

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Singkat Metode *Full Outfitting Block System* (FOBS)

Metode *advanced outfitting* berawal dari Dr. Hisashi Shinto, Direktur IHI Jepang (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co. of Japan) pada tahun 1950-an. Untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan *outfitting* yang *konvensional*.

Pada saat itu, pekerjaan *outfitting* dikenal sebagai pekerjaan yang membutuhkan waktu lama dan pekerjaan yang banyak. Pekerjaan ini meliputi pembelian atau pembuatan material-material *outfitting* dan pemasangannya pada *Hull* kapal yang telah selesai dirakit. Dalam melakukan pekerjaan ini, para pekerja berpedoman pada gambar-gambar sistem yang dibuat untuk merencanakan dan menunjukkan fungsi sistem-sistem yang ada di kapal. Dibandingkan dengan pekerjaan konstruksi yang sudah dapat dilakukan dengan efisiensi tinggi, efisiensi pekerjaan *outfitting* pada saat itu masih sangat rendah.

Keadaan itulah yang kemudian mendorong beliau untuk memikirkan suatu cara untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan *outfitting*. Setelah mengamati pekerjaan *outfitting* yang kompleks dikamar mesin hampir 2 jam setiap hari selama beberapa bulan, beliau mencoba mengembangkan ide untuk melakukan pekerjaan *outfitting*, zona demi zona. Dengan kata lain kapal dibagi menjadi beberapa zona pengerjaan yang dilakukan dengan membuat gambar-gambar yang komposit untuk mengorganisasi pekerjaan dalam zona-zona tersebut.

Gambar komposit untuk masing-masing zona tersebut dibuat dengan membagi gambar-gambar diagram garis atau *system arrangement* pada sistem konvensional dan pengelompokannya sesuai dengan zonanya., dengan tidak memperhatikan fungsi masing-masing sistem tersebut.

Setelah masa implementasi yang cukup lama, khususnya untuk mengubah kebiasaan kerja pada bagian desain dan produksi dari sistem konvensional ke sistem yang baru, ide tersebut menjadi kenyataan pada tahun 1957. Metode inilah yang kemudian dikenal sebagai *zone outfitting* atau *advanced outfitting* dan apabila tingkatan pekerjaan *outfitting* yang diselesaikan sebelum peluncuran mencapai 90% atau lebih. Metode ini dikenal sebagai *Full Outfitting Block System* (FOBS).

2.2 Full Outfitting Block System (FOBS)

Perencanaan *Outfitting* adalah terminologi yang digunakan untuk menggambarkan/ mendeskripsikan alokasi sumber daya untuk pekerjaan penginstalan komponen-komponen kapal selain struktur lambung kapal. Saat ini banyak diaplikasikan perencanaan *outfitting* dengan nama *Full Outfitting Block System* (FOBS) yang sebelumnya adalah metode *Conventional Outfitting*.

Metode *Full Outfitting Block System* (FOBS) dianjurkan untuk diaplikasikan pada galangan-galangan dengan keuntungan-keuntungan adalah :

1. Meningkatkan keselamatan kerja.
2. Mengurangi biaya-biaya produksi.
3. Kualitas baik.

4. Menghemat waktu produksi.

5. Produktifitas tinggi.

Full Outfitting Block System (FOBS) merupakan konsekuensi alami dari *Hull Block Construction Methods* (HBCM), keduanya dikerjakan dengan logika yang sama. Galangan mengerjakan perakitan secara *Full Outfitting Block Sistem* (FOBS) dapat dilakukan secara *independen* (berdiri sendiri) ataupun dapat digabung saat pekerjaan blok–blok lambung kapal. Apabila dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan blok lambung seperti yang tertera dalam kontrak desain tentunya akan terjadi perubahan secara signifikan jumlah paket–paket pekerjaan mencakup pekerjaan desain, identifikasi material, pengadaan, fabrikasi komponen/bagian, dan perakitan. Hal ini penting diketahui untuk melihat sejauh mana kemajuan pekerjaan instalasi (*outfitting*). Perencana *Hull Block Construction Methods* (HBCM) mendefinisikan produk–produk antara mulai dari lambung sebagai zona, kemudian membagi menjadi zona–zona blok dan zona blok dibagi menjadi zona sub-blok dan seterusnya. Proses ini dinyatakan selesai jika bagian–bagian tidak bisa dibagi lagi. Pembagian–pembagian zona ini secara alami mempertimbangkan secara khusus tingkatan atau level manufaktur. Perencana *Full Outfitting Block System* (FOBS) harus berdasar pada rancangan zona perakitan lambung. Namun demikian tidak menutup kemungkinan *zone outfitting* dapat dibuat secara *independen*.

2.2.1 Sistem Modul Merupakan Bagian Dari Metode *Full Outfitting Block*

System (FOBS)

Sistem modul yang merupakan bagian dari *zone outfitting* atau *Full Outfitting Block System (FOBS)* membagi pekerjaan menjadi tiga tahapan, yaitu :

- *On-Unit*
- *On-Block*
- *On-Board*

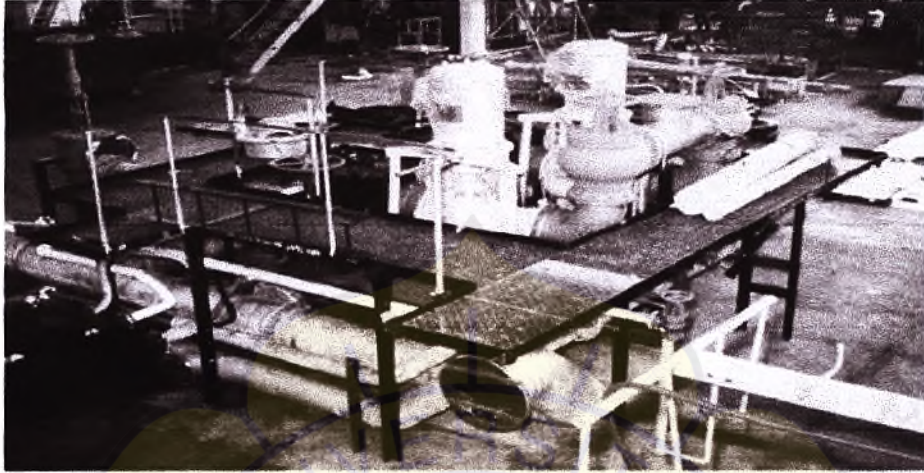
1. *Outfitting On-unit*

Outfitting on-unit adalah perakitan produk-produk yang terdiri dari komponen/peralatan baik yang dibeli maupun dibuat digalangan sendiri, menjadi suatu unit.

Dalam pekerjaan perakitan ini tidak termasuk pengecatan akhir. Unit disini terdiri dari material *outfitting* dan tidak termasuk konstruksi bagian dari badan kapal. Unit-unit yang ada di dalam proses pembuatan kapal dapat dikelompokkan menjadi unit konvensional (misal : *Fuel Oil Purifier Unit, Water Distilling Unit*), unit geografi (misal, *Pipe Passage On Deck Unit, Pipe Passage In Accomodation*, dll) dan unit kombinasi (misal : *Engine Flat Unit, Pump Room Flat Unit*, dll).

Tahapan ini sebaiknya menjadi prioritas utama karena proses perakitannya dilakukan dibengkel-bengkel produksi yang mempunyai suasana kerja yang relatif lebih baik bila dibandingkan dengan kedua tahapan yang lain (*on-block* dan *on-board*). Kondisi ini akan memberi kesempatan untuk peningkatan

produktifitas. Selain itu, tahapan ini tidak tergantung pada kemajuan pekerjaan konstruksi lambung (*hull construction*) sehingga dapat dilakukan bersamaan.



Gambar 1. *Outfitting On-unit*
Sumber : *Globalmarinetechnology.Blogspot.com*

2. *Outfitting On-Block*

Sistem modul yang merupakan kesatuan dari *outfitting on-block* adalah instalasi komponen-komponen *outfitting* atau unit-unit *outfitting* yang dibuat dahulu modul-modulnya pada suatu konstruksi rakitan (*assembly structural*) sebelum dirakit menjadi blok atau pada blok-blok besar (*grand block*). Tahapan ini adalah prioritas berikut setelah *outfitting on-unit*. Termasuk dalam tahapan ini adalah pengecatan, kecuali pengecatan akhir dan pengecatan yang tidak boleh dilakukan karena masih ada proses pengelasan yang harus dilakukan.

Pelaksanaan tahapan ini memerlukan koordinasi yang baik antara fungsi-fungsi perencana konstruksi, *outfitting*, pengecatan. Demikian juga pengaturan pekerjaannya harus melibatkan ketiga kelompok, yaitu : konstruksi,

outfitting, dan pengecatan. Pemasangan unit–unit pada produk antara yang berupa blok atau blok besar akan meningkatkan produktivitas karena waktu produk antara tersebut dalam tahapan ini akan dipersingkat.

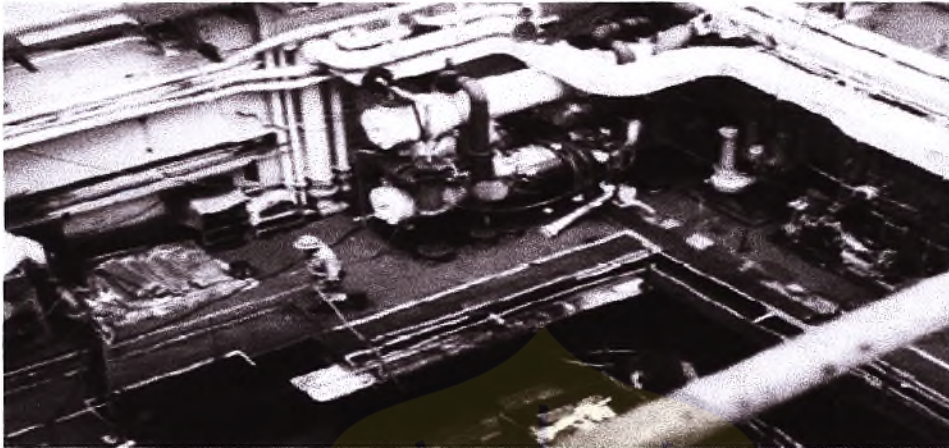
Pekerjaan ini biasa dikerjakan pada suatu tempat yang digunakan untuk perakitan konstruksi atau lokasi khusus yang direncanakan untuk keperluan tersebut, biasanya dilengkapi dengan peralatan angkat yang memadai untuk membalik blok–blok tersebut.



Gambar 2. *Outfitting On-Block*
Sumber : *Globalmarinetechnology.Blogspot.com*

3. *Outfitting On-Board*

Tahapan ini meliputi unit–unit pada konstruksi kapal dan perakitan blok–blok lengkap (*outfitting block*) menjadi kapal, pengecatan akhir, pengujian dan percobaan peralatan. Selain itu adalah pemasangan komponen–komponen *outfitting* yang belum dipasang pada tahapan *on-unit* atau *on-block* pada badan kapal yang sudah selesai dirakit.



Gambar 3. *Outfitting On-Board*
Sumber : *Globalmarinetechnology.Blogspot.com*

2.2.2 Tujuan Dan Keuntungan Metode *Full Outfitting Block System* (FOBS)

Keuntungan langsung yang diperoleh dari sistem modul dari metode *Full Outfitting Block System* (FOBS) adalah peningkatan produktivitas dan waktu pembangunan kapal yang lebih singkat. Peningkatan produktivitas dimungkinkan karena efisiensi kerja *on-unit outfitting* adalah $\frac{1}{2}$ efisiensi kerja *outfitting on-block* dan $\frac{1}{4}$ efisiensi kerja *outfitting on-board* (weirers,1985).

Keuntungan tersebut dimungkinkan karena hal-hal sebagai berikut:

1. Fabrikasi dan instalasi peralatan *outfitting* dapat dilakukan lebih awal yang berarti peningkatan utilisasi peralatan dan pekerjaan *outfitting* yang merata selama proses pembangunan kapal. Pada *outfitting* konvensional utilisasi peralatan terkonsentrasi pada waktu akhir pembuatan kapal.
2. Urutan pekerjaan yang logis, sesuai dengan proses produksi yang sebenarnya.

3. Peningkatan keselamatan pekerja karena tempat kerja yang lebih lapang, ventilasi yang lebih baik, cahaya ruangan yang cukup, serta proses transportasi material yang lebih mudah.
4. Pemasangan *outfitting* dapat dilakukan pada posisi kerja yang paling mudah dan sesuai dengan keahlian pekerjaan.
5. Lingkungan bengkel produksi biasanya memungkinkan pekerjaan bekerja dalam keadaan lebih bersih dan kualitas yang lebih baik, sehingga presentasi pekerjaan ulang (*rework*) dapat dikurangi.

2.2.3 Masalah Implementasi

2.2.3.1 Umum

Implementasi *Full Outfitting Block Sistem* (FOBS) memerlukan perubahan pada proses perencanaan dan teknik (*design & engineering*). Hal ini khususnya disebabkan karena *output* yang diinginkan oleh sistem ini berbeda. Sistem baru ini menginginkan agar pekerjaan pembangunan kapal (*hull construction dan outfitting*) diorganisasi berdasarkan *zone* yang dinyatakan dalam blok-blok (*outfitted blocks*).

Selain itu proses perencanaan harus memungkinkan proses identifikasi material dan persyaratan produksi yang tepat waktu, sehingga memungkinkan galangan untuk melakukan proses pembelian, perencanaan produksi dan penjadwalan yang bersistem. Tujuan akhirnya adalah agar pembangunan kapal dalam modul-modul yang sudah di-*outfitted* dapat dilaksanakan dengan baik.

2.2.3.2 Design & Engineering

Tahapan-tahapan *design & engineering* secara konsep sama dengan proses *design & engineering* konvensional, tetapi *output* yang dihasilkan sangat berlainan. Perbedaan utama dari *design & engineering* yang konvensional adalah eliminasi jumlah gambar *arrangement*, yang mahal dan memerlukan banyak waktu identifikasi. Paket pekerjaan (*work package* untuk pekerjaan *outfitting* sesuai aspek produksi pada gambar-gambar komposit) (storch, 1988).

Empat tahapan perencanaan dan teknik yang dikehendaki oleh sistem secara ringkas yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. *Basic Design*

Pada tahapan awal ini kapal direncanakan sebagai suatu sistem berdasarkan *preliminary design* yang dikehendaki oleh pemilik kapal. Hasil akhir adalah spesifikasi dan dokumen kontak (*contact plan*) yang biasanya terbatas pada *general arrangement* dan *midship section*.

b. *Functional Design*

Pada tahapan ini setiap sistem yang ada dikapal (*system plan*) direncanakan, seperti *mooring system*. Dokumen-dokumen tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga cukup untuk pemilik kapal dan persetujuan klasifikasi (*regulatory approvals*) dan dinamakan *key plans*. Bersamaan dengan pembuatan *key plan* ini, dibuat daftar material berdasarkan sistem yang direncanakan atau yang dikenal sebagai MLS (*Material List by System*).

c. *Transitional Design*

Tahapan ini dapat dianggap sebagai langkah awal dalam pembuatan gambar-gambar instruksi kerja yang akan mengorganisasi pekerja dalam membuat kapal sesuai dengan metode ini. Pada tahapan ini informais teknis yang direncanakan berdasarkan sistem pada tahap sebelumnya dikelompokkan kembali menjadi dalam *region* atau daerah pengerjaan, yang dinyatakan dalam *yard plan*. Berlainan dengan *yard plan* pada sistem konvensional, pada sistem ini *yard plan* berbentuk gambar komposit (*composite drawing*).

d. *Work Instruction Drawing*

Pada tahapan ini informasi teknis yang terdapat pada *yard plan* yang berupa komposit dikelompokkan lebih lanjut sesuai dengan aspek produksi, problem area dan tahapan yang ada adalah klasifikasi berdasarkan proses pembuatan kapal. Hal ini meliputi *fitting work instruction* untuk pekerjaan *assembly (assembly work)*, dan *manufactory work instruction* untuk pembuatan komponen pipa dan komponen-komponen yang lain. Bersamaan dengan pembuatan W.I.D. ini dibuat daftar material untuk pemasangan-pemasangan *outfitting-outfitting* dalam blok-blok tersebut atau *Material List for Fitting (MLF)*. MLF ini juga dilengkapi dengan MLP untuk pipa.

2.2.3.3 Jalur Informasi (*Information Flow*)

Suatu hal penting yang tidak ada pada sistem konvensional adalah selama tahap-tahap *design* diatas diperlukan pertukaran informasi teknis antara *production engineer* dari *hull construction department* dengan *hull structure design group* tentang *block definition, hull construction production plan, schedule* pembuatan *yard plan*. Bersamaan dengan ini *outfittig field Engineer*, bekerjasama dengan *outfitting designers* untuk menentukan *pallet-pallet, plan outfitting produksi*, dan membuat *schedule* pembuatan *pallet*.

Proses diatas dipermudah dengan pelaksanaan konsep pallet yang pada dasarnya adalah dasar untuk kontrak pekerjaan. Pallet dalam hal ini dapat dipandang sebagai otak kosong yang harus diisi dengan bermacam-macam peralatan (*hardware, software*). Masing-masing pallet berisi informasi teknis seperti instruksi kerja (*work instruction*), *schedule*, lokasi kerja, *material list* dan *resources* (*material, tools, fasilitas dan man powers*).

2.2.3.4 Kontrol Material (*Material Control*)

Masalah penting yang perlu diperhatikan dalam menerapkan sistem ini adalah penyediaan material yang tepat waktu pada waktu/saat diperlukan. Hal ini dilakukan dengan membuat daftar material (*material list*) selama siklus perencanaan dan mengelompokan material menjadi tiga, yaitu *allocated material, stock material* dan *allocted stock material*.

1. *Allocated material*

adalah material yang dibeli secara khusus sesuai dengan persyaratan kontrak; seperti *main engine, propeller, poros*, dll.

2. *Stock material*

adalah material yang secara umum selalu diperlukan dalam pembuatan kapal dan biasanya sudah tersedia dalam gudang.

3. *Allocated stock material*

adalah material yang dibeli sesuai dengan kontrak khusus pembuatan kapal berdasarkan jumlah yang sudah diperhitungkan pada waktu perencanaan ditambah cadangan untuk keperluan kontrol material.

Agar proses pembelian/pengadaan material lebih efisien, material dikelompokkan lagi menurut dokumen-dokumen yang diperlukan untuk mendukung proses pengadaannya.

- Kategori-1

adalah material yang merupakan standar galangan. Material ini tidak memerlukan dokumen khusus untuk pembuatannya.

- Kategori-2

adalah barang yang memerlukan order/pemesanan dengan spesifikasi khusus misalnya, *lead time*-nya tinggi.

- Kategori-3

adalah material/peralatan yang harus dibuat diluar sesuai dengan gambar-gambar detail yang harus dipersiapkan oleh galangan.

Kemudian kemungkinan penyediaan material yang tepat waktu dilokasi produksi lebih ditingkatkan lagi dengan “*warehousing* dan *Palletizing*”. *Warehousing* adalah kegiatan menerima dan menyimpan material sampai perintah untuk melakukan *palletizing* diterima. Sedangkan *palletizing* adalah kerjaan mengumpulkan kelompok material sesuai dengan daftar material untuk instalasi (*material list for gudang*).

2.2.3.5 Kontrol Dimensi (*Dimensional Process Control*)

Metode ini tentunya tidak akan mencapai tujuannya untuk mempersingkat waktu pembuatan kapal, apabila masih banyak pekerjaan yang masih harus diulang (*rework*). Hal ini harus diperhatikan mengingat pekerjaan *hull construction* dan *outfitting* yang dilakukan hampir bersamaan akan lebih kompleks.

Sedangkan pada kondisi sekarang prosentasi pekerjaan ulang ini masih cukup tinggi. Untuk mengurangi hal tersebut sebaiknya mulai dipikirkan untuk menerapkan proses kontrol dimensi menggunakan metode statistik (*statistical process control*) atau *Accuracy Control (A/C) System*.

Metode ini adalah bagian dari QA sistem yang pada dasarnya adalah pemakaian metode statistik untuk mengontrol ketepatan dimensi dalam suatu proses produksi. Apabila sistem ini diterapkan, dengan kondisi fasilitas produksi yang ada, akan dapat diperkirakan dengan tepat perubahan dimensi blok-blok yang terjadi pada tahapan *assembly* berdasarkan data variasi–variasi yang terjadi pada proses produksi sebelumnya, yaitu fabrikasi dan *sub-assembly*. Kemudian

dengan dasar data variasi tersebut dapat diprogramkan perbaikan-perbaikan yang diperlukan untuk mencapai ketetapan–ketetapan dimensi yang diinginkan. Suatu hal yang harus diperhatikan dalam implementasi sistem ini adalah *Product Work Breakdown Structure (PWBS) work hull construction* dan *outfitting* harus dilaksanakan dengan konsekuen.

2.2.3.6 Perencanaan Produksi & Penjadwalan waktu (*Planning & Scheduling*)

Proses *planning* atau perencanaan produksi pada dasarnya adalah pekerjaan mengidentifikasi semua pekerjaan yang harus dilakukan agar suatu proyek dapat diselesaikan. Sedangkan *scheduling* adalah perhitungan waktu yang sebenarnya untuk menyelesaikan masing–masing pekerjaan sehingga keseluruhan pekerjaan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Kebutuhan material dan tenaga kerja yang diperlukan, waktu awal dan akhir pada masing–masing tahapan produksi juga ditentukan oeh bagian ini.

Empat tahapan *planning* dan *scheduling* yang sering dipakai adalah *basic*, *major*, *working* dan *work instruction*. Tahapan–tahapan ini dihubungkan dengan keempat siklus design, yang secara diagramatik dapat dilihat pada gambar. Semua tahapan *planning* dan *scheduling* ini bermacam–macam dokumen, seperti *Nock definition plan*, *assembly master schedule*, dll, dibuat dan diberikan ke bagian *design* dan *engineering*.

2.2.3.7 Kontrol Produksi (*Production Control*)

Bagian ini bertanggung jawab untuk pekerjaan sebagai berikut:

- Mengawasi pemakaian biaya produksi dan ketetapan pengerjaannya sesuai jadwal produksi.
- Mengalokasikan jam-orang yang dibutuhkan pada tiap tahapan proses.

Alokasi ini kemudian akan digunakan untuk mengontrol proses produksi dan untuk mengadakan penilaian kemajuan dengan menghubungkan pekerjaan yang telah diselesaikan dan jam-orang yang dipergunakan.

Pekerjaan bagian ini proses evaluasi yang terdiri dari pemilihan, analisa dan re-organisasi data-data kemampuan produksi yang dilakukan oleh kelompok-kelompok kontrol (*control groups*). Data-data ini kemudian digunakan untuk memonitor jam-orang yang dipakai, kemajuan pekerjaan, produktivitas dan memberikan umpan balik untuk estimasi proses pembangunan kapal berikutnya.

Tugas-tugas ini lebih mudah dikerjakan dengan membandingkan indeks-indeks praktis (*practical indices*), seperti *manpower expenditure index*, *production progres index* dan *productivity index*, antara kondisi sebenarnya dengan kondisi yang ditargetkan untuk setiap “**work centres**” atau “**cost centres**”

2.3 Tahapan Perkembangan Teknologi Produksi Kapal

Dalam evaluasi tentang perkembangan teknologi produksi kapal yang telah dilakukan oleh (Chirillo, 1980), sistem modul yang merupakan bagian dari

metode *Full Outfitting Block System* (FOBS) berada pada tahapan ketiga. Perkembangan teknologi produksi kapal oleh beliau dibagi menjadi 4 tahapan, berdasarkan teknologi yang digunakan pada proses *construction* dan *outfitting*.

2.3.1 Conventional Hull Construction dan Outfitting (Pendekatan Sistem)

Tahapan pertama ini, diberi nama tahapan sistem/tradisional karena pekerjaan dipusatkan pada masing-masing sistem fungsional yang ada di kapal. Kapal direncanakan dan dibangun sebagai suatu sistem. Pertama lunas diletakkan, kemudian gading-gadingnya dipasang dikulitnya. Bila badan kapal hampir selesai dirakit pekerjaan *outfitting* dimulai. Pekerjaan *outfitting* direncanakan dan dikerjakan sistem demi sistem, seperti pemasangan ventilasi, sistem pipa, listrik dan mesin. Metode ini merupakan metode yang paling konvensional dengan tingkat produktifitas masih sangat rendah, karena semua lingkup pekerjaan dilakukan secara berurutan dan saling ketergantungan satu sama lain sehingga membutuhkan waktu yang sangat lama. Mutu hasil pekerjaan sangat rendah karena hampir seluruh pekerjaan dilakukan secara manual di *building berth*, kondisi tempat kerja kurang mendukung dari segi keamanan, kenyamanan, dan kemudahan/posisi kerja. Pengorganisasian pekerjaan sistem demi sistem seperti ini merupakan halangan untuk mencapai produktifitas yang tinggi. Mengatur dan mengawasi pekerjaan pembuatan kapal menggunakan ratusan pekerja adalah sukar.

Kegagalan seorang pekerja menyelesaikan suatu pekerjaan yang diperlukan oleh pekerja lain sering mengakibatkan "overtime" untuk pekerja tersebut, dan *idleness* bagi pekerja yang lain. Selain itu, hampir semua aktivitas

produksi dikerjakan di-*building berth* pada posisi yang relatif sulit. Semua keadaan di atas pada prinsipnya sangat menghalangi usaha-usaha untuk menaikkan produktifitas.

2.3.2 Hull Block Construction Method dan Pre Outfitting (Sistem Seksi atau Blok Konvensional)

Tahapan ini, dimulai dengan digunakannya teknologi pengelasan pada pembuatan kapal. Proses pembuatan badan kapal kemudian menjadi proses pembuatan blok-blok atau seksi-seksi di las, seperti seksi geladak dan kulit dan lain-lain, yang kemudian dirakit menjadi badan kapal. Perubahan ini diikuti dengan perubahan pekerjaan *outfitting*, dimana pekerjaan ini dapat dikerjakan pada blok dan pada badan kapal yang sudah jadi.

Perubahan ini dikenal dengan *pre-outfitting*. Tahapan kedua ini masih dipertimbangkan tradisional, karena *design*, *material definition* dan *procurement* masih dikerjakan sistem demi sistem. Sedang proses produksinya diorganisasi berdasarkan *zone* atau *block*, sehingga tahapan ini juga dikenal sebagai "*sistem/stage*". Karena adanya dua aspek yang bertentangan antara perencanaan dan pengerjaannya, banyak kesempatan untuk perbaikan produktivitas masih tidak dapat dilakukan.

2.3.3 Process Lane Construction Dan Zone Outfitting

Tahapan berikutnya diberi nama "*zone/area/stage*" kebanyakan galangan dijepang dan eropa menggunakan sistem ini. Evolusi dari teknologi pembangunan

kapal modern dari metode tradisional dimulai pada tahapan ini. Tahapan ini ditandai dengan “*process lane construction dan zone outfitting*” dan “*zone outfitting*” yang merupakan aplikasi *group technology* pada “*hull construction*” dan “*outfitting work*”. *Group technology* adalah suatu metode analitis untuk secara sistematis mengklasifikasikan “*product*” dalam kelompok-kelompok yang mempunyai kesamaan dalam perencanaan maupun dalam proses produksinya.

Process lane dari segi praktis adalah suatu seri “*work station*” yang dilengkapi dengan fasilitas produksi (mesin, peralatan, dan tenaga kerja dengan keahlian khusus) untuk membuat suatu kelompok produk yang mempunyai kesamaan dalam proses produksinya. Suatu contoh pengelompokannya adalah sebagai berikut :

- a. *Process lane* untuk *sub-assembly* bentuk yang datar.
- b. *Sub-assembly* untuk bentuk yang mempunyai kelengkungan.
- c. *Sub-assembly* untuk bentuk yang mempunyai bentuk yang kompleks.

Dengan pengelompokan seperti ini, berarti galangan mengelompokkan proses produksi berdasarkan kesamaan proses produksi, yang memungkinkan pekerjaan berpengalaman menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan di *work station* tempat mereka bekerja. Ini adalah suatu faktor yang penting untuk mencapai produktivitas yang tinggi.

Zone outfitting adalah teknologi kedua yang membedakan tahapan ini dengan metode tradisional. Istilah “*zone outfitting*” berarti membagi pekerjaan ini menjadi “*region/zone*”, tidak berdasarkan sistem fungsionalnya. Karakteristik

berikutnya dari metode ini adalah dibaginya pekerjaan *outfitting* menjadi tiga “*stage*” atau tahapan, ialah :

- *On-Unit*
- *On-Block*
- *On-Board*

Galangan modern secara sistematis berusaha meminimalkan pekerjaan *outfitting on-board*.

2.3.4 *Intergrated Hull Construction, Outfitting and Painting*

Tahapan keempat ditandai dengan suatu kondisi dimana pekerjaan pembuatan badan kapal, *outfitting* dan pengecatan sudah diintegrasikan. Keadaan ini digunakan untuk menggambarkan teknologi yang paling “*advanced*” di industri perkapalan, yang hanya dicapai oleh IHI Jepang. Pada tahapan ini proses pengecatan dilakukan sebagai bagian dari proses pembuatan kapal yang terjadi setiap *stage*. Selain itu, karakteristik utama dari tahapan ini adalah digunakannya teknik-teknik manajemen yang bersifat analitis, khususnya analisa statistik untuk mengontrol proses produksi atau yang dikenal sebagai “*Accuracy Control System*”.

Dari uraian diatas dapat dilihat tahapan teknologi yang ingin dicapai oleh galangan kapal di Indonesia adalah *process lane construction* dan *zone outfitting*, atau yang lebih dikenal dengan metode “*Full Outfitting Block System*”.

2.4 Organisasi Produksi

Organisasi produksi yang sesuai dengan *Product Work Breakdown Structure* (PWBS) adalah suatu faktor yang penting yang mempengaruhi produktivitas. Suatu contoh adalah organisasi yang digunakan di IHI *shipyard* di Jepang. Disini terdapat 5 departemen utama, yaitu *Production Control*, *Basic Design*, *Ship Design*, *Hull Construction*, dan *Outfitting*. Bengkel *Painting* merupakan bagian dari Departemen *Outfitting*. Kesesuaian dengan PWBS dapat dilihat pada gambar dilampiran, dimana pada tingkatan paling bawah, pekerja di kelompokkan menjadi “*product trades*” atau kelompok kerja yang dapat ditugaskan untuk mengerjakan pekerjaan khusus baik dalam “*real works flows*” atau “*virtual works flows*”.

Masing-masing bengkel produksi, seperti dapat dilihat pada gambar dilampiran, kelompok-kelompok pekerja tersebut bertanggungjawab pada seorang “*intermediate supervisor*” yang akan mengawasi berdasarkan “*problem area*”. *Supervisor* ini kemudian bertanggung jawab pada “*shop manager*”. Dalam mengorganisasi pekerjaan ditiap-tiap bengkel seorang *shop manager* dibantu oleh “*production engineer*” yang mengawasi ketepatan alokasi waktu, penggunaan *manhour*, dll. Untuk lebih meningkatkan produktivitas pekerjaan ini, pekerjaan-pekerjaan *multi skills* diperlukan sehingga untuk pekerjaan instalasi peralatan seorang pekerja *fitter* tidak perlu menunggu *tack welder* karena pekerjaan ini sudah dilengkapi dengan keahlian *tacker*.

2.5 Fasilitas Sarana Dan Prasarana Di Galangan X

Galangan X yang terletak di Jalan R E Martadinata (Komplek Volker) No.7 Tanjung Priok, Jakarta Utara, Propinsi DKI Jakarta. Galangan X adalah sebuah galangan kapal yang berdiri sejak tahun 1972 dan telah menjadi salah satu galangan kapal yang aktif membangun berbagai jenis kapal sampai ukuran 1000 DWT dan memperbaiki kapal sampai dengan 8000 GT. Adapun *layout* galangan dapat dilihat pada lampiran.

Bengkel kerja, peralatan dan tenaga kerja di galangan X merupakan sarana penunjang dalam kegiatan kerjanya. Bengkel fabrikasi menangani dan melaksanakan pembangunan kapal baru dan didalam pengembangannya nanti juga akan menangani reparasi hal-hal yang berhubungan dengan material plat baja, profil dan pekerjaan pengelasan.

Flow of material pada bengkel fabrikasi meliputi beberapa tahapan yaitu :

1. Plate Store

Material utama dalam pembangunan Kapal Coaster 1200 GT adalah baja dalam berbagai bentuk seperti pelat, profil. Material plat dan profil disimpan pada daerah penyimpanan untuk selanjutnya dibawa ke bengkel fabrikasi dengan memakai peralatan alat angkat (*crane*). Yang perlu diperhatikan dalam transportasi material antara lain adalah kemampuan alat transport harus sesuai dengan berat barang yang harus diangkat serta macam barang yang diangkat.

Penyimpanan material disiapkan sehari sebelumnya, dan dapat dilakukan menurut sistem urutan pengerjaan. Alat transportasi paling penting didalam

gudang pelat adalah *Crane*. Didalam gudang pelat *crane* yang digunakan adalah mobil *crane*.

2. Pengerjaan awal material (*pre assembly*)

Pelat dan profil setelah diwals di pabrik, karena proses pendinginan yang tidak merata selalu mempunyai *tegangan internal* (tegangan dalam) yang menyebabkan timbulnya deforamasi pada material. Deformasi ini bertambah karena akibat transportasi yang kurang hati-hati dari pabrik ke galangan. Perubahan ini harus ada batas toleransi yang di tetapkan sehingga tidak akan menimbulkan kesukaran pada saat proses *assembling*.

Pengerjaan awal terdiri dari :

a. Penglurusan pelat

Untuk mengembalikan material pada bentuk yang diinginkan, maka material pelat dalam rangka pengerjaan awal perlu diluruskan terlebih dahulu. Biasanya penyimpangan pelat bentuknya berupa lekukan lokal, lengkungan searah dan bergelombang. Sedangkan penyimpangan bentuk profil adalah lengkungan pada kakinya dan gelombang pada sisi bebas dari kaki profil dan puntiran. Penglurusan untuk pelat dilakukan dengan proses wals dingin (tanpa panas) dengan mesin wals penglurus.

b. Pembersihan

Pada waktu pembuatan pelat dan profil, timbul lapisan kulit kerak yang disebabkan karena proses wals. Kulit kerak ini terdiri atas lapisan-lapisan oksida. Lapisan pertama yang langsung menempel pada bahan dasar adalah $Fe.O$ kemudian lapisan $Fe.O + Fe_3O_4$. Lapisan paling luar adalah Fe_2O_3 . Pembersihan

karat dan lapisan kerak di pabrik/lapangan dilakukan dengan cara manual dan bantuan alat-alat seperti alat pneumatis/mechanis yaitu *shot/sand blasting*, proses termis dan proses kimiawi.

- Proses termis

Dilaksanakan dengan menyemburkan api pada permukaan profil/pelat. Proses ini hanya dilaksanakan di landas bangun karena kecepatannya rendah ($5 \text{ m}^2 \text{ s/d } 15 \text{ m}^2/\text{jam}$).

- Proses kimiawi

Didasarkan atas perbedaan reaksi bahan dasar dan kulit kerak terhadap asam sering digunakan untuk pelat-pelat tipis (4 mm–5 mm).

- Proses mekanis

Dengan menggunakan alat pneumatis seperti *shot/sand blasting* (semburan pasir) banyak digunakan pada fase pengerjaan awal.

c. Konservasi awal

Untuk menghindari pembentukan karat pada permukaan material yang sudah dibersihkan, maka sebaiknya langsung setelah proses pembersihan permukaan material tersebut di cat dengan cat primer. Konservasi awal dengan cat primer tidak perlu dilaksanakan apabila dalam proses produksi selanjutnya tidak terpengaruh oleh cuaca pada kelembaban udara relatif 65%. Cat konservasi awal ini dapat bertahan efektif antara 3 sampai 6 bulan tergantung dari waktu antara pembersihan dan saat menempelkan cat pada material.

3. Pembuatan elemen

Setelah pengerjaan awal, proses berikutnya adalah pembuatan elemen-elemen kapal, pada proses ini pekerjaan yang terpenting adalah *marking* (penandaan), *cutting* pemotongan), *forming* (pembentukan), *bending* pembengkokan).

2.5.1 Prasarana digalangan X

1. *Building berth* (Galangan Bangunan Baru)

Galangan X memiliki fasilitas *Building berth*. *Building berth* ini memiliki ukuran maksimal panjang 70 m dan lebar 30 m. Galangan X sendiri tidak membutuhkan *Building berth* yang terlalu luas, karena metode pembangunan kapal yang di lakukan disana menggunakan metode *Blok Section*. Hal ini mampu menghemat tempat sehingga pembuatan kapal disana cukup efisien.

2. Bengkel dan Work Shop

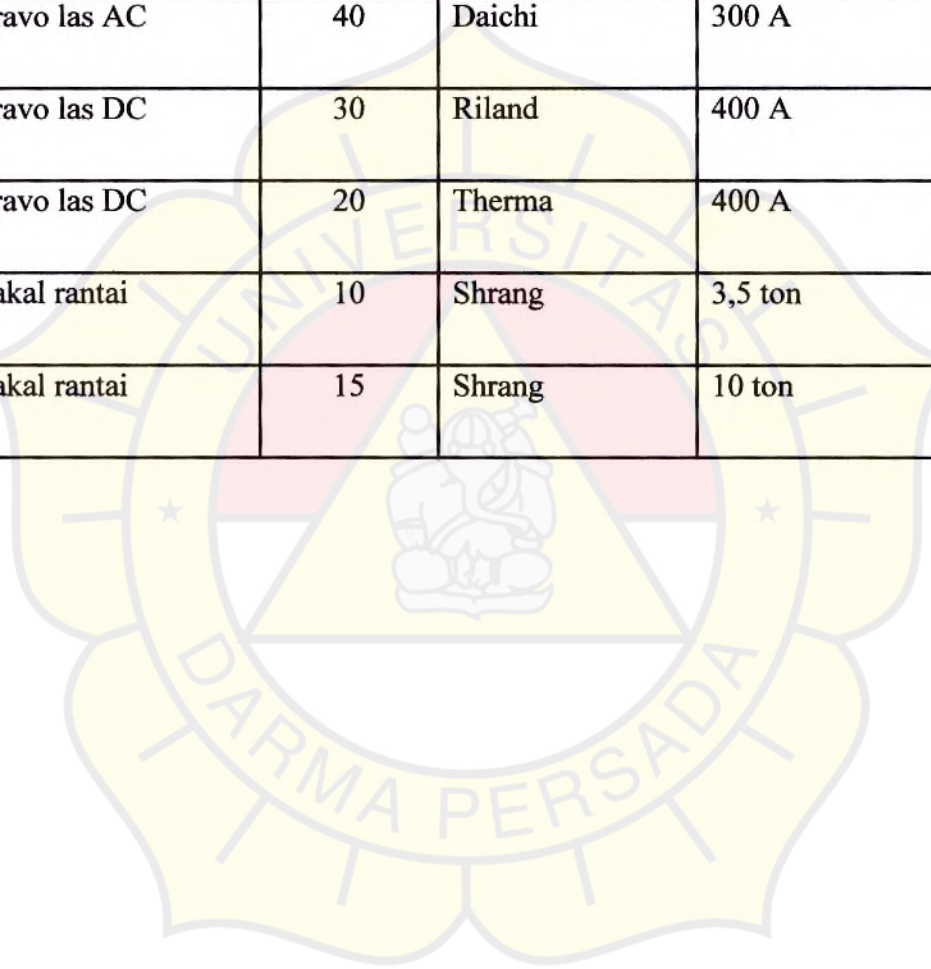
Galangan X memiliki fasilitas penunjang berupa beberapa bengkel dan *work shop*, diantaranya yaitu:

Tabel 1. Peralatan Galangan X

No	Nama Alat	Jumlah	Merk	Tipe/Ukuran
1.	Forklip	2	TCM	4,5 Ton
2.	Forklip	1	TCM	8 Ton
3.	Genset Diesel	3	Airman	
4.	Gerobak / Lori	1	Ex – Norway	250 ton
5.	Kompresor listrik	1	euroair	7 ton
6.	Lampu potong optis	1	Combirex	25
7.	Mesin bending plat	1	Éclair	350 ton
8.	Mesin Press	1	-	50 Ton
9.	Mesin potong	5	J3GB	2,2 kW
10.	Mesin rel crane	1	MISIA	10 Ton
11.	Mesin rel crane	1	MISIA	5 Ton
12.	Mesin rel crane	1	MISIA	3 Ton
13.	Mesin rel plat	1	ESAB	-
14.	Mesin roll	1	Zeleznik	6 m – 20 mm
15.	Mobil Crane	2	Hitachi	35 Ton
16.	Mobil Crane	2	Hitachi	25 Ton

Tugas Akhir
 Annisa Mutiara Ramadhani
 08310002

17.	Mobil truk	1	Mitshubitsi	5 Ton
18.	Mobil truck	2	HINO 300	-
19.	Mould loft	1	-	-
20.	Travo las AC	35	Daichi	400 A
21.	Travo las AC	40	Daichi	300 A
22.	Travo las DC	30	Riland	400 A
23.	Travo las DC	20	Therma	400 A
24.	Takal rantai	10	Shrang	3,5 ton
25.	Takal rantai	15	Shrang	10 ton



2.6 Spesifikasi Kapal *Coaster* 1200 GT

Berdasarkan objek penelitian, diambil salah satu produksi kapal dari galangan kapal X yaitu Kapal *Coaster* 1200 GT yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Kapal *Coaster* yang digunakan :

1. Tipe kapal : Perintis
2. Bahan : Baja
3. Ukuran Utama :
 - Panjang Kapal Seluruhnya (LOA) = 62,80 m
 - Panjang Antara Garis Tegak (LPP) = 57,36 m
 - Lebar Kapal (B) = 12,00 m
 - Tinggi Kapal (D) = 4,00 m
 - Sarat Air Kapal = 2,70 m