



UNIVERSITAS INDONESIA

Analisis Simulasi Konsep Pembangunan Kapal Multi Galangan pada PT DKB  
Untuk Pembangunan Kapal Tanker 6300 DWT

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Miftah Faridy

06 06 07 77825

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN

DEPOK

JUNI 2010

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
Telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Miftah Faridy

NPM : 06 06 07 7825

Tanda Tangan :

Tanggal :

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perkapalan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Ir. Sunaryo, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, serta pikiran untuk mengarahkan dan membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ir. M. A. Talahatu, MT, Ir. Hadi Tresno Wibowo, Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Sc, M.Eng, Ir. Mukti Wibowo selaku dosen pada program studi Teknik Perkapalan yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta pengalaman yang dimiliki.
3. Para karyawan PT DKB, khususnya PT DKB pusat, Bapak Sigrit, Bapak Sodikin, Bapak Badri, dll yang telah membantu dalam kelengkapan data yang penulis perlukan.
4. Ayah dan ibu tercinta, kakak dan adik, serta engkong dan nyai yang telah selalu memberikan nasihat dan doanya agar penulis selalu diberikan kemudahan sehingga skripsi ini dapat selesai.
5. Jaja Setiawan, rekan seperjuangan yang telah sangat membantu dalam penyusunan skripsi ini.
6. Para sahabat (ELKHOTIB RESIDENCE) yang telah berjuang bersama-sama selama kurang lebih empat tahun.
7. Teman-teman jurusan yang selalu bersama-sama saling menyemangati pembuatan skripsi ini, selalu mengingatkan “Bagaimana skripsinya?, sudah sampai mana?, sudah bab berapa?, kapan selesainya?, ayo semangat!! dll”.
8. Seseorang yang selalu bisa memberikan semangat selama pengerjaan skripsi ini.
9. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga Allah SWT dapat membalas segala kebaikan semua pihak yang telah disebutkan di atas. Semoga skripsi ini membawa manfaat untuk kita semua dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Juni 2010

Miftah Faridy



HALAMAN PERNYATAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang beretanda tangan di bawah ini:

Nama : Miftah Faridy  
NPM : 06 06 07 7825  
Program Studi : Teknik Perkapalan  
Departemen : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Rights) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Analisis Simulasi Konsep Pembangunan Kapal Multi Galangan pada PT DKB  
Untuk Pembangunan Kapal Tanker 6300 DWT”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti noneksklusif ini, Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal :

Yang menyatakan,

Miftah Faridy

## Abstrak

Perkembangan teknologi dalam pembuatan kapal terus-menerus mengalami kemajuan. Salah satu kemajuan tersebut terdapat pada bidang konstruksi kapal. Kini banyak perusahaan galangan kapal yang menerapkan metode pembuatan kapal dengan tujuan efektifitas dan efisiensi pembuatan kapal. Sehingga didapat waktu pengerjaan konstruksi kapal yang lebih singkat. Semakin cepat waktu yang dibutuhkan suatu galangan dalam memproduksi kapal, maka galangan tersebut akan semakin mendapatkan banyak keuntungan.

*Multiyard-Ship Construction* merupakan salah satu metode pembuatan kapal dengan melibatkan beberapa galangan yang berada dalam satu manajemen serta lokasi yang berdekatan, sehingga waktu konstruksi yang diperoleh menjadi lebih singkat. Metode tersebut pertama kali diperkenalkan oleh salah satu galangan besar di Jepang, yaitu Ishikawajima-Harima Heavy Industries (*IHI Shipyards*). Metode ini diharapkan dapat menjadi alternatif dalam produksi kapal. Galangan di Indonesia belum banyak menerapkan metode ini, oleh karena itu penulis bermaksud untuk menganalisis simulasi metode ini pada salah satu galangan terbesar di Jakarta, yaitu PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari.

Dalam skripsi ini, metode yang dipakai adalah analisis dari sampel kapal yang telah dibangun oleh PT DKB untuk kemudian dianalisis. Sampel yang penulis ambil adalah jenis kapal Oil Tanker 6300 DWT. Batasan analisis yang penulis ambil hanya pada proses konstruksi saja, sehingga dapat dilihat perbedaan lamanya waktu pembuatan kapal antara metode yang diterapkan oleh PT DKB dengan metode multi galangan (*Multiyard-Ship Construction*). Dari kedua metode tersebut, terdapat perbedaan waktu yang menunjukkan bahwa metode multi galangan mempunyai proses konstruksi lebih cepat.

Oleh karena itu, dapat diambil kesimpulan bahwa metode multi galangan bisa diterapkan untuk memperoleh waktu konstruksi yang lebih singkat, sehingga dapat dijadikan sebuah rekomendasi terhadap galangan dalam pembangunan sebuah kapal yang lebih efektif.

*Kata kunci : Multiyard-Ship Construction, PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari, Oil Tanker 6300 DWT, Konstruksi.*

## Abstract

Technological developments in shipbuilding continually progressing. One of these advances there are in the field of ship construction. Now many companies are implementing shipyard shipbuilding methods with the aim of effectiveness and efficiency of shipbuilding. Order to get the ship construction time shorter. The faster the time needed to produce a vessels, the shipyard will increasingly gain many advantages.

Multiyard-Ship Construction is one of shipbuilding methods involving several shipyards that are in a management as well as sites adjacent, so that construction time is becoming shorter obtained. The method was first introduced by one of the major shipyards in Japan, Ishikawajima-Harima ie Heavy Industries (IHI Shipyards). This method is expected to be an alternative in ship production. Shipyards in Indonesia has not been widely adopted this method, therefore the author intends to analyze the simulation of this method on one of the largest shipyards in Jakarta, namely PT Dok and Perkapalan Kodja Bahari.

In this paper, the method is the analysis of the sample vessel has been built by PT DKB for later analysis. Sample the authors take is the type of ship 6300 DWT Oil Tanker. Restriction analysis that the authors take the only course on the construction process, so it can be seen the difference between the duration of shipbuilding methods applied by the PT DKB with multiple methods of shipbuilding (Multiyard-Ship Construction). From both methods, there is a difference of time which shows that the shipyard has multiple methods of construction processes faster.

Therefore, it is concluded that multiple methods can be applied to obtain the shipyard konsrtuksi a shorter time, so it can be used as a recommendation to the shipyards in the construction of a ship that is more effective.

*Keywords: Multiyard-Ship Construction, PT Dok and Perkapalan Kodja Marine, Oil Tanker 6300 DWT, Construction.*

## DAFTAR ISI

	halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	i
PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 PERUMUSAN DAN BATASAN MASALAH .....	2
1.3 TUJUAN DAN SASARAN .....	4
1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN .....	5
1.5 METODOLOGI PENELITIAN .....	6
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN .....	7
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 METODE PRODUKSI KAPAL .....	9
2.2 PRODUCT-ORIENTED WORK BREAKDOWN STRUCTURE (PWBS) .....	9
2.3 PROSES PRODUKSI KAPAL .....	15



## BAB III MULTI-YARD SHIP CONSTRUCTION

3.1 MULTI-YARD SHIP CONSTRUCTION .....22

### 3.2 IMPLEMENTASI MULTI-YARD SHIP

CONSTRUCTION .....20

3.3 KONDISI DALAM PENGUJIAN .....23

## BAB IV SIMULASI DAN ANALISIS

4.1 PENGATURAN PROYEK .....36

4.2 PEMBAGIAN BLOK .....38

### 4.3 IMPLEMENTASI PROSES

KONSTRUKSI .....39

### 4.4 SIMULASI PERHITUNGAN

DAN ANALISIS .....42

## BAB V KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN .....62

5.2 SARAN .....62

DAFTAR PUSTAKA .....63

LAMPIRAN .....64

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
<b>Gambar 1.1</b> Peta laut utara Jakarta .....	5
<b>Gambar 1.2</b> Diagram alir pengerjaan skripsi .....	7
<b>Gambar.2.1</b> Proses <i>Layout</i> .....	10
<b>Gambar 2.2</b> Group Technology Layout .....	10
<b>Gambar.2.3</b> Perbaikan produktivitas melalui advanced outfitting .....	13
<b>Gambar 2.4</b> “on board” advance outfitting .....	13
<b>Gambar 2.5</b> Sejarah perkembangan metode pembuatan kapal .....	14
<b>Gambar 2.6</b> Komponen PWBS (Storch, 1995) .....	15
<b>Gambar 2.7</b> Proses Nesting .....	17
<b>Gambar 2.8</b> Bagian-bagian wilayah konstruksi lambung yang dihasilkan dari tahapan fabrikasi .....	18
<b>Gambar 2.9</b> Tahapan dari fabrikasi sampai blok assembly .....	19
<b>Gambar 2.10</b> Proses pembangunan kapal .....	21
<b>Gambar 3.1</b> Peta lokasi galangan (Pantai Utara Jakarta) .....	27
<b>Gambar 3.2</b> Struktur organisasi perusahaan .....	27
<b>Gambar 3.3</b> <i>Layout</i> Galangan I .....	29

<b>Gambar 3.4</b> <i>Layout Galangan II</i>	.....	31
<b>Gambar 3.5</b> <i>Layout Galangan III</i>	.....	20
<b>Gambar 3.6</b> <i>Layout sampel kapal Oil</i>		
Tanker 6300 DWT	.....	21
<b>Gambar 4.1</b> Pemasangan DB-04, DB-03, dan DB-05	.....	47
<b>Gambar 4.2</b> Pemasangan DB-02, DB-06, dan MD-04	.....	46
<b>Gambar 4.3</b> Pemasangan DB-07, MD-03 & MD-05	.....	46
<b>Gambar 4.4</b> Pemasangan DB-08, MD-02 & MD-06	.....	46
<b>Gambar 4.5</b> Pemasangan blok-01, blok 14 dan DB-09	.....	47
<b>Gambar 4.6</b> Pemasangan DB-10, MD-08, blok 13 & 15	.....	47
<b>Gambar 4.7</b> Pemasangan MD-09, blok 18 dan 19	.....	47
<b>Gambar 4.8</b> Pemasangan MD-10, blok 20 dan 21	.....	48
<b>Gambar 4.10</b> Pemasangan blok 12	.....	48
<b>Gambar 4.11</b> Pemasangan blok 17	.....	49

**Gambar 4.12** Pemasangan blok 16 dan bulwark .....49

**Gambar 4.13** Pengaturan blok pada bengkel

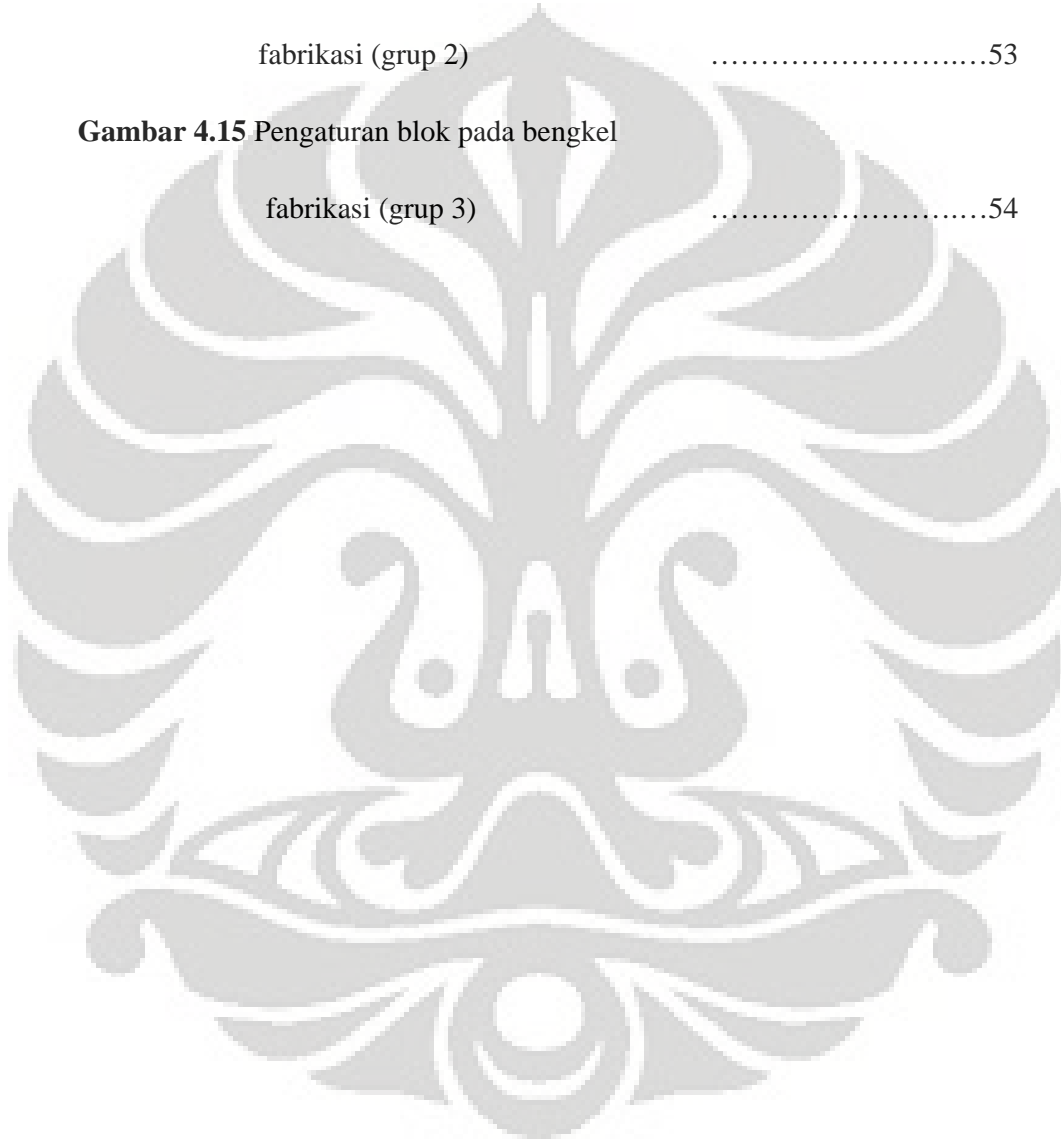
fabrikasi (grup 1) .....53

**Gambar 4.14** Pengaturan blok pada bengkel

fabrikasi (grup 2) .....53

**Gambar 4.15** Pengaturan blok pada bengkel

fabrikasi (grup 3) .....54



## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 3.1 Data Fasilitas Galangan I .....	28
Tabel 3.2 Data Fasilitas Galangan II .....	30
Tabel 3.3 Data Fasilitas Galangan III .....	31
Tabel 3.4 Ukuran utama sampel kapal .....	34
Tabel 4.1 Pembagian blok .....	39
Tabel 4.2 Asumsi pembagian <i>manpower</i> .....	41
Tabel 4.3 Perhitungan durasi tiap blok .....	43
Tabel 4.4 Perhitungan <i>single-yard ship</i> <i>construction</i> .....	50
Tabel 4.5 Perhitungan Galangan I .....	34
Tabel 4.6 Perhitungan Galangan II .....	34
Tabel 4.7 Perhitungan Galangan III .....	36

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi pembangunan kapal dari masa ke masa terus mengalami kemajuan seiring dengan adanya penemuan metode konstruksi baru yang lebih efisien dari segi waktu dan harga. Di samping itu pula, jumlah industri galangan pembuat kapal baik dalam negeri maupun luar negeri terus meningkat dari tahun ke tahun. Kondisi ini semakin memaksa para pelanggan menjadi lebih selektif dalam memilih kapalnya yang akan dibangun di galangan dengan proses *delivery time* yang lebih cepat dan kualitas yang dapat diandalkan.

Pada tahun 2008 terdapat sekitar 240 galangan kapal yang tersebar di Indonesia, 37% berada di Pulau Jawa, 26% di Sumatera, 25% di Kalimantan dan 12% tersebar di kawasan Indonesia Timur yang sebagian besar masih dalam skala kecil. Belum lagi keberadaan galangan kawasan regional ASEAN yang semakin agresif dalam hal penggunaan teknologi terkini terkait fasilitas konstruksi kapal, semakin menambah ketatnya persaingan di industry perkapalan dalam negeri. Oleh karena itu diperlukan adanya inovasi dan kreativitas dalam rangka upaya perbaikan sistem produksi secara kontinu seiring dengan perkembangan kemajuan teknologi, terutama berkaitan dengan metode konstruksi kapal.

PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari (DKB) merupakan salah satu galangan terbesar di Indonesia dan masih berstatus milik pemerintah diantara tiga galangan yang lain, yaitu PT PAL Indonesia, PT Dok dan Perkapalan Surabaya dan PT Industri Kapal Indonesia yang berada di Makassar. Saat ini PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari memiliki 5 unit produksi yang terletak di Jakarta serta enam cabang yang tersebar di Palembang, Sabang, Padang, Cirebon, Banjarmasin dan Semarang. Menyoroti PT DKB Jakarta yang terdiri atas PT DKB I, PT DKB II, PT DKB III, PT DKB IV dan Galangan Paliat yang lokasinya saling berdekatan, penulis ingin mencoba menganalisis suatu konsep pembangunan kapal yang baru dengan melibatkan beberapa galangan tersebut dalam

membangun suatu kapal. Artinya suatu kapal yang terdiri dari beberapa blok dikerjakan oleh lebih dari satu galangan dengan melihat karakteristik tiap galangan untuk disesuaikan di setiap blok. Konsep ini dikenal dengan istilah *Multi-yard Ship Construction*.

*Multi-yard Ship Construction* adalah konsep yang coba diperkenalkan dalam proses pembangunan kapal dengan melibatkan beberapa galangan yang berada dalam satu manajemen serta lokasi yang berdekatan, sehingga waktu konstruksi yang diperoleh menjadi lebih singkat. Konsep ini telah diaplikasikan pada salah satu galangan di Jepang, seperti Ishikawajima-Harima Heavy Industries (atau IHI Shipyard) yang merupakan galangan pertama di dunia yang memperkenalkan proses pembangunan kapal dengan metode Product Work Breakdown Structure atau PWBS. Sesuai dengan ciri khas dari *multi-yard ship construction*, maka penulis mencoba mengembangkannya kepada PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari yang berlokasi di Jakarta untuk diadaptasikan di beberapa galangan yang dimilikinya.

Untuk alasan tersebut, penulis mengambil sampel berupa data suatu kapal yang telah dibangun di salah satu galangan milik PT DKB Jakarta. Kemudian dilakukan simulasi dan analisis sampel jika dibangun dengan metode *Multi-yard Ship Construction*. Keluaran yang diharapkan dari sini adalah berupa hasil perbandingan waktu pembangunan yang nantinya akan menghasilkan sebuah rekomendasi terhadap galangan dalam pembangunan sebuah kapal yang lebih efektif pada masa sekarang maupun yang akan datang. Sehingga akan menjadi daya saing QCD (*Quality, Cost, Delivery*) untuk ditawarkan kepada para pelanggan.

## **1.2 PERUMUSAN DAN BATASAN MASALAH**

### **1.2.1 Perumusan Masalah**

*Multi-yard Ship Construction* merupakan salah satu metode pembangunan kapal yang muncul dalam rangka menghasilkan proses konstruksi kapal yang lebih cepat dari metode pembangunan yang hanya dengan satu galangan saja. Dengan *delivery time* yang semakin singkat akan menaikkan daya saing galangan selaku pelaksana pembangunan kapal, yang pada akhirnya banyak *customer*

memberikan kepercayaannya untuk membangun kapal di galangan tersebut, Melalui metode ini, diharapkan kendala galangan terkait masalah waktu pembangunan kapal akan berkurang.

Selain masalah waktu penyelesaian, metode ini juga mengatasi pada tidak efisiennya beberapa fasilitas galangan. Sebagai gambaran, sampai pada saat ini setiap galangan yang dilibatkan beberapa telah memiliki fasilitas konstruksi kapal yang cukup lengkap. Namun seringkali alat-alat tersebut tidak berdaya guna ketika sedikitnya permintaan pesanan kapal yang dibangun. Oleh sebab itu, metode *Multi-yard Ship Construction* berusaha mengurangi ketidakefisienan fasilitas galangan tersebut. Metode ini akan menghasilkan karakteristik yang kuat untuk setiap galangan terkait pembagian blok yang dibangun. Tipe-tipe galangan yang terbentuk dapat membangun blok yang memiliki tingkat kesulitan paling tinggi sampai pada blok yang paling sederhana. Dan hal ini akan berimplikasi pada ketersediaan fasilitas setiap galangan yang dirasa perlu maupun tidak, sehingga investasi yang dikeluarkan pihak galangan semakin kecil karena menurunnya biaya perawatan atau biaya lainnya.

### **1.2.2 Batasan Masalah**

Dalam pembuatan skripsi ini, penulis memberikan batasan pada perhitungan waktu penyelesaian konstruksi kapal. Yaitu hanya pada berapa lama waktu yang dibutuhkan sampai pada proses *erection* selesai dilakukan dengan asumsi tidak menggunakan metode *advanced outfitting* dalam pembangunan kapal.

Untuk melakukan simulasi perhitungan, maka penulis mencari dan mengumpulkan data yang terdiri dari dua aspek pengamatan, yaitu aspek kapal dan aspek galangan. Dari aspek kapal, penulis terlebih dahulu mempertimbangkan jenis dan ukuran kapal yang sesuai untuk dilakukan pembangunan kapal dengan konsep *Multi-yard Ship Construction*. Selanjutnya data-data yang penulis perlukan dari sampel suatu kapal berupa beberapa *drawing*, seperti :

- General Arrangement (GA),
- Block Division,
- Midship Section,
- Aftership construction,
- Forepeak construction, dll



Sedangkan jika dilihat dari aspek galangan, penulis akan mengumpulkan data-data berupa :

- Layout setiap galangan,
- fasilitas setiap galangan (crane, workshop, building berth, dll),
- standar konstruksi galangan untuk kapal baru,
- history pembangunan kapal berupa data Jam Orang yang telah dilakukan, dan
- struktur organisasi PT DKB Jakarta.

Pencarian data dilakukan dengan meneliti langsung ke PT. Dok dan Perkapalan Kodja Bahari Jakarta sebagai contoh galangan yang sesuai dengan konsep *Multi-yard Ship Construction*. Sehingga dari batasan masalah yang penulis ambil, penulis dapat mengambil suatu kesimpulan dari hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan.

### **1.3 TUJUAN DAN SASARAN**

#### **1.3.1 Tujuan**

Maksud dari studi ini adalah untuk mengkaji metode Multiyard-ship Construction sebagai dasar dalam rangka mencari alternatif proses produksi kapal yang lebih cepat, sehingga dapat menawarkan keunggulan ini kepada calon pelanggan yang akan membeli kapal dan meningkatkan daya saing galangan.

Tujuannya adalah untuk memberikan masukan yang tepat kepada pihak galangan dalam rangka menciptakan standar produksi yang lebih efektif guna menunjang kegiatan produksi pada masa sekarang maupun masa yang akan datang.

#### **1.3.2 Sasaran**

Sasaran dalam penulisan skripsi ini adalah:

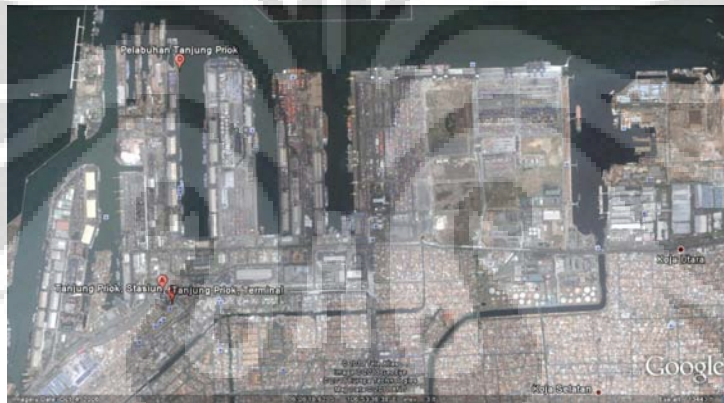
1. Mempelajari penerapan metode multiyard-ship construction dan faktor-faktor yang terkait;
2. Mempelajari objek studi yang meliputi profil PT DKB Jakarta berupa organisasi perusahaan, ketersediaan fasilitas galangan, man power, standar konstruksi galangan, dll;

3. Menganalisis implementasi dari metode multiyard-ship construction pada PT DKB Jakarta dengan mengambil sampel satu kapal yang telah dibangun melalui beberapa pendekatan.
4. Menganalisis perbedaan yang diperoleh antara hasil konstruksi sampel yang telah dibangun dengan metode awal dengan metode multi-yard ship construction dari beberapa aspek.

## 1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN

### 1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah

Objek wilayah yang akan kita kaji adalah PT DKB I, PT DKB II dan PT DKB III yang seluruhnya berada di wilayah Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta.



Gambar.1.1 Peta laut utara Jakarta

- Galangan DKB I  
Terletak di jalan Panambangan, Pelabuhan I Tanjung Priok, Jakarta 14310.
- Galangan DKB II  
Terletak di jalan Sindang Laut No.119 Tanjung Priok, Jakarta 14110.
- Galangan DKB III  
Terletak di dekat galangan II yang tepatnya di jalan Sindang Laut No.104 Tanjung Priok, Jakarta 14110.

### 1.4.2 Ruang Lingkup Materi

Secara garis besar, lingkup materi penulisan skripsi ini meliputi aspek-aspek yang terkait dengan pelaksanaan metode *Multi-yard Ship Construction*.

Aspek-aspek yang akan dibahas dan masih berkaitan dengan topic skripsi ini yaitu:

1. Teknik produksi kapal,
2. Proses Produksi Kapal,
3. Konsep Multi-yard Ship Construction dan implementasinya.
4. Simulasi dan analisis konsep multi-yard ship construction pada PT DKB Jakarta.

## **1.5 METODOLOGI PENELITIAN**

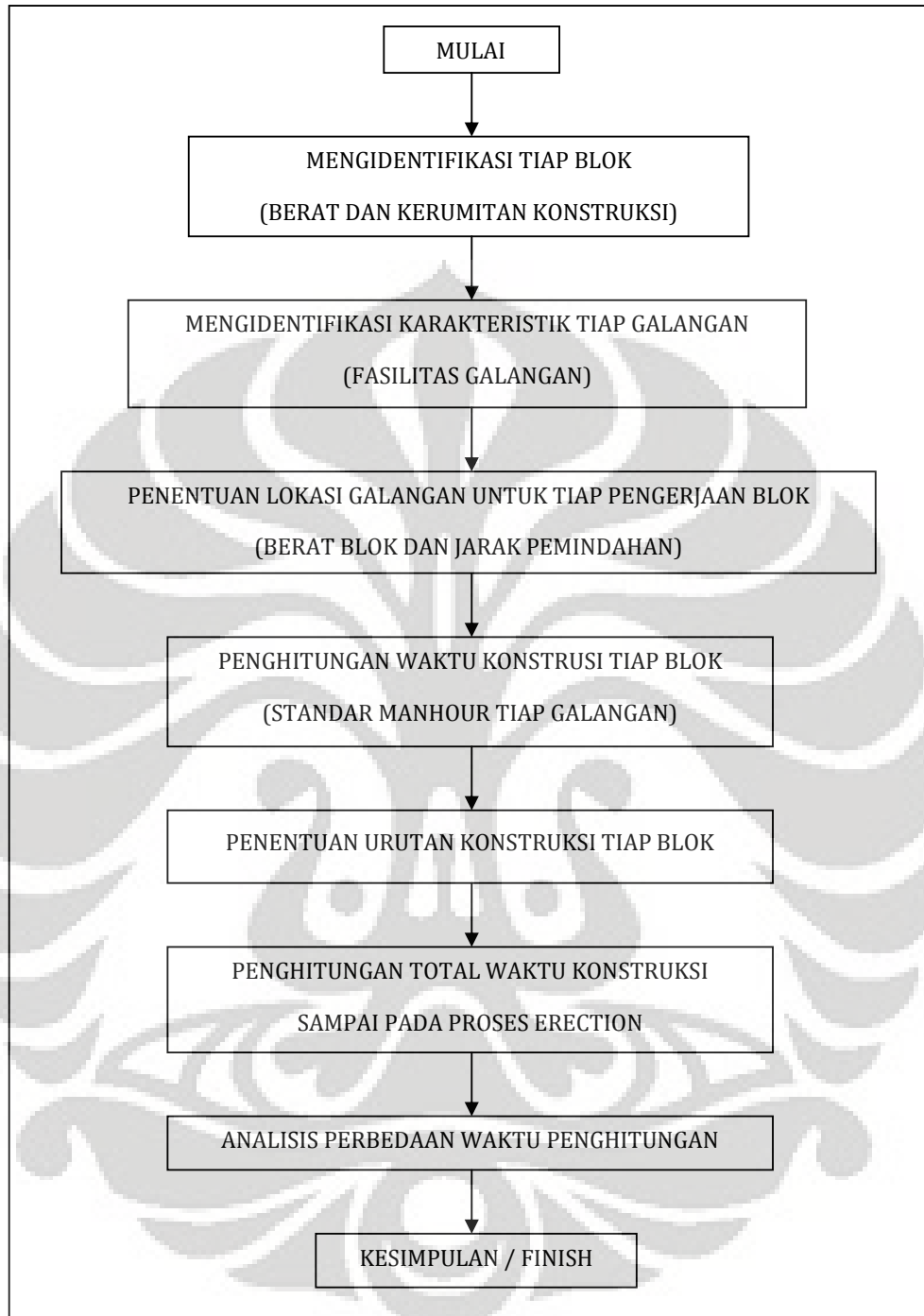
### **1.5.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Ada dua cara dalam mengumpulkan data, yaitu:

1. Studi Pustaka, yaitu dengan membaca literatur yang masih berhubungan dengan topik untuk dijadikan dasar teori.
2. Studi Lapangan Survei, yaitu pengamatan dan pengambilan data yang diperlukan, yang digunakan sebagai bahan penelitian.

### **1.5.2 Analisis Data**

Mengumpulkan, mengolah dan menganalisis data yang ada serta membandingkannya dengan teori untuk menarik kesimpulan. Berikut ini merupakan diagram alir dalam langkah-langkah implementasi sampel sesuai dengan metode *Multi-yard Ship Construction*:



**Gambar.1.2** Diagram Alir Pengerjaan Skripsi

## 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

### BAB I PENDAHULUAN

Meliputi latar belakang, perumusan dan batasan masalah, tujuan dan sasaran, ruang lingkup penelitian yang meliputi ruang lingkup wilayah dan ruang lingkup materi, metodologi dan sistematika penulisan.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

Menguraikan tentang pengertian-pengertian dari teori-teori Metode Produksi Kapal yang terdiri dari Group Technology, Module Construction, Advanced Outfitting dan IHOP, selanjutnya menjelaskan tahapan-tahapan dalam produksi kapal.

## **BAB III IMPLEMENTASI MULTI-YARD SHIPBUILDING**

Menjelaskan tentang konsep Multi-yard Ship Construction yang meliputi definisi, kelebihan dan kekurangan Multi-Yard Ship Construction, penerapan konsep pada PT DKB dengan menguraikan kondisi perusahaan dan contoh kapal yang akan dibangun serta pengaturan proyek.

## **BAB IV SIMULASI DAN ANALISIS**

Menjelaskan bagaimana mengatur proyek menghitung lamanya waktu konstruksi yang dibutuhkan dengan konsep multi-yard ship construction dimana ada beberapa batasan dan asumsi yang digunakan.

## **BAB V PENUTUP**

Meliputi kesimpulan dan saran setelah menganalisis hasil perhitungan. Selanjutnya terdapat diskusi yang berisi dari tanggapan penulis mengenai topic skripsi.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 METODE PRODUKSI KAPAL**

Kapal merupakan alat transportasi laut yang umumnya memiliki ukuran konstruksi cukup besar dan terbuat dari material baja, seperti kapal-kapal niaga yang mencakup kapal peti kemas, kapal muatan curah, kapal tanker dan kapal penumpang. Dalam membangun jenis kapal tersebut, perusahaan galangan telah memiliki standar metode yang digunakan. Adapun beberapa metode yang dikenal dalam proses produksi kapal yaitu:

1. Group Technology
2. Module Construction
3. Advanced Outfitting
4. Integrated Hull Outfitting and Painting (IHOP)

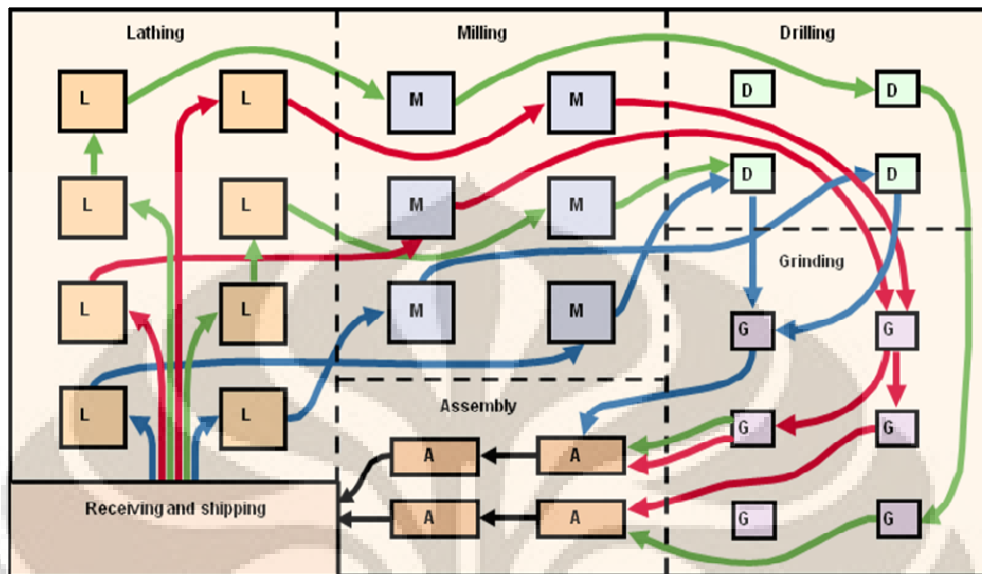
##### **2.1.1 Group Technology**

###### *Definisi*

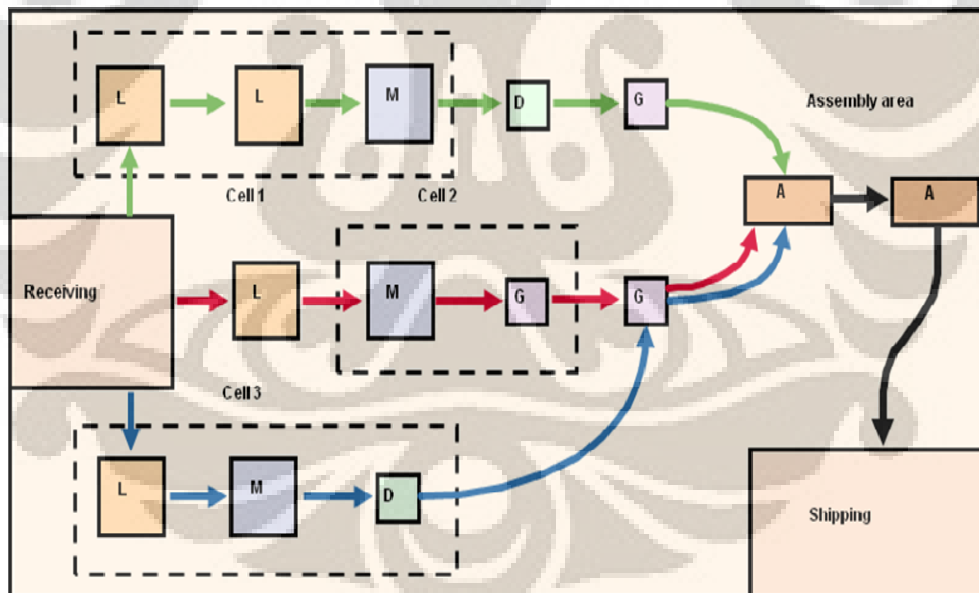
Group Technology merupakan suatu pendekatan yang dilakukan oleh industry manufaktur yang bertujuan meningkatkan produktivitas dengan menerapkan seperti teknik *flow-line* dan metode otomatis lainnya yang digunakan. Group technology ialah penyusunan secara logis dan berurut dari setiap segi operasi perusahaan demi menghasilkan keuntungan produksi massal dalam meningkatkan kuantitas produksi yang beragam (G.M.Ranson, 1972). Secara ringkas, group technology atau kelompok teknologi didefinisikan sebagai pengelompokan fasilitas produksi sesuai wilayah kerja berdasarkan karakteristik pengerjaan yang sama.

Ada tiga kunci dasar agar pengaplikasian Group Technology dapat berjalan, yaitu Penempatan Kelompok (Group Layout), siklus pendek pemeriksaan aliran (Short Cycle Flow Control) dan perencanaan beban mesin (A Planned Machine Loading). Penempatan (layout) adalah gabungan dari beberapa departemen, pusat kerja dan peralatan yang menekankan pada aliran kerja melalui system. Berikut di

bawah ini merupakan ilustrasi perbandingan antara Process Layout dengan Group Technology Layout.



Gambar.2.1 Process Layout



Gambar.2.2 Group Technology Layout

#### *Aplikasi di Galangan*

Group technology membutuhkan proses aliran yang berkelanjutan (continuous flow). Struktur kapal memiliki beberapa jenis bagian ukuran yang besar, sedangkan jenis dari assembly dan module relatif cukup kecil. Perbedaan



dalam ukuran dan konten kerja dari produk interim inilah yang menghasilkan kesulitan untuk dilakukan proses aliran berkelanjutan. Oleh karena itu, group technology sebagian dapat mengatasi masalah ini dengan mengelompokkan produk-produk interim seperti subassembly, assembly dan modul kedalam kelompok geometri dan kelompok proses pengerjaan yang sama, sehingga efektivitas tiap kelompok dapat meningkat secara volume akibat manfaat dari aliran lancar (continuous flow) yang dapat diperoleh.

Di dalam mengaplikasikan metode group technology, galangan membuat klasifikasi dan system kode yang mengidentifikasi jenis produk dan kesamaannya. Sistem klasifikasi menentukan pembagian part-part yang sejenis untuk menghasilkan keputusan enjiniring atau keputusan pengerjaan produksi. Sedangkan kode merupakan perangkat operasional yang digunakan sistem klasifikasi. Sistem klasifikasi dan kode juga dibutuhkan untuk mencapai keakuratan dan penghematan yang dibuat dari aplikasi komputer untuk mengawasi barang-barang inventaris, jadwal kerja dan pengawasan, disain, dan manufaktur.

Pengalaman dari galangan-galangan yang telah mengaplikasikan group technology menunjukkan beberapa keuntungan berupa pengurangan waktu konstruksi, pengurangan inventaris dan progress kerja, lebih efektif dan pengawasan yang ekonomis, dan perencanaan, penjadualan dan system control yang mudah. Oleh karena itu, group technology sangat mendukung kegiatan industry galangan kapal demi meningkatkan produktivitas operasional.

### **2.1.2 Module Construction**

Module Construction atau konstruksi modul merupakan jenis struktur yang terdiri dari satu atau lebih subassembly/assembly. Ciri khas modul di kapal seperti modul pipa, modul mesin bantu, *cabin module*, *aft end module*, dll. Modul-modul ini merupakan unit terpisah yang memiliki fungsi khusus yang akan digabungkan dengan blok. Selanjutnya, blok yang telah terpasang modul akan disambungkan dengan blok-blok lain di tempat dok (building berth).



Melalui metode ini, pekerjaan-pekerjaan yang beragam dapat dilakukan dengan simultan sehingga berdampak pada pengurangan seluruh waktu konstruksi.

### 2.1.3 Advanced Outfitting

Advanced outfitting merupakan suatu pemasangan bagian perlengkapan pada struktur kapal, sebelum dan sesudah penggabungan blok (*erection*) di *building berth*. Umumnya advanced outfitting dibagi menjadi 3 jenis, yaitu :

#### 1. On-Unit

Yang dimaksud dengan proses “On-Unit” dalam advanced outfitting adalah terdiri dari suatu paket konstruksi perlengkapan pada kapal seperti sistem pipa dan sistem lain pada pondasi umumnya. Pengerjaan konstruksi dilakukan di bengkel kerja, bukan langsung di kapal (On-Board). Paket-paket tersebut menggabungkan system pondasi, beberapa perlengkapan lain, tanki-tanki kecil, pipa, kabel listrik, dan lain-lain yang telah di-cat kecuali lapisan touchup. Apabila memungkinkan, paket tersebut dapat dilakukan pengujian sebelum di instal pada blok atau bangunan kapal.

#### 2. On-Block

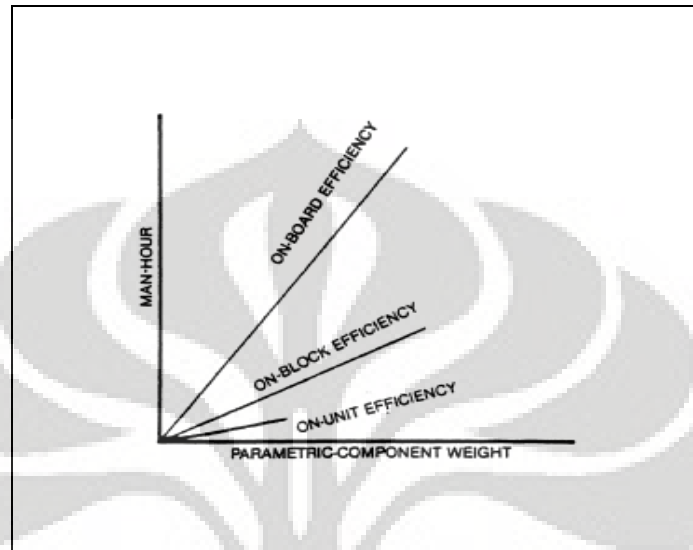
Proses “On-Block” dalam advanced outfitting merupakan proses pemasangan langsung unit-unit (perlengkapan modul), system pipa, pondasi, dan lain-lain, pada struktur modul sebelum dilakukan penggabungan (*erection*) pada *building berth*.

#### 3. On-Board

Proses “On-board” meliputi pemasangan tiap-tiap potongan atau unit-unit dari perlengkapan, pipa, dan lain-lain, ke dalam kapal yang telah berada di atas *building berth* atau setelah peluncuran. Contoh ilustrasi proses “On-board” dapat dilihat pada **gambar 2.3**.

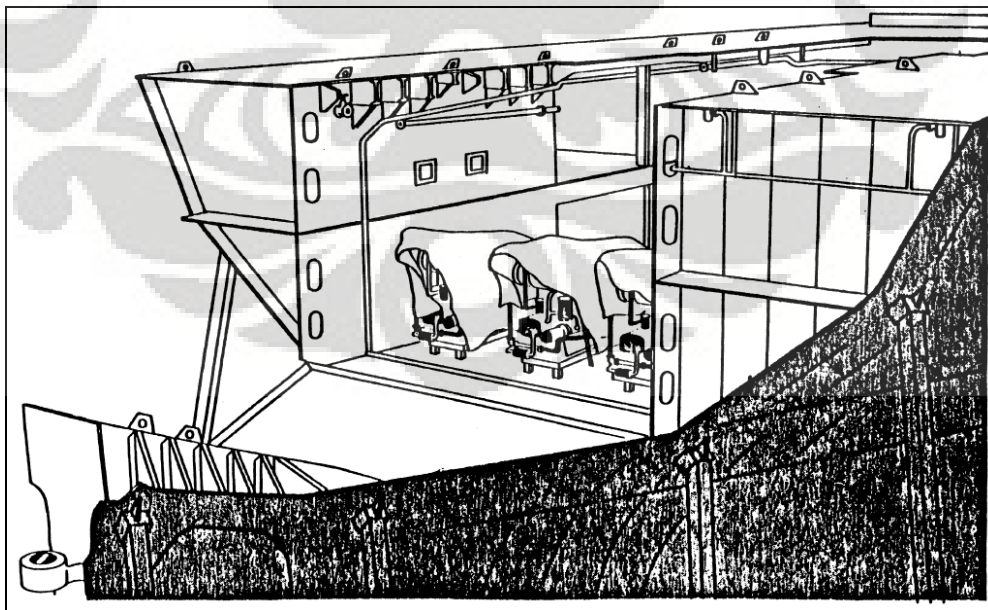
Keuntungan langsung yang didapatkan dari advanced outfitting adalah produktivitas yang meningkat dan jadwal pembangunan yang lebih singkat. namun besarnya produktivitas tergantung pada cara pengerjaan seperti tiga proses di atas.

Berikut ini adalah grafik yang ditunjukkan oleh publikasi National Shipbuilding Research Program (NSRP) :



**Gambar.2.3** Perbaikan produktivitas melalui advanced outfitting

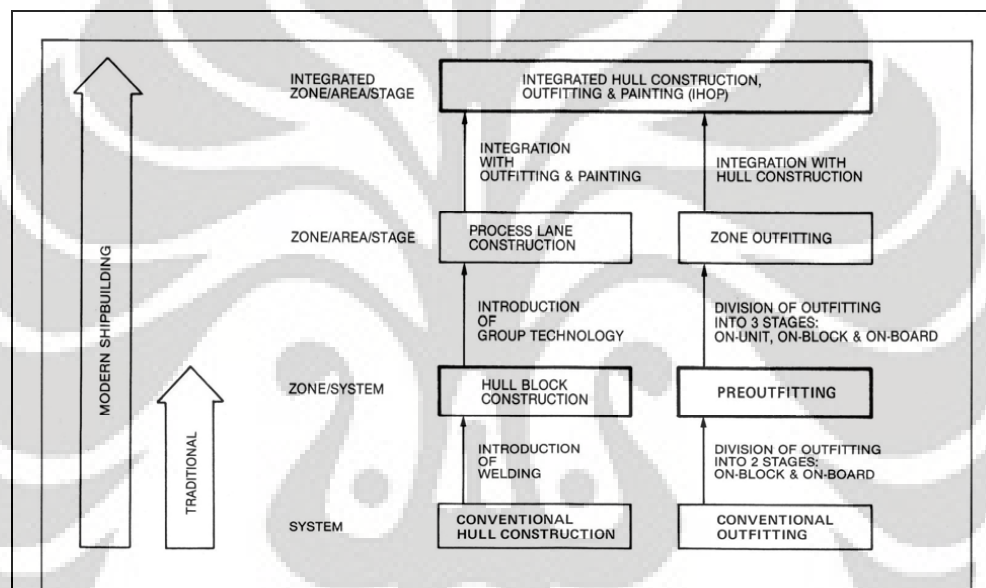
Pada grafik di atas menunjukkan bahwa efisiensi manhour paling besar diperoleh melalui proses “On-Board” dengan parameter berat yang sama. Kemudian diikuti proses “On-Block” dan “On-Unit”.



**Gambar.2.4** “On-board” advanced outfitting

### 2.1.4 Integrated Hull Construction, Outfitting and Painting (IHOP)

Metode IHOP adalah perkembangan dari metode advanced outfitting yang menuntut suatu modul atau blok telah diintegrasikan dengan perlengkapan outfit (di luar bagian struktur lambung kapal) dan pengecatan yang kemudian dilakukan tahap *erection* di *building berth*. Metode IHOP cukup sulit dilakukan karena membutuhkan para pekerja yang telah ahli dan berpengalaman di bidang ini dan ditopang fasilitas galangan yang memadai. Berikut di bawah ini adalah sejarah perkembangan perbaikan metode pembangunan kapal.



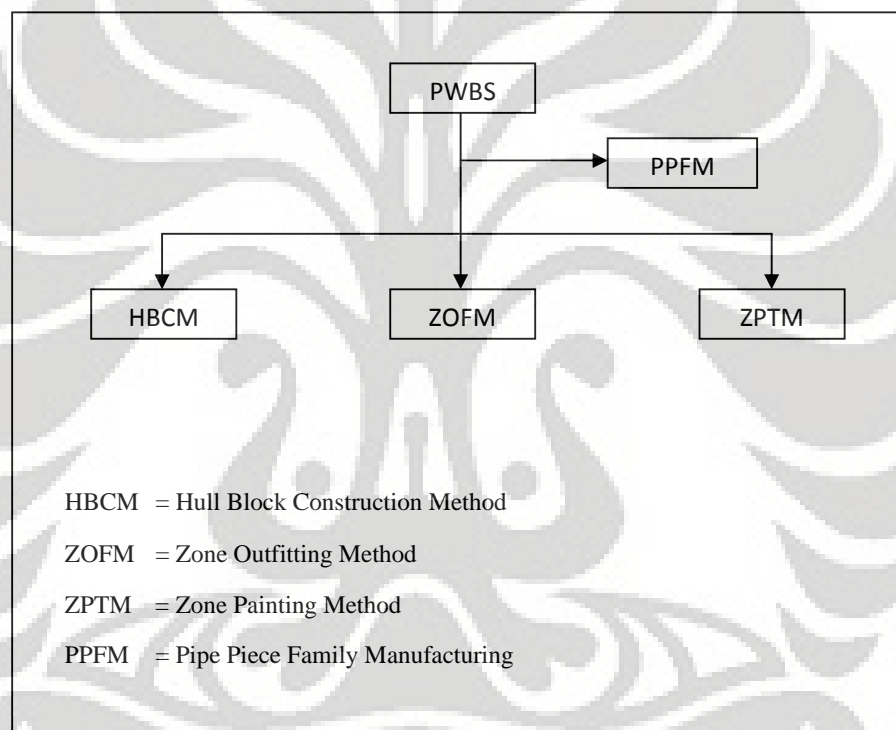
Gambar.2.5. Sejarah perkembangan metode pembangunan kapal

## 2.2 PRODUCT-ORIENTED WORK BREAKDOWN STRUCTURE (PWBS)

Pada awalnya, pembangunan kapal dilakukan dengan metodologi orientasi sistem. Namun untuk perencanaan, penjadualan dan pelaksanaan menjadi sulit karena kurangnya koordinasi dalam bekerja dan umumnya paket pekerjaan masih terlalu luas untuk pengawasan yang efektif dari material, jam orang dan jadwal. Oleh karena itu, perlunya pembagian kembali pengerjaan konstruksi kapal dengan fokus terhadap kebutuhan part dan sub-assembly, misalnya produk interim yang belum diisi pekerja. Skema membagi kerja yang berhubungan dengan produk

interim inilah yang disebut Product-Oriented Work Breakdown Structure (PWBS).

Setiap proyek konstruksi berukuran besar seperti kapal memerlukan pembagian proyek menjadi beberapa block agar mudah dianalisis dan pengaturan yang lebih sederhana. Skema tersebut dikenal dengan struktur kerja yang dibagi-bagi atau *work breakdown structure* dan metode yang digunakan yaitu Product Work Breakdown Structure (PWBS). Komponen-komponen yang ada pada PWBS digambarkan pada diagram dibawah ini:



**Gambar.2.6** Komponen PWBS (Storch, 1995)

PWBS merupakan aplikasi dari *Group Technology* yang pada prinsipnya mengelompokkan suatu wilayah kerja berdasarkan karakteristik pengerjaannya, yaitu kesamaan dan pengulangan sehingga dapat dilakukan terlebih dahulu.

### 2.3 PROSES PRODUKSI KAPAL

Pada umumnya proses produksi kapal meliputi tahapan-tahapan yang terdiri dari Pre-Fabrication, Fabrication, Sub Assembly, Assembly dan Erection.

## 1. Pre-Fabrication

Pre-fabrication merupakan tahapan yang mencakup beberapa kegiatan sebelum tahap fabrication. Kegiatan awal yang dilakukan galangan berupa:

### a. Incoming Material

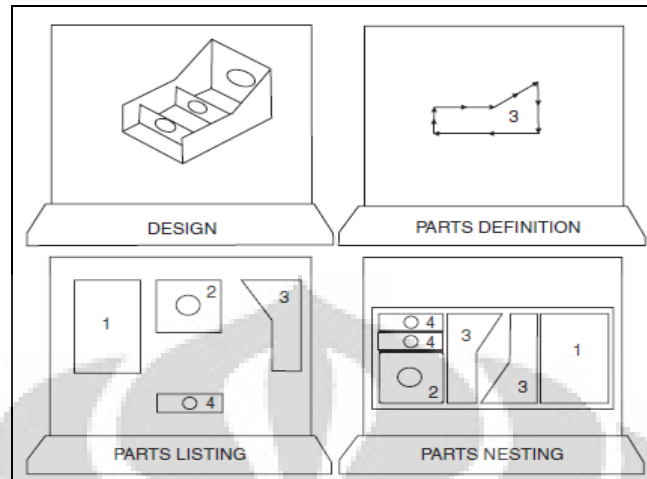
Pemilihan material dalam konstruksi kapal memainkan peranan yang sangat penting demi keselamatan dan umur kapal yang ekonomis. Oleh karena itu, material yang datang perlu diperiksa kembali apakah sesuai dengan sertifikat material yang selanjutnya dilakukan proses nesting.

Terkadang material yang dipesan telah habis dari vendor, namun proses konstruksi harus dilanjutkan. Karena material yang tersedia berbeda dengan *class requirements*, maka perlu dilakukan pengecekan, yaitu dengan *mechanical test* berupa *Tensile Test*, *Charpy Impact Test*, *Bend Test*, dan *Hardness Test*. Yang terpenting adalah kesesuaian dengan sifat material yang telah disyaratkan, seperti *strength*, *ductility*, dan *toughness* telah tercapai.

Selain itu, pada tahapan ini, material yang datang seperti lembaran pelat perlu dibersihkan dan dilapisi dengan cat agar mengurangi resiko korosi. Karena pelat yang datang tersebut tidak langsung digunakan dan menunggu beberapa hari di tempat penyimpanan atau *steel stockyard* sebelum difabrikasi.

### b. CNC/ Proses Nesting

Pada galangan yang sudah maju, pemotongan pelat dilakukan oleh mesin CNC. Sebuah lembaran pelat dibuat beberapa pola sehingga jika disatukan akan menghasilkan *part assembly*. Pola-pola tadi dibentuk dari divisi Engineering galangan yang bertujuan meminimalkan kerugian pelat yang terbuang. Yang perlu diperhatikan adalah potongan-potongan tersebut hanya dipakai untuk keperluan satu blok sehingga terhindar dari tercampurnya penyambungan *part* dari blok lain.



**Gambar.2.7** Proses Nesting

### c. Mould Loft

Berbeda dengan galangan yang sudah modern, pada galangan yang belum memiliki mesin CNC pemotongan dilakukan secara manual, yaitu dengan melakukan proses Mould Loft. Mould loft adalah menggambar bentuk badan kapal dalam skala 1:1 pada lantai gambar yang meliputi gambar seluruh gading kapal dan perlengkapan senta, serta gambar bentangan dari pelat kapal.

Dari hasil penggambaran berupa bentuk-bentuk dan ukuran yang sebenarnya, akan dipindahkan dalam bentuk mal/template yang lengkap dengan data-data ukuran serta data-data yang lainnya, yang akan diserahkan ke bagian fabrikasi untuk dibuatkan komponen-komponen sesuai bentuk dan ukuran pada template masing-masing.

Dalam penggambaran bentuk badan kapal sesungguhnya, tidak selalu sepanjang ukuran kapal seluruhnya, terutama untuk daerah tengah (parallel middle body). Hal ini dilakukan untuk penghematan tempat dan pekerjaan. Gambar-gambar pada mould loft biasaya berupa lines plan, bentangan/bukaan kulit atau shell expansion dan segala detail konstruksi yang diperlukan.

## 2. Fabrication



Di bagian fabrikasi menghasilkan komponen konstruksi lambung yang tidak bisa dibagi lagi. Tahapan-tahapan *fabrication* yaitu:

a Plate joining

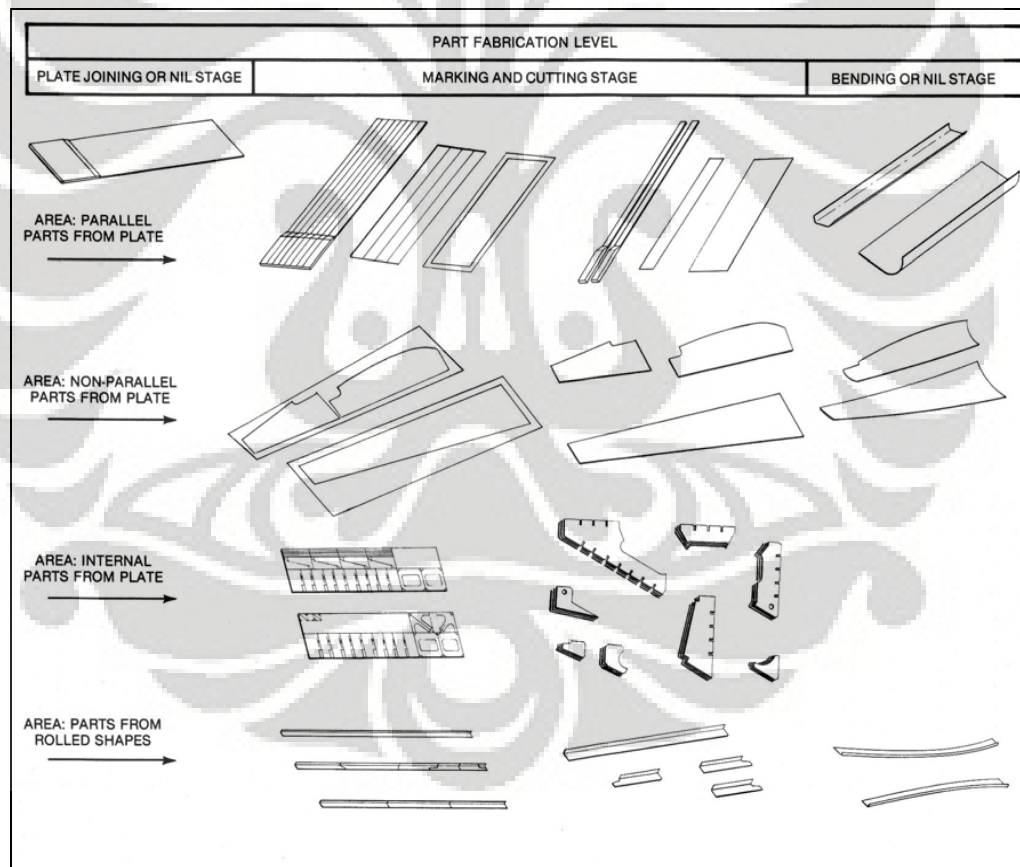
Plate joining merupakan proses penggabungan dua pelat.

b Marking dan Cutting

Marking adalah proses penandaan sebagai petunjuk kerja pemotongan (cutting).

c Bending

Proses pembengkokan pada pelat kapal disebut bending. Contoh daerah yang di-bending adalah pelat kulit bilga, bullbous bow, pelat kulit buritan dan haluan.



**Gambar.2.8** Bagian-bagian wilayah konstruksi lambung yang dihasilkan dari tahapan fabrikasi

### 3. Sub-Assembly

Bagian Sub-Assembly adalah proses penggabungan beberapa komponen kecil menjadi komponen block. Secara garis besar bagian Sub Assembly dibedakan menjadi dua bagian:

a Fitting (penyetelan)

Yang merupakan kegiatan fitting antara lain pemasangan penegar (stiffener) pada pelat sekat (bulkhead).

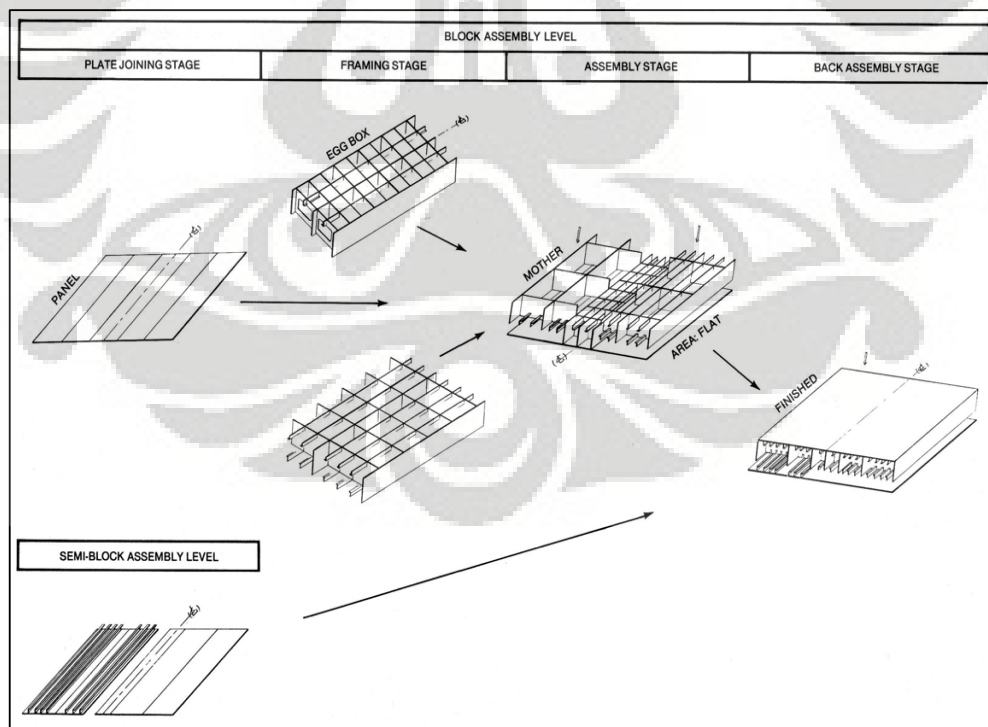
b Welding (pengelasan)

Contoh kegiatan pengelasan yaitu penyambungan dua lembar pelat atau lebih.

#### 4. Assembly

Tahapan Assembly merupakan proses penggabungan hasil tahapan Sub-Assembly. Beberapa pekerjaan yang dilakukan pada bagian ini adalah:

- Penggabungan beberapa *floor*
- Penggabungan pembatas (section) geladak, pembatasan lambung dan bulkhead yang dibuat menjadi satu block section.
- Penggabungan dua block (grand assembly)



Gambar.2.9 Tahapan dari fabrikasi sampai block assembly



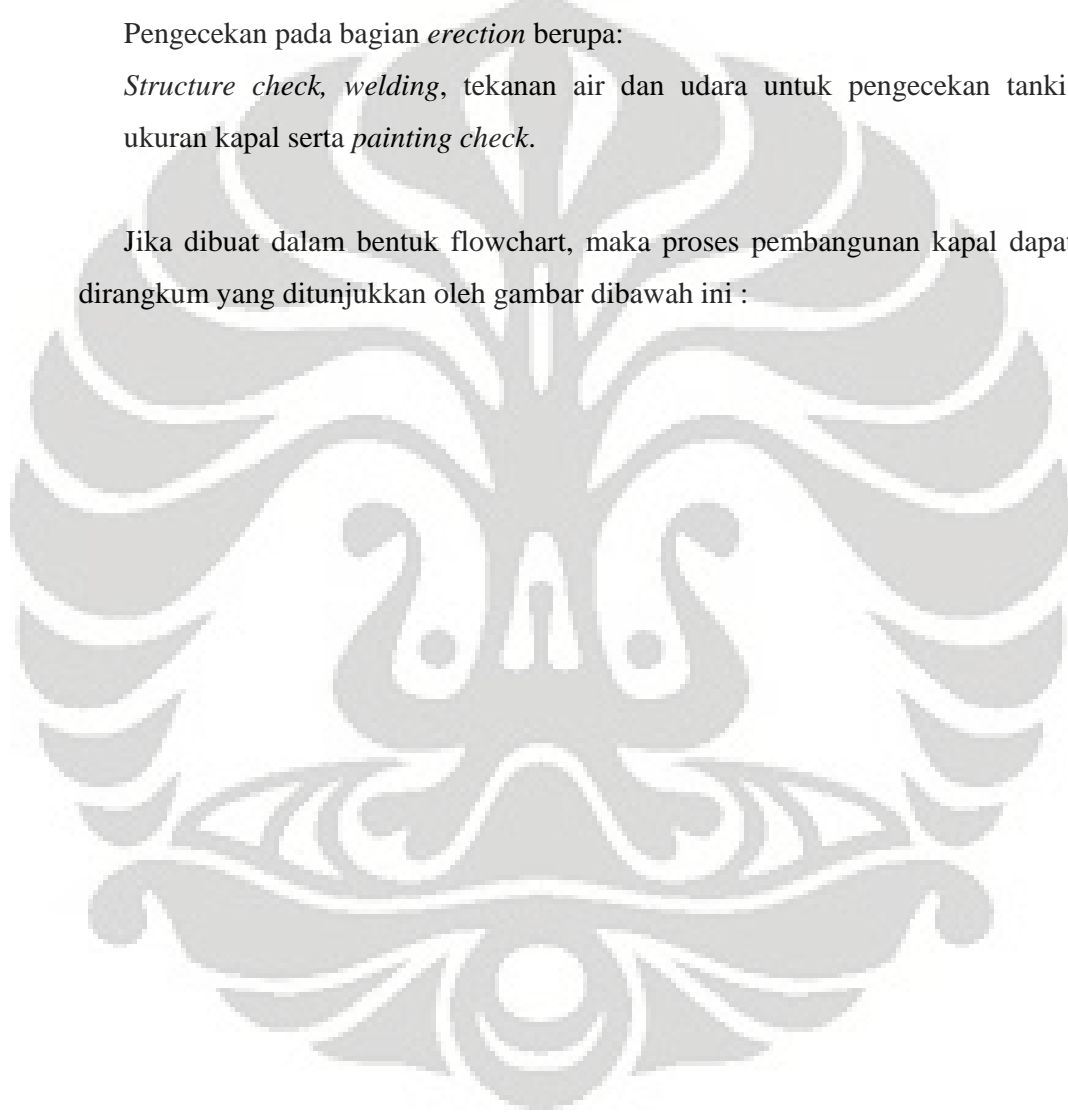
## 5. Erection

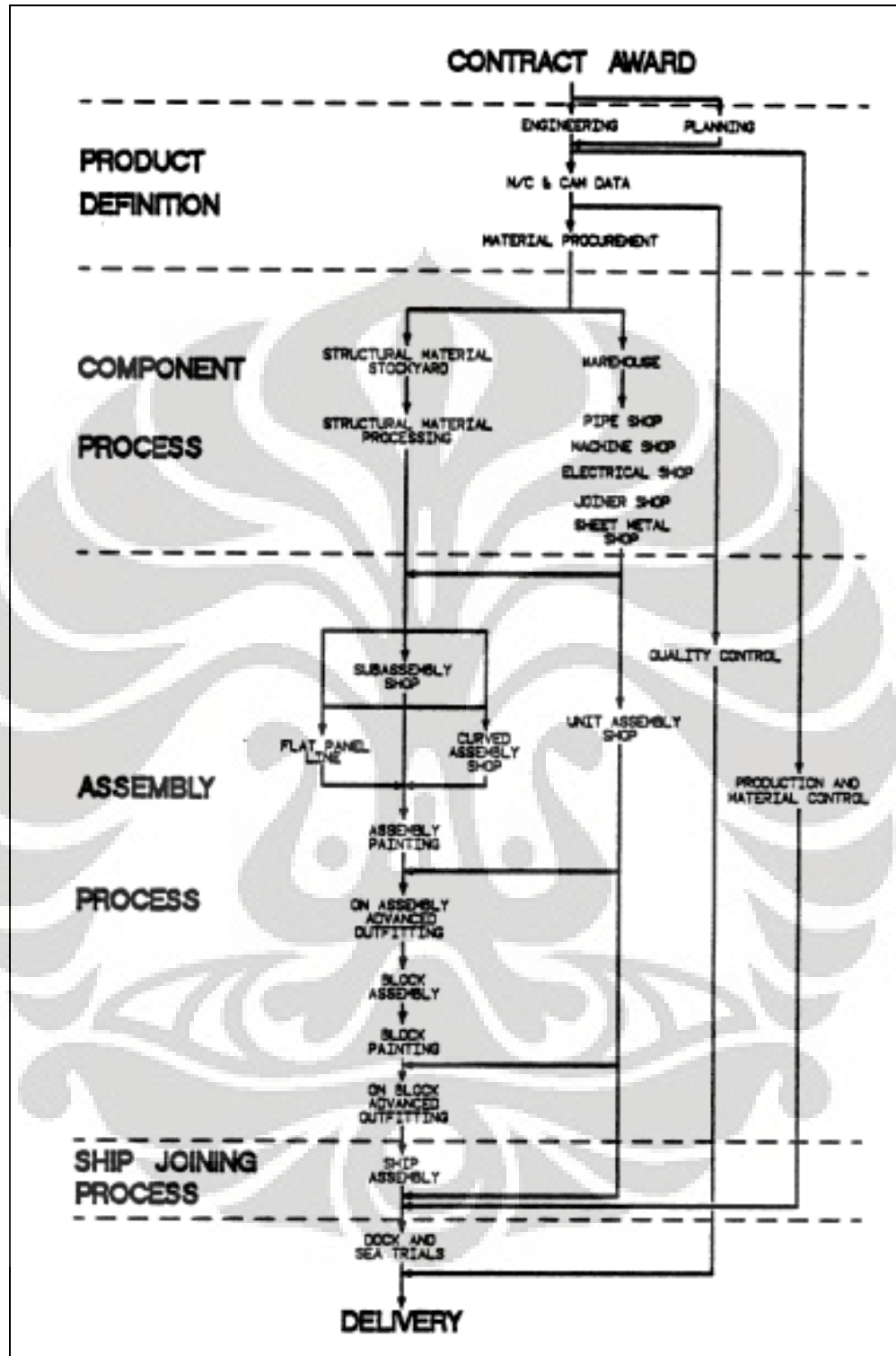
Tahapan erection merupakan pekerjaan pembangunan kapal badan yang terakhir. Pada pekerjaan ini setiap blok yang telah selesai dikerjakan oleh bagian assembly digabung (*joint*) menjadi satu sehingga terbentuk badan kapal keseluruhan. Dalam penggabungan blok satu dengan blok lainnya diperlukan pekerjaan awal yaitu pemasangan kupingan, penandaan, dll.

Pengecekan pada bagian *erection* berupa:

*Structure check, welding*, tekanan air dan udara untuk pengecekan tanki, ukuran kapal serta *painting check*.

Jika dibuat dalam bentuk flowchart, maka proses pembangunan kapal dapat dirangkum yang ditunjukkan oleh gambar dibawah ini :





Gambar.2.10 Proses pembangunan kapal

## BAB III

### MULTI-YARD SHIP CONSTRUCTION

#### 3.1 MULTI-YARD SHIP CONSTRUCTION

##### 3.1.1 Definisi

*Multi-yard Ship Costruction* merupakan suatu konsep pembangunan kapal yang melibatkan lebih dari satu galangan agar waktu produksi menjadi lebih cepat. Pada dasarnya, konsep *Multi-yard Ship Construction* diaplikasikan untuk galangan-galangan berukuran kecil sehingga dapat menambah kapasitas produksi galangan dan memiliki kesempatan untuk masuk ke pasar yang lebih luas. Galangan-galangan ini memungkinkan untuk mampu membangun suatu kapal berukuran yang lebih besar dengan waktu yang lebih singkat. Oleh karena itu salah satu galangan yang dijadikan sebagai pusat *erection* dari seluruh block harus memiliki kapasitas *building berth* yang cukup memadai. Konsep ini telah lama dilakukan oleh galangan-galangan di Jepang seperti Ishikawajima - Harima Heavy Industries (IHI Shipyard).

Keterlibatan beberapa galangan dalam membangun satu kapal memberikan perbedaan nyata jika dibandingkan dengan hanya satu galangan. Masalah yang terjadi ketika hanya dengan satu galangan ialah sumber daya galangan yang terbatas, yaitu berupa lahan, fasilitas galangan, sumber daya manusia dan sebagainya. Dampak yang terjadi adalah proses konstruksi kapal membutuhkan waktu yang seharusnya bisa lebih cepat. Karena itulah konsep *Multi-yard Ship Construction* dapat memberikan solusi atas permasalahan tersebut. Konsep tersebut melibatkan lebih dari satu galangan akan memungkinkan keseluruhan blok dikerjakan secara bersamaan dengan memaksimalkan pemanfaatan fasilitas tiap galangan.

Pencapaian waktu penyelesaian konstruksi yang lebih singkat akan menjadi daya tarik bagi calon *customer* yang ingin menaruh kepercayaannya

dengan memberikan proyek pembangunan kapal di suatu galangan. Dengan pencapaian ini, galangan semakin memiliki nilai kompetitif dalam mendapatkan kepercayaan pelanggan.

### 3.1.2 Kebutuhan Multi-yard Ship Construction

Ada beberapa kebutuhan yang perlu diperhatikan oleh galangan jika ingin melakukan konsep Multi-yard Ship Construction. Yaitu:

#### 1. Kelengkapan sumber daya galangan

Sumber daya galangan meliputi:

- a. Building berth dan kapasitas crane untuk galangan yang ditujukan sebagai pusat erection.
- b. Tenaga ahli untuk pengerjaan yang butuh *skill* tinggi, seperti pada blok daerah fore & after construction, engine room.
- c. Software desain kapal yang memadai.
- d. Lahan fabrikasi dan bengkel assembly yang cukup besar, terutama untuk blok-blok parallel dan superstructure
- e. Fasilitas untuk proses fabrikasi dan system di kapal yang memadai untuk digunakan pada fabrikasi pipa, dudukan mesin utama atau mesin bantu dan konstruksi outfitting lainnya.

#### 2. Lokasi secara geografis

Galangan-galangan yang dilibatkan harus memiliki kondisi geografis yang tidak jauh satu sama lain dan masih dalam wilayah kondisi laut tenang. Jika lokasi galangan satu dengan yang lain cukup jauh, tentu akan membutuhkan biaya transportasi yang tinggi. Sedangkan jika harus melewati kondisi laut yang cukup ekstrim, maka akan membahayakan proses transportasi blok yang dibawa oleh tongkang (barge).

#### 3. Transportasi

Hal penting yang patut diperhatikan adalah ketika proses pemindahan blok-blok menuju galangan akhir assembly. Transportasi bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu melalui darat dan laut. Melalui darat jika jaraknya lebih dekat antara satu galangan dengan galangan akhir sehingga

bisa menggunakan alat transportasi seperti *transpotter*. Namun jika jarak melalui laut lebih dekat, maka proses pemindahan dilakukan dengan barge.

#### 4. Koordinasi

Adalah menjadi sangat penting koordinasi antara galangan-galangan yang terlibat dalam pengaplikasian konsep ini dilakukan dengan baik sehingga tidak menimbulkan kesalahan di kemudian hari. Pengaturan lebih dari satu galangan membutuhkan koordinasi seperti berikut:

- Komunikasi

Untuk memastikan agar pelaksanaan pembangunan berjalan sesuai jadwal yang telah direncanakan, maka konsep ini memerlukan komunikasi setidaknya seminggu sekali antar setiap galangan. Selain kesesuaian jadwal, komunikasi secara teratur sekaligus bertujuan mengawasi pembangunan agar sesuai dengan standar produksi galangan.

Keterbukaan akan akses informasi di setiap galangan sangat dibutuhkan terkait proyek pembangunan kapal secara Multi-yard Ship Construction. Sehingga koordinasi yang baik akan berdampak pada kemudahan konstruksi sehingga meningkatkan efisiensi.

- Pembagian tugas

Konsep Multi-yard Ship Construction menuntut adanya pembagian tugas ke setiap galangan yang dilibatkan. Tugas-tugas tersebut berupa penunjukkan tempat yang memiliki *jobdesc* sebagai berikut:

- ✓ Pusat rencana produksi/planning production center
- ✓ Pusat pemesanan pembelian barang/one shop procurement center
- ✓ Pusat desain enjinering/Engineering drawing center
- ✓ Pusat akhir assembly/erection center

- Jadwal

Jadual telah dibuat berdasarkan rencana yang berisi tahapan-tahapan konstruksi. Jadual tersebut memungkinkan untuk setiap blok yang dibangun selesai berurutan sehingga ketika saat *erection* dilakukan, tidak ada yang menunggu lama karena satu blok belum selesai dibangun. Atau blok yang selesai terlalu cepat namun blok-blok

yang urutan erection terdahulu belum selesai, sehingga blok yang sudah jadi tersebut membutuhkan pengawasan mencegah terjadinya korosi atau deformasi.

Oleh karena itu, setiap galangan yang membangun beberapa blok harus memperhatikan jadwal kapan mulainya suatu blok akan dibangun.

- Kebutuhan untuk assembly terakhir

Pada tahapan ini, pihak galangan, khususnya galangan terakhir assembly, harus sudah memikirkan bagaimana selanjutnya mempersiapkan keperluan untuk assembly terakhir seperti perlengkapan outfitting, pengecatan, dan material-material lain.

#### 5. *Konstruksi*

Konsep Multi-yard Ship Construction akan berjalan efektif jika konstruksi kapal memiliki karakteristik ukuran menengah ke atas. Dengan begitu, konstruksi tersebut dapat dibagi-bagi sesuai dengan kemampuan setiap galangan. Lebih lanjut, nilai yang didapat untuk setiap galangan cukup menambah kinerja produksi.

#### 6. *Ship order*

Selain faktor-faktor di atas, ada satu hal penting yang akan semakin meningkatkan nilai efisiensi dalam proses produksi kapal, yaitu pemesanan kapal yang berseri atau lebih dari satu dengan jenis dan ukuran yang sama. Karena disaat proyek kedua dibangun, tentu para pekerja konstruksi telah belajar dari proyek pertama sehingga proses konstruksi dapat lebih cepat dibandingkan proyek pertama. Begitu juga untuk proyek-proyek selanjutnya.

### 3.1.3 **Kelebihan dan Kekurangan**

Penulis mencoba menguraikan aspek kelebihan dan aspek kekurangan dari konsep Multi-yard Ship Construction. Adapun aspek kelebihan ialah:

- a. Proses penyelesaian konstruksi yang lebih cepat.
- b. Peningkatan nilai daya saing bagi galangan.
- c. Peningkatan kapasitas produksi galangan.

- d. Pemanfaatan fasilitas galangan yang efektif.

Sedangkan dilihat dari aspek kekurangan, yaitu:

- a. Membutuhkan biaya produksi tambahan dengan adanya transportasi blok dari satu galangan ke galangan lain.
- b. Memerlukan koordinasi yang baik antara satu galangan dengan galangan lain.
- c. Memungkinkan saat *erection* menunggu blok yang belum jadi dari galangan lain.

## **3.2 IMPLEMENTASI MULTI-YARD SHIP CONSTRUCTION**

### **3.2.1 Pendahuluan**

Proses keterlibatan banyak galangan dalam membangun kapal secara bersama-sama harus memperhatikan dua aspek, yaitu dari aspek pihak pembangun dan aspek karakteristik kapal yang dibangun. Dari kondisi pihak pembangun, atau dalam hal ini adalah galangan, telah disinggung sedikit pada bagian sebelumnya yang terkait lokasi dan ketersediaan fasilitas. Sedangkan dari karakteristik kapal, ialah kapal yang memiliki persyaratan berupa ukuran dan konstruksi kapal yang jika dibangun secara Multi-yard Ship Construction menghasilkan nilai ekonomis. Berikut di bawah ini akan dijelaskan mengenai dua aspek tersebut.

### **3.2.2 Kondisi Umum Perusahaan**

#### *A. Profil Perusahaan*

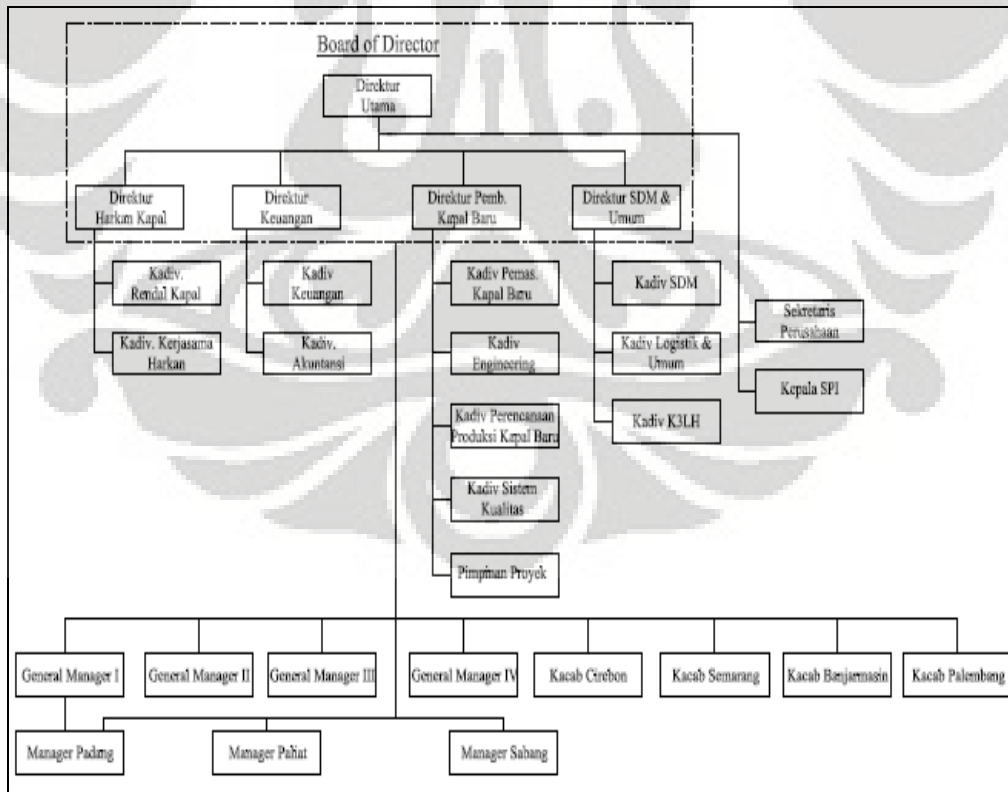
Perusahaan galangan yang penulis teliti dalam tugas skripsi ini adalah PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari atau biasa dikenal dengan sebutan DKB yang terletak di bagian Utara Jakarta. Sedangkan galangan-galangan milik PT DKB yang dilibatkan sebanyak tiga galangan, yaitu PT DKB I, PT DKB II dan PT DKB III dari total keseluruhan lima galangan di Jakarta.





**Gambar 2.1** Peta lokasi galangan (Pantai Utara Jakarta)

*B. Organisasi Perusahaan*



**Gambar 2.2** Struktur Organisasi Perusahaan



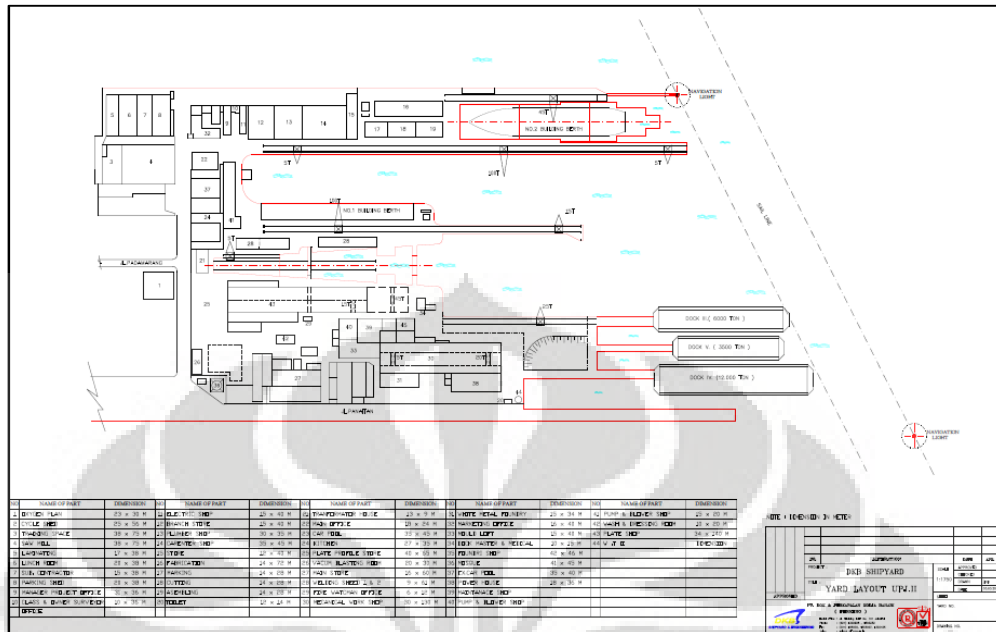
### C. Profil cabang Perusahaan

#### C.1 PT DKB I

PT DKB I adalah salah satu galangan tertua dimiliki PT DKB yang merupakan bekas galangan Belanda saat zaman pemerintah Hindia Belanda. PT DKB I terletak di jalan Panambangan, Pelabuhan I Tanjung Priok, Jakarta 14310. Galangan I telah ditunjuk sebagai galangan yang diprioritaskan melayani aktivitas perbaikan kapal (repair). Galangan I juga dapat membangun kapal baru namun fasilitas yang tersedia kurang lengkap dibandingkan sebagai galangan *repair*. Di bawah ini merupakan profil galangan I yang disajikan dalam bentuk tabel dan peta sebagai berikut:

Fasilitas			
No.	Keterangan	Kapasitas	Ukuran
1	Floating dock	3.500 tlc	
2	Floating dock	6.000 tlc	
3	Floating dock	12.000 tlc	
4	Slipway	5.000 dwt	70 x 12,5 m
5	Building berth	5.000 dwt	150 x 18 m
6	Building berth	2 x 5.000 dwt	150 x 43 m
7	Jib Crane	45 T – 100 T	
8	Mobile Floating Crane	100 T	
9	Fabrication Workshop		14 x 72 m
10	Marking Area		14 x 28 m
11	Cutting Area		14 x 28 m
12	Assembly Workshop		14 x 28 m
13	Vacuum Blasting Room		20 x 30 m
14	Plate Profile Store		40 x 65 m
15	Plate Shop		34 x 140 m
16	Mechanical Workshop		30 x 130 m
17	Electrical Workshop		15 x 40 m

Tabel 3.1 Fasilitas Galangan I



Gambar 2.3 Layout galangan I

### Analisis Keunggulan dan Kelemahan Galangan I

Yang menjadi keunggulan dari galangan I adalah:

1. Memiliki lahan yang luas dan terletak menghadap langsung ke laut.
2. Memiliki infrastruktur galangan yang lengkap dan masih cukup baik
3. Memiliki fasilitas galangan yang cukup lengkap dengan kapasitas yang cukup besar, diantaranya adalah kemampuan Electric Overhead Crane Travelling (EOT) crane sebesar 100 ton, outfitting workshop, electrical workshop, mechanical workshop dan building berth mencapai 10.000 dwt.

Sedangkan yang menjadi kelemahan dari galangan I adalah:

1. Posisi yang agak jauh dari galangan II dan III sehingga mempengaruhi biaya transportasi untuk pemindahan blok.
2. Fasilitas galangan lebih banyak bertujuan untuk repair kapal.

## C.2 PT DKB II

Galangan DKB II merupakan galangan yang ditujukan untuk kapal baru maupun kapal repair karena fasilitas yang tersedia bisa dimanfaatkan untuk keperluan kedua-duanya. Namun untuk pembangunan kapal baru, terbatas pada ukuran kapal menengah karena keterbatasan kapasitas pengangkut crane sebesar 45 ton dan graving dock sebesar 8000 dwt.

Galangan DKB II terletak di jalan Sindang Laut No.119 Tanjung Priok, Jakarta 14110. Fasilitas galangan ditunjukkan pada table di bawah ini:

Fasilitas			
No.	Keterangan	Kapasitas	Ukuran
1	Floating dock	1.500 tlc	
2	Floating dock	4.250 tlc	
3	Graving dock	8.000 dwt	120 x 22 m
4	Overhead Crane	45 T	
5	Floating Crane	45 T	
6	Pipe Outfitting Shop		20 x 35 m
7	Carpenter Shop		10 x 25 m
8	Sand Blasting Area		19 x 25 m
9	Steel Stockyard		10 x 50 m
10	Mechanical Shop		19 x 50 m
11	Fabrication Shop		28 x 92 m
12	Assembly Shop		27 x 70 m
13	Block Stock Yard		13 x 90 m

Tabel 3.2 Fasilitas Galangan II

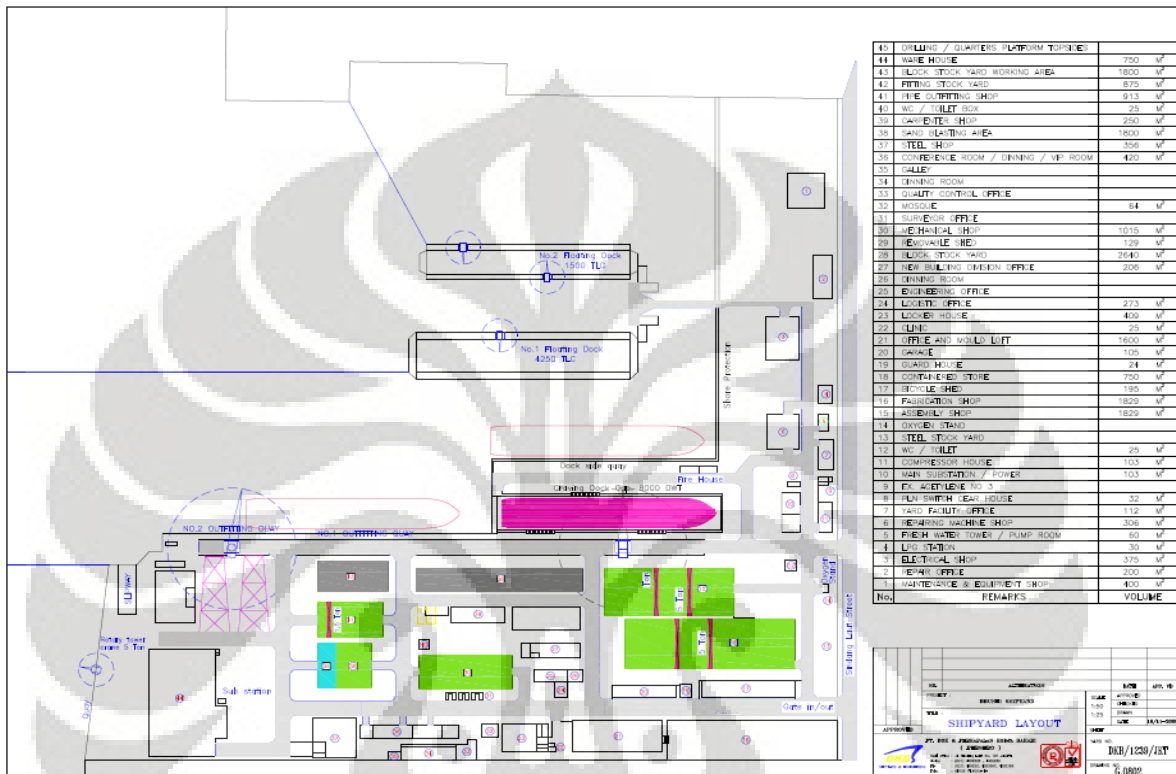
### Analisis Keunggulan dan Kelemahan Galangan II

Yang menjadi keunggulan dari galangan II adalah:

1. Memiliki infrastuktur dan fasilitas galangan yang cukup lengkap dan kondisi yang masih baik.
2. Memiliki graving dock sehingga lebih mudah ketika digunakan untuk proses launching.
3. Memiliki floating crane meski sudah tidak bisa bergerak sendiri, namun kendala tersebut masih bisa diatasi dengan bantuan tugboat.

Sedangkan yang menjadi kelemahan dari Galangan II adalah:

1. Kapasitas Jib Crane yang tidak begitu besar (45 ton) dan hanya berjumlah satu buah.



Gambar 2.4 Layout galangan II

### C.3 PT DKB III

Galangan III berada di dekat galangan II yang tepatnya di jalan Sindang Laut No.104 Tanjung Priok, Jakarta 14110. Seperti halnya galangan II, galangan III juga dikhususkan pada proyek pembangunan kapal baru. Berikut adalah fasilitas galangan yang terdapat di galangan III dan peta yang disajikan di bawah ini:

Fasilitas			
No.	Keterangan	Kapasitas	Ukuran
1	Building berth	50.000 dwt	224 x 35 m
2	Quay		450 m

3	Overhead Crane	100 T	2 buah
4	Overhead Crane	32 T	1 buah
5	Fabrication Shop		50 x 87.7 m
6	Assembly Area		30 x 135 m
7	Outfitting Workshop		96 x 39 m
8	Mechanic Workshop		11 x 87.7 m
9	Carpenter Workshop		25.1 x 30 m
10	Steel Stockyard		63 x 173.8 m

**Tabel 3.3** Fasilitas Galangan III

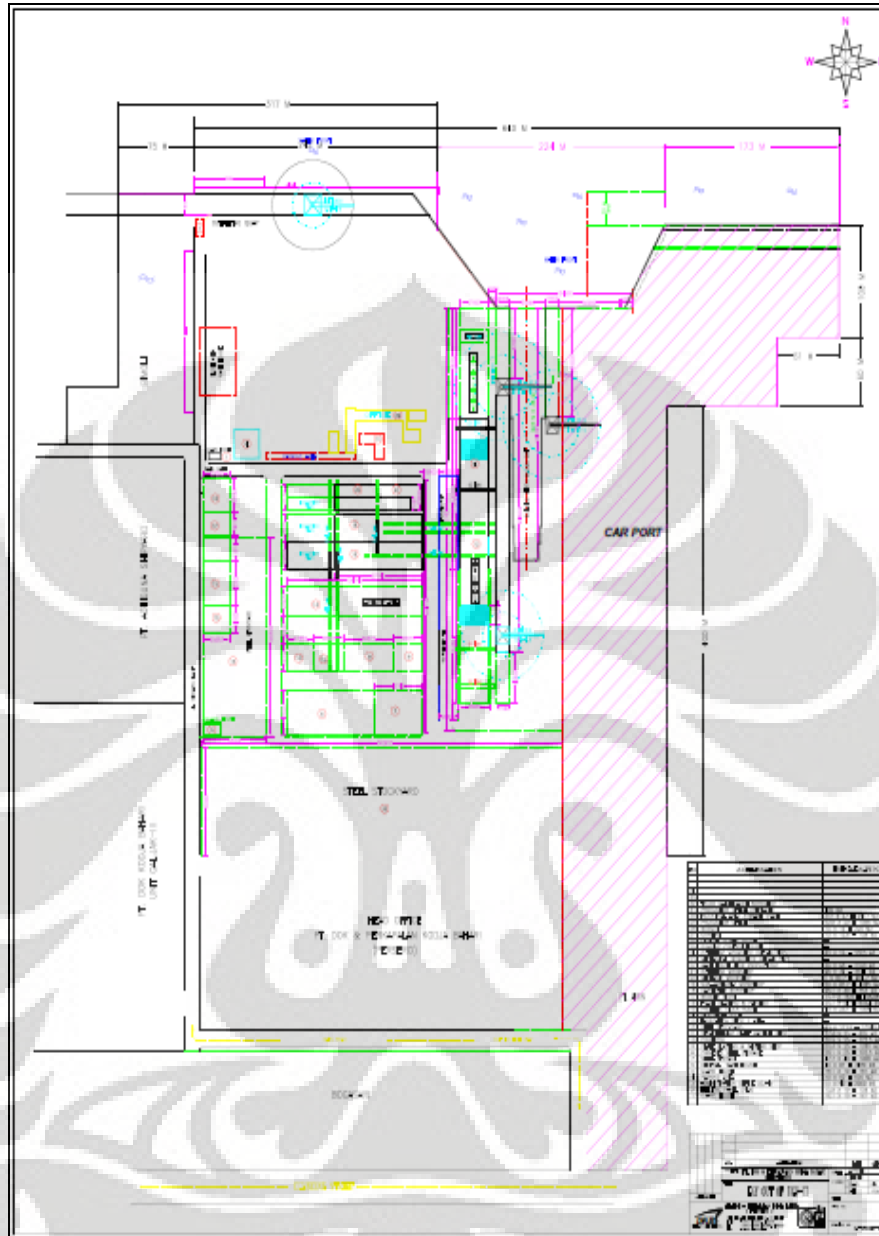
### **Analisis Keunggulan dan Kelemahan Galangan III**

Yang menjadi keunggulan dari galangan III adalah:

1. Memiliki lahan yang cukup luas dengan lokasi terletak langsung menghadap laut Jawa.
2. Memiliki alat pengangkut atau crane dengan kapasitas hingga 100 ton sebanyak 2 buah.
3. Memiliki kapasitas building berth mencapai 50.000 dwt yang terbesar di antara galangan-galangan lain yang dimiliki PT DKB Jakarta.

Sedangkan yang menjadi kekurangan dari galangan III adalah:

- 1) Kondisi beberapa infrastruktur galangan kurang terawat dengan baik.



Gambar 2.5 Layout galangan III

### 3.2.3 Informasi Umum Kapal Tanker 6300 DWT

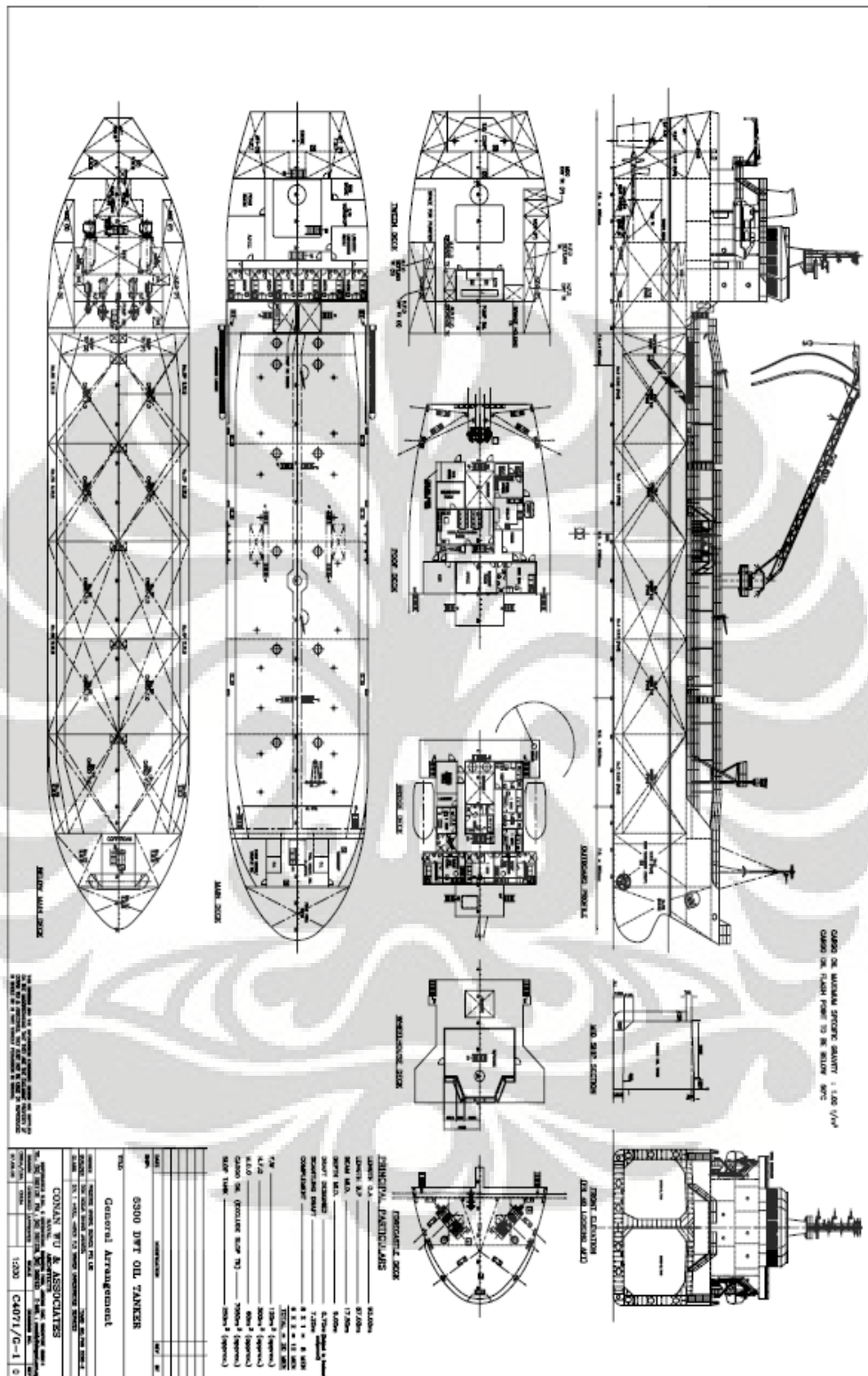
Pada sampel kapal yang akan penulis ambil adalah jenis Oil Tanker 6300 DWT dengan data-data sebagai berikut:

Principal Dimension		General Information	
LOA	93 m	Ships	6300 DWT Oil Tanker
LBP	87 m	Consultant	Conan Wu & Associates
Beam MLD	17.5 m	Class	BV
Depth MLD	9 m	Complement	20 Persons
Draft	6.7 m	Cargo oil	7050 m <sup>3</sup>
Scantling Draft	7.2 m		

**Tabel 3.4** Ukuran Utama Sampel Kapal

Sesuai dengan pembagian blok, kapal dibagi menjadi 23 blok yang terdiri dari daerah *after & fore construction*, *midship*, *engine room* dan *superstructure*. Susunan konstruksi dari bawah yaitu *double bottom*, *tween deck*, *main deck*, *fore castle deck*, *poop deck*, *bridge deck*, *wheel house deck*, *wheel house top* dan konstruksi *funnel*.

Tinggi dari *baseline* menuju *tanktop (double bottom)* sebesar 1.20 meter dan jarak ketinggian dari *tanktop* menuju *main deck* sebesar 7.8 meter.



Gambar 2.6 Layout sampel kapal Oil Tanker 6300 DWT



## **BAB IV**

### **SIMULASI DAN ANALISIS**

#### **4.1 PENGATURAN PROYEK**

Dalam mengatur proyek oil tanker 6300 DWT dengan konsep Multi-yard Ship Construction, penulis tetap menentukan banyaknya blok sesuai dengan cara pembagian blok yang dilakukan PT DKB Jakarta, yaitu sebanyak 23 blok.

Penulis memilih galangan III yang menjadi tempat akhir assembly atau pusat erection, dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- Galangan III telah ditunjukkan sebagai galangan yang khusus untuk membangun kapal baru oleh pihak DKB Pusat.
- Galangan III memiliki kapasitas building berth yang terbesar di antara yang lain.
- Galangan III memiliki kapasitas alat pengangkut overhead crane yang terbesar (100 ton) sebanyak dua (2) buah.
- Galangan III terletak tepat di bibir pantai Jakarta dimana beberapa diantaranya ada yang menjorok ke dalam seperti teluk, misalkan galangan II atau galangan IV.

Karena konsep ini melibatkan lebih dari satu galangan, maka penulis memasukkan Galangan DKB I, Galangan DKB II dan Galangan DKB III untuk membangun beberapa blok dari satu kapal Oil Tanker tersebut. Alasan penulis hanya memasukkan tiga galangan dari lima galangan yang dimiliki DKB adalah:

- a) Kondisi Galangan

Seperti tujuan skripsi yang penulis buat, yaitu ingin menunjukkan bahwa penerapan konsep Multi-yard Ship Construction akan memperoleh *delivery time* yang lebih singkat dibandingkan hanya dengan satu galangan. Konsep tersebut membutuhkan waktu pembangunan yang bersamaan, oleh karena itu jika hanya dilakukan oleh satu galangan, ada beberapa keterbatasan yang dihadapi. Misalnya jika hanya dilakukan di galangan III sebagai galangan pembangunan kapal baru, Keterbatasan tersebut meliputi lahan galangan yang tidak mencukupi, fasilitas galangan berupa alat pemotongan pelat, alat pengangkat (crane), alat pengelasan dan kapasitas workshop yang terbatas.

Maka dari itu, penulis merasa kapal ini masih bisa dilakukan dengan konsep Multi-yard Ship Construction sehingga pengerjaannya dimungkinkan untuk dilakukan secara serentak.

#### b) Jarak

Lokasi galangan II dan galangan III mempunyai jarak yang cukup dekat, sehingga penulis berasumsi saat transportasi beberapa blok masih bisa dibawa melalui jalur darat seperti pengalaman PT DKB yang pernah melakukannya. Tujuannya adalah biaya melalui jalur darat lebih ekonomis dibandingkan melalui jalur laut. Sedangkan lokasi Galangan I terletak cukup jauh untuk menjangkau galangan III sebagai tempat akhir assembly. Namun hal ini masih diperlukan karena letaknya yang masih di daerah pelabuhan dengan kondisi laut yang tenang. Selain itu, jika 23 blok hanya diberikan kepada galangan II dan galangan III, maka ada beberapa kendala dimana galangan II memiliki keterbatasan kemampuan alat pengangkut (crane) jika blok tersebut memiliki berat yang cukup besar.

Selain itu, letak galangan IV dan galangan Paliat yang lebih jauh dibandingkan galangan I sehingga tidak memungkinkan untuk dilibatkan mengingat biaya transportasi yang akan dikeluarkan cukup besar dan kurang efisien.

### c) Sampel Kapal

Sampel kapal yang berupa Oil Tanker 6300 DWT dengan LOA sebesar 93 meter dan terdiri dari 23 blok, termasuk kapal ukuran menengah. Kapal dengan ukuran tersebut mempunyai ukuran-ukuran blok yang tidak terlalu besar, Oleh karena itu, penulis berasumsi kapal ini masih ideal dilakukan dengan hanya melibatkan 3 galangan saja.

## 4.2 PEMBAGIAN BLOK

Tiap-tiap galangan membuat blok-blok yang berbeda. Dalam pembagian blok, ada beberapa aspek yang harus diperhatikan dan menjadi pertimbangan penulis, antara lain adalah:

### 1) Berat Blok

Kapal Tanker 6300 DWT yang digunakan sebagai sampel, dibagi menjadi 23 blok. Tiap-tiap blok mempunyai berat yang berbeda-beda sesuai dengan bentuk, ukuran, serta fungsi ruangan pada blok tersebut. Oleh karena itu, dalam penentuan blok harus melihat kondisi fasilitas galangan serta alat-alat yang ada di galangan tersebut, sehingga dapat digunakan secara efektif.

### 2) Kapasitas fasilitas galangan

Fasilitas yang dimiliki tiap galangan berbeda-beda, hal ini sangat mempengaruhi pembagian blok pada tiap galangan. Fasilitas yang sangat berpengaruh dalam pembagian blok adalah kemampuan alat angkut berupa crane dan building berth yang dimiliki tiap-tiap galangan. Berat blok harus disesuaikan dengan kapasitas crane yang dimiliki tiap galangan untuk mempermudah pada saat pemindahan blok.

### 3) Jarak

Agar biaya produksi tidak tinggi, maka diperlukan suatu alternatif transportasi sehingga biaya yang dikeluarkan tersebut menjadi berkurang. Seperti pada jarak galangan II dan III yang dapat ditempuh melalui jalur darat. Berikut ini adalah jarak yang harus ditempuh ketika akan memindahkan satu blok ke galangan akhir assembly:

- Jarak dari galangan I ke galangan III mencapai  $\pm 4$  km
- Jarak dari galangan II ke galangan III mencapai  $\pm 0.7$  km

Dari pertimbangan diatas, maka penulis menempatkan setiap blok yang disajikan pada tabel di bawah ini :

Block	Weight (ton)	Shipyards	Block	Weight (ton)	Shipyards
1	104.816	3	13	79.320	2
2	87.738	3	14	42.660	2
3	117.298	3	15	43.370	2
4	255.663	3	16	29.000	3
5	172.300	3	17	25.500	3
6	163.995	3	18	33.114	2
7	176.928	3	19	33.114	2
8	212.064	3	20	36.300	2
9	193.121	1	21	32.300	2
10	137.032	1	22	27.842	2
11	45.004	1	23	19.175	2
12	34.740	1	Bulwark	1.5	3

Tabel 4.1 Pembagian Blok

## 4.3 IMPLEMENTASI PROSES KONSTRUKSI

### 4.3.1 Pendahuluan

Pada bab I telah disebutkan bahwa tujuan dari tema skripsi ini adalah untuk menguji apakah konsep Multi-yard Ship Construction menghasilkan waktu pembangunan kapal atau *delivery time* yang lebih singkat dibandingkan waktu penyelesaian yang hanya dilakukan oleh satu galangan saja. Dalam menghitung

simulasi ini, penulis perlu membatasi dan menggunakan beberapa asumsi karena keterbatasan data-data yang diperoleh.

Metode perhitungan yang penulis gunakan untuk mengetahui berapa lama sampel kapal selesai dibangun yaitu sama dengan mengikuti metode perhitungan PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari dimana standar kemampuan manhour galangan yang menjadi pokok utama selain banyaknya manpower, berat blok dan jam efektif.

#### 4.3.2 Batasan-batasan yang diambil :

1. Penulis hanya membandingkan waktu konstruksi kapal dimana proses penggabungan (*erection*) seluruh blok selesai dilakukan tanpa memperhitungkan aspek outfitting.

#### 4.3.3 Asumsi-asumsi yang digunakan :

##### 1. Jumlah *Manpower*

- Total *manpower* yang terlibat langsung dalam konstruksi = 330 orang (sesuai data).
- Pendistribusian *manpower* ke setiap blok disesuaikan dengan berat tiap blok.
- Pembuatan *range* didasarkan pada perhitungan *manpower* yang dibutuhkan *double bottom* block 04 (85,220 kg) yang harus disesuaikan dengan *master schedule* dimana keel laying dilaksanakan 4 bulan setelah kontrak.
  - 4 bulan diasumsikan sebanyak 90 hari dimana perbulan terdapat 22 hari efektif kerja  $\rightarrow 22 \times 4 = 88 \rightarrow$ menjadi 90 hari

$$\text{➤ } day = \frac{weight(kg)}{manhour \times jam \text{ perhari} \times manpower}$$

$$\text{➤ } 90 = \frac{85,220(kg)}{(9kg / MH) \times 8 \text{ jam} \times manpower}$$

➤ *Manpower* pada double bottom 04 = 13 orang

- Kemudian, jumlah *manpower* yang dibutuhkan tiap blok dibuat sedemikian rupa sesuai dengan berat blok dan tingkat kerumitan konstruksi sehingga total *manpower* berjumlah 330 dan penyelesaian tiap blok tidak memakan waktu lama atau terlalu cepat.

Weight (ton)	manpower	Weight (ton)	manpower
11 s.d 20	5	91-100	15
21 s.d 30	6	101-110	15
31-40	7	111-120	15
41-50	8	121-130	20
51-60	10	131-140	20
61-70	10	141-150	20
71-80	10	151-160	20
81-90	13	161-170	20

**Tabel 4.2** Asumsi Pembagian *Manpower*

- Distribusi *manpower* pada table di atas hanya berlaku pada berat blok yang hasil akhirnya digunakan ketika proses *erection*. Misalkan, blok 01 yang terbagi atas dua bagian (01 – P dan 01 – S), karena proses *erection* langsung menggabungkan blok 01 sekaligus maka jumlah *manpower* yang dipilih sebesar 15 orang dengan berat blok 104.816 kg.
2. Standar *Manhour* tiap galangan, disesuaikan dengan data yang diberikan dari DKB.
- Galangan DKB I = 10 kg/MH
  - Galangan DKB II = 10 kg/MH
  - Galangan DKB III = 9 kg/MH

3. Jam efektif kerja per hari, disesuaikan dengan perhitungan DKB dengan memasukkan jam efektif per hari = 8 jam (6 jam hari kerja biasa, 2 jam kerja lembur).

#### 4.4 SIMULASI PERHITUNGAN DAN ANALISIS

Untuk mengetahui berapa lamanya suatu blok selesai dikerjakan, maka ada beberapa pendekatan yang dilakukan diantaranya :

1. Metode standar *manhour*
2. Metode panjang per-lassan

Namun dalam perhitungan simulasi ini, penulis memilih *metode standar manhour* karena pendekatan estimasi yang digunakan sama (*apple to apple*) dengan standar perhitungan galangan yang penulis teliti. Berikut di bawah ini adalah rumus pendekatan yang digunakan galangan dalam memperoleh lamanya waktu suatu konstruksi :

$$\text{Duration} = \frac{\text{Weight}}{(\text{kg/MH}) \times \text{JO} \times \text{Manpower}}$$

$$\text{M/H (Steel Construction)} = \text{Duration} \times \text{Manpower} \times \text{JO}$$

Keterangan :

Duration : waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan blok (hari)

Weight : berat suatu blok (kg)

Kg/MH : kemampuan manhour galangan untuk menyelesaikan per kg

JO : jam efektif per hari (6 jam) ditambah jam lembur (2 jam)

Manpower : jumlah tenaga kerja langsung yang dibutuhkan

M/H : jumlah Manhour yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tiap blok

Setelah mengetahui pendekatan yang digunakan, maka penulis menguraikan perhitungan dalam bentuk tabel dengan beberapa variabel yang telah diketahui. Yaitu berupa jumlah manpower, berat tiap blok (kg), kg/MH tiap galangan dan Jam Orang (JO).

No	Block	Weight (ton)	Area	Total Weight (kg)	Manhour total Simulasi	TOTAL Manpower	Duration (day)
1	01 - P	52.408	Block 01	104,816	11,646.22	15	97
	01 - S	52.408					
2	02 - P	26.369	Double Bottom	52,738	9,748.67	17	73
	02 - S	26.369					
	02 - 1P	17.5	Main Deck	35,000			69
	02 - 1S	17.5					
3	03 - P	36.149	Double Bottom	72,298	13,033.11	18	100
	03 - S	36.149					
	03 - 1P	22.5	Main Deck	45,000			78
	03 - 1S	22.5					
4	04 - P	42.61	Double Bottom	85,220	28,351.44	33	91
	04 - S	42.61					
	04 - 1P	76.109	Main Deck	169,943			118
	04 - 1C	10.104					
	04 - 1S	76.109					
04 - 2C	7.621						
5	05 - P	28.73	Double Bottom	57,460	19,144.44	25	80
	05 - S	28.73					
	05 - 1P	47.639	Main Deck	114,840			106
	05 - 1C	10.604					
	05 - 1S	47.639					
05 - 2C	8.958						
6	06 - P	27.33	Double Bottom	54,660	18,221.67	25	76
	06 - S	27.33					
	06 - 1P	44.889	Main Deck	109,335			101
	06 - 1C	10.604					
	06 - 1S	44.884					
06 - 2C	8.958						
7	07 - P	29.489	Double Bottom	58,978	19,658.67	25	82
	07 - S	29.489					
	07 - 1P	49.198	Main	117,950			109



	07 - 1C	10.604	Deck							
	07 - 1S	49.198								
	07 - 2C	8.95								
8	08 - P	32.085	Double Bottom	64,170	23,562.67	30	89			
	08 - S	32.085								
	08 - 1P	64.17	Main Deck	147,894					103	
	08 - 1C	10.604								
	08 - 1S	64.17								
08 - 2C	8.95									
9	09 - P	48.281	Double Bottom	96,562	19,312.10	30	80			
	09 - S	48.281								
	09 - 1P	38.625	Main Deck	96,559					80	
	09 - 1C	10.604								
	09 - 1S	38.625								
09 - 2C	8.705									
10	10 - P	34.258	Double Bottom	68,516	13,703.20	20	86			
	10 - S	34.258								
	10 - 1P	27.508	Main Deck	68,516					86	
	10 - 1C	4.75								
	10 - 1S	27.508								
10 - 2C	8.75									
11	11 - P	22.502	Block 11	45,004	4,500.40	8	70			
	11 - S	22.502								
12	12 - P	17.37	Block 12	34,740	3,474.00	7	62			
	12 - S	17.37								
13	13 - P	39.66	Block 13	79,320	7,932.00	10	99			
	13 - S	39.66								
14	14 - P	21.33	Block 14	42,660	4,266.00	8	67			
	14 - S	21.33								
15	15 - P	21.685	Block 15	43,370	4,337.00	8	68			
	15 - S	21.685								
16	16 - P	14.5	Block 16	29,000	2,900.00	6	60			
	16 - S	14.5								
17	17 - P	12.75	Block 17	25,500	2,550.00	6	53			
	17 - S	12.75								
18	18 - P	16.557	Block 18	33,114	3,311.40	7	59			
	18 - S	16.557								
19	19 - P	16.557	Block 19	33,114	3,311.40	7	59			
	19 - S	16.557								
20	20 - P	18.15	Block 20	36,300	3,630.00	7	65			

	20 - S	18.15					
21	21 - P	16.15	Block 21	32,300	3,230.00	7	58
	21 - S	16.15					
22	22 - P	13.921	Block 22	27,842	2,784.20	6	58
	22 - S	13.921					
23	23	19.175	Block 23	19,175	1,917.50	5	48
TOTAL =		2,101.894			224,526		

**Tabel 4.3** Perhitungan durasi tiap blok

Keterangan :



Tabel di atas telah menunjukkan setiap blok dapat diselesaikan dalam periode tertentu sesuai dengan kemampuan tiap-tiap galangan. Melalui konsep Multi-yard Ship Construction, pembangunan diupayakan dapat dilakukan dalam jumlah berat dan kuantitas yang besar secara beriringan. Oleh karena itu ada beberapa blok yang dibangun lebih dahulu dan blok yang lain menunggu beberapa saat sehingga diharapkan ketika akan dilakukan proses *erection* tidak ada waktu yang terbuang untuk menunggu blok lain selesai dibangun.

Penulis mengatur urutan proses konstruksi sebagai berikut :

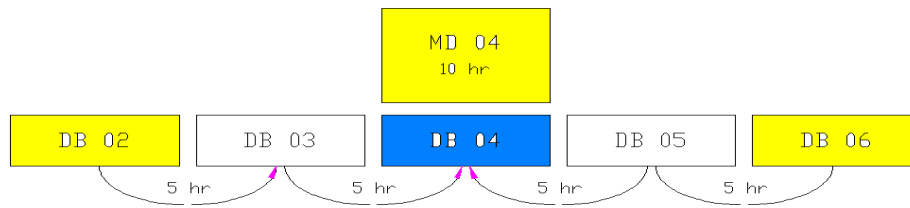
Tahapan penggabungan blok (*Erection Block*) dengan *keel laying* pada block 04

1. Tahap 1: Dilakukan penggabungan (*erection*) pada DB-04, DB-03, dan DB-05.



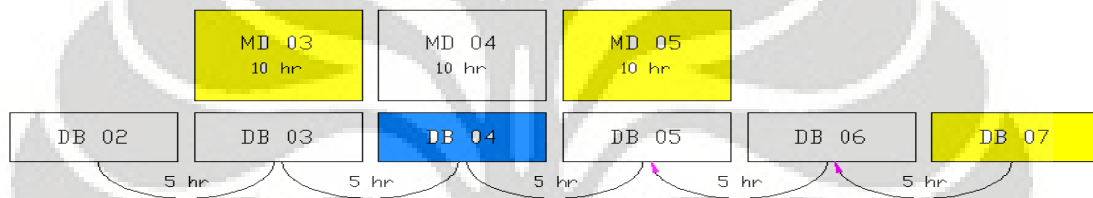
**Gambar 4.1** Pemasangan DB-04, DB-03, dan DB-05

2. Tahap 2: Penggabungan dilanjutkan pada DB-02, DB-06, dan MD-04 dengan menunggu 5 hari setelah selesainya *erection* DB-5 dan DB-3.



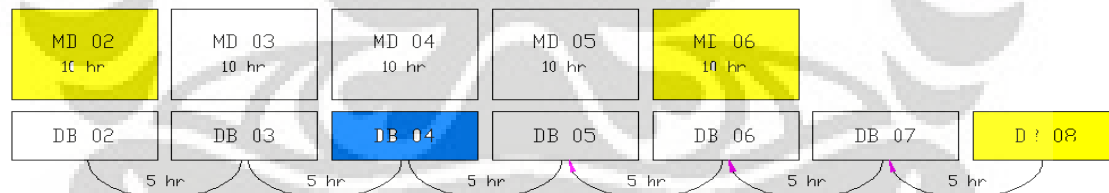
**Gambar 4.2** Pemasangan DB-02, DB-06, dan MD-04

3. Tahap 3: Erection pada DB-07 dengan menunggu 10 hari setelah selesainya penggabungan double bottom sebelumnya, MD-03 & MD-05 menunggu 10 hari setelah blok sebelumnya selesai dierection.



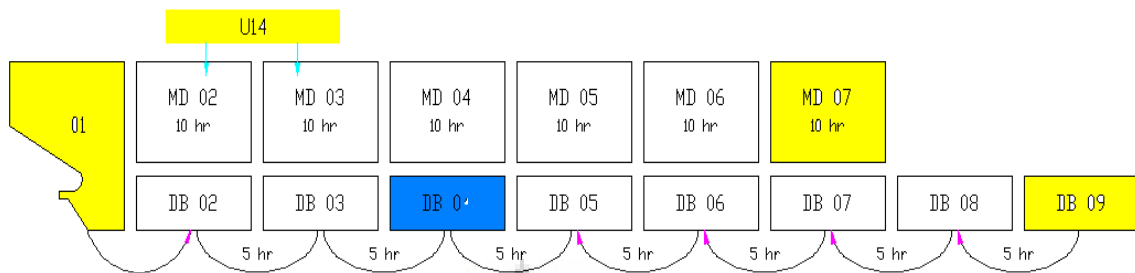
**Gambar 4.3** Pemasangan DB-07, MD-03 & MD-05

4. Tahap 4: Erection pada DB-08 dengan menunggu 15 hari setelah selesainya penggabungan double bottom sebelumnya, sedangkan MD-02 & MD-06 menunggu 20 hari setelah selesainya erection pada blok-blok sebelumnya.



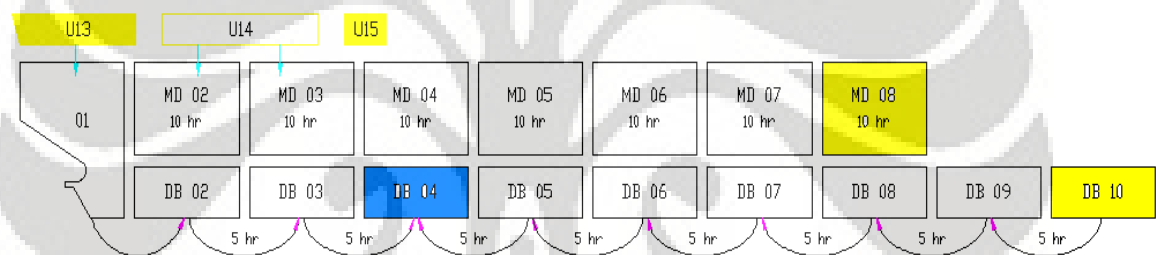
**Gambar 4.4** Pemasangan DB-08, MD-02 & MD-06

5. Tahap 5: Erection pada blok-01 dan blok 14 dengan menunggu 30 hari setelah selesainya erection pada DB-02 dengan MD-02. Erection pada DB-09 dengan menunggu 20 hari setelah selesainya erection pada double bottom sebelumnya. Erection pada MD-07 dengan menunggu 30 hari setelah selesainya erection pada DB-06 dengan MD-06.



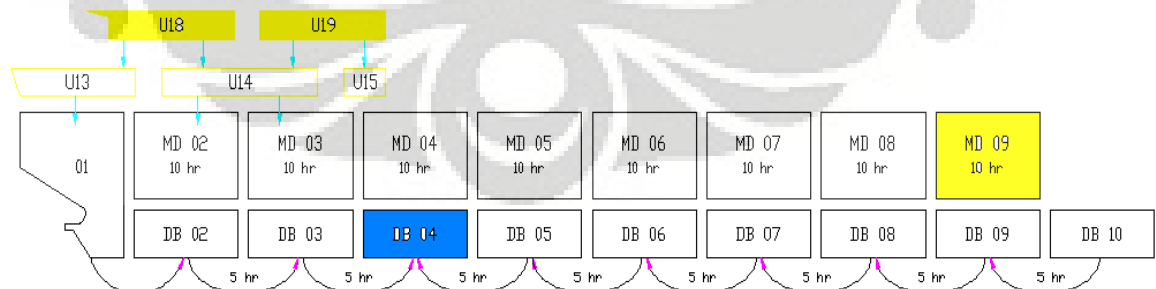
**Gambar 4.5** Pemasangan blok-01, blok 14 dan DB-09

6. Tahap 6: Erection pada DB-10 dengan menunggu 25 hari setelah selesainya erection pada double bottom sebelumnya. Erection pada MD-08 menunggu 40 hari dan block 13 & 15 dengan menunggu 35 hari setelah selesainya erection pada blok-blok sebelumnya.



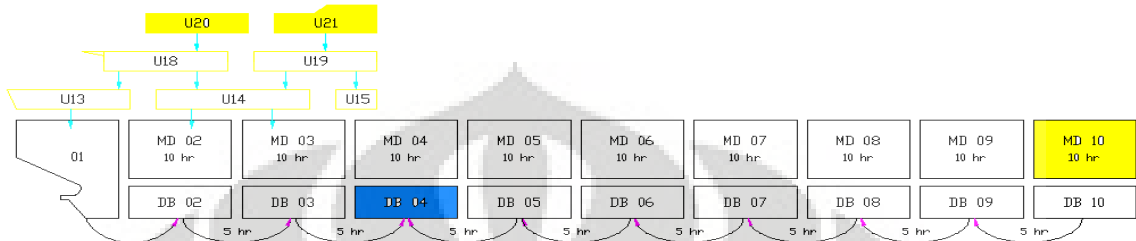
**Gambar 4.6** Pemasangan DB-10, MD-08, block 13 & 15

7. Tahap 7: Erection pada main deck 09, dengan menunggu 50 hari, sedangkan untuk block 18 dan 19 menunggu 45 hari setelah selesainya erection blok-blok sebelumnya.



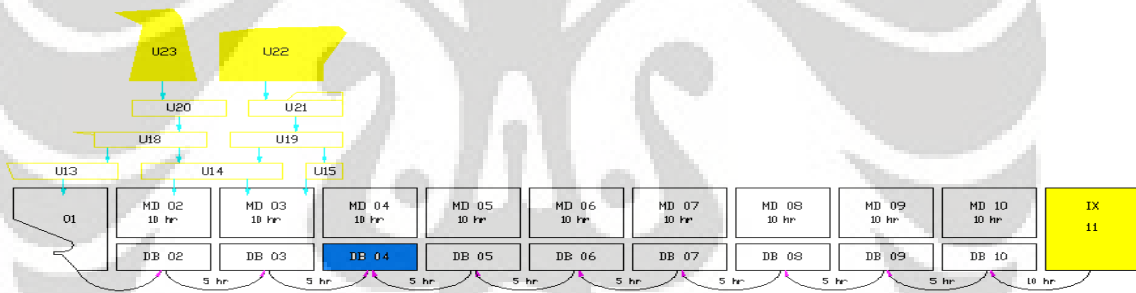
**Gambar 4.7** Pemasangan MD-09, block 18 dan 19

8. Tahap 8: Erection pada MD-10 dengan menunggu 60 hari, sedangkan block 20 dan 21 menunggu 55 hari setelah selesainya erection pada blok-blok sebelumnya.



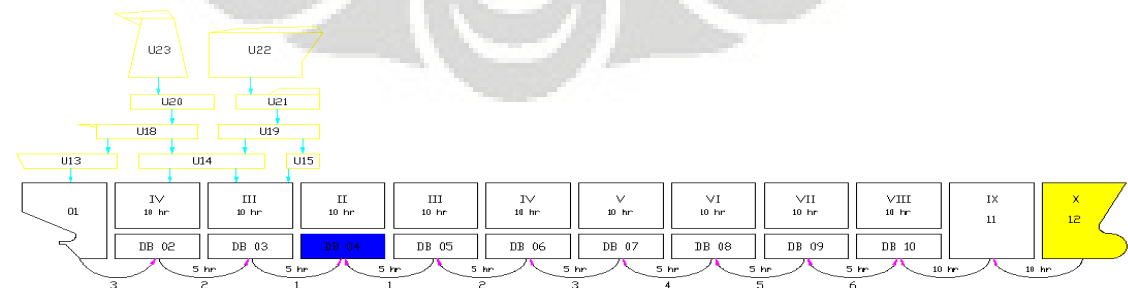
**Gambar 4.8** Pemasangan MD-10, block 20 dan 21

9. Tahap 9: Erection pada blok 11 dengan menunggu 70 hari, sedangkan block 22 dan 23 menunggu 65 hari setelah selesainya erection pada blok-blok sebelumnya.



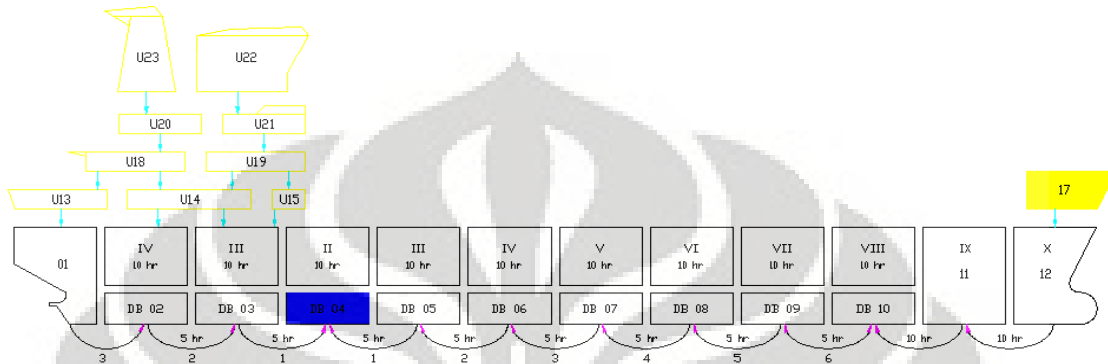
**Gambar 4.9** Pemasangan blok 11, block 22 dan 23

10. Tahap 10: Erection pada blok 12 dengan menunggu 75 hari setelah selesainya erection pada blok-blok sebelumnya.



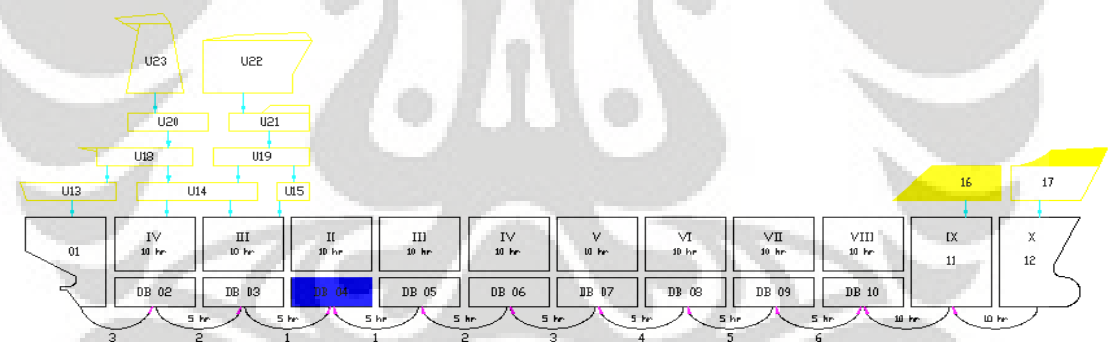
**Gambar 4.10** Pemasangan blok 12

11. Tahap 11: Erection pada blok 17 dengan menunggu 80 hari setelah selesainya erection pada blok-blok sebelumnya.



**Gambar 4.11** Pemasangan blok 17

12. Tahap 12: Erection pada blok 16 dan bulwark dengan menunggu 85 hari setelah selesainya erection pada blok-blok sebelumnya.



**Gambar 4.12** Pemasangan blok 16 dan bulwark

Dari proses penggabungan blok-blok di atas, maka total hari yang dibutuhkan untuk proses erection tersebut adalah 85 hari + 5 hari = 90 hari.

Dibawah ini merupakan tabel perhitungan untuk menentukan kapan suatu blok harus dikerjakan dengan menjadi dasar permulaan ialah double bottom 04 sebagai awal blok untuk peletakan lunas (keel laying) di *building berth*.

Misalkan blok 01 pada tabel sebelumnya membutuhkan penyelesaian selama 97 hari, maka untuk memulai pengerjaan blok 01 dengan menghitung sebagai berikut:

$$(\text{durasi penyelesaian blok keel laying}) - (\text{durasi penyelesaian blok}) + (\text{waktu tunggu setelah blok-blok sebelum di-erection})$$

Sehingga untuk urutan proses konstruksi blok 01 =  $(91-97+30)$  hari = 24 hari setelah pengerjaan double bottom 04 dimulai.

#### 4.4.1 Perhitungan *Single Yard-Ship Construction*

Karena keterbatasan data yang penulis peroleh, maka perhitungan single-yard digunakan sebagai pembandingan dengan perhitungan multi-yard. Perhitungan single-yard hanya dilakukan pada DKB Galangan III. Dasar perhitungan ini adalah kesamaan variabel yang digunakan, agar hasil yang dibandingkan dapat penulis pertanggungjawabkan. Perhitungan ini penulis asumsikan dengan pembagian proses konstruksi menjadi 2 tahapan, yaitu proses fabrikasi dan proses assembly. Penulis membuat asumsi bahwa proses fabrikasi membutuhkan 60% kerja dari total waktu yang dibutuhkan, sedangkan proses assembly membutuhkan 40% dari waktu total. Untuk standar jam orang yang dipakai adalah standar DKB Galangan III, yaitu 9kg/MH. Dari asumsi tersebut, maka penulis mendapat perhitungan seperti yang ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

No	Area	Total Weight (kg)	Fabrication Process			Assembly Process			Total Duration	Urutan Kerja (Hari ke-)	Start Erection (Hari ke-)	FINISH
			Weight (60% total weight)	Man power	Duration (day)	Weight (40% total weight)	Man power	Duration (day)				
4	Double Bottom	85,220	51,132	15	47	34,088	11	43	90	0	90	95
3	Double Bottom	72,298	43,379	10	60	28,919	10	40	100	-10	90	95
5	Double	57,460	34,476	10	48	22,984	10	32	80	11	90	95

	Bottom											
2	Double Bottom	52,738	31,643	10	44	21,095	10	29	73	22	95	100
6	Double Bottom	54,660	32,796	10	46	21,864	10	30	76	19	95	100
4	Main Deck	169,943	101,966	20	71	67,977	20	47	118	-23	95	105
7	Double Bottom	58,978	35,387	10	49	23,591	10	33	82	18	100	105
3	Main Deck	45,000	27,000	8	47	18,000	8	31	78	22	100	110
5	Main Deck	114,840	68,904	15	64	45,936	15	43	106	-6	100	110
8	Double Bottom	64,170	38,502	10	53	25,668	10	36	89	16	105	110
2	Main Deck	35,000	21,000	7	42	14,000	7	28	69	41	110	120
6	Main Deck	109,335	65,601	15	61	43,734	15.00	40	101	9	110	120
9	Double Bottom	96,562	57,937	15	54	38,625	15	36	89	21	110	115
14	Block 14	42,660	25,596	8	44	17,064	8	30	74	46	120	125
7	Main Deck	117,950	70,770	15	66	47,180	15	44	109	45	154	164
1	Block 01	104,816	62,890	15	58	41,926	15	39	97	60	157	167
10	Double Bottom	68,516	41,110	10	57	27,406	10	38	95	49	144	149
8	Main Deck	147,894	88,736	20	62	59,158	20	41	103	48	164	174



13	Block 13	79,320	47,592	10	66	31,728	10	44	110	72	167	172
15	Block 15	43,370	26,022	8	45	17,348	8	30	75	50	125	130
9	Main Deck	96,559	57,935	15	54	38,624	20	27	80	47	174	184
18	Block 18	33,114	19,868	7	39	13,246	7	26	66	65	172	177
19	Block 19	33,114	19,868	7	39	13,246	7	26	66	54	130	135
10	Main Deck	68,516	41,110	10	57	27,406	20	19	76	45	184	194
20	Block 20	36,300	21,780	7	43	14,520	7	29	72	43	182	187
21	Block 21	32,300	19,380	7	38	12,920	7	26	64	48	177	182
11	Block 11	45,004	27,002	8	47	18,002	8	31	78	62	194	204
22	Block 22	27,842	16,705	6	39	11,137	6	26	64	65	187	192
23	Block 23	23,000	13,800	5	38	9,200	5	26	64	65	192	197
12	Block 12	34,740	20,844	7	41	13,896	7	28	69	55	204	214
17	Block 17	25,500	15,300	6	35	10,200	6	24	59	110	214	219
16	Block 16	29,000	17,400	6	40	11,600	6	27	67	106	219	224

**Tabel 4.4** Perhitungan *single-yard ship construction*



Grup 1

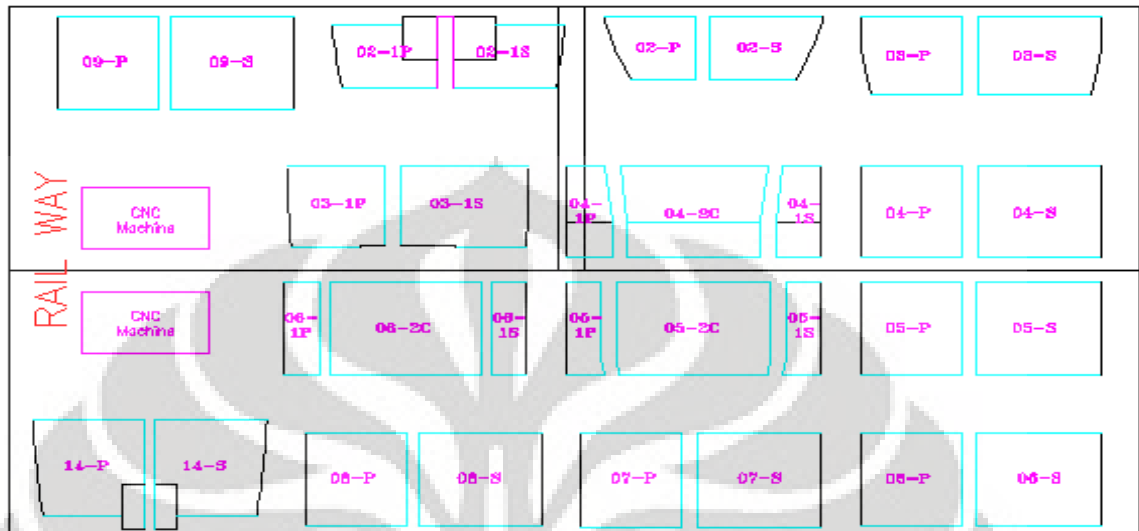


Grup 3



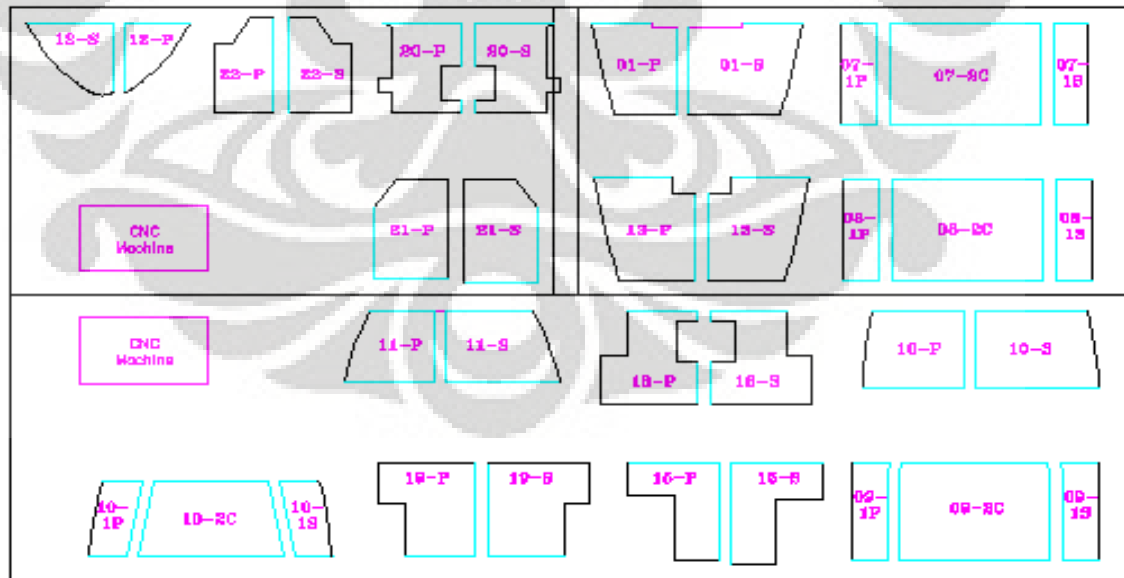
Grup 2

Grup 1 :



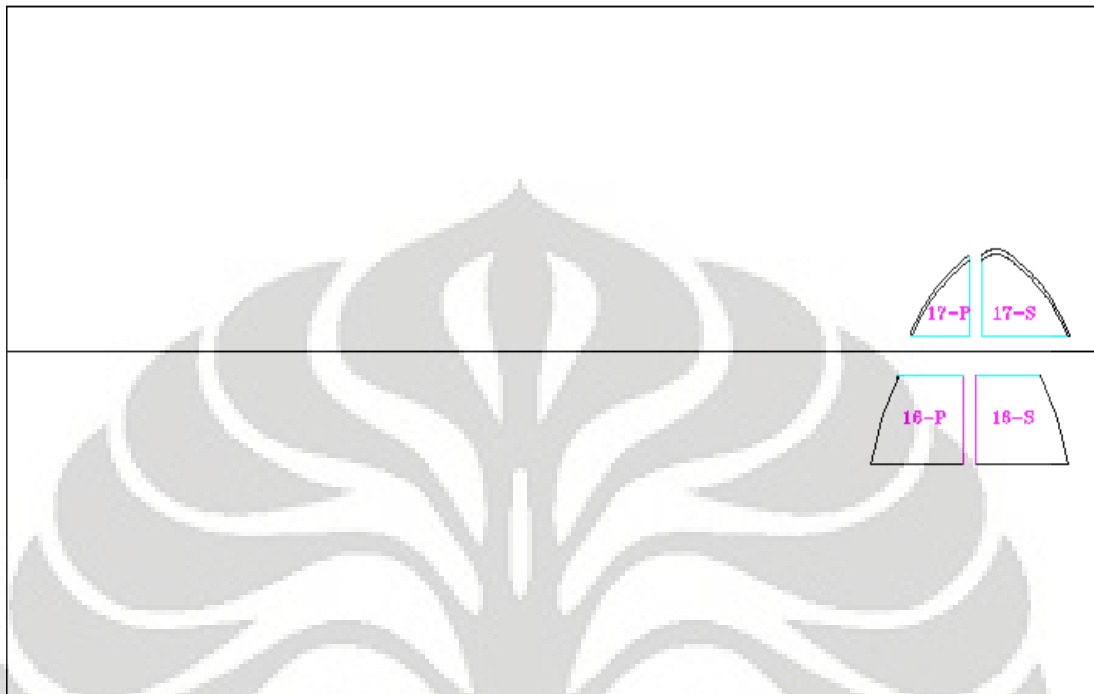
**Gambar 4.13** Pengaturan blok pada bengkel fabrikasi (grup 1)

Grup 2:



**Gambar 4.14** Pengaturan blok pada bengkel fabrikasi (grup 2)

Grup 3:



**Gambar 4.15** Pengaturan blok pada bengkel fabrikasi (grup 3)

### *Analisis*

Seperti yang telah disinggung sebelumnya, proses konstruksi pada *single-yard* dikerjakan hanya pada DKB III, karena pada kondisi sebenarnya, kapal tanker 6300 DWT tersebut dibuat disana. Proses konstruksi dibagi menjadi dua bagian, yaitu proses fabrikasi dan proses assembly. Dalam pembuatan blok, penulis membagi blok-blok tersebut menjadi 3 grup/kelompok kerja. Hal ini dilakukan karena luas lahan yang tersedia serta keterbatasan alat yang dimiliki galangan, Pembagian blok ke dalam tiap-tiap kelompok ditentukan berdasarkan urutan proses erection pada tahap terakhir. Blok yang akan digunakan terlebih dahulu untuk di-erection, berada dalam grup 1, dengan tanda warna biru. Kemudian blok-blok yang bertanda warna kuning dikelompokkan menjadi grup 2. Sisanya yaitu blok 16 dan 17 penulis tempatkan pada

grup 3. Grup 1 merupakan kelompok blok yang sebagian besar terdiri dari blok-blok dasar keel laying, seperti DB 04, DB 03 dan DB 05.

Sebagai contoh, kita bisa lihat MD 07 pada grup 2. Pada blok tersebut, proses fabrikasi yang diperlukan dalam pembuatan blok tersebut adalah 66 hari, dan untuk proses assembly dibutuhkan waktu sebanyak 44 hari. Jadi, total waktu yang dibutuhkan untuk membuat MD 07 adalah 110 hari (lihat tabel). Pada tabel menunjukkan bahwa, urutan kerja MD 07 terhitung hari ke-45, sehingga mulai erection baru bisa dilaksanakan pada hari ke-155. Hal ini disebabkan MD 07 harus menunggu blok sebelumnya (DB 02) selesai pada tahap fabrikasi. Sehingga saat DB 02 memasuki tahapan assembly, MD 07 siap untuk dikerjakan pada hari ke-45. Begitu pun dengan blok-blok yang lain, harus menunggu sesuai dengan waktu erection blok tersebut, agar tiap blok tidak menunggu terlalu lama untuk di-erection.

Jumlah waktu yang dibutuhkan pada konstruksi dari proses fabrikasi, assembly, hingga erection ini membutuhkan waktu sebanyak 225 hari atau kurang lebih 10 bulan 5 hari (dengan 22 hari efektif kerja per bulan).

#### 4.4.2 Perhitungan *Multi-Yard Ship Construction*

Multi-yard Construction merupakan metode pembuatan kapal yang menggunakan beberapa galangan untuk membangun satu kapal atau lebih. Metode ini masih jarang diterapkan di Indonesia, namun sudah sejak lama diterapkan di Jepang. Metode ini dipercaya dapat mempercepat proses pembangunan kapal, namun tetap dijaga kualitas dari produksi kapal tersebut. Dalam pembangunan kapal, faktor keamanan dan keselamatan merupakan hal paling utama yang harus dipatuhi. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan di dalam pembangunan kapal dengan metode multi-yard, yaitu:

##### 1. Kesesuaian dan Ketepatan Blok (Akurasi Kontrol)

Penerapan metode ini menggunakan beberapa galangan untuk membuat blok-blok kapal tersebut. Ketepatan blok menjadi suatu hal yang sangat penting karena saat

penyambungan blok (erection), penyimpangan yang terlalu besar akan menimbulkan kerugian yang sangat berpengaruh terhadap proses pembangunan kapal. Kerugian tersebut antara lain berupa waktu, biaya, serta material yang dibutuhkan. Oleh karena itu, perlu adanya keakuratan dalam pembacaan gambar serta penerapannya di lapangan. Hal ini harus sangat diperhatikan oleh Quality Control (QC) dari pihak galangan serta Badan Klasifikasi terkait.

## 2. Biaya Tambahan

Dalam penerapan metode ini, penulis menggunakan 3 galangan yang memiliki jarak berdekatan. Galangan III merupakan galangan yang ditunjuk sebagai pusat erection, oleh karena itu pemindahan blok dilakukan oleh galangan I dan II. Galangan I merupakan galangan yang mempunyai jarak lebih jauh dibandingkan dengan galangan II, sehingga membutuhkan kapal untuk mengangkut seluruh blok yang dibuat di galangan tersebut. Sedangkan galangan II mempunyai lokasi yang sangat dekat dengan galangan III, sehingga untuk memindahkan seluruh blok yang dibangun di galangan II cukup dengan menggunakan transportasi darat. Oleh karena itu, biaya tambahan yang dimaksud adalah adanya biaya untuk transportasi darat dan laut dalam hal pemindahan blok ke pusat erection di galangan II.

Adapun untuk perhitungan multi-yard, penulis membagi menjadi 3 tabel sesuai dengan jumlah galangan yang digunakan.

### 1. Galangan I

Prinsip dasar pembagian blok ke tiap-tiap galangan adalah dengan melihat kemampuan galangan dalam hal fasilitas serta luas lahan yang tersedia. Selain itu, tahapan erection tiap-tiap blok juga mempengaruhi persebaran pembuatan blok, karena akan menumbuhkan kerja yang lebih efektif, sebagai contoh blok-blok yang digunakan setelah erection blok sebelumnya harus dikerjakan pada galangan I. Dengan latar belakang tersebut, maka penulis mendapatkan blok-blok seperti tabel

dibawah ini, dengan asumsi dan variabel yang digunakan sama seperti yang sudah dituliskan sebelumnya.

No	Area	Total Weight (kg)	Fabrication Process			Assembly Process			Total Duration	Urutan Kerja	Start Erectio n (Hari ke-)	Erection Process Duration (day)	FINISH
			Weight (60% total weight)	Man power	Durati on (day)	Weight (40% total weight)	Man power	Durati on (day)					
9	Double Bottom	96,562	57,937	15	48	38,625	15	32	80	36	116	5	121
10	Double Bottom	68,516	41,110	10	51	27,406	10	34	86	26	111	5	116
9	Main Deck	96,559	57,935	15	48	38,624	20	24	72	69	141	10	151
10	Main Deck	68,516	41,110	10	51	27,406	20	17	69	83	151	10	161
11	Block 11	45,004	27,002	8	42	18,002	8	28	70	91	161	5	166
12	Block 12	34,740	20,844	7	37	13,896	7	25	62	109	171	5	176
17	Block 17	25,500	15,300	6	32	10,200	6	21	53	118	171	5	176
16	Block 16	29,000	17,400	6	36	11,600	6	24	60	116	176	5	181

**Tabel 4.5** Perhitungan Galangan I

## 2. Galangan II

Galangan II merupakan galangan yang lokasinya paling dekat jika dibandingkan dengan galangan I. Galangan II hanya membutuhkan transportasi darat untuk memindahkan blok ke pusat ertion yaitu galangan III. Lain hal nya dengan galangan I yang harus menggunakan transportasi laut, yaitu menggunakan kapal dengan jenis tongkang untuk mengangkut seluruh blok yang dibuat disana. Pada galangan II, jumlah blok yang dibuat relatif merupakan blok-blok yang mempunyai berat lebih ringan dibandingkan blok-blok lainnya. Alasannya adalah karena galangan II

mempunyai kapasitas angkat (crane) yang lebih kecil, sehingga lebih efektif jika blok yang dibuat juga dengan ukuran yang ringan. Selain itu, blok yang dibuat kebanyakan adalah bangunan atas yang apabila kita lihat dari urutan erection, berada pada tahap-tahap terakhir, jadi tidak membebani galangan untuk menyelesaikan terlalu cepat. Di bawah ini merupakan tabel perhitungan dengan asumsi dan variabel yang digunakan sama seperti yang sudah disebutkan di atas.

No	Area	Total Weight (kg)	Fabrication Process			Assembly Process			Total Duration	Urutan kerja	Erection Process Duration (day)	Start Erection	FINISH
			Weight (60% total weight)	Man power	Durati on (day)	Weight (40% total weight)	Man power	Durati on (day)					
14	Block 14	42,660	25,596	8	32	17,064	8	27	59	63	5	121	126
13	Block 13	79,320	47,592	10	48	31,728	10	40	87	39	10	126	136
15	Block 15	43,370	26,022	8	33	17,348	8	27	60	67	10	126	136
18	Block 18	33,114	19,868	7	28	13,246	7	24	52	84	10	136	146
19	Block 19	33,114	19,868	7	28	13,246	7	24	52	84	10	136	146
20	Block 20	36,300	21,780	7	31	14,520	7	26	57	89	10	146	156
21	Block 21	32,300	19,380	7	28	12,920	7	23	51	96	10	146	156
22	Block 22	27,842	16,705	6	28	11,137	6	23	51	105	10	156	166
23	Block 23	19,175	11,505	5	29	7,670	5	19	48	108	10	156	166

Tabel 4.6 Perhitungan Galangan I

### 3. Galangan III

Sebagai pusat erection, galangan III mempunyai area assembly yang paling luas dibandingkan galangan lainnya. Kapasitas alat angkat (crane) yang dimiliki galangan III juga merupakan yang terbesar. Selain itu, galangan III merupakan galangan yang ditunjuk sebagai galangan khusus bangunan kapal baru (new

construction). Hal inilah yang membuat penulis menunjuk galangan III sebagai pusat erection blok untuk kapal Oil Tanker 6300 DWT. Adapun perhitungan yang dihasilkan untuk galangan III adalah seperti tabel di bawah ini. Asumsi dan variable yang digunakan sama seperti yang sudah disebutkan di atas.

No	Area	Weight (ton)	Fabrication Process			Assembly Process			total duration	Urutan Kerja	Start Erection (Hari ke-)	Erection Process Duration (day)	FINIS H
			Weight (60%kg)	Man Power	Duration (day)	Weight (40%kg)	Man Power	Duration (day)					
4	Double Bottom	85,220	51,132	15	47	34,088	11	43	90	0	90	5	95
3	Double Bottom	72,298	43,379	10	60	28,919	10	40	100	-10	90	5	105
5	Double Bottom	57,460	34,476	10	48	22,984	10	32	80	21	100	5	105
2	Double Bottom	52,738	31,643	10	44	21,095	10	29	73	22	95	5	100
6	Double Bottom	54,660	32,796	10	46	21,864	10	30	76	19	95	5	100
4	Main Deck	169,943	101,966	20	71	67,977	20	47	118	-23	95	10	128
7	Double Bottom	58,978	35,387	10	49	23,591	10	33	82	18	100	5	105
3	Main Deck	45,000	27,000	8	47	18,000	8	31	78	22	100	10	110
5	Main Deck	114,840	68,904	15	64	45,936	15	43	106	-6	100	10	116
8	Double Bottom	64,170	38,502	10	53	25,668	10	36	89	16	105	5	110
2	Main Deck	35,000	21,000	7	42	14,000	7	28	69	41	110	10	120
6	Main Deck	109,335	65,601	15	61	43,734	15	40	101	9	110	10	120



7	Main Deck	117,9 50	70,770	15	66	47,180	15	44	110	10	120	10	130
1	Block 01	104,8 16	62,890	15	58	41,926	15	39	97	23	120	5	125
8	Main Deck	147,8 94	88,736	20	62	59,158	20	41	103	28	130	10	140

**Tabel 4.7** Perhitungan Galangan III

### *Analisis*

Metode pembuatan blok seperti ini membutuhkan waktu yang relatif lebih cepat jika dibandingkan dengan metode single-yard, karena tiap galangan mengerjakan seluruh blok secara serentak dalam waktu yang bersamaan, selain itu tiap-tiap galangan mempunyai kemampuan yang berbeda-beda, jadi proses pembuatan blok bisa menjadi lebih cepat lagi.

Dari perhitungan tabel di atas, maka diperoleh waktu penyelesaian pembangunan kapal Oil Tanker 6300 DWT membutuhkan :

$$\text{Total hari penyelesaian} = \text{Durasi blok keel laying (DB 04)} + \text{Durasi proses erection}$$

Penyelesaian kapal hingga proses erection = 91 hari + 90 hari = 181 hari =  $181 / 22 = 8.23$  bulan

Sedangkan sampel kapal yang dibangun melalui satu galangan (single-yard) membutuhkan 225 hari, maka dapat dihitung berapa hari perbedaan yang selesai dibangun antara single-yard ship construction dengan multi-yard ship construction :

$$225 \text{ hari} - 181 \text{ hari} = 44 \text{ hari}$$

Dengan hasil perhitungan di atas, maka dapat disimpulkan konsep multi-yard ship construction lebih cepat 44 hari dengan membutuhkan 181 hari pengerjaan sampai pada penyambungan atau erection seluruh blok.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Setelah penulis menyelesaikan pembahasan skripsi ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Metode Multiyard-ship Construction merupakan metode yang bertujuan untuk mengurangi waktu kerja atau produksi dalam pembuatan kapal, sehingga membutuhkan waktu relatif lebih singkat dibandingkan dengan metode yang digunakan oleh PT DKB.
2. Dari perhitungan single-yard didapat hasil lamanya proses konstruksi kapal membutuhkan waktu 225 hari. Sedangkan dari perhitungan metode multi-yard ternyata didapat lamanya proses konstruksi kapal sebanyak 181 hari. Dari kedua hasil tersebut, maka dapat penulis simpulkan bahwa metode multi-yard mempunyai waktu konstruksi kapal 44 hari lebih cepat dibandingkan dengan metode single-yard.

#### **5.2. SARAN**

Dalam penerapan metode multi-yard ini, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah akurasi kontrol pada saat erection blok. Oleh karena itu, ketepatan pembacaan gambar harus sangat diperhatikan, jadi kesalahan pada saat erection dapat dikurangi. Lamanya waktu erection yang telah ditentukan merupakan salah satu faktor yang membuat waktu erection bertambah lama. Jika hal ini dapat diperbaiki, maka waktu yang dibutuhkan dalam tahapan konstruksi menjadi lebih cepat.

Ada suatu nilai pembelajaran yang sangat baik di dalam penerapan metode ini, yaitu apabila konsep ini dikerjakan untuk kapal-kapal sejenis yang dibuat beberapa kapal atau jenis *sister-ship*. Pembuatan kapal dengan *sister-ship* dapat memberikan kurva pembelajaran yang terus meningkat. Artinya, saat pembuatan kapal yang kedua maupun ketiga, para pekerja akan membuat blok dengan ukuran dan bentuk yang sama. Dari sanalah muncul suatu pengalaman berpikir yang terbentuk berdasarkan pengalaman mengerjakan blok yang sama. Hal ini akan berpengaruh juga dalam waktu pembuatan blok, adanya pembelajaran tersebut membuat waktu pembuatan menjadi lebih cepat dan diharapkan pula kualitas yang dihasilkan lebih bagus.

Hasil ini bisa dijadikan sebuah rekomendasi terhadap galangan dalam pembangunan sebuah kapal yang lebih efektif pada masa sekarang maupun yang akan datang. Sehingga akan menjadi daya saing QCD (*Quality, Cost, Delivery*) untuk ditawarkan kepada para pelanggan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Shenoi, R.A. *Ship Production Technology*. Ship Science Report No.37, University of Southampton. 1989
- Suwasono, Bagiyo. *Manajemen Produksi Kapal*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. 2004
- Eyres, D.J. *Ship Production*. Butterworth Heinemann, Oxford. 2001
- Lamb, Thomas. *Engineering for Ship Production*. The Society of Naval Architects and Marine Engineers. 1986
- Okayama, Y, and L.D Chirilo. *Product Work Breakdown Structure*. National Shipbuilding Research Program, in cooperation with Todd Pacific Shipyards Corporation. 1982
- Djaya, Indra Kusna, Dkk. *Teknik Konstruksi Kapal Baja Jilid 2 SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. 2008
- Sunaryo. *Multi-Yard Ship Construction and Productivity*. Strathclyde University. 1993

