)

Secara umum, terdapat dua model di dalam MCDM (Chen dan Chao, 2012),

- *Multi Objective Decision Making* (MODM)

Metode ini pada intinya digunakan untuk merancang alternatif terbaik, biasanya digunakan untuk menyelesaikan *continuous problem*, di mana membutuhkan teknik pemrograman dan optimasi matematis yang kompleks (jika dipakai untuk menyelesaikan permasalahan dengan jumlah alternatif yang sangat banyak atau bahkan tak terhingga). Metode ini biasanya untuk menjawab pertanyaan apa (*what*) dan berapa banyak/jumlah (*how many*).

- *Multi Attribute Decision Making* (MADM)

Munculnya metode/pendekatan MADM awalnya didasarkan pada permasalahan yang mengandung implikasi dari kebiasaan manusia yang cenderung memilih suatu alternatif yang memiliki nilai kegunaan paling besar/tinggi, dipandang dari kriteria tertentu (Chen dan Chao, 2012), MADM dipakai untuk menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif yang ada (terbatas) berdasarkan sejumlah atribut/kriteria, dan untuk menyelesaikan *discrete problem*. MADM tidak membutuhkan penghitungan matematis yang rumit

MODM, sebab hanya melakukan proses pemilihan terhadap beberapa alternatif saja (jumlahnya sedikit/kecil).

MADM mengevaluasi sekumpulan  $m$  alternatif ( $A_i$ , dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ) terhadap sekumpulan  $n$  atribut/kriteria ( $C_j$ , dengan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ), di mana atribut/kriteria tersebut tidak saling bergantung. Hubungan antara kedua hal tadi dapat dirumuskan ke dalam matriks keputusan  $X_{ij}$  yang merepresentasikan hasil penilaian alternatif ke  $i$  terhadap atribut/kriteria ke  $j$  (bisa juga tingkat kepentingan antar atribut/kriteria), dengan fungsi tujuan  $W$ :  $W = [W_1, W_2, W_3, \dots, W_n]$  yang menunjukkan nilai bobot tiap alternatif berdasarkan tingkat kepentingan relatif dari tiap atribut/kriteria. Variabel nilai  $X$  dan  $W$  tersebut merupakan nilai utama yang menjadi pertimbangan dalam pengambilan keputusan. Metode MADM ini terbagi ke dalam dua bagian (Chen dan Chao, 2012), Melakukan agregasi terhadap keputusan-keputusan yang tanggap terhadap semua tujuan pada setiap alternatif

1. Melakukan *ranking* terhadap alternatif-alternatif keputusan berdasarkan hasil agregasi keputusan

Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu tentang pengambilan keputusan untuk masalah multi kriteria khususnya di bidang pemilihan *supplier*. Chen dan Huang (2007), melakukan penelitian pada Perusahaan komputer dengan tipe *build-to-order* (BTO). Belum ada penerapan pembobotan sehingga tidak diketahui alternatif mana yang terbaik. Peneliti memadukan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dengan *bi-negotiation agents' mechanism* untuk membantu memperoleh alternatif terbaik pada perusahaan komputer. Penelitian ini mampu mengakomodir kriteria kuantitatif dan kualitatif.

Model *group decision-making* memberikan gambaran model berbasis aturan dan mengambil keuntungan dari model baik rasional dan politik pembuatan keputusan kelompok. Dengan mengadapatasi properti optimasi dari model rasional, menunjukkan pendekatan yang berurutan untuk membuat keputusan kelompok demi mendapatkan solusi terbaik bagi keputusan kelompok. Dengan mempertimbangkan model politik, memungkinkan pengambil keputusan untuk memiliki penilaian yang konsisten dan akurat terhadap pendapat solusi alternatif.

Adapun tahap pengambilan dengan menggunakan *group decision making* adalah sebagai berikut:

- a) *Group leader* menentukan bobot untuk masing-masing anggota pengambil keputusan.
- b) Masing-masing pengambil keputusan mengusulkan bobot pada setiap kriteria.
- c) Masing-masing pengambil keputusan penilaian pada setiap kriteria.
- d) Melakukan agregasi untuk penilaian-kriteria.
- e) Memberikan preferensi alternatif berdasarkan kriteria penilaian.
- f) Agregasi faktor ketidakpastian.
- g) Menghasilkan solusi optimal dari alternatif.

Berdasarkan Weber (1991) dan Tas (2012) pemilihan kriteria dan sub kriteria *supplier* yang digunakan pada pemodelan kasus adalah sebagai berikut :

- a. Keuangan, sub kriteria : harga produk, biaya transportasi, pajak, analisis biaya.
- b. Kualitas produk, sub kriteria : penggunaan bahan kimia, standard pengemasan produk, standar kualitas.
- c. Regulasi produk, sub kriteria : ketepatan pengiriman, klaim garansi, tingkat retur produk.
- d. Teknis, sub kriteria : kemudahan teknologi, fasilitas produk, kehandalan produk

## **2.8 Fuzzy Preference Relation (FPR)**

Di dalam MCGDM, *decision maker* (DM) mungkin menggunakan berbagai cara untuk menyatakan preferensinya terhadap berbagai alternatif ataupun berbagai kriteria beserta bobotnya, misalnya dalam bentuk *preference orderings*, *utility value vector*, *fuzzy preference relation*, *selecte subset*, *fuzzy selected subset*, *normal preference relation*, *linguistic terms*, dan *pairwise comparison* (Sreekumar dan Mahapatra, 2009). Dibandingkan dengan bentuk-bentuk preferensi yang lain, *fuzzy preference relation* memiliki keunggulan di dalam agregasi.

*Preference relation* adalah penyajian informasi yang umum digunakan dalam permasalahan pengambilan keputusan. Oleh karena itu, *preference relation* merupakan suatu alat yang bermanfaat pada model proses pengambilan keputusan, terutama ketika akan mengumpulkan pilihan seorang *expert* ke dalam pilihan kelompok (Herrera et al., 2005). *Fuzzy Preference relations* merupakan sebuah *fuzzy* preferensi hubungan P pada set alternatif X adalah sebuah *fuzzy* dalam *set product*  $X \times X$ , dalam karakteristik fungsi sebagai berikut.

$$\mu_p : X \times X \rightarrow [0, 1] \quad (2.1)$$

Ketika kardinalitas X (kecil), maka hubungan preferensi dapat dengan mudah diwakili oleh  $n \times n$  matriks  $P = P_{ij}$  menjadi  $P_{ij} = \mu_p(x_i, x_j) \forall i, j \in \{1, \dots, n\}$ .  $P_{ij}$  sebagai derajat preferensi pada alternatif  $x_i$  diatas  $x_j$  :  $P_{ij} = 1/2$  indikasi perbedaan antara  $x_i$  dan  $x_j$  ( $x_i \sim x_j$ ),  $P_{ij} = 1$  indikasi bahwa  $x_i$  lebih disukai dari  $x_j$ , dan  $P_{ij} > 1/2$  indikasi bahwa  $x_i$  dipilih untuk  $x_j$  ( $x_i \sim x_j$ ). Konsistensi aditif untuk FPR terdiri dari 3 alternatif  $x_i$ ,  $x_j$  dan  $x_k$  (Chiclana et al., 2007 dan Yue 2012 dalam Herowati et al., 2013) Sebagai berikut:

$$(P_{ij} - 0,5) + (P_{jk} - 0,5) = (P_{ik} - 0,5) \quad \forall i, j, k = 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

Konsistensi aditif menghasilkan hubungan antara preferensi sebagai berikut:

$$P_{ik} = P_{ij} + P_{jk} - 1/2 \quad \forall i, j, k = 1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

$$P_{jk} = P_{ji} + P_{ik} - 1/2 \quad \forall i, j, k = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

$$P_{ij} = P_{ik} + P_{kj} - 1/2 \quad \forall i, j, k = 1, 2, \dots, n \quad (2.5)$$

Setiap elemen dari matrix diperkirakan berdasar pada FPR dalam tiga cara yang berbeda. Dari persamaan (2.3), (2.4) dan (2.5) diperoleh nilai estimasi pada persamaan (2.6), (2.7) dan (2.8) (Herowati et al., 2013) sebagai berikut:

$$\varepsilon P_{ik}^{j1} = P_{ij} + P_{jk} - \frac{1}{2}, j \neq i, k \quad (2.6)$$

$$\varepsilon P_{ik}^{j2} = P_{jk} + P_{ji} - \frac{1}{2}, j \neq i, k \quad (2.7)$$

$$\varepsilon P_{ik}^{j3} = P_{ij} + P_{kj} - \frac{1}{2}, j \neq i, k \quad (2.8)$$

$\varepsilon P_{ik}^{j1}$  : Perkiraan  $P_{ik}$  menggunakan rumus pertama, yaitu persamaan rumus

$\varepsilon P_{ik}^{j2}$  : Perkiraan  $P_{ik}$  menggunakan rumus kedua, yaitu persamaan rumus

$\varepsilon P_{ik}^{j3}$  : Perkiraan  $P_{ik}$  menggunakan rumus ketiga, yaitu persamaan rumus

Di dalam *fuzzy preference relation* (Sreekumar dan Mahapatra, 2009), preferensi DM didefinisikan oleh suatu binary *fuzzy relation*  $P$  terhadap kriteria  $C$ , dimana  $P$  merupakan pemetaan  $C \times C [0, 1]$  dan menggambarkan derajat preferensi kriteria  $C_i$  terhadap kriteria  $C_j$ . Nilai  $P$  diasumsikan resiprokal, atau per definisi, (i)  $p_{ij} + p_{ji} = 1$ ,  $i, j = 1, 2, \dots, n$ ,  $i \neq j$ , dan (ii)  $p_{ii} = 0.5$  (simbol ‘-’ berarti bahwa DM tidak perlu memberikan informasi preferensi apa pun pada kriteria  $C_i$ ),  
i.

Metode *fuzzy preference relation* digunakan untuk mengakomodasi proses pengambilan keputusan pemilihan alternatif terbaik, dimana dalam pemilihannya ada beberapa kriteria yang akan dijadikan bahan pertimbangan. Bila proses ini dilakukan secara manual, akan memakan waktu lama untuk pembahasannya, mengingat setiap *expert* pasti memiliki peringkat yang berbeda untuk tingkat kepentingan pemakaian sebuah kriteria dalam proses *expertise*, misal: *expert-1* menganggap kriteria A lebih penting dibanding kriteria B, sementara *expert-2* menganggap sebaliknya.

Dalam konteks *fuzzy*, dimana seorang ahli mengungkapkan pendapatnya menggunakan *fuzzy preference relation* sebuah persyaratan untuk menentukan karakteristik konsistensi dengan menggunakan transitifitas, dalam artian jika alternatif  $(x_i)$  lebih disukai dari alternatif  $(x_j)$  dan satunya untuk  $(x_k)$  lebih disukai daripada alternatif  $(x_i)$  maka harus lebih menyukai alternatif  $(x_k)$ . Kondisi seperti itu telah diberikan untuk menentukan konsistensi, sebagai contoh *max-min transitivity property* atau *additive transitivity property* (Herrera et al, 2004). Dalam hubungan preferensi seorang ahli untuk setiap pasangan alternatif nilai yang mencerminkan beberapa preferensi untuk alternatif pertama atas yang kedua, beberapa pengembangan model pengambilan keputusan dengan dua jenis preferensi untuk mengetahui berapa besar nilai bobot dari masing-masing alternatif, maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan pemberian bobot dari

masing-masing alternatif, bentuk persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut;

$$G = W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + \dots W_n \times E_n \quad (2.9)$$

Dimana,

$W_i$  = Bobot berdasarkan *expertise*

$E_i$  = Nilai yang diberikan oleh *expertise* pada matrik

Selanjutnya untuk mengetahui bobot penilain terhadap masing- masing alternatif dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W_i = \frac{(\sum_{j=1}^n P_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^n P_{ij})} \quad (2.10)$$

Kesulitan lain yang dihadapi penentuan alternatif mana yang paling cocok untuk kriteria tertentu, masing – masing pengambil keputusan / *expert* dapat pula memiliki pendapat yang berbeda. Karena itu, biasanya pengambilan keputusan dilakukan dengan cara *voting* yang dilakukan oleh pengambil keputusan, sehingga yang mendapat suara terbanyak yang menang. Cara ini sangat subyektif dan berorientasi pada pengambil keputusan bukan berdasarkan pada *waste* mana yang hendak menjadi prioritas.

Perangkat lunak untuk menentukan peringkat dalam pemutusan banyak kriteria dari beberapa kelompok diskusi yang dikembangkan Herowati (2014), tidak terbatas hanya sampai pada hasil peringkat keputusan yang dibuat oleh para ahli tetapi juga menghasilkan penilaian pada seberapa besar nilai konsistensi dan kemampuan membedakan seorang *expertise* tersebut dalam mengisikan keputusan yang mereka buat.

Keahlian seseorang bisa dikatakan *expert* dapat terukur juga, dalam jurnal yang ditulis oleh Shanteau et al, (2002) memberikan jawaban tentang penelitian yang menyatakan bagaimana mengidentifikasi seorang *decision maker* dapat dikatakan *expert* dalam bidangnya dengan adanya kriteria eksternal. Dengan pendekatan CWS rasio yang mereka gunakan dalam memutuskan rasio tingkat diskriminasi dan konsistensi atas keputusan yang dibuat oleh para ahli, dinyatakan

bahwa semua kategori konsistensi dari keputusan dapat menunjukkan tingkatannya masing-masing.

Pada *software* MCGDM ini format pengisian nilai yang digunakan adalah perbandingan berpasangan *fuzzy preference relations* untuk menyatakan derajat preferensi dari alternatif *i* terhadap alternatif *j* ( $P_{ij}$ ) dalam persentase. Dapat dilambangkan sebagai berikut (Herowati, 2014):

- ‘  $P_{ij}$  ‘ – Merupakan derajat preferensi dari Alternatif *i* terhadap Alternatif *j*  
( $0 \leq P_{ij} \leq 100\%$ )
- ‘  $P_{ij} > 50\%$  ‘ – Berarti Alternatif *i* lebih disukai daripada Alternatif *j*
- ‘  $P_{ij} = 50\%$  ‘ – Berarti tidak ada perbedaan preferensi antara Alternatif *i* dan Alternatif *j*.

Contoh pertama dari penggunaan *software* ini, misalnya terdapat tiga alternatif yang akan dinilai yaitu AL001, AL002 dan AL003. Dan dimisalkan AL001 lebih disukai dari AL002, dan AL002 lebih disukai dari AL003. Maka AL001 lebih baik dari AL002, berarti harus memberi nilai lebih dari 50% (51% - 100%).

$P_{12} = 70\%$  berarti AL001 lebih baik daripada AL002

$P_{13} = 80\%$  berarti AL001 lebih baik daripada AL003  
(melebihi AL001 terhadap AL002)

Berdasarkan nilai dari  $P_{12}$  dan  $P_{13}$ , dapat disimpulkan bahwa AL002 juga lebih baik daripada AL003, sehingga dalam hal ini harus diberi nilai  $P_{23} > 50\%$ . Contoh kedua dari penggunaan *software* ini, misalnya terdapat tiga alternatif yang akan dinilai yaitu AL004, AL005 dan AL006. Dan dimisalkan AL004 lebih tidak disukai dari AL005, dan AL005 lebih tidak disukai dari AL006. Maka AL004 lebih tidak disukai AL005, berarti harus memberi nilai kurang dari 50% (1% - 49%).

$P_{45} = 40\%$  berarti AL004 lebih tidak disukai daripada AL005

$P_{46} = 30\%$  berarti AL004 lebih tidak disukai daripada AL006

Berdasarkan nilai dari  $P_{45}$  dan  $P_{46}$ , dapat disimpulkan bahwa AL006 lebih disukai daripada AL005, sehingga dalam hal ini harus diberi nilai  $P_{56} < 50\%$ .

## 2.9 Review Penelitian Terdahulu

Pada bagian ini akan ditunjukkan beberapa penelitian terdahulu tentang aktivitas manufaktur dan *lean manufacturing* menggunakan metode *value stream mapping*. Dalam Tabel 2.2 dapat dilihat *tools*, tujuan dan hasil dari penelitian tentang *lean manufacturing* terdahulu.

Abdulmalek dan Rajgopal (2006), melakukan penelitian tentang perbaikan proses produksi manufaktur dengan menggunakan konsep *lean* dan simulasi. Dalam penelitian ini digunakan simulasi dengan menggunakan *discrete event simulation* dengan menggunakan *software* ARENA. Sedangkan Ade (2014) melakukan penelitian tentang analisa keseluruhan proses produksi sepeda *Sierra Lite* pada PT. INSERA SENA dengan judul penelitian “Penerapan *Lean Manufacturing* di PT. INSERA SERA (Studi Kasus : Produksi Sepeda *Sierra Lite*)”. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa terdapat 6% *non value adding activity* indikasi adanya *waste* pada proses produksi. Berdasarkan fakta tersebut maka dilakukanlah penelitian dengan pendekatan *lean manufacturing* untuk meminimalkan *waste* dan akar penyebabnya sebagai potensi utama penyebab pemborosan perusahaan.

Pamungkas (2014), melakukan penelitian tentang performansi kinerja perusahaan yang bergerak dibidang industri batu tahan api dengan judul penelitian “Peningkatan Performansi di Lantai Produksi dengan Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing* (Studi Kasus: PT.LOKA REFRACTORIES)”, dari penelitian tersebut diketahui terdapat tiga jenis *waste* yang harus diperbaiki yaitu *defect*, *waiting* dan *inventory*. Kemudian dicari akar penyebab permasalahan dari ketiga *waste* tersebut.

Dewayana dan Budi (2009), melakukan penelitian pada PT. Olex Cables Indonesia (OLEXINDO). Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah terdapat kelemahan dalam pemilihan pemasok yang dilakukan oleh PT. Olexindo yaitu pengambil keputusan hanya menilai berdasarkan pada harga yang ditawarkan dan kualitas yang dimiliki bahan baku secara subyektif. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemilihan pemasok dengan pertimbangan yang lebih komprehensif dan objektif sesuai dengan kebutuhan. Metode yang digunakan adalah ANP

(*Analytic Network Process*) dan kriteria yang digunakan adalah kriteria harga, kriteria pengiriman, kriteria kualitas, kriteria pembayaran, kriteria pelayanan.

Perbedaan penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu adalah pada cara penghitungan bobot kriteria. Perhitungan bobot kriteria yang dilakukan Triyanti dan Gadis (2008), berdasarkan metode NGT (*Nominal Group Technology*). Perhitungan bobot kriteria yang dilakukan Hidayat (2008) adalah berdasarkan metode NGT (*Nominal Group Technology*). Sedangkan pada penelitian sekarang perhitungan bobot berdasarkan metode *multi criteria group decision making* (MCGDM) yang berbasis *fuzzy preference relation*. Pada Tabel 2.2 akan ditunjukkan mengenai nama peneliti, judul penelitian, objek penelitian, tujuan penelitian serta metode yang digunakan selama penelitian. Adapun penelitian-penelitian tentang *lean manufacturing* dengan menggunakan metode *Value stream mapping* dan *multi criteria group decision making*.

Tabel 2.2 Penelitian- Penelitian Tentang *Lean Manufacturing*

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Objek Penelitian	Tujuan	Metode
1	Rizki Ade Setiawan Rofi (2014)	Penerapan Lean Manufacturing di PT. Insera Sena (Studi Kasus: Produksi Sepeda Sierra Lite)	Industri manufaktur sepeda Sierra Lite	Meminimalisir waste dan akar penyebabnya sehingga dapat dilakukan perbaikan pada proses produksi	Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, RCA, FMEA
2	Sindhunata Pamungkas (2014)	Peningkatan Performansi di Lantai Produksi Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing	Industri batu tahan api PT.Loka Refractories	Menganalisis dan mengidentifikasi penyebab terjadinya waste kritis	Lean Manufacturing, non value added activity, waste
3	Zaenal Fanani dan Moses Laksono Singgih (2011)	Implementasi Lean manufacturing untuk Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus pada PT.Ekamas Fortuna Malang)	Industri Kertas	Menganalisis dan mengidentifikasi aktivitas yang menyebabkan waste dan mengeliminasi.	Lean Manufacturing, Big Picture Mapping, VALSAT, Seven Waste
4	Chang Lin et. al., (2009)	Manufacturing Evaluation system Based on AHP/ANP Approach for Water Fabricating Industry	Industri manufaktur fabrikasi wafer	Mengukur dan mengevaluasi performansi manufaktur secara keseluruhan dan menentukan bobot setiap kriteria	Sistem Manufaktur, AHP, ANP, Pengukuran Performansi
5	Hulya Behret (2014)	Group Decision Making with Intuitionistic Fuzzy Preference Relation	Industri manufaktur	Mengusulkan <i>multi group decision making</i> dengan hubungan preferensi dan aspek konsistensi	Group Decision Making, Fuzzy Aggregation, Additive Consistency
6	Penelitian ini (2015)	Pendekatan Lean manufacturing pada Proses Produksi dengan Menggunakan Metode Valsat dan MCGDM	Industri Manufaktur Perakitan Kapal (PT.PAL)	Mengidentifikasi <i>waste</i> kemudian melakukan pembobotan sehingga didapat alternatif perbaikan	Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Multi Group Decision Making

Sumber: Hasil penelitian

## **BAB 3**

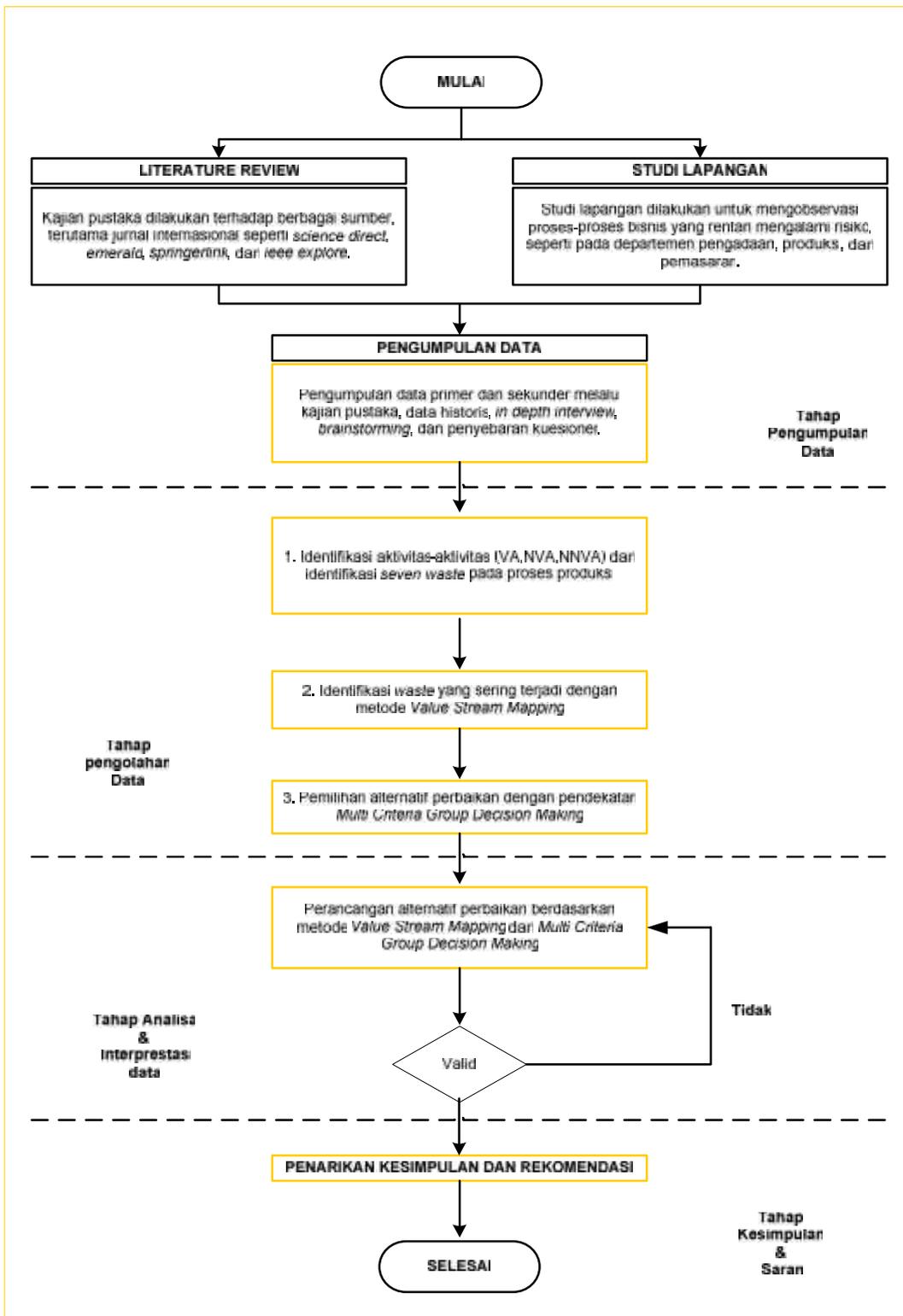
### **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini dipaparkan tahapan-tahapan yang dilakukan serta pendekatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2. Secara garis besar, tahapan-tahapan penelitian meliputi tahap pengumpulan data, pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi data, serta tahap pengambilan kesimpulan dan rekomendasi.

#### **3.1 Tahap Pengumpulan Data**

Tahap ini diawali dengan melakukan kajian pustaka (*literature review*) dan studi lapangan yang dilakukan secara paralel. Hal ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengumpulkan data primer dan sekunder. Studi lapangan diarahkan untuk memperoleh data primer, terutama yang berkaitan dengan proses produksi. Studi lapangan yang dilakukan meliputi *in depth interview*, *brainstorming*, dan penyebaran kuesioner kepada pihak-pihak terkait dengan tujuan untuk mengetahui kondisi di perusahaan dan untuk mendapatkan permasalahan yang terjadi yang selanjutnya akan dibahas dalam penelitian. Masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi *waste* dan memberikan alternatif perbaikan pada PT. PAL (Divisi Kaprang) karena belum banyak penelitian yang melakukan identifikasi *waste* dan alternatif perbaikan yang berdasarkan keputusan kelompok dalam rangka upaya penanganan yang tepat.

Kajian pustaka dilakukan untuk mengumpulkan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber, terutama jurnal internasional yang diakses melalui situs *sciencedirect.com*, *emeraldinsight.com*, *springerlink.com*, dan *ieeexplore.ieee.org*. Selain itu, data sekunder juga diperoleh melalui data historis perusahaan, skripsi/tugas akhir, tesis, disertasi, *technical manual*, *project report*, serta mesin pencari *scholar.google.com*.



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian.



Gambar 3.2 Tahapan *Multi Criteria Group Decision Making*

### 3.2 Tahap Pengolahan Data

Tahap ini adalah tahapan yang dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan telah terkumpul dan diperoleh. Pada tahap ini, data yang didapatkan sebelumnya kemudian diolah sesuai dengan metode yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil pengolahan data digunakan untuk membantu peneliti dalam menganalisis masalah dan mengidentifikasi *waste* serta memberikan alternatif perbaikan, adapun tahap pengolahan data terdiri dari:

1. Identifikasi tipe aktivitas-aktivitas produksi meliputi: *value added*, *non value added*, *necessary but non value added* dan juga identifikasi *seven waste* yang terjadi selama proses produksi.

2. Identifikasi *waste* yang paling sering terjadi atau berpengaruh terhadap proses produksi, dari data *seven waste* yang telah diamati sebelumnya ditetapkan *waste* yang paling sering terjadi. Dengan diketahuinya *waste* yang paling berpengaruh terhadap proses produksi maka penelitian dapat difokuskan pada penyelesaian *waste* yang paling sering terjadi yang diperoleh dari metode *value stream mapping*.
3. Selanjutnya dilakukan pemilihan alternatif perbaikan dan untuk meminimasi *waste* yang prioritasnya ditentukan dengan menggunakan pendekatan *multi criteria group decision making*.

### **3.3 Tahap Analisis dan Interpretasi Data**

Tahap ini merupakan analisa terhadap hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Pada tahap ini, perancangan alternatif perbaikan didasarkan pada *waste* yang kritis berdasarkan pendekatan menggunakan *value stream mapping* dan selanjutnya melakukan pemilihan alternative melalui *multi criteria group decision making* yaitu keputusan kelompok, lalu dilakukan alternatif perbaikan sesuai dengan kebutuhan dan kepentingan perusahaan sehingga rekomendasi perbaikan yang dilakukan dapat diimplementasikan dengan tepat. Kemudian alternatif perbaikan tersebut di uji apakah sudah sesuai dan layak untuk dijalankan perusahaan.

### **3.4 Tahap Pengambilan Kesimpulan dan Saran**

Tahap ini merupakan tahapan yang paling akhir dilakukan dalam penelitian ini. Dengan berdasarkan tahapan-tahapan yang telah dilakukan sebelumnya, maka akan dapat diperoleh suatu simpulan sebagai jawaban terhadap permasalahan dalam penelitian ini. Sedangkan saran akan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan penelitian lanjutan.

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada tahap ini akan dilaksanakan penelitian di Perusahaan PT. PAL (Divisi Kaprang) yang diawali dengan pengamatan proses produksi, kemudian pengumpulan data sesuai dengan kondisi di perusahaan. Selain itu akan dijelaskan mengenai gambaran umum perusahaan, penggambaran aliran informasi dan material perusahaan, penghitungan *waste* serta alternatif perbaikan.

#### **4.1 Profil Perusahaan**

Bermula dari sebuah ide untuk memenuhi kebutuhan pembangunan di sektor industri maritim, maka dalam hal ini pemerintah membuka perusahaan galangan kapal yaitu PT. PAL Indonesia (Persero). PT. PAL Indonesia merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang galangan kapal Perusahaan ini disamping tugas utamanya membangun kapal baru juga ikut serta membangun dan memajukan teknologi dan industri kemaritiman yang ada di Indonesia.

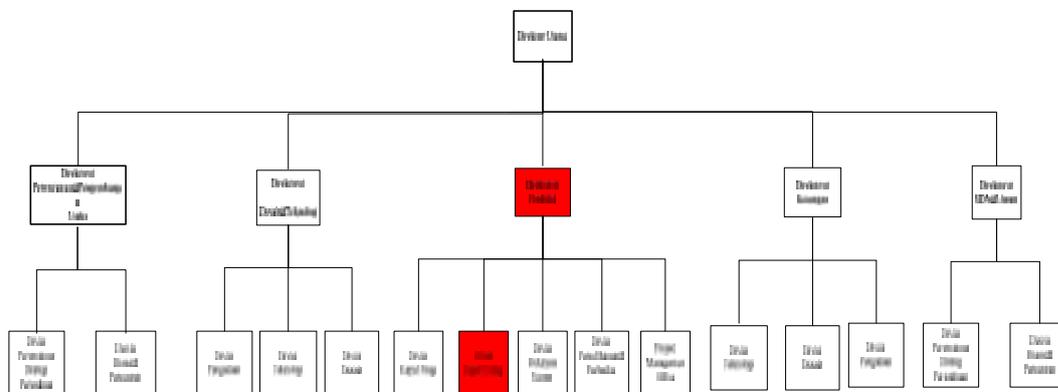
PT. PAL Indonesia (Persero), bermula dari sebuah galangan kapal yang bernama *MARINE ESTABLISHMENT* (ME) yang didirikan oleh pemerintah Hindia Belanda. ME diresmikan oleh pemerintah Belanda pada tahun 1939 yang mempunyai tugas dan fungsi untuk melakukan perawatan dan perbaikan kapal-kapal laut yang digunakan sebagai armada Angkatan Laut Belanda yang menjaga kepentingan-kepentingan daerah koloninya. Pada masa pendudukan Jepang, Perusahaan ini beralih nama menjadi Kaigun SE 2124. Setelah kemerdekaan, Pemerintah Indonesia menasionalisasi Perusahaan ini dan merubah namanya menjadi Penataran Angkatan Laut (PAL). Pada tanggal 15 April 1980, Pemerintah merubah status Perusahaan dari Perusahaan Umum menjadi Perseroan Terbatas sesuai dengan akta No. 12, yang dibuat oleh Notaris Hadi Moentoro, SH.

Lokasi Perusahaan di Ujung, Surabaya, dengan kegiatan utama memproduksi kapal perang dan kapal niaga, memberikan jasa perbaikan dan pemeliharaan kapal, serta rekayasa umum dengan spesifikasi tertentu berdasarkan

pesanan. Kemampuan rancang bangun yang menonjol dari PT. PAL Indonesia (Persero) telah memasuki pasaran internasional dan kualitasnya telah diakui dunia. Kapal-kapal produksi PT. PAL Indonesia (Persero) telah melayari perairan di seluruh dunia. Sebagai galangan kapal dengan pengalaman lebih dari dua dasawarsa, PT. PAL Indonesia (Persero) memiliki beragam produk-produk berkualitas.

#### 4.2 Struktur Organisasi dan Kegiatan Produksi PT. PAL Indonesia (Persero)

PT. PAL Indonesia (Persero) didalam pelaksanaan proses produksinya mempunyai 5 divisi, dimana tiap divisi memiliki departemen-departemen, dan tiap departemen terdiri dari bengkel- bengkel yang mempunyai tugas-tugas dan fungsi masing-masing. Berikut ini merupakan penjelasan beserta tugas yang diemban oleh masing-masing direktorat serta divisi yang ada di PT. PAL Indonesia (Persero), dapat dilihat pada Lampiran P.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. PAL Indonesia (PT. PAL, 2014)

##### 4.2.1 General Affairs atau Direktorat Umum

Bertugas untuk menjabarkan kebijakan direktur utama di bidang perencanaan dan pembinaan SDM, pembinaan kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan hidup maupun pembinaan organisasi dan metode serta

menyelenggarakan kegiatan-kegiatan umum yang meliputi pengamanan perusahaan, kontrak, asuransi, dan hukum.

#### **4.2.1.1 Divisi Pembinaan Organisasi dan SDM**

1. Merencanakan dan mengevaluasi organisasi sesuai dengan perkembangan bisnis perusahaan.
2. Melaksanakan proses administrasi mutasi promosi dan rotasi dalam rangka peningkatan kompetensi diri sendiri dan penyegaran penugasan.
3. Merencanakan, mengelola, dan mengembangkan sistem pelatihan baik dari dalam maupun dari luar perusahaan.
4. Merencanakan dan mengembangkan sistem informasi untuk menunjang kegiatan yang berhubungan dengan pembinaan dan pengembangan SDM.

#### **4.2.1.2 Sekretaris Perusahaan**

1. Mengadakan pembinaan, pengelolaan, dan penyempurnaan sistem administrasi yang ada dengan mengacu pada prinsip manajemen keadministrasian.
2. Melaksanakan pembinaan hubungan baik dengan *stakeholder (public relation)* guna menumbuhkan citra positif terhadap perusahaan (komunikasi, publikasi, serta penjabaran informasi mengenai kebijakan maupun aktifitas yang terjadi di perusahaan).
3. Memberikan pelayanan hukum serta mempersiapkan dokumen yang mengandung aspek hukum yang diperlukan perusahaan.

#### **4.2.2 Divisi Pemeliharaan dan Perbaikan**

Divisi pemeliharaan dan perbaikan memiliki tugas sebagai berikut:

1. Melaksanakan perencanaan pemeliharaan dan perbaikan kapal maupun non kapal sesuai kebijakan Direktur Pemeliharaan dan Rekayasa Umum.
2. Melaksanakan pemasaran dan penjualan untuk produk dan jasa bagi fasilitas *idle capacity*.

3. Merinci IPP (Instruksi Pelaksanaan Proyek) yang telah dibuat oleh Direktorat Pemeliharaan dan Rekayasa Umum menjadi jadwal pelaksanaan proyek dan nilai biaya proyek yang terperinci.
4. Melakukan pembangunan proyek-proyek kapal secara efektif dan efisien sesuai aspek QCD (*Quality, Cost, Delivery Time*).
5. Mengendalikan dan mengawasi pelaksanaan dan pembangunan proyek-proyek agar mendapatkan hasil pekerjaan yang memenuhi standar kualitas dengan menggunakan biaya tenaga, material, peralatan, keselamatan kerja, dan waktu selektif dan seefisien mungkin.

#### **4.2.3 Divisi Pemasaran dan Penjualan**

1. Melaksanakan perencanaan pemasaran jangka panjang dan jangka pendek produk kapal dan non kapal.
2. Melaksanakan riset kapal, segmentasi pasar dan studi kelayakan produk-produk kapal dan non kapal.
3. Melaksanakan pemasaran dan penjualan produk kapal dan non kapal.
4. Melaksanakan pengembangan produk dan pasar untuk mendukung produk baru.
5. Melaksanakan monitoring terhadap pelaksanaan proyek dan aspek biaya dan kepuasan pelanggan.

#### **4.2.4 Divisi Pengadaan dan Pergudangan**

1. Merencanakan kebutuhan material baik untuk mendukung proyek maupun operasional.
2. Mengkoordinir pelaksanaan pengadaan material sesuai kebutuhan material.
3. Mengkoordinir pengelolaan material pada lokasi penyimpanan.
4. Membuat perencanaan kebutuhan dana untuk menunjang kebutuhan material.
5. Mengelola sistem informasi material untuk menunjang unit kerja lain.

#### **4.2.5 Ship Building atau Direktorat Kapal Baru**

Bertugas pokok untuk menjabarkan kebijakan direksi dalam menyelenggarakan pelaksanaan program pembangunan kapal perang dan kapal niaga yang telah ditetapkan direksi.

##### **4.2.5.1 Divisi Kapal Niaga**

1. Melaksanakan perencanaan pembangunan kapal-kapal niaga sesuai kebijakan direktur pembangunan kapal.
2. Melaksanakan pemasaran dan penjualan untuk produk dan jasa bagi fasilitas *idle capacity*.
3. Merinci IPP (Instruksi pelaksanaan proyek) yang telah dibuat oleh Direktorat Pembangunan kapal menjadi pelaksanaan proyek dan biaya proyek yang terperinci.
4. Melaksanakan pembangunan proyek-proyek kapal secara efektif dan efisien sesuai aspek QCDHSE.
5. Mengendalikan dan mengawasi pelaksanaan pembangunan proyek-proyek agar mendapatkan hasil pekerjaan yang memenuhi standar kualitas dengan menggunakan biaya, tenaga, material, peralatan, keselamatan kerja dan waktu seefektif mungkin.

##### **4.2.5.2 Divisi Kapal Perang**

1. Melaksanakan perencanaan pembangunan kapal-kapal perang maupun selain kapal perang sesuai kebijakan direktur pembangunan kapal.
2. Melaksanakan pemasaran dan penjualan untuk produk dan jasa bagi fasilitas *idle capacity*.
3. Merinci IPP (Instruksi pelaksanaan proyek) yang telah dibuat oleh Direktorat Pembangunan kapal menjadi pelaksanaan proyek dan biaya proyek yang terperinci.
4. Melaksanakan pembangunan proyek-proyek kapal secara efektif dan efisien sesuai aspek QCDHSE.
5. Mengendalikan dan mengawasi pelaksanaan pembangunan proyek-proyek agar mendapatkan hasil pekerjaan yang memenuhi standar

kualitas dengan menggunakan biaya, tenaga, material, peralatan, keselamatan kerja dan waktu seefektif mungkin

### **4.3 Struktur Organisasi Divisi Kapal Perang**

Adapun struktur organisasi dan tugas Divisi Kapal Perang ini adalah sebagai berikut:

#### **4.3.1 Departemen PPC (*Production Planning Control*)**

Departemen PPC adalah unit kerja struktural tingkat Departemen dalam organisasi Divisi Kapal Perang dipimpin oleh seorang Kepala Departemen PPC, berkedudukan langsung di bawah dan bertanggung jawab kepada Kepala Divisi Kapal Perang.

Tugas Pokok:

1. Menjabarkan, menyusun strategi pelaksanaan kebijakan Divisi Kapal Perang beserta program kerjanya dalam bidang perencanaan dan pengendalian proses produksi untuk mencapai kualitas, biaya dan jadwal yang telah ditetapkan.
2. Merencanakan, mengkoordinasikan dan melaksanakan pengawasan sumber daya dalam bidang perencanaan dan pengendalian proses produksi.

Fungsi:

1. Merancang strategi dan melaksanakan perencanaan dan pengendalian proses produksi untuk mencapai kualitas, biaya dan jadwal yang telah ditetapkan.
2. Merencanakan, mengkoordinir dan mengendalikan pelaksanaan kegiatan operasional yang meliputi :
  - a. Perencanaan produksi meliputi penjadwalan, menyusun *Work Breakdown Structure* (WBS), perencanaan jam orang, perencanaan beban kerja dan perencanaan material.
  - b. Rekayasa produksi yang meliputi metode dan prosedur produksi sebagai pedoman dalam pelaksanaan proses produksi serta berkoordinasi dengan unit kerja terkait dalam penyusunannya.

- c. Penerbitan perintah pekerjaan kepada unit-unit kerja pelaksana produksi dengan mengacu kepada *Master Schedule*.
- d. Permintaan pengadaan jasa dengan unit kerja terkait sesuai dengan kebutuhan proyek.
- e. Permintaan pengadaan material, pemastian ketersediaan material berdasarkan jadwal produksi, penerbitan dokumen-dokumen pendukung serta berkoordinasi dengan eselon terkait dalam pelaksanaannya.
- f. Pelaksanaan kegiatan pencatatan, pelaporan serta evaluasi terhadap realisasi pemakaian jam orang dan jam lembur.
- g. Pengendalian terhadap pencapaian kemajuan produksi, pencatatan dan penyusunan laporan realisasi kemajuan pembangunan proyek secara periodik serta berkoordinasi dengan unit kerja terkait dalam penyusunannya.
- h. Analisa dan evaluasi terhadap realisasi produksi setiap proyek dibandingkan dengan perencanaannya secara periodik.
- i. Kerja sama dengan fungsi bisnis & pemasaran dalam menganalisa pesanan/ tinjauan kontrak.
- j. Pelaporan kegiatan dan pencapaian sasaran secara periodik.
- k. Pembuatan prosedur produksi yang digunakan sebagai pedoman dalam menjalankan proses produksi.

Kepala Departemen PPC membawahi dan membina :

- 1. Biro Perencanaan & Pengendalian Pekerjaan
- 2. Biro Rekayasa Produksi
- 3. Biro Analisa & Evaluasi
- 4. Biro Paletisasi Produksi
- 5. Biro Dukungan Administrasi

#### **4.3.2 Departemen *Machinery Outfitting & Hull Outfitting* (M0 & H0)**

Departemen *Machinery Outfitting & Hull Outfitting* (M0 & H0) adalah unit kerja struktural tingkat Departemen dalam organisasi Divisi Kapal Perang dipimpin oleh seorang Kepala Departemen *Machinery Outfitting & Hull Outfitting* (M0 & H0), berkedudukan langsung di bawah dan bertanggung jawab kepada Kepala Divisi Kapal Perang.

Tugas Pokok:

1. Menjabarkan, menyusun strategi pelaksanaan kebijakan Divisi Kapal Perang beserta program kerjanya dalam bidang persiapan, pelaksanaan pengkoordinasian dan pengendalian pekerjaan yang berkaitan dengan kegiatan fabrikasi dan instalasi *machinery outfitting dan hull outfitting* sampai dengan pelaksanaan *testing dan commissioning*.
2. Merencanakan, mengkoordinasikan dan melaksanakan pengawasan sumber daya dalam bidang fabrikasi dan instalasi *machinery outfitting dan hull outfitting* sampai dengan pelaksanaan *testing dan commissioning*.

Fungsi:

1. Merancang strategi dan melaksanakan kegiatan produksi fabrikasi dan instalasi *outfitting* yang mencakup *machinery outfitting dan hull outfitting* untuk mencapai kualitas, biaya dan jadwal yang telah ditetapkan.
2. Merencanakan, mengkoordinir dan mengendalikan pelaksanaan kegiatan operasional yang meliputi :
  - a. Perencanaan pembebanan sesuai dengan sumber daya (manusia, alat kerja dan fasilitas lain) yang diperlukan dalam rangka pelaksanaan pekerjaan.
  - b. Koordinasi dengan pihak terkait yang menyangkut aspek penggunaan jam orang untuk penyelesaian pekerjaan.
  - c. Pengawasan langsung maupun tak langsung atas hasil pekerjaan, baik mutu maupun waktunya sesuai target yang ditentukan.
  - d. Pengawasan dan pengendalian terhadap pemakaian jam orang, material, biaya, dan jam mesin agar diperoleh efisiensi, sehingga target produksi dapat tercapai.
  - e. Pelaksanaan fabrikasi, instalasi *machionery dan hull outfitting* sesuai gambar dan jadual yang telah ditetapkan dengan prinsip efektif dan efisien.
  - f. Evaluasi dan peningkatan kinerja unit kerjanya secara periodik, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktifitas kerja.

g. Pemantauan pelaksanaan *testing & comissioning*.

Kepala Departemen *Machinery Outfitting & Hull Outfitting* (M0 & H0) membawahi dan membina:

1. Biro Rekayasa Produksi
2. Bengkel *Steelwork*
3. Bengkel Pipa
4. Bengkel Mesin
5. Bengkel Las

#### **4.3.3 Departemen Konstruksi Kapal**

Departemen Konstruksi Kapal adalah unit kerja struktural tingkat Departemen dalam organisasi Divisi Kapal Perang dipimpin oleh seorang Kepala Departemen Konstruksi Kapal, berkedudukan langsung di bawah dan bertanggung jawab kepada Kepala Divisi Kapal Perang.

Tugas Pokok:

1. Menjabarkan, menyusun strategi pelaksanaan kebijakan Divisi Kapal Perang beserta program kerjanya dalam bidang pembangunan konstruksi lambung kapal (kapal perang, kapal cepat dan lain-lain) atau proyek-proyek non kapal yang dikerjakan oleh Divisi Kapal Perang.
2. Merencanakan, mengkoordinasikan dan melaksanakan pengawasan sumber daya dalam bidang fabrikasi dan instalasi *machinery outfitting* dan *hull outfitting* sampai dengan pelaksanaan *testing* dan *commissioning*.

Fungsi:

1. Merancang strategi, membuat *daily schedule* dan melaksanakan pembangunan konstruksi lambung kapal (kapal perang, kapal cepat dan lain-lain) dan/ atau proyek-proyek non kapal yang dikerjakan di Divisi Kapal Perang untuk mencapai kualitas, biaya dan jadwal yang telah ditetapkan.
2. Merencanakan, mengkoordinir dan mengendalikan pelaksanaan kegiatan operasional yang meliputi :
  - a. Perencanaan pembebanan sesuai dengan sumber daya (manusia, alat kerja dan fasilitas lain) yang diperlukan dalam rangka pelaksanaan pekerjaan.

- b. Koordinasi dengan pihak terkait yang menyangkut aspek penggunaan jam orang untuk penyelesaian pekerjaan.
- c. Pengawasan langsung maupun tak langsung atas hasil pekerjaan, baik mutu maupun waktunya sesuai target yang ditentukan.
- d. Pengawasan dan pengendalian terhadap pemakaian jam orang, material, biaya, dan jam mesin agar diperoleh efisiensi, sehingga target produksi dapat tercapai.
- e. Pemantauan pelaksanaan *tank test*.

Kepala Departemen Konstruksi Kapal membawahi dan membina:

- 1. Biro Rekayasa Produksi
- 2. Bengkel Fabrikasi
- 3. Bengkel *Assembly*
- 4. Bengkel *Block Blasting & Sandblasting* (BBS)
- 5. Bengkel *Erection*
- 6. Bengkel *Electronic & Control System Outfitting*
- 7. Bengkel *Interior*

#### **4.3.4 Departemen *Electric Outfitting & Interior***

Departemen *Electric Outfitting & Interior* adalah unit kerja struktural tingkat Departemen dalam organisasi Divisi Kapal Perang dipimpin oleh seorang Kepala Departemen *Electric Outfitting & Interior*, berkedudukan langsung di bawah dan bertanggung jawab kepada Kepala Divisi Kapal Perang.

Tugas Pokok:

- 1. Menjabarkan, menyusun strategi pelaksanaan kebijakan Divisi Kapal Perang beserta program kerjanya dalam bidang perencanaan, persiapan, pelaksanaan pengkoordinasian dan pengendalian pekerjaan yang berkaitan dengan kegiatan fabrikasi dan instalasi *electric/ electronic outfitting, control system* dan interior kapal sampai dengan pelaksanaan *testing* dan *commissioning*.
- 2. Merencanakan, mengkoordinasikan dan melaksanakan pengawasan sumber daya dalam bidang fabrikasi dan instalasi *electric/electronic*

*outfitting, control system* dan interior sampai dengan pelaksanaan *testing* dan *commissioning*.

Fungsi:

1. Merancang strategi, Membuat *daily schedule* dan melaksanakan kegiatan fabrikasi dan instalasi *electric/electronic outfitting, control system* dan interior kapal yang dikerjakan di Divisi Kapal Perang untuk mencapai kualitas, biaya dan jadual yang telah ditetapkan.
2. Merencanakan, mengkoordinir dan mengendalikan pelaksanaan kegiatan operasional yang meliputi :
  - a. Perencanaan pembebanan sesuai dengan sumber daya (manusia, alat kerja dan fasilitas lain) yang diperlukan dalam rangka pelaksanaan pekerjaan.
  - b. Koordinasi dengan pihak terkait yang menyangkut aspek penggunaan jam orang untuk penyelesaian pekerjaan.
  - c. Pengawasan langsung maupun tak langsung atas hasil pekerjaan, baik mutu maupun waktunya sesuai target yang ditentukan.
  - d. Pengawasan dan pengendalian terhadap pemakaian jam orang, material, biaya, dan jam mesin agar diperoleh efisiensi, sehingga target produksi dapat tercapai
  - e. Pemantauan pelaksanaan *testing & comissioning*.

Kepala Departemen *Electric Outfitting & Interior* membawahi dan membina:

1. Biro Rekayasa Produksi
2. Bengkel *Electric Outfitting*
3. Bengkel *Electronic & Control System Outfitting*
4. Bengkel *Interior*

#### **4.3.5 Departemen Dukungan Produksi**

Departemen Dukungan Produksi adalah unit kerja struktural tingkat Departemen dalam organisasi Divisi Kapal Perang dipimpin oleh seorang Kepala Departemen Dukungan Produksi berkedudukan langsung di bawah dan bertanggung jawab kepada Kepala Divisi Kapal Perang

Tugas Pokok:

1. Menjabarkan, menyusun strategi pelaksanaan kebijakan Divisi Kapal Perang beserta program kerjanya dalam bidang pemberian dukungan, baik terhadap kegiatan produksi maupun operasional, dalam lingkup Divisi Kapal Perang.
2. Merencanakan, mengkoordinasikan dan melaksanakan pengawasan sumber daya dalam bidang pemberian dukungan terhadap kegiatan produksi maupun operasional.

Fungsi:

1. Merancang strategi pemberian dukungan dan PMS untuk kegiatan produksi maupun operasional yang di Divisi Kapal Perang untuk mencapai kualitas, biaya dan jadwal yang telah ditetapkan.
2. Merencanakan, mengkoordinir dan mengendalikan pelaksanaan kegiatan operasional yang meliputi :
  - a. Merencanakan, mengelola dan mengendalikan biaya *overhead* Divisi Kapal Perang
  - b. Pemeliharaan/ perbaikan sarana dan prasarana serta kebersihan, baik untuk produksi maupun pendukung.
  - c. Pengelolaan alat angkat dan alat angkut produksi, *docking*, *undocking*.
  - d. Pengelolaan fasilitas dan perlengkapan kerja di lokasi kerja, baik di bengkel, *outdoor* maupun kapal.
  - e. Pengelolaan dan pengendalian K3LH dan SDM.
  - f. Pengelolaan dan pengendalian material produksi, *consumable material*, *spare part* dan *tools* dalam menunjang kegiatan pembangunan kapal baru maupun kegiatan produksi yang lain.
3. Membuat pengajuan pengadaan material dan jasa untuk kebutuhan dukungan produksi dan fasilitas Divisi.

Kepala Departemen Dukungan Produksi membawahi dan membina :

1. Biro Operasional
2. Biro Fasilitas Kerja & *Asset*
3. Biro SDM & K3LH

#### 4. Biro Pemeliharaan & Mater



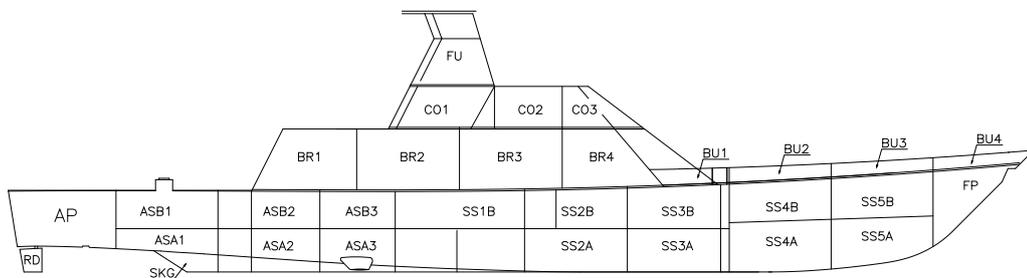
Gambar 4.2 Struktur Organisasi Divisi Kapal Perang (PT. PAL, 2014)

#### 4.4 Metode Pembangunan Kapal Perang

Metode pembangunan KCR 60 meter ini akan dilaksanakan dalam 3 (tiga) proses pokok yaitu:

##### 1. Proses Pembangunan Konstruksi Lambung

KCR 60 meter akan dibangun di fabrikasi *hall*, *assembly hall* dan *aluminium hall* divisi kapal perang berdasarkan *block division* serta jadwal *erection* yang telah ditetapkan. Konstruksi lambung dari plat baja akan dibagi menjadi 23 *block* dengan berat rata-rata  $\pm 15$  ton dan bangunan atas (aluminium) akan dibagi menjadi 8 *block* dengan berat rata-rata  $\pm 5$  ton, dimana pembagian ini disesuaikan dengan dimensi *block* serta kapasitas angkat *crane* di *assembly hall* dan *aluminium hall* dan peralatan penunjang lainnya.



Gambar 4.3 *Block Division* KCR 60M (PT. PAL, 2014)

## 2. Proses Pembangunan *Outfitting*

Secara umum proses pembangunan *outfitting* akan dikerjakan menjadi dua klasifikasi sistem pekerjaan, yaitu :

### 1. Sistem *On – Block* ( *full outfitting on block system* / FOBS ).

Adalah pemasangan komponen – komponen *outfitting* atau suatu sistem pada sebuah *block* sebelum *block* tersebut dirakit / *erection*, hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan produktifitas / percepatan penyelesaian kapal sebab waktu pemasangan atau instalasi suatu sistem akan sangat berkurang.

### 2. Sistem *On – Board*.

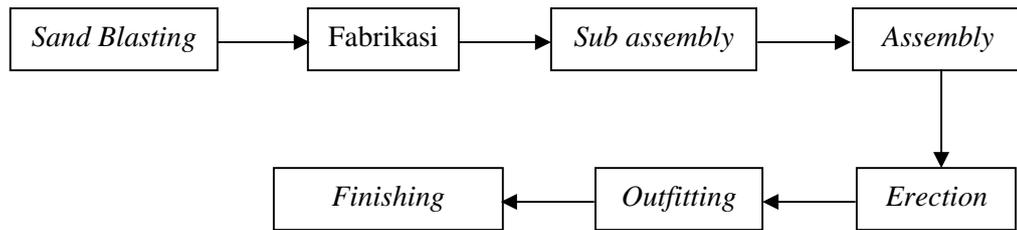
Material / sistem akan dipasang setelah *block* di *erection*, proses ini akan banyak diterapkan untuk komponen-komponen yang berada pada posisi disekitar *joint block* dan penyambungan komponen unit yang telah dilengkapi material *outfitting*.

## 3. Persiapan Proses Produksi

- a. Proses pengecekan kedatangan *raw material* dan *equipment*, berdasarkan format permintaan material.
- b. Proses *assorting raw material* plat dan profil.
  - Pengelompokan *raw material* plat baja dan aluminium maupun profil per *block* dan pengiriman sampai ke *areal stock* material per *block*.
  - Identifikasi material plat baja dan aluminium maupun profil per *block*.
- c. Proses *assorting equipment*.
  - Identifikasi dan pengelompokan *equipment* per *block*.

## 4.5 Urutan Proses Produksi Kapal Perang Tipe KCR 60M

Secara garis besar urutan tahapan proses produksi pembuatan Kapal Perang adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Blok Diagram Urutan Proses Produksi (PT. PAL, 2014)

**a. Sand Blasting**

Sebelum proses penandaan dan pemotongan plat baja dan plat aluminium maupun profil harus dibersihkan untuk menghilangkan oksidasi dan kotoran yang melekat / menempel pada *raw material* tersebut, sehingga akan memudahkan proses selanjutnya yaitu penandaan maupun pemotongan.

**b. Fabrikasi**

Bengkel fabrikasi untuk kapal KCR 60 meter ini mulai dari penandaan, pemotongan, pembentukan sampai pengelompokan komponen dikerjakan 20 *fitter* dan 3 *grinder* dengan produktifitas 300 ton per bulan.

Proses fabrikasi meliputi :

1. Proses *marking* ( penandaan ) untuk material profil dan flat bar.
2. Proses *cutting* ( pemotongan ).

Setiap material plat aluminium dipotong menggunakan *NC machine plasma cutting*, sedangkan *manual cutting* (*circular saw* dan *jig saw*) digunakan untuk pemotongan profil dan flat bar aluminium. Untuk material plat baja proses pemotongan dilakukan dengan *cutting* otomatis / *NC cutting* dan semi otomatis / sekator untuk pembuatan kampuh las/bevel.

3. Proses *grinding* ( gerinda ) untuk hasil pemotongan .
4. Proses *bending* ( pembentukan ).
5. Proses *palletizing dan labeling* dimana tugasnya untuk mengontrol setiap komponen dan mengelompokkan per *block* serta pemberian label dan pengiriman ke tahap berikutnya. Pengiriman komponen ke *sub*

*assembly hall* menggunakan lori sedangkan ke *aluminium hall* menggunakan *forklit* atau *trailer*.

**c. Sub Assembly**

Proses *sub assembly* adalah perakitan dari komponen-komponen menjadi seksi / panel (*panel deck, panel long bulkhead, panel transfersal bulkhead* dll). Proses ini dikerjakan di *sub assembly hall* untuk konstruksi lambung dan *aluminium hall* untuk bagian struktur super / bangunan atas.

Pada kapal KCR 60 meter ini proses *sub assembly* dikerjakan 6 grup yang terdiri dari 3 *fitter*, 2 *welder* serta 1 *helper* untuk setiap grup, dan produktifitasnya 30 ton/bulan/grup.

Proses *sub assembly* dilaksanakan dengan aliran suplai secara normal yang memperhatikan kecepatan proses *sub assembly* terhadap jadwal kegiatan *assembly* dan atau ada perubahan taktis yang memperhatikan kemungkinan apabila terjadinya *bottleneck* akibat *space* yang terbatas antara proses *assembly* dan tahapan *assembly*.

Proses *sub assembly* meliputi :

1. *Fitting* yaitu perakitan
2. *Welding* yaitu pengelasan
3. *Grand assembly* yaitu penggabungan hasil perakitan serta pengelasan

**d. Assembly**

Proses *assembly* adalah perakitan dari panel-panel atau seksi-seksi menjadi *block*. Proses perakitan panel / seksi menjadi *block* dengan asumsi berat per *block* 20 ton membutuhkan waktu kurang lebih 30 hari untuk satu grup, yang terdiri dari 4 orang *fitter* dan 2 orang *welder* dan 2 orang *fairing*, untuk KCR 60 meter ini dikerjakan oleh 5 grup *assembly* di area *assembly hall* dan 8 grup di area *assembly IV*.

Proses *assembly* meliputi :

1. *Preparation*
2. Panel/seksi
3. *Scaffolding*
4. *Fitting* yaitu perakitan
5. *Welding* yaitu pengelasan

#### 6. *Fairing*

*Block-block* yang mengalami deformasi lebih dari 20% akibat dari proses pengelasan pada tahap *assembly* akan dilakukan proses *fairing*. Proses *fairing* ini dapat dilaksanakan apabila semua pekerjaan panas (*hotwork*) sudah selesai, termasuk optimalisasi pekerjaan *outfitting* (*on block*). Jadi tidak ada lagi deformasi akibat pekerjaan panas setelah proses *fairing*. Pekerjaan *fairing block* ini dilaksanakan ditransfer area, untuk selanjutnya dibawa ke *block blasting shop* (BBS) divisi kapal perang untuk proses *blasting* dan pengecatan.

#### 7. *Blasting and Painting*

Setelah proses pemasangan pondasi *outfitting* (*on block*) dan *fairing* selesai maka *block* dibawa dengan transporter 60 ton menuju bengkel *block blasting shop* (BBS) untuk proses *blasting* sampai pengecatan dengan durasi 5 hari per *block*. *Block – block* yang sudah selesai proses *blasting* dan pengecatan dibawa ke transfer area (*stock block*) untuk melanjutkan instalasi komponen pekerjaan *outfitting* (*on block*) dan selanjutnya dibawa ke *assembly hall* untuk proses *erection* menggunakan transporter 60 ton.

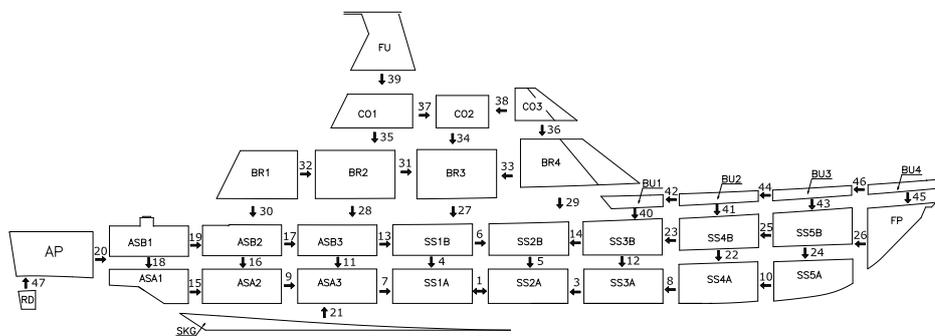
#### e. *Erection*

Proses *erection* 3 KCR 60 meter adalah perakitan antar *block* atau ring *block* menjadi kapal utuh, dimana akan dilaksanakan di *assembly hall*. Secara garis besar proses *erection* adalah sebagai berikut :

1. *Preparation*
2. *Block*
3. *Scaffolding*
4. *Adjusting*
5. *Fitting*
6. *Check*
7. *Welding*
8. *Loading Equipment*

Persiapan proses *erection* adalah penataan *cradel* dan *ganjel* sesuai *docking plan* yang sudah dibuat, kemudian *loading block* sesuai *erection network*

dari *block double bottom* atau *block paralel middle body* menuju kedepan dan kebelakang kapal untuk proses *adjusting, fitting* dan *welding*. Selanjutnya *loading main engine, diesel generator* dan *equipment* lainnya serta *connecting* atau penyambungan pipa – pipa, *ducting* dan kabel. Setelah bagian lambung dan bagian atas selesai *erection* dilakukan pemasangan propeller (*propulsion system*), baling-baling, kemudi, sonar dan rantai jangkar serta jangkar. Pemasangan *zenk anode*, pengecatan tahap akhir, pengukuran main dimension dan *keel deflection*, pemeriksaan kekedapan serta Instalasi persenjataan dilakukan sebelum kapal digeser menuju *shiplift* dengan menggunakan *unimog*.



Gambar 4.5 *Erection network KCR 60M (PT. PAL, 2014)*

#### f. **Hull Outfitting**

Secara umum pekerjaan *hull outfitting* di divisi kapal perang terbagi menjadi 6 bagian antara lain :

##### 1. Bengkel *Shipfitter*

Aktivitas bengkel *shipfitter* adalah fabrikasi *steel work*, pemasangan *on block* maupun *on board* sampai dengan *commissioning equipment*.

##### 2. Bengkel Mesin

Pekerjaan bengkel mesin adalah mulai dari proses fabrikasi, instalasi/pemasangan HVAC, *propulsion system* dan pengetesan / *machinery outfitting*.

3. Bengkel Pipa

Pekerjaan bengkel pipa adalah mulai dari proses fabrikasi, *fitting*, instalasi *on block* maupun *on board*, pengetesan sistem perpipaan / *machinery outfitting*.

4. Bengkel listrik (*electrical outfitting*).

Aktifitas bengkel listrik adalah mulai dari proses fabrikasi, instalasi *on block* maupun *on board*, pengetesan / *comissioning*.

5. Bengkel ekasistol dan senjata (*electronica and weapon outfitting*).

Aktifitas bengkel elektronika dan senjata adalah mulai dari proses fabrikasi, instalasi sistem navigasi, komunikasi, radar, *aligment* sistem senjata (*combat system*) sampai dengan pengetesan/*comissioning* peralatan elektronika maupun persenjataan.

6. Bengkel interior (*accomodations outfitting*)

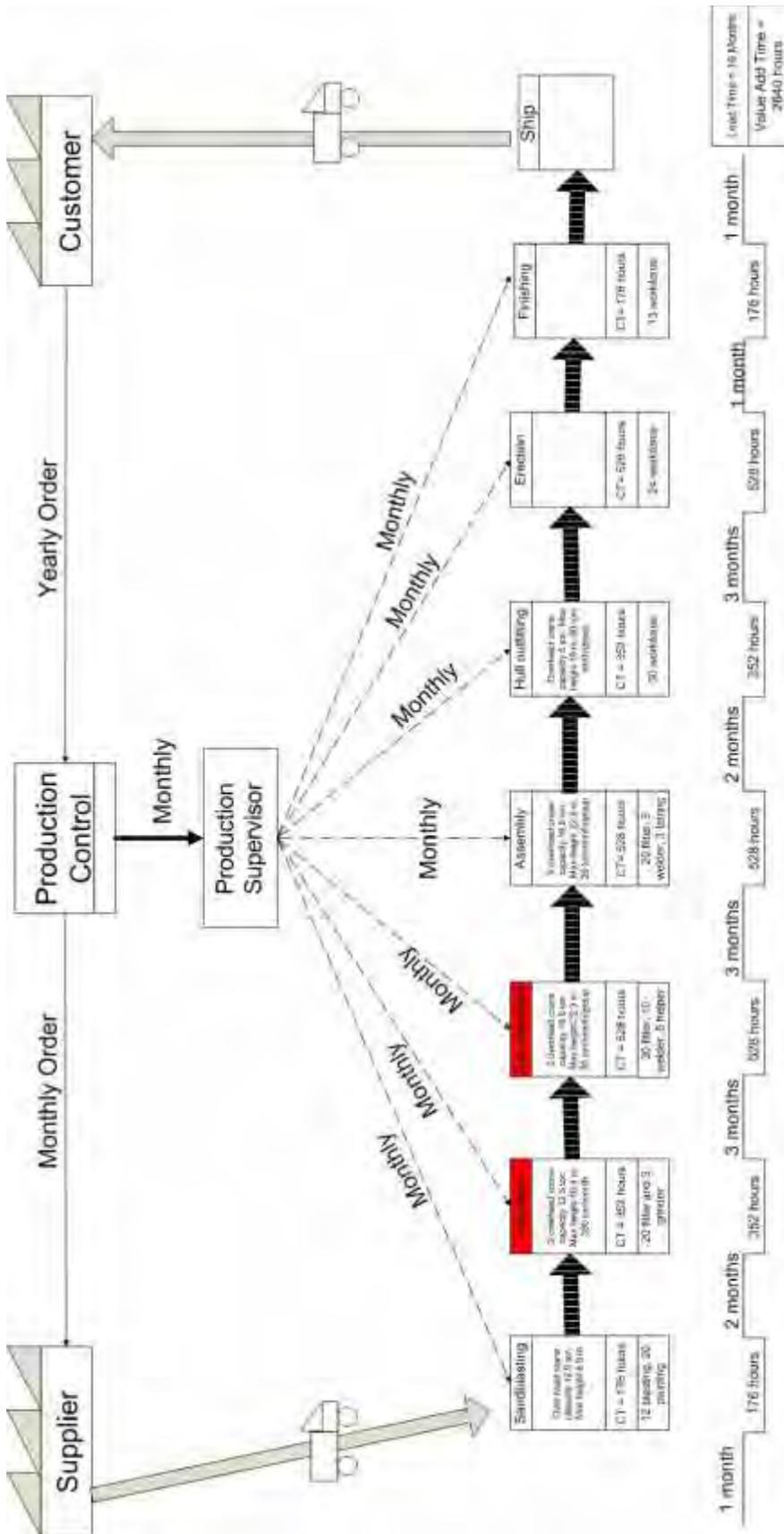
Aktifitas bengkel interior adalah proses fabrikasi *lining*, *ceiling*, *insulation* dll sampai dengan pemasangan dikapal / *on board*.

**g. Finishing**

Proses penyelesaian akhir pekerjaan *outfitting* dan persenjataan dilaksanakan di dermaga divisi kapal perang sampai dengan proses percobaan pelayaran dan penyerahan kapal. KCR 60 meter akan diluncurkan menggunakan *shiplift* setelah semua persyaratan peluncuran kapal sudah terpenuhi / disetujui biro klasifikasi maupun pemesan (*owner*). Kemudian KCR 60 meter digeser menuju dermaga divisi kapal perang untuk proses penyelesaian akhir, percobaan pelayaran / *sea trial* sampai dengan penyerahan.

#### **4.6 Identifikasi Proses Produksi Kapal PT. PAL Indonesia (Persero)**

Dalam melakukan proses identifikasi terhadap proses produksi kapal PT. PAL Indonesia (Persero), *value stream mapping* dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mengidentifikasi semua proses yang ada didalam departemen-departemen produksi di PT. PAL Indonesia (Divisi Kaprang). Adapun *value stream mapping* pada proses produksi kapal PT. PAL Indonesia (Divisi Kaprang) dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Current State Value Stream Mapping Proses Produksi KCR 60 Meter

Berdasarkan *value stream mapping* pada Gambar 4.5, maka proses produksi kapal dapat dibagi menjadi 6 proses utama yaitu *sand blasting*, fabrikasi, *sub assembly*, *assembly*, *erection* dan *hull outfiting*.

#### **4.6.1 Proses Sand Blasting**

- S1. Pengambilan material dari gudang
- S2. Pengecekan material yang akan di *blasting*
- S3. Membersihkan plat yang akan di *sandblasting* dengan cara manual
- S4. Mempersiapkan alat dan bahan
- S5. Pasir dimasukkan ke dalam bak pasir
- S6. Membuka katub bak pasir
- S7. Pengecekan selang, pot *blasting* dan power
- S8. Melihat kondisi cuaca
- S9. Menyalakan mesin kompresor
- S10. Mempersiapkan permukaan *cleaning*
- S11. Penggunaan Nozel
- S12. Permukaan plat disemprot udara
- S13. Inspeksi QC/QA

#### **4.6.2 Fabrikasi**

- F1. Pengambilan material dari *sandblasting line*
- F2. Identifikasi material plat
- F3. *Marking*
  - Identifikasi material
  - Menentukan apakah material sudah sesuai standar
  - Menentukan ukuran material
  - Pencocokan sertifikasi material
  - Mempersiapkan gambar kerja dan alat ukur
  - Membersihkan permukaan plat
  - Mengidentifikasi plat yang di *marking*
  - Pengecekan permukaan plat dari deformasi dan cacat
  - Pengecekan kebutuhan material
  - Melakukan penandaan dengan mesin

#### F4. *Cutting*

- Melakukan pemeriksaan material
- Memeriksa kedekatan katup oksigen
- Memeriksa katup gas
- Membawa mesin potong ke tempat kerja
- Memasang cuncum sesuai dengan mesin potong
- Mempersiapkan gambar kerja
- Melakukan pemotongan dengan mesin

F5. Melakukan *grinding*

F6. Melakukan *bending*

F7. Melakukan *palletizing&labeling*

#### **4.6.3 Sub Assembly**

SA1. Mengambil material dari fabrikasi *line*

SA2. Menyiapkan peralatan *fitting*

SA3. Menyiapkan peralatan *cutting*

- Membuka klep oksigen dan *acetylene*
- Mengatur plat sejajar dengan rel
- Menyetel api
- Melakukan pemotongan dengan NC gas
- Mengecek material hasil potong
- Memindahkan plat sisa

SA4. Menyiapkan peralatan las (*welding*)

SA5. Memeriksa posisi penempatan material

SA6. Memeriksa dimensi material sesuai gambar kerja

SA7. Pemasangan *stiffener* pada plat sekat

SA8. Pembuatan wrang (*frame*)

SA9. Penyambungan dua lembar / lebih plat

#### **4.6.4 Assembly**

A1. Persiapan Jig

A2. Melakukan *Scantling check*

A3. Melakukan penyambungan (*Fit-up*)

A4. Pengecekan hasil pengelasan

- Pengecekan *leg length*
- Mengecek kelengkapan bagian blok
- Pengecekan ada tidaknya cacat las
- Pengecekan deformasi

A5. Pengecekan *keel deflection*

#### 4.6.5 *Erection*

E1. Penyambungan blok2

E2. Persiapan jig

E3. Pengangkatan blok

E4. Melakukan pelevelan

E5. Melakukan pemotongan margin

E6. Pemasangan Stopper

E7. Pengecekan hasil sambungan

Berdasarkan tipe aktifitas, maka aktivitas-aktivitas pada proses produksi kapal PT. PAL Indonesia (Divisi Kaprang) untuk kapal tipe KCR 60 meter dapat diklasifikasikan seperti pada Tabel-tabel berikut ini, pengambilan data diperoleh dari hasil wawancara dengan responden adalah kepala bagian *hull construction*:

Tabel 4.1 Identifikasi Aktivitas pada Proses *Sandblasting* KCR 60 meter

Kode	Tipe Aktvitas	VA	NVA	NNVA
	Proses <i>Sand Blasting</i>			
S1	Pengambilan material dari gudang			
S2	Pengecekan material			
S3	Membersihkan plat yang akan di <i>sandblasting</i> dengan cara manual			
S4	Mempersiapkan alat dan bahan			
S5	Pasir dimasukkan ke dalam bak pasir			
S6	Membuka katub bak pasir			
S7	Pengecekan selang, pot <i>blasting</i> dan power			
S8	Melihat kondisi cuaca			
S9	Menyalakan mesin kompresor			
S10	Mempersiapkan permukaan <i>cleaning</i>			
S11	Penggunaan Nozel			
S12	Permukaan plat disemprot udara			
S13	Inspection QC/QA			

Sumber: Hasil Wawancara

Tabel 4.2 Identifikasi Aktivitas pada Proses Fabrikasi KCR 60 meter

Kode	Tipe Aktivitas	VA	NVA	NNVA
	Proses Fabrikasi			
<b>F1</b>	Pengambilan material dari sandblasting line			
<b>F2</b>	Identifikasi material plat			
<b>F3</b>	<i>Marking</i>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifikasi material</li> <li>▪ Menentukan apakah material sudah sesuai standar</li> <li>▪ Menentukan ukuran material</li> <li>▪ Pencocokan sertifikasi material</li> <li>▪ Mempersiapkan gambar kerja dan alat ukur</li> <li>▪ Membersihkan permukaan plat</li> <li>▪ Mengidentifikasi plat yang di <i>marking</i></li> <li>▪ Pengecekan permukaan plat dari deformasi dan cacat</li> <li>▪ Pengecekan kebutuhan material</li> <li>▪ Melakukan penandaan dengan mesin</li> </ul>			
<b>F4</b>	<i>Cutting</i>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Melakukan pemeriksaan material</li> <li>▪ Memeriksa kekedapan katup oksigen</li> <li>▪ Memeriksa katup gas</li> <li>▪ Membawa mesin potong ke tempat kerja</li> <li>▪ Memasang cuncum sesuai dengan mesin potong</li> <li>▪ Mempersiapkan gambar kerja</li> <li>▪ Melakukan pemotongan dengan mesin</li> </ul>			
<b>F5</b>	Melakukan <i>Grinding</i>			
<b>F6</b>	Melakukan <i>Bending</i>			
<b>F7</b>	Melakukan <i>Palletizing&amp;labeling</i>			

Sumber: Hasil Wawancara

Tabel 4.3 Identifikasi Aktivitas pada Proses *Sub Assembly* KCR 60 meter

Kode	Tipe Aktivitas	VA	NVA	NNVA
	Proses <i>Sub Assembly</i>			
SA1	Mengambil material dari fabrikasi <i>line</i>			
SA2	Menyiapkan peralatan <i>fitting</i>			
SA3	Menyiapkan peralatan <i>cutting</i>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membuka klep oksigen dan <i>acetylene</i></li> <li>▪ Mengatur plat sejajar dengan rel</li> <li>▪ Menyetel api</li> <li>▪ Melakukan pemotongan dengan NC gas</li> <li>▪ Mengecek material hasil potong</li> <li>▪ Memindahkan plat sisa</li> </ul>			
SA4	Menyiapkan peralatan las ( <i>welding</i> )			
SA5	Memeriksa posisi penempatan material			
SA6	Memeriksa dimensi material sesuai gambar kerja			
SA7	Pemasangan stiffener pada plat sekat			
SA8	Pembuatan wrang ( <i>frame</i> )			
SA9	Penyambungan dua lembar / lebih plat			

Sumber: Hasil Wawancara

Tabel 4.4 Identifikasi Aktivitas pada Proses *Assembly* KCR 60 meter

Kode	Tipe Aktivitas	VA	NVA	NNVA
	Proses <i>Assembly</i>			
A1	Persiapan Jig			
A2	Melakukan Scantling check			
A3	Melakukan penyambungan (Fit-up)			
A4	Pengecekan hasil pengelasan			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pengecekan <i>leg length</i></li> <li>▪ Mengecek kelengkapan bagian blok</li> <li>▪ Pengecekan ada tidaknya cacat las</li> <li>▪ Pengecekan deformasi</li> </ul>			
A5	Pengecekan <i>keel deflection</i>			

Sumber: Hasil Wawancara

Tabel 4.5 Identifikasi Aktivitas pada Proses *Erection* KCR 60 meter

Kode	Tipe Aktivitas	VA	NVA	NNVA
	<b>Proses <i>Erection</i></b>			
<b>E1</b>	Penyambungan blok2	√		
<b>E2</b>	Persiapan jig			√
<b>E3</b>	Pengangkatan blok			√
<b>E4</b>	Melakukan pelevelan	√		
<b>E5</b>	Melakukan pemotongan margin	√		
<b>E6</b>	Pemasangan Stopper	√		
<b>E7</b>	Pengecekan hasil sambungan	√		

Sumber: Hasil Wawancara

Keterangan

VA : *Value Adding Activity*

NVA : *Non Value Adding Activity*

NNVA: *Necessary but Non Value Adding Activity*

#### 4.7 Identifikasi *Waste* yang Paling Berpengaruh

Identifikasi *waste* yang paling berpengaruh pada proses produksi kapal PT. PAL Indonesia (Divisi Kaprang) KCR 60 meter. Tahapan VSM ini diawali dengan melakukan *waste workshop* untuk mengetahui *tools* mana saja yang dipilih dan dilanjutkan dengan menjelaskan tiap *tools* yang terpilih tadi untuk menganalisa kondisi *existing* sesuai dengan *waste* yang diidentifikasi. Proses ini dilakukan dengan cara penyebaran kuisioner untuk mengetahui tingkat keserangan *waste* pada tiap-tiap proses produksi. Dengan cara memberikan peringkat pada masing-masing jenis *waste* serta mengalikannya dengan bobot yang telah sesuai.

Kuisioner ini dibagikan kepada beberapa responden yang mewakili masing-masing departemen / bengkel yang mengetahui dan memahami proses produksi yang ada di divisi kaprang yaitu:

1. Bp. Mugiarto sebagai Kepala Bengkel (Kabeng) *Hull construction*
2. Bp. Anton sebagai Kabeng *Hull outfitting*
3. Bp. Bambang sebagai Kepala divisi PPIC
4. Bp. Mulyono sebagai Kabeng *Sandblasting*

5. Bp. Bagio sebagai Kabeng *Erection*

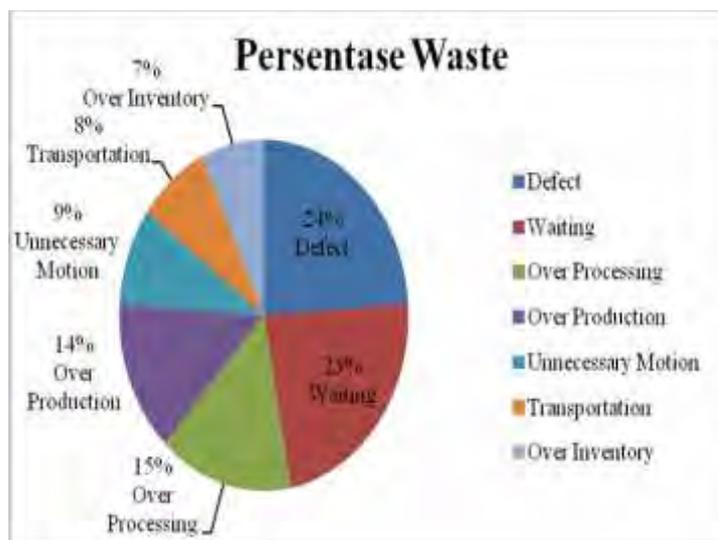
Berikut ini merupakan rekap hasil kuisioner untuk mengetahui *waste* yang paling sering terjadi di dalam proses produksi sebuah kapal di PT. PAL Indonesia (Divisi kaprang)

Tabel 4.6 Hasil Rekapkan Kuesioner *Waste Workshop (Waste Ranking)*

Pengolahan Data									
Jenis Waste	Peringkat							Ranking	Bobot
	1	2	3	4	5	6	7		
Defect	2	4	2	0	0	0	0	40	24%
Over Inventory	0	0	0	1	4	0	3	11	7%
Over Processing	0	3	1	0	3	0	1	25	15%
Over Production	0	0	2	5	0	1	0	24	14%
Transportation	1	0	1	0	0	4	2	14	8%
Unnecessary Motion	0	0	2	1	1	2	2	15	9%
Waiting	5	1	0	1	0	1	0	39	23%

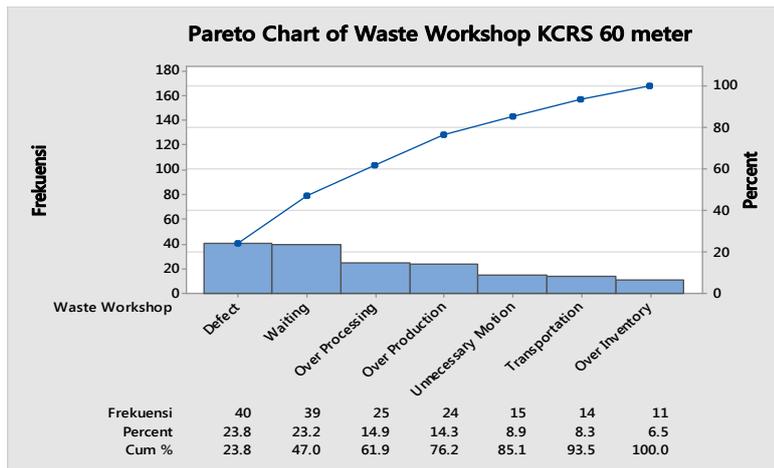
Sumber : Hasil Perhitungan dan kuisioner

Berdasarkan hasil kuisioner proses produksi, maka dibuat analisa diagram pie untuk mengetahui urutan keseringan *waste* yang terjadi pada proses dan untuk melihat perbandingan jenis *waste* yang terjadi pada proses produksi.



Gambar 4.7 Diagram Pie *Waste Workshop* (Hasil Perhitungan)

Dari hasil diagram pie dapat dilihat pada Gambar 4.7 diketahui bahwa *defect* adalah *waste* yang sering terjadi di proses produksi kapal KCR 60M. Dimana *waste defect* memiliki prosentase tertinggi diantara jenis *waste* yang lainnya yaitu 24%.



Gambar 4.8 Diagram Pareto *Waste Workshop* KCR 60 meter (Hasil Perhitungan)

Selanjutnya dibuat analisa menggunakan diagram pareto untuk persentase urutan keseringan *waste* yang terjadi pada proses dan untuk melihat perbandingan jenis *waste* yang terjadi pada proses produksi KCR 60 meter. Dari hasil diagram pareto diatas diketahui bahwa *defect* adalah *waste* yang sering terjadi di proses produksi KCR 60 meter. Dimana *waste defect* memiliki prosentase tertinggi diantara jenis *waste* yang lainnya yaitu 23,8% dan di ikuti *waste waiting* dengan persentase 23.2%.

#### 4.8 *Quality Filter Mapping* (QFM)

Dari hasil diagram pareto pada Gambar 4.7 diketahui bahwa kriteria *defect* adalah *waste* yang sering terjadi di proses produksi KCR 60 meter. Dimana *waste defect* memiliki persentase tertinggi diantara jenis *waste* yang lainnya yaitu 23,8%, maka berdasarkan korelasi *seven waste* dan VALSAT Tabel 2.1 menunjukkan bahwa *defect* berkorelasi dengan *tools Quality filter mapping* (QFM) dilihat dari korelasi tertinggi. QFM sendiri digunakan untuk mengidentifikasi lokasi yang paling banyak berkontribusi sebagai tempat

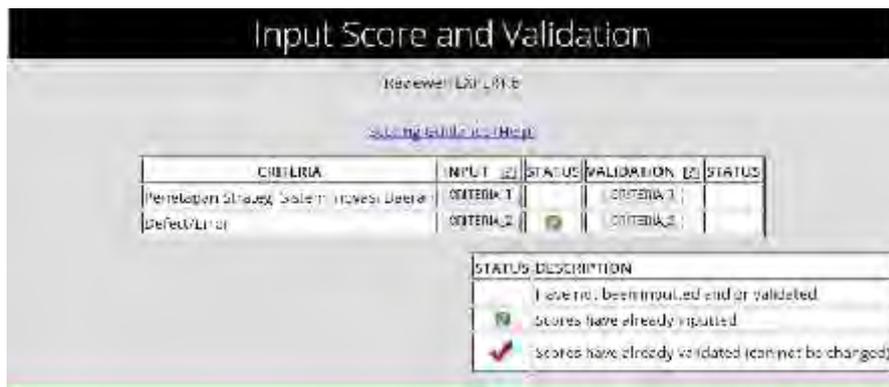
terjadinya permasalahan kualitas, di mana *tool* ini menggunakan tiga jenis *defects* sebagai indikatornya, yakni *product defect*, *service defect*, dan *internal scrap*.

- *Product defect*: *defect* yang terjadi pada fisik produk jadi yang ‘berhasil’ lolos inspeksi dan sampai ke tangan *customer*
- *Service defect*: *defect* yang tidak berhubungan pada bentuk fisik maupun fungsi produk secara langsung, melainkan kualitas pelayanan yang diterima *customer*, seperti pengiriman yang tidak sesuai jadwal (terlalu awal atau terlambat), kesalahan jumlah pengiriman, kesalahan jenis produk yang dikirim, tidak lengkapnya dokumentasi (berkas) dan lain sebagainya.
- *Internal scrap*: *defect* pada produk yang masih berhasil diidentifikasi/ditangkap oleh proses inspeksi perusahaan.

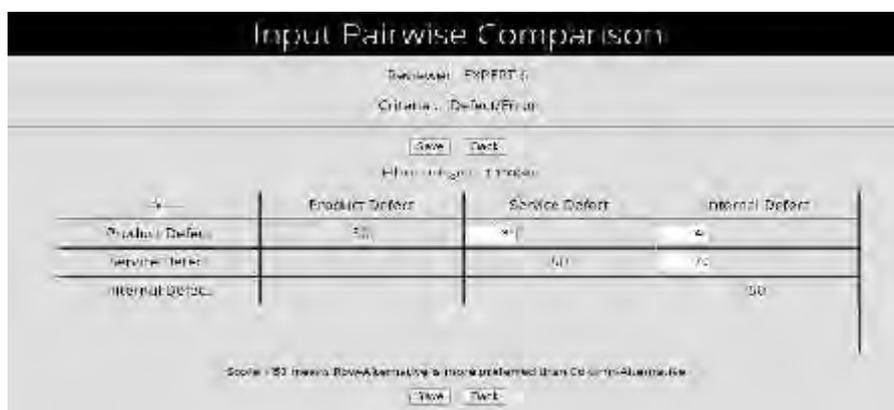
Data ketiga jenis *defect* tersebut diambil dengan melihat *record/database* perusahaan atas data terkait dan melalui wawancara terhadap pihak yang terkait, seperti bagian *quality*.

#### **4.9 Identifikasi Waste Defect Menggunakan Group Decision Making**

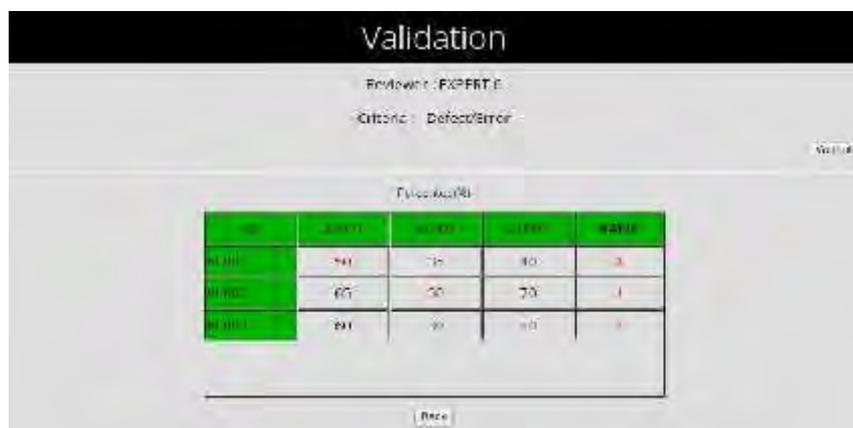
Tahap identifikasi selanjutnya adalah analisa menggunakan *group decision making* dimana teknik/metode ini menggunakan pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif yang ada dalam suatu permasalahan/kasus berdasarkan kriteria tertentu. Dari hasil diagram pareto pada Gambar 4.8, diketahui bahwa kriteria *defect* adalah *waste* yang sering terjadi di proses produksi KCRS 60 meter. Dimana *waste defect* memiliki persentase tertinggi diantara jenis *waste* yang lainnya yaitu 23,8%, maka selanjutnya ditentukan bobot masing-masing jenis *waste* dengan metode perbandingan berpasangan *fuzzy preference relations* (FPR) untuk menyatakan derajat preferensi dari Alternatif- *i* terhadap Alternatif-*j*(**P<sub>ij</sub>**) dalam persentase matrik yang dilakukan oleh empat expert terpilih. Hasilnya adalah seperti berikut:



Gambar 4.9 *Input Score and Validation Waste Kriteria Defect* (www.ev.y.herowati.com)



Gambar 4.10 *Pairwise Comparison Waste Kriteria Defect* (www.ev.y.herowati.com)



Gambar 4.11 *Validation Pairwise Comparison Waste Kriteria Defect* (www.ev.y.herowati.com)

Selain untuk mengetahui peringkat, alternatif metode ini juga memberikan penilaian terhadap pengambil keputusan / *expert*. Pengambilan keputusan seorang *expert* dapat dilihat dari nilai konsistensi dan kemampuan membedakan yang sangat berpengaruh terhadap penilaian masing-masing alternatif (Herowati, 2015), dalam penelitian ini terdapat empat *expert* yang memberikan penilaian terhadap alternatif. Berikut ini adalah penilaian untuk masing-masing *expert* dan peringkat nya :

Tabel 4.7 *Matrik Pairwise Comparison DM-1*

<b>Alternatif</b>	<b>AI (01)</b>	<b>AI (02)</b>	<b>AI (03)</b>
<b>AI (01)</b>	0.5	0.35	0.4
<b>AI (02)</b>	0.65	0.5	0.7
<b>AI (03)</b>	0.6	0.3	0.5

Sumber:Hasil Kuisisioner

Tabel 4.8 *Matrik Pairwise Comparison DM-2*

<b>Alternatif</b>	<b>AI (01)</b>	<b>AI (02)</b>	<b>AI (03)</b>
<b>AI (01)</b>	0.5	0.25	0.35
<b>AI (02)</b>	0.75	0.5	0.55
<b>AI (03)</b>	0.65	0.45	0.5

Sumber:Hasil Kuisisioner

Tabel 4.9 *Matrik Pairwise Comparison DM-3*

<b>Alternatif</b>	<b>AI (01)</b>	<b>AI (02)</b>	<b>AI (03)</b>
<b>AI (01)</b>	0.5	0.3	0.45
<b>AI (02)</b>	0.7	0.5	0.6
<b>AI (03)</b>	0.55	0.4	0.5

Sumber:Hasil Kuisisioner

Tabel 4.10 *Matrik Pairwise Comparison DM-4*

<b>Alternatif</b>	<b>AI (01)</b>	<b>AI (02)</b>	<b>AI (03)</b>
<b>AI (01)</b>	0.5	0.4	0.3
<b>AI (02)</b>	0.6	0.5	0.55
<b>AI (03)</b>	0.7	0.45	0.5

Sumber:Hasil Kuisisioner

Tabel 4.11 *Discrimination, Inconsistency, CWS Index* dan Peringkat *expert*

	<b>DM-1</b>	<b>DM-2</b>	<b>DM-3</b>	<b>DM-4</b>
<b>Discrimination</b>	1227.5	1407.5	847.5	907.5
<b>Inconsistency</b>	56.25	6.25	6.25	56.25
<b>CWS - Index</b>	21.82	225.20	135.60	16.13
<b>Rank</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa *expert 2* mempunyai peringkat tertinggi dengan nilai *inconsistency* sebesar 6.25%, diskriminasi sebesar 14.7% sehingga CWS index nya adalah 22.5%.

Table 4.12 Hasil dan Analisa Bobot Penilaian *Expertise*

	<b>DM-2</b>	<b>DM-3</b>	<b>DM-1</b>	<b>DM-4</b>
<b>Rasio -CWS</b>	225.20	135.6	21.82	16.13
<b>Log (Rasio CWS)</b>	2.353	2.132	1.339	1.208
<b>r=accumulated</b>	2.353	4.485	5.824	7.032
<b>Normalisasi</b>	0.335	0.638	0.828	1
<b>Q ( r )=r</b>	0.335	0.638	0.828	1
<b>Bobot Penilaian</b>	<b>33.5%</b>	<b>30.3%</b>	<b>19%</b>	<b>17.2%</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada Tabel 4.12 dilakukan pembobotan penilaian untuk mengukur seberapa *expert* seorang *decision maker* dalam mengambil keputusan dan hasilnya adalah bahwabobot penilaian *expert 2* adalah yang paling tinggi yaitu 33.5%, selanjutnya adalah mencari alternatif perbaikan berdasarkan keputusan kelompok menggunakan *software group decision making*, dengan cara mengetahui nilai tertinggi dari masing-masing alternatif dibandingkan dengan alternatif yang lain. Dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini:

Tabel 4.13 Penentuan Rangkaing Masing-Masing Alternatif

No	Alternatif Defect	Nilai	Ranking
1	Product Defect	0.06	3
2	Service Defect	0.11	1
3	Internal defect	0.08	2

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan menggunakan *software group decision making* dapat diketahui bahwa menurut ke empat *expert* alternatif *service defect* menjadi ranking pertama sebagai prioritas keputusan dengan nilai 11 %. Namun pada penetapan ranking belum diketahui berapa besar nilai bobot dari masing-masing alternatif, maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan pemberian bobot dari masing-masing alternatif, bentuk persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut,

$$G = W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + \dots W_n \times E_n \quad (4.1)$$

Dimana,

$W_i$  = Bobot berdasarkan *expertise*

$E_i$  = Nilai yang diberikan oleh *expertise* pada matrik

Maka berdasarkan matrik yang di isikan oleh para *expertise* yang akan dilakukan perhitungan berdasarkan Persamaan 4.1 untuk mengetahui bobot dari masing-masing *expertise* dan penilaian yang mereka berikan pada masing-masing alternatif (Chen dan Chao, 2012). Dapat dilihat pada Tabel 4.14

Tabel 4.14 Penilaian *Expertise* Terhadap Alternatif

Alternatif	AI (01)	AI (02)	AI (03)
AI (01)	0.5	0.31	0.38
AI (02)	0.69	0.5	0.59
AI (03)	0.62	0.41	0.5

Sumber: Hasil Perhitungan

Dimana,

$$\begin{aligned}
 P_{12} &= W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + W_3 \times E_3 + W_4 \times E_4 \\
 &= (0.19 \times 0.35) + (0.34 \times 0.25) + (0.30 \times 0.3) + (0.17 \times 0.4) \\
 &= \mathbf{0.31} \text{ (Perhitungan Selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran O)}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk mengetahui bobot penilain terhadap masing- masing alternatif dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n P_{ij}} \quad (4.2)$$

Tabel 4.15 Bobot Alternatif dengan Kriteria *Defect / Error*

Alternatif	AI (01)	AI (02)	AI (03)	Bobot	Rangking
AI (01)	0.5	0.31	0.38	0.26	3
AI (02)	0.69	0.5	13.76	0.40	1
AI (03)	0.62	6.05	0.5	0.34	2

Sumber: Hasil Perhitungan

Dimana,

$$W_1 = \frac{0.51 + 0.31 + 0.38}{4.5} = \mathbf{0.26} \text{ (Perhitungan Selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran O)}$$

Dari hasil penilaian dengan menggunakan *pairwise comparison fuzzy preference* dapat diketahui bahwa *service defect* memiliki pengaruh paling besar diantara *defect* yang lain dengan bobot sebesar 40%.

#### 4.10 Root Cause Analysis (RCA)

*Root cause analysis* merupakan *tools* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya permasalahan. Untuk mencari akar permasalahan ini digunakan metode *5 why*. Dari hasil rekap yang didapatkan dari kuisisioner *waste* pada kondisi *existing*, menunjukkan bahwa *waste* yang sering terjadi dalam proses produksi adalah *defect / Error*. Kemudian hasil tersebut dapat dibangun sebuah *root cause analysis* untuk mengidentifikasi dampak dan akar penyebab dari *waste* dan *sub waste* yang terjadi.

Tabel 4.16 RCA Pada Proses Produksi KCR 60 meter

<i>Waste</i>	<i>Sub waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Defect</i>	<i>Service Defect</i>	Keterlambatan material	Kesiapan alat Kerja /mesin	Keterbatasan fasilitas	sumberdaya manusia	Perubahan desain

Sumber: Hasil Penelitian

*Service defect* pada proses produksi KCR 60 meter ini dapat menyebabkan waktu penyerahan kapal tidak sesuai dengan schedule maupun kontrak dengan *owner* sehingga dapat mengakibatkan kerugian secara *financial* bagi perusahaan. Penyebab pertama adalah keterlambatan material hal ini terjadi salah satunya karena *supplier* tidak menyerahkan material sesuai dengan *deadline* / tidak tepat waktu, selain itu juga bisa disebabkan karena estimasi dari desain yang kurang tepat / terjadi kesalahan spesifikasi material, dan yang terakhir karena material harus di impor dari negara lain sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk proses pemesanan.

Penyebab yang kedua adalah kesiapan alat kerja / mesin dimana terkadang alat yang digunakan sudah tidak berfungsi sebagaimana mestinya atau sudah mengalami penurunan performansi dan sudah tidak layak digunakan. Penyebab yang ketiga adalah keterbatasan fasilitas dimana kapasitas *crane* kadang tidak terpenuhi sehingga harus di pindahkan ke divisi lain dimana hal ini selain membutuhkan tenaga, transportasi juga waktu.

Penyebab yang keempat adalah sumberdaya yang kurang terampil dimana operator maupun teknisi bekerja tidak sesuai instruksi kerja / prosedur yang mengakibatkan sering terjadinya pengerjaan ulang. Penyebab yang kelima adalah perubahan desain dimana akibat perubahan desain dapat menyebabkan kerugian material, waktu dan tenaga kerja.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

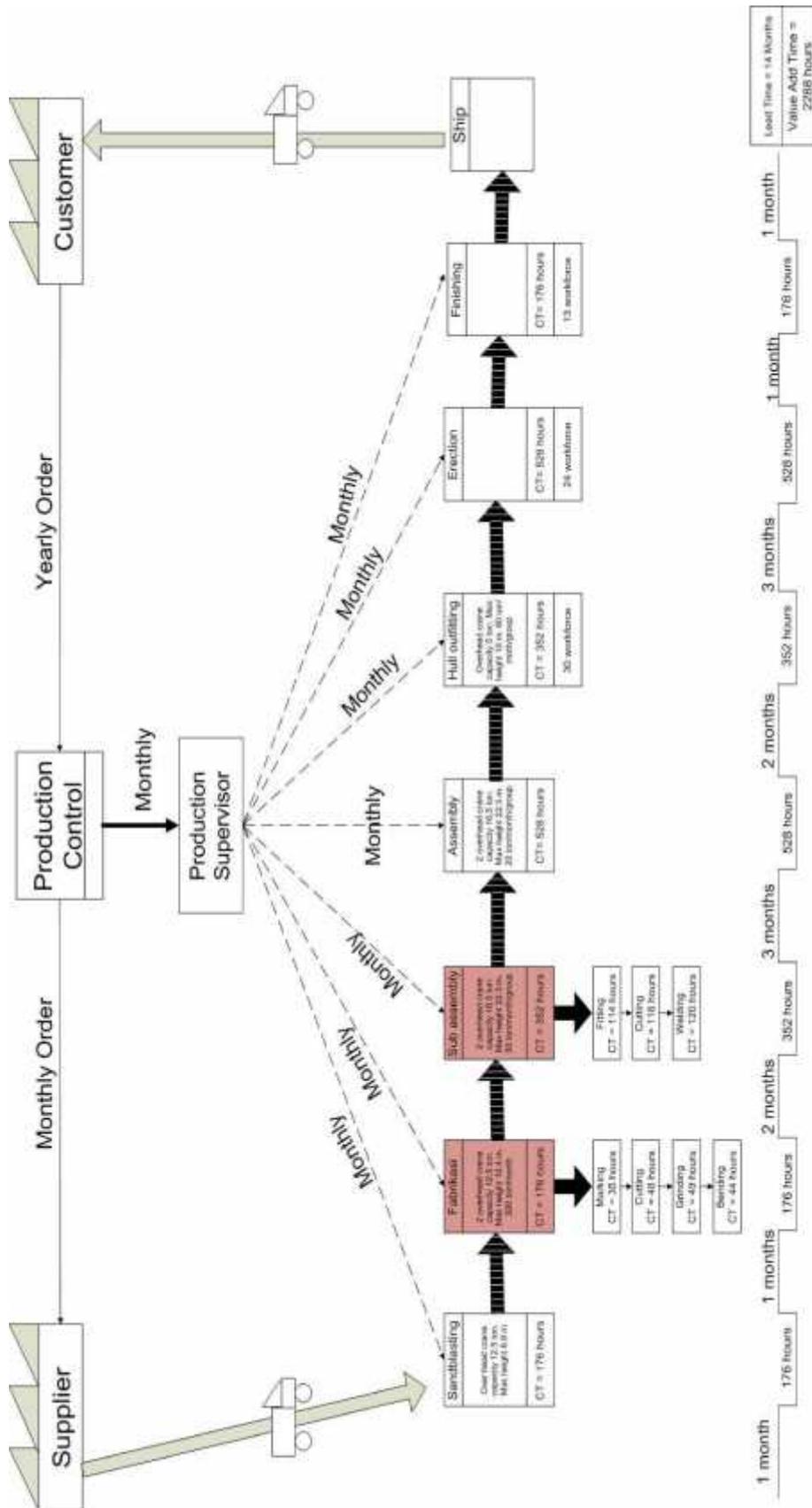
## **BAB 5**

### **ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA**

Pada bab ini dilakukan analisis dari hasil pengumpulan dan pengolahan data pada bab sebelumnya. Bab ini merupakan kelanjutan dari tahap pengumpulan dan pengolahan data, yaitu menganalisa data-data, setiap proses pengolahan/penghitungan data (mulai pembuatan VSM, RCA, sampai *group decision making*) dan hasil skenario perbaikan yang direkomendasikan dan dampaknya terhadap performansi perusahaan.

#### **5.1 Analisa Hasil Pembuatan *Current State Value Stream Mapping***

Proses pembuatan *current state value stream mapping* merupakan penggambaran atau pemetaan dari proses produksi kapal tipe KCR 60 meter dengan menggunakan metode *big picture mapping*. *Flow* yang digambarkan dari proses produksi tersebut merupakan *material/product flow* dan *information flow*. Proses ini dimulai dengan menggambarkan proses produksi utama KCR 60 meter secara keseluruhan, baru kemudian menggambarkan secara parsial proses produksi. Selain dilakukan pemetaan juga dilakukan identifikasi mana saja proses-proses yang masuk ke dalam kelompok *value added time*. Penentuan proses mana yang termasuk memberikan kontribusi terhadap *value added time* dilakukan berdasarkan proses yang paling banyak *wastenya*. Sehingga, nanti dapat diidentifikasi *stage* mana yang sebenarnya memiliki kontribusi tinggi dalam memberikan nilai tambah produk dan berdasarkan hasil *current state value stream mapping* diketahui bahwa area fabrikasi dan *sub assembly*, kedua bengkel ini dipilih karena inti dalam proses pembangunan kapal adalah proses pembangunan dan perakitan plat-plat baja menjadi satu bentuk kapal yang utuh dan proses ini dimulai dari bengkel fabrikasi kemudian *sub assembly*, sehingga dilakukan perbaikan pada *future state VSM* (Dapat Dilihat Pada Gambar 5.1 ).



Gambar 5.1 Future State Value Stream Mapping Proses Produksi KCR 60 Meter

## 5.2 Analisa Aktivitas-Aktivitas Proses Produksi

Berdasarkan keseluruhan aktivitas pada proses produksi kapal tipe KCR 60 meter. Pada proses *sandblasting*, 39% merupakan *value adding activity*, 38% merupakan *necessary but non value adding activity*, dan 23% merupakan *non value adding activity*. Pada proses *fabrikasi*, 54% merupakan *value adding activity*, 33% merupakan *necessary but non value adding activity*, dan 13% merupakan *non value adding activity*. Pada proses *sub assembly*, 47% merupakan *value adding activity*, 40% merupakan *necessary but non value adding activity*, dan 13% merupakan *non value adding activity*.

Pada proses *assembly*, 67% merupakan *value adding activity*, 33% merupakan *necessary but non value adding activity*, dan 0 % merupakan *non value adding activity*. Pada proses *erection*, 71% merupakan *value adding activity*, 29% merupakan *necessary but non value adding activity*, dan 0% merupakan *non value adding activity*. Adanya *non value adding activity* mengakibatkan kinerja perusahaan dalam proses produksi kapal KCR 60 meter kurang efektif dan efisien. Dari hasil analisa keseluruhan aktivitas pada proses produksi kapal KCR 60 meter, maka dapat disimpulkan bahwa 53% merupakan *value adding activity*, 35% merupakan *necessary but non value adding activity*, dan 12% merupakan *non value adding activity*. Dapat dilihat pada lampiran I

## 5.3 Analisa Hasil Waste Workshop Produksi Kapal KCR 60 meter

*Waste workshop* dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner yang berisi penjelasan seputar *jenis waste* yang akan digunakan dalam penelitian ini, dan pertanyaan mengenai urutan prioritas *jenis waste* yang paling kritis untuk dieliminasi/direduksi serta pemilihan contoh kasus mana saja yang terjadi pada suatu area kerja. Hasil rekapan dari kuisisioner tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Defect* (24%)
2. *Waiting* (23%)
3. *Over Processing* (15%)
4. *Over production* (14%)
5. *Unnecessary Motion* (9%)
6. *Transportation* (8%)

#### 7. *Over Inventory* (7%)

Hasil tersebut menunjukkan bahwa *Defect dan waiting*, merupakan jenis *waste* yang paling kritis dan menjadi perhatian utama dari PT. PAL Divisi Kaprang untuk tipe kapal KCR 60 meter yang harus segera diperbaiki. Lalu, hasil pembobotan *waste* tersebut digunakan ke dalam proses pemilihan *tools* dari VALSAT yang akan digunakan untuk membantu menganalisa kondisi dan performansi proses produksi.

Berdasarkan *Pareto's Law*, dipilihlah *tools* yang mempunyai kontribusi 80% atau lebih yaitu *defect* dengan persentase 24%, langkah selanjutnya yaitu menentukan korelasi tertinggi antara *seven waste* dan VALSAT (lihat Tabel 2.1), maka dipilihlah *tools quality filter mapping*, yang dianggap mampu mewakili untuk menganalisa kondisi dan performansi terkini dari proses produksi perusahaan.

#### 5.4 **Analisa Pembuatan *Quality Filter Mapping* (QFM)**

Tujuan dari pembuatan QFM ini adalah untuk mengidentifikasi berdasarkan masing-masing jenis *defect*, sehingga dapat diketahui konsentrasi perbaikan *defect* ketiga jenis *defect* (*product defect*, *service level defect*, dan *internal scrap defect*), sehingga harus mendapat perhatian lebih untuk diberikan *improvement*. Berdasarkan hasil aktivitas produksi diketahui bahwa area fabrikasi dan *sub assembly* yang memberikan kontribusi terbesar, sebab fabrikasi dan *sub assembly* merupakan area produksi utama, sehingga banyak kemungkinan terjadinya *error* yang terjadi di sana yang dapat mengakibatkan *defect*.

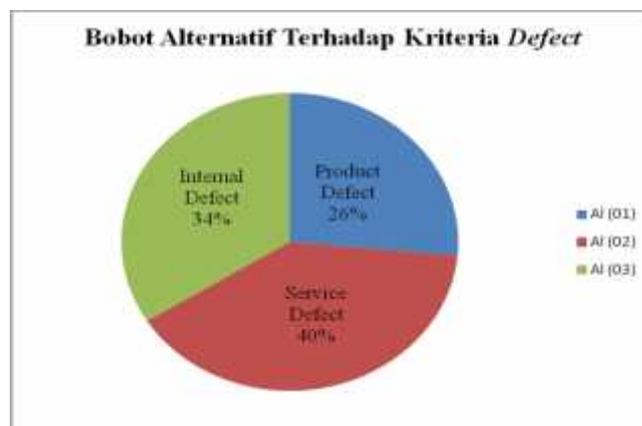
#### 5.5 **Analisa Pemilihan Alternatif Berdasarkan *Group Decision Making***

Dalam memilih alternatif perbaikan yang akan ditawarkan maka perlu membuat kriteria pemilihan alternatif perbaikan dan pembobotannya. Terdapat satu kriteria yaitu *defect* yang akan digunakan untuk mengetahui nilai tertinggi dari masing-masing alternatif berdasarkan keputusan kelompok yaitu :

1. *Service Defect* (11%)
2. *Internal Scrap / Defect* (8%)
3. *Product Defect* (6%)

Namun dari penentuan nilai tertinggi belum diketahui bobot dari masing-masing alternatif, maka selanjutnya dilakukan perhitungan dengan metode *pairwise comparison fuzzy preference relation* sehingga diketahui bobot masing-masing alternatif sebagai berikut:

1. *Service Defect* (40%)
2. *Internal Scrap / Defect* (34%)
3. *Product Defect* (26%)



Gambar 5.2 Bobot Alternatif Terhadap Kriteria *Defect* (Hasil Perhitungan)

Dan masing-masing kriteria tersebut memiliki bobot tersendiri. Penentuan bobot dilakukan melalui *brainstroming* tentang kondisi perusahaan dan target dari manajemen perusahaan. *defect* merupakan *waste* utama yang ingin diminimalisir risikonya. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa *service defect* memiliki pengaruh paling besar diantara *defect* yang lain yaitu 40%.

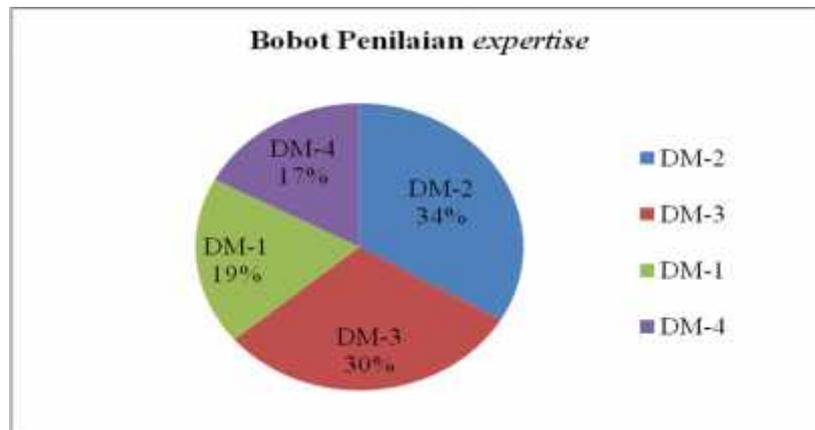
## 5.6 Analisa Bobot Penilaian *Expertise*

Dalam pengambilan keputusan adanya *Software* pendukung yang bersifat *web-based* dapat membantu penyelesaian model penentuan bobot penilaian *expertise / decision maker* (DM) untuk masing-masing kriteria pada *multi criteria group decision making* (MCGDM) terkait *expertise*, dimana DM bisa berada dilokasi yang terpisah.

*Output* dari *software* berupa:

- Bobot penilaian

- Nilai alternatif per kriteria
- Nilai total alternatif untuk semua criteria



Gambar 5.3 Bobot Penilaian *Expertise* (Hasil Penelitian)

Selain untuk mengetahui bobot alternatif metode ini juga digunakan untuk mengetahui konsistensi seorang *expert* dalam memberikan penilaian terhadap masing-masing alternatif. Dalam pengambilan keputusan konsistensi dan kemampuan membedakan dari seorang *expert* sangat berpengaruh terhadap hasil keputusan. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa *expert-2* memiliki peringkat tertinggi dengan *inconsistency* sebesar 6.25%, diskriminasi sebesar 14.7% sehingga CWS index nya adalah 22.5%. Selanjutnya dilakukan pembobotan penilaian untuk mengukur seberapa *expert* seorang *decision maker* dalam mengambil keputusan dan hasilnya adalah bahwa bobot penilaian *expert 2* adalah yang paling tinggi yaitu 33.5%. sehingga dapat disimpulkan bahwa *expert-2* lebih konsisten dan mampu membedakan dibandingkan dengan ke tiga *expert*.

## 5.7 Alternatif Perbaikan

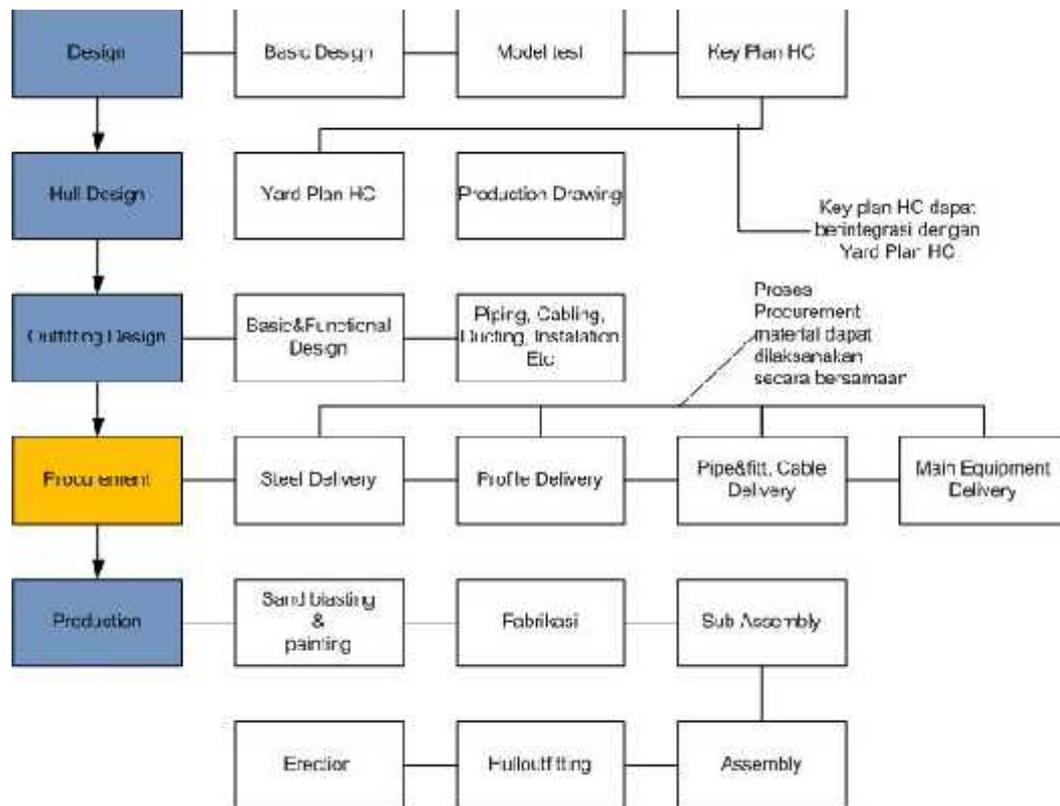
Dari rekapitulasi akar penyebab beserta alternatif perbaikannya maka dapat disimpulkan alternatif perbaikan yang dapat diimplementasikan oleh perusahaan adalah sebagai berikut :

1. Kebijakan membuat SOP / *Building strategy* baru untuk proses produksi.

2. Pelatihan operator dan teknisi pada proses produksi.
3. Pelatihan kualitas kepada operator *quality control* pada proses produksi.
4. Perbaikan manajemen pada proses pengadaan material dan PPIC.

### 5.8 Rekomendasi Skenario Perbaikan

Setelah mengetahui kondisi *existing* di perusahaan, maka dapat disimpulkan bahwa akar penyebab utama adalah keterlambatan material sehingga perlu adanya perbaikan dalam kebijakan pembuatan kontrak *building strategy* dengan mempertimbangkan kebutuhan *owner* dan kemampuan perusahaan.



Gambar 5.4 *Flow Diagram Integrated Building Strategy* (Hasil Penelitian)

Dari *flow diagram* Gambar 5.3 analisa pertama yaitu diketahui bahwa pada tahap desain sebenarnya *key plan* HC dan *Yard plan* HC dapat berintegrasi dan ada keterkaitan sehingga sebenarnya dapat dilakukan secara bersama. Analisa

yang kedua adalah pada tahap *procurement* dimana semua elemen material dapat di lakukan pemesanan kepada *supplier* secara bersamaan sehingga dapat menghemat waktu juga lebih hemat dari segi biaya transportasi dan tenaga kerja. Tapi hal ini hanya berlaku jika proses produksi dilakukan secara bertahap. Tahap selanjutnya adalah membuat perbandingan SOP baru dan lama, dapat dilihat pada Tabel 5.1

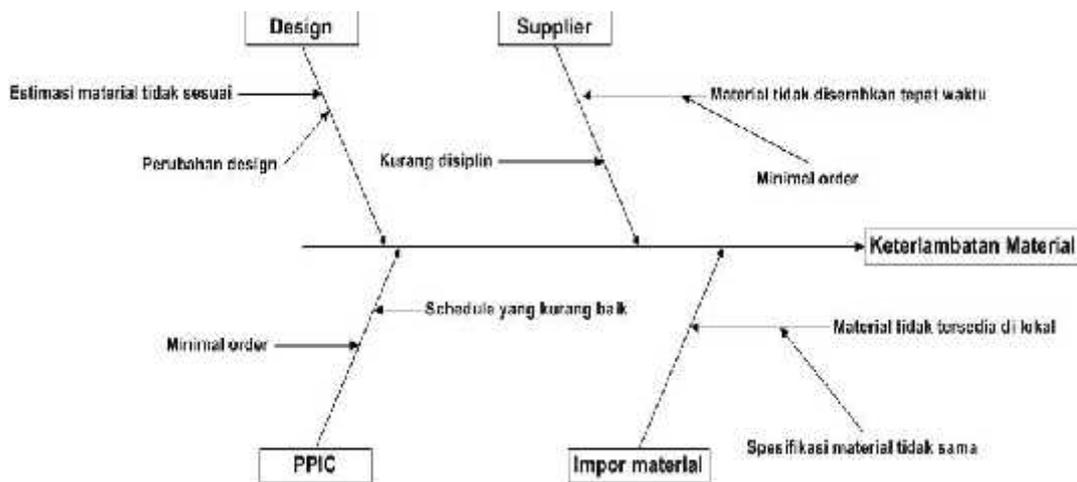
Tabel 5.1 Perbandingan SOP lama dan SOP baru

No	SOP Lama	SOP Baru
1	Pengadaan barang disesuaikan dengan kebutuhan material sesuai design	Perlu adanya batasan minimal order dan maksimal order
2	Tidak ada penalti terhadap supplier	Agar barang diserahkan tepat waktu perlu adanya penalti
3	Estimasi kebutuhan material tidak sesuai	Perlu adanya kesesuaian kebutuhan material
4	Spesifikasi material kadang tidak sama	Harus ada pengecekan spesifikasi sebelum proses produksi
5	Perubahan design secara tiba-tiba	Perlu adanya estimasi waktu perubahan design
6	Proses produksi tidak sesuai schedule	Tugas dari PPIC untuk mengatur agar proses produksi tepat waktu
7	Mesin sudah tidak layak / mengalami penurunan performansi	Perlu adanya pengadaan mesin baru atau kalibrasi
8	Kapasitas crane yang kurang	Perlu adanya penyesuaian antara kapasitas dan kebutuhan proses produksi
9	Tidak semua teknisi/operator memiliki buku saku standar operasi	Semua operator harus memiliki buku saku
10	Tidak ada training untuk teknisi secara berkala	perlu adanya training secara berkala

Sumber: Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.1 dapat diketahui bahwa dengan adanya SOP baru diharapkan akan membantu perusahaan agar proses produksi berjalan secara optimal, dan ada penghematan dari segi biaya, transportasi, waktu dan juga tenaga kerja. Hasil perubahan di atas sedikit tidak bisa terlihat secara jelas karena adanya

beberapa aktivitas yang stabil besar waktunya untuk ukuran berapapun jumlah produk yang diproses (sehingga memakan waktu yang sangat banyak). Skenario perbaikan tersebut dibuat dengan mempertimbangkan integrasi antara masing-masing tahapan dalam proses perencanaan produksi kapal. Selain itu, untuk permasalahan *quality*, melalui hasil *quality filter mapping*, maka *improvement* yang diberikan dipertimbangkan setelah melihat hasil dari *fishbone diagram*.



Gambar 5.5 Diagram *Fisbone* Keterlambatan Material (Hasil Penelitian)

*(Halaman sengaja dikosongkan)*

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dilakukan penarikan kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu juga ditambahkan dengan saran yang dapat menunjang penelitian lebih lanjut dari penelitian ini, sehingga bisa mendapatkan hasil perbaikan yang lebih optimal.

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari beberapa proses yang telah dilakukan dalam penelitian ini, yang berdasarkan hasil pengumpulan data, pengolahan data, serta analisis dan interpretasi data terdapat beberapa kesimpulan yang bisa ditarik guna menjawab tujuan penelitian yang telah dijelaskan di awal penelitian sebagai berikut :

1. Jenis *waste* yang menjadi perhatian utama perusahaan untuk segera mendapat perbaikan (berdasarkan hasil kuisioner), urutannya dari bobot terbesar sampai terkecil, adalah sebagai berikut: *Defect* (24%), *Waiting* (23%), *Over Processing* (15%), *Over Production* (14%), *Unnecessary Motion* (9%), *Transportation* (8%) dan *Over Inventory* (7%).
2. *Value adding activity* sebesar 53%, *necessary but non value adding activity* adalah 35%, dan 12% merupakan *non value adding activity*. pada keseluruhan proses produksi kapal tipe KCR 60 Meter. Berdasarkan hasil *Current State VSM* diketahui bahwa area *fabrication* dan *sub assembly* yang memberikan kontribusi terbesar,
3. Berdasarkan *Pareto's Law* yang mempunyai kontribusi 80% yaitu *waste defect*, selanjutnya berdasarkan korelasi *seven waste* dan VALSAT dipilihlah *tools quality filter mapping*, maka dengan menggunakan metode *group decision making* diperoleh masing-masing bobot *defect* (*Product Defect* = 26%, *Service Defect* = 40%, dan *Internal Defect* = 34%).
4. Semakin tinggi *expertise* levelnya, semakin tinggi juga bobot penilaiannya. Selain itu model penentuan bobot penilaian *expertise* dilengkapi dengan *software* yang bersifat *web-based*

## 6.2 Saran

Saran diberikan agar dapat menunjang penelitian yang lebih baik kedepannya. Berikut merupakan saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Penerapan metode *lean manufacturing* lebih tepat digunakan untuk perusahaan yang bersifat *mass production* karena dapat mengetahui secara detail alur proses produksi, sedangkan untuk yang bersifat *job order* kasus nya akan jauh kompleks.
2. Sebaiknya dalam penggunaan alternatif perbaikan menggunakan *group decision making* harus memiliki minimal lebih dari 3 alternatif sehingga akan terlihat perbedaan seorang *expert* dalam memberikan penilaian

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulmalek, F., dan Rajgopal, J. (2006). Analizing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping Via Simulation, dalam *International Jurnal Production Economics*, Pp. 223-236.
- Ade, R. S. (2014). Penerapan *Lean Manufacturing* di PT. INSERA SENA (Studi kasus: Produksi Sepeda Sierra Lite), Tugas Akhir, *Jurusan Teknik Industri ITS*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Andarnis, R. (2011). Pengukuran dan Peningkatan Sistem Pemeliharaan Pada PT. Maspion Dengan Menggunakan Konsep *Lean Maintenance*, Tugas Akhir, *Jurusan Teknik Industri ITS*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Bayou dan Korvin. (2008). Measuring the Leanness of Manufacturing System – A Case Study of Ford Motor Company and General Motors, dalam *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 25, hal. 287-304.
- Brett, C., dan Queen, P. (2005). *Streamlining Enterprise Record Management with Lean Six Sigma*, The Information Management Journal.
- Chen, S. J., dan Hwang, C. L. (1992). *Fuzzy multiple attribute decision making: Methods and applications*. New York: Springer-Verlag.
- Chen, H. Y., dan Chao, J. R., (2012). Supplier selection using consistent fuzzy preference relations. *Expert system with applications*, 39.
- Fanani, Z. (2011). Implementasi *Lean Manufacturing* Untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus di PT. Ekamas Fortuna Malang), Tesis, *Magister Manajemen Teknologi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Fanani, Z., dan Singgih, L. (2011). Implementasi *Lean Manufacturing* Untuk Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus pada PT. Ekamas Fortuna Malang), *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi. XIII Program Studi MMT-ITS*, Surabaya.
- Febriyani, D. (2010). Analisis Produktivitas dan Aplikasi *Lean Manufacturing* Pada Divisi Produksi Pengecoran (workshop I) PT. Barata Indonesia, Tugas Akhir, *Jurusan Teknik Industri ITS*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Forrester, R. (1995). *Implications of Lean Manufacturing for Human Resource Strategy*, Work Study Vol 44-3.
- Gaspersz, V. (2006). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2006). *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*, Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hapsari, R. I. (2011). Penerapan Metode *Lean Project Management* dalam Perencanaan Proyek Konstruksi Pada Pembangunan Gedung SDN Bektiharjo II Semanding Tuban, Tugas Akhir, *Jurusan Teknik Industri ITS*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Hardiningtyas., (2009). Implementasi *Lean Manufacturing* Untuk Mengurangi *Lead Time Shoulder* (Studi kasus PT. Barata Indonesia), Tesis. *Program Studi MMT-ITS*, Surabaya.

- Herowati, Evy. (2013). Competence-based Expert Ranking at Fuzzy Preference Relation on Alternatives, Proceeding of Industrial Engineering and Service Science.
- Herrera-Viedma, E., Martinez, L., Mata, F., & Chiclana, F. (2005). A Consensus support system model for group decision making problems with multigranular linguistic preference relation. *IEEE Transactions on Fuzzy System*, 13, 644-658.
- Hines, P. dan Rich, N. (1997). The Seven Value Stream Mapping Tools, *International Journal of Operation & Production Management*, Vol. 17, No 1, pp. 46-64. Lean Enterprise Research Center, Cardiff Business School, Cardiff, UK.
- Hines and Taylor. (2000). Going Lean, Lean Enterprise Research Centre Cardiff Bussiness School, *Abenconway Building*, Colum Drive, Cardiff, UK.
- Hines, P., Silvi, R., dan Bartolini, M. (2002). *Lean Profit Potential: Lean Enterprise Research Centre*, Cardiff Business School.
- Imamah, M. P. (2013). Evaluasi dan Perbaikan Proses sub Assembly dengan Pendekatan Lean Risk di PT. PAL Indonesia (Persero), Tugas Akhir, *Jurusan Teknik Industri ITS*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Journal World Shipbuilding Statistics (2007). Perkembangan Industri Galangan Kapal, Kajian Ekonomi Regional Provinsi Kepulauan Riau: Edisi Juni 2007.
- Kurniawan, T. (2012). Perancangan *Lean Manufacturing* Dengan Metode VALSAT Pada Line Produksi Drum Brake Type IMV (Studi kasus: PT.Akebono Brake Astra Indonesia), Tesis, *Universitas Indonesia*, Jakarta.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the Worlds Greatest Manufacturer*, S.1: McGraw-Hill.
- Liu, F. H., & Hai, H. L. (2005). The voting analytic hierarchy process methods for selecting supplier. *International Journal of Production Economics*, 97, 308-317.
- MacInnes, R. L. (2002). *The Lean Enterprise Memory Jogger: Create Value and Eliminate Waste Throughout Your Company*, Salem, NH, USA, GOAL/QPC.
- Maleyeff, J. (2006). Exploration Of International Service System Using Lean Principles, *Management Decisions*, Vol. 44, hal. 674-689.
- Mark, O. (2008). Remembering VSM. *Industrial Engineer*, 40, 90; ProQuest. Science Journals, hal. 24.
- Meyers, F. E. dan Stewart, J. R. (2002). Motion and Time Study for Lean Manufacturing, *Upper Saddle River*, New Jersey, Prentice Hall.
- Muralidharan, C., Anantharaman, N., & Deshmukh, S. G. (2002). A multi-criteria group decision making model for supplier rating. *Journal of Supply Chain Management*, 38, 22-31.
- Pamungkas, S. (2014). Peningkatan Performansi Lantai Produksi Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing (Studi kasus: PT Loka Refractories), Tugas Akhir, *Jurusan Teknik Industri ITS*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

- Rother, M. dan Shook, J. (1999). Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, *Lean Enterprise Institute*. Cambridge, MA.
- Shanteau, J., David J., (2002). Performance-Based assessment of expertise: How to decide if someone is an expert or not. *European Journal of Operational Research*, 136, 253-263.
- Shino, S. (2000). *The Shingo Production management System: Improving Process Functions Portland*, Oregon, Productivity Press.
- Sreekumar, S., & Mahapatra, S. S. (2009). A fuzzy multi-criteria decision making approach for supplier selection in supply chain management. *African Journal of Business Management*, 3, 168-177.
- Suprijotomo., (2007). Estimasi Pengurangan Biaya dan Waktu Dengan *Lean Manufacturing* untuk Meningkatkan Produktivitas (Studi kasus: Bagian Fabrikasi Mesin PT. Varia Usaha-Gresik), Tugas Akhir, *Jurusan Teknik Industri ITS*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- William, T. (2006). *Lean Sigma*, Forum Magazine, 1, (1). P.13.
- Womack, J., (2006). Value Stream Mapping. *Manufacturing Engineering* : 136, 5; ProQuest Science Journals.
- Womack, J. P. dan Jones, D. T. (2003). Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in your Corporation, *Revised and Updated Penyunt*. S.I.:Free Press.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### Daftar Lampiran

- Lampiran A : Kuisioner Identifikasi *Waste*
- Lampiran B : Kuisioner Pemilihan Alternatif
- Lampiran C : Gambar – Gambar Denah kapal KCR-60 Meter
- Lampiran D : Aktivitas-aktivitas Proses Produksi Kapal KCR 60 Meter
- Lampiran E : Perhitungan Penilaian *Expertise*
- Lampiran F : Struktur Organisasi PT. PAL



## **Lampiran A**

Kuisiner Identifikasi *Waste*

## Kuisoner Tesis

Peneliti : Nur Muflihah  
Departemen : .....  
Jabatan : .....

### **KUISIONER IDENTIFIKASI WASTE**

Dalam rangka penelitian Tesis “Model *Group Decision Making* dan *Lean Manufacturing* untuk meningkatkan efisiensi proses produksi kapal KCR-60 Meter di PT. PAL divisi KAPRANG”, maka mengharapkan kesediaan dan bantuan bapak/ibu untuk mengisi kuisoner mengenai *waste* yang terjadi di PT. PAL Indonesia (Divisi Kapal Perang). Kuisoner ini hanya untuk kepentingan ilmiah semata.

#### **Prosedur Pengisian :**

1. Isikan nama departemen dan jabatan bapak/ibu di tempat yang telah disediakan, disebelah kiri atas.
2. Memahami konsep identifikasi *waste* pada sistem kerja produksi kapal tipe KCR 60M yaitu antara lain :
  - *Defects* : *Waste* yang terjadi akibat adanya kesalahan sehingga mengakibatkan kerusakan pada benda kerja atau fisik produk yang cacat setelah melalui suatu proses atau juga *defect* yang tidak berhubungan pada bentuk fisik maupun fungsi produk secara langsung namun berhubungan erat dengan masalah kualitas produk dan kualitas pelayanan, sehingga produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi kualitas yang diharapkan bahkan bisa juga mengakibatkan pengiriman produk tidak sesuai jadwal.
  - *Over production* : Proses produksi yang berlebihan yaitu melebihi kapasitas mesin.
  - *Unnecessary motion* : Gerakan operator yang tidak menghasilkan nilai tambah bagi suatu proses atau produk.
  - *Over inventory* : Menghasilkan persediaan yang berlebihan, baik di gudang bahan baku, gudang *Finished Good*, maupun di lantai produksi.
  - *Transportation* : Pergerakan produk atau barang yang terlalu berlebihan.
  - *Over processing* : Penggunaan proses yang tidak efektif (kurang tepat), prosedur, sistem atau tool.
  - *Waiting* : Terjadi proses yang terlalu lama sehingga mengakibatkan operator menunggu (*idle*) informasi, material, atau mesin
3. Setelah mengetahui dan mengerti jenis-jenis *waste* yang telah dijelaskan, maka beri ranking untuk masing-masing *waste* dengan ketentuan sebagai berikut :
  - Ranking tertinggi untuk tiap *waste* adalah 1
  - Ranking terendah untuk tiap *waste* adalah 8
  - Semakin tinggi ranking untuk *waste* yang dipilih, berarti semakin sering terjadinya *waste* tersebut dalam perusahaan ini.
4. Total keseluruhan *waste* yang telah dirankingkan yaitu sebesar 28

Nomor	Jenis Waste	Ranking
1	<i>Defect</i>	
2	<i>Over Inventory</i>	
3	<i>Over Production</i>	
4	<i>Over Processing</i>	
5	<i>Transportation</i>	
6	<i>Unnecessary Motion</i>	
7	<i>Waiting</i>	
<b>Total</b>		<b>28</b>

1. Memahami probabilitas frekuensi kejadian terjadi *waste* pada sistem kerja produksi kapal tipe KCR 60M :

Level Kode	Keterangan	Deskripsi	Indikator
1	Selalu terjadi/ Kemungkinan terjadinya sangat besar	Kejadian dapat terjadi sangat sering/selalu berulang-ulang selama kegiatan perusahaan berjalan	Potensi terjadi sekali setiap hari
2	Sering terjadi/ Kemungkinan terjadinya besar.	Kejadian dapat sering terjadi selama kegiatan perusahaan berjalan	Potensi terjadi sekali setiap minggu
3	Kemungkinan terjadi ada (possible)	Kejadian dapat terjadi hanya pada suatu saat – saat tertentu selama kegiatan perusahaan berjalan	Potensi terjadi sekali setiap bulan
4	Jarang terjadi/ Kemungkinan terjadi kecil	Kejadian jarang terjadi selama kegiatan perusahaan berjalan.	Potensi terjadi sekali setiap 6 bulan
5	Sangat jarang terjadi/ Kemungkinan terjadinya kecil sekali	Kejadian sangat jarang terjadi selama kegiatan perusahaan berjalan, hanya terjadi hanya pada kondisi tertentu (abnormal, darurat, force)	Potensi terjadi sekali dalam setahun atau lebih.

2. Setelah mengetahui dan mengerti jenis-jenis *waste* yang telah dijelaskan, maka beri ranking untuk masing-masing *waste* dengan ketentuan sebagai berikut :

- no 1 probabilitas terjadinya *waste* adalah selalu terjadi
- no 2 probabilitas terjadinya *waste* adalah sering terjadi
- no 3 probabilitas terjadinya *waste* adalah Kemungkinan terjadi ada
- no 4 probabilitas terjadinya *waste* adalah jarang terjadi
- no 5 probabilitas terjadinya *waste* adalah sangat jarang terjadi

3. Isilah level kode pada *waste* pada tabel dibawah ini :

<b>Nomor</b>	<b>Jenis Waste</b>	<b>Frekuensi Kejadian</b>
1	<i>Defect</i>	
2	<i>Over Inventory</i>	
3	<i>Over Production</i>	
4	<i>Over Processing</i>	
5	<i>Transportation</i>	
6	<i>Unnecessary Motion</i>	
7	<i>Waiting</i>	

## **Lampiran B**

Kuisisioner Pemilihan Alternatif Terhadap Kriteria *Defect*  
pada PT. PAL (Divisi Kaprang)

Kuisisioner Penelitian Tesis

Peneliti :Nur Muflihah

Jabatan : .....

Nama : .....

### **Kuisisioner Pemilihan Alternatif Terhadap Kriteria *Defect***

#### **pada PT. PAL (Divisi Kaprang)**

Dalam rangka penelitian tugas akhir “Pendekatan *Lean Manufacturing* pada proses produksi dengan menggunakan metode *Group Decision Making*”, maka mengharapkan kesediaan dan bantuan bapak/ibu untuk mengisi kuisisioner mengenai jenis alternatif *waste* yang terjadi di PT. PAL (Divisi Kaprang). Kuisisioner ini hanya untuk kepentingan ilmiah semata.

Kuisisioner pemilihan alternatif terhadap kriteria *defect*, dilakukan untuk memilih alternatif utama dengan bobot tertinggi untuk menjadi tujuan utama dalam penetapan strategi jangka waktu terdekat yang ingin dicapai. Pemilihan alternatif ini langsung di isi oleh *expert* / pemangku kepentingan yang terlibat langsung dalam aktifitas produksi.

#### **Prosedur Pengisian :**

1. Isikan nama dan jabatan bapak/ibu di tempat yang telah disediakan, disebelah kiri atas.
2. Format pengisian nilai yang digunakan dalam bentuk matrik ini adalah perbandingan berpasangan *Fuzzy Preference Relations* untuk menyatakan derajat preferensi dari Alternatif- i terhadap Alternatif-j (**P<sub>ij</sub>**) dalam persentase.

**P<sub>ij</sub>** merupakan derajat preferensi dari Alternatif-i terhadap Alternatif-j ,  $0 < P_{ij} < 100\%$

**P<sub>ij</sub> > 50%** berarti Alternatif-i lebih disukai daripada Alternatif- j

**P<sub>ij</sub> = 50%** berarti tidak ada perbedaan preferensi antara Alternatif-i dan Alternatif- j

\*) Rentan Nilai yang di isikan adalah 0-100%

Matrik Kriteria Penetapan Alternatif Terhadap Kriteria *Defect/Error*

<b>Alternatif</b>	AI (01)	AI (02)	AI (03)
AI (01)			
AI (02)			
AI (03)			

\*) Keterangan:

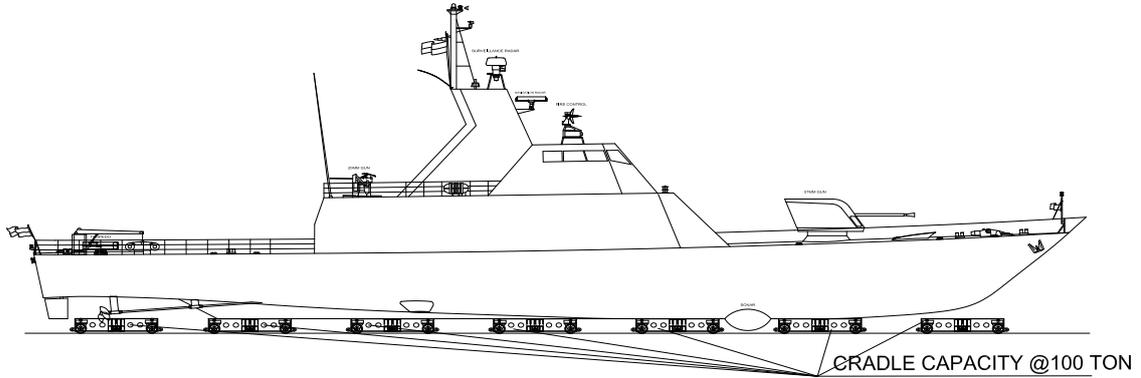
- AI (01) : *Product defect: defect* yang terjadi pada fisik produk jadi yang ‘berhasil’ lolos inspeksi dan sampai ke tangan *owner*.
- AI (02) : *Service defect: defect* yang tidak berhubungan pada bentuk fisik maupun fungsi produk secara langsung, melainkan kualitas pelayanan yang diterima *owner*, seperti pengiriman yang tidak sesuai jadwal (terlalu awal atau terlambat), kesalahan jumlah pengiriman, kesalahan jenis produk yang dikirim, tidak lengkapnya dokumentasi (berkas) dan lain sebagainya.
- AI (03) : *Internal scrap: defect* pada produk yang masih berhasil diidentifikasi/ditangkap oleh proses inspeksi perusahaan.



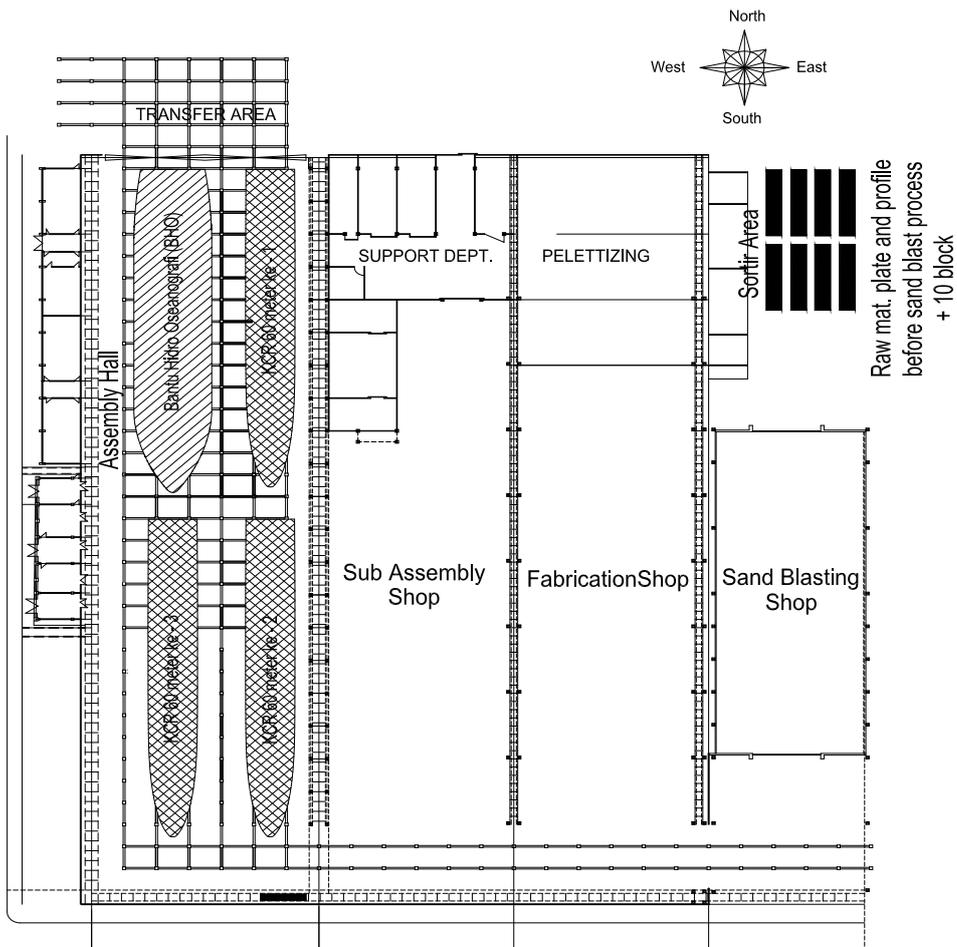
## **Lampiran C**

Gambar - gambar Denah Kapal KCR – 60 Meter

## KCRS 60 METER DIATAS CRADLE

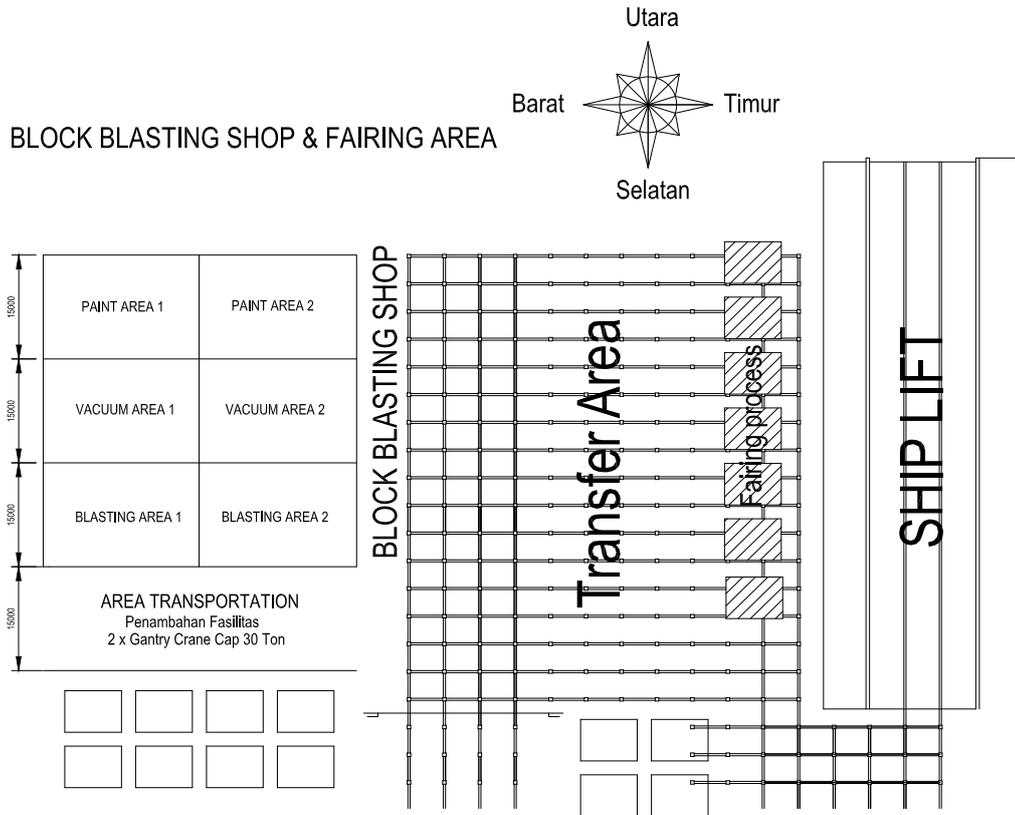


## Proses erection 3 KCRS 60 meter dan BHO di Assembly Hall

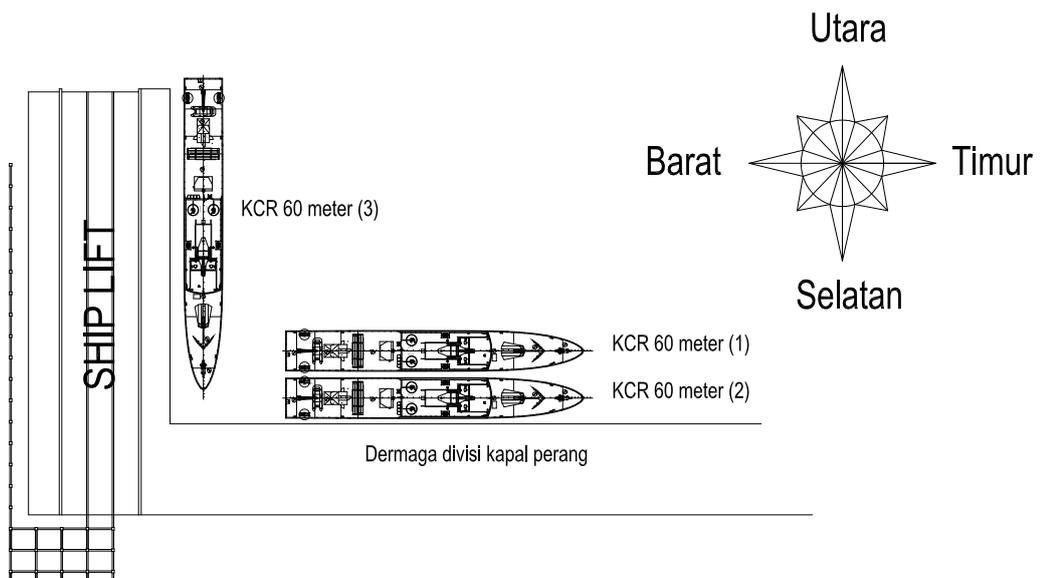


## DENAH ASSEMBLY HALL DIVISI KAPAL PERANG

## DENAH TRANSFER AREA DAN BBS DKP



## DENAH DERMAGA DIVISI KAPAL PERANG



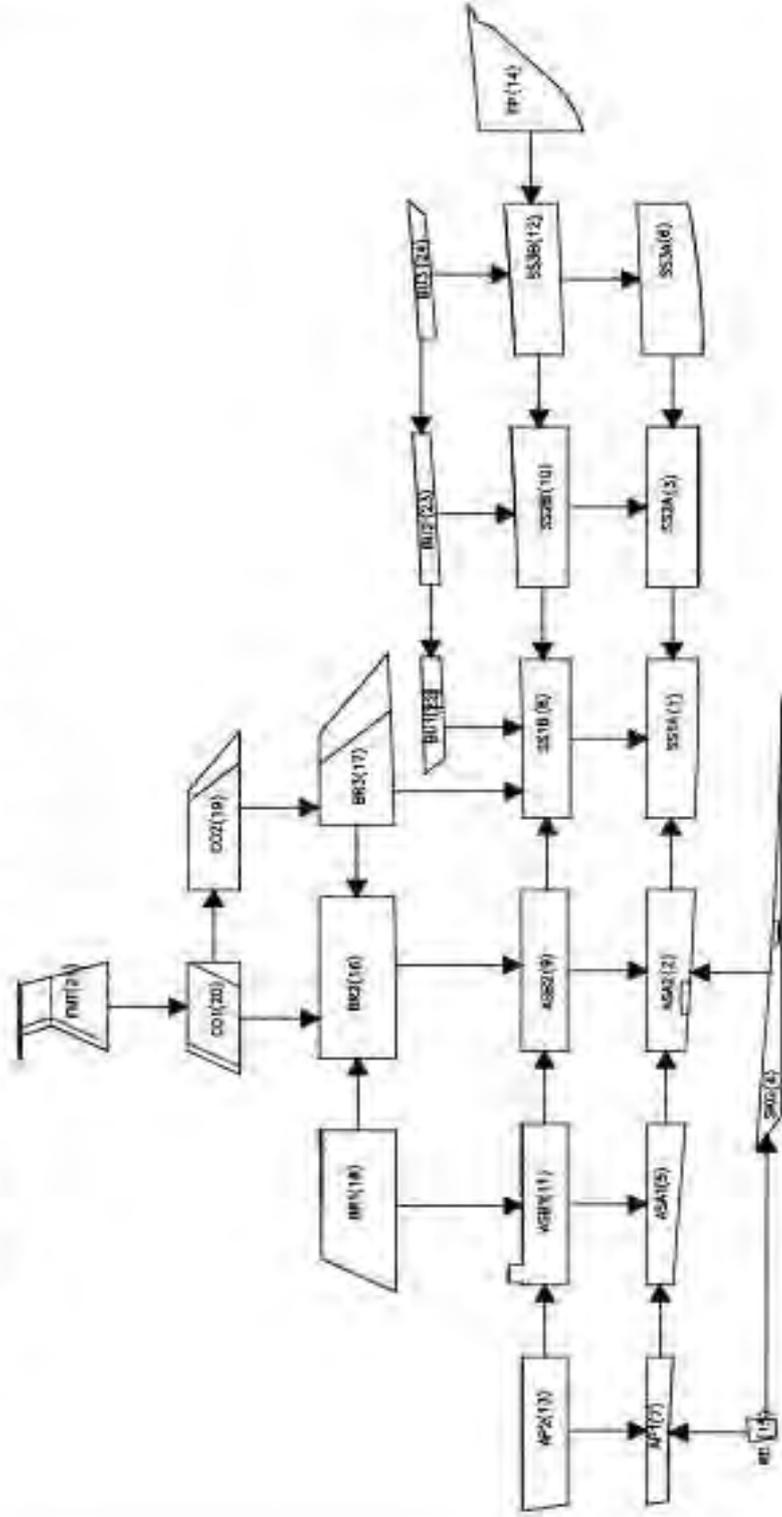


**Foto full outfitting block system (FOBS) setelah proses block blasting dan painting.**

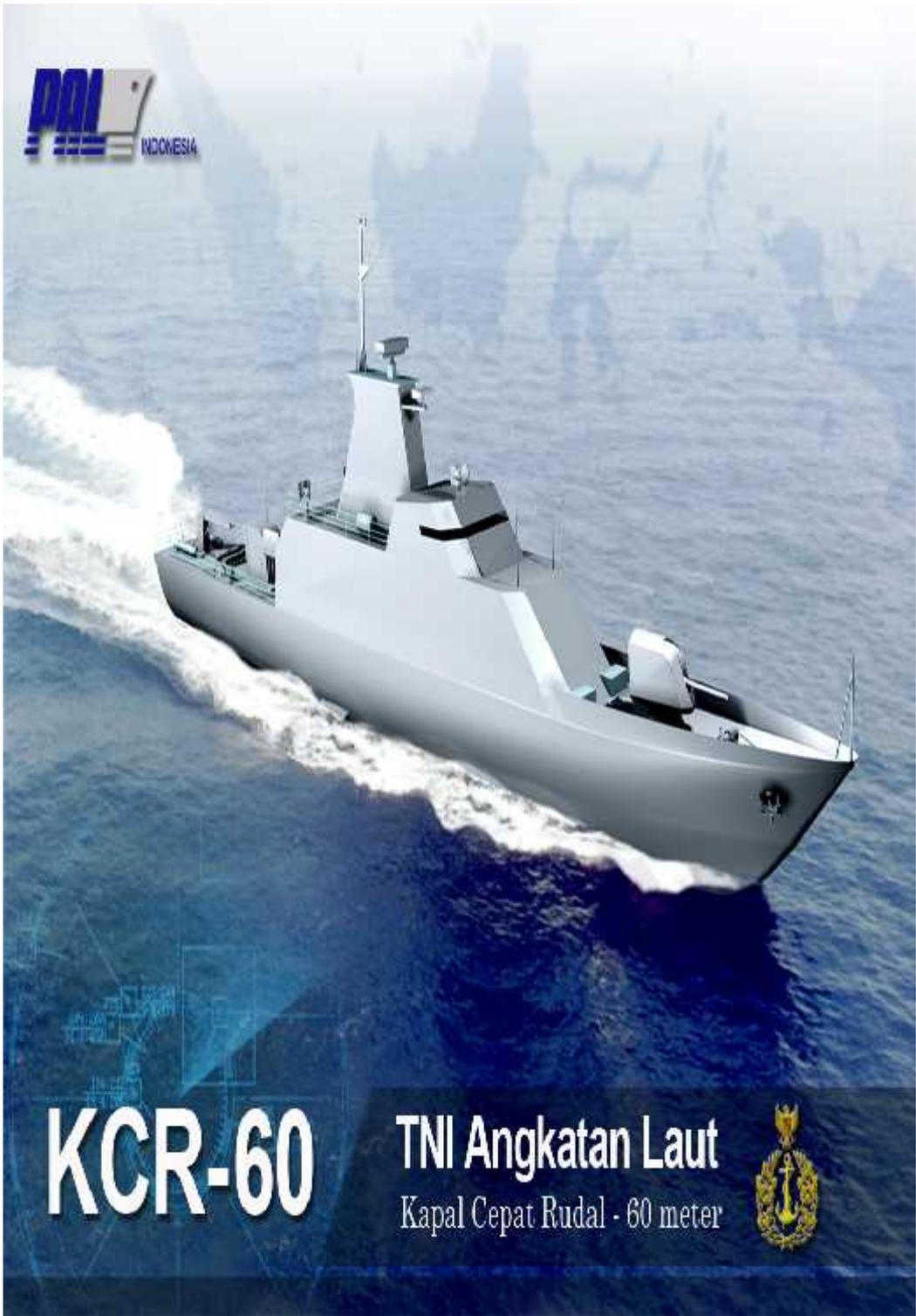


**Foto FPB 57 saat peluncuran di shiplift**

# ERECTION NETWORK KCR 60 M







**KCR-60**

**TNI Angkatan Laut**

Kapal Cepat Rudal - 60 meter





Block Blasting shop

Shiplift

Warship division of Quay

Assembly IV

Aluminium hall

Transfer area

Outfitting hall

Interior hall

Store of pipe

Pipe hall

Assembly hall

Sub Assy hall

Fabrication hall

Assorting area

Blasting hall

Irian Graving dock

Image © 2011 DigitalGlobe  
© 2011 Europe Technologies

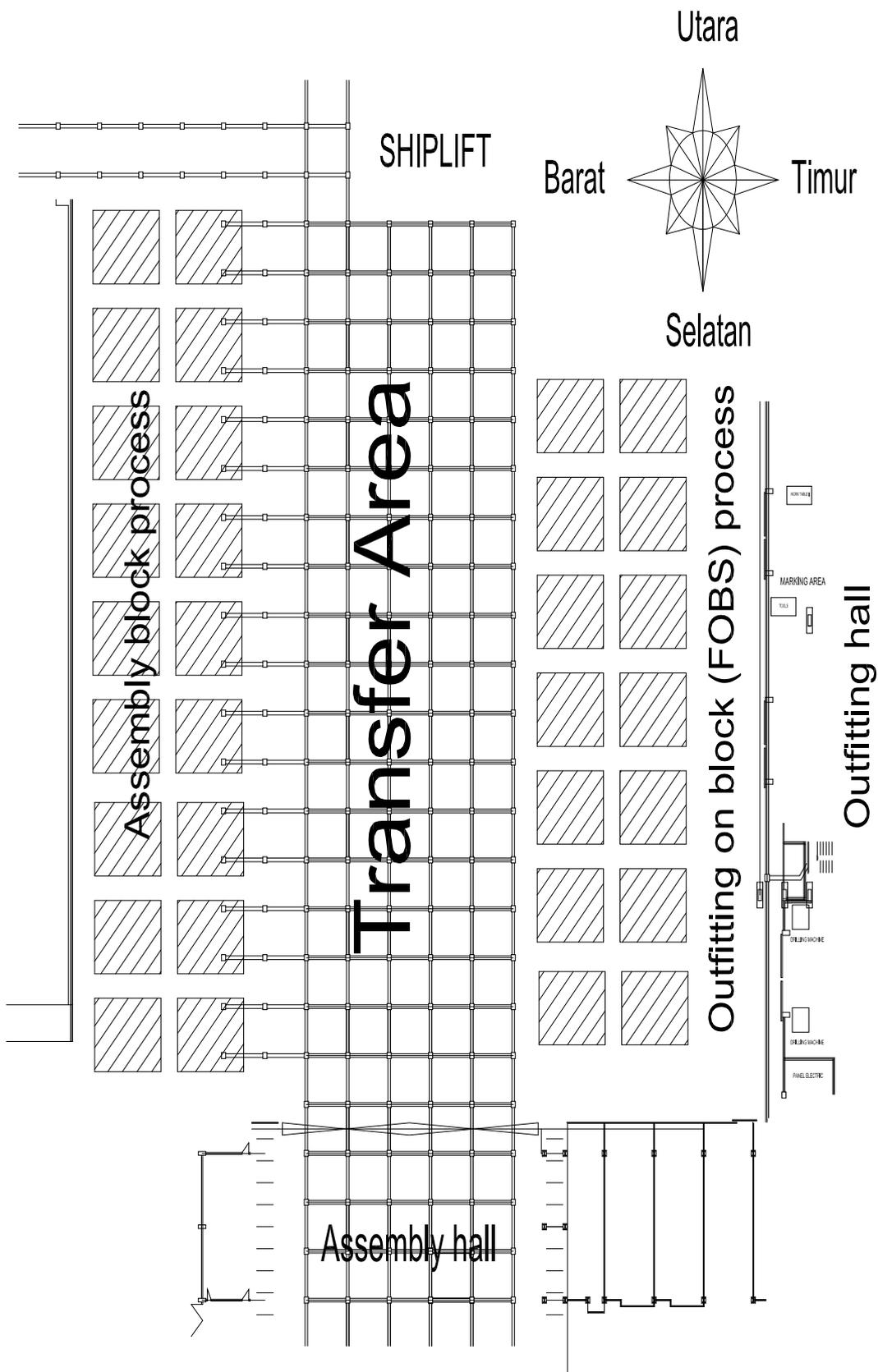
Google

© 2011 Tele Atlas

Tanggal pencitraan: 19 Jul 2010

7°12'15.40"S 112°44'19.34"E elev. 0 m

Ketinggian mata 330 m



NO	NAMA BENGKEL	GAMBAR	SPESIFIKASI
1	Sand Blasting		<p>Dimension L x B x H (m) 47,5 x 23,5 x 10 . Door opening southside and north side B x H (m) each 12 x 6,9. Over head crane capacity 12,5 ton max. hoisting height 6,9 m</p>
2	Fabrikasi		<p>Dimension L x B x H (m) 96 x 30 x 12,5. Door opening eastside B x H (m) 11 x 6,52. Over head cranes each capacity 12,5ton max. hoisting height 10,4 m</p>
3	Sub Assembly		<p>Dimension L x B x H (m) 132 x 35 x 25. Door opening north side B x H (m) west side B x H (m) 30,8 x 24,91x 6,52. Over head cranes capacity 16,5ton and 16ton max. hoisting height 22,35 m</p>

NO	NAMA BENGKEL	GAMBAR	SPESIFIKASI
1	Assembly		<p>Dimension L x B x H (m)  132x35x25. Door opening north side BxH (m) west side BxH(m) 30,8 x 24,9. 11x 6,52  Over head cranes capacity 16,5 ton and 16ton max. hoisting height 22,35 m</p>
2	Hull Outfitting (Ship Fitter)		<p>Dimension LxBxH (m) 30x 20 x 13. Door opening west side B x H (m) 5 x 5 Over head crane capacity 5ton. max. hoisting height 10 m</p>
3	Hull Outfitting (Mesin)		<p>Dimension L x B x H (m) 30 x 20 x 13 Door opening east side B x H (m) 6 x 4 Over head crane capacity 5 ton. max. hoisting height 10 m</p>

NO	NAMA BENGKEL	GAMBAR	SPESIFIKASI
1	Hull Outfitting (Pipa)		<p>Dimension L x B x H (m)  80 x 13 x 5,2 eastside (pipe hall 1)  80 x 13 x 5,2 westside (pipe hall 2)  Door opening north side B x H (m)  south side B x H (m)  east side B x H (m) 5,8 x 4,2 &amp; 5,8 x 4,2  Over head crane (pipe hall 1) capacity 3 ton. max. hoisting height 4,2 m</p>
2	Hull Outfitting (Elektronika dan Listrik)		<p>Dimension L x B x H (m) 30 x 20 x 8  Door opening east side B x H (m) 6 x 4</p>
3	Interior		<p>Dimension L x B x H (m) 58 x 37,5 x 4  Door opening east side B x H (m) 6 x 3</p>

## **Lampiran D**

Aktivitas-Aktivitas pada proses produksi kapal KCR 60  
Meter

Tabel Aktivitas-Aktivitas pada proses produksi kapal KCR 60 Meter

(Sebelum Verifikasi)

Kode	Tipe Aktivitas	VA	NVA	NNVA
	Proses <i>Sandblasting</i>			
S1	Pengambilan material dari gudang			
S2	Pengecekan material			
S3	Membersihkan plat yang akan di <i>Sandblasting</i> dengan cara manual			
S4	Mempersiapkan alat dan bahan			
S5	Pasir dimasukkan ke dalam bak pasir			
S6	Membuka katub bak pasir			
S7	Pengecekan selang, <i>pot blasting</i> dan power			
S8	Melihat kondisi cuaca			
S9	Menyalakan mesin kompresor			
S10	Mempersiapkan permukaan <i>cleaning</i>			
S11	Penggunaan Nozel			
S12	Permukaan plat disemprot udara			
S13	Inspection QC/QA			
Kode	Tipe Aktivitas	VA	NVA	NNVA
	Proses Fabrikasi			
F1	Pengambilan material dari sandblasting line			
F2	Identifikasi material plat			
F3	<i>Marking</i>			
	- Identifikasi material			
	- Menentukan apakah material sudah sesuai standar			
	- Menentukan ukuran material			
	- Pencocokan sertifikasi material			
	- Mempersiapkan gambar kerja dan alat ukur			
	- Membersihkan permukaan plat			
	- Mengidentifikasi plat yang di <i>marking</i>			
	- Pengecekan permukaan plat dari deformasi dan cacat			
	- Pengecekan kebutuhan material			
	- Melakukan penandaan dengan mesin			
F4	<i>Cutting</i>			
	- Melakukan pemeriksaan material			
	- Memeriksa kekedapan katup oksigen			
	- Memeriksa katup gas			

	- Membawa mesin potong ke tempat kerja			
	- Memasang cuncum sesuai dengan mesin potong			
	- Mempersiapkan gambar kerja			
	- Melakukan pemotongan dengan mesin			
<b>F5</b>	Melakukan <i>Grinding</i>			
<b>F6</b>	Melakukan <i>Bending</i>			
<b>F7</b>	Melakukan <i>Palletizing &amp; labeling</i>			
<b>Kode</b>	<b>Tipe Aktivitas</b>	<b>VA</b>	<b>NVA</b>	<b>NNVA</b>
	<b>Proses Sub assembly</b>			
<b>SA1</b>	Mengambil material dari Fabrikasi <i>Line</i>			
<b>SA2</b>	Menyiapkan peralatan <i>fitting</i>			
<b>SA3</b>	Menyiapkan peralatan <i>cutting</i>			
	- Membuka klep oksigen dan <i>acetylene</i>			
	- Mengatur plat sejajar dengan rel			
	- Menyetel api			
	- Melakukan pemotongan dengan NC gas			
	- Mengecek material hasil potong			
	- Memindahkan plat sisa			
<b>SA4</b>	Menyiapkan peralatan las ( <i>welding</i> )			
<b>SA5</b>	Memeriksa posisi penempatan material			
<b>SA6</b>	Memeriksa dimensi material sesuai gambar kerja			
<b>SA7</b>	Pemasangan stiffener pada plat sekat			
<b>SA8</b>	Pembuatan wrang ( <i>frame</i> )			
<b>SA9</b>	Penyambungan dua lembar / lebih plat			
<b>Kode</b>	<b>Tipe Aktivitas</b>	<b>VA</b>	<b>NVA</b>	<b>NNVA</b>
	<b>Proses Assembly</b>			
<b>A1</b>	Persiapan Jig			
<b>A2</b>	Melakukan <i>Scantling check</i>			
<b>A3</b>	Melakukan penyambungan (Fit-up)			
<b>A4</b>	Pengecekan hasil pengelasan			
	- Pengecekan <i>leg length</i>			
	- Mengecek kelengkapan bagian blok			
	- Pengecekan ada tidaknya cacat las			
	- Pengecekan deformasi			
<b>A5</b>	Pengecekan <i>keel deflection</i>			

<b>Kode</b>	<b>Tipe Aktivitas</b>	<b>VA</b>	<b>NVA</b>	<b>NNVA</b>
	<b>Proses Erection</b>			
<b>E1</b>	Penyambungan blok2			
<b>E2</b>	Persiapan jig			
<b>E3</b>	Pengangkatan blok			
<b>E4</b>	Melakukan pelevelan			
<b>E5</b>	Melakukan pemotongan margin			
<b>E6</b>	Pemasangan Stopper			
<b>E7</b>	<b>Pengecekan hasil sambungan</b>			
<b>Total</b>		<b>29</b>	<b>8</b>	<b>31</b>
		<b>43%</b>	<b>12%</b>	<b>46%</b>

Tabel Aktifitas-Aktifitas pada proses produksi kapal KCR 60 Meter (Setelah Verifikasi)

Kode	Tipe Aktivitas	VA	NVA	NNVA
	<b>Proses Sandblasting</b>			
S1	Pengambilan material dari gudang			
S2	Pengecekan material			
S3	Membersihkan plat yang akan di <i>Sandblasting</i> dengan cara manual			
S4	Mempersiapkan alat dan bahan			
S5	Pasir dimasukkan ke dalam bak pasir			
S6	Membuka katub bak pasir			
S7	Pengecekan selang, pot <i>blasting</i> dan power			
S8	Melihat kondisi cuaca			
S9	Menyalakan mesin kompresor			
S10	Mempersiapkan permukaan <i>cleaning</i>			
S11	Penggunaan Nozel			
S12	Permukaan plat disemprot udara			
S13	Inspection QC/QA			
Kode	Tipe Aktivitas	VA	NVA	NNVA
	<b>Proses Fabrikasi</b>			
F1	Pengambilan material dari <i>sandblasting line</i>			
F2	Identifikasi material plat			
F3	<i>Marking</i>			
	- Identifikasi material			
	- Menentukan apakah material sudah sesuai standar			
	- Menentukan ukuran material			
	- Pencocokan sertifikasi material			
	- Mempersiapkan gambar kerja dan alat ukur			
	- Membersihkan permukaan plat			
	- Mengidentifikasi plat yang di <i>marking</i>			
	- Pengecekan permukaan plat dari deformasi dan cacat			
	- Pengecekan kebutuhan material			
	- Melakukan penandaan dengan mesin			
F4	<i>Cutting</i>			
	- Melakukan pemeriksaan material			
	- Memeriksa kekedapan katup oksigen			
	- Memeriksa katup gas			

	- Membawa mesin potong ke tempat kerja			
	- Memasang cuncum sesuai dengan mesin potong			
	- Mempersiapkan gambar kerja			
	- Melakukan pemotongan dengan mesin			
<b>F5</b>	Melakukan <i>Grinding</i>			
<b>F6</b>	Melakukan <i>Bending</i>			
<b>F7</b>	Melakukan <i>Palletizing &amp; labeling</i>			
<b>Kode</b>	<b>Tipe Aktivitas</b>	<b>VA</b>	<b>NVA</b>	<b>NNVA</b>
	<b>Proses Sub assembly</b>			
<b>SA1</b>	Mengambil material dari Fabrikasi <i>Line</i>			
<b>SA2</b>	Menyiapkan peralatan <i>fitting</i>			
<b>SA3</b>	Menyiapkan peralatan <i>cutting</i>			
	- Membuka klep oksigen dan <i>acetylene</i>			
	- Mengatur plat sejajar dengan rel			
	- Menyetel api			
	- Melakukan pemotongan dengan NC gas			
	- Mengecek material hasil potong			
	- Memindahkan plat sisa			
<b>SA4</b>	Menyiapkan peralatan las ( <i>welding</i> )			
<b>SA5</b>	Memeriksa posisi penempatan material			
<b>SA6</b>	Memeriksa dimensi material sesuai gambar kerja			
<b>SA7</b>	Pemasangan stiffener pada plat sekat			
<b>SA8</b>	Pembuatan wrang ( <i>frame</i> )			
<b>SA9</b>	Penyambungan dua lembar / lebih plat			
<b>Kode</b>	<b>Tipe Aktivitas</b>	<b>VA</b>	<b>NVA</b>	<b>NNVA</b>
	<b>Proses Assembly</b>			
<b>A1</b>	Persiapan Jig			
<b>A2</b>	Melakukan <i>Scantling check</i>			
<b>A3</b>	Melakukan penyambungan (Fit-up)			
<b>A4</b>	Pengecekan hasil pengelasan			
	- Pengecekan <i>leg length</i>			
	- Mengecek kelengkapan bagian blok			
	- Pengecekan ada tidaknya cacat las			
	- Pengecekan deformasi			
<b>A5</b>	Pengecekan <i>keel deflection</i>			
<b>Kode</b>	<b>Tipe Aktivitas</b>	<b>VA</b>	<b>NVA</b>	<b>NNVA</b>
	<b>Proses Erection</b>			
<b>E1</b>	Penyambungan blok2			

<b>E2</b>	Persiapan jig			
<b>E3</b>	Pengangkatan blok			
<b>E4</b>	Melakukan pelevelan			
<b>E5</b>	Melakukan pemotongan margin			
<b>E6</b>	Pemasangan Stopper			
<b>E7</b>	Pengecekan hasil sambungan			
<b>Total</b>		<b>36</b>	<b>8</b>	<b>24</b>
		<b>53%</b>	<b>12%</b>	<b>35%</b>



## **Lampiran E**

Perhitungan Penilaian *Expertise* terhadap Alternatif

### Penilaian *Expertise* terhadap Alternatif

$$\begin{aligned} P_{11} &= W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + W_3 \times E_3 + W_4 \times E_4 \\ &= (0.19 \times 0.5) + (0.34 \times 0.5) + (0.30 \times 0.5) + (0.17 \times 0.5) \\ &= \mathbf{0.5} \\ \\ P_{12} &= W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + W_3 \times E_3 + W_4 \times E_4 \\ &= (0.19 \times 0.35) + (0.34 \times 0.25) + (0.30 \times 0.3) + (0.17 \times 0.4) \\ &= \mathbf{0.31} \\ \\ P_{13} &= W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + W_3 \times E_3 + W_4 \times E_4 \\ &= (0.19 \times 0.4) + (0.34 \times 0.35) + (0.30 \times 0.45) + (0.17 \times 0.3) \\ &= \mathbf{0.38} \\ \\ P_{21} &= W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + W_3 \times E_3 + W_4 \times E_4 \\ &= (0.19 \times 0.65) + (0.34 \times 0.75) + (0.30 \times 0.7) + (0.17 \times 0.6) \\ &= \mathbf{0.69} \\ \\ P_{22} &= W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + W_3 \times E_3 + W_4 \times E_4 \\ &= (0.19 \times 0.5) + (0.34 \times 0.5) + (0.30 \times 0.5) + (0.17 \times 0.5) \\ &= \mathbf{0.5} \\ \\ P_{23} &= W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + W_3 \times E_3 + W_4 \times E_4 \\ &= (0.19 \times 0.7) + (0.34 \times 0.55) + (0.30 \times 0.6) + (0.17 \times 0.55) \\ &= \mathbf{0.59} \\ \\ P_{31} &= W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + W_3 \times E_3 + W_4 \times E_4 \\ &= (0.19 \times 0.6) + (0.34 \times 0.65) + (0.30 \times 0.55) + (0.17 \times 0.7) \\ &= \mathbf{0.62} \\ \\ P_{32} &= W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + W_3 \times E_3 + W_4 \times E_4 \\ &= (0.19 \times 0.3) + (0.34 \times 0.45) + (0.30 \times 0.4) + (0.17 \times 0.45) \\ &= \mathbf{0.41} \\ \\ P_{33} &= W_1 \times E_1 + W_2 \times E_2 + W_3 \times E_3 + W_4 \times E_4 \\ &= (0.19 \times 0.5) + (0.34 \times 0.5) + (0.30 \times 0.5) + (0.17 \times 0.5) \\ &= \mathbf{0.5} \end{aligned}$$

### Perhitungan Bobot Alternatif dengan Kriteria *Defect*

$$W_1 = \frac{0.51 + 0.31 + 0.38}{4.5} = \mathbf{0.26} \qquad W_1 = \frac{0.62 + 0.41 + 0.5}{4.5} = \mathbf{0.34}$$

$$W_1 = \frac{0.69 + 0.5 + 0.59}{4.5} = \mathbf{0.40}$$

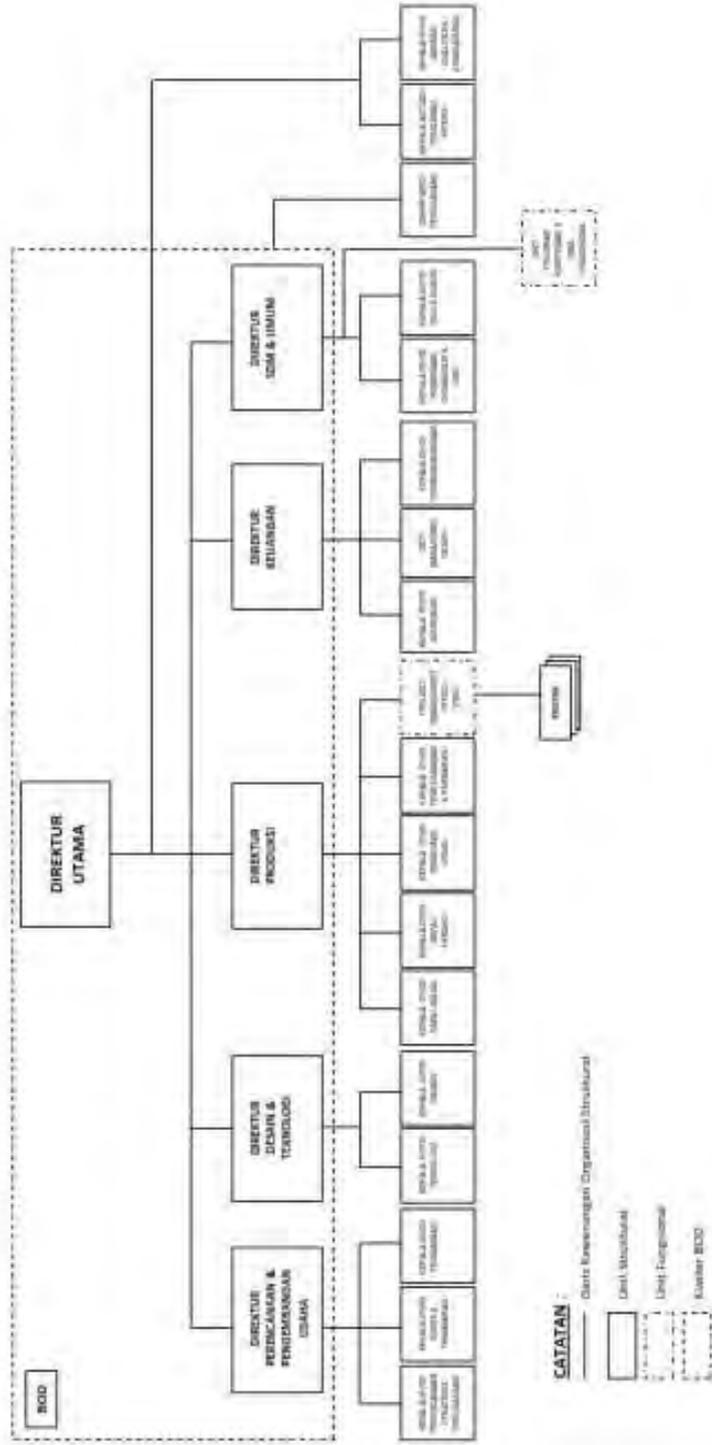
## **Lampiran F**

Struktur Organisasi PT. PAL



Lampiran Surat Keputusan Direktur Utama  
 Nomor : Skep/15A/10000/IV/2012  
 Tanggal : 17 APRIL 2012

## STRUKTUR ORGANISASI PT PAL Indonesia (Persero)



**CATATAN :**  
 - Garis Empuangan Organisasional Struktural  
 - Unit Struktural  
 - Unit Fungsional  
 - Kantor BOD

## BIODATA PENULIS



NUR MUFLIAH, penulis yang akrab disapa Nur ini dilahirkan di Jombang, 18 Mei 1986 dari pasangan H. Abdul Jalil dan Hj. Siti Khodijah merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara yang hobi *travelling* dan *touring*. Saat ini penulis yang juga seorang istri dari Septya telah memiliki seorang putri yang diberi nama Syafea. Kesehariannya menjadi guru private dan ibu rumah tangga. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan kuliah Diploma3 (D3) di Teknik Elektromedik POLTEKKES Surabaya, kemudian melanjutkan studi Strata S1 di Teknik Fisika ITS melalui lintas jalur, dan setahun kemudian melanjutkan program Pascasarjana di Teknik Industri ITS pada tahun 2012 melalui jalur Beasiswa Unggulan (BU) Dikti.

Sebelum menempuh jenjang S2 penulis berkesempatan menjadi dosen di STT Pomosda Nganjuk untuk beberapa mata kuliah. Penulis memiliki bidang minat pada manajemen kualitas dan manufaktur. Dalam rangka penelitian penulis melakukan studi lapangan di PT. PAL Indonesia (Persero) Divisi Kaprang Surabaya. Dalam rangka mengaplikasikan ilmu yang diperoleh, penulis pernah mendapat kesempatan untuk Kerja Praktek di Rumah Sakit Haji Surabaya dan BPFK Surabaya. Penulis dapat dihubungi via email di [nmufie@gmail.com](mailto:nmufie@gmail.com).