



THESIS - MN142532

**JUDUL: STUDI IMPLEMENTASI *LEAN SIX SIGMA* DENGAN
PENDEKATAN *VALUE STREAM MAPPING* UNTUK
MEMINIMUMKAN *NON VALUE ADDED ACTIVITY*
DI INDUSTRI GALANGAN KAPAL**

(Studi Kasus di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya)

AN APRIYANI TEBIARY
4115203005

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. I Ketut Suastika, MSc.
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM., MRINA

PROGRAM MAGISTER
TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER
SURABAYA
2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

HALAMAN JUDUL

THESIS - MN142532

**JUDUL: STUDI IMPLEMENTASI *LEAN SIX SIGMA* DENGAN
PENDEKATAN *VALUE STREAM MAPPING* UNTUK
MEMINIMUMKAN *NON VALUE ADDED ACTIVITY*
DI INDUSTRI GALANGAN KAPAL**

(Studi Kasus di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya)

AN APRIYANI TEBIARY
4115203005

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. I Ketut Suastika, MSc.
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM., MRINA

PROGRAM MAGISTER
TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVENBER
SURABAYA
2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

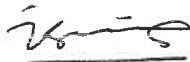
LEMBARAN PENGESAHAN

Tesis Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh
An Apriyani Tebiary
4115203005

Tanggal Ujian : 11 Juli 2017
Periode Wisuda : September 2017

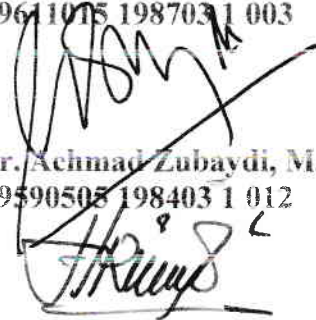
Disetujui Oleh :



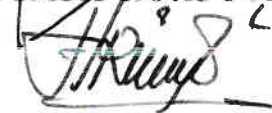
1. Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc. (Pembimbing I)
NIP. 19691231 200604 1 178



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



3. Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D (Penguji)
NIP. 19590505 198403 1 012



4. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc. (Penguji)
NIP. 19640416 198903 1 003



Dekan Fakultas Teknologi Kelautan


Prof. Ir. Daniel Mohammad Rosyid, Ph.D
NIP. 19610702 198803 1 003

**STUDI IMPLEMENTASI *LEAN SIX SIGMA* DENGAN PENDEKATAN
VALUE STREAM MAPPING UNTUK MEMINIMUMKAN *NON VALUE
ADDED ACTIVITY* DI INDUSTRI GALANGAN KAPAL
(Studi Kasus di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya)**

Nama Mahasiswa : An Apriyani Tebiary
NRP : 4115203005
Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. I Ketut Suastika, MSc.
Dosen Pembimbing II : Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM., MRINA

ABSTRAK

Ketatnya persaingan pasar dalam era globalisasi ini mendorong perusahaan galangan kapal nasional untuk terus menyadari pentingnya meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses produksinya, sehingga, mampu bersaing baik dipasar lokal maupun di pasar internasional. Selama ini tingkat produktivitas galangan kapal nasional masih rendah, terutama aspek pembangunan kapal yang masih lama. Salah satu penyebabnya adalah masih banyaknya *non value added activity*

Konsep *lean sigma* merupakan integrasi metode dalam proses manufacture yaitu *lean manufacture* dan *six sigma* yang saling menguatkan, dimana *Lean* berfokus pada waste sedangkan *six sigma* lebih berfokus pada proses *improvement*. Studi implementasi kedua metode ini dilakukan pada studi kasus pembangunan kapal di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard (PT. Dumas). Dengan melakukan studi implementasi *lean six sigma* dengan pendekatan *value stream mapping* ini diharapkan mampu menghilangkan atau meredusir waste (*non value added activity*) dalam meningkatkan performansi yang terjadi pada proses pembangunan kapal.

Hasil penelitian menunjukkan perhitungan *six sigma* didapat nilai DPMO (*Defect per Million Oppurtunities*) yang kemudian dikonversikan ke dalam nilai *sigma* dan diperoleh nilai kapabilitas *sigma* untuk proses produksi kapal dengan aktivitas pengelasan sebesar 3,82. Dengan menggunakan kajian *Process Activity Mapping* didapat waktu efektif PT. Dumas saat ini adalah sebesar 85 persen. Pada proses perbaikan selanjutnya waktu efektif perusahaan dapat ditingkatkan mencapai 91 persen. Dari hasil penelitian ditarik kesimpulan bahwa penerapan konsep *Process Activity Mapping* dapat diterapkan sebagai alat ukur dan dilaksanakan pada perusahaan galangan kapal dalam pengendalian awal terhadap aktivitas yang tidak bernilai tambah.

Kata kunci : *Lean six sigma, non value added activity, value stream mapping.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**LEAN SIX SIGMA IMPLEMENTATION STUDY WITH VALUE
STREAM MAPPING APPROACH TO MINIMIZE NON VALUE ADDED
ACTIVITY IN SHIP SHIP INDUSTRY
(Case Study at PT Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya)**

Student's : An Apriyani Tebiary
Student's Indentity Number : 4115203005
Supervisor I : Dr. Ir. I Ketut Suastika, MSc
Supervisor II : Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf,M.Sc.,MM., MRINA

ABSTRACT

Tight market competition in this globalization era, encourages the national shipbuilding company to continue to realize the importance of increasing the effectiveness and efficiency of its production process, thus, able to compete in both local and international markets. So far, the national shipyard productivity level is still low, especially the aspect of shipbuilding which is still taking longer production time. One of the causes is the number of non-value added activities that increase the length of production time.

The concept of lean sigma is the integration of methods in the manufacturing process of lean manufacturing and six sigma that mutually reinforcing, where Lean focuses on waste aspect, while six sigma is more focused on the improvement process. Study of the implementation of both methods is done on shipbuilding case study at PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard (PT Dumas). By conducting a lean six sigma implementation study with value stream mapping approach, is expected to eliminate or reduce waste (non-value added activity) in improving the performance that occurs in shipbuilding process.

The result of the research shows that six sigma calculation got DPMO value (Defect per Million Oppurtunities) which then converted into sigma value and obtained sigma capability value for ship production process, with welding activity score 3,82 (Defect per Million Oppurtunities). By using Process Activity Mapping study, the current obtained effective time of PT. Dumas is 85 percent. In the process of further improvement, the company's effective time can be increased up to 91 percent. The results of the study concluded that the application of the concept of Process Activity Mapping can be applied as a measuring tool and implemented in shipbuilding companies in the initial control of activities that are notvalue-added.

Keywords: Lean six sigma, non value added activity, value stream mapping.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur, hormat dan kemuliaan penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, Karena atas berkat, rahmat dan kasih karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tesis yang berjudul “Studi Implementasi *Lean Six Sigma* Dengan Pendekatan *Value Stream Mapping* Untuk Meminimumkan *Non Value Added Activity* Di Industri Galangan Kapal (Studi Kasus di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya)”.

Secara khusus penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Buana Ma’ruf, M.Sc.,MM.,MRINA, sebagai pembimbing, yang telah mencurahkan perhatian disela-sela kesibukan yang melelahkan.

Tesis ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak, baik moril maupun materil. Oleh Karena itu ijinlanlah untuk menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc. selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan ilmu dan arahan dalam penyelesaian Tesis ini.
2. Kepala Program Pascasarjana Teknik Produksi dan Material Kelautan/ Teknik Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember beserta staf pengajar dan staf administrasi yang telah banyak membantu penulis selama menempuh masa studi.
3. Bapak dan Ibu di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard yang telah membimbing dan mengizinkan penulis melakukan pengambilan data selama penelitian.
4. Ayahanda Ir. Tebiary Lepinus MT, dan Ibunda tercinta A. Loupatty S.Pd. yang menjadi motivasi utama penulis dalam kehidupan ini, dan selalu memberikan dorongan semangat, doa yang tulus, dan segalanya tanpa mengenal lelah demi terselesainya Tesis ini.
5. Saudara dan Saudariku kak Ingrid, kak Niko, kak Ochen, kak Ola, kak Ian, Haby. Keponakan-keponakan tersayang Ceci, Eiffel, Justine, Praditya, Michelle, Levi, Killy, Akselou yang ada di Ambon. Yang selalu memberi nasehat dan motivasi.

6. Sahabat KTB NKRI: Kak Eri, Kak Hesty, Kak Anggy, Kak Dede, Kak Pesta, Kak Pingkan, Kak Telme. KTB Timothy Kak Bella, Kak Eunike, Kak Fitry, Kak Rocky, Kak Zhelvie, Kak Wati, dan Kak Joice yang selalu berbagi suka dan duka dengan penulis selama di Surabaya.
7. Rekan-rekan penulis, Mahasiswa/I program Pascasarjana jurusan Teknik Perkapalan ITS Mba Putri, Mas Wasis, Mas Mail, Mas Wisnu, Mas Noor, Kak Ishak, Mas Windra, Mas Fahmy, dan Mas Dhika atas kebersamaan, dukungan dan semangat kepada penulis.
8. Dengan tidak mengurangi rasa hormat, rasa terima kasih juga saya sampaikan kepada pihak yang telah membantu penulisan Tesis ini, yang tidak mungkin disebut satu demi satu.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Hipotesis	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard.....	7
2.2 Six Sigma	24
2.3 Langkah kerja six sigma	26
2.4 Waste (Pemborosan)	29
2.5 Konsep Proses Produksi Kapal	32
2.6 Lean Thinking.....	37
2.7 Value Stream Mapping (VSM).....	38
2.8 Detailed Process Mapping	47
2.9 Lean Six Sigma Shipbuilding	53
2.10 RCA (<i>Root Cause Analysis</i>)	56
2.11 Penelitian Terdahulu	57
BAB 3 METODOLOGI.....	59
3.1 Skema Penelitian.....	59
3.2 Tahap identifikasi awal	60
3.3 Tahap pengumpulan dan pengolahan data	61
3.4 Tahap Analisa dan Hasil	65

3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran	67
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	69
4.1 Tahap Define (Pendefinisian)	69
4.2 Tahap Measurement (Pengukuran)	70
4.3 Analyze (Analisis)	76
4.4 Rekomendasi Perbaikan	93
4.5 Pembahasan	104
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	113
5.1 Kesimpulan	113
5.2 Saran	114
DAFTAR PUSTAKA	115

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Strata Pendidikan Karyawan PT. Dumas	10
Tabel 2.2 Ukuran Utama Kapal Perintis 1200 DWT	11
Tabel 2.3 Kompartemen Utama Kapal	12
Tabel 2.4 <i>Value Stream Analyze Tools</i>	46
Tabel 2.5 Metode <i>Lean Six Sigma</i>	48
Tabel 3.1 Tool yang digunakan dalam penelitian	56
Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Kuesioner	64
Tabel 4.2 Pembobotan Pemborosan	65
Tabel 4.3 Hasil perkalian kuisioner dengan tools pembobotan pemborosan	67
Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Interen PT. DUMAS	68
Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil <i>Six Sigma</i> PT. DUMAS	69
Tabel 4.6 Perhitungan <i>Cycle Time</i> Tahap <i>preparation</i>	71
Tabel 4.7 Perhitungan <i>Cycle Time</i> Tahap Fabrikasi	72
Tabel 4.8 Perhitungan <i>Cycle Time</i> Tahap <i>sub-assembly</i>	73
Tabel 4.9 Perhitungan <i>Cycle Time</i> Tahap <i>assembly</i>	74
Tabel 4.10 Hasil perhitungan waktu efektif proses produksi	75
Tabel 4.11 Waktu Efektif Pemakaian JO Tahap <i>Preparation</i>	77
Tabel 4.12 Waktu efektif Pemakaian JO tahap Fabrikasi	78
Tabel 4.13 Perhitungan waktu efektif Tahap <i>Sub-Assembly</i>	80
Tabel 4.14 Perhitungan waktu efektif Tahap <i>Assembly</i>	82
Tabel 4.15 <i>Root Cause Analysis (5W)</i>	86
Tabel 4.16 Hasil perhitungan waktu efektif Proses Produksi Kapal ...	99
Tabel 4.17 Distribusi JO saat ini dan JO Optimal	97

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 4.1. Material datang dan masuk ke Area penyimpanan dan Gudang	14
Gambar 2.2 Tahap <i>Blasting</i> dan <i>Painting</i> di PT. DUMAS.....	15
Gambar 2.3 Pemindahan Material Sebelum di <i>cutting</i>	16
Gambar 2.4 <i>Cutting</i> material menggunakan NC Plasma	17
Gambar 2.5 Penumpukan material di area <i>workfloor</i>	17
Gambar 2.6. Proses <i>Sub-assembly</i>	18
Gambar 2.7. Tahapan <i>Assembly</i> dan Penumpukan blok di tongkang	19
Gambar 2.8. Pekerjaan <i>erection</i> di galangan no 24.....	20
Gambar 2.9 Alur proses kegiatan produksi di PT. Dumas	21
Gambar 2.10 <i>Big Picture Mapping</i> PT. DUMAS saat ini	24
Gambar 2.11 Komponen <i>Product Work Breakdown Structure</i>	34
Gambar 2.12 Tingkat manufaktur <i>Hull Block Construction Method</i> ...	35
Gambar 2.13 Ship Productivity Model (APO, 2005)	51
Gambar 3.1 Skema Penelitian	53
Gambar 4.1 Persentasi Hasil Kuesioner	65
Gambar 4.2 Diagram Persentase waktu efektif Pemakaian JO	76
Gambar 4.3 Grafik Persentase Waktu Efektif Pemakaian JO Tahap <i>Preparation</i>	78
Gambar 4.4 Grafik Persentase waktu efektif Pemakaian JO Tahap Fabrikasi	79
Gambar 4.5 Grafik Persentase waktu efektif pemakaian JO Tahap <i>Sub-Assembly</i>	81
Gambar 4.6 Grafik persentase waktu efektif pemakaian JO tahap <i>assembly</i>	82
Gambar 4.7 <i>Batch Processing vs One-piece flow</i>	92
Gambar 4.8 <i>future state mapping</i> dengan metode <i>one piace flow</i>	94
Gambar 4.9 Grafik Persentase waktu efektif Proses Produksi Kapal ..	96
Gambar 4.10 Distribusi JO kondisi saat ini dan JO Optimal	98
Gambar 4.11 Operator memperbaiki <i>forklift</i>	107
Gambar 4.12 Operator membersihkan <i>workshop</i>	107
Gambar 4.13 Operator duduk bersantai saat jam kerja	108

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Di Era pasar global, bisnis pembangunan kapal semakin meningkat, sehingga galangan kapal harus mampu bersaing dari segi (*quality*), harga (*cost*) dan penyerahan tepat waktu (*on time delivery*) yang akan mempunyai kesempatan mendapat *order* pembangunan kapal dan mampu bertahan dalam iklim kompetisi yang keras kemampuan bersaing bagi galangan kapal dapat dilakukan dengan peningkatan efisiensi pada proses produksi dan perbaikan secara berkelanjutan.

Galangan kapal nasional dapat memproduksi kapal dengan tingkat produktivitas tinggi melalui penerapan teknologi dan manajemen produksi modern (Ma'ruf, 2014a). kemampuan suatu galangan meraih pesanan kapal baru terletak pada tingkat produktivitasnya, yaitu kemampuan membangun kapal sesuai spesifikasi dan persyaratan mutu, harga bersaing, dan waktu penyerahan yang singkat atau lebih dikenal dengan (QCD). Disejumlah negara yang sudah memiliki infrastruktur industri galangan yang kuat, tingkat produktivitasnya menjadi kunci sukses daya saing bagi perusahaan-perusahaan galangannya (Ma'ruf, 2014b).

Produktivitas adalah salah satu faktor yang penting dalam mempengaruhi proses berkembangnya industri galangan kapal tersebut. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengukuran produktivitas yang bertujuan untuk mengetahui produktivitas yang telah dicapai dan merupakan dasar dari perencanaan bagi peningkatan produktivitas dimasa mendatang.

Peningkatan produktivitas terjadi bila adanya perampingan operasi yang dapat mengidentifikasi lebih dini *waste* dan masalah kualitas yang akan terjadi kedepannya upaya sistematis mereduksi *waste* diperusahan akan lebih mudah dilakukan perusahaan mampu memilih-milih operasi yang ada Modem (1993) dalam sistem manufaktur ada tiga tipe operasi yang perlu diperhatikan perusahaan adalah : (1) tidak bernilai tambah (*non value adding*), (2) penting tetapi tidak memiliki nilai tambah, (3) dan bernilai tambah tipe operasi tidak bernilai tambah merupakan *waste* / gerakan mubazir dan seharusnya direduksi bahkan bila perlu

dihilangkan. Shingeo shingo (1989) berhasil merumuskan tujuh jenis *waste* yang mungkin ada di perusahaan (Ohno kepala rekayasa Toyota Jepang 1958) dan studi secara langsung ke perusahaan Toyota ketujuh *waste* tersebut adalah : (1) kelebihan produksi (*over production*) (2) gerakan yang tidak berguna (*unnecessary motion*) (3) transportasi yang berlebihan (*excessive transportation*) (4) cacat (*defect*) (5) proses yang tidak tepat (*inapproride processing*) (6) persediaan yang tak penting (*unnecessary inventory*) dan (7) waktu tunggu (*waiting*).

Untuk menjadi perusahaan yang mempunyai keunggulan daya saing, salah satu persyaratan penting yang harus dimiliki oleh perusahaan adalah kemampuan untuk mempunyai efektivitas biaya dalam menghasilkan produk dan jasa. Untuk menjadi perusahaan yang mempunyai keefektifitas biaya, manajemen perusahaan senantiasa harus melakukan perbaikan terhadap berbagai aktivitas yang digunakan untuk menghasilkan produk dan jasa serta menghilangkan aktivitas bukan penambah nilai, sehingga pelanggan hanya dibebani dengan aktivitas penambahan nilai (Mulyadi, 2001)

PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard merupakan galangan kapal nasional yang berpengalaman dan menjadi galangan kapal yang dipercayai untuk membangun kapal-kapal milik pemerintah dan swasta. PT. Dumas saat ini menerapkan metode sistem pembangunan kapal yaitu *product work breakdown structure* (PWBS) yang membagi tiga proses pekerjaan utama didalamnya, yaitu *Hull Block Construction Method* (HBCM), *outfitting* dan *painting* seperti yang diuraikan Chirillo et.al (1983). Namun, meskipun telah menerapkan metode ini, masih saja sering menghadapi permasalahan, terutama pada ketepatan waktu penyelesaian produksi sebuah kapal. Salah satu aspek penyebab terjadinya keterlambatan produksi tersebut adalah masalah aliran material yang belum bisa sesuai dengan perencanaan proses pekerjaan, *waste work shop* yang terjadi masih besar, maka efisiensi proses produksi kapal belum bisa tercapai secara maksimal. Proses pembangunan kapal baru masih memiliki masalah pada proses produksi ini yang menyebabkan *cycle time* lebih lama sehingga perlu mendapatkan perhatian khusus untuk meminimalkan kesalahan yang ada.

Dari permasalahan ini, untuk mengatasi pemborosan waktu yang mungkin terjadi di industri galangan kapal, penulis tertarik untuk melakukan penelitian

analisis aktivitas untuk menghitung seberapa besar aktivitas bukan penambahan nilai dapat dikurangi dan dihilangkan dari kegiatan produksi yang diharapkan meningkatkan efisiensi produksi di industri galangan kapal khususnya dengan objek penelitian menggunakan pembangunan kapal baru perintis 1200 DWT di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Dengan Judul '**Studi Implementasi *Lean Six Sigma* Dengan Pendekatan *Value Stream Mapping* Untuk Meminimumkan *Non Value Added Activity* Di Industri Galangan Kapal**' (Studi Kasus PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard)

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana mengidentifikasi aktifitas yang tergolong *waste (non value added)* yang terjadi pada proses pembangunan kapal dengan metode *six sigma* di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya
2. Bagaimana cara menghilangkan / meminimalkan *waste (non value added)* yang terjadi pada proses pembangunan kapal PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya
3. Bagaimana langkah perbaikan dalam proses pembangunan kapal yang dapat memperkecil *cycle time* produksi

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi aktifitas yang tergolong *waste (non value added)* dalam proses pembangunan kapal dengan metode *six sigma* di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya
2. Meminimasi aktifitas yang tergolong *waste (non value added)* yang terjadi pada proses pembangunan kapal perintis 1200 dwt di PT Dumas.
3. Mengusulkan langkah perbaikan *waste (non value added activity)* yang menyebabkan lamanya *cycle time* produksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini yaitu:

1. Memberikan input kepada management PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya sebagai bahan pertimbangan yaitu memudahkan pemanfaatan dan memberikan rekomendasi *improvement* berkaitan dengan peningkatan daya saing perusahaan.
2. Kepentingan teoritis, diharapkan tulisan ini dapat digunakan sebagai referensi bagi persoalan-persoalan proses produksi kapal.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Mengidentifikasi *waste* yang dilakukan pada proses produksi Fabrikasi sampai *assembly* pada pembangunan kapa perintis 1200 DWT di PT. Dumas.
 2. Adapun jenis pengerjaan yang dianalisis adalah identifikasi *seven waste* dari Shigeo Shingo Sensei yang menyebabkan aktivitas *Non Value Added Activities* pada proses produksi dari tahap *preparation*, fabrikasi, *Sub assembly*, dan *Assembly* yang dimaksud adalah *seven waste* dari shigeo-shingo sensei.
 3. Metode *six sigma* yang digunakan adalah siklus DMAIC
 4. Keuntungan secara finansial tidak dibahas dalam penelitian ini.
 5. Dalam penelitian aktifitas *non value adding* yang tidak berkaitan dengan aktifitas produksi tidak diukur.
- Asumsi
Dalam menyelesaikan penelitian untuk mencapai hasil yang diinginkan digunakan asumsi-asumsi sebagai berikut :
 1. Blok kapal merupakan satu unit produk, dimana kapal terdiri atas beberapa blok yang akan dilakukan proses penyambungan blok.
 2. Kondisi mesin produks pada saat proses produksi dalam kondisi yang stabil dan baik.
 3. Aliran proses produksi tidak berubah selama penelitian berlangsung

4. Tidak ada penambahan alat atau mesin produksi selama penelitian
5. Pada bagian produksi tidak mengalami perubahan kebijakan oleh perusahaan.

1.6 Hipotesis

Dengan Melakukan studi implementasi *lean six sigma* dengan pendekatan *value stream mapping* dapat meminimumkan *non value added activity* dan *waste* yang terjadi pada proses pembangunan kapal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard

A. Sejarah Umum

PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya (PT. Dumas) yang berkedudukan di Jalan Nilam Barat no. 12 Surabaya didirikan pada tanggal 10 Januari 1973 yang bergerak pada bidang industri perkapalan (Pembangunan kapal baru dan reparasi). Pada tahun 1989, perusahaan ini melakukan penambahan lahan kerja di Jalan Nilam Barat no 22 – 24 Surabaya dengan menggunakan fasilitas Graving Dock kapasitas 8.000 DWT' (125m x 20m x 6m) dan dermaga serta penambahand fasilitas produksi lainnya.

Sejak tahun 1995, PT. Dumas melakukan penambahan area tanah di Nilam Barat no 22 (sisi selatan) dan no. 24 (sisi utara) yang sekaligus pembangunan sarana penunjang lainnya seperti : *plate shope*, *Building Berth* dan bangunan kantor. Sehingga saat luas keseluruhan lahan adalah 24.300m² yang berbagi menjadi 2 lokasi di Jalan Nilam Barat no 12 (9950m²) dan Nilam Barat 22-24 (14350m²).

PT. Dumas telah berpengalaman membangun sejumlah kapal baru, hingga saat ini total pembangunan yang telah dilakukan adalah sejumlah 97 unit kapal dari beragam jenis dan ukuran. Sedangkan untuk reparasi kepala, perusahaan telah menjalin kerja sama dengan pemerintah (dalam hal ini TNI-AL, PT. ASDP, PT. Djakarta Llyoid's dan berbagai instansi lainnya) maupun perusahaan swasta. Pada tahun 2004, Perusahaan ini telah menjalin kerjasama dengan DAMEN Shipyard Gorinchem dan membangun 2 unit kapal MDPV (*Marine Disaster Prevention Vessel*).

Pada tahun 2008, PT. Dumas melanjutkan kerjasama dengan DAMEN Shipyard Gorinchem membangun berbagai jenis kapal baru, antara lain : 1 unit kapal BTV5811 (*Bouy Tender Vessel*) dan 3 unit kapal ATV 4810 (*Aids Tender Vessel*) pesanan Direktorat Jendral Perhubungan laut, 1 unit ponton keruk CSD 500 (*Cutter Suction Dredger*), 2 unit FCS 5209 (*Fast Crew Supplier*) pesanan Mexico dan 1 unit kapal *Stand Tug* 4011 pesanan Tou Korsou. Untuk pengerjaan kapal diluar kerjasama dengan DAMEN dalam tahun 2008-2009 adalah 1 unit Patrol Boat

(Kapal Patrol) 36 meter dan 42 meter pesanan dari Departemen kelautan dan Perikanan serta 1 unit *Ferry Ro-Ro* (kapal penyebrangan) 500 GRT dari PT. Trisilia Laut. Sedangkan pada saat ini beberapa proyek yang sedang dibangun adalah Kapal Perintis 1200 GT, Kapal Perintis 2000 GT, Kapal Tug Boat 2 x 1000 HP, Kapal Tug Boat 2 x 1800 HP, Kapal Induk Prambuan, Kapal Container 100 TEUs, Kapal Patroli 45m dengan total keseluruhan sekitar 20 buah kapal.

PT. Dumas berkomitmen menerapkan seluruh klausul yang ditetapkan dalam standard system manajemen mutu ISO 9001 : 2008. Dengan diterapkannya semua klausul diatas, perusahaan menjamin efektivitas yang diterapkan dan mutu produk yang dihasilkan. Apabila kemudian perusahaan mengesampingkan hal tersebut maka akan dilakukan peninjauan ulang terhadap system manajemen mutu yang diterapkan. Matriks korelasi penerapan standard manajemen mutu ISO 9001:2008 adalah hubungan antara klausul-klausul dalam persyaratan system manajemen mutu ISO 9001:2008 dengan penerapan system manajemen mutu PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard.

B. Sarana Pokok dan Fasilitas Galangan Kapal

Untuk mendukung aktivitas administrasi, PT. Dumas memiliki kantor pusat yang terletak di Jl. Nilam Barat 12, Surabaya dan kantor perwakilan. di Jl. Sungai Gerong 17, Jakarta Pusat. Galangan kapal PT. Dumas tersebar di 3 (tiga) lokasi berbeda, yaitu sebagai berikut:

1. Galangan I (Jl. Nilam Barat 12, Surabaya)

Luas area Galangan I adalah 9.950 m² dengan fasilitas antara lain:

- Kantor utama (kantor pusat), Area kerja (*building - berth*), *Pipe shop*, *Plate shop*, *Storage area*, *Launching way*, *Outfitting quay*

2. Galangan II (Jl. Nilam Barat 24-26, Surabaya)

Luas area Galangan II mencapai 17.650 m² dengan luas area kerja 9.800 m².

Fasilitas yang terdapat di galangan II antara lain :

- Gedung Kantor, *Graving Dock* berukuran 125 x 20 x 6 m dengan kapasitas 8000 DWT, Area Kerja (*building berth*), *Travelling gantry crane* dengan kapasitas angkut hingga 30 ton, *Pipe and outfitting shop*, *Machine shop*, *Carpentry and wood working shop*, *Store and open storage area*, *Launching*

way, Outfitting quay

3. Galangan III (Sreseh, Sampang, Madura)

Galangan III tengah dalam proses pembangunan dan luas wilayahnya mencakup 100.000 m². Galangan III ini akan dilengkapi dengan *dry dock* beserta *Launching way* dan fasilitas penunjang lainnya.

Fasilitas yang terdapat di galangan kapal PT. Dumas juga dilengkapi berbagai peralatan penunjang, antara lain:

1. *Plate shop* dilengkapi dengan *NC Cutting machine, press machine, rolling machine, bending machine, dan plate cutting machine.*
2. *Pipe shop*, dilengkapi dengan *bending machine, hydraulic pipe bender, flare machine dan hydraulic pressure test pump.*
3. *Wood working shop*, dilengkapi dengan *electronic hand tool* dan *saw*
4. *Machine Shop*, dilengkapi dengan *lathe machine*
5. *Sandblasting dan paint shop*, dilengkapi dengan *high pressure compressor, air reservoir dan mobile air compressor.*
6. *Welding equipment*, (termasuk *travelling gantry crane*) dilengkapi dengan *mobile crane* berkapasitas 20-40 ton, *forklift* berkapasitas 3-5 ton, dan *mobile elevator.*

Dari fasilitas-fasilitas yang telah diuraikan maka, PT Dumas sudah memiliki fasilitas yang baik, namun fasilitas-fasilitas tersebut berada dalam area produksi yang belum tertata dengan baik. Hal ini berpotensi menimbulkan aktivitas yang tidak bernilai tambah pada proses pembangunan kapal.

C. Tenaga Kerja

Berdasarkan hasil rekapitulasi karyawan tetap yang ada di PT Dumas, yaitu diketahui tenaga kerja yang ada memiliki strata pendidikan yang bervariasi, yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut ini.

Jumlah tenaga kerja tetap yang ada di PT. Dumas per tahun 2016 berjumlah 325 orang terdiri dari tenaga kerja produksi langsung dan tenaga kerja produksi tidak langsung. Sedangkan untuk tenaga kerja tidak tetap merupakan *in house* sub-kontraktor bervariasi sesuai dengan volume pekerjaan, dimana ketika dilakukan survei tercatat sebanyak 135 orang. Dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Strata Pendidikan Karyawan PT. Dumas

Strata Pendidikan							Total
S2	S1	D3	D1	SMA	SMP	SD	
2	50	23	1	192	35	22	325

Sumber: PT. Dumas 2016

Tingkat ketrampilan/ pengalaman dari tenaga kerja sub-kontraktor juga cukup bervariasi, khusus untuk pekerjaan las, misalnya, jumlah yang telah bersertifikat ketrampilan las masih tergolong sangat kecil dibanding volume pekerjaan pengelasan. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan terjadinya aktivitas yang tidak bernilai tambah.

D. Analisis Data Produksi

Produk yang akan diidentifikasi sebagai objek penelitian dalam proses ini adalah bangunan baru block konstruksi kapal perintis 1200 DWT yang diproduksi oleh PT. DUMAS Tanjung Perak Shipyard, kode produksi kapal yaitu (GT. B.145. 10. 15) dengan spesifikasi ukuran utama kapal dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Ukuran Utama Kapal Perintis 1200 DWT

Ukuran Utama Kapal	Ukuran
Panjang Seluruh (L O A)	62.80 m
Panjang A. G. T (L P P)	57.36 m
Lebar (B)	12.00 m
Tinggi (H)	4.00 m
Sarat (T)	2.70 m
Kecepatan (V)	12 Knot
Daya Mesin	2 x1000 HP

Sumber: PT. Dumas

Untuk mempermudah menganalisis permasalahan kelebihan jam orang sebagai dasar untuk melakukan penelitian (yang selanjutnya ditulis JO). Per aktifitas dibengkel produksi dilakukan pembagian menjadi 4 kompartemen utama. Pembagian tersebut adalah *cargo hold*, *fore part*, *after part*, dan *engine room*. Sebagai contoh type blok dari masing-masing bagian dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Kompartemen Utama Kapal

No.	Part of Ship	Tipe of Block	BERAT	
1	Cargo Hold (ZONE 1)		Block 115	37,117.0
		Block 116	30,858.0	Kg
		Block 117	30,302.0	Kg
		Block 118	29,346.0	Kg
		Block 119	24,577.0	Kg
		Block 120	16,608.0	Kg
		Block 214	16,832.0	Kg
		Block 215	13,257.0	Kg
		Block 216	9,826.0	Kg
		Block 217	11,918.0	Kg
		Block 218	11,945.0	Kg
		Block 219	7,461.0	Kg
		Block 314	4,694.0	Kg
		Block 315	10,175.0	Kg
		Block 316	13,804.0	kg
		Block 317	13,100.0	kg
		Block 318	3,849.0	kg
		Block 412	12,739.0	Kg
		Block 413	12,755.0	kg
No.	Part of Ship	Tipe of Block	BERAT	
2	Engine Room (ZONE 2)		Block 112	20,918.0
		Block 113	27,964.0	Kg
		Block 114	30,902.0	Kg
		Block 211	13,570.0	Kg
		Block 212	14,877.0	Kg
		Block 213	16,876.0	Kg
		Block 311	6,556.0	Kg
		Block 312	16,165.0	Kg
		Block 313	15,735.0	Kg
		Block 411	3,819.0	Kg
No.	Part of Ship	Tipe of Block	BERAT	
3	Fore Part (ZONE 3)		Block 111	20,500.0
No.	Part of Ship	Tipe of Block	BERAT	
4	After Part (ZONE 4)		Block 121	7,839.0
		Block 220	8,593.0	Kg

Sumber: PT. Dumas

Tahap pembangunan kapal ini meliputi dari pelaksanaan di *preparation*, untuk *fabrication*, *sub assembly*, *assembly*. Dalam pembangunan konstruksi kapal perintis 1200 DWT ini dibagi dalam bentuk blok dengan jumlah blok 32 yang dibagi dalam 4 zona atau area, seperti yang dilihat pada Tabel 2.3

Proses produksi mengandalkan proses push, sehingga terjadi banyak bottleneck terutama pada proses assembly dan penumpukan juga terjadi pada proses fabrikasi dan *sub assembly*, sehingga banyak terdapat material yang menumpuk di area bengkel produksi.

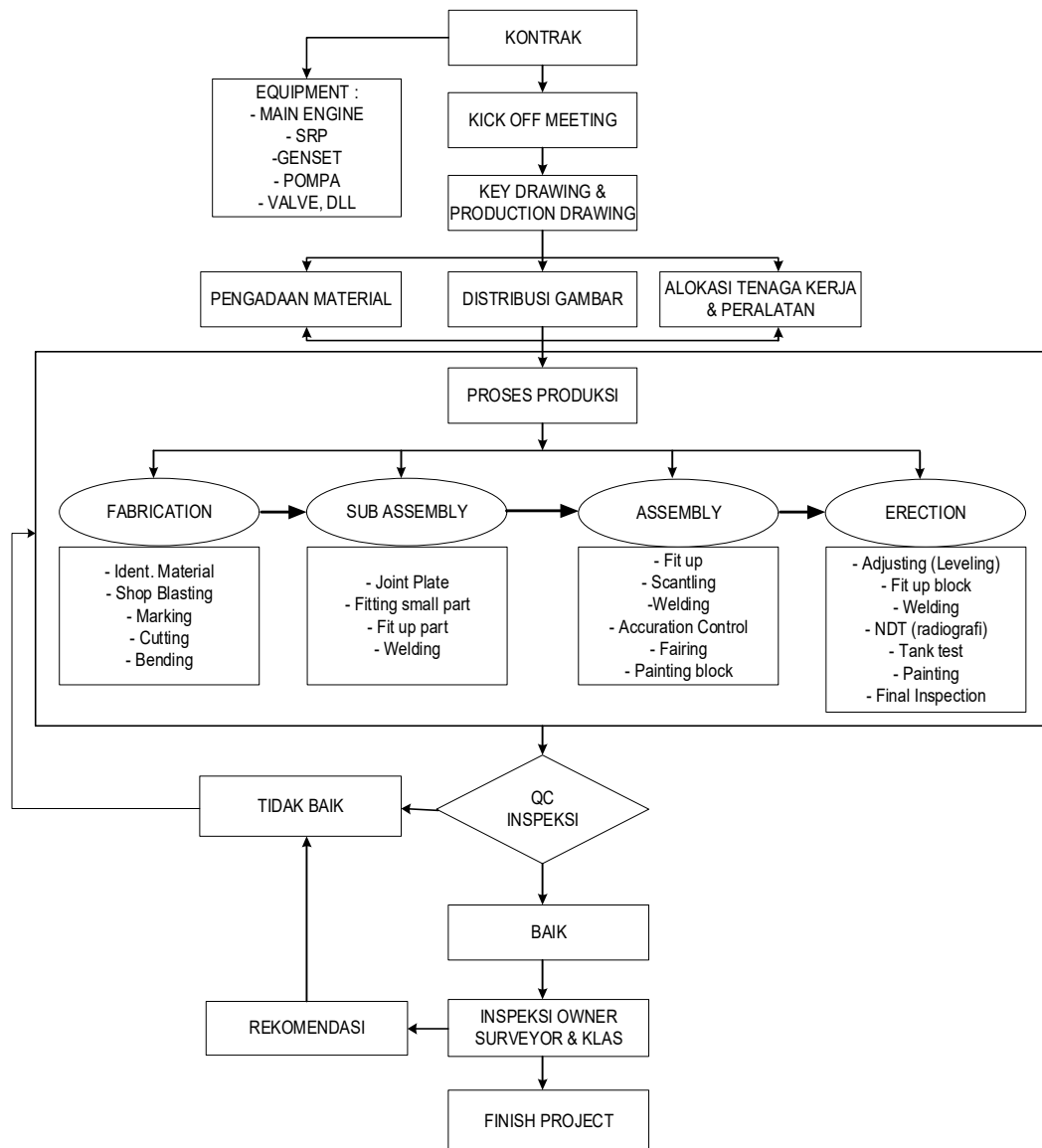
D. Proses Pembangunan Kapal Perintis Secara Umum di PT. Dumas

Dari segi mutu, galangan kapal nasional sudah mampu membangun kapal sesuai standar mutu yang disyaratkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) dan klasifikasi-klasifikasi asing. Namun pencapaian standar mutu tersebut umumnya diperoleh melalui proses kerja ulang, karena masih lemahnya sistem pengendalian mutunya. Hal ini membuat biaya menjadi besar dan waktu pembangunan kapal menjadi lama. Hasil penelitian menunjukkan, volume pekerjaan ulang di landasan luncur mencapai sekitar 30 persen akibat penyimpangan pada proses penyambungan blok di landasan luncur, serta pekerjaan ulang lainnya untuk memenuhi persyaratan standar mutunya (Ma'ruf, 2014).

Besarnya volume pekerjaan ulang berimplikasi pada rendahnya efisiensi proses produksi, sehingga perusahaan sulit memperoleh laba, seperti yang sering terjadi selama ini. Bahkan perusahaan galangan sering mengalami kerugian akibat denda keterlambatan, atau pembatalan kontrak jika jumlah hari keterlambatannya melebihi dari batas yang disepakati (Ma'ruf, 2007).

Beberapa aspek penyebab terjadinya keterlambatan proses produksi tersebut adalah masalah aliran material yang belum bisa sesuai dengan perencanaan proses pekerjaan, *waste work shop* yang terjadi masih besar, yang berpotensi terjadinya aktifitas yang tidak bernilai tambah sehingga menyebabkan *cycle time* efisiensi kapal yang belum maksimal.

Berikut akan diuraikan proses produksi kapal perintis yang dilakukan di PT. Dumas berdasarkan tahapannya adalah sebagai berikut: (Gambar 2.1)



Gambar 2.1 Alur proses kegiatan produksi di PT. Dumas

1. Persiapan

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

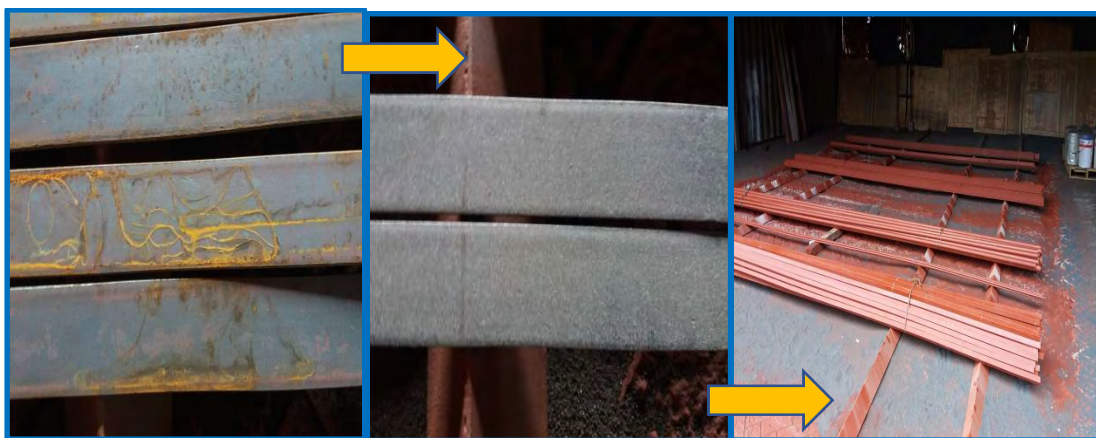
Proses pembangunan kapal perintis dilakukan di galangan 24. Persiapan teknis yang dilakukan berkaitan dengan pengaturan *floor* (mengatur meja kerja untuk block), pada tahap ini pembagian block kapal harus diketahui dan dipahami

atau disesuaikan dengan *planning* dan *schedule* yang akan dibagikan di setiap bagian kerja, sehingga setiap alokasi komponen pendukung utama seperti material, tenaga kerja, prioritas pekerjaan dapat disesuaikan. Pengelevelan material di *steel stockyard* juga menjadi salah satu penentu efisiensi, Karena dengan sistem pengelevelan maka akan mengurangi waktu material *handling*. Setiap pengeluaran material yang dibutuhkan harus menggunakan bon material keluar, sehingga material yang ada di *steel stockyard* dapat dikontrol dengan baik (Gambar 2.2)



Gambar 2.2. Material datang dan masuk ke Area penyimpanan dan Gudang

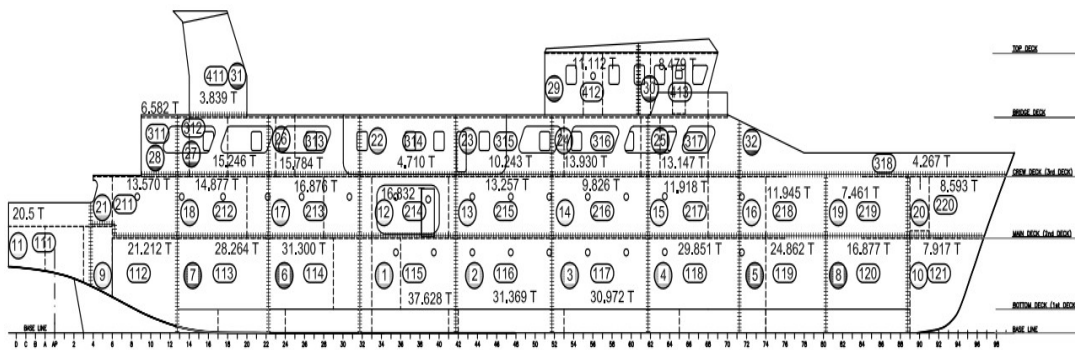
Proses perlakuan pada material yang akan digunakan seperti proses *blasting* dan *painting* juga dilakukan pada tahap *preparation*, dimana proses *blasting* dan *painting* dilakukan di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard yaitu mengacu pada standarisasi ISO 8501-1:1998 tentang persiapan baja substrat sebelum aplikasi cat dan produk-produk terkait.



Gambar 2.3 Tahap *Blasting* dan *Painting* di PT. DUMAS

Teknis pengerjaan yang sesuai dengan syarat dan standar keselamatan menjadi bahan pertimbangan penting di dalamnya. Material yang telah di *blasting* dan di *painting* (Gambar 2.3), kemudian diangkut menggunakan *forklift* ke bagian fabrikasi. Jika, terdapat kekurangan pada material maka akan dilakukan pengecekan lanjutan dengan koordinasi dari bagian *Quality Control (QC)*.

Pada Gambar 2.4 menunjukkan blok kapal perintis di bagi sebanyak 32 blok. Pembagian blok ini telah dipertimbangkan dan diperhitungkan sesuai dengan kapasitas peralatan yang akan digunakan, terlebih khusus kapasitas



Gambar 2.4 *Block Division* kapal perintis 1200 DWT (PT. Dumas)

Setiap blok akan dihitung waktu pengerjaannya berdasarkan minggu. Pembagian blok dilakukan untuk mengetahui jumlah pemakaian material yang akan digunakan dan secara langsung mengarahkan adanya koordinasi dengan pergudangan. Dari perhitungan yang dilakukan akan diperoleh juga jumlah penggunaan *working floor* untuk satu kapal yang dikerjakan. Pada tahap ini gambar *nesting* harus sudah terdefinisi. Adapun gambaran umum kapal perintis 1200 DWT yang dibangun PT. Dumas.

2. *Parts Fabrication (Fabrikasi)*

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

kontraktor, dimana proses *cutting* dilakukan di luar perusahaan dan dibawa ke bagian produksi setelah selesai di potong seperti pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Pemindahan Material Sebelum di *cutting*



Gambar 2.6 Penumpukan material di area *workfloor*

Parts yang membutuhkan pekerjaan selanjutnya ditumpuk pada area *workfloor* (Gambar 2.6) selanjutnya parts yang membutuhkan pembentukan yaitu menggunakan mesin *bending*. Proses fabrikasi yang dilakukan harus disesuaikan dengan jadwal yang sudah ditentukan dan juga tak terlepas dari *quality control* dan *quality assurance* baik dari pihak galangan maupun dari pihak klas dan *owner*.

Proses pengerjaan material yang berpotensi terhadap *non value added*:

- a. Pelurusan (*Straightening*) Dalam proses pengangkutan material baik pelat ataupun profil dari pabrik maupun dari gudang penyimpanan material kadang terjadi deformasi ataupun bengkok karena benturan atau yang

lainnya, hal ini akan mempersulit proses marking dan pemotongan yang dapat menyebabkan kurangnya akurasi dalam marking maupun pemotongan. Untuk meluruskan pelat digunakan mesin roll yang dapat memberikan tekanan pada bagian yang deformasi maupun tertekuk, sedangkan untuk profil digunakan mesin tekuk.

- b. Penandaan (*Marking*) Setelah material tersebut siap diproses maka harus mencocokkan pelat atau profil yang akan dimarking. (Gambar 2.7)



Gambar 2.7 *Cutting* material menggunakan NC Plasma

- c. Pemotongan (*Cutting*) Proses ini merupakan pemotongan material-material yang telah dimarking. Apabila marking tersebut telah disetujui oleh QA (*Quality Assurance*) maka pemotongan dapat dilakukan. Proses pemotongan pelat dengan menggunakan gas cutter atau acetylene, dengan memperahtikan sudut potong, kecepatan potong, dan tebal pelat yang akan di potong.
- d. Pembentukan (*Forming*) Banyak bagian kapal yang berupa lengkungan, maka dari itu proses forming sangat diperlukan dalam pembuatan kapal.

3. *Sub-assembly* (Perakitan awal)

Setelah panel-panel telah difabrikasi, tahapan selanjutnya yaitu melakukan *fit up* untuk proses *welding* atau penyambungan panel-panel menjadi bagian-bagian

blok atau yang disebut dengan sub blok (Gambar 2.8). Proses *sub-assembly* pada kapal perintis 1200 DWT belum terintegrasi dengan perpipaan. Sistem perpipaan dirangkai terpisah dengan sub blok.



Gambar 2.8. Proses *Sub-assembly*

4. *Assembly (Perakitan)*

Pada tahapan ini dilakukan penyambungan sub-blok dengan sub blok lainnya hingga menjadi satu blok kapal. Peranan *quality control* pada tahapan ini yaitu mengecek hasil penyambungan atau hasil pengelasan. Secara teknis, proses *joint plate* yaitu menggunakan SAW (*Submerged Arc Welding*), dengan ketebalan 8 sampai 10 mill (sesuai dengan ketentuan yang ada). Proses *assembly* membutuhkan alokasi tenaga kerja 4 *fitters*, 3 *welders*, 2 *helpers* (untuk mesin gerinda) dan 1 supervisi. Mengingat ketersediaan lahan yang sempit, maka perusahaan mensiasati blok-blok kapal yang telah selesai di *assembly* tempatkan di tongkang milik PT. Dumas di galangan 24 seperti pada (Gambar 2.9) berikut.



Gambar 2.9. Tahapan Assembly dan Penumpukan blok di tongkang

5. *Erection*

Proses *erection* dilakukan dengan cara mengelas setiap sub-blok kapal yang ada menjadi satu blok yang lebih besar (Gambar 2.10). Proses *erection* yang ada di PT. Dumas yaitu dengan menggunakan sistem piramid, dimana blok kapal disusun bertahap seperti piramida yang dilakukan berdasarkan pembagian blok. Pengerjaan ulang, setidaknya 40% dari total jam kerja pada tahap *erection* diklasifikasikan sebagai karya yang tidak perlu. Total Jam kerja di tahap *erection* bisa dikurangi sekitar 50% jika masing-masing blok dibuat dengan akurat. Ditentukan dalam gambar [Okumoto dan Matsuzaki, 1994].



Gambar 2.10. Pekerjaan *erection* di galangan no 24.

Pada Gambar 2.10 menunjukkan bahwa proses *erection* blok belum terintegrasi berdasarkan sistem blok namun berdasarkan sistem semi blok, hal ini dikarenakan masih adanya bentuk *sub-block* dalam proses *erection*,

menandakan bahwa blok kapal yang *erection* masih bersifat konvensional. Selain itu, instalasi perpipaan belum terlihat, namun dilakukan berdasarkan *on-board* maupun *on-unit*

E. Big Picture Mapping

Merupakan tools yang sangat membantu dalam mengidentifikasi terjadinya *waste*, memvisualisasikan aliran fisik dan aliran informasi ataupun hubungan antara keduanya, yang disertai dengan nominal lead time pada tiap-tiap aktifitas.

Untuk membuat *Big Pictur Mapping* pada proses produksi di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard diperlukan informasi mengenai aliran fisik dan informasi pada proses produksi yang dapat digambarkan (Gambar 2.11).

1. Aliran Informasi

Pada dasarnya, pembangunan kapal dibuat berdasarkan permintaan dari customer. Informasi pembangunan kapal yang datang diproses oleh perusahaan dan akhirnya kapal dibuat berdasarkan perjanjian antara pihak *owner (customer)* dan PT. DUMAS. Uraian penjelasan aliran informasi pembuatan kapal adalah sebagai berikut.

1. Aliran informasi dimulai dengan adanya permintaan pembuatan kapal dari owner (permintaan datang dari dalam dan luar negeri) melalui bagian pemasaran dan penjualan.
2. Setelah terbit *monthly schedule*, selanjutnya kepala bengkel mendetailkan *schedule* tersebut menjadi *weekly schedule*.
3. *Weekly schedule* didetailkan kembali menjadi lembar perintah pekerja setiap harinya oleh kepala grup yang berisi jeneis pekerjaan dan operator yang bekerja pada hari itu.

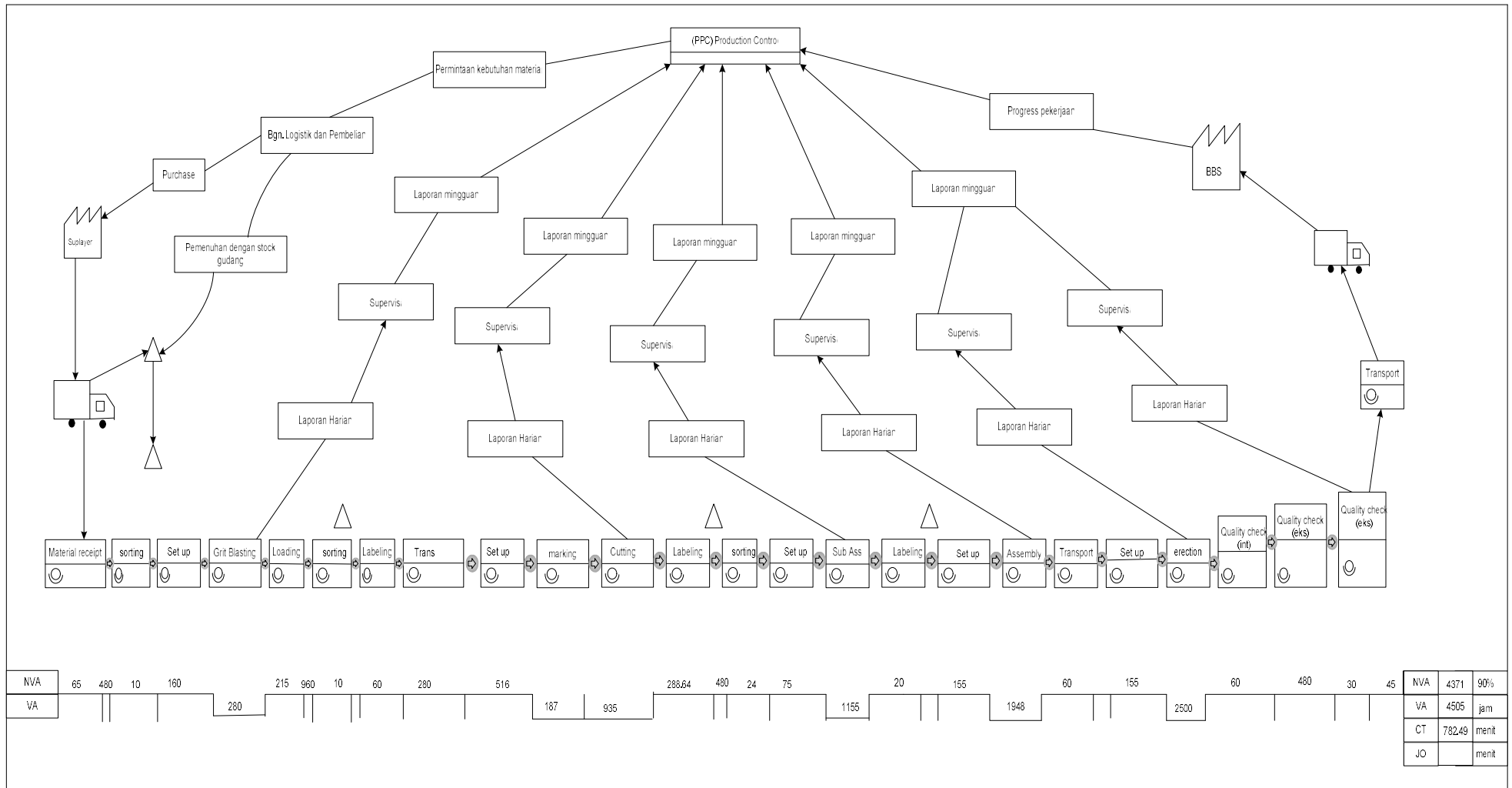
4. Setelah muncul LPP (lembaran perintah Pekerjaan) tersebut, operator transportasi akan membawa surat pengambilan material dari bengkel penyimpanan untuk mengambil material yang akan dikerjakan.

2. Aliran Material

Aliran fisik merupakan gambaran urutan proses pembuatan kapal dalam hal ini dibatasi pada aliran material plat dan profil, dimulai dari proses persiapan, fabrikasi, *Sub assembly*, dan *Assembly*. Tahapan secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Aliran material dimulai dengan permintaan pembuatan *hull*, seperti *steel plate*, *Holland profile*, dan *flat bar*. *Supplier* berasal, dari dalam dan luar negeri, dan lead time pemesanannya juga tergantung pada perusahaan tempat pemesan.
2. Material yang datang diterima oleh panitia penerima material (PPM) untuk dilakukan pemeriksaan dimensi, jumlah dan jenis gradenya. Selanjutnya material disimpan digudang logistik, untuk menunggu jika ada permintaan produk
3. Material yang akan diproduksi diambil dari gudang logistic dimana material yang masuk ke bengkel Fabrikasi harus sudah lengkap per *block*, serta pemberian kode *grade* harus sudah ada. Kemudian menunggu proses produksi.
4. Material mengalami proses *shop blasting* dengan menggunakan conveyor atau transverse, dengan tujuan menghilangkan karat, kemudian ke proses berikutnya yaitu shop primer untuk proses pengecatan. Sehingga diperlukan pemberian kode kembali
5. Sebelum melakukan proses pemotongan dilakukan marking, yaitu pemindahan tanda dari gambar ke material.
6. Proses pemotongan dilakukan dengan otomatis, atau manual. Pemotongan otomatis menggunakan *NC cutting*

7. Setelah proses pemotongan dilakukan kemudian material dilakukan proses bending, tidak semua material dibending. Khusus untuk bentuk-bentuk lengkung yang dibending. Ada 2 jenis pembendingan yaitu *frame bender* dan *three roller plate bending*.
8. Jika proses bending kurang sempurna, maka dilakukan *fairing* yang memanfaatkan sifat material mampu menyusut dan mengembang bila didinginkan atau dipanaskan
9. Jika material pada bengkel Fabrikasi telah mencapai satu block, selanjutnya didistribusikan ke bengkel *Sub-assembly* untuk dirakit menjadi panel-panel.



Gambar 2.11 Big Picture Mapping PT. DUMAS saat ini

2.2 Six Sigma

A. Konsep Dasar Six Sigma

Sigma merupakan sebuah abjad Yunani yang menunjukkan standar deviasi dari suatu proses. Standar deviasi mengukur variasi atau jumlah persebaran suatu rata-rata proses. Nilai *sigma* dapat diartikan seberapa sering cacat yang mungkin terjadi. Jika semakin tinggi tingkat *sigma* maka semakin kecil toleransi yang diberikan pada kecacatan sehingga semakin tinggi kapabilitas proses, dan hal itu dikatakan semakin baik. Dalam esensinya, *Six Sigma* menganjurkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara cacat produk dan produk yang dihasilkan, *reliability*, *costs*, *cycle time*, *inventory*, *schedule*, dll. Bila jumlah cacat yang meningkat, maka jumlah sigma akan menurun. Dengan kata lain, dengan nilai yang lebih besar maka kualitas produk akan lebih baik.

Pengertian *Six Sigma* yang menurut (Gaspersz, 2002) yang termuat dalam bukunya yang berjudul Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACPP adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk (barang dan/atau jasa), upaya giat menuju kesempurnaan (*zero defect/* kegagalan nol) Dari beberapa definisi yang telah disebutkan maka dapat diambil kesimpulan bahwa *Six Sigma* adalah sebuah sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan, dan memaksimalkan sukses bisnis. *Six Sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap kebutuhan pelanggan, pemakaian yang disiplin terhadap fakta, data, analisis statistik, dan perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki, dan menanamkan kembali proses bisnis.

Six sigma sebagai sistem pengukuran menggunakan *Defect per Million Oppurtunities* (DPMO) sebagai satuan pengukuran. DPMO merupakan ukuran yang baik bagi kualitas produk ataupun proses, sebab berkorelasi langsung dengan cacat, biaya dan waktu yang terbuang. Dengan menggunakan tabel konversi ppm dan *sigma* pada lampiran, akan dapat diketahui tingkat *sigma*.

Cara menentukan DPMO adalah sebagai berikut: Hitung *Defect per Unit* (DPU)

$$DPU = (\text{Total kerusakan})/(\text{Total produksi})$$

Hitung DPMO terlebih dahulu menentukan probabilitas jumlah Hitung DPMO terlebih dahulu menentukan probabilitas jumlah kerusakan (Gaspersz, 2002).

$$\text{DPMO} = (\text{DPU} \times 1\text{juta}) / (\text{Prob kerusakan})$$

B. Keunggulan *six sigma*

Six Sigma sebagai program kualitas juga sebagai tool untuk pemecahan masalah. *Six sigma* menekankan aplikasi tool ini secara metodis dan sistematis yang akan dapat menghasilkan terobosan dalam peningkatan kualitas. Metodologi yang sistematis ini bersifat generik sehingga dapat diterapkan baik dalam industri manufaktur maupun jasa. *Six Sigma* juga dikatakan sebagai metode yang berfokus pada proses dan pencegahan cacat (*defect*) (Snee, 1999).

Pencegahan cacat dilakukan dengan cara mengurangi variasi yang ada di dalam setiap proses dengan menggunakan teknik-teknik statistik yang sudah dikenal secara umum. Keuntungan dari penerapan *Six Sigma* berbeda untuk tiap perusahaan yang bersangkutan, tergantung pada usaha yang dijalankannya. Biasanya *Six Sigma* membawa perbaikan pada hal-hal berikut ini (Pande, Peter. 2000): Pengurangan biaya Perbaikan produktivitas Pertumbuhan pangsa pasar Retensi pelanggan Pengurangan waktu siklus Pengurangan cacat Pengembangan produk / jasa Salah satu kunci keberhasilan *Six Sigma* adalah kerja tim dan khususnya *Black Belt* yang dilatih, juga alat-alat yang digunakan dapat memberikan kekuatan pada proses usaha pembelajaran. Metode atau alat-alat tersebut antara lain:

- a. SPC (*Statistical Process Control*) atau pengendalian proses secara statistik, berguna untuk mengidentifikasi permasalahan.
- b. Pengujian tingkat signifikan statistik (*Chi-Square*, *T-Test* dan *ANOVA*), untuk mendefinisikan masalah dan analisa akar penyebab permasalahan,
- c. Korelasi dan Regresi, berguna untuk menganalisa akar penyebab masalah dan memprediksi hasilnya.
- d. Desain Eksperimen, untuk menganalisa solusi optimal dan validasi hasil.
- e. *FMEA (Failure Modes and Effect Analysis)*, berguna untuk mencari prioritas masalah dan pencegahannya.

- f. *Mistake – Proofing*, berguna untuk pencegahan cacat dan perbaikan proses.
- g. *QFD (Quality Function Deployment)*, untuk mendesain produk, proses dan jasa. Terminologi yang menjadi kunci utama konsep *six sigma* adalah sebagai berikut:

- *CTQ (Critical to Quality)* = atribut utama dari kebutuhan konsumen. CTQ dapat diartikan sebagai elemen dari proses/ kegiatan yang berpengaruh langsung terhadap pencapaian kualitas yang diinginkan
- *Defect* = kegagalan untuk memuaskan pelanggan
- *Process Capability* = kemampuan proses untuk bekerja dan menghasilkan produk yang berkualitas
- *Variation* = sesuatu yang dirasakan dan dilihat oleh pelanggan. *Six sigma* berfokus untuk mengetahui apa penyebab variasi dan mencegah terjadinya variasi itu, sehingga dapat meningkatkan kapabilitas dari proses.
- *Stable Operation* = menjaga konsistensi dari proses yang telah diprediksi sehingga dapat meningkatkan kapabilitas proses.
- *Design For Six Sigma (DFSS)* = suatu desain untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan kemampuan proses.
- *DPMO (Defect Per Million Opportunity)* = ukuran kegagalan dalam *six sigma* yang menunjukkan kegagalan persejuta kesempatan.
- *DMAIC* = merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju *six sigma*. Ada lima tahap atau langkah dasar dalam menerapkan strategi *Six Sigma* ini yaitu *Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC)*, dimana merupakan tahapan yang berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas dengan *Six Sigma*.

2.3 Langkah kerja *six sigma*

A. *Define* (Pendefinisian)

Define (D) merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini kita perlu mendefinisikan beberapa

hal yang terkait dengan: (1) kriteria pemilihan proyek *six sigma*, (2) peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek *six sigma*. (3) kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlihat dalam proyek *six sigma*, (4) proses-proses kunci dalam proyek *Six Sigma* beserta pelanggannya, dan (5) kebutuhan spesifik dari pelanggan, dan (6) pernyataan tujuan proyek *Six Sigma*. (Gasperz 2007)

Pada tahap ini dilakukan identifikasi proses standart pada proses produksi dimulai dari tahap *Fabrication* sampai *Assembly* dengan mengidentifikasi aktifitas standart kerja dilakukan dengan membuat *Big Picture Mapping* proses produksi per satuan block yang dikerjakan.aktifitas proses produksi block dirinci dalam masing-masing tahap tersebut dapat dimungkinkan terjadi pergeseran dari klasifikasi *non value added* atau bahkan aktifitas yang memberikan nilai tambah suatu produkpun dapat bergeser menjadi aktifitas yang tidak memberikan nilai tambah.

B. Measure (Pengukuran)

Merupakan langkah operasional kedua dalam metode *Six Sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap ini yaitu:

1. Menentukan *Critical to Quality* yang berhubungan dengan customer
2. Mengembangkan rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output*, dan/atau *outcome*
3. Mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses, *output*, dan/atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai baseline kinerja (*performance baseline*) pada awal proyek *Six Sigma*

Bagaimanapun, sebelum melakukan pengukuran terhadap setiap karakteristik kualitas (CTQ), maka kita perlu mengevaluasi sistem pengukuran yang da agar menjamin efektifitas sepanjang waktu. (Gasperz 2007)

C. Analyze (Analisis)

Analyze (A) merupakan langkah operasional ke-3 dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini dilakukan hal berikut :

1. Menentukan stabilitas (*stability*) dan kapabilitas/kemampuan (*capability*) dari proses
2. Menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *Six Sigma*
3. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan
4. Mengkonversikan banyak kegagalan ke dalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*)

D. Improvement (Perbaikan)

Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas Six Sigma.

Pada dasarnya rencana-rencana tindakan (*action plan*) akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan/atau alternative yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. Bentuk-bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana, juga harus direncanakan pada tahap ini. (Gasperz 2007)

E. Control

Merupakan tahap operasional yang terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta kepemilikan atau penanggung jawab proses.

Selanjutnya proyek-proyek *six sigma* pada area lain dalam proses atau organisasi ditetapkan sebagai proyek-proyek baru yang harus mengikuti DMAIC melalui ini akan terjadi peningkatan integrasi, institusionalisasi, pembelajaran, dan sharing atau transfer pengetahuan baru dalam organisasi. (Gasperz 2007)

2.4 Waste (Pemborosan)

Waste dalam industri manufaktur adalah segala sesuatu yang memberikan kontribusi terhadap bertambahnya waktu dan biaya dari proses pembuatan suatu produk tetap tidak memberikan nilai tambah terhadap nilai-nilai produk dilihat dari perspektif produsen. Aktivitas yang memberikan nilai tambah dapat mengubah produk diinginkan oleh konsumen dalam upaya peningkatan produktivitas Toyota terkenal dengan eliminasi tujuh pemborosan (*seven wastes shingeo shingo sensei* 1989) dan manufaktur yaitu :

1. *Over Production*

Memproduksi dengan material berlebih dari yang dibutuhkan adalah fundamental barang sisa dalam perspektif manufaktur, maka aliran material harus dihentikan produksi yang berlebihan akan menyebabkan tingginya biaya penyimpanan dan timbulnya kesukaran mendeteksi terjadinya cacat (*defect*).

2. *Defect*

Produk cacat akan menghalangi arus produksi dan mendorong kearah penanganan pemborosan, membutuhkan tambahan biaya dan waktu.

3. *Unnecessary inventory*

Material membutuhkan ruang, biaya dan berpotensi mengalami kerusakan. Material yang terlalu lama disimpan akan mengurangi *storage space* berpotensi mengalami kerusakan sehingga mengalami penurunan nilai

4. *Unnecessary motion*

Apapun gerakan yang tidak menambahkan nilai (*non value added*) kepada produk merupakan barang sisa. Hal ini sangat terkait dengan nilai ergonomis dan dapat dilihat melalui proses-proses dalam hal *bending*, *stretching* dan lain-lain juga isu kesehatan dan keselamatan kerja

5. *Inappropriate processing*

Terjadinya kesalahan proses produksi yang diakibatkan oleh kesalahan penggunaan tools dan kesalahan prosedur atau sistem kerja

6. *Excessive transportation*

Gerakan material, informasi dan manusia yang tidak meningkatkan nilai dari produk dan mengakibatkan boros terhadap waktu, usaha dan biaya

kepada pelanggan. Transportasi adalah kegiatan yang tidak bisa dihindarkan, tetapi setidaknya dapat direducing dengan cara meminimalisasi jarak antara lokasi *supply chain* yang terdapat diluar dan didalam perusahaan, dan mengefisiensikan penggunaan sarana program transportasi antar lokasi.

7. *Waiting*

Material menunggu bukan merupakan material yang mengalir. Orang-orang yang menunggu barang sisa adalah sumberdaya paling kritis, dan mengakibatkan tingginya *lead time*. Seperti kondisi produk menunggu operator atau sebaliknya operator menunggu produk yang akan diproses.

Dalam kaitannya dengan pemborosan diatas, maka dapat dikelompokan tiga kategori aktivitas pada proses produksi, yaitu :

1. *Value adding activity*

Aktivitas yang dalam prespektif konsumen memberikan nilai tambah (*add value*) pada produk atau jasa. Termasuk didalamnya adalah pemrosesan material menjadi produk setengah jadi atau produk jadi.

2. *Non value adding activity*

Kegiatan yang dalam prespektif konsumen yang tidak memberikan nilai tambahan pada produk atau jasa yang dihasilkan, misalkan perpindahan produk dari satu kontainer ke kontainer yang lain. Aktivitas ini termasuk *waste* dan harus diminimalkan atau dihilangkan.

3. *Necessary but non value added activity*

Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk atau jasa. Tetapi perlu dilakukan karena jika tidak dilakukan akan menyebabkan proses supply terganggu. Kegiatan ini termasuk *waste* yang sulit dihilangkan. Contohnya kegiatan inspeksi pada akhir sebuah proses dengan menggunakan mesin-mesin yang tidak terkalibrasi, atau proses pre *heating* pada mesin-mesin produksi. (*The Toyota Production System (TPS)* (Ohno 1988))

A. Pengertian *non value added activities*

Aktivitas yang tidak penting untuk dipertahankan dalam bisnis, sehingga dianggap sebagai aktivitas yang tidak diperlukan, disebut dengan aktivitas yang bukan penambah nilai (*non value added activities*). (Menurut Rachmawati 2008) aktivitas yang bukan penambah nilai (*non value added activities*) adalah aktivitas yang tidak diperlukan dan harus dihilangkan dari dalam proses bisnis karena menghambat kinerja perusahaan.

Menurut Mulyadi (2003) aktivitas yang bukan penambah nilai (*non value added activities*) adalah aktivitas yang tidak dapat memenuhi salah satu factor dari kondisi aktivitas penambah nilai. Aktivitas ini yang tidak menyebabkan perubahan, perubahan keadaan tersebut dapat dicapai melalui aktivitas sebelumnya dan aktivitas tersebut tidak memungkinkan aktivitas lain untuk dilaksanakan. Menurut Hansen dan Mowen (2006) biaya yang bukan penambahan nilai atau kinerja yang tidak efisien dari aktivitas penambahan nilai. Aktivitas yang bukan penambahan nilai (*non value added activities*) adalah aktivitas yang dari pandangan *customer* yang bukan penambahan nilai dalam proses pengolahan masukan menjadi keluaran. Suatu falsafah operasi yang berlaku diseluruh perusahaan untuk menghilangkan pemborosan dengan mengidentifikasi dan mengeliminasi aktivitas yang bukan penambahan nilai (Mulyadi, 2001)

Peluang bagi perusahaan adalah berusaha melakukan pengurangan dan penghilangan biaya yang bukan penambahan nilai tanpa mengurangi ataupun menghilangkan kepuasan yang akan diterima oleh *customer*. Biaya-biaya yang disebabkan oleh aktivitas-aktivitas yang bukan penambahan nilai adalah biaya yang tidak efektif di dalam proses produksi.

Aktivitas-aktivitas yang harus dipertahankan dalam bisnis disebut dengan aktivitas penambahan nilai (*value added activities*). Menurut Rachmawati (2008) *value added activities* adalah aktivitas yang diperlukan untuk menjalankan operasi bisnis, sehingga mampu memberikan *value* dan meningkatkan laba perusahaan. Aktivitas penambahan nilai (*value added activities*) merupakan aktivitas yang ditinjau dari pandangan *customer* menambah nilai dalam proses pengolahan masukan menjadi keluaran (Mulyadi 2001, dalam Saftiana, dkk., 2007). Aktivitas

penambahan nilai (*value added activities*) dapat diciptakan dengan meningkatkan kuantitas dan kualitas produk yang mampu memenuhi kebutuhan *customer*. Menurut Sumayang (2003) aktivitas penambahan nilai (*value added activities*) merupakan sebuah metode pabrikasi yang berusaha menghilangkan pemborosan (*waste*) pada proses.

Semua aktivitas penambahan nilai (*value added activities*) secara berkelanjutan harus mencakup kondisi berikut yaitu aktivitas yang menghasilkan perubahan, perubahan tersebut tidak dapat dicapai oleh aktivitas sebelumnya, dan aktivitas tersebut memungkinkan aktivitas lain dapat dilaksanakan (Mulyadi, 2003). Setelah aktivitas penambahan nilai dapat diidentifikasi, maka biaya yang ditimbulkan oleh aktivitas Menurut Hansen dan Mowen (2006) biaya penambahan nilai merupakan biaya untuk melakukan aktivitas penambahan nilai dengan efisiensi yang sempurna.

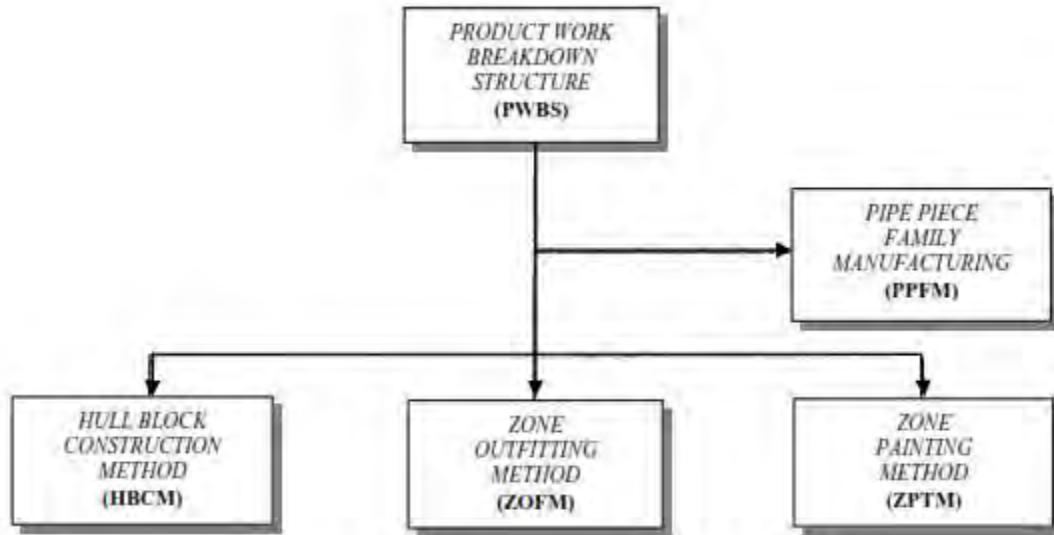
2.5 Konsep Proses Produksi Kapal

Konsep *Product Work Breakdown Structure* PWBS membagi proses produksi kapal menjadi tiga jenis pekerjaan yaitu: Klasifikasi pertama adalah : *Hull Construction, Outfitting* dan *Painting*. Dari ketiga jenis pekerjaan tersebut masing-masing mempunyai masalah dan sifat yang berbeda dari yang lain. Selanjutnya, masing-masing pekerjaan tersebut dibagi lagi ke dalam pekerjaan *preparation, fabrikasi sub-assembly* dan *assembly*. inilah yang terkait dengan *zona* dan yang merupakan dominasi dasar bagi *zona* di siklus manajemen pembangunan kapal. *Zona* yang berorientasi produk, yaitu *Hull Blok Construction Method* (HBCM) (*Stroch, 1995*).

Pada dasarnya berbagai rincian yang diperlukan untuk jenis pekerjaan berorientasi produk dalam pekerjaan konstruksi kapal, harus ditentukan dahulu metode berorientasi - *zona* (*zone Oriented*) pekerjaan tersebut yaitu:

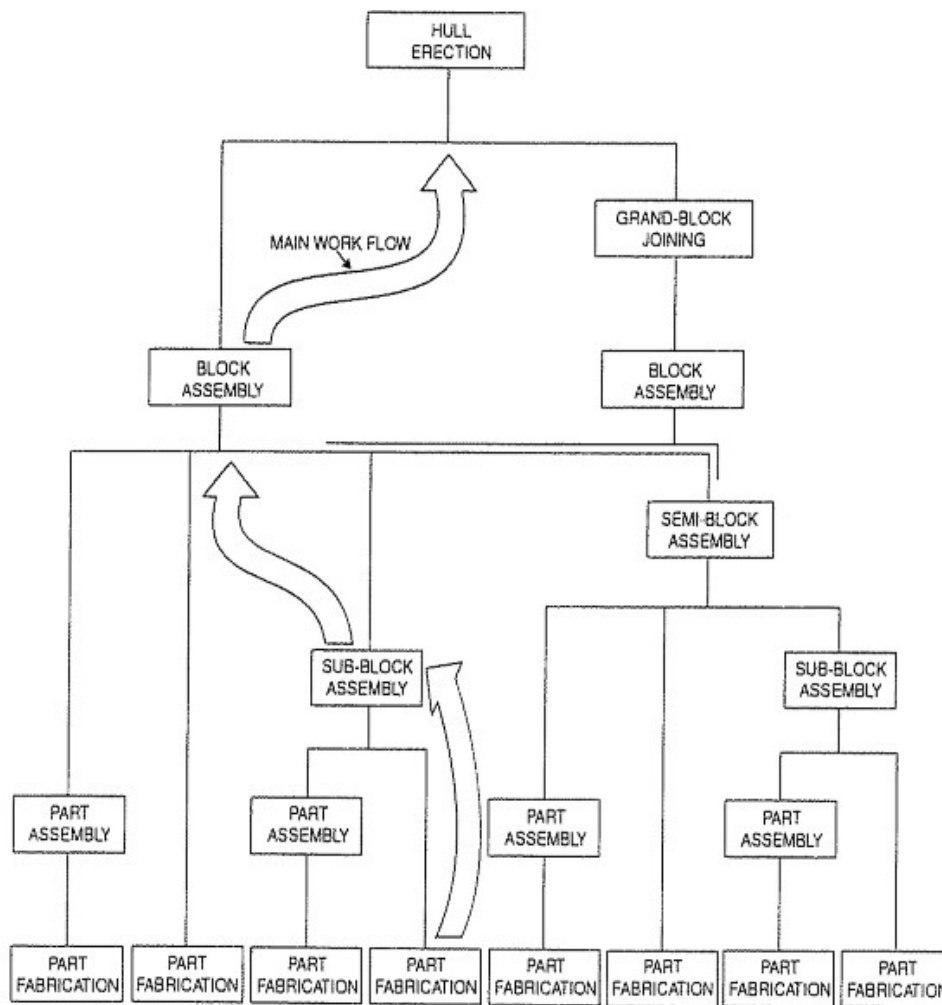
- *Hull Block Construction Methode* (HBCM)
- *Zone Outfitting Method* (ZOFM), dan
- *Zone Painting Method* (ZPTM)

Adapun komponen atau ruang lingkup pekerjaan dari sistem PWBS dapat diperlihatkan pada Gambar 2.12



Gambar 2.12 Komponen *Product Work Breakdown Structure*

Tingkat manufaktur atau tahapan untuk *Hull Blok Construction Method* didefinisikan sebagai kombinasi dari operasi kerja yang mengubah berbagai masukan ke dalam produk antara (*interim products*) yang berbeda, seperti bahan baku (*material*) menjadi *part fabrication*, *part fabrication* menjadi *sub block assembly* dan lain – lain. Tingkat manufaktur atau tahapan untuk pembuatan kapal berdasarkan metode *Hull Block Construction Method* (HBCM) dapat diperlihatkan pada Gambar 2.13



Gambar 2.13 Tingkat manufaktur atau tahapan *Hull Block Construction Method*

Dari Gambar 2.13 dapat dilihat bahwa material atau pelat setelah mengalami pekerjaan fabrikasi (*part fabrication*) yang selanjutnya di proses menjadi produk *assembly* (*part assembly*). Terdapat juga produk fabrikasi yang digabung menjadi produk *sub block assembly* yang selanjutnya digabung menjadi blok (*block assembly*). Antara *block assembly* digabung membentuk blok besar (*grand block*) dan selanjutnya membentuk badan kapal (*hull construction*).

Menurut (Stroch, 1995), garis besar pembagunan kapal dapat dibagi menjadi beberapa tahap yaitu :

1. Tahap Desain

Desain Konsep atau Prarancangan (*Preliminary/Concept design*), yaitu mendefinisikan karakter dasar kapal, yang dilakukan oleh internal staf pemilik, konsultan desain yang ditunjuk *owner* atau beberapa staf galangan. Berdasarkan dokumen kontrak yang termasuk di dalamnya adalah *Owner* dan Spesifikasi Teknik serta *General Arrangement Plan (GAP)* selanjutnya dilakukan pembuatan Rancangan awal (*Preliminary Design*) yang merupakan pekerjaan pengulangan (*Repeated Order*) dari kapal-kapal sejenis yang pernah dibangun. Rancangan pengulangan ini tidak mutlak mengikuti rancangan lama akan tetapi dilakukan modifikasi dan penyempurnaan-penyempurnaan sehingga dapat memenuhi seluruh kriteria yang ditetapkan oleh pengguna jasa. Dibeberapa proyek, *owner* menggunakan jasa konsultan dalam pembuatan gambar desain sehingga pihak galangan hanya bertindak sebagai pelaksana proyek pembangunan. Pekerjaan pada tahap ini banyak dilakukan oleh *Engineering Department*, termasuk perhitungan stabilitas (*preliminary dan including*). Adapun pekerjaan pokok yang dilakukan pada tahap ini adalah pembuatan *Key Plan, Detail Plan, dan Production Drawing Plan.* (*Stroch, 1995*)

2. Tahap Fabrikasi

Tahap Fabrikasi merupakan tahapan awal dalam proses produksi konstruksi kapal (*steel construction*), dan menghasilkan sebagian besar komponen yang membentuk struktur kapal tersebut. Untuk melakukan fabrikasi material dibutuhkan gambar-gambar produksi yang merupakan pengembangan dari *Key Plan* dan *Detail Plan* Gambar-gambar ini (*Production Drawings*) adalah gambar-gambar detail per sub-komponen yang merupakan kelanjutan dari *Detail Plan* setelah diberi informasi teknis untuk pengerjaan di lapangan (*bengkel assembling*). Gambar-gambar ini dibuat oleh Departemen Rancang Bangun (*Engineering*). Disamping gambar-gambar produksi ini, juga dibuatkan *piece list* (daftar komponen) lengkap dengan ukurannya masing-masing. *Design/Production Drawing* selain digunakan untuk pekerjaan praktis di lapangan, juga untuk mengontrol pekerjaan produksi kapal (*production control*). jenis pekerjaan dalam proses fabrikasi adalah:

1. Identifikasi material

Merupakan kegiatan memeriksa, kelayakan pelat yang akan digunakan dalam proses produksi dalam membentuk badan kapal. Kelayakan tersebut dapat dilihat dari sertifikasi (*ST, grade, chemical*), dimensi/ukuran yang sesuai (panjang, lebar, dan tinggi, dan tidak ada cacatan)

2. Penandaan (*Marking*)

Marking adalah proses penandaan komponen sesuai dengan model yang dikerjakan, sebelum melakukan pemotongan (*cutting*) terhadap komponen. Berdasarkan peralatan yang digunakan, *marking* dibedakan atas:

- Penandaan secara manual (*manual marking*)
- Penandaan dengan metode proyeksi (*projection marking*)
- Penandaan dengan menggunakan mesin *electro photo*
- Penandaan secara *numeric (numerical controlled marking)*

3. Pemotongan (*cutting*)

Cutting merupakan tahapan fabrikasi setelah penandaan di mana pemotongan dilakukan mengikuti kontur garis *marking* dengan toleransi sebagaimana yang ditetapkan di dalam rencana pemotongan pelat (*cutting plan*). Pemotongan dengan *oxygen cutting* dengan memperhatikan jarak dari *nozzle* ke pelat agar menghasilkan pemotongan yang efektif dan *lose material* yang kecil.

Berdasarkan jenis peralatan yang digunakan untuk pemotongan' pelat, maka pemotongan dibedakan atas:

- Pemotongan manual dengan menggunakan gas
- Pemotongan otomatis dengan menggunakan gas

4. Pembentukan (*roll, press, dan bending*)

Roll, press dan *bending* merupakan kelanjutan proses fabrikasi dari *marking* dan *cutting*. *Roll* adalah proses pembentukan pelat dimana pelat akan berubah bentuk secara radial dengan tekanan dan gerakan antara dua *die* (round

bar). *Press* adalah proses penekanan pelat untuk pelurusan dan perataan permukaan pembangunan selanjutnya diselesaikan dalam keadaan terapung di atas permukaan air.

5. Pengujian

Dalam pelaksanaannya ITP dibuat dan disetujui oleh Badan Klasifikasi beserta *Owner* pada saat acara *Keel Laying*. ITP ini juga dapat berubah sesuai dengan kebutuhan dari pembangunan kapal itu sendiri serta regulasi yang berkaitan.

6. *Delivery*

Serah terima kapal dilakukan ditempat sesuai yang ditetapkan dalam kontrak. Serah terima dilaksanakan sesuai rencana dalam jadwal pelaksanaan pekerjaan (*time schedule*) dan direncanakan tidak lebih dari 450 hari kalender. Mobilisasi kapal ke tempat Serah terima menjadi tanggung jawab pihak galangan (*Stroch, 1995*).

2.6 *Lean Thinking*

Lean method atau *lean production* sistem adalah metode yang dirintis pertama kali oleh perusahaan Toyota di Jepang. Metode ini digunakan dengan tujuan menurunkan tujuh macam pemborosan (*7 waste*) yaitu *over production*, *waiting*, *unnecessary inventory*, *defect*, *inappropriate process*, *excessive transportation* dan *unnecessary motion*.

Berdasarkan definisi diatas maka dengan penerapan metode ini diharapkan dapat meminimalkan waktu yang digunakan selama proses *design*, produksi hingga *delivery product*.

Lean menciptakan *self-sustaining culture* dengan menekankan pada 5s yaitu *sort* (*sort through items*), *stabilize* (*orderliness*) *shine* (*cleanliness*), *standardize* (*creat rules*), dan *sustain* (*self-discipline*). Sistem ini akan menghasilkan motivasi terhadap pekerja untuk selalu bekerja secara efektif dan efisien. *Lean thinking* mengatur intisari dari pendekatan dalam 5 prinsip utama, (Hins & Taylor, 2000). yang dijelaskan sebagai berikut :

1. *Specify value*

Menetapkan apa yang menghasilkan atau tidak menghasilkan *value* berdasarkan pandangan konsumen.

2. *Whole stream identification*

Mengidentifikasi semua langkah-langkah yang diperlukan untuk mendesain, mengelola, dan memproduksi barang atau produk ke dalam *whole value stream* untuk mencari *non value adding activity*

3. *Flow*

Membuat *value flow* yaitu semua aktifitas yang memberikan nilai tambah disusun ke dalam suatu aliran yang tidak terputus (*continue*) dengan meniadakan *interruption, back flow, waiting, and scrap*

4. *Customer focus*

Prinsip ini mengidentifikasikan kebutuhan untuk mampu menyerahkan produk sesuai dengan keinginan customer

5. *Continuous improvement*

Continuous improvement yang menjadikan *waste* yang terjadi dapat dihilangkan secara total dari proses yang ada dan melakukan perbaikan secara terus menerus untuk menghilangkan pemborosan terjadi.

Dengan pemikiran metode *lean* adalah meniadakan pemborosan baik dalam tubuh perusahaan atau antar perusahaan. Dan prinsip-prinsip diatas adalah dasar untuk menghilangkan pemborosan yang ada dalam perusahaan. Untuk meningkatkan kepuasan konsumen yang harus dilakukan adalah menghilangkan pemborosan yang terjadi, karena pemborosan yang terjadi. Karena pemborosan itulah yang menyebabkan mahalnya harga suatu produk yang tentu saja tidak pernah diinginkan oleh konsumen.

2.7 Value Stream Mapping (VSM)

Pemetaan *value stream* yang digunakan untuk menganalisis dan meningkatkan aliran produksi di banyak industri, yang mencakup pesawat dan industri mobil di seluruh dunia. Industri perkapalan telah mengadopsi *lean manufacturing*. Namun, jumlah nilai aplikasi pemetaan aliran dalam industri galangan kapal masih relatif jarang Karena berbagai macam produk interim dan

jenis kapal. Kriteria utama untuk menganalisis dan membandingkan peningkatan produksi adalah melalui Jam-Orang dan durasi waktu. Peta masa depan *value stream* memiliki perbaikan hingga 50 persen, yang menunjukkan pentingnya mengadopsi nilai *stream mapping* metodologi untuk galangan kapal yang bertujuan untuk meningkatkan *competivity* dunia dengan mengurangi biaya produksi, dengan tetap menjaga dan / meningkatkan kualitas block kapal. (Storch, 2012)

Value stream mapping sendiri adalah sebuah tool yang sangat penting dalam penerapan *lean manufacturing*. VSM sendiri dapat menjadi awal yang baik bagi perusahaan yang ingin menerapkan *system lean* Karena dapat menunjukkan aktivitas-aktivitas baik yang menambah nilai ataupun yang tidak menambah nilai terhadap suatu produk yang merupakan *resource* yang sama dalam satu proses dari mulai bahan baku sampai ke tangan konsumen (Abhuthaker, 2010) *value stream mapping* merupakan sebuah alat yang sangat sederhana yang dapat membantu melihat segala pemborosan yang terdapat pada aliran nilai tersebut.

Value steam mapping berisi sketsa yang memetakan keadaan sekarang dan masa yang akan datang (Amrizal, 2009). Peta keadaan sekarang menggambarkan aliran material dan aliran informasi saat ini dalam proses. Hal tersebut secara sederhana memvisualisasikan proses untuk dapat mengidentifikasi nilai dan pemborosan di dalam system yang mendorong penggunaan pendekatan yang sistematis untuk menghilangkan pemborosan. Peta keadaan masa akan datang adalah sebuah bagan yang memperlihatkan bagaimana membuat sebuah aliran *lean*. Hal ini menggunakan Teknik *lean manufacturing* untuk menghilangkan pemborosan dan mengurangi aktivitas yang tidak menambah nilai menjadi seminimal mungkin (Amrizal, 2009).

Value stream mapping merupakan grafik sederhana untuk menggambarkan urutan dan perpindahan informasi, material, dan tindakan di dalam aliran nilai perusahaan. *Value stream mapping* merupakan sebuah alat yang digunakan oleh analis untuk melihat keseluruhan system mulai dari aliran informasi hingga aliran produksi. Di dalam *value stream mapping*, terdapat beberapa informasi seperti *take time*, *down time*, aktivitas produksi, personal dan *lead time*. Dengan informasi ini, analis dapat melihat keseluruhan produksi sebagai sebuah gambaran yang statis. Dari gambar statis mengenai kondisi saat ini, dapat dibuat *value stream mapping*

untuk kondisi di masa yang akan datang yang akan menunjukkan kemungkinan area perbaikan untuk system tersebut. Setelah keuntungan dan manfaat dari peta keadaan yang akan datang dievaluasi, kemudian rencana perbaikan dapat diimplementasikan di dalam proses.

Adapun kelebihan dan kekurangan *value stream mapping* menurut Rawabdeh (2005) adalah :

- Cepat dan mudah dalam pembuatannya
- Dalam pembuatannya tidak harus menggunakan *software computer* khusus
- Mudah dipahami
- Bisa digambarkan menggunakan pensil dan *bullpen*
- Memberikan dasar awal untuk ruang diskusi dan memutuskan sebuah keputusan
- Meningkatkan pemahaman terhadap system produksi yang sedang berjalan dan memberikan gambaran aliran perintah informasi produksi.

Menurut Rawabedah (2005) dikutip oleh lonnie, setiap tools maupun metode ada beberapa kekurangan dalam penggunaan tools atau metode tersebut, kekurangan dari *value stream mapping* adalah :

- aliran material hanya bisa untuk satu produk atau satu tipe produk yang sama pada satu VSM untuk dianalisis.
- VSM berbentuk statis dan terlalu menyederhanakan masalah yang ada dilantai produksi.

Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping merupakan suatu alat lean manufacturing yang membantu kita untuk mengerti aliran material dan informasi dalam suatu proses. Value stream mapping meliputi segala aktivitas yang menambah nilai dan tidak menambah nilai yang dibutuhkan untuk memproses suatu produk dari bahan mentah sampai pengiriman kepada pelanggan. Dengan kata lain, value stream mapping merupakan bagan dari siklus manufaktur sebuah produk yang menunjukkan setiap tahap di dalam proses produksi (Amrizal, 2009).

Value stream mapping merupakan sebuah alat yang sederhana yang membantu kita melihat segala pemborosan yang terdapat pada aliran nilai tersebut. Value stream mapping berisi sketsa yang memetakan keadaan sekarang dan masa yang akan datang (Amrizal, 2009).

Peta keadaan sekarang menggambarkan aliran material dan informasi saat ini didalam proses. Hal tersebut secara sederhana memvisualisasikan proses untuk dapat mengidentifikasi nilai dan pemborosan di dalam sistem dan mendorong penggunaan pendekatan yang sistematis untuk menghilangkan pemborosan. Peta keadaan masa akan datang adalah sebuah bagan yang memperlihatkan bagaimana membuat sebuah aliran lean. Hal ini menggunakan Teknik lean manufacturing untuk menghilangkan pemborosan dan mengurangi aktivitas yang tidak menambah nilai menjadi seminimal mungkin (Amrizal, 2009).

Value stream mapping merupakan grafik sederhana untuk menggambarkan urutan dan perpindahan informasi, material, dan tindakan di dalam aliran nilai perusahaan. *Value stream mapping* merupakan sebuah alat yang digunakan oleh analis untuk melihat keseluruhan sistem mulai dari aliran informasi hingga aliran produksi. Di dalam *value stream mapping*, terdapat beberapa informasi seperti *takt time*, *down time*, aktivitas produksi, personal, dan lead times. Dengan informasi ini, analis dapat melihat keseluruhan produksi sebagai sebuah gambar yang statis. Dari gambar statis mengenai kondisi saat ini, dapat dibuat value stream mapping untuk kondisi di masa yang akan datang yang akan menunjukkan kemungkinan area perbaikan untuk sistem tersebut. Setelah keuntungan dan manfaat dari peta keadaan yang akan datang dievaluasi, kemudian rencana perbaikan dapat diimplementasikan di dalam proses. Dalam konteks manufaktur, ada tiga jenis operasi yang dilakukan selama proses produksi berlangsung, hal ini dapat dikategorikan:

1. *Non value added* (NVA)

Merupakan suatu pemborosan yang terdiri dari Pemborosan murni merupakan jenis pemborosan yang dapat dieliminasi atau di kurangi Limbah yang diperlukan merupakan jenis pemborosan yang tidak bias dieliminasi dikarenakan ketentuan kerja atau teknologi. Contohnya, waktu tunggu, susunan produk dan penanganan ganda.

2. *Necessary but non value added*(NNVA)

Merupakan aktivitas yang penting tetapi tidak memiliki nilai tambah meskipun boros tetapi kegiatan ini sangat perlu dilakukan. Contohnya, membongkar pengiriman, mentransfer alat dari tangan ke tangan yang lain.

3. *Value Added (VA)*

Merupakan kegiatan yang memiliki nilai tambah terhadap produk yang akan dihasilkan. Contohnya, Assembly part, penempaan bahan baku dan penggambaran posisi kerja. Untuk mendefinisikan nilai tambah terhadap kinerja, maka suatu aktivitas harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

- a. Sesuatu yang dilakukan dapat menambah desain, kesesuaian atau kecocokan atau fungsi dari produk yang dihasilkan.
- b. Sesuatu yang dilakukan dapat menyebabkan ketersediaan pelanggan membayar produk yang dihasilkan oleh suatu organisasi atau pelanggan bersedia membeli produk tersebut.

Adapun kelebihan dan kekurangan value stream mapping Menurut Rawabdeh (2005) adalah:

1. Cepat dan mudah dalam pembuatannya.
2. Dalam pembuatannya tidak harus menggunakan software computer Khusus
3. Mudah dipahami
4. Bisa digambarkan menggunakan pensil dan bullpen
5. Memberikan dasar awal untuk ruang diskusi dan memutuskan Sebuah keputusan.
6. Meningkatkan pemahaman terhadap sistem produksi yang sedang berjalan dan memberikan gambaran aliran perintah informasi produksi.

Menurut Rawabdeh (2005). Setiap tools maupun metode ada beberapa kekurangan dalam penggunaan tools atau metode tersebut, kekurangan dari value stream mapping adalah :

1. Aliran material hanya bisa untuk satu produk atau satu type produk yang sama pada satu VSM untuk dianalisa.
2. VSM berbentuk statis dan terlalu menyederhanakan masalah yang ada dilantai produksi.

A. Langkah - langkah untuk Menerapkan *Value Stream Mapping* (VSM) Berbasis *Lean Manufacturing*

Hal yang dilakukan dalam membuat *Value Stream Mapping* adalah memetakan proses dan kemudian memetakan aliran informasi di atasnya yang memungkinkan terjadinya proses. *Value Stream Mapping* digunakan untuk memperbaiki sebuah sistem dengan mengurangi lead time, meningkatkan kualitas produk, mengurangi pekerjaan yang berulang, mengurangi cacat, mengurangi jumlah persediaan, dan mengurangi buruh tidak langsung. Berikut merupakan langkah-langkah untuk menerapkan *value stream mapping* berbasis *lean production system*

antara lain:

1. Identifikasi produk sejenis Biasanya suatu perusahaan yang memproduksi produk - produk yang berbeda dalam volume dan berbagai sesuai lingkungan bisnis. Jadi langkah pertama adalah untuk mengidentifikasi produk sejenis dengan matriks yaitu untuk mengklasifikasikan produk ke dalam keseluruhan produk yang berbeda, yang merupakan dasar untuk menerapkan VSM. Umumnya, total pekerjaan konten untuk memproduksi satu bagian harus berada dalam 25 sampai 30 persen (kisaran) dari seluruh bagian berbeda dalam satu produk sejenis.
2. Menganalisa bisnis untuk memprioritaskan produk sejenis dan memilih satu jenis produk untuk di implementasikan pada Lean manufacturing Setelah mengidentifikasi produk yang sejenis, kita harus memprioritaskan produk menurut ukuran produk tersebut, berbagi kontribusi bisnis laba bersih, kritis untuk bisnis, posisi pasar, kemajuan teknologi, potensi untuk menguntungkan pertumbuhan, diharapkan memiliki dampak dari persyaratan lean dan sumber daya, dll. Kemudian kita pilih lini produk pada waktu untuk mengimplementasikan lean produksi sesuai prioritas.
3. Menggambarkan peta aliran proses dan menganalisa proses untuk dilakukan perbaikan. Kita harus mengetahui setiap proses dalam suatu rantai produksi dan memperoleh informasi yang diperlukan untuk membuat value stream mapping yang baik dan efektif melakukan perampingan pada suatu proses produksi, kemudian harus mengetahui pada setiap elemen dari *value stream*

mapping dan mulai menggambarkan kondisi awal proses produksi menggunakan *value stream mapping* dimulai dari:

- a. Data mengenai pelanggan, permintaan berbentuk perhari/perminggu/perbulan, setiap pengiriman kepada pelanggan berapa kuantitasnya dan berapa kali pelanggan datang dalam sehari untuk mengambil *finish goods*.
 - b. Data mengenai *supplier*, jumlah pemesanan, jenis material yang dipesan, jumlah pemesanan bahan baku, *lead time* pemesanan.
4. Menggambarkan peta aliran usulan Gambar di peta aliran yang saat ini menunjukkan arah perbaikan, jadi perlu membuat persiapan untuk menggambarkan peta aliran produksi saat ini.
- a. Menggabungkan langkah proses
Produksi perampingan membutuhkan proses yang dilakukan dalam satu kegiatan oleh satu orang di satu tempat, atau bahkan lebih baik, pada satu waktu dengan ada campur tangan manusia. Ketika merancang suatu proses diperlukan satu operator yang bekerja didalamnya dan efisien melakukan segala elemen pekerjaan, kita harus menggabungkan langkah proses dengan menghindari aktivitas yang tidak dibutuhkan, meminimalkan penggunaan bahan baku dan informasi antara proses, menghilangkan proses yang berlebihan karena itu untuk mengurangi waktu siklus dan *lead time*.
 - b. Mengadopsi aliran secara terus - menerus untuk meningkatkan kecepatan produksi Berarti proses mengalir dengan lancar melalui semua operasi tanpa berhenti, yang meningkatkan kecepatan produksi.
 - c. Memikirkan tata letak yang tidak linear (sejajar) Ketika mempelajari tata letak aliran produksi, kita harus mempertimbangkan bangunan secara paralel untuk mewujudkan Membuat bergerak satu guna menghemat ruangan dan menghilangkan limbah dari operator yang tidak diinginkan berjalan.
 - d. Mengurangi sumber daya yang bervariasi Metode ini untuk menghilangkan limbah yang terkait dengan menambahkan kapasitas

yang sederhana dalam proses untuk mengurangi variasi dan meningkatkan efisiensi proses.

- e. Merancang ulang proses Merancang ulang proses untuk usulan perbaikan terhadap aliran proses dan memerlukan operator yang dapat menjalankan suatu aliran proses dan melihat proses produksi secara langsung. Mulai memikirkan perancangan terhadap aliran proses produksi. Kita harus berimajinasi, terhadap tingkatan sistem yang dapat melihat aliran total (Chen Lixia, Bo Meng, 2010).

B. Data Primer dan Data Sekunder

Data primer merupakan sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli (tidak melalui media perantara). Data primer dapat berupa opini subjek (orang) secara individual atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), kejadian atau kegiatan, dan hasil pengujian. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer yaitu : (1) metode survei dan (2) metode observasi.

1. Metode Survei (*Survey Methods*)

- Metode survei merupakan metode pengumpulan data primer yang menggunakan pertanyaan lisan dan tertulis.
- Metode ini memerlukan adanya kontak atau hubungan antara peneliti dengan subjek (responden) penelitian untuk memperoleh data yang diperlukan.
- Data yang diperoleh sebagian besar merupakan data deskriptif, akan tetapi pengumpulan data dapat dirancang untuk menjelesakan sebab akibat atau mengungkapkan ide-ide.
- Umumnya digunakan untuk mengumpulkan data yang sama dari banyak subjek.
- Teknik yang digunakan adalah (1) wawancara, dan (2) kuesioner.

2. Metode Observasi (*Observation Methods*)

Metode observasi adalah peroses pencatatan pola perilaku subyek (orang), objek (benda) atau kejadian yang sistematis tanpa adanya pertanyaan Atau komunikasi dengan individu-individu yang diteliti.

Kelebihan metode ini dibandingkan metode survei adalah data yang dikumpulkan umumnya tidak terdistorsi, lebih akurat dan bebas dari response bias. Metode ini menghasilkan data yang lebih rinci mengenai perilaku (subjek), benda atau kejadian (objek).

Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip (data dokumenter) , perusahaan-perusahaan, organisasi- organisasi perdagangan, biro pusat statistik, dan kantor-kantor pemerintah yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan.

Sebelum proses pencarian data sekunder dilakukan, kita perlu melakukan identifikasi kebutuhan terlebih dahulu. identifikasi dapat dilakukan dengan cara membuat pertanyaan - pertanyaan sebagai berikut: 1) Apakah kita memerlukan data sekunder dalam menyelesaikan masalah yang akan diteliti? 2) Data sekunder seperti apa yang kita butuhkan? Identifikasi data sekunder yang kita butuhkan akan membantu mempercepat dalam pencarian dan penghematan waktu serta biaya.

Data sekunder dapat dipergunakan untuk hal-hal sebagai berikut:

a. Pemahaman Masalah.

Data sekunder dapat digunakan sebagai sarana pendukung untuk memahami masalah yang akan kita teliti. Sebagai contoh apabila kita akan melakukan penelitian dalam suatu perusahaan, perusahaan menyediakan company profile atau data administratif lainnya yang dapat kita gunakan sebagai pemicu untuk memahami persoalan yang muncul dalam perusahaan tersebut dan yang akan kita gunakan sebagai masalah penelitian.

b. Penjelasan Masalah: Data sekunder bermanfaat sekali untuk Memperjelas masalah dan menjadi lebih operasional dalam penelitian karena didasarkan pada data sekunder yang tersedia, kita dapat mengetahui komponen-komponen situasi lingkungan yang mengelilinginya. Hal ini akan menjadi lebih mudah bagi peneliti untuk memahami persoalan yang akan diteliti,

khususnya mendapatkan pengertian yang lebih baik mengenai pengalaman-pengalaman yang mirip dengan persoalan yang akan diteliti

Solusi Masalah: Data sekunder disamping memberi manfaat dalam membantu mendefinisikan dan mengembangkan masalah, data sekunder juga dapat memunculkan solusi permasalahan yang ada. Tidak jarang persoalan yang akan kita teliti akan mendapatkan jawabannya hanya didasarkan pada data sekunder saja.

2.8 Detailed Process Mapping

A. Seven tools management

Ketujuh alat pemetaan aliran nilai dirumuskan (Hines dan Rich 1997) didasarkan atas upaya mempresentasikan ketujuh jenis *waste* yang dirumuskan oleh Igarashi (1989). Dari ketujuh alat pemetaan aliran nilai ada lima alat yang sudah diketahui dan sering dipakai dalam disiplin ilmu tertentu. Alat *process activity mapping* dan *Demand Amplification Mapping* merupakan alat yang sering digunakan oleh para insinyur (ahli rekayasa). Para ahli *logistic analysis*. Adapun alat *production variety funnel* merupakan alat yang berasal dari disiplin ilmu manajemen operasi. Ada dua alat yang benar-benar baru dan berhasil dibuat oleh Hines dan Rich (1997) adalah *Quality Filter mapping* dan *Physical structure*.

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 tujuh *waste* juga bisa digunakan untuk memilih *tools* yang paling terkait untuk memetakan *waste* yang ada. Pada Tabel 2.4 diperlihatkan keterkaitan ketujuh alat pemetaan aliran nilai dengan ketujuh *waste*. Tabel berkaitan ketujuh alat pemetaan aliran nilai dengan ketujuh jenis *waste* juga dapat digunakan untuk memilih *tools* yang tepat untuk memetakan *waste*. Maka tabel tersebut disebut dengan tabel *VALSAT (Value Stream Mapping Tools)*. Sehingga jenis *waste* yang berbeda akan membutuhkan treatment dan alat untuk menganalisis yang berbeda pula.

Tabel 2.4 *Value Stream Analyze Tools*

<i>Waste</i>	<i>PAM</i>	<i>SCRM</i>	<i>PVF</i>	<i>QFM</i>	<i>DACM</i>	<i>DPA</i>	<i>PS</i>
<i>Over Production</i>	<i>L</i>	<i>M</i>		<i>L</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	
<i>Waiting</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>L</i>		<i>M</i>	<i>M</i>	
<i>Transportation</i>	<i>H</i>						<i>L</i>
<i>Inappropriate Process</i>	<i>H</i>		<i>M</i>	<i>L</i>		<i>L</i>	
<i>Unnecessary Inventory</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>		<i>H</i>	<i>M</i>	<i>L</i>
<i>Unnecessary Motion</i>	<i>H</i>	<i>L</i>					
<i>Defect</i>	<i>L</i>			<i>H</i>			

Source: (Hins & Taylor, 2002)

Keterangan:

H: High Correlation and usefulness

M: Medium correlation and usefulness

L: Low correlation and usefulness

B. Process activity Mapping (PAM)

Alat ini sering digunakan oleh ahli teknik industry untuk memetakan keseluruhan aktivitas secara detail guna mengeliminasi *waste*. Ketidakkonsisten, dan keirasionalan ditempat kerja sehingga tujuan meningkatkan kualitas produk dan memudahkan layanan, mempercepat proses dan mereduksi biaya diharapkan dapat terwujud.

Process activity mapping akan memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas jarak yang ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap stage produksi. Kemudahan identifikasi aktivitas terjadi karena adanya penggolongan aktivitas menjadi lima jenis yaitu: operasi, transportasi, inspeksi, *delay* dan penyimpanan. Operasi dan inspeksi adalah aktivitas yang berjenis nilai tambah. Adapun *delay* adalah aktivitas yang dihindari untuk terjadi sehingga merupakan aktivitas berjenis tidak bernilai tambah.

Process activity mapping terdiri dari beberapa langkah sederhana: (1) dilakukan analisa awal untuk setiap proses yang ada, (2) mengidentifikasi *waste* yang ada, (3) mempertimbangkan proses yang dapat dirubah agar urutan proses bisa

lebih efisien, (4) mempertimbangkan pola aliran yang lebih baik dan (5) mempertimbangkan segala sesuatu untuk setiap aliran proses yang benar-benar penting saja (*Practical Management research Group 1993*)

C. Supply Chain Respons Matrix (SCRM)

Asal alat ini dari teknik pada pemampatan waktu dan gerak logistic. Banyak pakar menerapkan alat ini diantaranya: New (1993) dan Forza (1993) untuk mengeset aliran rantai pasok di industry tekstil, Bessley (1994) pada industry otomotif, ruang angkasa (*aerospace*) dan konstruksi dan Jessop dan Jones (1995) dalam industri elektronik, makanan, pakaian dan otomotif. Alat ini dapat memberikan gambaran kondisi *lead time* untuk setiap proses dan jumlah persediaan.

Dengan alat ini pemampatan terjadinya peningkatan atau penurunan *lead time* (waktu distribusi) dan jumlah persediaan pada tiap area aliran rantai pasok dapat dilakukan adanya pemetaan tersebut akan lebih memudahkan manajer distribusi untuk mengetahui pada area mana aliran distribusi dapat direduksi *lead time*-nya dan dikurangi jumlah persediannya. Hines dan Rich (1997).

D. Production variety Funnel (PVF)

Alat *production variety funnel* merupakan alat yang berasal dari disiplin ilmu manajemen operasi dan telah pernah diaplikasikan oleh new (1993) pada industri tekstil. Metode ini berguna untuk mengetahui pada area mana terjadi *bottleneck* dari input bahan baku, proses produksi sampai pengiriman ke konsumen. Ada beberapa karakteristik yang berhasil dirumuskan karena adanya perbedaan proses produksi di industri dengan *production variety funnel*.

Jenis pabrik “I” adalah jenis pabrik yang produksinya cenderung tidak berubah dari item produk yang beragam seperti industry kimia. Jenis pabrik “V” adalah jenis pabrik yang jumlah bahan bakunya terbatas akan tetapi variasi produknya banyak seperti industry tekstil dan metal. Jenis pabrik “A” bertolak belakang dengan jenis pabrik “V”. dimana jenis bahan bakunya banyak akan tetapi produk jadinya relative terbatas seperti industry pesawat terbang.

Adapun jenis pabrik “T” berkarakteristik produk jadinya relative beragam dari jumlah komponen yang terbatas, seperti industri elektronik dan rumah tangga. Dengan fungsi-fungsi tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk merencanakan perbaikan kebijakan *inventory* (apakah dalam bentuk bahan baku, setengah jadi atau barang jadi). Hines dan Rich (1997)

E. Quality Filter Mapping (QFM)

Merupakan *tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi letak permasalahan cacat kualitas pada rantai *supply* yang sudah ada. Evaluasi hilangnya kualitas sering terjadi dan dilakukan untuk pengembangan jangka pendek. Untuk kebutuhan ini tools QFM mampu menggambarkan 3 tipe cacat yang terjadi pada proses produksi yaitu :

- a. *Scarap defect*: sering disebut cacat internal dimana cacat ini masih berada dalam internal perusahaan dan berhasil diseleksi pada proses inspeksi.
- b. *Product defect*: cacat fisik produk yang lolos ke *customer*. Karena cacat tidak berhasil diseleksi pada tahap inspeksi
- c. *Service defect* permasalahan yang sering dirasakan *customer* berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan. Hal yang paling utama berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan adalah ketidak tepatan waktu pengiriman yang dapat juga disebabkan oleh permasalahan dokumentasi, packing, labeling dan lain-lain.

F. Demand Amplification Mapping (DAM)

Demand amplification mapping adalah alat yang sering digunakan pada disiplin ilmu sistem dinamik yang diciptakan oleh Forester (1958) dan Burbidge (1984). Hasil penelitian Burbidge (1984) menunjukkan bahwa; jika permintaan dikirim dari serangkaian persediaan yang dimiliki dengan menggunakan pengendalian stok order, akan memperlihatkan adanya amplifikasi dari variasi permintaan akan meningkat untuk setiap transfer. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan persediaan sangat penting dalam mengantisipasi adanya perubahan

permintaan persediaan sangat penting dalam mengantisipasi adanya perubahan permintaan sehingga permintaan yang ada dapat dikendalikan.

Ada dua (2) kurva hasil dari pengeplotan data pada alat *demand amplification mapping* ini. Kurva pertama menggambarkan penjualan ke consumer disbanding dengan permintaan ke *supplier*.

G. Decision Point Analysis (DPA)

Alat *decision point analysis* digunakan pada pabrik yang berkarakteristik produk jadinya relative Beragam dari jumlah komponen yang terbatas, seperti industri elektronik dan rumah tangga, tetapi pada perkembangannya juga digunakan pada industri lain. Titik keputusan adalah titik dimana tarikan permintaan actual memberikan cara untuk mendorong adanya peramalan. Adanya informasi titik keputusan akan berguna untuk mengerti dimana terjadinya kekeliruan penentuan titik keputusan. Ada 2 alasan penting mengapa alat ini digunakan pertama untuk jangka pendek informasi berfungsi memprediksi proses yang beroperasi baik dari hilir maupun hulu dari titik keputusan yang ada kedua, untuk kepentingan jangka panjang, informasi yang ada digunakan untuk mendesain skenario untuk memperlihatkan operasi dari aliran nilai jika titik keputusan tersebut berubah. Harapannya akan memberikan desain skenario yang lebih baik dibanding desain sebelumnya.

H. Physical Structure (PS)

Alat ini merupakan alat baru yang berguna mengetahui fakta apa yang terjadi pada aliran rantai pasok secara keseluruhan dan mengetahui level dari industrinya. Adanya pengetahuan dari alat ini, akan sangat berguna mengapresiasi seperti apa industri kita sekarang, mengerti bagaimana perusahaan beroperasi dan dapat memperhatikan secara langsung pada area mana perlu perhatian khusus untuk dikembangkan

Ada 2 bagian pada alat ini yaitu: struktur volume dan struktur biaya. Pada bagian diagram pertama menunjukkan struktur industrinya antara area pemasok dan distribusi dengan variasi yang bertingkat. Bagian diagram pemetaan kedua dari

industry menggambarkan biaya yang dikeluarkan perusahaan dari biaya bahan baku sampai dengan perakitan. Pada diagram ini juga memiliki hubungan langsung dengan proses-proses yang terjadinya di perusahaan yang berkarakteristik *value adding*.

I. Value Stream Mapping (VSM)

Faktor sukses yang terpenting untuk mengvisualisasikan *supply chain performance* adalah mengetahui manajemen proses, proses sebagai transportasi dari sekumpulan input yang meliputi aksi, metode dan operasi, untuk menghasilkan output yang memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan, baik dalam bentuk produk, informasi dan jasa (Gasperz.2007)

Seluruh aktivitas dalam proses saling berkaitan dimana output proses yang satu akan menjadi input bagi proses berikutnya sampai dihasilkan output akhir. Gambaran proses keseluruhan secara terperinci yang kemudian dilanjutkan dengan identifikasi dan reduksi *waste* dan biaya dapat dilakukan dengan pendekatan *Value Stream Mapping* (VSM). Penggunaan VSM membantu untuk mengetahui keseluruhan proses secara terperinci serta aktivitas-aktivitas *value adding* dan *non value adding*.

Value Stream Mapping dapat berfungsi sebagai *future state mapping* sebagai usulan perbaikan, keuntungan lain dengan penggunaan VSM adalah menjadi sarana komunikasi untuk merangsang timbulnya ide berdasarkan kondisi perusahaan yang kritis, serta identifikasi lokasi pengambilan data dan pengukuran proses (George, 2002)

Value Stream Mapping dikembangkan pada tahun 1995 dengan dasar pemikiran untuk mengumpulkan data dan menggunakan *tools* yang sesuai sebagai alat bantu bagi peneliti dan praktis untuk mengidentifikasi *waste* dalam *value stream* dan karenanya dapat menentukan rute yang tepat untuk mengeliminasi *waste* (Hines, et al. 2001)

2.9 Lean Six Sigma Shipbuilding

Implementasi dari *Lean Six Sigma Shipbuilding* dapat diterapkan pada *engineering*, produksi, dan proses transaksi. Sebagai suatu landasan untuk meningkatkan produktifitas dengan mengurangi *cycle time* pembangunan kapal sangat lama. *Lean six sigma* merupakan gabungan dari metode *lean* dan metode *six sigma*. Metode *lean* bertujuan memperbaiki aliran proses dan mereduksi waste, sedangkan *six sigma* meningkatkan kapabilitas proses dan mereduksi variasi. berikut Tabel 2.5 Tool pada Metode *Lean Six Sigma*.

Tabel 2.5 Metode *Lean Six Sigma*

<i>Process</i>	<i>Activity</i>	<i>Tool</i>
<i>Define</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establish Team Charter 2. Identify Sponsor and team resources 3. administer pre-work 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Project ID Tool 2. Project definition 3. Form 4. NPV/IRR/DCF 5. Analysis 6. PIP Management 7. Process 8. SSPI Tollkit
<i>Measure</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. confirm team goal 2. define current state 3. collect and display data 	<ol style="list-style-type: none"> 1. SPPI Toolkit 2. Proses Mapping 3. Value analysis 4. Brainstorming 5. Voting Techniques 6. Pareto Chart 7. Affinity/ID 8. C & E diagram 9. FMEA
<i>Analysis</i>	<p>Determine process capability and speed</p> <p>Determine sources of variation & time bottleneck</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cp and Cpk 2. supply Chain 3. Multi Varian 4. Regresion 5. Anova 6. FMEA 7. Opportunity Map
<i>Improve</i>	<p>Generate ideas</p> <p>Conduct experiment</p> <p>Create Straw model</p> <p>Develop action plans</p> <p>Implement</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. TPM 2. Tree Diagram 3. Process Mapping
<i>Control</i>	<p>Develop control plan</p> <p>Monitor performance</p> <p>Mistake proof process</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Check sheet 2. Run Chart 3. Histogram 4. Control Chart 5. Pareto Chart

Source; (Gaspersz 2002)

Prinsipnya adalah aktivitas yang menimbulkan masalah utama pada kualitas dan menyebabkan waktu tunda yang lama pada proses produksi, merupakan aktivitas yang memberikan kesempatan untuk perbaikan dalam hal biaya, kualitas dan *delivery time*. Keuntungan dari metode ini adalah dapat mengurangi *lead time*, biaya *overhead*, biaya kualitas, dan meningkatkan *delivery time*. Untuk memilih proyek yang akan dilaksanakan dipilih *value stream* yang memberikan kesempatan perbaikan dengan keuntungan yang besar. Proses perbaikan dilakukan dengan menggunakan *Lean Six Sigma process improvement tool*. Kasus-kasus penyimpangan kualitas, *delay*, merupakan pemborosan atau *waste* yang dalam proses produksi termasuk *non value added activity*. Aktivitas ini menyebabkan lamanya *lead time* produksi.

Beberapa tahun yang lalu banyak perusahaan yang menyadari bahwa metode *Lean Six Sigma* bersifat saling melengkapi. Integrasi dari *Lean* dan *Six Sigma* menghasilkan strategi proses perbaikan secara cepat dalam pencapaian tujuan. Ketika berjalan sendiri *Lean* tidak mampu mereduksi *lead time* (Rodovic & Inozu, 2004)

Shipbuilding adalah suatu industri manufaktur yang tidak sama dengan industri manufaktur yang lainnya, karena pada *shipbuilding* tidak menghasilkan produk dalam jumlah yang besar. Umumnya untuk pembangunan sebuah kapal diperlukan waktu yang lama dan kapal yang satu dengan yang lainnya mempunyai karakter yang berbeda.

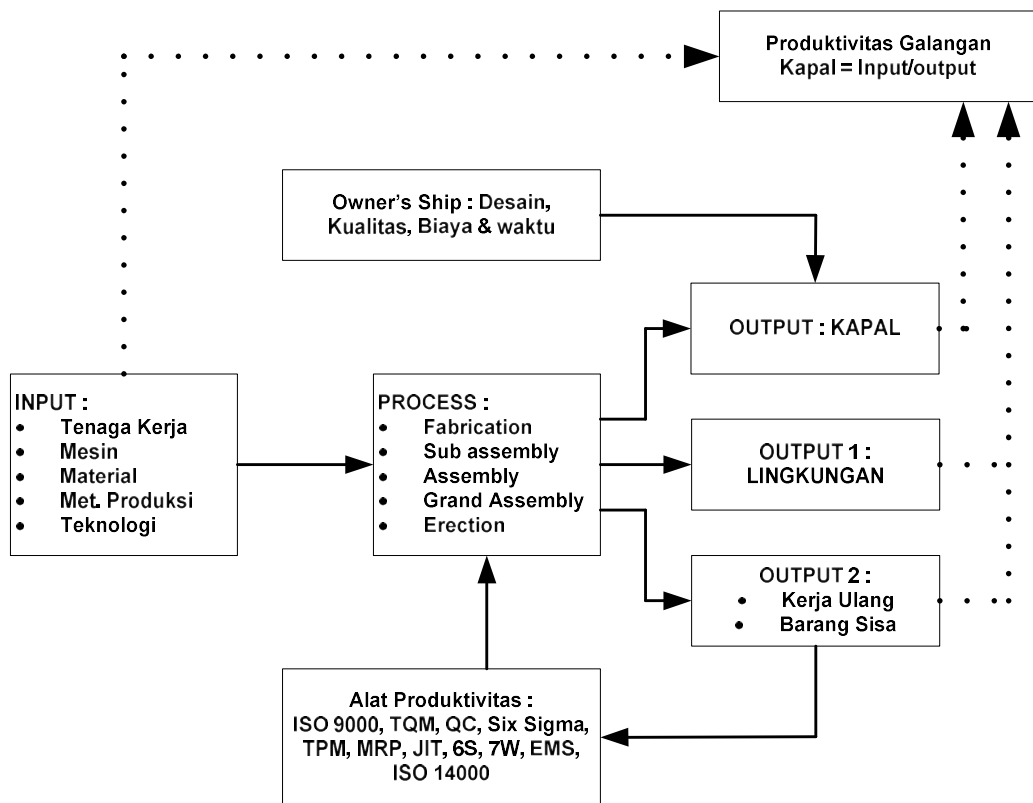
Bagaimanapun masih terdapat kesamaan antara *shipbuilding* dan industri manufaktur yaitu prosesnya sistematis. Walaupun tiap kapal punya karakter khusus, tetapi dibangun dengan proses yang sama. Hal ini memungkinkan *Lean Six Sigma* menjadi lebih efektif ketika diaplikasikan dan akan didapatkan performa yang lebih signifikan.

Besarnya jumlah material, komponen fabrikasi, dan peralatan yang mobile dari suatu tempat ke tempat yang lain dan banyaknya proses yang berbeda yang terjadi sebelum selembar pelat menjadi bagian dari sebuah kapal hingga akhirnya lengkap untuk membangun sebuah kapal, mempunyai akibat terjadinya *waste* dan

lamanya *lead time*, dan cacat yang terjadi bisa berdampak serius pada waktu dan biaya.

Implementasi metode ini membutuhkan perubahan *culture* sehingga pelaksanaannya bertahap dan mulai pada area yang lebih tinggi tingkat visibilitasnya dan potensial untuk sukses dan pengambilan investasi misalkan pada area produksi dan sistem informasi kondisi kerja area tersebut sesuai dengan aplikasi teknis *Lean Six Sigma* dikarenakan:

- Proses berulang banyak digabung dengan peralatan otomatis
- Tingginya tingkat aliran informasi dan aliran material
- Tingginya visibilitas dan dapat mengukur waktu siklus, WIP, dan kualitas.



Gambar 2.14 *Ship Productivity Model* (APO, 2005)

Untuk mengurangi atau menghilangkan aktivitas yang bukan penambahan nilai (*non value added activities*), inspeksi dapat dikurangi dengan mengembangkan konsep *total quality control* (TQC) dan *zero defect*

manufacturing. Transportasi dapat diturunkan dengan mengembangkan konsep *cellular manufacturing*. *Storage time* (waktu penyimpanan) dan *delay* dapat dikurangi dengan mengembangkan konsep *JIT inventory system*, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.14 (Mulyadi 2003)

2.10 RCA (Root Cause Analysis)

RCA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya risiko. RCA merupakan suatu metode evaluasi terstruktur untuk mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) suatu kejadian yang tidak diharapkan (*undesired outcome*) dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencegah terulangnya kembali kejadian yang tidak diharapkan (*undesired outcome*). Menurut Chlander (2004), RCA merupakan suatu metode yang membantu dalam menemukan: “kejadian apa yang terjadi?”, “bagaimana kejadian itu terjadi?”, mengapa kejadian itu terjadi?”. Memberikan pengetahuan dari masalah-masalah sebelumnya, kegagalan, dan kecelakaan. Salah satu metode untuk mendapatkan akar permasalahan adalah dengan bertanya mengapa beberapa kali sehingga tindakan yang sesuai dengan akar penyebab masalah yang ditemukan, akan menghilangkan masalah. Bertanya mengapa beberapa kali ini biasa disebut *5 Why*.

2.11 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini penulis memaparkan dua penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang akan diteliti yang mengidentifikasi *non value added* pada pembangunan kapal.

Riyadi (2016) dalam tesisnya yang berjudul *Kajian Efisiensi Proses Produksi Kapal dengan Pendekatan Konsep Manufacturing cycle effectiveness (MCE) Studi kasus PT. PAL*. Memaparkan tentang peningkatan efektivitas dan efisiensi dalam proses produksi, sehingga mampu bersaing dari segi *Quality, cost* dan *on time delivery (QCD)*. Dalam manajemen tradisional ukuran yang digunakan untuk menilai kinerja adalah *Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE)*, yaitu seberapa efisien suatu aktivitas memanfaatkan sumber daya dalam

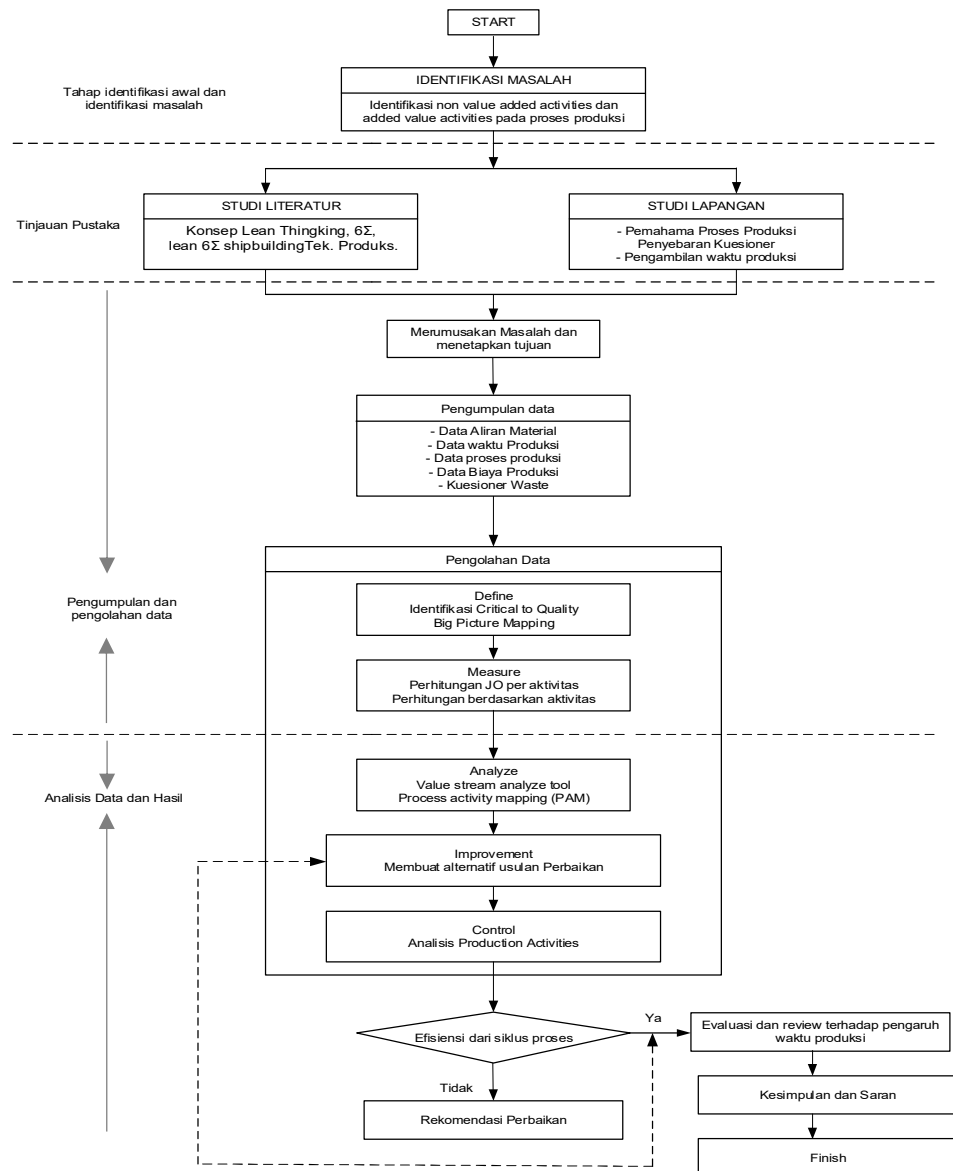
menghasilkan keluaran. Penelitian ini bertujuan memahami analisis MCE, *Non value added activities* dan *value added activities*, Hasil penelitian menunjukkan MCE DKN PT.PAL Indonesia saat ini adalah sebesar 85 persen. Pada proses perbaikan dengan penerapan konsep MCE, kemampuan dan efektivitas perusahaan dapat ditingkatkan dengan mencapai MCE yang optimal sebesar 90 persen. Perbedaan Penelitian ini adalah mengkaji proses efisiensi proses produksi kapal dengan pendekatan *Manufacturing cycle effectiveness* (MCE) studi kasus PT. PAL Indonesia.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Skema Penelitian

Agar mendapatkan hasil yang diinginkan dalam proses analisis, maka diperlukan sebuah metodologi untuk lebih mengarahkan penelitian. Berikut skema penelitian berdasarkan Gambar 3.1



Gambar 3.1 Skema Penelitian

Penjelasan untuk masing-masing tahapan penelitian dalam tesis ini sesuai dengan diagram alir skema penelitian pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut :

3.2 Tahap identifikasi awal

Tahap identifikasi awal merupakan tahap awal yang menjadi acuan mendasar penelitian. Pada tahap ini dilakukan pengidentifikasian permasalahan yang ada di PT Dumas kegiatan ini meliputi:

a. Identifikasi Permasalahan

Identifikasi permasalahan ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi nyata PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya yang akan dicari pemecahan yaitu bagaimana meredusir *waste* menyebabkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap product (*non value added activity*) dengan menggunakan metode *lean six sigma*.

b. Penetapan Tujuan

Dilakukan untuk memberikan arahan mengenai obyek yang akan diteliti. Penelitian ini diarahkan pada suatu obyek yang mempunyai pengaruh besar dari keseluruhan perhitungan suatu aktivitas dalam suatu proyek pembangunan kapal dalam proses produksi, dengan membuat diagram pareto, sehingga permasalahan tersebut menjadi lebih sederhana dan dapat diselesaikan melalui penelitian dalam tesis ini tepat waktu.

c. Studi pendahuluan

Dilakukan untuk memahami kondisi yang ada di PT. Dumas Shipyard Surabaya yang didalamnya terdapat berbagai aktifitas mulai dari *preparation*, *fabrication*, *sub assembly*, dan *assembly*. kemudian dipilih satu permasalahan yang merupakan pengaruh terbesar terhadap keseluruhan aktivitas produksi, studi pendahuluan yang dimaksudkan untuk mencari informasi yang diperlukan agar permasalahan menjadi semakin jelas (surakmad 1997)

d. Studi pustaka

Studi literature mengenai teori serta tools yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi konsep *Lean Thinking*, *Six Sigma*, dan *Lean Six Sigma* dan Teknologi Produksi Kapal.

3.3 Tahap pengumpulan dan pengolahan data

Pada tahap ini diperlukan beberapa cara/teknik dalam rangka mendapatkan data untuk menjawab permasalahan yaitu:

a. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil studi kasus pembangunan kapal perintis 1200 DWT dengan tipe produksi B.145 di PT. Dumas

b. Kuesioner

Digunakan untuk pembobotan pemborosan yang terjadi dibengkel fabrikasi, dan assembly untuk selanjutnya data tersebut diolah dengan menggunakan value stream analysis tools (Valsat)

c. Observasi

Dilakukan dengan melihat secara langsung aktivitas penumpukan material (*work in process*) yang menyebabkan buffer area di bengkel produksi dan pengambilan data sekunder keseluruhan aktivitas pembuatan kapal (*whole stream activity*)

d. interview

Penjelasan data sekunder dari departemen PPC dilakukan dengan wawancara dan diskusi secara langsung

e. Dokumentasi

Dilakukan dengan cara mere-cord contoh aktivitas dibengkel produksi.

Untuk menganalisis digunakan beberapa tools yang relevan terhadap permasalahan yang ada. Sebagai pertimbangan *justification tools* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tool yang digunakan dalam penelitian

<i>Tools</i>	<i>Strength</i>	<i>Weakness</i>
Valsat	Pembobotan pemborosasi dapat diketahui	Membutuhkan data penunjang dari responden
Pareto Diagram	Digunakan untuk menampilkan olahan data dan proses perhitungan prosentasi, akumulasi dan urutan besaran data secara otomatis	
T – Test	Untuk membandingkan dua atau lebih rata-rata data, kompetibel untuk hipotesis terhadap variable dan data atribut	Hanya dapat digunakan untuk melihat mean dan kelompok
<i>Tools</i>	<i>Strength</i>	<i>Weakness</i>
Chi – square	Untuk populasi data dengan tujuan mencari signifikan dan deviasi sample	Dibutuhkan asumsi khusus type data distribusi normal atau acak
Big picture mapping	Urutan proses jumlah aktivitas dan lead time product dapat dideeteksi	Membutuhkan effort yang besar
Flow chart	Mempresentasikan proses dengan bentuk symbol & aliran dari proses yang diindikasikan dengan tanda panah Mendefinisikan permasalahan dengan start & ending point. Me-clearkan define dengan proses yang akurat & valid	Tingkat akurasi merepresentasikan proses. tidak akan bisa bekerja (mempresentasikan proses) jika tingkat akurasinya rendah.
Cause & effect Diagram	Menampilkan sebab akibat yang potensial terhadap permasalahan dengan 4 kategori high impact dan easy implemented, low impact, easy implemented, high impact hard implemented	

Anova	Mengetahui tingkat korelasi antara 2 variable yang diolah membagi keseluruhan jumlah variasi peubah tak bebas / komponen yang jelas terdefinisi	
-------	---	--

Selanjutnya dilakukan pengolahan terhadap data adapun kegiatan termasuk pada tahap pengumpulan data adalah (Gaspersz, 2007)

1. *Define* (Pendefinisian)

- Penggambaran *whole stream* perubahan *Big Picture mapping*
- Pemilihan *value stream mapping tools* sebagai metode untuk mengidentifikasi *waste*
- Data yang diperlukan dalam tahap *define* adalah data aliran informasi *order fulfillment*, data aliran fisik *order fulfillment process* dan *lead time per process* (Gaspersz, 2007)

2. *Measurement* (Pengukuran)

Validasi sistem pengukuran adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat validasi atau kebenaran suatu instrument. Suatu instrument yang valid mempunyai validitas yang tinggi dan sebaliknya, penggambaran detail hasil mapping proses produksi dari preparation sampai ke assembly adalah dengan

- Pengukuran kemampuan proses untuk mengetahui nilai sigma dari proses produksi
- Data yang diperlukan pada tahap ini adalah aktivitas proses *fabrication, block assembly*.

3. *Analyze* (Analisis)

Dilakukan analisis terhadap *detail mapping* yang telah dibuat pada tahap *measurement*, setelah itu dilakukan identifikasi terhadap penyebab timbulnya *waste* dalam proses produksi. (Gaspersz, 2007)

4. *Improvement* (Perbaikan)

Dari hasil analisis tersebut kemudian disusun rencana-rencana strategi untuk memperbaiki proses produksi model perbaikan yang relevan terhadap

bentuk perbaikan tersebut. Dalam hal ini perpaduan metode *lean* dan *six sigma* (*lean six sigma*) yang akan digunakan untuk membuat konsep perbaikan. (Gaspersz, 2007)

3.3.1 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini data-data baik primer maupun sekunder yang diperlukan dalam penelitian dikumpulkan:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung. Data yang diperlukan dalam melakukan analisis dengan melakukan pengumpulan data primer yaitu. Data yang diperoleh dari sumber asli. Data primer berupa pencatatan *cycle time* (waktu operasi, *inspection time*, *transportasi*, *storage* dan *delay time*) pada proses produksi dan pengumpulan data yang berkaitan dengan masalah penelitian dalam mengurangi aktivitas bukan penambah nilai (*non value added activities*).

- a. Kapasitas produksi dan fasilitas produksi bengkel konstruksi lambung kapal.
- b. Data mengenai kapal yang di produksi oleh PT. DUMAS
- c. Data mengenai aktivitas produksi, yaitu jumlah konsumsi waktu pada (waktu operasi, *inspection time*, *transportasi*, *storage* dan *delay time*) yang dilakukan pada proses produksi.

2. Data Sekunder

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data penyebab memungkinkan terjadinya *cycle time* dalam proses produksi yang menghasilkan *waste* di PT. Dumas dan data ini di dapat dengan cara observasi langsung dan penyebaran kuesioner dan wawancara dengan pegawai terkait.

3.3.2 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dengan *tools* yang digunakan sesuai dengan fungsinya masing-masing.

- Identifikasi *Waste* – Kuisisioner Pemborosan

Pada tahap ini dilakukan pembobotan *waste* yang sering terjadi

dalam proses produksi. Untuk melakukan pembobotan maka peneliti menyebarkan kuisioner dan berdiskusi kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek yang difokuskan pada 60 orang pekerja langsung.

- *Big Picture Mapping*

Big Picture Mapping digunakan untuk menggambarkan sistem produksi (mulai dari cara memesan sampai barang jadi secara keseluruhan) beserta aliran nilai yang terdapat pada perusahaan, sehingga nantinya diperoleh gambaran mengenai aliran informasi dan aliran fisik dari sistem yang ada, mengidentifikasi dimana terjadinya *waste*, serta menggambarkan *lead time* yang dibutuhkan berdasar dari masing-masing karakteristik proses yang terjadi.

- Metode VALSAT

Dalam Valsat ini terdapat tujuh tool yang nantinya akan di gunakan untuk menganalisa pemborosan-pemborosan tersebut.

3.4 Tahap Analisis dan Hasil

Mengidentifikasi aktivitas yang memiliki waktu efektif rendah. Waktu efektif adalah ukuran seberapa besar *non value added activities* terdapat dalam aktivitas yang digunakan untuk melayani *customer*. Suatu aktivitas yang memiliki efisiensi rendah (misal di bawah 30%) merupakan aktivitas yang menjadi target untuk dikurangi (*activity reduction*) dalam jangka pendek atau dieliminasi (*activity elimination*) dalam jangka panjang, karena 70% dari aktivitas tersebut terdiri dari *non value added activities*. Menurut Mulyadi (2003) rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi dari siklus proses adalah:

$$\text{Cycle Time} = \text{Value Added} + \text{Non Value added}$$
$$\text{Efisiensi dari siklus proses} = \text{value added} \times \text{Cycle Time} \times 100\%$$

Define (Pendefinisian)

- Penggambaran whole stream perubahan *Big Picture mapping*

- Pemilihan *value stream mapping tools* sebagai metode untuk mengidentifikasi *waste*
- Data yang diperlukan dalam tahap *define* adalah data aliran informasi order fulfillment, data aliran fisik *order fulfillment process* dan *lead time per process* (Gaspersz 2002)

Measurement (Pengukuran)

Validasi sistem pengukuran adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat validasi atau kebenaran suatu instrument. Suatu instrument yang valid mempunyai validitas yang tinggi dan sebaliknya, penggambaran detail hasil mapping proses produksi dari *preparation* sampai ke *assembly* adalah dengan

- Pengukuran kemampuan proses untuk mengetahui nilai sigma dari proses produksi
- Data yang diperlukan pada tahap ini adalah aktivitas proses *preparation, fabrication, sub-assembly* dan *block assembly*. (Gaspersz 2002)
- Untuk menentukan Nilai six sigma maka dapat ditentukan dengan persamaan berikut :
- *Defect* (Cacat) adalah setiap kegagalan memenuhi persyaratan *customer*
- Opportunity (peluang cacat) adalah jumlah tipe cacat potensial pada sebuah unit.
- *Defect per opportunity* (DPO) adalah jumlah defect disesuaikan dengan kesempatan defect per unit.

$$DPO = \frac{Defect}{(unit \times opportunity)}$$

- *Defect per million opportunity* (DPMO) adalah jumlah cacat dalam sejuta kesempatan. Mengubah DPO menjadi sejuta unit Karena dalam sigma biasanya menggunakan PPM (*Part Per Million*)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 = \frac{defect}{(unit \times opportunity)} \times 1.000.000$$

Analyze (Analisis)

Dilakukan analisis terhadap *detail mapping* yang telah dibuat pada tahap *measurement*, setelah itu dilakukan identifikasi terhadap penyebab timbulnya *waste* dalam proses produksi. (Gaspersz 2002)

Improvement (Perbaikan)

Dari hasil analisis tersebut kemudian disusun rencana-rencana strategi untuk memperbaiki proses produksi model perbaikan yang relevan terhadap bentuk perbaikan tersebut. Dalam hal ini perpaduan metode *lean* dan *six sigma (lean six sigma)* yang akan digunakan untuk membuat konsep perbaikan. (Gaspersz 2002)

3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada, tahap akhir penelitian ini berisi pengambilan keputusan dan pemberian saran dari keseluruhan, proses penelitian yang telah dilakukan yang dapat menjadi masukan dan usulan bagi PT. Dumas dalam mencapai nilai efisiensi siklus produksi optimal pada proses produksi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

1. Identifikasi *Waste*

Berdasarkan *big picture mapping* menjelaskan gambaran umum dari seluruh aktifitas, maka dapat diidentifikasi segala jenis *waste* yang terjadi pada sistem produksi yang ada.

1. *Over production* : tidak terdapat jenis ini karena proses pembangunan kapal dibuat berdasarkan pesanan.
2. *Defect* : berasal dari proses *welding*, *fitting* perbaikan desain, proses yang tidak sesuai dengan standar kerja
3. *Unnecessary inventory* : adanya *buffer* di sepanjang proses produksi misalnya diantara proses fabrikasi dan *sub assembly* dan di antara proses *sub assembly* dengan *assembly*. Seharusnya terdapat proses *line balancing* pada proses tersebut. Sehingga satu *block* diselesaikan dalam waktu yang sama.
4. *Inappropriate proses* : terjadi pada aliran informasi dimana gambar kerja yang diturunkan tidak sesuai dengan material yang diturunkan ke bengkel produksi. Hal ini mengakibatkan membengkaknya JO di bengkel produksi akibat proses material yang tidak mencapai 100%
5. *Unnecessary transportation* : pada saat material selesai dilakukan pengecatan, seharusnya material langsung ditandai, tetapi karena proses penandaan masih sibuk, maka material dikembalikan di bengkel *shop primer*, sehingga tercampur dengan material yang belum di cat. Pemindahan material menggunakan *over head crane*. Sehingga timbul antrian yang tinggi
6. *Waiting* : akibat progress material yang tidak lengkap, terjadi saling menunggu di bengkel pengerjaan berikutnya.
7. *Unnecessary Motion* : berdasarkan *Big Picture Mapping* tidak terdapat *waste* jenis ini.

4.2 Tahap Pengukuran (*Measurement*)

1. Profil Responden dan Pembobotan Pemborosan

Penelitian ini dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner secara langsung kepada para responden yaitu para pekerja langsung aktivitas pembangunan kapal perintis 1200 dwt di PT Dumas. Karakteristik responden dalam penelitian ini terbagi dalam beberapa kategori, yaitu: meliputi pembagian 20 bagi pekerja *helper*, 20 pekerja *fitter* dan 20 bagi pekerja *welder* .

Dalam penelitian ini, jumlah kuesioner yang disebarakan sebanyak 60 eksemplar. Kuesioner yang kembali adalah sejumlah yang sama, yaitu 60 eksemplar (response rate 100 persen).

Pembobotan pemborosan dilakukan dengan mengadakan kuisisioner yang dibagikan di setiap bengkel produksi yaitu di bengkel *Preparation*, Fabrikasi, bengkel *sub-assembly*, dan *Assembly*. Dengan total kuesioner 60 .

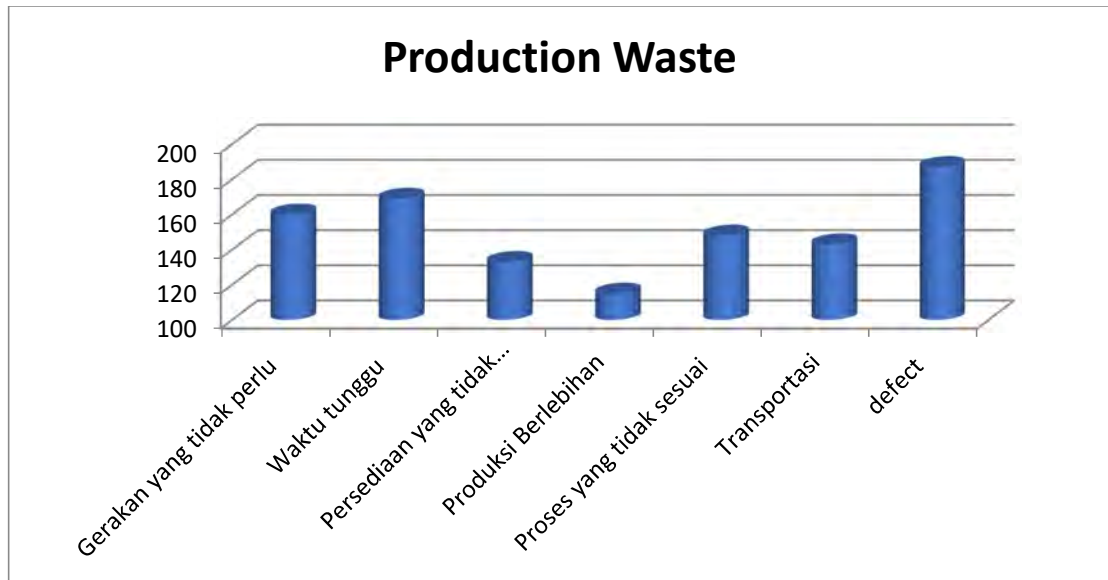
Hasil kuisisioner secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 3. Kemudian hasil kuisisioner ini diolah dengan menggunakan tool dari metode *Lean Production* yaitu *Value Stream Analyse Tools*. Secara jelas dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Kuesioner

No	Jenis Pemborosan	Skor	Rangking
1	Gerakan yang tidak perlu	160	3
2	Waktu tunggu	169	2
3	Persediaan yang tidak perlu	133	6
4	Produksi Berlebihan	115	7
5	Proses yang tidak sesuai	148	4
6	Transportasi	143	5
7	Cacat	187	1

Dapat dijelaskan dari hasil rekapitulasi kuesioner yang tidak memberikan nilai tambah dapat mengubah produk diinginkan oleh konsumen dalam upaya peningkatan produktivitas Toyota terkenal dengan eliminasi tujuh pemborosan (*seven wates shingeo shingo sensei* 1989) memiliki skor tertinggi yaitu *defect* mencapai 187 selanjutnya aktivitas waktu tunggu (*waiting time*) yang mecapai 169,

selanjutnya aktivitas gerakan yang tidak perlu sebesar 160, proses yang tidak sesuai 148, Transportasi 143 persediaan yang tidak perlu sebesar 133. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Persentasi Hasil Kuesioner

Dari uraian diatas ditemukan aktivitas yang tidak bernilai tambah yang memiliki skor tertinggi adalah *defect* maka selanjutnya untuk menentukan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas ini dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pembobotan Pemborosan

WASTE	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PSM
Over Production	1	3	0	1	3	3	0
Waiting	9	9	1	0	3	3	0
Transportation	9	0	0	0	0	0	1
Inappropriate processing	9	0	3	1	0	1	0
Unecessary inventory	3	9	3	0	9	2	1
Unecessary motion	9	1	0	0	0	0	0
Defect	1	0	0	9	0	0	0
Total	41	22	7	11	15	9	2

Dapat dijelaskan bahwa, yang menempati rangking pertama dengan nilai 41, rangking kedua dengan nilai 22, dan rangking ketiga dengan nilai 15. Ketiga nilai ini jika ditarik keatas akan didapatkan tools, yang selanjutnya digunakan untuk memperbaiki setiap pemborosan yang terjadi dilantai produksi. Ketiga tools tersebut adalah *Production Activity Mapping*, kemudian *Supplay Chain Response Matrix (SCRM)* yang digunakan untuk pembenahan keseluruhan *supplay chain*. Kemudian yang terakhir *demand amplification mapping*.

2. *Process Activity Mapping*

Process activity mapping merupakan pendekatan teknis yang biasa dipergunakan pada aktivitas dilantai produksi, walaupun demikian perluasan dari tool ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan produktifitas baik aliran produk fisik atau aliran informasi tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan namun juga pada area lain *supplay chain*. Konsep dasar dari tool ini adalah memetakan setiap tahap aktifitas yang terjadi mulai dari operasi transportasi, inspeksi, delay, storage, kemudian mengelompokkan dalam tipe-tipe aktifitas yang ada mulai dari *value added activity* dan *non value added activity*. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk membantu memahami aliran proses dapat diatur kembali menjadi lebih efisien, mengidentifikasi perbaikan aliran penambahan nilai. Langkah yang ditempuh adalah mengelompokkan aktifitas operasi transportasi, inspeksi dan *delay*. Kemudian menganalisis proporsi aktifitas yang tergolong *non value added* dan *value added*.

Operasi dikategorikan sebagai *value added activity*, sedangkan transportasi, inpeksi dan delay adalah aktifitas yang dikategorikan sebagai *non value added*.

3. *Supply Chain Response Matrix*

Merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara *inventory* dengan *lead time* pada jalur produksi, sehingga dapat diketahui adanya peningkatan maupun penurunan tingkat persediaan dan waktu distribusi pada tiap area dalam supply chain. Dari fungsi yang diberikan selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan manajemen untuk menaksir kebutuhan *stock* apabila dikaitkan dengan pencapaian *lead time* yang pendek, dan mampu mengevaluasi jenis

pemborosan *over production*. *Waiting* dan *unnecessary inventory*. Tujuannya untuk memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan pada setiap jalur distribusi dengan biaya rendah.

4. Demand Amplification Mapping

Demand Amplification Mapping adalah alat yang sering digunakan pada disiplin ilmu sistem dinamik yang diciptakan oleh Forester (1958) dan Burbidge (1984). Hasil penelitian Burbidge (1984) menunjukkan bahwa : jika permintaan dikirim dari serangkaian persediaan yang dimiliki dengan menggunakan pengendalian stok *order*. Akan memperlihatkan adanya amplifikasi dari variasi permintaan akan meningkat untuk setiap transfer. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan persediaan sangat penting dalam mengantisipasi adanya perubahan permintaan. Alat ini dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dan analisis kedepan untuk meredesain konfigurasi aliran nilai. Mengatur fluktuasi permintaan sehingga permintaan yang ada dapat dikendalikan.

Hasil kuisioner setelah dikalikan dengan tool pembobotan pemborosan, tetap didapatkan urutan (rangking) yang sama yaitu : *Process Activity Mapping*, *Supplay Chain Response Matric*, dan *Demand Activity mapping*. Hasil perkalian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3. selanjutnya dalam penelitian ini lebih difokuskan pada satu *tools* dari *value stream analyze tools*, yaitu *Process Activity mapping*.

Tabel 4.3 Hasil perkalian kuisioner dengan tools pembobotan pemborosan

WASTE	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPM	PS
Over Production	0	0	0	0	0	0	0
Waiting	45	45	5	0	15	15	0
Transportation	18	0	0	0	0	0	2
Inappropriate processing	27	0	9	3	0	3	0
Unecessary inventory	3	9	3	0	9	2	1
Unecessary motion	36	4	0	0	0	0	0
Defect	6	0	0	54	0	0	0
Total	135	58	17	57	24	20	3
Rangking	1	2	6	3	4	5	7

Dapat dijelaskan bahwa, nilai rangking pembobotan, yang menepati rangking pertama dengan nilai 135, rangking kedua dengan nilai 58, dan rangking ketiga dengan nilai 57. Ketiga nilai ini jika ditarik keatas akan didapatkan tools, yang selanjutnya digunakan untuk memperbaiki setiap pemborosan yang terjadi di lantai produksi. Ketiga tools tersebut adalah *Production Activity Mapping*, kemudian *Supplay Chain Respon Matrix (SRCM)* yang digunakan untuk membenahan keseluruhan *supply chain*. Kemudian yang terakhir *demand application mapping*.

5. Perhitungan DPMO dan Six Sigma

Berikut adalah data lapangan point koreksi (*command of inspection*) dari bagian *Quality Control* dan *Quality Assurance* untuk kapal perintis 1200 DWT. Berikut Tabel 4.4 rekapitulasi hasil pemeriksaan Interen PT. DUMAS

Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Interen PT. DUMAS

NO	VESSEL	DATE INSPECTION ITEM	Jumlah
			(cacat)
1	PERINTIS 1200 GT (B.145)	Welding Check assembly block 115 deck (partial)	19
2		Welding Check assembly block 117 deck (partial)	32
3		Welding Check assembly block 118 deck (partial)	27
4		Welding Check assembly block 216	16
5		Welding Check assembly block 119 main deck	32
6		Welding Check assembly block 213	19
7		Welding Check assembly block 314	17
10		Welding Check assembly block 114 deck (partial)	33
11		Welding Check assembly block 116 deck (partial)	18
12		Welding Check assembly block 119 main deck	14
14		Welding Check assembly block 216 deck (partial)	19
16		Welding Check assembly block 215 deck (partial)	34
17		Welding Check assembly block 118 Bottom	19
18		Welding Check assembly block 117 Bottom	36
19		Welding Check assembly block 116 Bottom	16
20		Welding Check assembly block 315	21
21		Welding Check assembly block 312	25
22		Welding Check assembly block 219	20
23		Welding Check assembly block 113	17

24		Welding Check assembly block 213	18
25		Welding Check assembly block 218	14
26		Welding Check assembly block 120	18
27		Welding Check assembly block 314	17
28		Welding Check assembly block 118 Bottom	18

Sumber : QA/QC PT. DUMAS

Penerapan standar manajemen mutu ISO 9001:2008 yang memiliki hubungan antara klausul-klausul dalam persyaratan sistem manajemen mutu ISO 9001:2008 dengan penerapan sistem manajemen mutu PT. DUMAS Tajung Perak Shipyard dapat diijinkan jika point koreksi (*Command of Inspection*) ≤ 20 point koreksi.

Untuk menentukan Nilai six sigma maka dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$DPO = \frac{Defect}{(unit \times opportunity)}$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 = \frac{defect}{(unit \times opportunity)} \times 1.000.000$$

Tabel 4.5 menjelaskan hasil perhitungan nilai cacat pengelasan sebesar 10416,66 ini berarti dalam satu juta kesempatan terdapat 10416,66. Nilai DPMO yang telah diketahui kemudian dikonversikan ke dalam nilai kapabilitas *sigma* untuk proses pengelasan sebesar 3.82.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil *Six Sigma* PT. DUMAS

Kode	Tindak	Persamaan
1	Proses apa yang ingin diketahui	Proses Pengelasan
2	Banyak unit yang diperiksa	32
3	Banyak unit yang cacat	27
4	DPO	0.010
5	DPMO	10.416
6	Konversi nilai DPMO ke dalam nilai sigma	3.82

4.3 Tahap Analisis (*Analyze*)

1. Analisa pada *Process Activity Mapping*

Aktivitas pada *process activity mapping* dibedakan ke dalam 5 type aktivitas dan dapat digolongkan dalam *value added* dan *non value added*. Kegiatan yang tergolong dalam *value added* adalah operasi, sedangkan kegiatan yang tergolong *non value added* adalah inspeksi, *storage* dan *delay*. Sedangkan aktifitas transportasi adalah kategori *necessary non value added*.

Pembuatan *Process Activity Mapping* bertujuan untuk melakukan eliminasi atau mereduksi terhadap kegiatan yang bersifat *non value added activities (waste)* melakukan penyederhanaan, mengkombinasikan serta mencari perubahan rangkaian aktivitas yang mampu mengurangi pemborosan. Sehingga perlu dilakukan analisa terhadap masing-masing aktivitas yaitu operasi, transportasi, inspeksi, *storage* dan *delay*.

Berdasarkan tabel *process activity mapping* yang dibuat sebelumnya, selanjutnya dilakukan rekap mengenai proporsi dari *value added* dan *non value added activities*. Dari tabel tersebut didapatkan persentase aktivitas operasi, transportasi, inspeksi dan delay yang di *breakdown* dari seluruh aktifitas dari bengkel fabrikasi sampai bengkel *erection*. Didapatkan sekitar 162 aktifitas tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan aturan *value stream analysis tools*, yang dapat diuraikan berdasarkan bengkel-bengkel produksi sebagai berikut.

Mulyadi (2003) memformulasikan *cycle time* yang digunakan untuk menghitung efektifitas dari sebuah proses produksi.

Lead time : aktivitas *value added + non value added*

Untuk perhitungan *non value added* didapat dari *lead time* dikurangi *value added* dibagi dengan *lead time* maka diperoleh sebagai berikut

$$\%NVA = \frac{\text{Lead Time} - \text{Value Added}}{\text{Lead Time}}$$

2. Tahap *Preparation* (Persiapan)

Pada tahap ini merupakan tahap awal dalam pengolahan material terhadap proses produksi sebuah kapal, dimana pekerjaan proses mulai dari material *receipt* sampai proses *shop primer* dilakukan pada tahap ini sebelum masuk ke tahap setelahnya yakni fabrikasi. Pada tahap ini berdasarkan Tabel 4.6 aktivitas *non value*

added activity cukup tinggi dengan menggunakan waktu 1258 menit atau 21,45 jam.

Tabel 4.6 Perhitungan *Cycle Time* Tahap *preparation*

Aktivitas		<i>Preparation</i>	
		(menit)	(Jam)
VA	Operasi	280.00	4.60
	Grit Blasting & Painting	280.00	4.60
	Total Waktu VA	280.00	4.60
NVA	Transportasi	360.00	6.00
	Unloading	160.00	2.67
	Trans. Transver	200.00	3.33
	Inspeksi	245.50	4.09
	Set Up & Control Material	245.50	4.09
	Storage	567.50	9.45
	Inventory buffer	567.50	94.50
	Delay	85.00	1.91
	Sorting	15.00	0.25
	Labeling	60.00	1.00
	Sorting	10.00	0.16
	Total Waktu NVA	1,258.00	21.45
	Cycle time		1,538.00

2. Tahap Fabrikasi

Pada tahap fabrikasi terdapat aktifitas-aktifitas yang berpotensi terjadi aktifitas yang tidak bernilai tambah. Karena pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan pada tahap fabrikasi dalam membuat komponen kapal merupakan pekerjaan-pekerjaan yang harus dikerjakan secara urut. Berdasarkan Tabel 4.7 menunjukan terdapat aktifitas *non value added activity* sebesar 22.76 jam hal ini disebabkan pula karena terjadinya *inventory/buffer* sementara dilakukan pada saat pelat menunggu untuk proses *marking/cutting*, selanjutnya pada tahap inspeksi material diinspeksi sebesar 3.93 jam. Sementara pada saat waktu operasi sebesar 13.95 jam, sehingga total waktu yang dibutuhkan dalam tahap fabrikasi sebesar 36.71 jam.

Tabel 4.7 Perhitungan *Cycle Time* Tahap Fabrikasi

Aktivitas		Fabrikasi	
		(menit)	(Jam)
VA	Operasi	837.00	13.95
	Cutting	697.50	11.62
	Marking	139.50	2.33
	Total Waktu VA	837.00	13.95
NVA	Transportasi	280.00	4.67
	Transportasi to fabrication	280.00	4.67
	Inspeksi	235.30	3.93
	Cek Deffect	40.00	0.67
	Set Up	195.30	3.26
	Storage	598.60	9.97
	Inventory Buffer	598.60	9.97
	Delay	251.10	4.19
	Labelling	251.10	4.19
	Total Waktu NVA	1,365.00	22.76
Cycle time		2,202.00	36.71

3. Tahap *Sub Assembly* (Perakitan awal)

Setelah panel-panel telah difabrikasi, tahapan selanjutnya yaitu melakukan *fit up* untuk proses *welding* atau penyambungan panel-panel menjadi bagian-bagian blok. Berdasarkan Tabel 4.8 terlihat perbedaan dari tahap-tahap sebelumnya dimana tahap ini aktifitas *value added activity* memiliki waktu yang lebih besar dibanding aktifitas *non value added activity*, seperti dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa aktifitas utama dalam bengkel *sub-assembly* dan *assembly* adalah proses pengelasan. Pengelasan adalah aktifitas yang dibutuhkan dalam proses pembangunan kapal dan proses ini memakan waktu yang cukup lama dimana part disambung menggunakan mesin las dan dilaksanakan oleh tiga jenis pekerja, yaitu *fitter*, *helper*, dan *welder*, sehingga dalam tahap ini menggunakan waktu produksi sebesar

Tabel 4.8 Perhitungan *Cycle Time* Tahap *sub-assembly*

Aktivitas		<i>Sub Assembly</i>	
		(menit)	(Jam)
VA	Operasi	1,060.20	17.67
	Sub Assembly Part	1,060.20	17.67
	Total Waktu VA	1,060.20	17.67
NVA	Transportasi	15.00	0.25
	Transportasi to sub-assembly	15.00	0.25
	Inspeksi	85.00	1.42
	Set Up	85.00	1.42
	Storage	497.80	8.29
	Inventory Buffer	497.80	8.29
	Delay	190.58	3.17
	Labelling panel	46.58	0.77
	Sorting	144.00	2.40
	Total Waktu NVA	788.38	13.13
Cycle time		1,848.58	30.80

4. Tahap *Assembly* (Perakitan)

Pada tahapan ini dilakukan penyambungan sub-blok dengan sub blok lainnya hingga menjadi satu blok kapal. Peranan *quality control* pada tahapan ini yaitu mengecek hasil penyambungan atau hasil pengelasan. Dari keseluruhan proses yang terjadi pada pembangunan konstruksi kapal seperti pada Tabel 4.9 dimana proses *assembly* ini memiliki waktu proses yang lebih panjang, karena menyatukan seluruh bagian yang berupa panel menjadi kesatuan blok yang lebih besar, sehingga membutuhkan waktu pengerjaan sebesar 60.42 jam.

Tabel 4.9 Perhitungan *Cycle Time* Tahap *assembly*

Aktivitas		Assembly	
		(menit)	(Jam)
VA	Operasi	1,674.00	27.90
	Assembly Panel to block	1,674.00	27.90
	Total Waktu NVA	1,674.00	27.90
NVA	Transportasi	139.50	2.33
	Loading & Transportasi Block	139.50	2.33
	Inspeksi	459.00	7.65
	Set Up	279.00	4.65
	Quality Check	60.00	1.00
	Quality Check Internal	120.00	2.00
	Storage	812.80	13.54
	Inventory Buffer	812.80	13.54
	Delay	540.00	9.00
	Balik blok	60.00	1.00
	Waiting	480.00	8.00
	Total Waktu NVA	1,951.30	32.52
Cycle time		3,350.00	60.42

5. Perhitungan Waktu Efektif

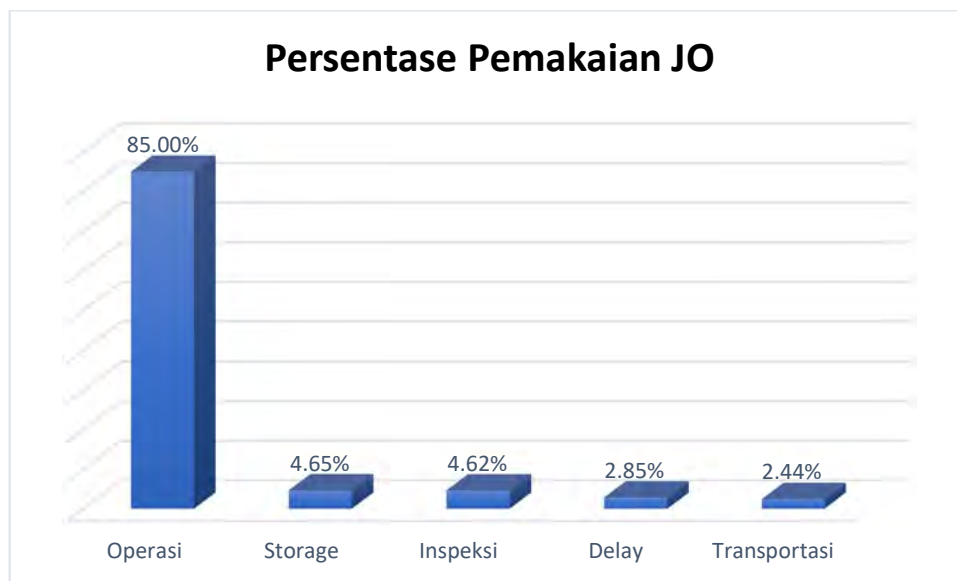
Aktivitas-aktivitas pada setiap waktu kapal diidentifikasi dan dibedakan menjadi aktivitas penambahan nilai (*value added activities*) yang terukur. Yaitu sebagai waktu proses (operasi) dan aktivitas yang bukan penambahan nilai (*non value added activities*) yang terukur, yaitu sebagai waktu pemeriksaan (*inspection time*), *storage*, *delay*, dan waktu Transportasi seperti yang dilakukan pada tahap *lead time*. Perhitungan efektifitas proses produksi dapat dilakukan dengan pembagian *processing time* dengan *cycle time* berdasarkan jam orang.

Setelah melakukan perhitungan *cycle time* untuk mengetahui lamanya proses produksi, dan mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang tergolong *added activity* dan *non value activity* maka perhitungan efektifitas proses produksi dapat diketahui, secara jelas seperti terlihat pada Tabel 4.10 hasil perhitungan sejauh mana waktu efektif dalam proses produksi ini.

Tabel 4.10 Hasil perhitungan waktu efektif proses produksi

Activity	Satuan	Preparation	Fabrication	Sub-Assembly	Assembly	Cycle Time	Persen
Value Added Activity							
Operasi	Jam	14.00	80.20	106.02	558.00	758.22	85%
Non Value Added							
Transportasi	Jam	12.00	4.54	0.50	4.65	21.69	2.44%
Inspeksi	Jam	0.50	10.44	8.50	21.60	41.04	4.62%
Storage	Jam	9.45	9.97	8.29	13.54	41.25	4.65%
Delay	Jam	0.60	12.56	3.17	9.00	25.33	2.85%
Cycle Time						887.53	
Waktu Efektif = VA / Cycle Time * 100						85.43	85%

Dapat lebih jelas dilihat diagram perhitungan persentase *cycle time* proses produksi kapal Gambar 4.2



Gambar 4.2 Diagram Persentase waktu efektif Pemakaian JO

Dari hasil perhitungan aktivitas proses produksi kapal dengan kondisi saat ini proses produksi Divisi Kapal di PT. Dumas dengan tipe kapal perintis 1200 DWT, diperoleh waktu efektif proses produksi dalam pembuatan block kapal sebesar 85 persen, artinya menyerap 15 persen aktivitas JO yang bukan penambah nilai bagi *customer*, hal ini berdasarkan (Mulyadi 2003), Apabila proses pembuatan produk menghasilkan waktu efektivitas proses produksi kurang dari 100 persen, maka proses pengolahan produk masih mengandung

aktivitas-aktivitas yang bukan penambah nilai bagi *customer*. Dari hasil perhitungan terlihat bahwa selama proses produksi terjadi adanya pemborosan, antara lain *storage* menyerap waktu yang paling lama yakni 41.25 jam. Pada tahap *Assembly waste* berupa *delay* yang paling tinggi yakni 25.33 Jam. Dari gambaran tersebut perlu adanya melakukan *improving* atau perbaikan proses produksi untuk mereduksi, atau menghilangkan aktifitas *non value added activity* ini, karena hal tersebut sangat mempengaruhi waktu produksi secara keseluruhan (*cycle time*), sehingga hal ini yang menyebabkan JO realisasi selalu melebihi JO rencana setiap tahap proses produksi yang telah direncanakan sebelumnya.

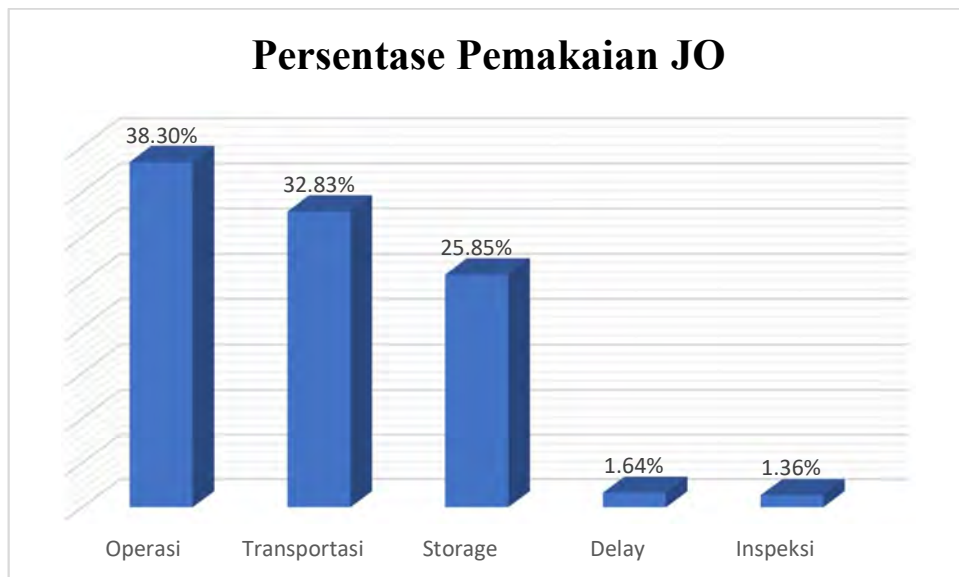
1. Waktu efektif tahap *Preparation*

Dari hasil *process activity mapping* tahap *preparation*, berdasarkan Tabel 4.11 diperoleh nilai waktu efektif sebesar 19 persen, artinya sangat jauh dari waktu efektif ideal, dalam hal ini pada tahap *preparation* 81 persen mengandung aktifitas *non added activities*, jenis pemborosan JO yang paling tinggi adalah aktifitas *storage*. Pada tahap ini perlu mendapatkan perhatian khusus, karena merupakan tahap awal sebelum masuk kepada tahap proses produksi fabrikasi lambung, yang artinya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap proses tahap selanjutnya. Dari identifikasi *waste* yang ada, proses menunjukkan bahwa pemborosan terjadi dikarenakan adanya *flow* / aliran dan produksi yang bersifat kontinu dengan ukuran *batch* yang besar, dan juga adanya banyak aktivitas yang ditujukan untuk mempermudah pekerjaan justru membuat semakin bertambahnya waktu untuk memproses material dan menyebabkan kebutuhan waktu menjadi meningkat seperti terjadinya penyortiran yang berulang, hal ini disebabkan karena kedatangan material digudang belum teridentifikasi penggunaannya dengan baik, Seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa aktivitas-aktivitas dalam proses pembuatan block kapal ini memiliki ketergantungan pada setiap tahap produksi. Aktivitas hanya dapat dilakukan jika bahan/material yang diterimanya, telah diproses pada stasiun sebelumnya, sementara pada tahap ini *storage* cukup lama yang artinya memicu terjadinya *inventory* setiap tahapan proses produksi.

Tabel 4.11 Waktu Efektif Pemakaian JO Tahap *Preparation*

Aktivitas		Preparation		
		(menit)	(Jam)	JO
VA	Operasi	280.00	4.60	14.00
	Grit Blasting & Blasting	280.00	4.60	14.00
	Total Waktu VA	280.00	4.60	14.00
NVA	Transportasi	360.00	6.00	12.00
	Unloading	160.00	2.67	5.33
	Trans. Transver	200.00	3.33	6.67
	Inspeksi	245.50	4.09	0.50
	Set Up & Control Material	245.50	4.09	0.50
	Storage	567.50	9.45	9.45
	Inventory buffer	567.50	9.45	9.45
	Delay	85.00	1.91	0.60
	Sorting	15.00	0.25	0.25
	Labeling	60.00	1.00	0.10
	Sorting	10.00	0.16	0.25
	Total Waktu NVA	1,258.00	21.45	22.55
	Cycle time (VA + NVA)		1,538.00	20.48
Waktu Efektif (VA/Cycle Time)x100			38.30	

Gambar 4.3 menjelaskan diagram persentase waktu efektif Pemakaian JO Tahap *Preparation* Sebagai berikut



Gambar 4.3 Grafik Persentase Waktu Efektif Pemakaian JO Tahap *Preparation*

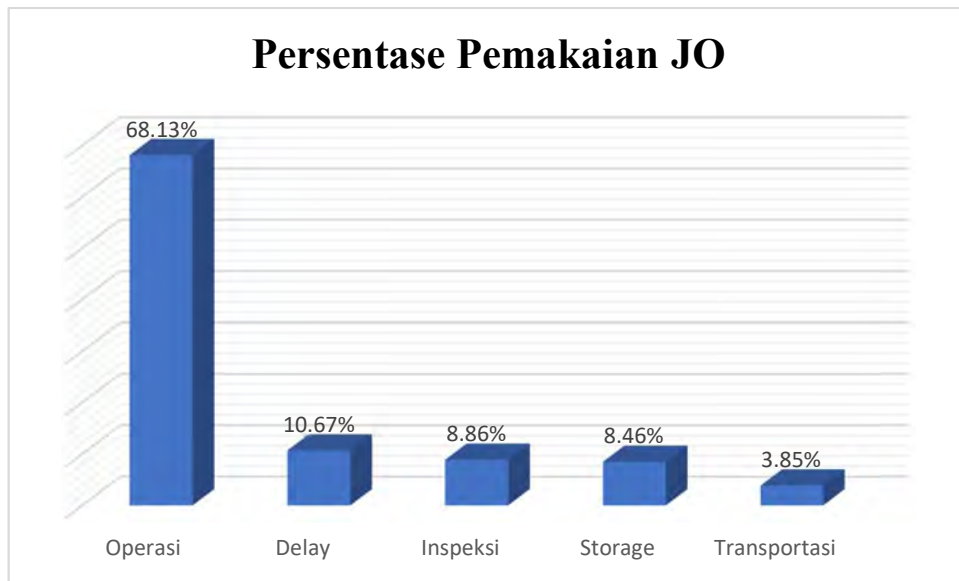
2. Waktu efektif tahap Fabrikasi

Dari hasil analisis *Big Picture Mapping* tahap Fabrikasi ini, berdasarkan Tabel 4.12 terlihat bahwa ada pengaruh secara signifikan akibat proses sebelumnya. Tabel 4.12 Waktu efektif Pemakaian JO tahap Fabrikasi

Aktivitas		Fabrikasi		
		(menit)	(Jam)	JO
VA	Operasi	837.00	13.95	80.20
	Cutting	697.50	11.62	64.46
	Marking	139.50	2.33	15.74
	Total Waktu VA	837.00	13.95	80.20
NVA	Transportasi	280.00	4.67	4.54
	Transportasi to fabrication	280.00	4.67	4.54
	Inspeksi	235.30	3.93	10.44
	Cek Deffect	40.00	0.67	0.67
	Set Up	195.30	3.26	9.77
	Storage	598.60	9.97	9.97
	Inventory Buffer	598.60	9.97	9.97
	Delay	251.10	4.19	12.56
	Labelling	251.10	4.19	12.56
	Total Waktu NVA	1,365.00	22.76	37.51
Cycle time (VA + NVA)		2,202.00	36.71	117.71
Waktu Efektif (VA/Cycle Time)x100				68.13

Dari Tabel 4.12 perhitungan waktu efektif terjadi berupa, *delay dan storage* karena memiliki waktu yang lebih singkat di banding tahap fabrikasi, hal ini dapat dilihat dari proses fabrikasi yang memiliki waktu yang cukup signifikan sehingga menyebabkan waktu efektif ini mencapai 68.13 persen.

Jika tahap *preparation* dapat ditangani dengan baik, maka waktu efektif fabrikasi ini akan menjadi lebih efektif, lebih jelasnya dapat dilihat persentase aktifitas tahap fabrikasi ini pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Persentase waktu efektif Pemakaian JO Tahap Fabrikasi

3. Waktu waktu efektif tahap *Sub assembly*

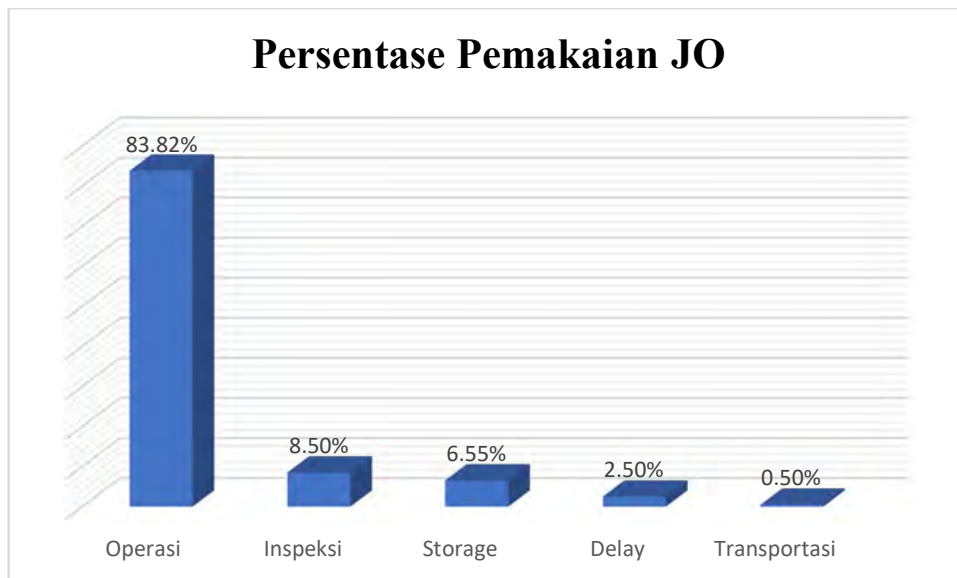
Setelah melakukan perhitungan waktu efektif jam orang, maka diperoleh hasil sesuai Tabel 4.13 Perhitungan waktu efektif Tahap *Sub-Assembly*

Tabel 4.13 Perhitungan waktu efektif Tahap *Sub-Assembly*

Aktivitas		Sub Assembly		
		(menit)	(Jam)	JO
VA	Operasi	1,060.20	17.67	106.02
	Sub Assembly Part	1,060.20	17.67	106.02
	Total Waktu VA	1,060.20	17.67	106.02
NVA	Transportasi	15.00	0.25	0.50
	Transportasi to sub-assembly	15.00	0.25	0.50
	Inspeksi	85.00	1.42	8.50
	Set Up	85.00	1.42	8.50
	Storage	497.80	8.29	8.29
	Inventory Buffer	497.80	8.29	8.29
	Delay	190.58	3.17	3.17
	Labelling panel	46.58	0.77	0.77
	Sorting	144.00	2.40	2.40
	Total Waktu NVA	788.38	13.13	20.46
Cycle time (VA + NVA)		1,850.58	24.82	126.48
Waktu Efektif (VA/Cycle Time)x100				83.82

Pada tahap *Sub Assembly* ini waktu efektif menunjukkan jauh lebih baik dari tahap-tahap sebelumnya dimana *cycle effectiveness* 86 persen, hal ini karena proses *Sub Assembly part* ini memang membutuhkan *processing time* yang cukup lama yakni pengelasan, karena proses penggunaan mesin semi otomatis yang sangat berbeda dibanding proses sebelumnya yang memang harus dikerjakan berdasarkan kemampuan manusia, sehingga mengakibatkan dalam proses ini masih ditemukan *waste* berupa *storage* dalam proses.

Lebih jelas dapat dilihat persentase waktu efektif pemakaian JO tahap sub-assembly ini pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Grafik Persentase waktu efektif pemakaian JO Tahap *Sub-Assembly*

4. Waktu efektif tahap *Assembly*

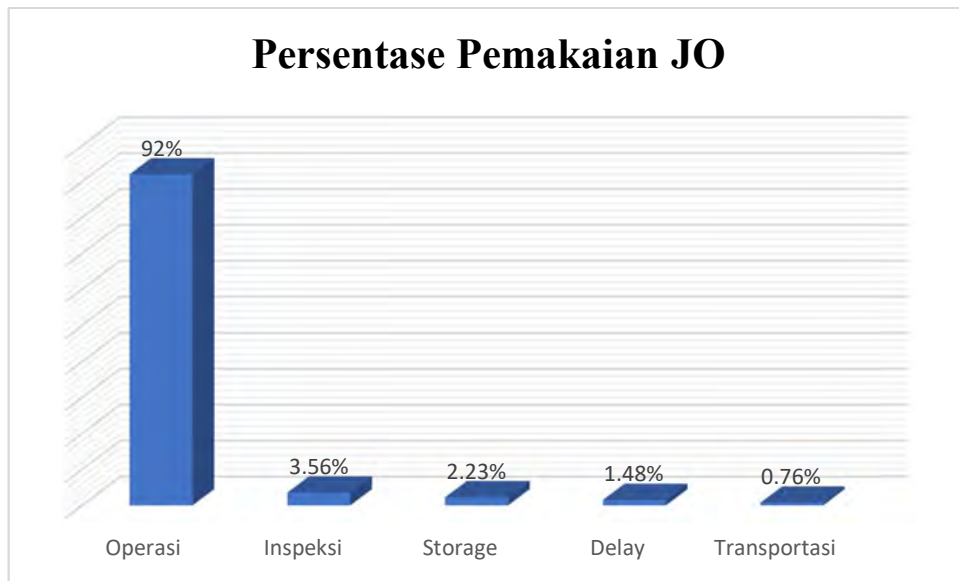
Dari keseluruhan proses yang terjadi pada pembangunan konstruksi kapal. proses *assembly* ini memiliki waktu proses yang lebih panjang, karena menyatukan seluruh bagian yang berupa panel menjadi kesatuan block yang lebih besar dan aktifitas pada tahap ini sebagian besar manual, namun dari hasil menunjukkan proses produksinya jauh lebih efektif dari tahap sebelumnya yakni sebesar 92 persen dapat dikatakan bahwa aktifitas penggunaan JO yang tidak menambah nilai bagi *consument* pada tahap ini hanya sekitar 8

persen, seperti tergambar pada Tabel 4.14 dan Gambar 4.6. Terjadinya *waste* pada tahap *assembly* ini salah satunya dikarenakan terjadinya *buffer*, sehingga menyebabkan menyerap JO pada aktifitas jenis *storage* sebesar 2.23 persen, hal ini tidak bisa dihindari karena pengaruh dari tahap sebelumnya, disebabkan proses kerja menggunakan system kontinyu, sehingga proses akan terus dilakukan untuk memenuhi kapasitas masing-masing proses tanpa memperdulikan kondisi dan kesiapan tahap berikutnya.

Tabel 4.14 Perhitungan waktu efektif Tahap *Assembly*

Aktivitas		Assembly		
		(menit)	(Jam)	JO
VA	Operasi	1,674.00	27.90	558.00
	Assembly Panel to block	1,674.00	27.90	558.00
	Total Waktu VA	1,674.00	27.90	558.00
NVA	Transportasi	139.50	2.33	4.65
	Loading & Transportasi Block	139.50	2.33	4.65
	Inspeksi	459.00	7.65	21.60
	Set Up	279.00	4.65	18.60
	Quality Check	60.00	1.00	1.00
	Quality Check Internal	120.00	2.00	2.00
	Storage	812.80	13.54	13.54
	Inventory Buffer	812.80	13.54	13.54
	Delay	540.00	9.00	9.00
	Balik blok	60.00	1.00	1.00
	Waiting	480.00	8.00	8.00
Total Waktu NVA		1,951.30	32.52	48.79
Cycle time (VA + NVA)		3,516.00	51.59	606.79
Waktu Efektif (VA/Cycle Time)x100			91.96	

Berikut dapat dilihat dengan jelas persentase pemakaian jam orang pada tahap *Assembly* pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Grafik persentase waktu efektif pemakaian JO tahap *assembly*

1. Operasi

Proses pembuatan block adalah proses yang sangat kompleks dilihat dari jumlah aktivitas yang ada walaupun material yang dipergunakan hanya berupa plat dan profil

Aktivitas utama di bengkel fabrikasi, *sub assembly*, dan *assembly*. Tetapi dalam pengerjaannya pada tahap fabrikasi beberapa pengerjaan masih menggunakan cara manual, sedangkan pada tahap *sub assembly* dan *Assembly* proses pengelasan yang dilakukan di bengkel-bengkel produksi tersebut sangat lama, hal ini dapat diketahui dari diagram pareto (pada tahap *measurement*).

2. Transportasi

Kegiatan material handling di bengkel-bengkel produksi menggunakan OHC (*over head crane*) *forklift*, *crane kato*, dan *Crane lorain*. Aktifitas pemindahan material alat transportasi yang paling sering dilakukan adalah OHC. Padatnya jadwal penggunaan OHC, karena satu unit OHC digunakan untuk mengangkat plat/profile yang berasal dari proses *cutting*, *bending*, maupun *fitting*. Akibatnya ketiga proses tersebut menjadi lama karena menunggu OHC sebagai alat angkat utama. Pada proses *fitting* di bengkel *Sub-assembly* dan *assembly* juga demikian. Pembangian group leader bertujuan untuk mempercepat pekerjaan pembuatan *block*. Satu group minimal

bertanggung jawab terhadap satu block otomatis proses fitting akan terjadi bersamaan dengan group yang lain tetapi layanan material *handling* yang dicover oleh OHC satu unit menimbulkan antrian layanan.

3. Inspeksi

Aktivitas inspeksi digunakan untuk memberikan keyakinan kualitas dari block yang dihasilkan, inspeksi dilakukan mulai proses *short blasting*, hingga erection. Jumlah aktivitas inspeksi tergolong banyak, karena proses ini memang sangat dibutuhkan. Karena jika *defect* tidak diketahui pada awal proses, akan berakibat panjang di proses berikutnya.

Proses inspeksi pada tiap proses dilakukan oleh operator sendiri. Sebelum dilakukan proses *cutting*, harus dilakukan proses inspeksi sendiri mengenai ukuran hasil *marking*. Selanjutnya pada proses *cutting* plat yang tidak memenuhi spesifikasi akan dilokalisir kemudian dilakukan *rework*.

Pengawasan terhadap dimensi plat saat operasi *marking* hingga assembly dilakukan oleh bagian *Quality control / Accuracy control*. proses inpeksi yang terakhir dilakukan sebelum block tertutup kulit dilakukan oleh Biro Klasifikasi dan *owner*.

4. Storage

Buffer/penyimpanan sementara dilakukan pada saat plat menunggu untuk proses *marking* dan *cutting*. Hal ini terjadi karena pembebanan kerja mesin yang berbeda. Maka perlu dilakukan standarisasi untuk tiap mesin, sehingga dapat diketahui kapasitas dari tiap mesin dalam melakukan proses pemotongan plat/profile.

Buffer/penyimpanan sementara terjadi setelah proses *marking cutting*, *bending* dan *fairing*, dikarenakan plat dan profile yang akan dikirim ke bengkel sub-assembly dan assembly main panel line harus lengkap per block. Jika proses kelengkapan material per block tidak tercapai, maka terjadi *buffer* diantara proses. Akibatnya terjadi *deley*, dan ketidak seimbangan beban kerja diakibatkan oleh masing-masing unit produksi (bengkel-bengkel produksi) berpacu mengejar *output*, tidak peduli apakah proses material lengkap atau tidak.

5. Delay

Delay yang terjadi merupakan aktivitas menunggu yang dialami oleh material (*plat dan profile*) menunggu proses persiapan mesin untuk melakukan proses produksi. Aktivitas *delay* merupakan aktivitas yang paling sering dilakukan. *delay* yang terjadi digunakan untuk melakukan setup mesin. Mulai mesin-mesin di bengkel fabrikasi dan mesin las *assembly*.

Pada mesin *cutting* dan *bending* maupun menghasilkan plat dengan berbagai macam bentuk serta dengan ketebalan yang berbeda, sehingga dalam satu hari dapat dilakukan setup yang berulang-ulang.

Pada proses perakitan untuk panel dan *block* sebelum dilakukan pengelasan plat-plat yang akan dirakit dipasang penguat *stopper* yang berfungsi untuk menghindari deformasi pada saat plat dilakukan pengelasan. Aktivitas pemasangan penguat *stopper* merupakan *necessary non value added activity*.

Process Activity Mapping dapat menggambarkan segala aktivitas yang terjadi dan besarnya waktu yang dipakai dalam proses produksi dapat diketahui secara detail. Dari *Process Activity Mapping* diketahui bahwa *delay* mempunyai andil terbesar dalam jumlah aktivitas. Sehingga perlu dilakukan reduksi jumlah *delay* untuk mengurangi *non value added activity* dan menekan *lead time*.

Tabel 4.15 *Root Cause Analysis (5W)*

No	Jenis Pemborosan	Why	Why	Why	Why	Why
1.	<i>Inventory / Buffer</i> Terlalu banyak penumpukan material di tengah proses produksi	Karena adanya ketidak seimbangan proses antara satu dengan yang lainnya. Ukuran <i>batch</i> terlalu besar	Karena dengan adanya proses kerja yang memiliki waktu proses lebih singkat dibandingkan dengan yang lain.	Karena dengan adanya penggunaan mesin manual yang sangat berbeda dibandingkan proses yang lain yang memang harus dikerjakan, berdasarkan skill SDM, seperti pengelasan sehingga terjadi penumpukan material dalam proses	Karena proses kerja menggunakan system kontinyu, sehingga proses akan terus dilakukan untuk memenuhi kapasitas masing-masing proses, dan tidak mengindahkan proses yang membutuhkan waktu lebih lama	Karena kedatangan material bersifat menerus dan harus segera diproses, karena kapasitas tempat penumpukan yang tidak besar.
2	<i>Movement</i> Terlalu banyak aktivitas yang tidak dibutuhkan dalam beberapa proses produksi	Karena aktivitas tersebut dilakukan dengan tujuan mempermudah pekerjaan berikutnya dan tidak memiliki nilai tambah	Karena aktifitas tersebut membuat waktu produksi menjadi bertambah secara signifikan dan tidak berkaitan dengan kualitas produk	Karena aktivitas tersebut membutuhkan waktu dan akan membuat cycle time menjadi semakin lama	Karena dengan aktifitas tersebut aktifitas produksi bertambah dan membutuhkan JO sehingga menyerap JO yang tidak efisien	Karena dengan adanya penyerapan JO ke aktifitas yang tidak bernilai tambah maka akan mempengaruhi nilai proses produksi.

A. Pembahasan *Root Cause Analysis*

Berdasarkan Tabel 4.15 analisis dari tujuh tipe pemborosan, maka dapat diurutkan bahaya penyebab dari pemborosan yang paling utama yang saat ini terjadi di PT Dumas yaitu *storage* dimana saat ini PT Dumas sedang ada dalam permintaan pekerjaan pembangunan kapal yang banyak sehingga waste yang sangat berpengaruh saat ini adalah *storage* dimana proses yang terjadi karena terlalu banyak penumpukan material tengah proses produksi. Storage dapat di akibatkan oleh kedatangan material yang bersifat terus menerus dan harus segera di proses, Karena kapasitas area galangan yang tidak besar. Selain itu bias disebabkan Karena adanya ketidak seimbangan proses antara satu dengan yang lainnya ukuran *batch* yang besar.

Dengan adanya proses kerja dibengkel yang memiliki waktu proses lebih singkat dibanding dengan proses kerja di bengkel lain. Dapat disebabkan juga dengan adanya penggunaan mesin manual yang sangat berbeda dibandingkan proses yang lain yang memang harus dikerjakan, berdasarkan skill SDM, seperti pengelasan sehingga terjadi penumpukan material dalam proses. Karena proses kerja menggunakan system kontinyu, sehingga proses akan terus dilakukan untk memenuhi kapasitas masing-masing proses, dan tidak mengindahkan proses yang membutuhkan waktu lebih lama.

Terlalu banyak aktivitas yang tidak dibutuhkan dalam beberapa proses produksi. Karena aktivitas tersebut dilakukan dengan tujuan mempermudah pekerjaan berikutnya dan tidak memiliki nilai tambah Karena aktifitas tersebut membuat waktu produksi menjadi bertambah secara signifikan dan tidak berkaitan dengan kualitas produk. Sehingga aktivitas tersebut membutuhkan waktu dan akan membuat *cycle time* menjadi semakin lama Karena dengan aktifitas tersebut aktifitas produksi bertambah dan membutuhkan JO sehingga menyerap JO yang tidak efisien. Dengan adanya penyerapan JO ke aktifitas yang tidak bernilai tambah maka akan mempengaruhi nilai proses produksi.

4.4 Rekomendasi Perbaikan

Dari hasil identifikasi sebelumnya, maka selanjutnya akan diberikan rekomendasi untuk penyusunan *flow process* yang baru dengan menghilangkan atau mereduksi terjadinya *waste* dengan melakukan perubahan rancangan *flow process* sebagai berikut:

1. Merubah *system push* yang diterapkan oleh perusahaan dan digantikan dengan sistem tarik (*pull*), dimana kebutuhan material akan diberikan didasarkan pada kebutuhan dari tahap proses produksi berikutnya, sehingga mengurangi *inventory*
2. Melakukan kerjasama dengan pihak *supplier* agar proses pengadaan barang dan jasa, menyesuaikan dengan *system batch* atau *block*, yang artinya pemasok akan memberikan layanan tambahan berupa *sorting row material* dengan kebutuhan per *block*, sehingga seluruh aktivitas yang berhubungan dengan melakukan *Non value added activities* akan hilang.
3. Memusatkan proses *labelling* dan *control material* jadi satu bagian, sehingga akan lebih terkonsentrasi terhadap metode kerja sehingga lebih maksimal.

Dalam penelitian ini difokuskan terhadap pengurangan *waiting* dan *storage time*. Dalam konsep penerapan PAM, *Waiting* dan *storage time* dapat dikurangi dengan mengembangkan konsep *JIT inventory system* (Mulyadi, 2001 dalam Saftiana, dkk., 2007). Berikut prinsip, *kerja Just In Time* sebagai acuan untuk melakukan perbaikan.

4.4.1 Prinsip Kerja JIT

Prinsip kerja JIT dapat dibagi kepada tiga bagian besar yaitu ,Radisic, M. (2006):

- *Cost reduction* karena menggunakan prinsip 5S.
- *Inventory reduction*, karena *just in time* (yang menggunakan konsep *pull system*) melawan *just in case* (yang menggunakan konsep *push system*). Dan
- *Quality improvement* dimulai dari : Pemberdayaan karyawan kemudian kualitas sebagai paradigms baru setiap orang dan akhirnya pada gugus kendali mutu

1. Cost Reduction (Pengurangan Biaya)

Suatu konsep manajemen dari kebiasaan di Jepang dan mampu menyingkirkan paradigma barat dalam dunia industri manufaktur adalah *prinsip 5S Manufacturing* yaitu Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shetsuke (Kazuo Shibagaki et al. 1991).

1. *SEM*- Pemilihan diartikan sebagai usaha untuk memilih mana yang perlu dan mana yang tidak serta menghindari berbagai kelebihan. Semakin jarang suatu barang atau peralatan digunakan maka semakin jauh letak barang atau peralatan itu dari tempat kerja.
2. *SEITON*-Pengaturan Barang atau peralatan diatur sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam pemakaian dan pencarian.
3. *SEISO*-Pembersihan. Peralatan dijaga agar selalu dalam keadaan bersih agar mudah dirawat dan selalu dalam kondisi bagus pada saat digunakan.
4. *SEIKETSU*-Pemeliharaan Kebersihan Lingkungan. Untuk menjaga kebersihan lingkungan diperlukan prosedur standard sehingga setup orang akan berperilaku sama dalam perawatan kebersihan.
5. *SHITSUKE*-pelatihan dan Disiplin. Untuk menjaga prosedur standard dan kelangsungannya maka pelatihan untuk mengubah dan menjaga perilaku individu perlu dilakukan.
6. 5 S diatas diadaptasi dalam bahasa, Indonciia : Ringkas, Rapi, Resik, Rawat dan rajin dalam English : *Sort, Straighten, Scrub, Systematize, Standardize*.

2. Inventory Reduction (pengurangan persediaan)

Persediaan menurut paradigms lama, selalu dikaitkan dengan produksi dalam jumlah besar. Untuk menjaga kelangsungan, proses produksi maka persediaan yang besar dan aman perlu diadakan. Oleh karena, itu, sistem *Just In Time* menghendaki barang dibuat sesuai dengan kebutuhan hanya pada saat dibutuhkan.

3. Quality Improvement

Perbaikan kualitas menurut konsep *Just In Time* adalah usaha yang secara

ters menerus dilakukan. Tujuannya adalah peningkatan produktivitas melalui pemenuhan harapan konsumen dalam hal kualitas dan waktu. Kualitas dalam paradigma baru ini menjadi urusan setiap orang. Motto :

- Jangan menerima barang cacat
- Jangan membuat barang cacat
- Jangan mengirim barang cacat

Semangat Kyzen dalam perbaikan kualitas tercermin pada *quality circle*, yaitu kelompok-kelompok yang secara suka-rela bertemu untuk membahas masalah-masalah dan perbaikan kualitas kerja atau produk dalam unit kerjanya. Paradigma baru ini memungkinkan organisasi mengatakan "*quality improvement has no cost*" (Siswanto, 1996).

4.4.2 Pengklasifikasian Aktifitas

Sebelum melakukan proses *improving* atau perbaikan proses produksi berikut hal-hal yang harus diperhatikan.

1. Pertanyaan yang berkaitan dengan penambah nilai yang diberikan kepada konsumen (*costumer value added*)
 - Apakah aktifitas yang dilakukan menambah bentuk atau fitur dari produk atau jasa yang dihasilkan ?
 - Apakah aktifitas yang dilakukan memberi keuntungan dalam persaingan (seperti harga yang lebih murah, pengantar yang lebih cepat dan cacat yang lebih sedikit?)
 - Apakah pelanggan mau membayar lebih atau cenderung lebih memilih perusahaan kita, apabila mereka mengetahui bahwa kita melakukan aktifitas tersebut?
2. Pertanyaan yang berkaitan dengan penambah nilai dari segi bisnis (*business value-added*):
 - a. menentukan produk tunggal, atau keluarga, produk yang akan diperlukan. Apabila terdapat beberapa pilihan dalam menentukan keluarga, produk/ jasa, pilih sebuah produk yang memiliki kriteria sebagai berikut ini :

- Produk atau jasa mempunyai aliran proses yang hampir sama, sehingga
 - produk atau jasa yang dipilih dapat mewakili keluarga produk tersebut.
 - Produk atau jasa mempunyai volume produksi yang tinggi dan biaya yang paling mahal dibandingkan dengan produk atau jasa yang lain.
 - Produk atau jasa tersebut mempunyai segmentasi kriteria yang penting bagi perusahaan..
 - Produk atau jasa tersebut mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap konsumen.
- b. Menggambarkan aliran proses
- Pelajari kembali simbol-simbol untuk memetakan suatu proses.
 - Mulailah pada akhir proses dengan apa, yang dikirimkan kepada pelanggan dan tarik kebelakang.
 - Identifikasi aktifitas-aktifitas yang utama.
 - Letakkan aktifitas tersebut dalam satu urutan.
- c. Menggambarkan aliran material pada peta yang dibuat
- Tunjukkan pergerakan dari semua material
 - Gabungkan material bersama dengan aliran yang sama.
 - Petakan semua proses pendukung dalam produksi, termasuk pada kegiatankegiatan inspeksi,dan berbagai macam pengecetan material ataupun proses.
 - Tambahkan pemasok diawal dari proses
 - Pelajari kembali simbol-simbol untuk memetakan suatu proses.
- d. Tambahkan aliran informasi
- Petakan aliran informasi diantara aktifitas-aktifitas.
 - Dokumentasikan bagaimana, komunikasi proses dengan konsumen dan pemasok

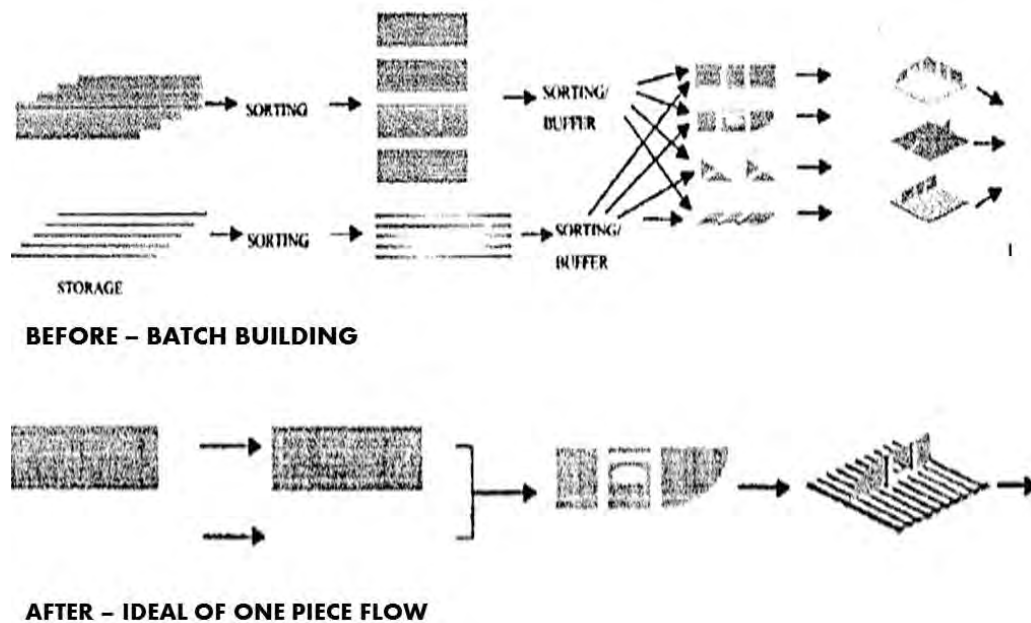
- Dokumentasikan bagaimana informasi dikumpulkan (elektronik, material dll)
- e. Mengumpulkan data-data proses dan hubungkan data-data tersebut dengan tabel, yang terdapat dalam *value stream mapping*.
- Ikuti proses secara manual untuk mendapatkan hasil yang sesuai.
 - Bila memungkinkan cobalah untuk mencari data-data berikut ini - apa yang memberikan stimulasi kepada proses?
 - waktu *set up* dan waktu proses per unit
 - persentase apa yang terjadi
 - jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan
 - jumlah WIP dan *Batch size*
- f. Masukkan data yang berhasil dikumpulkan ke dalam *value stream mapping*.
- g. dan kemudian melakukan verifikasi dengan berdiskusi dengan beberapa pihak memahami proses yang terjadi dengan tujuan untuk melakukan perbandingan antara, *value stream mapping* yang dibuat dengan keadaan yang sebenarnya. Apakah ada detail proses, yang terlewat dan atukah ada detail informasi yang belum didefinisikan dalam *mapping* yang telah dibuat.

4.4.3 Penerapan Konsep *future State Mapping*

Dari permasalahan yang telah teridentifikasi maka dikeluarkan rancangan baru dengan pendekatan system tarik atau *system pull* untuk mengurangi adanya *inventory*, menciptakan dan melaksanakan pekerjaan sesuai dengan kebutuhan dan juga kapasitas, hal ini juga untuk memaksimalkan ketidak seimbangan waktu proses dari poros-poros produksi pembangunan konstruksi lambung kapal. Perencanaan *future State Mapping* ini dapat dilihat pada Gambar 4.7. Gambar tersebut menunjukkan proses yang telah dihilangkan/*breakdown*, dapat melihat secara langsung yaitu *preparation*, untuk mereduksi proses ini, dilakukan kerja sama dengan pihak supplier untuk melakukan pengiriman atau memasok barang dengan kebutuhan berdasarkan *block-block* yang akan dibangun, dengan sebuah

perencanaan matang bias berupa MRP, sehingga akan mendapatkan *flow process* yang maksimal tanpa menciptakan *inventory row material* di awal proses persiapan.

Pada *value stream mapping*, dirancang system pembangunan untuk mengikuti *one piece flow*, hal ini akan membawa perubahan dengan mengelompokkan pekerjaan untuk pengolahan material dalam satu garis, sehingga proses akan bisa dilakukan secara kontinyu, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 *Batch Processing vs One-piece flow*

Hasil perencanaan dengan system Tarik, akan didapatkan pengurangan jumlah *inventory* dari semula terjadi 4 bagian menjadi hanya satu pos *inventory*, hal ini Karena mampu meningkatkan efektifitas proses produksi sehingga nilai *big picture mapping* semakin mendekati ideal.

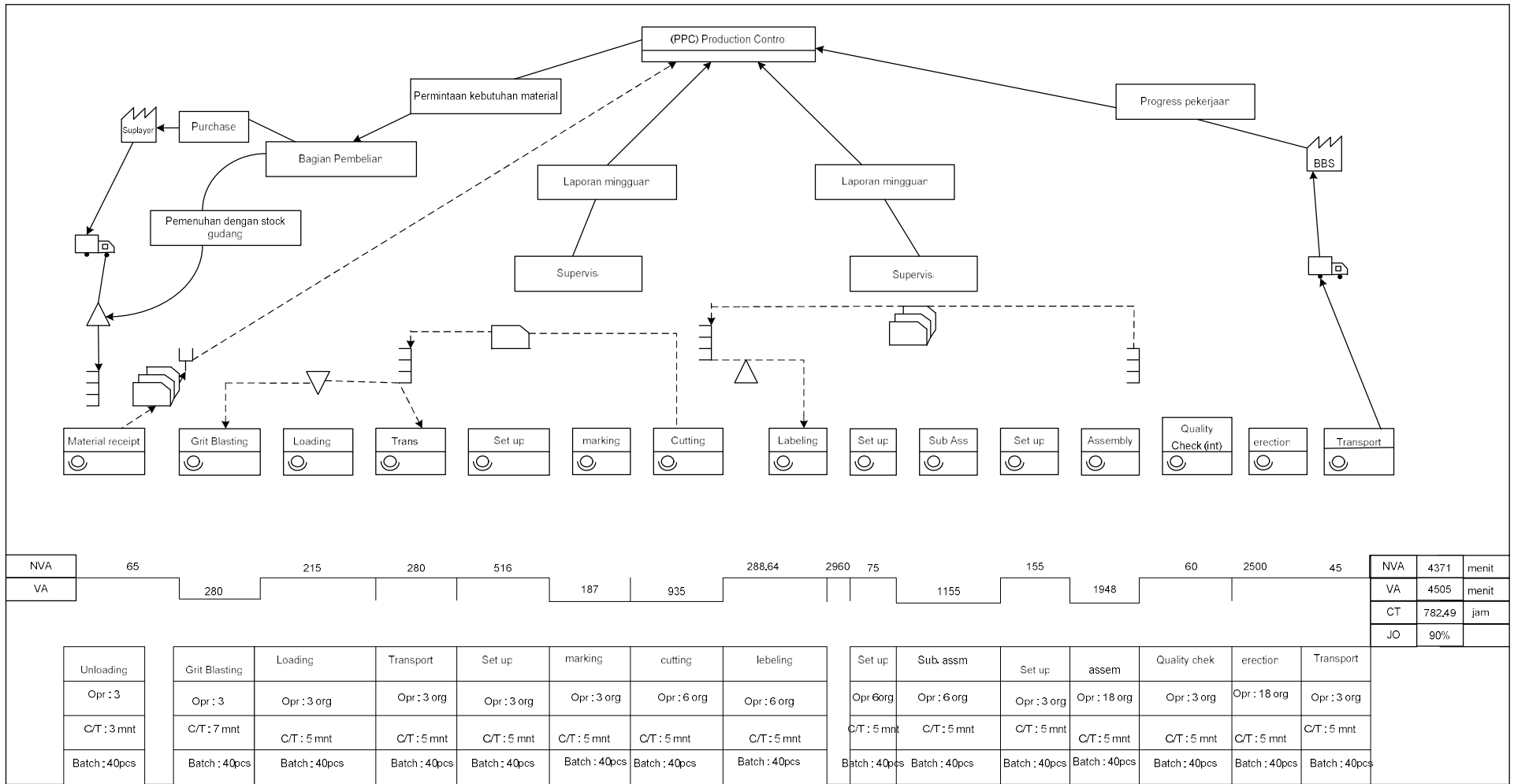
Dengan melakukan penerapan sistem tarik (*pull*) dan menggunakan *one piece flow* pada proses produksi, maka jumlah *inventory* dapat diminimalisir, selain itu inventors dapat dikontrol seminimal mungkin berdasarkan kebutuhan dan menyesuaikan kebutuhan kapasitas produksi tiap bagian sehingga tidak ada penumpukan material dalam proses. Penggunaan system kanban akan sangat membantu proses produksi dengan penyesuain kapasitas produksi aktual dari bengkel produksi dan penjadwalan. Kanban adalah suatu kartu yang berisi catatancatatan untuk mengendalikan arus produksi dalam pabrik, catatan ini

menunjukkan instruksi bags karyawan tentang apa yang harus diproduksi, jumlahnya, dan kapan harus dikerjakan. Sistem Kanban digunakan untuk mengendalikan produksi dan akan lebih realistis, dan dapat dipenuhi oleh pihak produksi.

Dalam system ini Kanban mempunyai dua fungsi umum, yaitu sebagai pengendalian produksi dan sebagai sarana peningkatan produksi. Menurut Ohno (1985), secara ringkas Kanban berfungsi untuk :

- Memberikan informasi pengambilan dan pengangkutan
- Memberikan informasi produksi,
- Mencegah kelebihan produksi atau kelebihan pengangkutan,
- Berlaku sebagai perintah yang ditempelkan langsung pada komponen,
- Mencegah produk cacat dengan mengenali proses yang membuat cacat
- Mengungkapkan masalah yang ada dan mempertahankan pengendalian sediaan.

Untuk lebih jelasnya berikut hasil *future State Mapping* setelah dilakukan perbaikan dengan penerapan *One Piece Flow* yang digambarkan dalam *future State Mapping* seperti yang terlihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 future state mapping dengan metode one piece flow

4.4.4 Analisis waktu efektif *process activity mapping*

Setelah melakukan waktu efektif maka diperoleh hasil sebesar 91 persen, dengan *Cycle Time* 831.67 jam, hal tersebut dapat mempercepat proses produksi, jika sebelumnya satu block dikerjakan sebesar 85 persen waktu efektif sebesar 91 persen, ini berarti memberikan 6 persen lebih cepat dari proses sebelumnya, ini dikarenakan dalam tahap penerapan metode *process activity mapping* seluruh aktifitas di *breakdown* dan dihilangkan aktifitas yang merupakan bagian *non value added activity*, sehingga pada perhitungan waktu efektif pengerjaan satu block setelah penerapan mengalami peningkatan sebesar 91 persen.

Hal ini menunjukkan bahwa penerapan *One piece Flow* memberikan perubahan yang cukup signifikan terhadap seluruh proses produksi kapal, dengan demikian dengan angka waktu efektif yang mencapai 91 persen ini dapat dikatakan optimal, karena dalam proses *improving* telah dilakukan *breakdown* terhadap aktifitas *non value added activity* sebesar 5 persen, namun proses produksi dengan *one piece flow* ini memang masih mengandung *Necessary Non Value added Activities* (NNVAA), karena hal tersebut dibutuhkan dalam proses produksi, untuk lebih jelas dapat dilihat hasil perhitungan penerapan pada Tabel 4.16

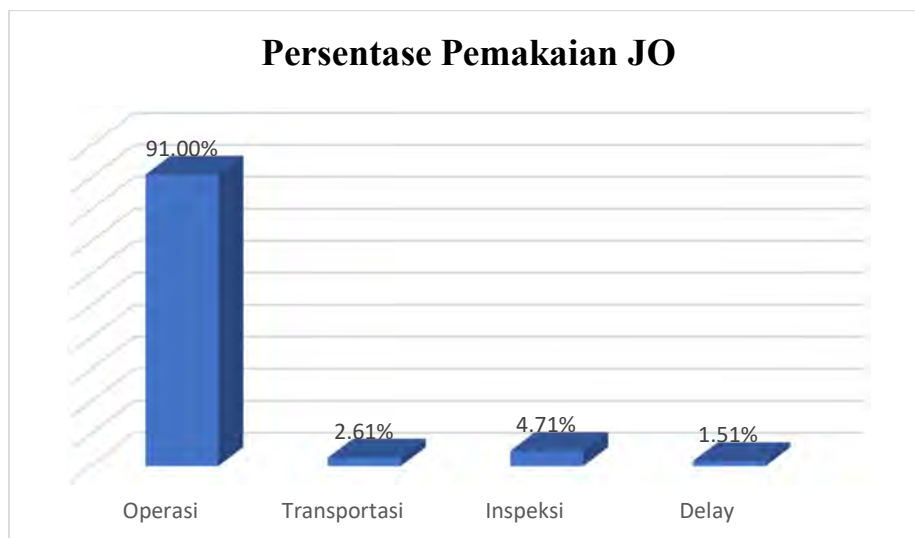
Penerapan system *one piece flow* berhasil dilakukan *breakdown* terhadap aktifitas *non value added activity* yakni *delay* terutama pada tahap *preparation*, dimana waktu efektif meningkat menjadi 53 persen meskipun angka tersebut masih jauh dari angka ideal, namun hal tersebut tidak dapat dikatakan bahwa tahap ini masih terdapat aktifitas *non value added activity* yang cukup besar, karena pada proses *improving* yang telah dilakukan aktifitas itu telah di *breakdown*, begitupun pada tahap-tahap sebelumnya, hal ini dikarenakan aktifitas yang tergolong NVAA seperti *transportation* memang dibutuhkan dalam proses produksi ini, karena didalamnya terdapat proses transportasi yang tidak dapat dihilangkan, sehingga dapat dikatakan aktifitas tersebut tergolong *Necessary Non Value added Activities*, dengan kata lain meskipun aktivitas yang tidak bernilai tambah bagi konsumen, tapi tidak dapat dipisahkan dalam proses produksi, namun dengan pengendalian awal yang telah dilakukan dalam melakukan

perbaikan dalam proses produksi ini, mampu mengendalikan *storage* yang terjadi disetiap tahap produksi sehingga memberikan dampak yang cukup signifikan, pada tahap-tahap sebelumnya terutama pada proses *sub-assembly* dan proses *Assembly*, diamana waktu efektif proses *Assembly* ini mencapai 95 persen dapat dikatakan *cycle effectiveness* yang dimiliki pada tahap ini optimal karena memang masih terdapat aktifitas NVAA sebesar 2.61 persen, sementara aktifitas NVA telah di *brekdown* dalam tahap perbaikan ini.

Tabel 4.16 Hasil perhitungan waktu efektif Proses Produksi Kapal

Activity	Satuan	Preparation	Fabrication	Sub-Assembly	Assembly	Cycle Time
Value Added Activity						
Operasi	Jam	14.00	80.20	106.02	558.00	758.22
Non Value Added + NNVA						
Transportasi	Jam	12.00	4.54	0.50	4.65	21.69
Inspeksi	Jam	0.00	10.44	8.50	20.27	39.21
Storage	Jam	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Delay	Jam	0.00	12.55	0.00	0.00	12.55
Cycle Time		26.00	107.73	115.02	582.92	831.67
Waktu Efektif = VA / Cycle Time * 100		53%	74%	92%	95%	91%

Dapat dilihat persentase waktu efektif pemakaian JO proses produksi pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Grafik Persentase waktu efektif Proses Produksi Kapal

4.4.5 Analisis Waktu Efektif

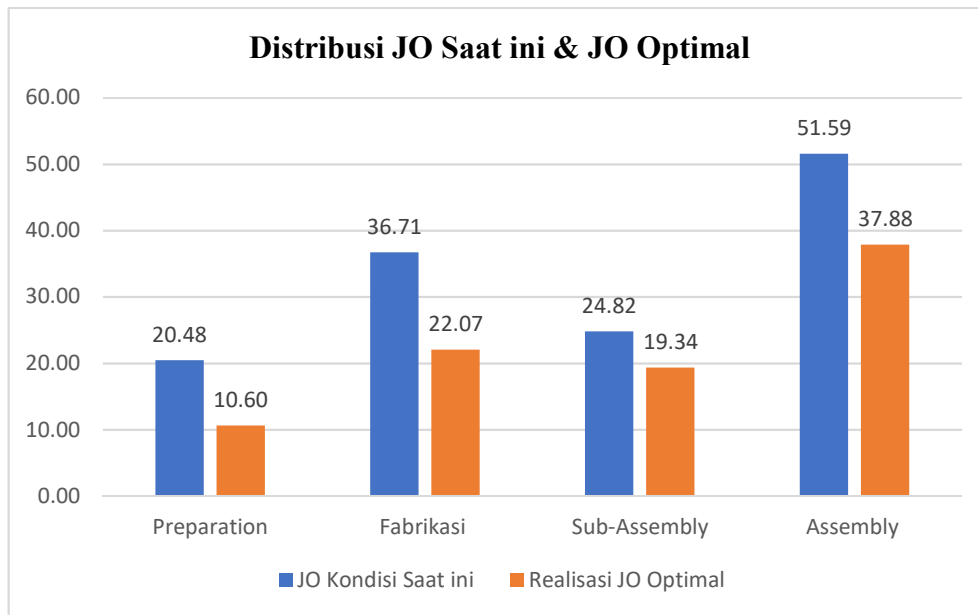
Berdasarkan hasil pengolahan data kondisi eksisting serta hasil perhitungan waktu efektif, terlihat dengan adanya perbedaan yang signifikan terhadap penurunan aktifitas *non value added activities*. Sebagaimana yang terlihat pada Gambar 4.10 jenis pemborosan *delay* 2.85 persen, hal ini tentunya sangat berpengaruh terhadap tingkat efektifitas proses produksi sehingga dengan kondisi tersebut menempatkan nilai waktu efektif proses produksi kapal di PT. DUMAS berada pada level 85% persen, masih cukup jauh pada kondisi ideal waktu efektif yaitu 100 persen.

Pada gambar 4.10 terlihat distribusi JO hasil perhitungan waktu efektif, menunjukkan pemanfaatan JO pada aktifitas tidak bernilai tambah terutama *delay* hanya mencapai 1.51 persen, dalam arti ada penurunan 1.54 persen dari kondisi saat ini, sehingga pada kondisi ini menempatkan waktu efektif sebesar 91 persen. Kondisi ini sudah dikategorikan mencapai level optimal, karena pada proses produksi kapal di industry galangan kapal, memang masih dibutuhkan sebagian aktifitas yang tidak bernilai tambah tersebut diantaranya adalah proses balik block untuk menghindari tipe pengelasan *overhead welding* dalam tahap *assembly* dan aktifitas *Inspection* oleh kelas, sehingga aktifitas ini tidak dapat dihilangkan sepenuhnya dalam proses produksi kapal. Berikut ini kondisi saat ini distribusi JO yang terdapat dalam proses produksi kapal.

Tabel 4.17 Distribusi JO saat ini dan JO Optimal

Preparation	Fabrikasi	Sub-Assembly	Assembly
20.48 Jam	36.71 Jam	24.82 Jam	51.59 Jam
10.60 Jam	22.07 Jam	19.34 Jam	37.88 Jam

Untuk lebih jelas dapat dilihat Tabel 4.17 distribusi JO saat ini dan JO Optimal setelah penerapan *process activity mapping*, sehingga, menghasilkan distribusi JO yang optimal.



Gambar 4.10 Distribusi JO kondisi saat ini dan JO Optimal

Dari gambar 4.10 menunjukkan bahwa dalam proses produksi konstruksi kapal setelah melakukan proses perbaikan dapat menyelesaikan satu blok kapal selama 90 jam.

4.5 Pembahasan

1. Kondisi PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Saat Ini

a. Hasil Perhitungan Waktu efektif

Tabel 4.16 memperlihatkan aktivitas-aktivitas pada setiap proses produksi kapal, kemudian diidentifikasi dan dibedakan mejadi aktivitas penambahan nilai (*value added activities*) yang terukur, yaitu sebagai waktu proses (*processing time*) dan aktivitas yang bukan penambahan nilai (*non value added activities*), yang terukur, yaitu sebagai waktu pemeriksaan (*inspection time*), *inventory*, *delay*. Dan yang tergolong *necessary non value added* adalah waktu pemindahan (*transportation*). Perhitungan waktu efektif dapat dilakukan dengan pembagaian *processing time* dengan *cycle time* berdasarkan jam orang (JO). Dapat dilihat pada Table 4.10 dan Gambar 4.10.

Dari hasil perhitungan dengan kondisi eksisting proses produksi kapal perintis 1200 DWT, diperoleh nilai waktu efektif proses produksi dalam pembuatan block kapal sebesar 85 persen, artinya menyerap 15 persen aktivitas

JO yang bukan penambah nilai bagi pemilik kapal, hal ini berdasarkan (Mulyadi 2003), Apabila proses pembuatan produk menghasilkan *cycle effectiveness* kurang dari 100 persen, maka proses pengolahan produk masih mengandung aktivitas-aktivitas yang bukan penambah nilai bagi pemilik kapal.

Analisis dapat menggambarkan segala aktivitas yang terjadi dan besarnya waktu yang dikonsumsi dalam proses produksi dapat diketahui secara detail. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa *storage* mempunyai andil terbesar dalam jumlah aktifitas. Sehingga perlu dilakukan reduksi *storage* untuk mengurangi *non value added activity* dan menekan waktu *Cycle Time* sehingga dapat menentukan waktu yang efektif dalam pembangunan kapal.

b. Penerapan Konsep *Process Activity Mapping*

Dalam penelitian ini telah digambarkan aliran fisik yang berupa *Process Activity Mapping* awal dan setelah meminimalisir aktifitas yang berlebihan, difokuskan terhadap pengurangan, *storage*. *Storage* dapat dikurangi dengan mengembangkan konsep *JIT inventory system*, dengan mengacu pada prinsip *Just In Time* (Mulyadi, 2001).

Pada penelitian ini diberikan rekomendasi untuk menerapkan sistem *one piece flow* sebagai penyusunan *flow process* yang baru dengan menghilangkan atau mereduksi terjadinya waste sehingga mencapai waktu efektifitas Optimal dengan melakukan perubahan rancangan *flow process* sebagai berikut:

1. Merubah system *push* yang diterapkan oleh perusahaan dan digantikan dengan system tarik (*pull*), dimana kebutuhan material akan diberikan didasarkan pada kebutuhan dari tahap proses produksi berikutnya, sehingga mengurangi *inventory*
2. Melakukan kerjasama dengan pihak *supplier* agar proses pengadaan barang dan jasa menyesuaikan dengan system batch atau block, yang artinya pemasok akan memebrikan layanan tambahan berupa

sorting row material dengan kebutuhan per block, sehingga seluruh aktivitas yang berhubungan dengan melakukan *Non value added activities* akan hilang.

3. Memusatkan proses *labelling* dan *control material* jadi satu bagian, sehingga akan lebih terkonsentrasi terhadap metode kerja sehingga lebih maksimal.

Dengan melakukan penerapan sistem tarik full (*pull*) dan menggunakan *one piece flow* pada proses produksi, maka *storage* dapat di hilangkan, secara grafik (lihat Gambar 4.10) hasil penerapan konsep *Process Activity Mapping*.

Perbaikan (*Improvements*) lebih efisien, dan memberikan peningkatan yang cukup signifikan, dimana proses produksi lebih efisien mengurangi JO hingga 67 persen dari keadaan semula, seperti terlihat pada Tabel 4.10.

c. Analisis Kebutuhan Penerapan konsep *Process Activity Mapping* di Industri Kapal dan Manfaat

Proses produksi bangunan baru pada industry galangan kapal dikelompokkan dalam tiga bagian besar, yaitu pekerjaan desain, pengadaan material dan proses produksi. Masing-masing tahapan proses produksi akan memunculkan risiko dan akan terakumulasi terhadap risiko secara keseluruhan. Jika risiko ini tidak diantisipasi, peluang terjadinya keterlambatan proses produksi akan semakin besar. Potensi terjadinya kerugian akibat resiko yang tidak diantisipasi dipengaruhi oleh factor biaya akibat keterlambatan proses produksi (Riyadi, 2015).

Kondisi PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard saat ini berdasarkan hasil penelitian meunjukkan dimana pemanfaatan sumber daya yang dimiliki kurang efisien hal ini terlihat dengan waktu efektif sebesar 85 persen, dalam artian ada penyerapan jam orang (JO) terhadap aktifitas yang bukan penambah nilai sehingga menyebabkan JO realisasi selalu melebihi JO rencana. Oleh karena itu pihak perusahaan perlu mengupayakan perbaikan dalam proses produksinya Karena hal ini akan berpengaruh terhadap produktifitas galangan tersebut.

Untuk memaksimalkan hasil pengukuran pengerjaan pembangunan kapal perintis 1200 dwt di PT Dumas semua aspek harus dipertimbangkan ketika mengidentifikasi *value added* dan *non value added activities* saat operator mulai melakukan kegiatan operasi. Analisis yang lebih menyeluruh perlu di uraikan untuk mengetahui potensi untuk perbaikan dalam kegiatan *value added*. Berikut ini adalah beberapa contoh dari *non value added* kegiatan dalam proses pembangunan kapal saat jam kerja. Gambar 4.11 dimana operator yang bertugas membawa forklift juga harus memperbaiki saat forklift rusak. Gambar 4.12 menjelaskan operator saat membersihkan area produksi dijam kerja dan Gambar 4.13 menjelaskan operator bersantai sambil merokok saat jam kerja.



Gambar 4.11 Operator memperbaiki *forklift*



Gambar 4.12 Operator membersihkan *workshop*



Gambar 4.13 Operator duduk bersantai saat jam kerja

Walaupun ada peluang yang lebih terbuka untuk industri galangan kapal, masih banyak masalah yang harus dihadapi oleh industri galangan kapal di Indonesia. Masalah yang dihadapi seperti masalah pada tingkat teknologi, ekonomi, manajemen perusahaan (*company*), maupun persaingan yang dapat mempengaruhi tingkat produktivitas galangan kapal tersebut. Menurut Ma'ruf 2014, sulitnya industri galangan kapal nasional memanfaatkan peluang persaingan global disebabkan Karena keterbatasan kapasitas dan tingkat produktivitasnya untuk memproduksi kapal dalam waktu singkat, mutu yang baik, dan harga yang bersaing. Sebagai industry hilir, penyebab rendahnya produktivitas tersebut sangat kompleks, baik yang bersumber dari kondisi internal maupun dari kondisi eksternalnya yang belum mendukung.

Galangan kapal nasional dapat memproduksi kapal dengan tingkat produktivitas tinggi melalui penerapan teknologi dan manajemen produksi modern (Ma'ruf, 2014). Kemampuan suatu galangan meraih pesanan kapal baru terletak pada tingkat produktivitasnya, yaitu kemampuan membangun kapal sesuai spesifikasi dan persyaratan mutu, harga bersaing dan waktu penyerahan yang singkat atau lebih dikenal dengan (QCD). Di sejumlah negara yang sudah memiliki infrastruktur industry galangan yang kuat. Tingkat produktivitasnya menjadi kunci sukses daya saing bagi perusahaan-perusahaan galangannya (Ma'ruf, 2014b).

Dalam (Ma'ruf, 2014), menambahkan bahwa: proses produksi akan semakin efisien jika kapal-kapal tersebut dibangun secara paralel dengan metode blok, dimana proses fabrikasi dan perakitan blok-blok badan kapal dapat dilakukan secara paralel. Selain itu, pembangunan database rancang bangun dan standar-standar produksi galangan. Prinsip proses produksi seperti ini perlu dikembangkan, sehingga produktivitas galangan nasional dapat terus meningkat.

Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa: galangan kapal yang merupakan PWBS akan lebih mudah menerima atau beradaptasi terhadap produksi menuju *lean manufacturing*. Kelompok Teknologi dan desain untuk Teknik produksi membuat perangkat tambahan tidak dapat secara signifikan untuk galangan kapal. Namun integrasi *lean manufacturing*. Proses produksi menjadi lebih efisien mengurangi Jam-Orang (JO) hingga 60 persen dari keadaan semula (Scorch, 1999; Kholi 2012).

- Dari hasil analisis dan evaluasi, dengan mengacu dari berbagai permasalahan diatas menunjukkan pentingnya penetapan *lean manufacturing* dengan pendekatan konsep *Process Activity Mapping* ini diterapkan dalam industri kapal, dimana merubah system push yang diterapkan oleh perusahaan dan digantikan dengan system Tarik (pull), dimana kebutuhan material akan diberikan didasarkan pada kebutuhan dari tahap proses produksi berikutnya sehingga mengurangi inventory
- Melakukan kerjasama dengan pihak *supplier* agar proses pengadaan barang dan jasa menyesuaikan dengan system batch atau block, yang artinya pemasok akan memberikan layanan tambahan berupa *sorting row material* dengan kebutuhan per block, sehingga seluruh aktivitas yang berhubungan dengan melakukan *Non value added activities* akan hilang.
- Memusatkan proses *labelling* dan *control* material jadi satu bagian, sehingga akan lebih terkonsentrasi terhadap metode kerja sehingga lebih maksimal.

Berdasarkan hasil penerapan konsep *process activity mapping*, maka aktivitas perbaikan yang harus dilakukan oleh manajemen aktivitas adalah melibatkan semua bagian. Langkah-langkah yang dapat dilakukan oleh manajemen

aktivitas adalah pemilihan aktivitas, pengurangan aktivitas, pembagian aktivitas dan penghilangan aktivitas yang dapat dilaksanakan terhadap aktivitas-aktivitas yang bukan penambahan nilai (*non value added activities*) bagi perusahaan agar manajemen perusahaan dapat memperbaiki aktivitas dengan memilih langkah yang efektif dan relevan guna perbaikan perusahaan secara berkelanjutan.

Keterbatasan data yang tersedia dari pihak perusahaan sebagai objek dalam penelitian ini menyebabkan sulitnya mendapatkan data sekunder yang seharusnya dimiliki oleh perusahaan terutama pada aktivitas yang tergolong *value added activities*, meskipun demikian, data primer yang diperoleh sudah cukup memadai terutama pada bagian pengukuran aktivitas *non value added activity*. Selain itu dengan kondisi proses produksi industri galangan kapal yang begitu kompleks menyebabkan hasil tidak tercapainya waktu efektif = 1 (100%), Karena proses produksi kapal memang masih membutuhkan aktivitas yang tergolong *necessary but non value added*.

Memberikan gambaran pengukuran efisiensi pada proses produksi di industri galangan kapal, selain itu dapat memberikan informasi kondisi proses produksi perusahaan saat ini melalui waktu efektif dari hasil penelitian yang diperoleh, serta memberikan usulan perbaikan berdasarkan nilai waktu efektif minimum, sehingga dapat membantu manajemen perusahaan dalam hal ini bagian PPC dalam mengambil keputusan untuk melakukan pengendalian awal dalam perbaikan proses produksi kapal.

d. Analisis Six Sigma dalam Implementasinya

Aplikasi Six sigma dapat dijelaskan dalam dua perspektif, yaitu perspektif statistik dan perspektif metodologi :

1. Perspektif statistic

Sigma dalam statistik yang didapat berdasarkan penelitian dari data input cacat pengelasan yang dihitung adalah proses six sigma yang menghasilkan 3.82 DPMO (*defect permillion opportunity*), yang artinya untuk mencapai Six Sigma, proses dalam memproduksi suatu produk harus tidak lebih dari 3,82 cacat per juta peluang untuk non-kesesuaian, dimana cacat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang di luar spesifikasi pelanggan.

Tujuan penting dari Six Sigma adalah untuk menghilangkan limbah (*waste*) yang sering ditemukan dalam proses organisasi. Produktivitas tertinggi dan nilai pelanggan adalah salah satu faktor penting dalam persaingan dunia yang kian kompetitif. Ini hanya dapat dicapai melalui sistematis kerja dengan biaya dan pertanyaan-pertanyaan yang berkualitas tentang produktivitas dan efisiensi kinerja.

2. Perspektif metodologi

Pendekatan Six Sigma merupakan suatu metode terstruktur yang berbasiskan data, memfokuskan pada perbaikan proses dan identifikasi dan eliminasi cacat produk. Hal ini dilakukan oleh aplikasi DMAIC singkatan dari (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) yang bertujuan untuk meningkatkan proses yang ada, yang belum ada dalam daftar spesifikasi mengenai kualitas. Input yang diperoleh untuk menentukan hasil perhitungan yaitu.

- a) **Define** adalah fase menentukan masalah, menetapkan persyaratan-persyaratan *owner*, mengetahui CTQ (Critical to Quality). Pada tahap ini mengidentifikasi permasalahan, mendefinisikan mengidentifikasi aliran material dan aliran informasi serta menggambarkan secara detail pemetaan material dan informasi pada galangan kapal sehingga dapat menentukan tujuan (pengurangan cacat/biaya dan target waktu).
- b) **Measure** adalah fase mengukur tingkat kecacatan yaitu membutuhkan data input pengelasan. Tahap untuk mengidentifikasi aktifitas-aktifitas yang tergolong tidak bernilai tambah (*non value added*), yang menyebabkan tingginya waktu produksi. Memvalidasi permasalahan, mengukur/menganalisis permasalahan dari data pengukuran jam orang yang ada.
- c) **Analyze** adalah fase menganalisis faktor-faktor penyebab masalah/cacat jam orang. Menentukan faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses; artinya mencari satu atau dua faktor yang kalau itu diperbaiki akan memperbaiki proses secara dramatis.
- d) **Improve** adalah fase meningkatkan proses jam orang dan menghilangkan faktor-faktor penyebab yang tidak bernilai tambah. Dalam tahap ini didiskusikan ide-ide untuk memperbaiki sistem berdasarkan hasil analisa terdahulu, melakukan percobaan untuk melihat hasilnya, jika bagus lalu dibuatkan prosedur bakunya (*standard operating procedure-SOP*)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Secara umum dari hasil pengukuran yang dilakukan memberikan kesimpulan sebagai berikut:

- Aktifitas penyebab keterlambatan pembangunan kapal berdasarkan tujuh pemborosan dengan nilai tertinggi yaitu *storage* (penyimpanan). Dimana terlalu banyak penumpukan material di tengah proses produksi Karena kedatangan material bersifat menerus dan harus segera diproses, atau Karena adanya ketidak seimbangan proses produksi antara tahap satu dengan tahap yang lain.
- Pada studi kasus ini, *Value Stream Analysis Tool* (VALSAT) yang digunakan adalah *Process Activity Mapping* (PAM) dengan total nilai rekapitulasi pemilihan *tool* sebesar 41. *Tool* ini akan memetakan dan menggolongkan seluruh aktifitas produksi secara detail. Pada PAM awal terdapat total waktu jam orang proses pembangunan satu blok kapal sebesar 133.6 jam dan menunjukkan waktu operasi yang termasuk *value adding activity* memiliki jumlah sebesar 758.22 jam (85%), sedangkan aktifitas lainnya yaitu *transportation* sebesar 21.69 jam (2.44%), *inspection* sebesar 41.04 jam (4.62%), *storage* sebesar 41.25 jam (4.65%) dan *delay* sebesar 25.33 jam (2.85%). Pada usulan perbaikan dengan membuat rekomendasi PAM terlihat jumlah jam orang untuk aktifitas pada *operation* naik dari 85% menjadi 91% . Sedangkan jumlah jam orang untuk aktifitas *delay* yang terjadi turun dari 2.85% menjadi 1.51%. Dari penjabaran ini dapat disimpulkan bahwa jumlah waktu pengerjaan lebih singkat 43.71 jam hari dari total waktu pengerjaan selama 133.6 jam menjadi 90 jam.
- Usulan perbaikan untuk pemborosan tipe *storage* dapat dilakukan dengan:

1. Merubah system *push* yang diterapkan oleh perusahaan dan digantikan dengan system tarik (*pull*), dimana kebutuhan material akan diberikan didasarkan pada kebutuhan dari tahap proses produksi berikutnya, sehingga mengurangi *inventory*
2. Melakukan kerjasama dengan pihak *supplier* agar proses pengadaan barang dan jasa menyesuaikan dengan system batch atau block, yang artinya pemasok akan memebrikan layanan tambahan berupa *sorting row material* dengan kebutuhan per block, sehingga seluruh aktivitas yang berhubungan dengan melakukan *Non vale added activities* akan hilang.
3. Memusatkan proses *labelling* dan *control material* jadi satu bagian, sehingga akan lebih terkonsentrasi terhadap metode keda sehingga lebih maksimal.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pihak galangan kapal yang diteliti maupun pihak yang berkepentingan, sehingga saran yang dapat diberikan yaitu :

- Langkah-langkah yang dapat dilakukan oleh manajemen aktivitas adalah pemilihan aktivitas, pengurangan aktivitas, pembagian aktivitas dan penghilangan aktivitas yang dapat dilaksanakan terhadap aktivitas-aktivitas yang bukan penambah nilai (*non value added activities*)
- Bagi perusahaan, agar manajemen perusahaan dapat memperbaiki aktivitas dengan memilih langkah yang efektif dan relevan guna perbaikan system proses produksi kapal di perusahaan secara berkelanjutan.
- Agar mencapai tujuan penelitian yang berkelanjutan, maka untuk penelitian-penelitian selanjutnya dengan pokok bahasan yang sama sebaiknya, dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhuthaker,,SS. (2010) Activity based costing value stream mapping, Internasional Jurnal of Lean Thingking 1 (2)n:51-64
- Al – katen M. R. 1992 *a future role of quality in shipbuilding – reducing the odd*, *journal of ship production*, vol no 3 pp 137 – 147
- Amrizal. A, (2009). Peningkatan kualitas dan efisiensi layanan bis kampus universitas Indonesia Menggunakan analisis *Value Stream Mapping*
- Apo, 2004 achieving higer productivity through green productivity Asian productivity organization, training manual participant handbook.
- Chandler,F. 2004. Using Root Cause Analysis to Understand Failures and Accident. Washington DC.
- Gasperz Vincent 2007 *lean six sigma for manufacturing and service industries*, Jakarta : PT. Gramedia
- Gasperz Vincent 2006 Continuous cost reduction through lean-sigma approach, Jakarta : PT. Gramedia
- Gasperz Vincent 2002 Continuous cost reduction through lean-sigma approach, Jakarta : PT. Gramedia
- Hins, Peter and Taylor David (2002) *lean Proceeding of lean enterprise research centre Cardiff business school*, UK.
Url : [http : // www.cf.ac.uk/carbs/lom/learch/centre/publication](http://www.cf.ac.uk/carbs/lom/learch/centre/publication)
- Hins, Peter and Nick Rich, 1997 “The Seven Value Stream Mapping Tools”, *Internasional Journal of Operation and Production Management*, Vol. 17 Issue: 1, pp. 46-64.
Url : <http://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Hansen dan Mowen, 2006, *Akuntansi Manajemen*, Jakarta,Penerbit Salemba Empat.
- Ishikawa, K. (1968). *Guide to Quality Control*. Tokyo
- Ma’ruf, B. (2007), *Pengembangan model Formulasi Strategi untuk perusahaan galangan kapal*, Disertasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

- Ma'ruf, B. (2009), 'Strategic Analysis of The Indonesian Shipyard to sustain In New Building Business', International Journal of Logistics and Transport, Vol. Number 1, ISSN: 1906-052
- Ma'ruf, B. 2014, "Aplikasi Manajemen dan Teknologi Untuk Mendorong Daya Saing Industri Kapal dan Industri Pelayaran Nasional", *Seminar nasional Manajemen Teknologi XXI*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Modem, Y. Toyota production system : an integrated approach to just in time, 2nd ed. Industrial engineering and management press, Norcross, GA 1993
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System. Tokyo
- Ohno, T (1985). Japan Management association, Kanban : just-in-time at Toyota Productivity press), Cambridge, MA
- Rawabdeh, I (2005) "A Model for the Assessment of Waste in job shop environments", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 8, pp. 800-822.
- Riyadi. M. Kajian Efisiensi Proses Produksi Kapal dengan Pendekatan Konsep Manufacturing cycle effectiveness (MCE) Studi kasus PT. PAL Indonesia 2016, Jurusan Teknik Perkapalan ITS
- Rahmawati, Emi. 2008. "Upaya Menghilangkan Aktivitas-Aktivitas Tidak Bernilai Tambah Dalam Proses Pabrikasi Di Divisi Kapal Perang PT. PAL Indonesia Surabaya". Diakses pada tanggal 3 Mei 2015 dari <http://www.adln.lib.unair.ac.id/go.php>
- Mulyadi 2007. Sistem Perencanaan dan Pengendalian Manajemen: Sistem pelipatganda kinerja perusahaan. Jakarta: Salemba Empat.
- Mulyadi. 2003. *Activity-Based Cost System*. Edisi 6. Yogyakarta: UPP AMP YKPN
- Mulyadi, 2001, Akuntansi Manajemen: Konsep, Manfaat dan Rekayasa, Edisi 3, Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Saraswat, R. Azhar A. Mudjahidin. dan Kunhadi D, (2011) Perancangan Group Technology Layout di PT. DTPS Surabaya dengan Metode Simulasi dan Taguchi, 'Jurnal Teknik Industri' Vol 12, No. 2, Hal : 104-109

- Shingo. S, A 1989. Study of the Toyota production system from an industrial engineering, view point productivity press, Cambridge
- Shingo, S.(1985). A Revolution in Manufacturing : The SMED System, pp. 26-27
- Storch, Richard Lee, et al. (1995). Ship Production. The Society Of Naval Architects and Marine Engineeners: New Jersey.
- Sumayang, Lalu. 2003. Dasar - Dasar Manajemen Produksi & Operasi. Jakarta: Salemba Empat
- Saftiana, Y., Ermadiana, dan Weddie A.R (2007). “analisis manufacturing cycle effectiveness dalam meningkatkan cost effective pada pabrik pengolahan kelapa sawit. “jurnal Akuntansi dan Keuangan, Vol. 12, No. 1, Januari.
- Ypsilanti, Michigan. 2001, *Shipbuilding and Lean Manufacturing - A Case Study*, Paper presented Ship Production Symposium.

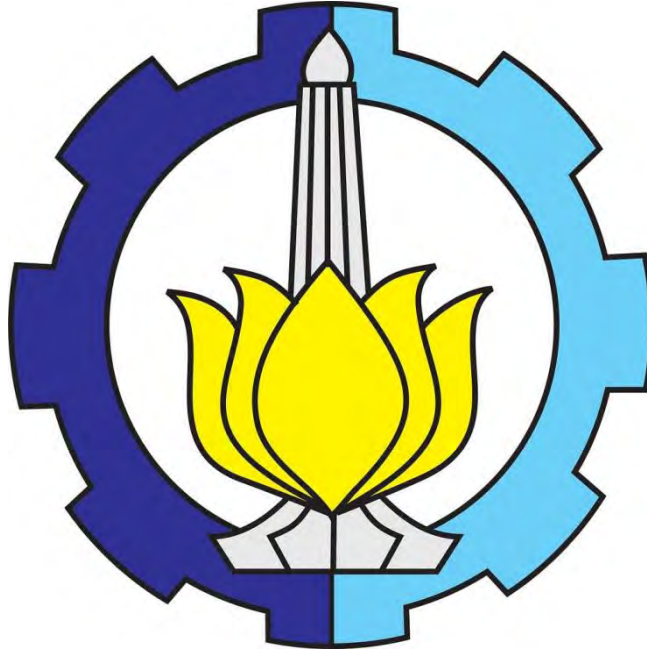
“Halaman ini sengaja dikosongkan”



LAMPIRAN

- **Kuesioner Penelitian**
- **Hasil pengolahan kuesioner**
- ***Breakdown* Aktivitas proses produksi kapal**
- **Hasil perhitungan jam orang**
- **Data hasil perhitungan *lead time***
- ***Big picture Mapping* saat ini**
- **Tabel *Six Sigma***
- **Aliran proses produksi**
- **Pembagian zona proyek**
- **Pembagian zona proyek**
- **Struktur Organisasi PT Dumas**
- **Layout Galangan 12**
- ***Layout Galangan 24***
- ***Surat On The Job Training***
- **Biodata penulis**

KUESIONER PENELITIAN
TESIS



Kuesioner ini merupakan salah satu media yang digunakan oleh peneliti untuk melakukan pembobotan waste yang terjadi dalam value stream dilantai produksi pada Department Hull Construction. Segala aktifitas wawancara dan data yang diperoleh murni digunakan untuk kepentingan pendidikan dan tidak akan dipublikasikan

Penyebaran kuesioner ini bersifat murni penelitian sehingga kesediaan Bapak/Ibu merengking setiap pemborosan sesuai dengan kondisi nyata area kerja sangat diharapkan. Atas perhatian dan kesediaannya disampaikan terima kasih.

KUESIONER PENELITIAN

STUDI IMPLEMENTASI LEAN SIX SIGMA DENGAN PENDEKATAN VALUE STREAM MAPPING UNTUK MEMINIMUMKAN NON VALUE ADDED DI INDUSTRI GALANGAN KAPAL (Studi Kasus di PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard Surabaya)

Kepada Yang Terhormat :

Bapak/Ibu/Sdr Responden

Di Tempat,

Dengan Hormat,

Dalam kesibukan Bapak/Ibu/Sdr Responden pada saat ini perkenankanlah saya mohon untuk meluangkan sedikit waktu untuk mengisi kuesioner ini.

Penelitian ini dilaksanakan dalam rangka penyusunan Tesis dari bidang keahlian Teknologi Produksi dan Material Kelautan, Program Pascasarjana Teknologi Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mennetukan variable yang berpengaruh terhadap proses produksi dala pembangunan kapal baru.

Maka, perkenankanlah saya yang melakukan penelitian

Nama : An Apriyani Tebiary

NRP : 4115203005

Atas kesempatan yang diberikan, sebelum dan sesudahnya saya ucapkan terima kasih.

Petunjuk Pengisian

1. Bacalah semua defenisi pemborosan yang terjadi menurut Konsep Lean – Sigma
2. Sesuai dengan kondisi nyata lapangan, berilah scoring untuk setiap waste dengan ketentuan sebagai berikut:
 - Skor maksimum untuk setiap pemborosan adalah 5
 - Skor minimum untuk setiap pemborosan adalah 0

Contoh Pengisian

No.	Pemborosan	Skor
1	Produksi Berlebihan (Over Production)	4
2	Waktu Tunggu (Waiting)	3
3	Transportasi (Excessive Transportation)	5
4	Proses yang tidak sesuai (Inappropriate processing)	3
5	Persediaan yang tidak perlu (unnecessary Inventory)	2
6	Gerakan yang tidak perlu (unnecessary motion)	3
7	Defect	3
Total		23

Penjabaran yang lebih detail mengenai ketujuh pemborosan (waste) yang disebutkan diatas dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini:

Tipe Pemborosan:

1. Produksi Berlebihan (Over Production)
Stasiun Sebelumnya memproduksi terlalu banyak atau terlalu cepat sehingga terjadi inventory in process serta titik-titikpenyimpanannya
2. Waktu Tunggu (Waiting)
Material menunggu bukan material yang mengalir. Orang-orang yang menunggu barang sisa adalah sumberdaya yang paling kritis, dan mengakibatkan tingginya lead time (waktu produksi) seperti kondisi dimana produk menunggu operator untuk diproses atau sebaliknya, operator menunggu produk yang akan diproses
3. Transportasi (Excessive Transportation)
Gerakan material, informasi dan manusia yang tidak meningkatkan nilai dari produk dan mengakibatkan boros terhadap waktu, usaha dan biaya kepada pelanggan. Transportasi

adalah kegiatan yang tidak bisa dihindari, tetapi setidaknya dapat direduksi dengan cara meminimalisasikan jarak antara lokasi supply chain yang terdapat diluar dan didalam perusahaan, dan mengefisiensikan penggunaan sarana program transportasi antar lokasi.

4. Proses yang tidak sesuai (Inappropriate processing)

Terjadinya kesalahan proses yang diakibatkan oleh kesalahan penggunaan tools dan kesalahan prosedur atau system kerja (prosedur kerja dengan kondisi lapangan)

5. Persediaan yang tidak perlu (unnecessary Inventory)

Terjadinya persediaan yang berlebih baik berupa raw material, maupun finished good. Material membutuhkan ruang, biaya dan berpotensi mengalami kerusakan.

6. Gerakan yang tidak perlu (unnecessary motion)

Apapun gerakan yang tidak menambah nilai (Non value added) kepada produk merupakan barang sisa. Hal ini sangat terkait dengan nilai ergonomic dan tata letak komponen atau mesin terhadap material sehingga terjadi gerakan berlebihan pada operator dalam melakukan tugasnya.

7. Defect

Dapat berupa proses pekerjaan ulang, produk cacat yang dihasilkan baik work in process atau finished good atau dapat juga berupa complain customer terhadap produk.

Kuesioner Pembobotan Pemborosan

Nama :

Usia :

Jenis Kelamin :

Bagian/Area :

No.	Pemborosan	Skor
1	Produksi Berlebihan (Over Production)	
2	Waktu Tunggu (Waiting)	
3	Transportasi (Excessive Transportation)	
4	Proses yang tidak sesuai (Inappropriate processing)	
5	Persediaan yang tidak perlu (unnecessary Inventory)	
6	Gerakan yang tidak perlu (unnecessary motion)	
7	Defect	
Total		

Surabaya Oktober 2016

Responden

Lampiran 2 Hasil Pengolahan Kuesioner

WASTE	SKOR	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PSM
Over Production	0	1	3	0	1	3	3	0
Waiting	5	9	9	1	0	3	3	0
Transportation	2	9	0	0	0	0	0	1
Inappropriate processing	3	9	0	3	1	0	1	0
Unnecessary inventory	1	3	9	3	0	9	2	1
Unnecessary motion	4	9	1	0	0	0	0	0
Defect	6	1	0	0	9	0	0	0
Total	21	41	22	7	11	15	9	2

WASTE	Proses Activity	Supply Chain	Production	Quality Filter	Demand Amplification	Decition Point	Phisical
Over Production	4	3	0	4	12	12	0
Waiting	45	45	5	0	15	15	0
Transportation	9	0	0	0	0	0	1
Inappropriate processing	0	0	0	0	0	0	0
Unnecessary inventory	9	27	9	0	27	6	3
Unnecessary motion	18	2	0	0	0	0	0
Defect	6	0	0	54	0	0	0
Total	91	77	14	58	54	33	4
Rangking	1	2	6	4	3	5	7

Lampiran Breakdown Aktivitas

No	Aktivitas	Jarak	Mesin/Alat	Waktu (mnt)	Operasi	Transportasi	Inspeksi	Storage	Delay	Keterangan
Preparation Fabrication Block										
1	Transportation gudang		forklift/truck	20	O	T	I	S	D	
2	Transportation ke shot blasting dengan	65m	forklift/truck	20	O	T	I	S	D	
	Proses Shot Blasting			5	O	T	I	S	D	
3	Control Material			1	O	T	I	S	D	
4	Cek Mesin		visual	1	O	T	I	S	D	
5	Cek Sistem			1	O	T	I	S	D	
6	Cek Pelumas			1	O	T	I	S	D	
7	Cek Tekanan udara		manometer	1	O	T	I	S	D	
8	Hidupkan Panel		hand	0.1	O	T	I	S	D	
9	Hidupkan kontak kontrol sistem			0.1	O	T	I	S	D	
10	hidupkan fan pengusir debu			0.1	O	T	I	S	D	
11	Hidupkan upper transversal screw			0.1	O	T	I	S	D	
12	Hidupkan Bucket elevator			0.1	O	T	I	S	D	
13	Hidupkan Lower srew trans			0.1	O	T	I	S	D	
14	Hidupkan Lower Long Screw			0.1	O	T	I	S	D	
15	Hidupkan motor shot			0.1	O	T	I	S	D	
16	Set program manual			3	O	T	I	S	D	
17	Proses Shot Blasting			60	O	T	I	S	D	
18	Bolak balik Plat			15	O	T	I	S	D	
Proses Shop Primer										
19	Nyalakan Lampu kabin panel			0.1	O	T	I	S	D	
20	control tekanan angin			0.5	O	T	I	S	D	
21	cek nozzle		masker, sarung tangan	5	O	T	I	S	D	Perhatikan persentase komposisi
22	mix cat dengan thinner			5	O	T	I	S	D	
23	Test spray (4 Nozzele)			3	O	T	I	S	D	
24	Tes Cat tanpa material			5	O	T	I	S	D	
25	Hidupkan ventilasi Spray Cab			0.1	O	T	I	S	D	
26	Keluarkan sisa tiner			3	O	T	I	S	D	
27	control cat			20	O	T	I	S	D	
28	Shop primer			60	O	T	I	S	D	
29	control mutu			20	O	T	I	S	D	

30	clean filter air less			5	O	T	I	S	D
31	clean spray nozzle			15	O	T	I	S	D
32	matikan control drive spray			0.1	O	T	I	S	D
33	matikan ventilasi spray cabinet			0.1	O	T	I	S	D
34	matikan semua tombol display prog			0.1	O	T	I	S	D
35	tutup valve manual			0.1	O	T	I	S	D
36	Transp dengan forklift			10	O	T	I	S	D
37	simpan sementara di gudang			2400	O	T	I	S	D
Fabrication Block									
38	Trans gudang to Fab	95m		30	O	T	I	S	D
39	Trans Flame Planner			60	O	T	I	S	D
40	Trans Transver			20	O	T	I	S	D
41	Siapkan Alat Ukur			30	O	T	I	S	D
42	Clean Surface plat			10	O	T	I	S	D
43	Identifikasi plat yang di marking			45	O	T	I	S	D
44	Cek Plat (defect)			5	O	T	I	S	D
45	Cek Schedule kebutuhan Plat			5	O	T	I	S	D
46	Marking			40	O	T	I	S	D
47	Cek ukuran			25	O	T	I	S	D
48	Pelumas alat			20	O	T	I	S	D
49	cek kekedapan oksigen			10	O	T	I	S	D
50	Cek kutub gas			5	O	T	I	S	D
51	Switch on power			3	O	T	I	S	D
52	set up cuncum			0.5	O	T	I	S	D
53	pasang rel			10	O	T	I	S	D
Potong NC Gas									
54	Trans Fabrication	65m		20	O	T	I	S	D
55	Clean rel			20	O	T	I	S	D
56	Hidupkan power			0.5	O	T	I	S	D
57	Open katub oksigen			0.5	O	T	I	S	D
58	open ace			0.5	O	T	I	S	D
59	set plat sejajar dengan rel			10	O	T	I	S	D
60	set nozzle			10	O	T	I	S	D
61	Input paper tape			15	O	T	I	S	D
62	Nyalakan nozzle			0.5	O	T	I	S	D
63	set api			3	O	T	I	S	D
64	marking NC Gas			15	O	T	I	S	D
65	Cutting NC gas			25	O	T	I	S	D
66	Pindah plat sisa			45	O	T	I	S	D
67	Clean rell			30	O	T	I	S	D
68	Transp			20	O	T	I	S	D

70	Clean rell			10	O	T	I	S	D
71	Cek dan coba jalankan			10	O	T	I	S	D
72	Cek kelancaran toroh			10	O	T	I	S	D
73	Sesuaikan dengan ketebalan plat			10	O	T	I	S	D
74	Ukuran elektroda			5	O	T	I	S	D
75	Switch ring cocokkan dengan tabel			10	O	T	I	S	D
76	cek nozzle cap			10	O	T	I	S	D
77	open control gas N2 O2			20	O	T	I	S	D
78	Cek Power marking			5	O	T	I	S	D
79	Matikan			0.5	O	T	I	S	D
80	Marking sesuai nama			3	O	T	I	S	D
81	Comp/Block			32	O	T	I	S	D
Bending									
82	Transp to shop bending	20m		20	O	T	I	S	D
83	Pelumasan			5	O	T	I	S	D
84	Cek Roll			5	O	T	I	S	D
85	Cek peralatan			10	O	T	I	S	D
86	Cek diameter			5	O	T	I	S	D
87	Cek diameter benda kerja			5	O	T	I	S	D
88	Gambar patok kerja			30	O	T	I	S	D
89	Letakan plat			10	O	T	I	S	D
90	sejajarkan dengan roll bending			5	O	T	I	S	D
91	Turunkan benda kerja dari roll			2	O	T	I	S	D
Fairing									
92	Transp to shop fairing	20m		20	O	T	I	S	D
93	Siapkan alat kerja			10	O	T	I	S	D
94	tentukan bengkok siis			10	O	T	I	S	D
95	siapkan jig penahan			30	O	T	I	S	D
96	tentukan sudut rambu			15	O	T	I	S	D
97	pemanasan			20	O	T	I	S	D
98	Cek hasil dengan rambu			10	O	T	I	S	D
99	Masukan ke buffer			10	O	T	I	S	D
Sub Assembly Block									
100	Trans to Sub assembly	30m		20	O	T	I	S	D
101	Siapkan alat las			15	O	T	I	S	D
102	Cek kerataan plat			10	O	T	I	S	D
103	cek gap			15	O	T	I	S	D
104	clean alur las			15	O	T	I	S	D
105	mark las ikat			10	O	T	I	S	D
106	Penyimpanan sisa kawat las			40	O	T	I	S	D
107	Las Ikat			15	O	T	I	S	D

108	Clean Slag			30	O	T	I	S	D
109	Control unit copper backing			30	O	T	I	S	D
110	Isi flux copper copper backing			15	O	T	I	S	D
111	Cek unit mesin			10	O	T	I	S	D
112	Set ujung mesin dijoint			10	O	T	I	S	D
113	cek sudut elektroda			15	O	T	I	S	D
114	Cek kondisi las			2	O	T	I	S	D
115	Nyalakan kontak Switch			1	O	T	I	S	D
116	Las			800	O	T	I	S	D
117	Clean Slag			20	O	T	I	S	D
118	Clean hasil las			20	O	T	I	S	D
119	Clean mesin Las			20	O	T	I	S	D
MPL Block									
120	Transp to MPL	20m		20	O	T	I	S	D
121	Cek mark di plat ukuran dan kampuh			10	O	T	I	S	D
122	siapkan las ikat			10	O	T	I	S	D
123	Set tepi plat dan gading			20	O	T	I	S	D
124	Ikat dari tengah ke tepi			20	O	T	I	S	D
125	Pasang ear plat			60	O	T	I	S	D
126	Pasang penguat			30	O	T	I	S	D
MPL Line Weld Block									
127	Siapkan alat yang ada	20m		30	O	T	I	S	D
128	Switch			2	O	T	I	S	D
129	Pasang tub piece			10	O	T	I	S	D
130	Masukan weld joint			10	O	T	I	S	D
131	Control backing copper			15	O	T	I	S	D
132	Isi Copper			30	O	T	I	S	D
133	Sesuaikan elektrode dengan sambungan			5	O	T	I	S	D
134	cek sudut elektroda			10	O	T	I	S	D
135	periksa kondisi las			15	O	T	I	S	D
136	Clean las			15	O	T	I	S	D
137	Clean mesin Las			15	O	T	I	S	D
138	Clean hasil las			10	O	T	I	S	D
Assembly Block									
139	Transp. to assembly	30m		20	O	T	I	S	D
140	Cek Dimensi berat block			60	O	T	I	S	D
141	tentukan lokasi yang sesuai			30	O	T	I	S	D
142	atur Tank Top			30	O	T	I	S	D
143	Atur Wrang			30	O	T	I	S	D
144	Atur Stopper			30	O	T	I	S	D
145	Fitting			300	O	T	I	S	D

146	Leveling			15	O	T	I	S	D	
147	Fitting wrang dengan girder			120	O	T	I	S	D	
148	pasangkan collar plat			60	O	T	I	S	D	
149	Las			400	O	T	I	S	D	
150	pasang ear plat			30	O	T	I	S	D	
151	Turning over block			60	O	T	I	S	D	
152	Balik Blok			60	O	T	I	S	D	
153	Pasang Plat kulit			180	O	T	I	S	D	
154	Fitting plat kulit dasar			120	O	T	I	S	D	

Lampiran Hasil Perhitungan Jam Orang Efektif

Activity	Jumlah Operator	Ship	Cycle time	Batch Size		Process time		JO
			(menit/pcs)	(pcs/ton)		Menit	Jam	Jam
	1	2	3	4		5	6	7
						(3*4)	(5/60 menit)	(1*6)
Preparation								
Unloading	2		4	40	pcs	160.00	2.67	5.33
Grit Blasting & Painting	3		7	40	pcs	280.00	4.67	14.00
Trans. Transver	2		5	40	pcs	200.00	3.33	6.67
Fabrication								
Transport to fabrication	2		7	40	pcs	280.00	4.67	9.33
Set Up	3		7	27.9	Ton	195.30	3.26	9.77
Marking	6		5	27.9	Ton	139.50	2.33	13.95
Cutting	6		25	27.9	Ton	697.50	11.63	69.75
Cek Deffect	1		40	27.9	Ton	40.00	0.67	0.67
Labelling	3		9	27.9	Ton	251.10	4.19	12.56
Sub Assembly								
Inventory buffer								
Trans to sub Ass	2		15	27.9	Ton	15.00	0.25	0.50
Set Up	6		85	27.9	Ton	85.00	1.42	8.50
Sub Assembly part	6		38	27.9	Ton	1,060.20	17.67	106.02
Labelling Panel								
Assembly								
Set Up	4		10	27.9	Ton	279.00	4.65	18.60
Balik Block	2		60					
Assembly panel to block	20		60	27.9	Ton	1,674.00	27.90	558.00
Quality Check (Internal)	1		120	27.9	Ton	120.00	2.00	2.00
Loading & transportasi block	2		5	27.9	Ton	139.50	2.33	4.65
Total							93.60	834.96

Tabel 4.6 Perhitungan Lead Time Tahap *preparation*

Aktivitas		Preparation	
		Satuan (menit)	Satuan (Jam)
VA	Operasi	282.5	4,7
	Grit Blasting & Blasting	282.5	4,7
	Transportasi	360	6
	Unloading	160	2.67
NVA	Trans. Transver	200	3.33
	Inspeksi	245.5	4.09
	Set Up & Control Material	245.5	4.09
	Storage	565	9.41
	Delay	115	1.91
Lead time		1568	26.13

Tabel 4.7 Perhitungan Lead Time Tahap Fabrikasi

Aktivitas		Fabrikasi	
		Satuan(menit)	Satuan (Jam)
VA	Operasi	1122	18,7
	Cutting	930	15.5
	Marking	192	3.2
NVA	Transportasi	290	4,83
	Transportasi to fabrication	290	4,83
	Inspeksi	415	6.91
	Cek Deffect	40	0.67
	Set Up	375	6.25
	Storage	510	8.5
	Delay	283.5	4.72
Lead time		2620.5	43,67

Tabel 4.8 Perhitungan Lead Time Tahap sub-assembly

Aktivitas		<i>Sub Assembly</i>	
		Satuan(menit)	Satuan (Jam)
VA	Operasi	1043	17.38
	Sub Assembly Part	1043	17.38
NVA	Transportasi	20	0.3
	Transportasi to sub-assembly	20	0.3
	Inspeksi	85	1.41
	Set Up	85	1.41
	Storage	510	8.5
	Delay	200	3.3
Total		1858	30.96

Tabel 4.9 Perhitungan Lead Time Tahap assembly

Aktivitas		Assembly	
		Satuan(menit)	Satuan(Jam)
VA	Operasi	1625	27.08
	Assembly Panel to block	1625	27.08
NVA	Transportasi	45	0.75
	Loading & Transportasi Block	45	0.75
	Inspeksi	325	5.41
	Set Up	220	3.67
	Quality Check	65	1.08
	Quality Check Internal	40	0.67
	Storage	1015	16.91
	Delay	540	9
Lead Time		3350	59.15

Tabel 4.11 Efektifitas Tahap Preperation

Aktivitas		Preparation		
		Satuan (menit)	Satuan (Jam)	JO
VA	Operasi	282.5	4,7	9.33
	Grit Blasting & Blasting	282.5	4,7	9.33
NVA	Transportasi	360	6	3.55
	Unloading	160	2.67	1.5
	Trans. Transver	200	3.33	2.05
	Inspeksi	245.5	4.09	2.35
	Set Up & Control Material	245.5	4.09	2.35
	Storage	565	9.41	3.3
	Delay	115	1.91	2.47
Cycle time		1470	20.48	21
Waktu Efektif				44.42857143

Tabel 4.12 Perhitungan Efektifitas tahap Fabrikasi

Aktivitas		Fabrikasi		
		Satuan(menit)	Satuan (Jam)	JO
VA	Operasi	1122	18,7	80.2
	Cutting	930	15.5	64.46
	Marking	192	3.2	15.74
NVA	Transportasi	290	4,83	4.54
	Transportasi to fabrication	290	4,83	4.54
	Inspeksi	415	6.91	10.5
	Cek Deffect	40	0.67	3.5
	Set Up	375	6.25	7
	Storage	510	8.5	7.47
	Delay	283.5	4.72	7.33
Cycle time		2521	35.05	110.04
Waktu Efektif				72.882

Tabel 4.13 Perhitungan Efektifitas Tahap *Sub-Assembl*

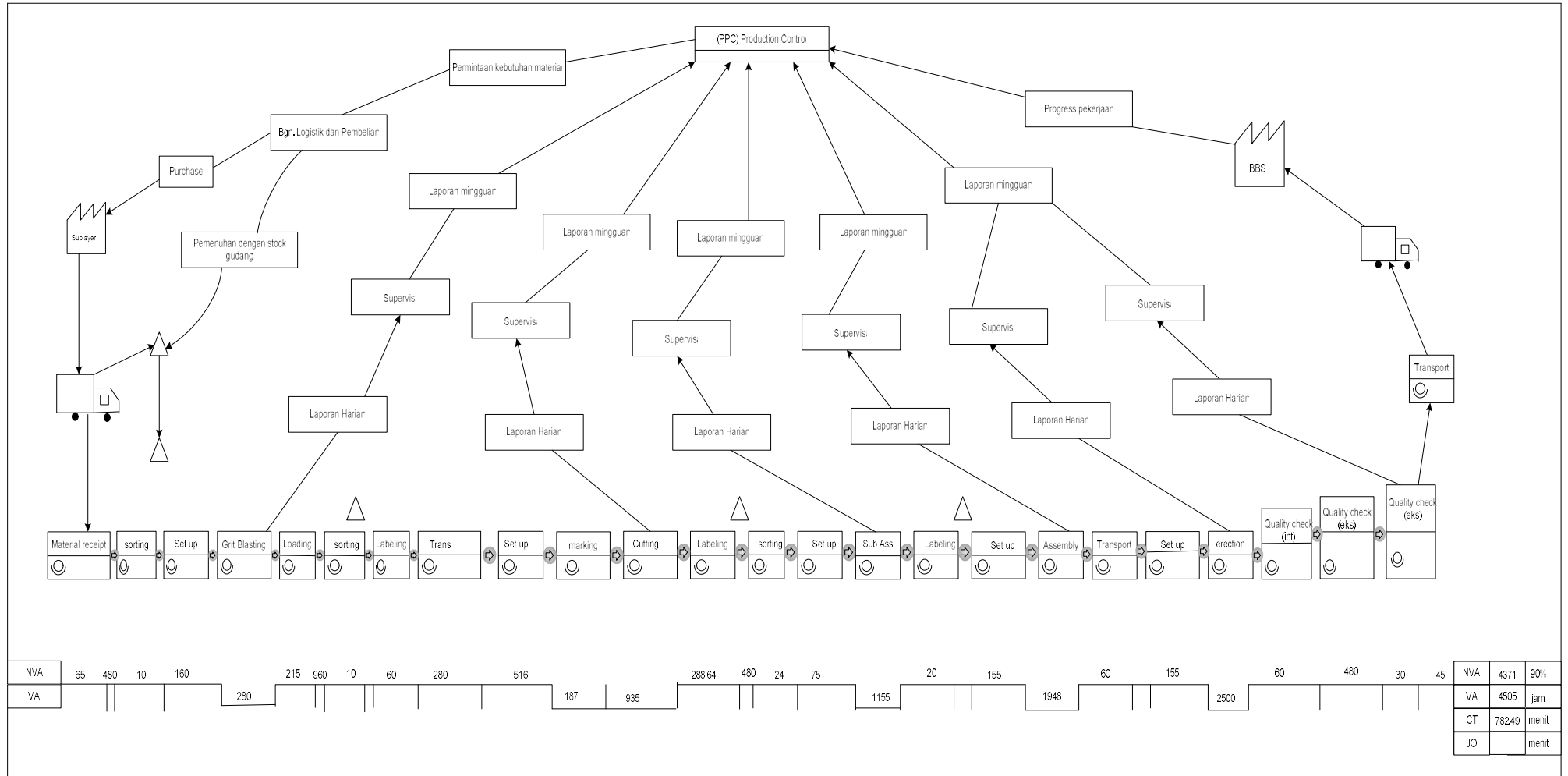
Aktivitas		<i>Sub Assembly</i>		
		Satuan(menit)	Satuan (Jam)	JO
VA	Operasi	1043	17.38	91.35
	Sub Assembly Part	1043	17.38	91.35
NVA	Transportasi	20	0.3	4
	Transportasi to sub-assembly	20	0.3	4
	Inspeksi	85	1.41	1.29
	Set Up	85	1.41	1.29
	Storage	510	8.5	4.12
	Delay	200	3.3	5.3
Total		1850.58	24.82	106.06
Waktu Efektif				86.130

Sumber: olah data primer 2016

Tabel 4.14 Perhitungan Efektifitas Tahap Assembly

Aktivitas		Assembly		
		Satuan(menit)	Satuan(Jam)	JO
VA	Operasi	1625	27.08	400.51
	Assembly Panel to block	1625	27.08	400.51
NVA	Transportasi	45	0.75	3.75
	Loading & Transportasi Block	45	0.75	3.75
	Inspeksi	325	5.41	5.41
	Set Up	220	3.67	13.23
	Quality Check	65	1.08	8.82
	Quality Check Internal	40	0.67	4.41
	Storage	1015	16.91	16.8
	Delay	540	9	4
Total		3516	51.59	206.54
Waktu Efektif				95.776

Lampiran *Big Picture Mapping* kondisi saat ini



LAMPIRAN 4

Tabel Konversi DPMO

Konversi DPMO ke Nilai *Sigma* Berdasarkan Konsep Motorola

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
0,00	933.193	0,51	838.913	1,02	684.386	1,53	488.033
0,01	931.888	0,52	836.457	1,03	680.822	1,54	484.047
0,02	930.563	0,53	833.977	1,04	677.242	1,55	480.061
0,03	929.219	0,54	831.472	1,05	673.645	1,56	476.078
0,04	927.855	0,55	828.944	1,06	670.031	1,57	472.097
0,05	926.471	0,56	826.391	1,07	666.402	1,58	468.119
0,06	925.066	0,57	823.814	1,08	662.757	1,59	464.144
0,07	923.641	0,58	821.214	1,09	659.097	1,60	460.172
0,08	922.196	0,59	818.589	1,10	655.422	1,61	456.205
0,09	920.730	0,60	815.940	1,11	651.732	1,62	452.242
0,10	919.243	0,61	813.267	1,12	648.027	1,63	448.283
0,11	917.736	0,62	810.570	1,13	644.309	1,64	444.330
0,12	916.207	0,63	807.850	1,14	640.576	1,65	440.382
0,13	914.656	0,64	805.106	1,15	636.831	1,66	436.441
0,14	913.085	0,65	802.338	1,16	633.072	1,67	432.505
0,15	911.492	0,66	799.546	1,17	629.300	1,68	428.576
0,16	909.877	0,67	796.731	1,18	625.516	1,69	424.655
0,17	908.241	0,68	793.892	1,19	621.719	1,70	420.740
0,18	906.582	0,69	791.030	1,20	617.911	1,71	416.834
0,19	904.902	0,70	788.145	1,21	614.092	1,72	412.936
0,20	903.199	0,71	785.236	1,22	610.261	1,73	409.046
0,21	901.475	0,72	782.305	1,23	606.420	1,74	405.165
0,22	899.727	0,73	779.350	1,24	602.568	1,75	401.294
0,23	897.958	0,74	776.373	1,25	598.706	1,76	397.432
0,24	896.165	0,75	773.373	1,26	594.835	1,77	393.580
0,25	894.350	0,76	770.350	1,27	590.954	1,78	389.739
0,26	892.512	0,77	767.305	1,28	587.064	1,79	385.908
0,27	890.651	0,78	764.238	1,29	583.166	1,80	382.089
0,28	888.767	0,79	761.148	1,30	579.260	1,81	378.281
0,29	886.860	0,80	758.036	1,31	575.345	1,82	374.484
0,30	884.930	0,81	754.903	1,32	571.424	1,83	370.700
0,31	882.977	0,82	751.748	1,33	567.495	1,84	366.928
0,32	881.000	0,83	748.571	1,34	563.559	1,85	363.169
0,33	878.999	0,84	745.373	1,35	559.618	1,86	359.424
0,34	876.976	0,85	742.154	1,36	555.670	1,87	355.691
0,35	874.928	0,86	738.914	1,37	551.717	1,88	351.973
0,36	872.857	0,87	735.653	1,38	547.758	1,89	348.268
0,37	870.762	0,88	732.371	1,39	543.795	1,90	344.578

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
0,38	868.643	0,89	729.069	1,40	539.828	1,91	340.903
0,39	866.500	0,90	725.747	1,41	535.856	1,92	337.243
0,40	864.334	0,91	722.405	1,42	531.881	1,93	333.598
0,41	862.143	0,92	719.043	1,43	527.903	1,94	329.969
0,42	859.929	0,93	715.661	1,44	523.922	1,95	326.355
0,43	857.690	0,94	712.260	1,45	519.939	1,96	322.758
0,44	855.428	0,95	708.840	1,46	515.953	1,97	319.178
0,45	853.141	0,96	705.402	1,47	511.967	1,98	315.614
0,46	850.830	0,97	701.944	1,48	507.978	1,99	312.067
0,47	848.495	0,98	698.468	1,49	503.989	2,00	308.538
0,48	846.136	0,99	694.974	1,50	500.000	2,01	305.026
0,49	843.752	1,00	691.462	1,51	496.011	2,02	301.532
0,50	841.345	1,01	687.933	1,52	492.022	2,03	298.056

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

Konversi DPMO ke Nilai *Sigma* Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	16.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.215	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

Konversi DPMO ke Nilai *Sigma* Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

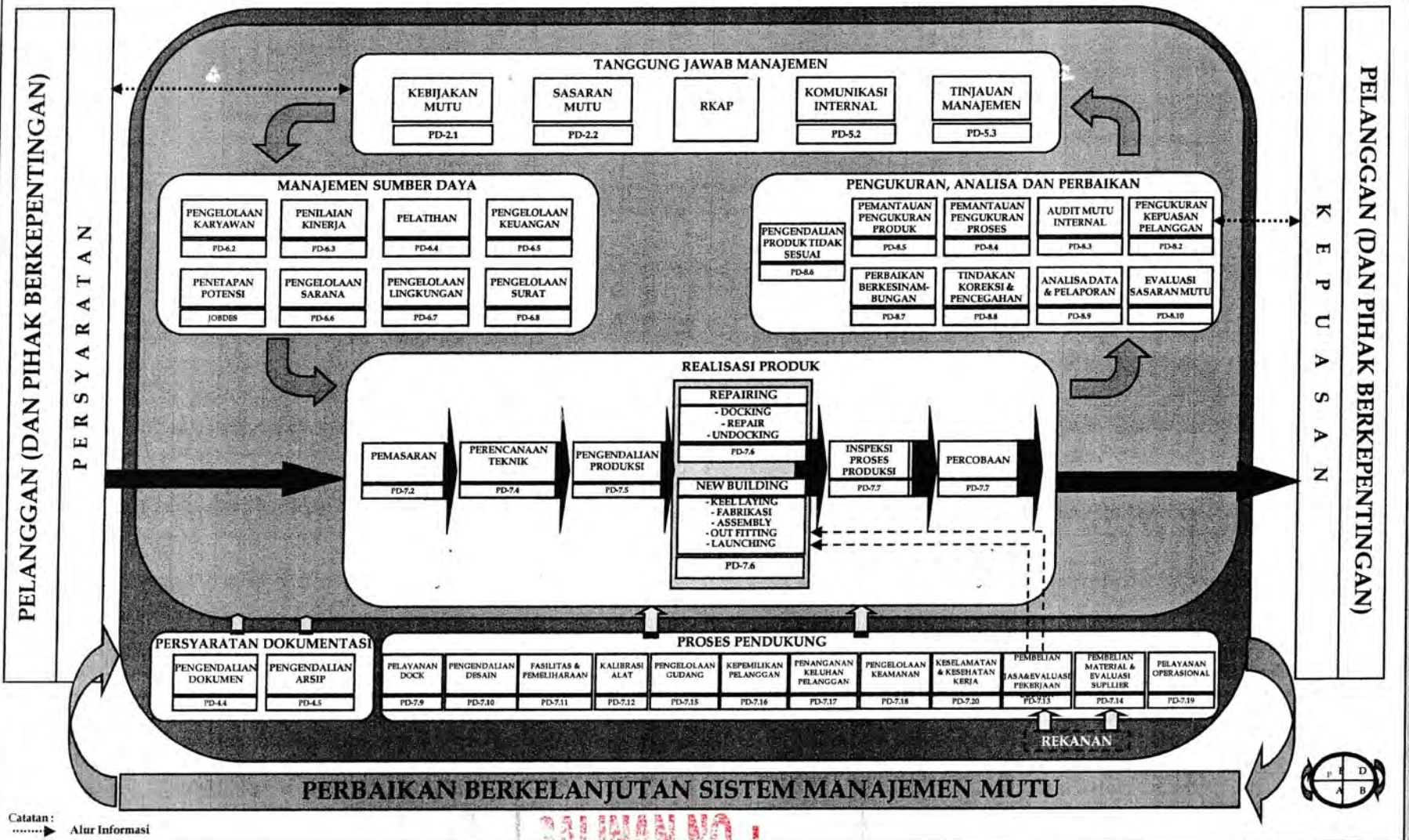
Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,08	4.940	4,59	1.001	5,10	159	5,61	20
4,09	4.799	4,60	968	5,11	153	5,62	19
4,10	4.661	4,61	936	5,12	147	5,63	18
4,11	4.527	4,62	904	5,13	142	5,64	17
4,12	4.397	4,63	874	5,14	136	5,65	17
4,13	4.269	4,64	845	5,15	131	5,66	16
4,14	4.145	4,65	816	5,16	126	5,67	15
4,15	4.025	4,66	789	5,17	121	5,68	15
4,16	3.907	4,67	762	5,18	117	5,69	14
4,17	3.793	4,68	736	5,19	112	5,70	13
4,18	3.681	4,69	711	5,20	108	5,71	13
4,19	3.573	4,70	687	5,21	104	5,72	12
4,20	3.467	4,71	664	5,22	100	5,73	12
4,21	3.364	4,72	641	5,23	96	5,74	11
4,22	3.264	4,73	619	5,24	92	5,75	11
4,23	3.167	4,74	598	5,25	88	5,76	10
4,24	3.072	4,75	577	5,26	85	5,77	10
4,25	2.980	4,76	557	5,27	82	5,78	9
4,26	2.890	4,77	538	5,28	78	5,79	9
4,27	2.803	4,78	519	5,29	75	5,80	9
4,28	2.718	4,79	501	5,30	72	5,81	8
4,29	2.635	4,80	483	5,31	70	5,82	8
4,30	2.555	4,81	467	5,32	67	5,83	7
4,31	2.477	4,82	450	5,33	64	5,84	7
4,32	2.401	4,83	434	5,34	62	5,85	7
4,33	2.327	4,84	419	5,35	59	5,86	7
4,34	2.256	4,85	404	5,36	57	5,87	6
4,35	2.186	4,86	390	5,37	54	5,88	6
4,36	2.118	4,87	376	5,38	52	5,89	6
4,37	2.052	4,88	362	5,39	50	5,90	5
4,38	1.988	4,89	350	5,40	48	5,91	5
4,39	1.926	4,90	337	5,41	46	5,92	5
4,40	1.866	4,91	325	5,42	44	5,93	5
4,41	1.807	4,92	313	5,43	42	5,94	5
4,42	1.750	4,93	302	5,44	41	5,95	4
4,43	1.695	4,94	291	5,45	39	5,96	4
4,44	1.641	4,95	280	5,46	37	5,97	4
4,45	1.589	4,96	270	5,47	36	5,98	4
4,46	1.538	4,97	260	5,48	34	5,99	4
4,47	1.489	4,98	251	5,49	33	6,00	3
4,48	1.441	4,99	242	5,50	32		

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,49	1.395	5,00	233	5,51	30 <i>Catatan:</i> Tabel konversi ini 29 Mencakup pengeseran 1,5-28 sigma untuk semua nilai Z		
4,50	1.350	5,01	224	5,52			
4,51	1.306	5,02	216	5,53			
4,52	1.264	5,03	208	5,54	27		
4,53	1.223	5,04	200	5,55	26		
4,54	1.183	5,05	193	5,56	25		
4,55	1.144	5,06	185	5,57	24		
4,56	1.107	5,07	179	5,58	23		
4,57	1.070	5,08	172	5,59	22		
4,58	1.035	5,09	165	5,60	21		

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

PT DUMAS TANJUNG PERAK SHIPYARD

DIAGRAM PROSES BISNIS SHIP BUILDING AND SHIP REPAIR



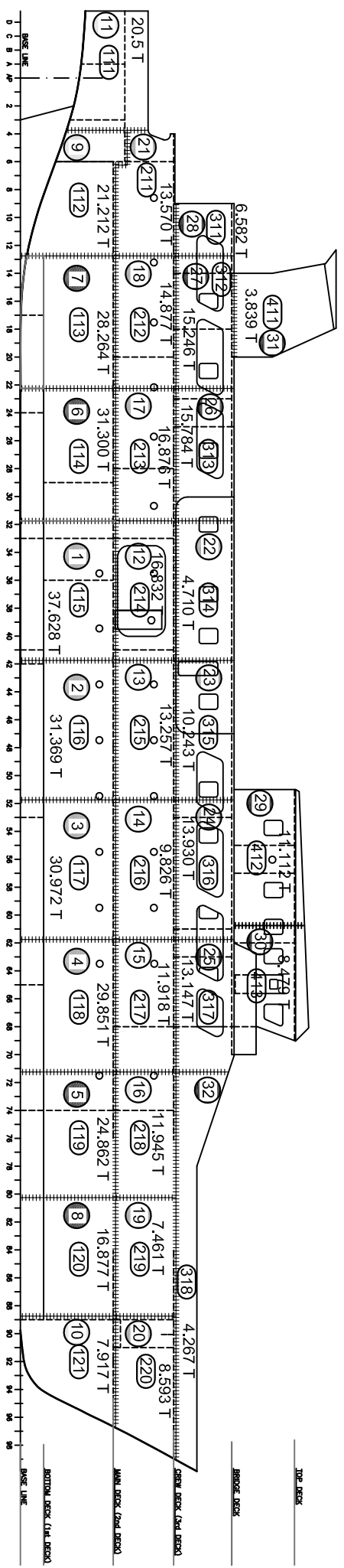
Catatan:
> Alur Informasi

31/11/2011 15:01



NOTE : #. DELIVERY 2016
 #. TOTAL BLOCK CONSTRUCTION = 32 BLOCK

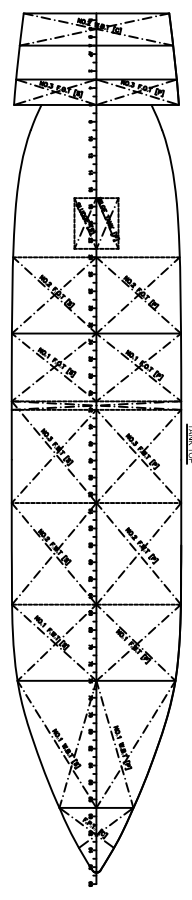
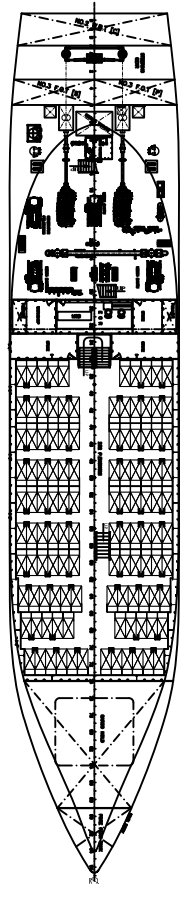
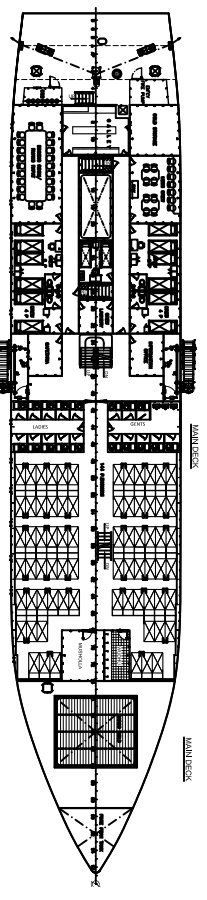
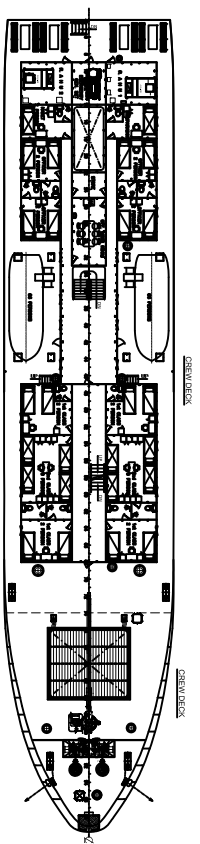
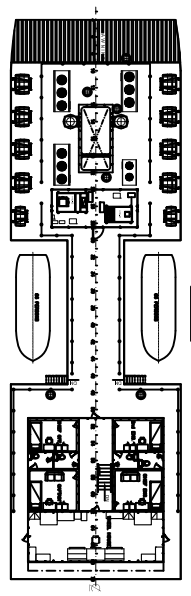
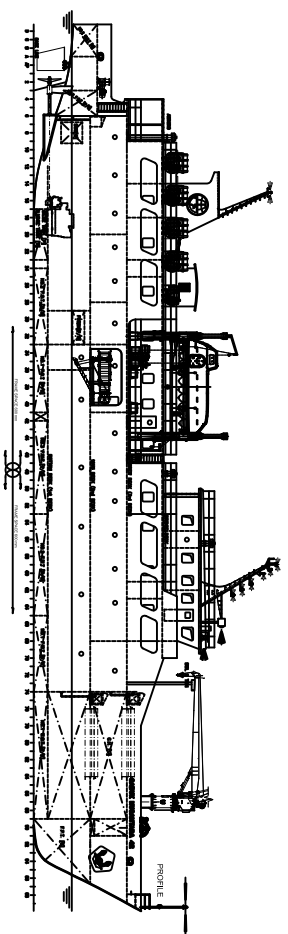
NETWORK ERECTION KONSTRUKSI BLOCK KAPAL PERINTIS 1200 GT PAKET L-M-N



UKURAN UTAMA

PANJANG SELURUH	(L O A)	:	62.80 M
PANJANG A. G. T.	(L P P)	:	57.36 M
LEBAR	(B)	:	12.00 M
TINGGI	(H)	:	4.00 M
SARAT	(T)	:	2.70 M
KECEPATAN	(V)	:	12 KNOT
DAYA MESIN		:	2 x 1000 HP

PIMPINAN PROYEK	KABAG. PPC	PPC
(ABDUL HAKIM)	(YUSWANAN)	(IGNATIUS. W)

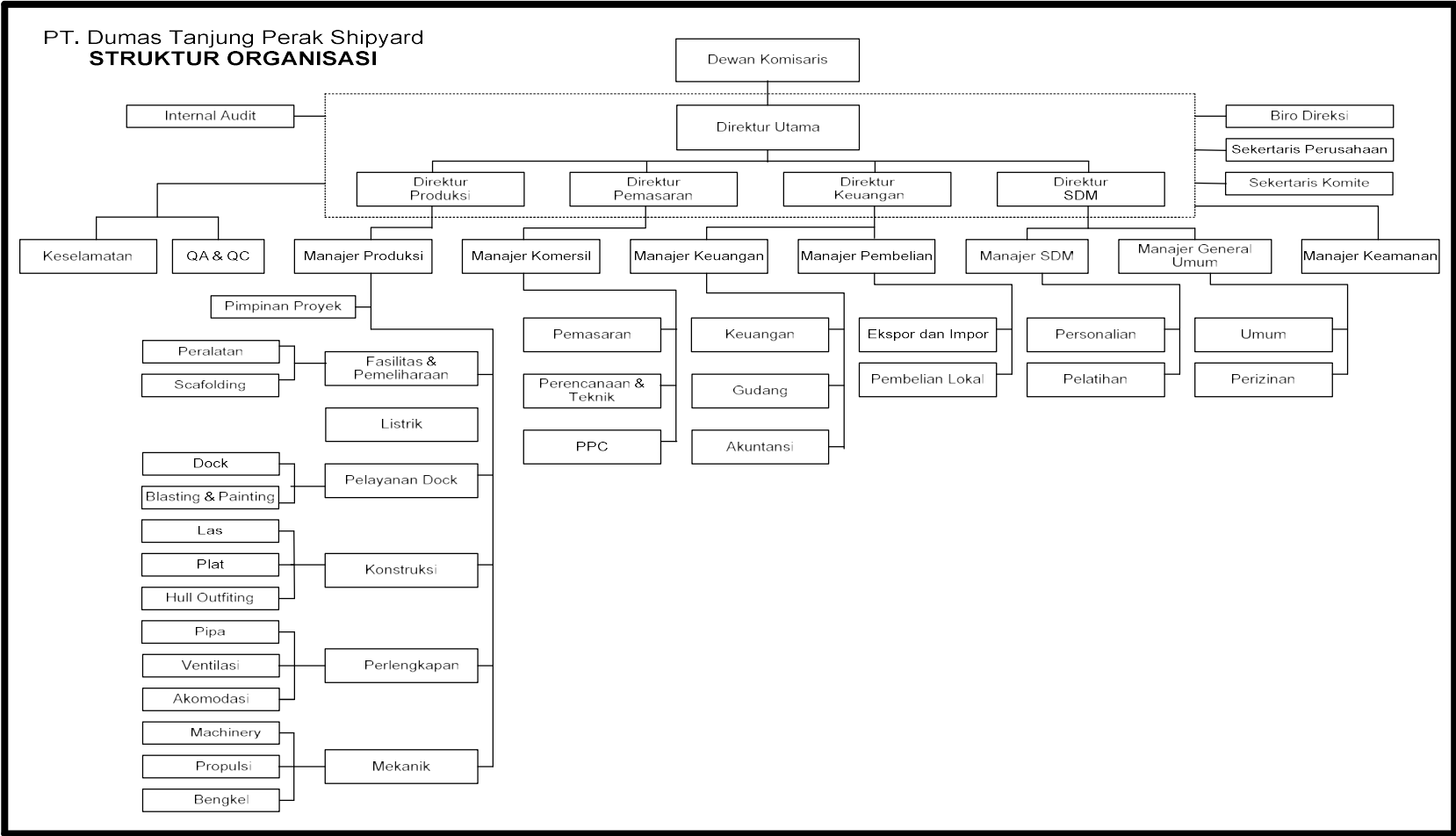


KAPASITAS : 38 ORANG
A. B. K.
REKONSTRUKSI
PERUMPAH BONGKAM (B) : 372 ORANG
PERUMPAH BONGKAM (K) : 400 ORANG
PERUMPAH BELAJI (T) : 8 ORANG
JUMLAH PERUMPAH (V) : 400 ORANG

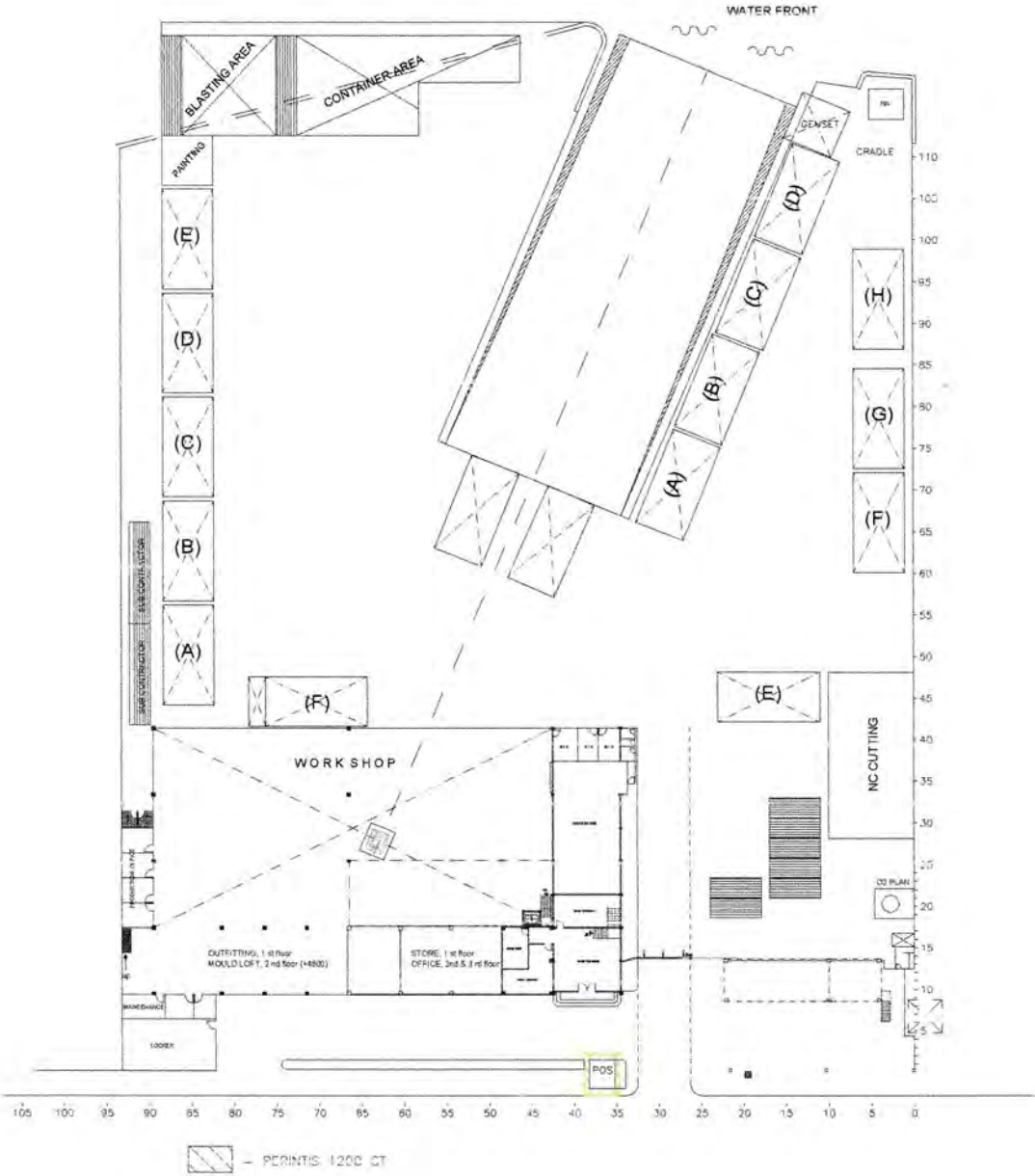
UKURAN UTAMA (L.O.A) : 62,80 M
PANJANG SELURUH (L.P.P) : 57,20 M
LEBAR (B) : 10,00 M
Tinggi (T) : 2,20 M
SARUNG KECERMAN (V) : 12 KNOT
DAYA BERSI : 2 x 5000 HP

GENERAL ARRANGEMENT	
NO.	DESCRIPTION
1	KAPAL PERINTIS 1200 GT
2	PERUMPAH BONGKAM
3	PERUMPAH BELAJI
4	PERUMPAH BONGKAM
5	PERUMPAH BELAJI
6	PERUMPAH BONGKAM
7	PERUMPAH BELAJI
8	PERUMPAH BONGKAM
9	PERUMPAH BELAJI
10	PERUMPAH BONGKAM
11	PERUMPAH BELAJI
12	PERUMPAH BONGKAM
13	PERUMPAH BELAJI
14	PERUMPAH BONGKAM
15	PERUMPAH BELAJI
16	PERUMPAH BONGKAM
17	PERUMPAH BELAJI
18	PERUMPAH BONGKAM
19	PERUMPAH BELAJI
20	PERUMPAH BONGKAM
21	PERUMPAH BELAJI
22	PERUMPAH BONGKAM
23	PERUMPAH BELAJI
24	PERUMPAH BONGKAM
25	PERUMPAH BELAJI
26	PERUMPAH BONGKAM
27	PERUMPAH BELAJI
28	PERUMPAH BONGKAM
29	PERUMPAH BELAJI
30	PERUMPAH BONGKAM
31	PERUMPAH BELAJI
32	PERUMPAH BONGKAM
33	PERUMPAH BELAJI
34	PERUMPAH BONGKAM
35	PERUMPAH BELAJI
36	PERUMPAH BONGKAM
37	PERUMPAH BELAJI
38	PERUMPAH BONGKAM
39	PERUMPAH BELAJI
40	PERUMPAH BONGKAM
41	PERUMPAH BELAJI
42	PERUMPAH BONGKAM
43	PERUMPAH BELAJI
44	PERUMPAH BONGKAM
45	PERUMPAH BELAJI
46	PERUMPAH BONGKAM
47	PERUMPAH BELAJI
48	PERUMPAH BONGKAM
49	PERUMPAH BELAJI
50	PERUMPAH BONGKAM
51	PERUMPAH BELAJI
52	PERUMPAH BONGKAM
53	PERUMPAH BELAJI
54	PERUMPAH BONGKAM
55	PERUMPAH BELAJI
56	PERUMPAH BONGKAM
57	PERUMPAH BELAJI
58	PERUMPAH BONGKAM
59	PERUMPAH BELAJI
60	PERUMPAH BONGKAM
61	PERUMPAH BELAJI
62	PERUMPAH BONGKAM
63	PERUMPAH BELAJI
64	PERUMPAH BONGKAM
65	PERUMPAH BELAJI
66	PERUMPAH BONGKAM
67	PERUMPAH BELAJI
68	PERUMPAH BONGKAM
69	PERUMPAH BELAJI
70	PERUMPAH BONGKAM
71	PERUMPAH BELAJI
72	PERUMPAH BONGKAM
73	PERUMPAH BELAJI
74	PERUMPAH BONGKAM
75	PERUMPAH BELAJI
76	PERUMPAH BONGKAM
77	PERUMPAH BELAJI
78	PERUMPAH BONGKAM
79	PERUMPAH BELAJI
80	PERUMPAH BONGKAM
81	PERUMPAH BELAJI
82	PERUMPAH BONGKAM
83	PERUMPAH BELAJI
84	PERUMPAH BONGKAM
85	PERUMPAH BELAJI
86	PERUMPAH BONGKAM
87	PERUMPAH BELAJI
88	PERUMPAH BONGKAM
89	PERUMPAH BELAJI
90	PERUMPAH BONGKAM
91	PERUMPAH BELAJI
92	PERUMPAH BONGKAM
93	PERUMPAH BELAJI
94	PERUMPAH BONGKAM
95	PERUMPAH BELAJI
96	PERUMPAH BONGKAM
97	PERUMPAH BELAJI
98	PERUMPAH BONGKAM
99	PERUMPAH BELAJI
100	PERUMPAH BONGKAM

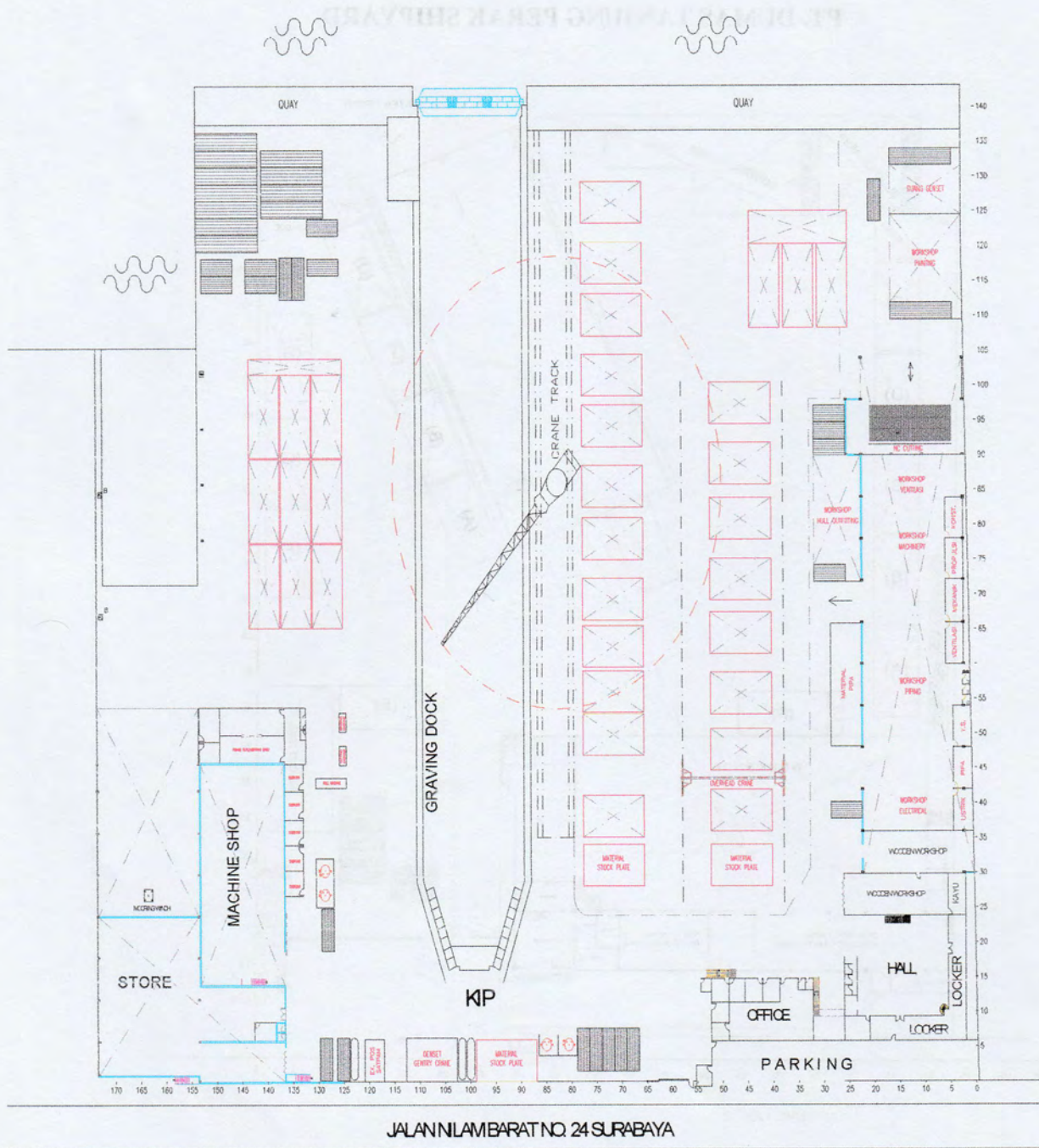
Lampiran Struktur Organisasi PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard



PT. DUMAS TANJUNG PERAK SHIPYARD



Gambar 1. *Layout* galangan Nilam Barat No 12 (PT. Dumas)



Gambar 2. Layout galangan Nilam Barat No. 24 (PT. Dumas).

BIODATA PENULIS



An Apriyani Tebiary, lahir di Ambon pada tanggal 29 april 1993. Penulis yang akrab dipanggil An ini merupakan anak ke enam dari enam bersaudara. Penulis memulai studinya di SD Negeri 1 Passo dengan usia 5 tahun. Penulis melanjutkan studi di SMP Negeri 7 Ambon, kemudian melanjutkan studi ke SMA Negeri 4 Ambon pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2010. Kemudian penulis melanjutkan studi jenjang strata satu di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri di Universitas Pattimura Ambon pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2014 selama masa Pendidikan penulis juga menjadi asisten dosen di kampus Akademi Maritim Maluku (AMM) dan sering terlibat dalam penelitian-penelitian. Saat ini penulis sedang menempuh Pendidikan magister di jurusan Teknik Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya mengambil bidang studi Industri Perkapalan.