

Skripsi

**DESAIN SISTEM INFORMASI PERENCANAAN PRODUKSI
PADA PEMBANGUNAN KAPAL BARU DI PT INDUSTRI
KAPAL INDONESIA.**

Studi Kasus : Kapal Ferry Ro-ro 750 GT.

*Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*



Oleh :

MUHAMMAD TAUFIGURRAHMAN D031171309

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

KAMPUS GOWA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam mengikuti Seminar dan Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Perkapalan Program Studi Strata Satu (S1) pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar

Judul Skripsi

Desain Sistem Informasi Perencanaan Produksi Pada Pembangunan Kapal Baru PT. Industri Kapal Indonesia, Studi Kasus : Kapal Ferry Ro-Ro 750 GT

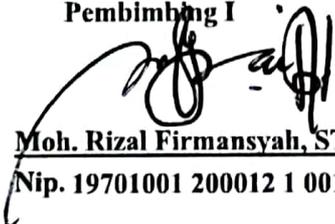
Disusun Oleh :

**Muh. Taufigurrahman
D031171309**

Gowa, 18 November 2022

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I


Moh. Rizal Firmansyah, ST., MT, M.Eng.
Nip. 19701001 200012 1 001

Pembimbing II


Dr. Ir. Syamsul Asri, MT
Nip. 19650318 199103 1 003

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin


Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT.
Nip. 19730206 200012 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Muh. Taufigurrahman**
NIM : **D031171309**
Program Studi : **Teknik Perkapalan**
Jenjang : **S1**

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**“DESAIN SISTEM INFORMASI PERENCANAAN PRODUKSI
PADA PEMBANGUNAN KAPAL BARU DI PT INDUSTRI KAPAL
INDONESIA. Studi Kasus : Kapal Ferry Ro-ro 750 GT.”**

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

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

Makassar, 14 November 2022

atakan,

2AF83AKX116328543
Muh. Taufigurrahman

**Desain Sistem Informasi Perencanaan Produksi pada Pembangunan Kapal
Baru PT Industri Kapal Indonesia (Persero). Studi Kasus: Kapal Ferry Ro-Ro
750 GT**

Moh. Rizal Firmansyah¹, Syamsul Asri², Muhammad Taufigurrahman³
^{1,2,3}Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Poros Malino Km.6, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia

ABSTRAK

Pekerjaan produksi kapal adalah sebuah pekerjaan yang kompleks. Oleh karena itu, membangun sebuah kapal membutuhkan perencanaan produksi yang baik. Perencanaan produksi yang baik adalah perencanaan yang efektif, hemat biaya dan mudah. Oleh karena itu, informasi terkait material, fasilitas dan peralatan yang tersedia di galangan sangat dibutuhkan sebelum dan selama proyek berlangsung. Dalam perusahaan galangan, ketergantungan informasi antara divisi satu dengan divisi yang lain sangatlah erat kaitannya. Berdasarkan hal tersebut penulis memandang perlu pengembangan sistem informasi dengan *level Decision Support System* (DSS). Penelitian ini dilakukan dengan metode studi kasus pada konstruksi blok lambung 5 (HS-5) Ferry Ro-Ro 750 GT. Penelitian ini bertujuan untuk Mengidentifikasi aliran informasi pada departemen perencanaan produksi PT. IKI dan mendesain aplikasi sistem informasi perencanaan produksi. Hasil penelitian ini adalah mendapatkan kebutuhan material, kebutuhan fasilitas, perencanaan perakitan, beban pekerjaan dan biaya pembangunan sebuah blok, serta mengeluarkan grafik kurva S dan menilai progress proyek dengan menggunakan aplikasi sistem informasi.

Kata Kunci: Produksi kapal, Sistem Informasi, Kurva S

**Design of Production Planning information System for the construction of
New Building Ship at PT Industri Kapal Indonesia (Persero). Case Study : Ferry
Ro-ro 750 GT**

Moh. Rizal Firmansyah¹, Syamsul Asri², Muhammad Taufigurrahman³
^{1,2,3}Naval Engineering Departement, Faculty of Engineering, University of
Hasanuddin
Poros Malino Km.6, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia

ABSTRACT

Ship production work is a complex job. Therefore, building a ship requires good production planning. Good production planning is planning that is effective, cost-effective and easy. Therefore, information regarding materials, facilities and equipment available at the shipyard is urgently needed before and during the project. In a shipyard company, the dependence of information between one division and another is very closely related. Based on this, the authors consider it necessary to develop an information system at the Decision Support System (DSS) level. This research was conducted using a case study method on hull block 5 (HS-5) Ferry Ro-Ro 750 GT construction. This study aims to identify the flow of information in the production planning department of PT. IKI and designing production planning information system applications. The results of this study are to obtain material requirements, facility requirements, assembly planning, workload and construction costs for a block, as well as producing an S-curve chart and assessing project progress using an information system.

Keywords: Ship production, Information System, S. curve

Kata Pengantar

Bismillah. Alhamdulillah Robbil 'Alamin. Tidak ada hal yang pantas penulis ucapkan selain puji syukur atas terselesaikannya tugas akhir kami yang berjudul “**Desain Sistem Informasi Perencanaan Produksi pada Pembangunan Kapal Baru PT Industri Kapal Indonesia (Persero). Studi Kasus: Kapal Ferry Ro-Ro 750 GT**”. Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi persyaratan dan menyelesaikan Studi (S1) di Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari banyak hambatan dan tantangan yang telah ditemui dalam penyelesaian skripsi ini, namun hal tersebut dapat penulis lalui sebab bantuan dari berbagai pihak dan tentu saja ridho dari Allahu Subhanahu Wata'ala. Penulis menyadari bahwa Tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun demi memperbaiki tulisan ini.

Kemudian taklupa penulis ucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang turut ikut membantu dalam penyelesaian penelitian ini. Dengan ketulusan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan *Jazakumullahu khairan* kepada:

1. Ayahanda **Abdurrahman**, Ibunda **Nursyamsi** dan Ibunda **St. Salmiah**, ketiga orang tua tercinta, yang tak henti hentinya memberikan dukungan dan do'a yang ikhlas dalam mendidik kami sebagai anaknya.
2. Bapak **Mohammad Rizal Firmansyah, ST.MT., M.ENG** selaku Pembimbing I dan Bapak **Dr. Ir. Syamsul Asri, MT.** selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dengan penuh kesabaran dan keikhlasan kepada penulis.
3. Bapak **Wahyuddin ST., MT.** dan Bapak **Farianto Facruddin, ST., MT** selaku penguji dalam skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu dan pikiran untuk hadir dan memberikan kritik dan saran demi hasil skripsi yang lebih baik.

4. Bapak **Dr. Eng Suandar Baso, ST., MT** selaku Ketua departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak-Ibu dosen dan staff Departemen Teknik Perkapalan yang telah membantu memberikan pelajaran dan dukungan dalam menyelesaikan perkuliahan serta membantu pengurusan administrasi selama kuliah.
6. Teman-teman SAVAGE dan kawan-kawan dari Pondok Pesantren Subulussalam Samaya yang telah menemani selama perkuliahan dan menuntut ilmu agama.
7. Senior labo produksi atas ketersediaanya dalam berdiskusi dan berbagi ilmu.
8. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Daftar Isi

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel	xiii
Lampiran	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Industri Galangan Kapal	5
2.2 Produksi Kapal.....	6
2.2.1 Perencanaan Produksi Kapal	6
2.2.2 Proses Produksi Pembangunan Kapal.....	13
2.2.3 Product Work Break Down Structure (PWBS)	17
2.3 Manajemen Waktu Proyek.....	26
2.3.1 Beban Kerja	27
2.3.2 Produktivitas	27
2.3.3 <i>Network Planning</i> (Perencanaan Jaringan Kerja).....	28
2.3.4 Metode Jalur Kritis/Critical path method (CPM)	29
2.4 Sistem Informasi	30
2.5 Basis Data	33
2.6 Entity-Relationship Diagram	34

2.7	Visual Basic For Application (VBA).....	35
2.7.1	Visual Basic	35
2.7.2	Visual Basic for Applications	36
2.7.3	Visual Basic Editor	36
2.8	Algoritma Pemrograman dan Flowchart.....	37
2.8.1	Karakteristik Algoritma	39
2.8.2	Notasi Algoritma.....	39
2.8.3	Aturan Penulisan Teks Algoritma.....	43
BAB III METODE PENELITIAN.....		45
3.1	Waktu dan Tempat penelitian	45
3.2	Jenis Penelitian.....	46
3.3	Pengumpulan Data	46
3.4	Pengolahan Data.....	46
BAB IV DESAIN PROGRAM APLIKASI.....		47
4.1	Lalu Lintas Informasi Produksi Bangunan Baru PT. IKI	47
4.1.1	Job Desk Departemen Persiapan Produksi dan Planner (PPP).....	47
4.1.2	Aliran Informasi Pembangunan Kapal	56
4.1.3	Tahapan Perencanaan Kebutuhan Material	59
4.1.4	Tahapan Perencanaan Jadwal Perakitan Blok	59
4.2	Tampilan Desain Sistem Informasi.....	60
4.2.1	Menu Login.....	60
4.2.2	Menu Utama	61
4.2.3	Menu Data kapal.....	63
4.2.4	Menu Material.....	67
4.2.5	Menu Schedule	74
4.3	<i>Algoritma</i> Model Sistem Informasi.....	85
4.3.1	Menu Login.....	86
4.3.2	Menu Utama	87
4.3.3	Menu Data Kapal.....	88
4.3.4	Menu Kebutuhan Material.....	89
4.3.5	Menu Schedule	92

BAB V Hasil dan Pembahasan	96
5.1 Ukuran Utama Kapal.....	96
5.2 Product Work Breakdown Structure Blok (PWBS).....	96
5.2.1 Breakdown Panel Deck.....	97
5.2.2 Breakdown Panel Bottom	97
5.2.3 Brakdown Panel Sisi (Portside/Sideboard).....	98
5.2.4 Assembly Panel.....	99
5.2.5 Network Planning	99
5.3 Input Aplikasi.....	100
5.3.1 Input Data Kapal	100
5.3.2 Input Informasi Kebutuhan Material	101
5.3.3 Input Informasi Schedule.....	103
5.4 Output Informasi Pembangunan Blok.....	108
5.5 Export Informasi	116
BAB VI PENUTUP	117
6.1 Kesimpulan	117
6.2 Saran.....	117
Daftar Pustaka	118
LAMPIRAN	120

Daftar Gambar

Gambar 2.1	Macam-macam Posisi Pengelasan	11
Gambar 2.2	Elemen-elemen PWBS (Sumber: Okayama, 1982, halaman 4).....	20
Gambar 2.3	Part fabrication yang tidak dapat dibagi lagi, (Stroch, R.L et all.1995)	22
Gambar 2.4	Semi-block dan block Assembly, pada blok tengah dasar ganda dalam ruang muat. (Sumber: Stroch, dkk, 1995, halaman 76).....	24
Gambar 2.5	Block Assembly dan Grand-Block Joining, pada tangki sayap atas. (Sumber: Stroch, dkk, 1995, halaman 77)	25
Gambar 2.6	Hull Block Construction Method (HBCM) Manufacturing levels.	26
Gambar 2.7	Level Sistem Informasi Management	32
Gambar 2.8	Fokus DSS pada masalah-masalah semi struktur.....	33
Gambar 2.9	Tampilan halaman Visual Basic Editor.....	37
Gambar 2.10	Contoh Flowchart (Sumber:Djamaris, 2011).....	42
Gambar 2.11	Perbandingan penulisan algoritma notasi deskriptif dengan pseudo-code (Sumber: Djamaris, 2011).....	43
Gambar 3.1	Skema Penelitian.....	45
Gambar 4.1	Struktur Organisasi PT. IKI	55
Gambar 4.2	Aliran Informasi Departemen Perencanaan Produksi.....	57
Gambar 4.3	Aliran Informasi Pembangunan Kapal Baru PT. IKI.....	58
Gambar 4.4	Menu Login.....	60
Gambar 4.5	Form Registrasi	61
Gambar 4.6	Form Menu Utama	63
Gambar 4.7	Menu Data Kapal	64
Gambar 4.8	Menu <i>Add Block</i>	65
Gambar 4.9	Form Add Panel	66
Gambar 4.10	Tampilan Input Gambar Desain Kapal.	67
Gambar 4.11	<i>Page Profile</i>	68
Gambar 4.12	<i>Page Plate</i>	70
Gambar 4.13	<i>Page Pipe</i>	71
Gambar 4.14	<i>Page Shell Plate</i>	72
Gambar 4.15	Form Identifikasi Material	73

Gambar 4.16 Form Bill Of Quantity	74
Gambar 4.17 Menu <i>Add Project</i>	75
<i>Gambar 4.18</i> Menu <i>Set Schedule</i>	78
Gambar 4.19 Tampilan Menu Input Detail Pekerjaan	79
Gambar 4.20 Menu Input Komponen	81
Gambar 4.21 Menu Input Welding Length.....	82
Gambar 4.22 Tampilan Menu Input Panjang Pemotongan.....	83
<i>Gambar 4.23</i> Menu <i>Edit Schedule</i>	84
Gambar 4.24 Algoritma Model Sistem Informasi secara global	85
Gambar 4.25 Algoritma Menu Login	86
Gambar 4.26 Algoritma Cek Informasi Blok di Menu Utama.	87
Gambar 4.27 Algoritma Menu Add Ship Data	89
Gambar 4.28 Algoritma membuka menu Identifikasi Material	89
Gambar 4.29 Algoritma Menu Identifikasi Material	90
Gambar 4.30 Algoritma Menu Schedule	92
Gambar 4.31 Algoritma Menu <i>Add Project</i>	93
<i>Gambar 4.32</i> Algoritma Menu <i>Set Schedule</i>	94
Gambar 5.1 Perakitan Sub Panel Deck dan Plat Deck.....	97
Gambar 5.2 Assembly Pillar	97
Gambar 5.3 Sub Panel Bottom 1.....	97
Gambar 5.4 Sub Panel Bottom 2 dan 3.....	97
Gambar 5.5 Assembly Sub Panel Bottom 1,2 dan 3.....	98
Gambar 5.6 Sub Panel Sisi 1.....	98
Gambar 5.7 Sub Panel Sisi 2.....	98
Gambar 5.8 Sub Panel Sisi 3.....	98
Gambar 5.9 Assembly Sub Panel.....	99
Gambar 5.10 Assembly Panel Sisi (PS & SB) dan Panel Bottom	99
Gambar 5.11 Assembly Panel Deck	99
Gambar 5.12 <i>Network Planning</i> Pembangunan Blok NB-002-2.....	99
Gambar 5.13 Tampilan Input Informasi Ukuran Kapal.....	100
Gambar 5.14 Tampilan Aplikasi Input Informasi Konstruksi Kapal.....	102

Gambar 5.15 Menu Input Material	102
Gambar 5.16 Form Input Panjang Pengelasan.....	103
Gambar 5.17 Input <i>Sub Task</i>	104
Gambar 5.18 Tampilan Menu Input Komponen Konstruksi	106
Gambar 5.19 Tampilan Menu Input Pengelasan.....	106
Gambar 5.20 Tampilan Menu Input Panjang Pemotongan.....	107
Gambar 5.21 Tampilan Menu Perencanaan Durasi Pekerjaan	107
Gambar 5.22 Rangkuman Ouput Informasi Proyek Blok.....	110
Gambar 5.23 Biaya Tenaga Kerja untuk setiap kegiatan.....	111
Gambar 5.24 Biaya Material untuk setiap kegiatan.....	111
Gambar 5.25 Biaya Fasilitas setiap kegiatan	112
Gambar 5.26 Berat Material pada tiap panel	112
Gambar 5.27 Bobot Pekerjaan	112
Gambar 5.28 S Curve.....	113
Gambar 5.29 Penggunaan Sumber Daya harian	113
Gambar 5.30 Grafik S-curve Supply.....	113
Gambar 5.31 Grafik Harian penggunaan Supply.....	114
Gambar 5.32 Ganchart Schedule	115
Gambar 5.33 Contoh Export PDF data Blok HS5	116

Daftar Tabel

Tabel 5.1	Tabel Kegiatan	100
Tabel 5.2	Tabel Hasil Input Data Kapal.....	100
Tabel 5.3	Perencanaan Kebutuhan Material	103
Tabel 5.4	Hasil Input Kegiatan Perakitan Blok.....	105
Tabel 5.5	Perhitungan biaya harian penggunaan fasilitas	108

Lampiran

Lampiran 1	Tabel <i>Schedule</i> Perakitan Blok	121
Lampiran 2	PWBS pada blok HS5	122
Lampiran 3	Beban Kerja Perakitan.....	130
Lampiran 4	Detail Perhitungan Kebutuhan Elektroda.....	131
Lampiran 5	Perhitungan Kebutuhan Consumable	132
Lampiran 6	Panjang Pemotongan Pada setiap Perakitan.....	133
Lampiran 7	Panjang Pengelasan pada Setiap Tahapan.....	134
Lampiran 8	Nesting Plan untuk Profile Angle Bar.....	134
Lampiran 9	Nesting Plan Plat	135

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan teknologi digital pada sebuah industri merupakan hal yang umum saat ini. Demikian juga pada industri galangan kapal di Indonesia telah menggunakan komputer untuk melakukan perencanaan produksi kapal.

Proses produksi kapal adalah sebuah proses produksi yang sangat kompleks. Menurut Wahyuddin (2011), proses pembangunan kapal pada dasarnya terdiri dari tiga kegiatan utama yaitu desain/rancangan kapal, desain produksi kapal dan pengkonstruksian. Desain produksi kapal merupakan istilah yang diberikan kepada desainer kapal saat ini, yang bertugas khusus (1) membuat detail rancangan untuk fabrikasi, (2) menentukan metode dan teknik produksi yang dapat mengurangi jenis pekerjaan produksi, (3) menyederhanakan kerumitan kerja, dan (4) menentukan kebutuhan peralatan dan fasilitas kerja, berdasarkan kualitas hasil pekerjaan yang disyaratkan.

Sistem pembangunan kapal saat ini kebanyakan adalah menggunakan sistem blok. Oleh karena itu, badan kapal akan dibagi ke dalam sejumlah blok tergantung pada kapasitas alat angkat di galangan. Kemudian desainer produksi akan membuat perencanaan produksi pada setiap blok seperti, perencanaan jadwal perakitan, perencanaan kebutuhan material, dan perencanaan kebutuhan fasilitas dan peralatan. Hal ini dapat menjadi proses yang sangat lama ketika sebuah kapal terdiri dari banyak blok karena setiap blok memiliki alur perakitan yang berbeda, juga kebutuhan material, fasilitas dan peralatan yang berbeda. Selain itu, pemberian kode perakitan atau kode material merupakan pekerjaan rumit dan memerlukan fokus yang tinggi sehingga material blok tidak tertukar dengan material blok lainnya.

Seorang desainer produksi juga dituntut untuk merencanakan produksi kapal yang efektif dan hemat biaya. Oleh karena itu, informasi terkait material, fasilitas dan peralatan yang tersedia di galangan sangat diperlukan selama proyek berlangsung. Dengan demikian, merencanakan sebuah produksi memerlukan beragam informasi produksi. Namun, pada galangan PT. Industri Kapal Indonesia saat ini masih melakukan pertukaran informasi secara manual atau belum terdigitalisasi. Hal ini dapat memperlambat proses produksi sebuah kapal akibat dari pertukaran informasi yang kurang efektif. Selain itu, keamanan informasi dan penyimpanan data-data penting terkait produksi kapal tidak terjamin.

Oleh karena itu, divisi perencanaan produksi membutuhkan program aplikasi khusus yang berfungsi melakukan perencanaan produksi dan sebagai alat penghubung informasi antar divisi. Hal ini didukung oleh perkembangan teknologi pemrograman aplikasi. Salah satu contoh bahasa pemrograman adalah *Visual Basic for Application (VBA) excel* yang sering digunakan untuk membuat aplikasi untuk sebuah pekerjaan yang berulang-ulang.

Dengan melihat permasalahan di atas maka diperlukan sebuah penelitian mengenai sebuah sistem informasi perencanaan produksi kapal baru. Dengan adanya aplikasi sistem informasi ini dapat memudahkan seorang desainer produksi kapal dalam melakukan perencanaan dan pengawasan pada proyek pembangunan kapal baru.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang di atas, maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut.

9. Bagaimana aliran informasi departemen perencanaan produksi PT. IKI ?
10. Bagaimana desain sistem informasi perencanaan produksi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan fokus penelitian yang telah dijabarkan diatas, tujuan dari penelitian ini diantaranya:

1. Mengidentifikasi informasi input dan output dalam departemen perencanaan produksi.
2. Mendesain aplikasi sistem informasi perencanaan produksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Adanya program aplikasi ini dapat membantu proses perencanaan produksi kapal baru.
2. Dengan adanya sistem informasi ini maka dapat meningkatkan kinerja departemen perencanaan produksi.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang meluas dari rumusan masalah maka penulis memberikan batasan masalah. Adapun batasan masalah yang digunakan meliputi:

1. Sistem informasi dibuat berdasarkan metode produksi kapal PT. Industri Kapal Indonesia.
2. Objek Penelitian ini dilakukan pada salah satu blok dalam proyek pembangunan kapal Ferry Ro-ro 750 GT di galangan kapal PT. Industri Kapal Indonesia.
3. Sistem informasi dibuat dengan menggunakan aplikasi *Visual Basic for Application* (VBA).
4. Kebutuhan material tidak memperhitungkan kebutuhan sistem perpipaan.
5. Alur perakitan blok hanya sampai pada assembly panel.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan adalah membagi kerangka masalah dalam beberapa bagian, secara garis besarnya terdiri atas 5 bab sebagai berikut:

- BAB 1: Pendahuluan bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah yang spesifik berfokus pada kebutuhan juru, peralatan dan material dalam pemotongan, tujuan masalah serta sistematika penulisan.
- BAB 2: Landasan teori, bab ini menjelaskan teori-teori berkaitan dengan pembahasan pemotongan.
- BAB 3: Metode Penelitian, bab ini menjelaskan jenis penelitian lokasi dan waktu penelitian, perolehan data, penyajian data dan kerangka pemikiran.
- BAB 4: Desain program aplikasi, bab ini menjelaskan desain sistem informasi perencanaan produksi dan fitur-fiturnya.
- BAB 5: Hasil dan pembahasan, Bab ini berisikan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan berupa desain sistem informasi pada divisi perencanaan produksi dengan menggunakan *Visual basic for Application* (VBA).
- BAB 6: Penutup, Bab ini berisi kesimpulan atau hasil akhir dari penulisan tugas akhir serta masukan berupa saran saran yang akan menyempurnakan tugas akhir selanjutnya.
- Daftar Pustaka

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Industri Galangan Kapal

Menurut Wahyuddin (2011), Suatu industri yang menghasilkan produk-produk seperti kapal (*ships*), struktur bangunan lepas pantai (*offshore structures*), bangunan apung (*floating plants*) untuk pemesan/pemilik secara pribadi, perusahaan, pemerintah dan lain-lain disebut industri pembangunan kapal (*shipbuilding*).

Industri pembangunan kapal merupakan industri yang sangat tua sejalan dengan sejarah peradaban manusia. Teknik-teknik pembangunan kapal selalu berubah sebagai jawaban/respon dari perubahan desain kapal, material, pasar dan metode perakitan. Organisasi perusahaan pembangunan kapal (galangan) pun berupa mengikuti perubahan teknik-teknik pembangunan kapal tersebut.

Awalnya sebagaimana terungkap dalam sejarah industri pembangunan kapal sama dengan industri lainnya, yaitu berorientasi keahlian/perajin/tukang (*the craft oriented*). Yaitu secara eksklusif sangat tergantung pada keahlian tukang/pekerja dalam sebuah pekerjaan. Dalam memulai perakitan/pekerjaan hanya memerlukan sedikit perencanaan.

Perubahan terjadi ketika besi atau baja digunakan dalam pembangunan kapal, penggunaan skala model dan gambar untuk panduan perakitan sudah digunakan walaupun masih terbatas/sedikit. Saat proses di industri semakin rumit dan efisien, pembangun kapalpun berupa seiring perubahan teknologi. Saat ini pembangunan kapal berorientasi produk yaitu membagi-bagi pekerjaan kapal dalam tiga pekerjaan yaitu konstruksi lambung, out fitting dan pengecatan. Teknik ini dikembangkan berdasarkan teknik produksi massal dan teknologi pengelasan. Mulai tahun tahun 60-an dan 70-an pembuat kapal secara terus menerus mencoba untuk mengembangkan pendekatan produksi massal atau

assembly line (rangkaiian perakitan). Pendekatan ini dilakukan menggunakan aplikasi grup teknologi untuk pembangunan kapal.

2.2 Produksi Kapal

Menurut Santoso dan Heryanto (2017) produksi adalah segala sesuatu yang membutuhkan input dan melalui transformasi menjadi output dengan sifat yang melekat di dalamnya. Sistem produksi dibagi menjadi dua kelas, yaitu manufaktur dan jasa (service). Dalam manufaktur, input dan output biasanya berwujud (*tangible*) dan proses transformasi selalu berhubungan dengan aktivitas fisik.

2.2.1 Perencanaan Produksi Kapal

Menurut Wahyuddin (2011), Proses pembangunan kapal pada dasarnya terdiri dari tiga kegiatan utama yaitu desain/rancangan kapal, desain produksi kapal dan pengkonstruksian. Desain produksi kapal merupakan istilah yang diberikan kepada desainer kapal saat ini, yang bertugas khusus membuat detail rancangan untuk fabrikasi. Juga menentukan metode dan teknik produksi yang dapat mengurangi jenis pekerjaan produksi, menyederhanakan kerumitan kerja, dan menentukan kebutuhan riil peralatan dan fasilitas kerja, berdasarkan kualitas hasil pekerjaan yang disyaratkan. Saat ini fakta memperlihatkan bahwa keseluruhan rekayasa desain dibuat sedemikian rupa untuk memastikan bahwa proses produksi dapat terlaksana secara baik. Dengan demikian desain produksi kapal berupaya untuk memadupadankan keinginan pemesan, dengan kualitas, pelayanan dan kemampurawatan produk yang dihasilkan serta menghemat/menekan anggaran pembangunan.

Desain produksi kapal (*design for ship production*) merupakan defenisi yang biasa digunakan oleh insinyur produksi sejak akhir tahun 1950, yang bertugas/berfungsi untuk mengurai keterkaitan antara proses desain (*process design*) dengan desain produksi (*production design*). Desain produksi meliputi mempersiapkan informasi rancangan dalam

mendefinisikan produksi. Sedangkan proses desain mencakup pengembangan rencana produksi. Walaupun demikian desain produksi tidak terbatas hanya untuk desain untuk produksi tetapi juga desain atau pemilihan peralatan, metode, dan urutan produksi yang hemat biaya.

Seorang desainer tidak akan pernah membuat rancangan secara baik apabila tidak tahu bagaimana desain dihasilkan. Secara jelas, dalam masa spesialisasi, desainer tidak dapat menyentuh/ mengetahui keduanya (desain kapal dan desain produksi), artinya secara fungsi keduanya masing-masing terpisah ke dalam insinyur desain dan insinyur industri. Dalam pekerjaan keseluruhan diharuskan ada komunikasi secara baik antara keduanya, walaupun dalam suatu organisasi ini menjadi kendala dan sulit dilakukan dan umumnya di dalam suatu industri hanya berhasil secara parsial/terpisah.

Guna menjawab permasalahan ini, seorang desainer kapal harus mampu mempersiapkan diri untuk bertanggungjawab secara penuh terhadap produktifitas suatu desain. Untuk itu, desainer kapal harus dapat mempelajari secara baik tentang proses produksi dan pembiayaan produksi. Desain produksi harus mampu mendefinisikan dan secara hati-hati dalam mendesain sebuah produk sehingga cocok dengan persyaratan operasional, spesifikasi teknis, biaya produksi (mengurangi jumlah pekerjaan), mudah dibuat dan berkualitas. Fakta saat ini, bahwa seorang desainer kapal harus mempunyai komitmen kuat menghasilkan desain yang hemat biaya (*cost effectiveness*). Untuk itu desainer kapal mempunyai tanggungjawab tambahan untuk memahami efisiensi, proses produksi dan metode-metode perakitan. Bagaimanapun desainer kapal harus dapat menerima ini, sebab jika tidak dapat berpengaruh pada biaya produksi sehingga dampaknya fatal bagi galangan.

Saat ini peluang dan kewajiban seorang desainer kapal adalah mampu mendesain kapal dengan total biaya seminimal mungkin. Peluang ini hanya dapat didapat apabila desainer kapal tidak mengisolasi diri, hal

ini hanya dapat dilakukan apabila dalam membuat desain mengetahui fasilitas, teknik dan metode-metode produksi di galangan. Ini mengharuskan hubungan baik kedua belah pihak dan kerjasama antara departemen perencanaan dan produksi.

Desainer kapal tidak dapat secara efektif mendesain produksi tanpa mengetahui bagaimana sebuah kapal di rakit. Artinya kendala utama untuk mendesain produksi kapal adalah pengembangan pengetahuan tentang rancang bangun kapal. Hal ini dapat dicapai apabila setiap galangan mengembangkan spesifikasi produksi galangan dan rencana pembangunan (building plan) setiap kapal yang dirakit yang dimulai terlebih dahulu dengan membuat detail perencanaan.

Desainer kapal harus secara konstan merujuk pada spesifikasi yang ada dalam kontrak pembangunan untuk mencapai persyaratan kinerja kapal sesuai standar kualitas. Jalan keluarnya adalah setiap galangan harus mempunyai spesifikasi produksi dan produktibilitas. Spesifikasi produksi yang dimaksud adalah mencakup daftar fasilitas, kapasitas peralatan, jalur kritis/batas kritis, standar standar, desain detail, serta pendekatan dan teknik-teknik perakitan dan penginstalasian. Selanjutnya departemen perencanaan harus berdasarkan spesifikasi produksi dalam mengembangkan desain dan detail perencanaan kapal.

Umumnya salah satu dokumen untuk melengkapi informasi produksi dari departemen perencanaan yaitu rencana pembangunan (building plan). Jelasnya rencana pembangunan berdasarkan spesifikasi produksi, yang diaplikasikan secara detail untuk setiap kapal. Dalam hal ini defenisi batasan modul, urutan perakitan subblok dan modul, urutan penegakan modul (erection sequence), perluasan advanced outfitting, jadwal induk perakitan. Berdasarkan hal ini departemen perencanaan mengembangkan daftar gambar dan persiapan jadwal. Rencana pembangunan harus dikembangkan berdasarkan masukan dari personil departemen produksi dan perencanaan meliputi detail, pengetahuan desain

kapal, detail perencanaan, proses produksi, perakitan dan penegakan modul (erection).

Kualitas desain produksi menjadi hal yang sangat penting, jika kualitas desain baik, mudah di fabrikasi, utilisasi fasilitas tinggi hal ini dapat mencapai kualitas produk tinggi. Sebelum konsep dan aplikasi desain produksi kapal di uji, sangat berguna melakukan review dengan persyaratan umum berupa faktor-faktor utama dalam pengoperasian galangan dan pengaruh biaya dalam perakitan kapal.

- Teori Pemotongan

Menurut Alwan (2020), Jika sebuah struktur dibuat, prosedur pertama adalah pemotongan material dan ada beberapa metode pemotongan. Tenaga mekanis digunakan untuk pengguntingan dan penggergajian, dan sumber panas temperatur tinggi digunakan untuk pemotongan dengan gas dan mesin potong busur plasma. Berbagai macam teknik pemotongan digunakan dalam sehari-harinya, tergantung dengan kebutuhannya, misalnya seperti kapasitas pemotongan, jenis material yang dipotong, akurasi pemotongan, kualitas permukaan potong, kemampuan operasinya, efisiensi biaya dan faktor keamanan. Sumber energi panas yang digunakan untuk pemotongan termal termasuk reaksi oksidasi, energi listrik, energi sinar dan kombinasi dari tersebut diatas. Bagaimanapun juga pemotongan termal sangat jarang digunakan hanya dengan energi termal saja. Sebagian besar dari potong termal dilakukan dengan pemanasan bagian logam yang dipotong dan peniupan terak yang timbul sebagai hasil dari pemotongan oleh gas.

- Teori Pengelasan

Menurut Eyres (2007), berkat teknologi las bagian-bagian seperti gading-gading dapat langsung dilakukan dengan pelat kulit, lunas dapat dilas dengan bagian geladak dan sekat sekaligus membentuk panel, sub-blok atau bahkan blok. Teknologi las juga membuat banyak pekerjaan perakitan dapat dilakukan dengan baik dengan tingkat akurasi, efisiensi dan keamanan yang tinggi dilandaskan peluncuran maupun di bengkel-bengkel kerja. Blok telah dikerjakan dengan

menggunakan teknologi las dapat ditegakkan (*erected*) antara blok dengan blok lain membentuk sebuah kapal. Proses ini diistilahkan berorientasi zone (*zone oriented*).

- **Prosedur Pengelasan (WPS)**

Prosedur pengelasan (WPS) adalah suatu perencanaan untuk pelaksanaan pengelasan yang meliputi cara pembuatan konstruksi pengelasan yang sesuai dengan rencana dan spesifikasinya dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Karena itu mereka yang menentukan prosedur pengelasan harus mempunyai pengetahuan dalam hal pengetahuan bahan dan teknologi pengelasan itu sendiri serta dapat menggunakan pengetahuan tersebut untuk efisiensi dari suatu aktivitas produksi. Ada 2 hal kualifikasi pengelasan yang harus dipenuhi yaitu :

1. Kualifikasi prosedur las (*Welding Procedure Spesification*) atau biasa disingkat dengan WPS.
2. Kualifikasi juru las/operator las (*Welder/Welding Operator Qualification*).

Spesifikasi prosedur pengelasan (*Welding Procedure Spesification*) disingkat WPS yaitu sebuah dokumen tentang prosedur pengelasan berkualifikasi tertulis yang harus disiapkan untuk dijadikan petunjuk pengelasan sesuai dengan persyaratan Codes, Rules dan standart konstruksi lainnya. Prosedur ini dibuat mulai dari pembuatan konsep, review konsep, persiapan dan pelaksanaan pra kualifikasi prosedur, pengujian sampai disetujui oleh badan klasifikasi yang berkenan, sehingga WPS tersebut dapat diberlakukan sebagai acuan dalam pekerjaan pengelasan sesuai dengan persyaratan *Code* atau *Rules* yang digunakan, hal ini untuk mendapatkan rekomendasi pelaksanaan pengelasan produk.

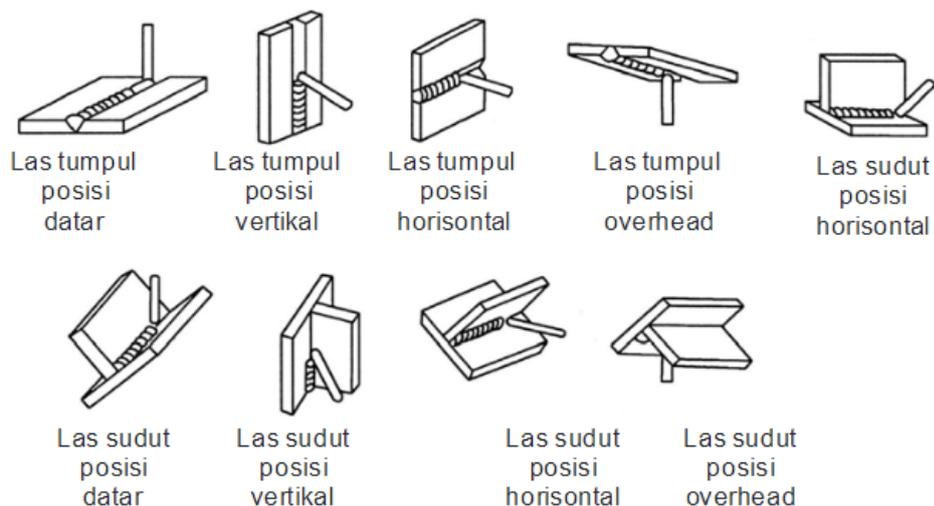
Dalam membuat kualifikasi sebuah WPS dapat diikuti urutan kegiatan sebagai berikut :

- a. Pembuatan konsep WPS dan review konsep bila terjadi.
- b. Pengelasan sebuah contoh uji berpedoman pada WPS yang direncanakan dengan memperhatikan ukuran *test piece*, menyiapkan mesin las yang telah

terkalibrasi, penyiapan kawat las yang sesuai dengan logam induk, gas pelindung yang disesuaikan dengan proses, peralatan ukur dan peralatan pendukung lainnya serta menunjuk juru las yang berkualifikasi untuk melaksanakan pengelasan pada pembuatan WPS tersebut.

- c. Melaksanakan pengujian, mengamati selama proses berlangsung dan mengevaluasi hasil pengujian.
 - d. Mendokumentasikan hasil pengujian pada catatan prosedur kualifikasi (*Procedure Qualification Record*) atau PQR. Catatan prosedur kualifikasi (PQR) adalah catatan atau rekaman hasil kualifikasi prosedur pengelasan sejak awal hingga hasil uji NDT/DT beserta data pendukung sesuai dengan persyaratan *Code, Rules* dan standart konstruksi lainnya.
- Posisi Pengelasan

Terdapat empat posisi pengelasan : datar (bawah tangan), vertikal, horisontal dan diatas kepala (*overhead*), seperti ditampilkan pada gambar 2.6. Posisi pengelasan dan ketinggian benda kerja harus disetel untuk memudahkan pengelasan dilakukan pada posisi yang nyaman dan untuk memperbesar tingkat efisiensi.



Gambar 2.1 Macam-macam Posisi Pengelasan
 Sumber: Teknik Pengelasan Kapal Jilid 1, 2008

a. Posisi Datar (Bawah Tangan)

Benda kerja terletak diatas bidang datar dan possisinya dibawah tangan dengan arah tangan dari kiri ke arah kanan. Dari keempat posisi pengelasan tersebut, posisi bawah tanganlah yang paling mudah melakukannya. Oleh sebab itu untuk menyelesaikan setiap pekerjaan pengelasan sedapat mungkin diusahakan pada posisi dibawah tangan.

b. Posisi Mendatar (Horizontal)

Benda tegak berdiri dan arah pengelasan berjalan mendatar dari kiri ke arah kanan sejajar dengan bahu pengelas. Pada posisi horizontal kedudukan benda dibuat tegak dan arah pengelasan mengikuti garis horizontal. Panjang busur nyala dibuat lebih pendek kalau dibandingkan dengan panjang busur nyala pada posisi pengelasan dibawah tangan

c. Posisi Tegak (Vertical)

Posisi benda kerja tegak dan arah pengelasan berjalan bisa naik dan bisa Juga turun. Pada pengelasan vertical, benda kerja dalam posisi tegak dan arah pengelasan dapat dilakukan keatas/naik atau kebawah/turun. Arah pengelasan yang dilakukan tergantung kepada jenis elektroda yang dipakai. Elektroda yang berbusur lemah dilakukan pengelasan keatas, elektroda yang berbusur keras dilakukan pengelasan kebawah.

d. Posisi atas kepala (*Overhead*)

Pengelasan dari bawah dan benda kerja berada diatas operator. Posisi pengelasan diatas kepala, bila benda kerja berada pada daerah sudut 45° terhadap garis vertical, dan juru las berada dibawahnya. Pengelasan posisi diatas kepala, sudut jalan elektroda berkisar antara $75^{\circ} - 85^{\circ}$ tegak lurus terhadap kedua benda kerja. Busur nyala dibuat sependek mungkin agar pengaliran cairan logam dapat ditahan.

2.2.2 Proses Produksi Pembangunan Kapal

Menurut Wahyuddin (2011), Pembangunan Kapal adalah pengkonstruksian/perakitan kapal, dan tempat dimana kapal dibangun disebut galangan (*shipyard*). Pembangunan Kapal adalah industri konstruksi yang menggunakan berbagai jenis komponen yang dimanufaktur/diolah dari material. Industri ini, memerlukan banyak pekerja dari berbagai keahlian, lokasi, peralatan serta struktur organisasi yang baik. Tujuan utama perusahaan pembangunan kapal adalah mendapatkan keuntungan dari pembangunan kapal.

Menurut Storch (1995) dan Watson (2002) dalam Wahyuddin (2011), secara umum tahapan pembangunan kapal sangat bervariasi, bergantung keinginan pemesan, namun secara umum tahapan ini meliputi:

- a. Pengembangan keinginan pemesan (*development of owner,s requirements*).
- b. Desain konsep atau prarancangan (*preliminary/concept design*).
- c. Desain kontrak (*contract design*).
- d. Penawaran/penandatanganan kontrak (*bidding/contracting*).
- e. Perencanaan dan desain detail (*detail design and planning*).
- f. Fabrikasi dan Perakitan (*construction*).

Tahapan awal dalam proses pembangunan kapal adalah memformulasikan/mendefensikan produk sesuai dengan keinginan pemesan. Sebagai contoh, sebuah perusahaan pelayaran meramalkan akan membutuhkan sebuah angkutan yang dapat mengangkut 250000 mobil built up pertahun dari Jepang ke Indonesia; atau Kementerian Perhubungan Republik Indonesia membutuhkan kapal ferry untuk menyeberangkan 150000 penumpang per hari lebih dari 10 rute penyeberangan antara pulau dengan rata-rata 30 trip per rute; atau sebuah perusahaan minyak membutuhkan pengangkutan lebih dari 10 juta ton minyak mentah per tahun dari Indonesia ke Jepang; atau Tentara Nasional Indonesia angkutan

laut membutuhkan kapal yang cocok untuk mengirim suplai guna mendukung peperangan dimana saja dalam waktu singkat/cepat.

Berdasarkan uraian di atas memformulasi atau mendefinisikan fungsi dan misi dari sebuah bangunan kapal baru mungkin gampang atau malah sangat susah tetapi yang penting adalah hasil akhir sebuah produk harus merefleksikan keinginan pemesan dan fungsi produk.

Setelah mengidentifikasi dan mendefinisikan keinginan pemesan, tahapan selanjutnya yaitu prarancangan. Prarancangan mendefinisikan karakter dasar kapal. Tahapan ini, dapat dilakukan oleh internal staf pemilik, konsultan desain yang ditunjuk owner, atau satu atau beberapa staf galangan. Umumnya di Amerika Serikat (tetapi tidak semuanya) menggunakan jasa konsultan desain untuk pengerjaan prarancangan produk.

Hasil akhir tahapan prarancangan adalah mendefinisikan gambaran umum kapal, mencakup dimensi, bentuk lambung, rencana umum, ketenagaan, tata letak kamar mesin, kapasitas muat, peralatan angkat, sistem persenjataan, atau kelayakhunian (habitability), kapasitas bobot mati (bahan bakar minyak, air, kru, dan bawaan), struktur, perpipaan, kelistrikan, permesinan dan ventilasi. Berdasarkan deskripsi umum sebuah kapal siap dibangun.

Hasil akhir dari tahapan prarancangan berisi detail informasi yang dibutuhkan dalam melakukan penawaran dan penandatanganan kontrak. Informasi harus detail yang memperlihatkan estimasi biaya dan waktu pembangunan sebuah kapal dibuat oleh galangan. Tahapan ini disebut desain untuk kontrak.

Sama seperti tahapan prarancangan pekerjaan ini dapat dilakukan oleh staf pemilik, konsultan desain atau staf galangan. Apabila informasi yang dibutuhkan dalam desain kontrak telah rampung, tahapan selanjutnya dilakukan proses negosiasi sebagai dasar untuk melakukan kesepakatan.

Tahapan penawaran dan negosiasi ini menyertakan rancangan kontrak dan spesifikasi teknis. Biasanya proses ini sangat lama dan rumit, karena secara umum membicarakan banyak faktor seperti biaya, tanggal penyerahan dan standar-standar yang akan digunakan serta persyaratan-persyaratan performa kapal.

Setelah proses penawaran selesai dan kontrak telah ditandatangani, tahapan kelima dari proses pembangunan kapal adalah proses perencanaan, penjadwalan, dan penyusunan desain detail. Perakitan kapal pada dasarnya meliputi pengadaan jutaan ton bahan baku dan komponen, fabrikasi jutaan bagian dari bahan baku, dan perakitan jutaan bagian dan komponen.

Perencanaan pembangunan kapal sangat rumit dan memerlukan detail. Perencanaan dan desain detail harus mampu menjawab pertanyaan apa, bagaimana, kapan, dimana dan siapa?. Menentukan komponen, bagian, perakitan dan sistem apa yang dibutuhkan dalam pembangunan adalah pertanyaan pertama dalam menyusun desain detail. Dimana dan bagaimana fasilitas yang akan digunakan, termasuk menentukan lokasi galangan serta teknik dan peralatan yang akan digunakan? Begitupula jawaban tentang subkontaktor dan analisa buat atau beli bahan yang akan digunakan. Bagaimana menentukan urutan operasi mencakup pembelian dan perakitan serta informasi waktu yang dibutuhkan dalam proses desain, perencanaan, kedatangan dan lain-lain. Akhirnya bagaimana keterkaitan antara utilisasi galangan dan tenaga kerja harus tergambar dalam penjadwalan.

Jelasnya diperlukan kemampuan untuk menjawab pertanyaan yang saling bergantung sama lain. Sukses atau keberhasilan sebuah galangan atau proyek pembangunan kapal sangat berkaitan langsung dengan kemampuan menjawab pertanyaan tersebut atau kemampuan dalam melakukan penyusunan perencanaan dan desain detail secara seksama dan sistematis.

Akhir dari tahapan proses pembangunan kapal adalah mengerjakan/merakit kapal secara ril. Perakitan kapal pada dasarnya terdiri dari empat level atau tingkatan manufaktur. Pertama adalah manufaktur komponen atau bagian. Biasa disebut fabrikasi yaitu menghasilkan komponen-komponen dari bahan baku (seperti pelat baja, pipa, kabel, profil dan lain-lain). Tahapan berikutnya adalah penggabungan/penyambungan bagian atau komponen untuk membentuk unit-unit atau sub-assembly. Bagian-bagian kecil disatukan, kombinasi ini digunakan ke level berikutnya membentuk blok lambung. Blok lambung umumnya merupakan seksi yang sangat besar dari pembangunan sebuah kapal yang akan dibawa ke landasan pembangunan. Erection atau penegakan blok merupakan level paling akhir, mencakup penyambungan dan peletakan blok di landasan pembangunan (seperti landasan peluncuran, dok kolam atau dok kering).

Jadi tahapan pengkonstruksian dalam pembangunan kapal utamanya mencakup mulai dari fabrikasi (fabrication), perakitan awal (sub-assemblies), perakitan blok, erection (penegakan blok) sampai membentuk secara utuh kapal. Hal yang paling penting dalam tahapan ini adalah mengverifikasi kapal telah dibuat dengan kontrak yang telah disepakati. Konsekuensinya kapal akan mengalami/menjalani serangkaian pengujian dan percobaan pelayaran sehingga dapat diserahkan ke pemesan.

Proses pembangunan kapal dapat dipandang sebagai sebuah proses yang dimulai ketika pemesan membutuhkan kapal sesuai fungsi-fungsi yang diinginkan, proses ini melalui beberapa tahapan kerja (desain, penandatanganan kontrak, perancangan dan lain-lain). Titik akhir (kulminasi) dari proses ini perakitan dan manufaktur dari jutaan komponen, menjadi sub-assembly, blok dan utuh menjadi kapal. Produktifitas sebuah pembangunan kapal sangat bergantung pada

kemampuan dalam penanganan serta pengawasan setiap tahapan secara baik.

Dengan demikian proses desain pembangunan kapal terdiri dari rangkaian desain kapal (ships design) dan desain untuk produksi (design for production), batasan antara keduanya sangat tipis dan tidak dapat dipisahkan, karena keduanya terintegrasi secara utuh.

Menurut Riyadi (2016), Proses pembuatan kapal terdiri dari dua cara yaitu cara pertama berdasarkan sistem, cara kedua berdasarkan tempat. Proses pembuatan kapal berdasarkan sistem terbagi menjadi tiga macam yaitu sistem seksi, sistem blok seksi, sistem blok.

1. Sistem seksi

Sistem seksi adalah sistem pembuatan kapal dimana bagian-bagian konstruksi dari tubuh kapal dibuat seksi perseksi.

2. Sistem Blok seksi

Sistem Blok seksi adalah sistem pembuatan kapal dimana bagian-bagian konstruksi dari kapal dalam fabrikasi dibuat gabungan seksiseksi sehingga membentuk blok seksi, contoh bagian dari seksi-seksi geladak, seksi lambung dan bulkhead dibuat menjadi satu blok seksi.

3. Sistem blok

Sistem Blok adalah sistem pembuatan kapal dimana badan kapal terbagi beberapa blok, dimana tiap-tiap blok sudah siap pakai (lengkap dengan sistem perpipaannya).

2.2.3 Product Work Break Down Structure (PWBS)

Menurut Wahyuddin (2011), Skema klasifikasi perincian pekerjaan berdasarkan produk antara dapat di lihat dari perspektif pembagian/perincian struktur pekerjaan berorientasi produk (*PWBS-product oriented work breakdown structure*). Komponen-komponen dan *subassembly* digrupkan secara permanen berdasarkan karakteristik dan klasifikasinya dengan memperhatikan atribut-atribut desain dan

manufaktur. Tipikal parameter khusus sistem klasifikasinya seperti bentuk, dimensi, toleransi, bahan serta jenis dan kerumitan pengoperasian mesin produksi. Skema klasifikasi sedapat mungkin dapat diaplikasikan untuk manufaktur sehingga dibutuhkan tata kode dalam proses pencatatan data.

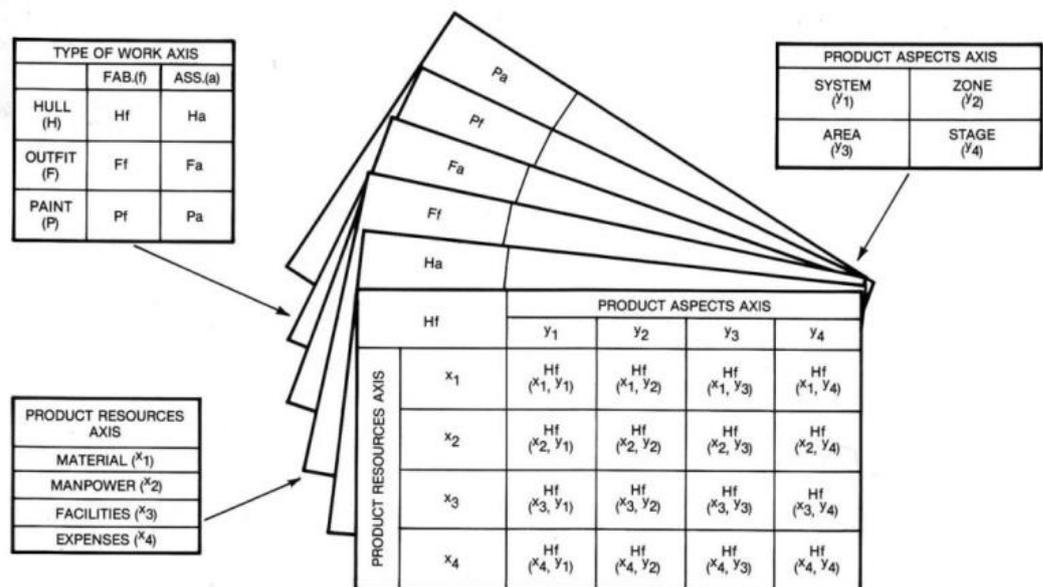
Konsep PWBS dideskripsikan menggunakan GT (*group technology*) dan FM (*family manufacture*). Logikanya PWBS membagi proses produksi kapal menjadi tiga jenis pekerjaan yaitu:

- 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 *fabrikasi* dan *assembly*. Subdivisi *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) dan sudah diterapkan untuk konstruksi lambung oleh sebagian besar galangan kapal.
- Klasifikasi kedua adalah mengklasifikasi produk berdasarkan produk antara (*interim product*) sesuai dengan sumber daya yang dibutuhkan, misalnya produk antara di bengkel *fabrication*, *assembly* dan bengkel *erection*. Sumber daya tersebut meliputi :
 - a. Bahan (*Material*), yang digunakan untuk proses produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya pelat baja, mesin, kabel, minyak, dan lain– lain.
 - b. Tenaga Kerja (*Manpower*), yang dikenakan untuk biaya produksi, baik langsung atau tidak langsung, misalnya tenaga pengelasan, *outfitting* dan lain – lain.

- c. Fasilitas (*Facilities*), yang digunakan untuk proses produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya, gedung, dermaga, mesin, perlengkapan, peralatan dan lain – lain.
 - d. Biaya (*Expenses*), yang dikenakan untuk biaya produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya, desain, transportasi, percobaan laut (*sea trial*), seremoni, dan lain-lain.
- Klasifikasi ketiga adalah klasifikasi berdasarkan empat aspek produksi, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pengendalian proses produksi. Aspek pertama dan kedua adalah *system* dan *zone*, merupakan sarana untuk membagi desain kapal ke masing – masing bidang perencanaan untuk di produksi. Dua aspek produksi lainnya yaitu *area* dan *stage* merupakan sarana untuk membagi proses kerja mulai dari pengadaan material untuk pembangunan kapal sampai pada saat kapal diserahkan kepada *owner*. Definisi dari keempat aspek produksi tersebut adalah sebagai berikut:
 - a. *System* adalah sebuah fungsi struktural atau fungsi operasional produksi, misalnya sekat longitudinal, sekat transversal, sistem tambat, bahan bakar minyak, sistem pelayanan, sistem pencahayaan, dan lain – lain.
 - b. *Zona* adalah suatu tujuan proses produksi dalam pembagian lokasi suatu produk, misalnya, ruang muat, *superstructure*, kamar mesin, dan lain – lain.
 - c. *Area* adalah pembagian proses produksi menurut kesamaan proses produksi ataupun masalah pekerjaan yang berdasarkan pada:
 - 1) Bentuk (misalnya melengkung dengan blok datar, baja dengan struktur aluminium, diameter kecil dengan diameter besar pipa, dan lain - lain)
 - 2) Kuantitas (misalnya pekerjaan dengan jalur aliran, volume *outfitting on-block* untuk ruang mesin dengan volume *outfitting on-block* selain untuk ruang mesin, dan lain - lain).

- 3) Kualitas (misalnya kelas pekerja yang dibutuhkan, dengan kelas fasilitas yang dibutuhkan, dan lain - lain).
 - 4) Jenis pekerjaan (misalnya, penandaan (*marking*), pemotongan (*cutting*), pembengkokan (*bending*), pengelasan (*welding*), pengecatan (*painting*), pengujian (*testing*), dan lain – lain. Dan
 - 5) Hal lain yang berkaitan dalam pekerjaan
- *Stage* adalah pembagian proses produksi sesuai dengan urutan pekerjaan, misalnya sub-pembuatan (*sub-steps of fabrication*), sub-perakitan (*subassembly*), perakitan (*assembly*), pemasangan (*erection*), perlengkapan on-unit (*outfitting on-unit*), perlengkapan on-block (*outfitting on-block*), dan perlengkapan on-board (*outfitting on-board*).

Secara natural elemen-elemen PWBS dideskripsikan sebagaimana terlihat pada gambar 4.4.



Gambar 2.2 Elemen-elemen PWBS
(Sumber: Okayama, 1982, halaman 4)

- Hull Block Construction Method (HBCM)
Optimal blok (zona) adalah tujuan utama sebagai dasar untuk kontrol di HBCM. Tapi blok juga berdampak pada perlengkapan zona dan

pengecatan. Oleh karena itu, definisi blok, dibandingkan dengan produk sementara lainnya, memiliki pengaruh besar pada produktivitas pembuatan kapal. Blok harus dirancang agar:

- a. Untuk tujuan *block assembly*, dialihkan ke salah satu dari jumlah minimum kelompok paket pekerjaan, mengingat kesamaan luasan masalah dan kebutuhan untuk meminimalkan variasi dalam waktu kerja.
- b. Untuk tujuan *block erection*, susunan stabil tidak memerlukan dukungan atau penguatan sementara dan sebaliknya untuk mencapai waktu kerja minimum.
- c. Untuk *on-block outfitting* dan pengecatan, ukuran untuk accessibility maksimum (area maksimum dan/atau volume).

- **Tahapan Perakitan Blok**

Untuk merencanakan konstruksi lambung dimulai dengan tingkat blok, pekerjaan dibagi ke tingkat bagian pembuatan untuk mengoptimalkan alur kerja, Sebaliknya, pekerjaan yang ditugaskan ke server besar tingkat blok untuk meminimalkan durasi yang diperlukan untuk *erection* di *building dock*.

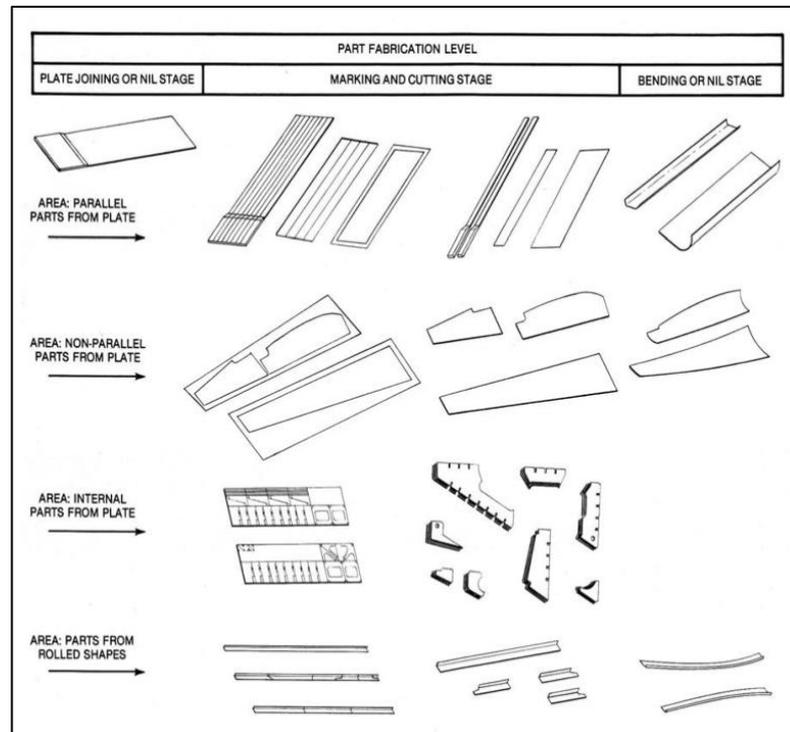
1. *Part Fabrication*

Part Fabrication adalah tingkat manufaktur pertama. Ini menghasilkan komponen atau zona untuk konstruksi lambung yang tidak dapat dibagi lagi. Pembagian paket kerja dikelompokkan berdasarkan zona, bidang masalah, dan tingkatan. Contoh komponen part fabrikasi dapat dilihat pada Gambar 2.6. Masalah daerah yang berbeda berdasarkan perbedaan bahan baku, bagian terakhir, proses fabrikasi, dan fasilitas yang relevan adalah:

- bagian paralel dari plat
- bagian nonparallel dari plat
- bagian internal dari plat
- bagian lainnya, seperti bagian dari pipa

Tahap ditentukan dengan mengelompokkan kesamaan dalam jenis dan ukuran bagian, sebagai berikut:

- Gabuungan plat atau tidak
- Menandai dan memotong
- Tekuk atau tidak



Gambar 2.3 Part fabrication yang tidak dapat dibagi lagi, (Stroch, R.L et all.1995)

- Pemotongan

Menurut Annita (2019), pemotongan merupakan salah satu pekerjaan yang mendominasi dalam produksi sebuah kapal. Ada beberapa jenis pemotongan dalam proses pembangunan sebuah kapal yaitu Shear, SAW, Manual Burn, Fitting Cutting, NC Burn, Drill dan Router. Pembagian komponen konstruksi berdasarkan sub-blok dapat dilihat pada lampiran 1 sampai lampiran 6.

- Harga Oksigen/Tabung = Rp. 1.350.000,-
- Harga isi ulang/Tabung = Rp. 75.000,-
- Harga LPG/Tabung = Rp. 620.000,-

Menurut Awaluddin (2018) dalam penelitian (Rahardian Prabowo,2019)

- Tingkat konsumsi 1 tabung oksigen (6 m³) = 3,67 m/m³
- Tingkat konsumsi 1 tabung LPG (50 kg) = 8,8 m/kg
- Pengelasan

Menurut Annita (2019), seperti halnya pemotongan, pengelasan juga merupakan salah satu pekerjaan yang dominan dalam produksi sebuah kapal atau dengan kata lain 90% pekerjaan ialah pengelasan. Ada beberapa jenis pengelasan dalam produksi sebuah kapal yaitu Filled Weld Non-Cont, Filled Weld Cont, Buit Welding, One Side Buit Welding, Plug Weld, Fair/Fill Weld, Bolt dan Rivei.

- Berat 1 batang elektroda = 0,05485 kg
- Harga elektroda/dos = Rp. 150.000,-
- Harga elektroda/kg = Rp. 29.980,-
- Panjang pengelasan/batang elektroda 2,6 mm panjang 350 mm =130 mm
- Panjang pengelasan/batang elektroda 3,2 mm panjang 350 mm =130 mm
- Panjang pengelasan/batang elektroda 4 mm panjang 400 mm = 150 m

2. Part assembly

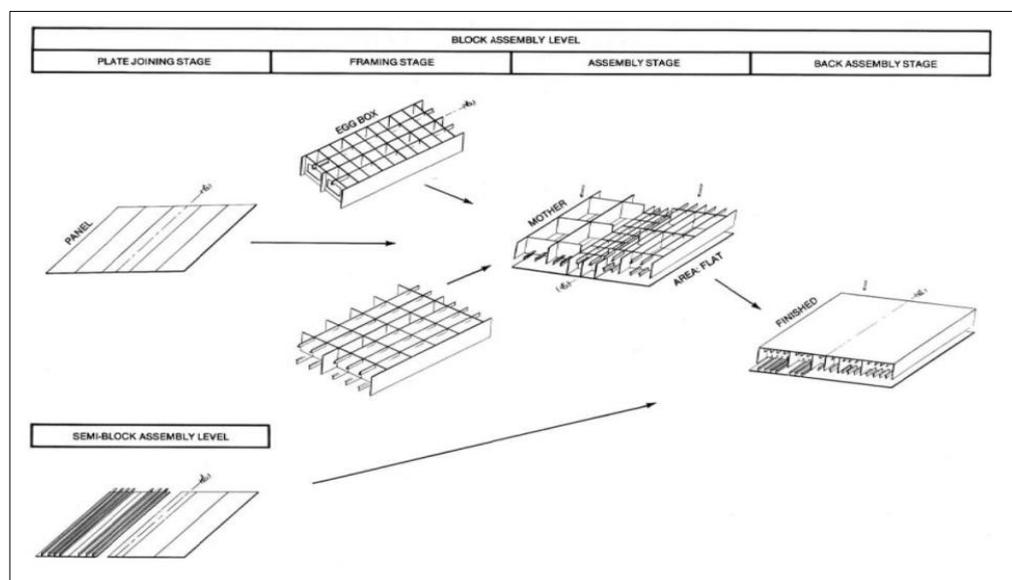
Part Assembly adalah Tingkat manufaktur kedua adalah khusus dan luar alur kerja utama. Paket kerja dikelompokkan oleh masalah adalah sebagai berikut:

- **Built-up part** (seperti *tee-or el-section longitudinals* dari bagian besar atau biasa tidak digulung oleh *mills*).
- **Sub-block part** (seperti bagian yang lasan, biasanya terdiri dari braket dilengkapi dengan permukaan plat atau bar datar)

3. Sub-block Assembly,

Tahapan ini muncul di tingkat manufaktur ketiga. Zona A umumnya pengelasan, yang terdiri dari sejumlah dibuat dan atau bagian perakitan, Akhirnya akan dipasang pada panel selama perakitan blok sebagaimana yang terlihat pada Gambar 2.8 dan Gambar 2.9. Paket pekerjaan khusus dikelompokkan berdasarkan bidang masalah untuk:

- Ukuran serupa dalam jumlah besar, seperti gading-gading besar, gelagar, wrang, dll.
- Ukuran serupa dalam jumlah kecil



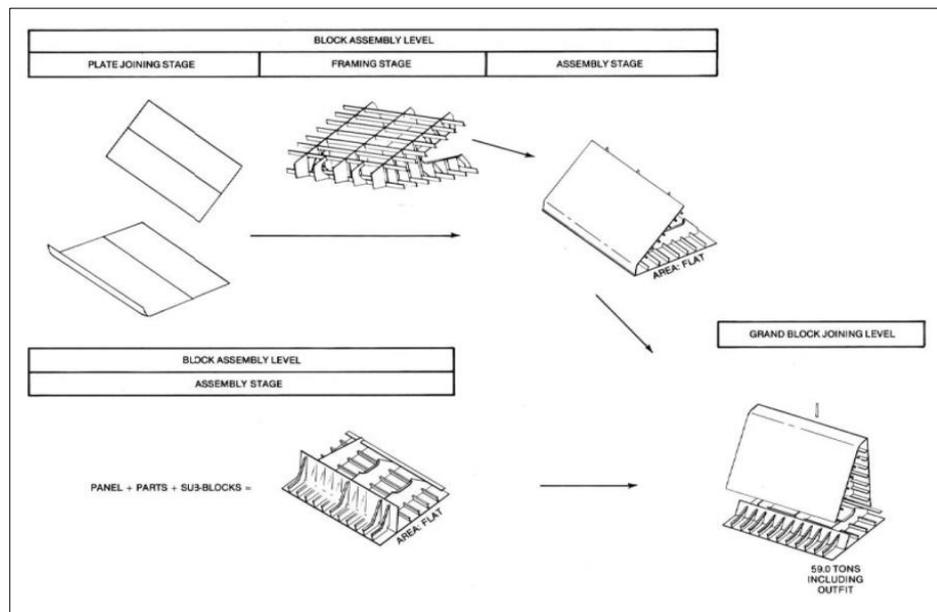
Gambar 2.4 Semi-block dan block Assembly, pada blok tengah dasar ganda dalam ruang muat.

(Sumber: Stroch, dkk, 1995, halaman 76)

4. Semi-block and block assembly and grand-block joining

Zona utama untuk konstruksi lambung direncanakan dalam tiga tingkat perakitan:

- Semi-block assembly
- Block assembly
- Grand-block joining



Gambar 2.5 Block Assembly dan Grand-Block Joining, pada tangki sayap atas.
(Sumber: Stroch, dkk, 1995, halaman 77)

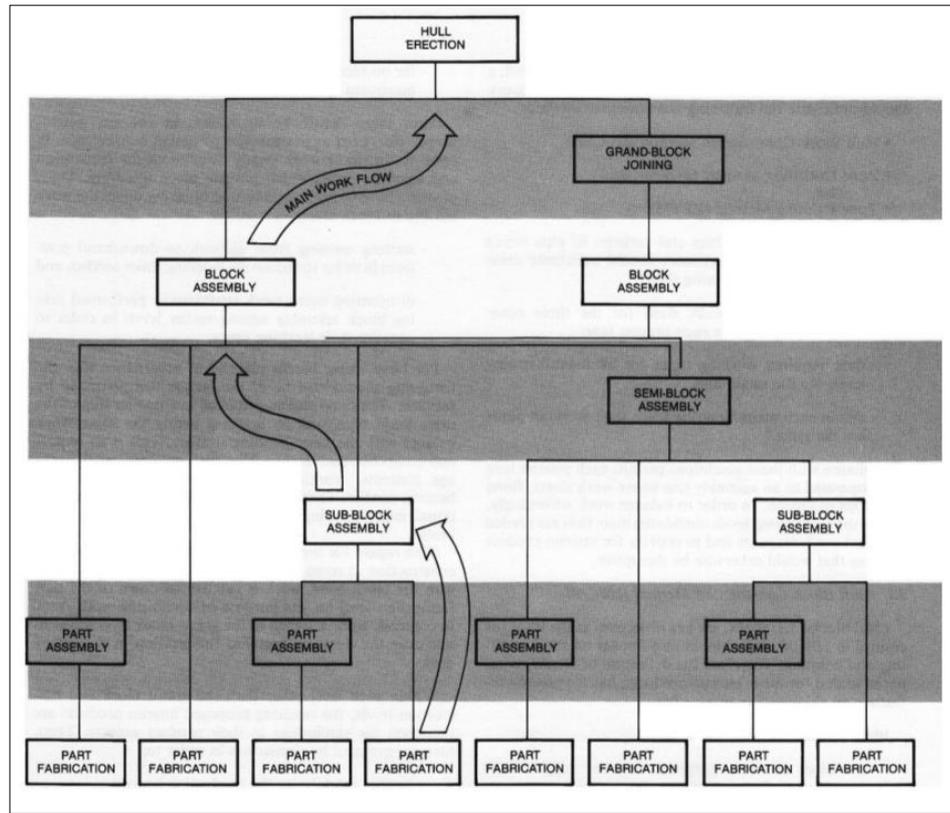
5. Hull erection

Pembangunan lambung kapal. Pembangunan adalah tingkat akhir konstruksi lambung di mana seluruh lambung adalah zona. Masalah di daerah tingkat ini:

- Fore hull
- Cargo hold
- Engine room
- Aft hull
- Superstructure

Tahap ini dibagi menjadi:

- Erection
- Test



Gambar 2.6 Hull Block Construction Method (HBCM) Manufacturing levels.

Dari Gambar 2.6 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*).

2.3 Manajemen Waktu Proyek

Manajemen waktu proyek adalah tahapan mendefinisikan proses-proses yang perlu dilakukan selama proyek berlangsung berkaitan dengan penjaminan agar proyek dapat berjalan tepat waktu dengan tetap memperhatikan keterbatasan biaya serta penjagaan kualitas hasil dari proyek. Dalam suatu proyek pembangun kapal, pihak pembangun kapal

akan berusaha memanfaatkan sumberdaya yang tersedia guna menyelesaikan pekerjaan tepat waktu. Faktor yang berpengaruh dalam penentuan durasi waktu ialah beban pekerjaan, produktivitas, tenaga kerja, dan jumlah tenaga kerja terpakai.

2.3.1 Beban Kerja

Beban kerja merupakan suatu variabel untuk menetapkan waktu kerja efektif pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. Pada proses perakitan blok lambung kapal, pengukuran beban kerja berbeda untuk setiap jenis pekerjaan diantaranya (Rahmatia, 2018):

- a. *Lifting*, pengukuran beban kerja didasarkan pada berat material diangkat/dipindahkan dalam satuan ton.
- b. *Fitting*, pengukuran beban kerja berdasarkan panjang objek pengelasan *fit-up* dan dihubungkan dengan las titik.
- c. *Welding*, pengukuran beban kerja berdasarkan total panjang pengelasan pada objek pengelasan. Total panjang pengelasan didapatkan dari panjang objek pengelasan dikalikan dengan jumlah *layer*/lapisan las

2.3.2 Produktivitas

Definisi produktivitas secara sederhana adalah hubungan antara kualitas yang dihasilkan dengan jumlah kerja yang dilakukan untuk mencapai hasil. Secara teknis produktivitas adalah suatu perbandingan antara hasil yang dicaai (*output*) atau perbandingan antara hasil yang dicapai dengan peran tenaga kerja persatuan waktu. Produktivitas dapat digunakan sebagai tolak ukur keberhasilan suatu industri atau galangan kapal dalam menghasilkan barang atau jasa. Sehingga semakin tinggi perbandingannya, berarti semakin tinggi produk yang dihasilkan. (Putra dkk, 2017)

Dalam proses pembangunan kapal, beberapa jenis kegiatan seperti *lifting*, *fitting*, dan *welding* akan sangat mempengaruhi durasi/waktu yang diperlukan. Dalam penelitian ini besar produktivitas didapatkan dari

penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zulfikar AR (2013) yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 yang mana didapatkan dari produktifitas pekerja PT. PAL yaitu 0,537 untuk *lifting*, 0,067 untuk *fitting*, dan 0,133 untuk *welding*. Adapun produktivitas untuk pekerjaan *lifting*, *fitting* dan *welding* pada pipa adalah 0,123 jam/ton , 0,340jam/meter dan 0,102 jam/meter.

Adapun rumus untuk mendapatkan durasi pada tiap komponen kegiatan ialah sebagai berikut :

$$Durasi = \frac{\text{jam orang}/JO \text{ (jam per orang)}}{\text{Jumlah tenaga kerja (orang)}}$$

$$JO = \text{Beban Kerja} \times \text{Tingkat kebutuhan}$$

Sehingga ;

$$Durasi = \frac{\text{Beban kerja} \left(\frac{\text{ton}}{\text{meter}} \right) \times \text{Tingkat kebutuhan} \left(\frac{\text{jam}}{\text{ton/meter}} \right)}{\text{Jumlah tenaga kerja (orang)}}$$

2.3.3 Network Planning (Perencanaan Jaringan Kerja)

Network planning merupakan model instrumen pengukuran jadwal proyek dengan menggunakan logika jaringan kerja untuk mendeteksi item pekerjaan yang berada pada jalur kritis maupun untuk mengetahui detail pekerjaan yaitu dapat menentukan waktu paling cepat (*early time*) dan waktu paling lama (*latest time*) untuk dikerjakan.

Ada beberapa hal yang harus dilakukan terlebih dahulu dalam membuat metode jaringan kerja, yaitu:

- a. Menentukan aktivitas kegiatan
- b. Menentukan beban masing-masing kegiatan
- c. Menentukan durasi aktivitas kegiatan
- d. Mendiskripsikan aktivitas/kegiatan
- e. Menentukan hubungan yang logis

Network planning merupakan model instrumen pengukuran jadwal proyek dengan menggunakan logika jaringan kerja untuk mendeteksi item pekerjaan yang berada pada jalur kritis maupun untuk mengetahui detail pekerjaan yaitu dapat menentukan waktu paling cepat (*early time*) dan waktu paling lama (*latest time*) untuk dikerjakan.

1. Prinsip Dasar Penjadwalan Network Planning

Ada beberapa hal yang harus dilakukan terlebih dahulu dalam membuat metode jaringan kerja, yaitu:

- f. Menentukan aktivitas kegiatan
- e. Menentukan beban masing-masing kegiatan
- f. Menentukan durasi aktivitas kegiatan
- g. Mendiskripsikan aktivitas/kegiatan
- h. Menentukan hubungan yang logis

2.3.4 Metode Jalur Kritis/Critical path method (CPM)

Menurut Sumyang, 2003 (dalam Rahmawati, 2007) CPM atau "*Critical Path Method*" adalah sebuah metode penjadwalan jaringan proyek yang menggunakan penyeimbangan antara waktu dan biaya. Masing-masing aktivitas dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu yang telah ditentukan yaitu dengan cara merubah dan menambah biaya.

Ada beberapa pengertian jalur kritis berdasarkan beberapa ahli adalah (dalam Rahmawati, 2007) :

- 1. Menurut T. Hani Handoko (1997 : 407), jalur kritis adalah jalur terpanjang pada network dan waktunya menjadi waktu penyelesaian minimum yang diharapkan untuk masing-masing alternatif.

2. Menurut Lalu Sumayang (2003 : 157), jalur kritis adalah aktivitas yang mempunyai waktu penyelesaian terlama. Aktivitas pada jalur kritis ini berarti mempunyai waktu longgar atau slack sebesar Nol. Aktivitas ini harus selesai pada waktunya untuk mencegah penyelesaian proyek tertunda.

Adapun komponen-komponen dalam CPM menurut Handoko, 1997: 402 (dalam Rahmawati, 2007) adalah :

1. Kegiatan atau *activity*

Kegiatan adalah bagian dari keseluruhan pekerjaan yang harus dilaksanakan.

2. Peristiwa atau *event*

Peristiwa merupakan pelaksanaan kegiatan dalam rencana program yang menandai mulainya dan akhirnya suatu kejadian.

3. Waktu kegiatan

Hal pokok yang perlu diperhatikan dalam network planning adalah penentuan waktu setiap kegiatan yang diperlakukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan atau proyek secara keseluruhan.

2.4 Sistem Informasi

Sistem informasi adalah sekumpulan prosedur organisasi yang pada saat dilaksanakan akan memberikan informasi bagi pengambil keputusan dan/atau untuk mengendalikan organisasi. Sedangkan menurut Laudon dalam bukunya "*Management Information Systems: New Approaches to Organization & Technology*" diacu dalam Susanto (2002) mengatakan bahwa sistem informasi merupakan komponen – komponen yang saling berhubungan dan bekerjasama untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan dan mendistribusikan informasi tersebut untuk mendukung proses pengambilan keputusan, koordinasi dan pengendalian (*as cited in Iskandar:2018*).

Menurut Yakub (2012) dalam jurnal Iskandar (2018), sistem informasi merupakan sebuah susunan yang terdiri dari beberapa komponen atau elemen. Komponen sistem informasi disebut dengan istilah blok bangunan (*building block*). Komponen sistem informasi tersebut terdiri dari:

1. Blok Masukan (*Input Block*), *input* memiliki data yang masuk ke dalam sistem informasi serta metode – metode untuk menangkap data yang dimasukkan.
2. Blok Model (*Model Block*), blok ini terdiri dari kombinasi prosedur logika dan model matematik yang akan memanipulasi data *input* dan data yang tersimpan di basis data.
3. Blok Keluaran (*Output Block*), produk dari sistem informasi adalah keluaran yang merupakan informasi yang berkualitas dan dokumentasi yang berguna untuk semua tingkatan manajemen serta semua pemakai sistem.
4. Blok Teknologi (*Technology Block*), blok teknologi digunakan untuk menerima input, menyimpan dan mengakses data, menghasilkan dan mengirimkan keluaran dari sistem secara keseluruhan. Terdiri dari 3 bagian utama, yaitu teknisi (*brainware*), perangkat lunak (*software*), dan perangkat keras (*hardware*) (*as cited in Iskandar:2018*).

Blok basis data (*database block*), merupakan kumpulan dari data yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya, tersimpan di perangkat keras komputer dan digunakan perangkat lunak (*software*) untuk memanipulasinya (*Iskandar:2018*).

Terdapat beberapa tingkat level sistem informasi manajemen, dapat dilihat pada gambar 2.30.



Gambar 2.7 Level Sistem Informasi Management
(sumber:www.google.com)

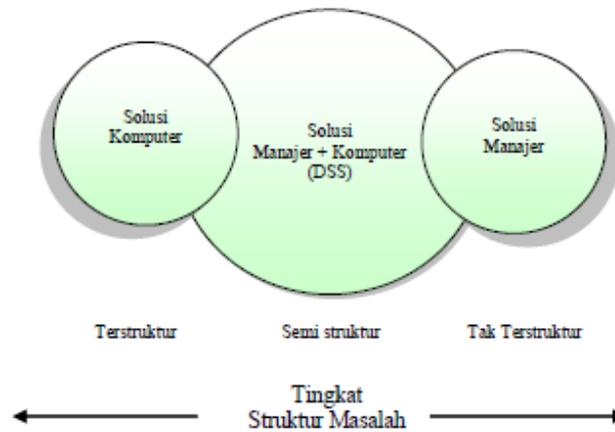
Decision Support Sistem (DSS) disebut juga dengan sistem penopang keputusan yang merupakan sistem informasi yang berbeda dengan sebagian besar sistem informasi tradisional karena masing-masing DSS bersifat khas, serta pemenuhan ada di bawah wewenang seorang manajer. DSS dapat diartikan sebagai sistem berbasis komputer yang bersifat interaktif untuk membantu pengambilan keputusan dengan menggunakan data dan model untuk memecahkan masalah yang tidak terstruktur (Sukoharsono:2008).

Beberapa tujuan yang harus dicapai melalui penerapan DSS adalah :

1. Membantu manajer dalam membuat keputusan untuk memecahkan masalah dalam kategori semi terstruktur.
2. Mendukung penilaian yang dilakukan oleh manajer bukan menggantikannya.
3. Meningkatkan pengambilan keputusan manajer dari pada efisiensinya(Sukoharsono:2008).

Gambar 2.9 menunjukkan hubungan antara struktur masalah dengan tingkat dukungan yang didapat disediakan oleh komputer. Komputer dapat diterapkan pada bagian masalah yang terstruktur, sedangkan manajer sangat bertanggung jawab pada bagian masalah yang tak terstruktur dengan melakukan pekerjaan-pekerjaan penilaian atau intuisi dan melakukan analisis. Manajer dan komputer bekerja sama

sebagai sebuah tim dalam memecahkan masalah yang berada dalam area semi struktur yang luas (Sukoharsono:2008).



Gambar 2.8 Fokus DSS pada masalah-masalah semi struktur

2.5 Basis Data

Basis data adalah sebuah tempat penyimpanan data sebagai pengganti dari sistem konvensional yang berupa dokumen file. Basis data didefinisikan kumpulan data yang dihubungkan secara bersama-sama, dan gambaran dari data yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan informasi dari suatu organisasi berbeda dengan sistem file yang menyimpan data secara terpisah, pada basis data tersimpan secara terintegrasi.

Perancangan basis data dibuat dalam tiga fase utama, yaitu: (1) Perancangan basis data konseptual, merupakan proses membangun model dari data yang digunakan dalam sebuah organisasi dan tidak tergantung pada pertimbangan fisik. (2) Perancangan basis data logical, merupakan proses membangun model dari informasi yang digunakan dalam perusahaan berdasarkan model data spesifikasi, dan terbebas dari DBMS (*Database Management Systems*) tertentu dan pertimbangan fisik lainnya. Hasil akhir dari tahapan ini berupa sebuah kamus data yang berisi semua atribut beserta kata kuncinya. (3) Perancangan basis data fisik, merupakan proses pembuatan skripsi dari implementasi basis data pada

penyimpanan sekunder yang menjelaskan relasi dasar, organisasi file, dan indeks yang digunakan untuk mencapai akses yang efisien ke data, dan setiap integritas constraint yang saling berhubungan dan juga pengukuran keamanan.

2.6 Entity-Relationship Diagram

Sistem basis data sering dimodelkan menggunakan Entity Relationship (ER) diagram sebagai "blue print" dari mana data aktual disimpan – output dari fase desain. Diagram ER adalah alat analisis untuk diagram data untuk disimpan dalam sistem informasi. Langkah 1, fase persyaratan, bisa cukup frustrasi karena analisis harus mendapatkan kebutuhan dan keinginan dari pengguna (*Bagui dan Earp:2003*).

Di dunia nyata, "pengguna" dan "analisis" dapat menjadi komite profesional tetapi idenya adalah bahwa pengguna (atau grup pengguna) harus menyampaikan ide kepada analisis (atau tim analisis) - pengguna harus mengungkapkan apa yang mereka inginkan miliki dan mereka pikir butuhkan (*Bagui dan Earp:2003*).

Diagram ER (ERD) adalah alat grafis yang memfasilitasi pemodelan data. ERD adalah bagian dari "model semantik" dalam database. Model semantik mengacu pada model yang bermaksud untuk mendapatkan makna dari data. ERD bukan satu-satunya alat pemodelan semantik, tetapi umum dan populer (*Bagui dan Earp:2003*).

ER Model adalah salah satu alat paling terkenal untuk desain database logis. Dalam komunitas basis data, ER dianggap sebagai cara yang sangat alami dan mudah dipahami untuk membuat konsep struktur database. Klaim yang telah dibuat untuk itu termasuk: (1) sederhana dan mudah dipahami oleh non-spesialis; (2) mudah dikonsepsi, konstruksi dasar (entitas dan hubungan) sangat intuitif dan dengan demikian memberikan cara yang sangat alami untuk mewakili persyaratan informasi pengguna; dan (3) itu adalah model yang menggambarkan dunia dalam hal entitas

dan atribut yang paling cocok untuk pengguna akhir yang naif komputer (*Bagui dan Earp:2003*).

2.7 Visual Basic For Application (VBA)

2.7.1 Visual Basic

Visual Basic diambil dari kata *Basic* (*Beginner's all purpose symbolic instruction code*) adalah sebuah Bahasa pemrograman kuno yang merupakan awal dari bahasa-bahasa tingkat tinggi lainnya. Visual Basic pada dasarnya adalah sebuah pemrograman computer. Bahasa pemrograman computer adalah perintah-perintah atau instruksi-instruksi yang dimiliki oleh computer untuk melakukan tugas-tugas tertentu.

Microsoft Visual Basic (VB) merupakan sebuah bahasa pemrograman yang menawarkan *Integrated Development Environment (IDE)* visual untuk membuat program perangkat lunak berbasis sistem operasi *Microsoft Windows* dengan menggunakan model pemrograman (COM). Visual Basic merupakan turunan bahasa pemrograman Basic dan menawarkan pengembangan perangkat lunak komputer berbasis grafik dengan cepat.

Visual Basic merupakan pengembangan dari bahasa Basic yang diciptakan oleh *Professor John Kemeny* dan *Thomas Eugene Kurtz* dari Perguruan Tinggi *Dartmouth* pada pertengahan tahun 1960. Bahasa tersebut tersusun seperti bahasa Inggris yang biasa digunakan oleh programan untuk menulis program – program komputer sederhana yang berfungsi sebagai pembelajaran bagi konsep dasar pemrograman.

Berbagai macam versi *Basic* keluar dan dikembangkan untuk digunakan pada berbagai macam platform komputer, hingga akhirnya mendorong *Microsoft* untuk melahirkan *Visual Basic* yang berbasis GUI (*Graphic User Interface*) bersamaan dengan *Microsoft Windows*. *Microsoft* menciptakan *Visual Basic* yang merupakan implementasi dari gabungan bahasa yang diinterpretasi (*BASICA*) dengan bahasa yang

dikomplikasi (Bascom) yang merupakan pengembangan dari bahasa *Basic* pada tahun 1991. Pemrograman *Visual Basic* mudah digunakan untuk programmer pemula karena menghemat waktu dengan tersedianya komponen – komponen yang akan digunakan.

Penggunaan *Visual Basic* yang mudah dan sederhana serta tidak menghabiskan memori yang besar sehingga ringan untuk dijalankan, *Visual Basic* menjadi populer dikalangan programmer. *Visual Basic* dikembangkan menjadi beberapa versi sampai yang terbaru, yaitu *Visual Basic 2012*. Namun, yang sering digunakan karena lebih ringan dan mudah adalah *Visual Basic 6.0*.

2.7.2 Visual Basic for Applications

Visual Basic for Applications (VBA) adalah fungsi dan perintah program *Microsoft Office* (termasuk *Excel*) yang disimpan dalam bahasa *Visual Basic* lama atau *Visual Basic* sebelum versi *NET framework* sekarang atau *Visual Basic 6.0*.

VBA adalah sebuah turunan bahasa pemrograman *Visual Basic* yang dikembangkan oleh *Microsoft* dan dirilis pada tahun 1993, atau kombinasi yang terintegrasi antara lingkungan pemrograman (*Visual Basic Editor*) dengan bahasa pemrograman (*Visual Basic*) yang memudahkan *user* untuk mendesain dan membangun program *Visual Basic* dalam aplikasi utama *Microsoft Office*, yang ditujukan untuk aplikasi – aplikasi tertentu.

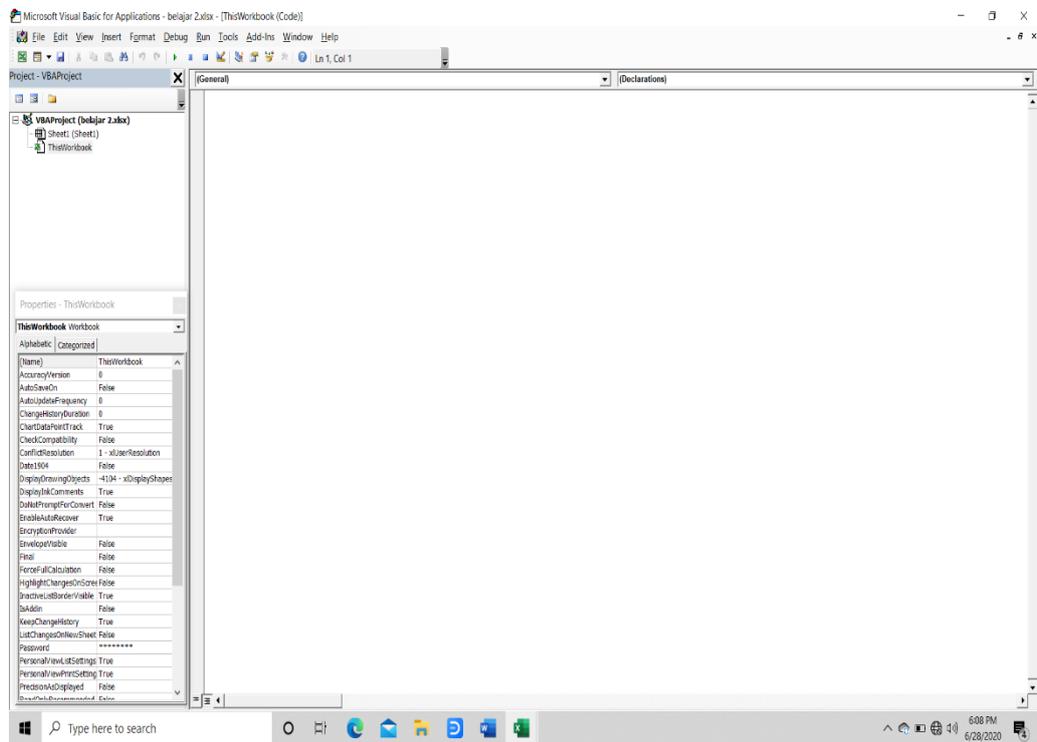
Microsoft menyediakan *Visual Basic for Applications (VBA)* atau *Macro* yang merupakan pengembangan bahasa pemrograman *Visual Basic* yang digunakan pada aplikasi *Microsoft Office*. *Visual Basic for Applications* dapat digunakan untuk membuat otomatisasi pekerjaan dalam *Microsoft Office*, sehingga dapat menghemat waktu dan tenaga.

2.7.3 Visual Basic Editor

Visual Basic Editor adalah program yang digunakan untuk membuat dan mengedit kode *Macro* dengan menggunakan bahasa *Visual*

Basic. *Visual Basic Editor* dapat digunakan untuk mengedit *Macro*, menyalin *Macro* dari satu modul ke modul lainnya, menyalin *Macro*, atau mengganti *Macro*.

Halaman *Visual Basic Editor* dapat diaktifkan dengan membuka tab *Developer* dan memilih tombol *Visual Basic*. Fungsi yang dijalankan dalam *Visual Basic Editor* tidak berbeda dengan *Visual Basic*. Dengan tampilan halaman *Visual Basic Editor* seperti Gambar 2.32.



Gambar 2.9 Tampilan halaman Visual Basic Editor

2.8 Algoritma Pemrograman dan Flowchart

Kata Algoritma berasal dari nama seorang ilmuwan asal Persia, Abu Ja'far Mohammed Ibn Musa Al – Khowarizmi yang menulis kitab “Al Jabr Wal – Muqabala” (*Rules of Restoration and Reduction*), 825 M. Abu Ja'far Mohammed mengartikan algoritma sebagai seperangkat instruksi yang berurutan dari awal sampai selesai.

Pengertian algoritma lainnya menurut Moh Sjukani, dalam bukunya “*Dari Algoritma dan Struktur Data dengan C, C++, dan Java*” adalah sebuah alur pemikiran dalam memecahkan suatu pekerjaan yang dituangkan secara tertulis. Algoritma dapat berupa kalimat, gambar, atau tabel tertentu. Algoritma merupakan sebuah pemikiran, artinya dimungkinkan adanya algoritma yang berbeda dari setiap orang.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa algoritma adalah seperangkat alur instruksi dari awal sampai selesai yang bertujuan untuk memecahkan sesuatu, dapat berupa kalimat, gambar, ataupun tabel tertentu dan bersifat logis (bernilai salah atau benar). Komponen teks algoritma dalam pemrograman procedural dapat berupa:

1. Instruksi dasar seperti input/output, assignment
2. Sequence (runtutan)
3. Analisa kasus
4. Perulangan

Contoh dari algoritma sederhana yaitu proses mengirim surat yang dimulai dari:

1. Mulai menulis surat
2. Memasukan surat dalam amplop
3. Menempelkan perangko pada amplop
4. Menuliskan alamat tujuan dan pengirim surat
5. Pergi ke kantor pos dengan membawa surat
6. Masukan surat pada bis surat
7. Selesai

Manusia berkomunikasi dengan komputer dengan cara memberikan seperangkat perintah kepada komputer berupa instruksi – instruksi dalam bentuk pembuatan program. Agar komputer mengerti instruksi – instruksi tersebut, diperlukan sebuah bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman yang diinput oleh manusia ke komputer adalah salah satu contoh dari algoritma. Algoritma yang baik apabila manusia dapat menginput bahasa

pemrograman dari awal sampai selesai ke komputer sehingga perintah tersebut dapat dijalankan dengan benar (*output*). Bahasa pemrograman sangat bermacam – macam, seperti *C*, *C++*, *Pascal*, *Java*, *C#*, *Basic*, *Perl*, *PHP*, *ASP*, *JSP*, *J#*, *J++*, *Visual Basic*, *Visual Basic for Application* dan masih banyak bahasa lainnya. Dari berbagai bahasa pemrograman cara memberikan instruksinya berbeda – beda namun bertujuan menghasilkan *output* yang sama.

2.8.1 Karakteristik Algoritma

Algoritma komputer memiliki beberapa karakteristik yang harus dipenuhi agar menjadi algoritma yang baik. Karakteristik itu antara lain:

- Presisi

Langkah – langkah penyelesaian masalah dalam algoritma haruslah secara presisi (tepat) dinyatakan, tidak mengandung ambiguitas.

- Keunikan

Hasil pertengahan dalam tiap langkah eksekusi suatu algoritma didefinisikan secara khas dan merupakan pengolahan dari hasil eksekusi langkah sebelumnya.

- Keterbatasan

Algoritma harus terbatas dan berhenti pada suatu titik setelah semua eksekusi dilaksanakan.

- Input

Algoritma menerima input.

- Output

Algoritma menghasilkan output.

- General

Algoritma berlaku untuk suatu kumpulan input tertentu.

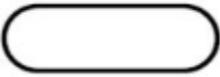
2.8.2 Notasi Algoritma

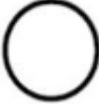
Dalam suatu penulisan algoritma terkadang sulit untuk menulis, mengerti dan memahami maksud dari algoritma tersebut. Untuk

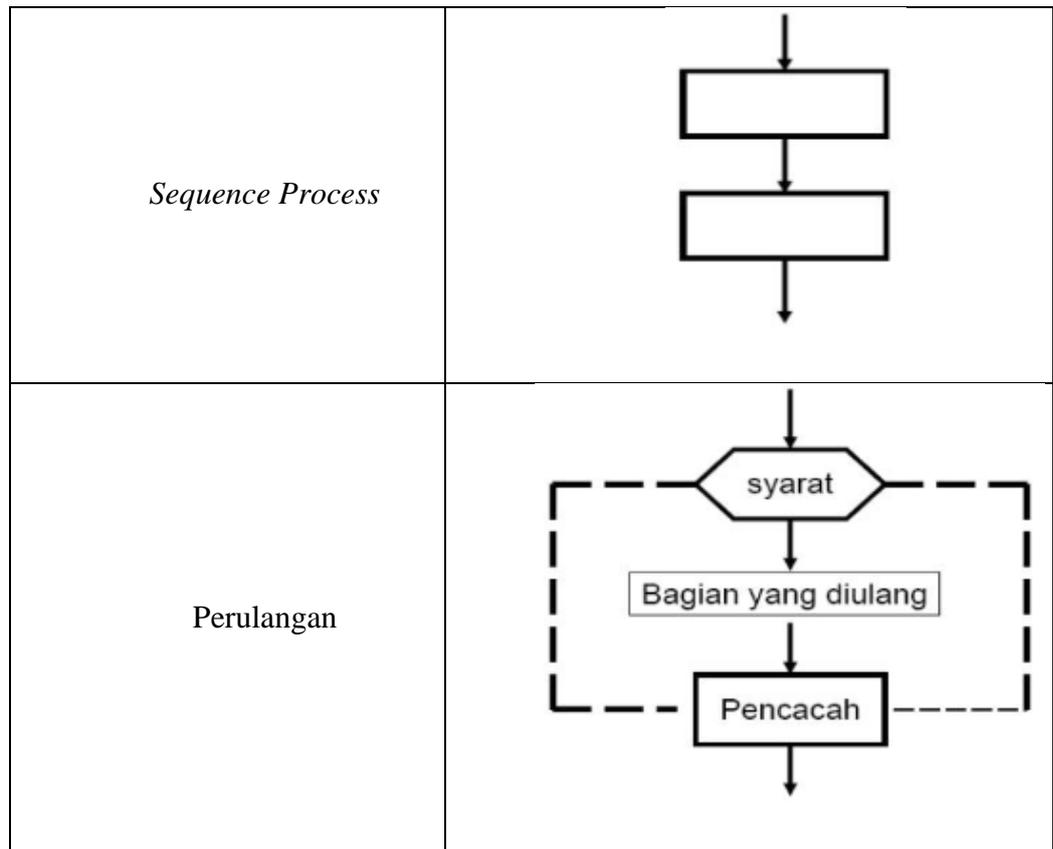
mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan notasi – notasi algoritma. Notasi algoritma merupakan rancangan penyelesaian masalah (algoritma) yang dituliskan ke dalam notasi (cara penulisan khusus). Notasi algoritma yang sering digunakan ada 3 macam, yaitu:

1. Notasi deskriptif, yaitu dengan cara menuliskan langkah – langkah penyelesaian masalah dengan kalimat – kalimat yang jelas dan deskriptif disertai dengan urutan (nomor urut) yang jelas. Notasi ini cocok untuk algoritma yang pendek, namun untuk masalah yang algoritmanya besar, notasi ini jelas tidak efektif. Selain itu, pengkonversian notasi algoritma ke notasi bahasa pemrograman cenderung relatif sukar.
2. Notasi bagian alir (*Flow chart*), yaitu algoritma menggunakan bagan alir dengan memanfaatkan bentuk – bentuk geometri seperti persegi panjang, jajaran genjang, lingkaran, dan sebagainya. Sama halnya dengan notasi deskriptif, notasi ini cocok untuk algoritma yang pendek, namun untuk masalah yang algoritmanya besar, notasi ini jelas tidak efektif. Selain itu, pengkonversian notasi algoritma ke notasi bahasa pemrograman cenderung relatif sukar. Adapun simbol – simbol yang digunakan dalam penyusunan *flowchart* adalah:

Tabel 2. 1 Simbol-simbol Flowchart

Keterangan	Simbol
Mulai/selesai (<i>terminator</i>)	
Aliran data	

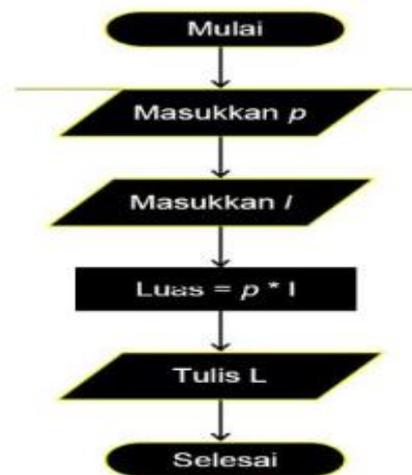
<i>Input/Output</i>	
Proses	
Percabangan (<i>Decision</i>)	
Pemberian nilai awal suatu variabel (<i>Preparation</i>)	
Memanggil prosedur/fungsi (<i>Call</i>)	
<i>Connector</i> (di halaman yang sama)	
Keterangan	Simbol
<i>Connector</i> (di halaman yang sama)	



Problem:
Menghitung
luas persegi panjang

Algoritma:

1. Masukkan panjang (p)
2. Masukkan lebar (l)
3. Hitung luas (L), yaitu panjang kali lebar
4. Cetak luas (L)



Gambar 2.10 Contoh Flowchart
(Sumber:Djamaris, 2011)

3. Notasi *Pseudo-code*, yaitu notasi algoritma yang praktis dan mirip dengan bahasa pemrograman tingkat tinggi seperti *Pascal*. Banyak notasi *pseudo-code* yang digunakan oleh para ahli komputer dan berbeda – beda

sehingga tidak ada aturan baku dalam penulisan *pseudo-code* ini, tetapi yang paling banyak digunakan dalam algoritma pemrograman adalah yang mendekati bahasa *pascal*. Keuntungan menggunakan notasi *pseudo-code* adalah kemudahan mengkonversinya lebih tepat yang disebut mentranslasi ke notasi bahasa pemrograman, karena terdapat korespondensi antara setiap *pseudo code* dengan notasi bahasa pemrograman.

Algoritma	Pseudo-code
Nilai A ditambah dengan 5	$A \leftarrow A+5$
Cetak nilai A bila lebih besar dari 10	IF A > 10 THEN PRINT A
Dari dua bilangan A dan B, cari bilangan yang terbesar	IF A > B THEN PRINT A ELSE PRINT B

Gambar 2.11 Perbandingan penulisan algoritma notasi deskriptif dengan pseudo-code (Sumber: Djamaris, 2011)

2.8.3 Aturan Penulisan Teks Algoritma

Teks algoritma berisi deskripsi langkah – langkah penyelesaian masalah. Deskripsi tersebut dapat ditulis dalam bentuk notasi apapun, asalkan mudah dibaca dan dimengerti. Tiap orang dapat membuat aturan penulisan dan algoritma sendiri. Namun, agar notasi algoritma dapat dengan mudah ditranslasi ke alam notasi bahasa pemrograman, maka sebaiknya notasi algoritma itu berkoresponden dengan notasi bahasa pemrograman secara umum. Pada dasarnya, teks algoritma disusun atas tiga bagian (blok) yaitu bagian judul (*header*) algoritma, bagian deklarasi, dan bagian deskripsi.

1. Judul Algoritma

Merupakan bagian yang terdiri atas nama algoritma dan penjelasan (spesifikasi) tentang algoritma tersebut. Nama algoritma sebaiknya singkat, namun cukup menggambarkan apa yang akan dilakukan oleh algoritma tersebut. Di bawah nama algoritma sering dinamakan juga spesifikasi algoritma. Algoritma harus ditulis sesuai dengan spesifikasi yang didefinisikan.

2. Deklarasi

Didalam algoritma, deklarasi nama adalah bagian untuk mendefinisikan semua nama yang dipakai didalam algoritma. Nama tersebut dapat berupa nama tetapan, nama peubah, nama tipe, nama prosedur dan nama fungsi.

3. Deskripsi

Merupakan bagian terpenting dari struktur algoritma. Bagian ini berisi uraian langkah – langkah penyelesaian masalah. Langkah – langkah ini dituliskan dengan notasi yang lazim dalam penulisan algoritma. Setiap langkah algoritma dibaca dari langkah paling atas hingga langkah paling bawah. Urutan penulisan menentukan urutan pelaksanaan perintah.