

BAB II STUDI PUSTAKA

Yang harus diketahui, *Leveling* merupakan suatu proses pengukuran pada daerah area *building berth* pada penempatan blok. Levelling sangat digunakan supaya tidak terjadi kesalahan pada assembly ke bullying bird dan berguna untuk tegak lurus daripada posisi elemen-elemen tersebut selain itu pentingnya tegak lurus baik secara pembangunan *blok (assembly)* dan juga penempatan pada kelurusan pada daerah tertentu dalam bab ini leveling pada daerah blok di *building berth* pada kapal.

Galangan kapal/shipyard adalah sebuah tempat diperairan dengan fungsinya yaitu untuk melakukan proses pembangunan kapal (new building) dan perbaikan kapal (ship repair) dan juga melakukan pemeliharaan (maintainance).

Galangan kapal juga dapat digunakan sebagai proses pembangunan kapal meliputi desain, pemasangan gading awal, pemasangan plat lambung, instalasi peralatan, pengecekan, test kelayakan, hingga klasifikasai oleh Class yang telah ditunjuk.

Sedangkan untuk proses perbaikan / pemeliharaan bisanya meliputi perbaikan konstruksi lambung, perbaikan propeller sterntube, perawatan main engine dan peralatan lainnya.

Jenis-jenis galangan kapal (shipyard) meliputi :

- Building dock shipyard.
- Repair dock shipyard.
- Building and repair shipyard.

1. Building dock shipyard.

Building dock shipyard adalah tempat yang digunakan hanya dalam ruang lingkup pembangunan kapal baru (new building).

Building dock shipyard

Building dock shipyard

2. Repair dock shipyard

Repair dock shipyard adalah tempat yang digunakan hanya ruang lingkup perbaikan kapal (repair) dan pemeliharaan kapal (maintenance).

Repair dock shipyard

Repair dock shipyard

3. Building and repair shipyard

Tempat yang dapat digunakan dalam ruang lingkup baik pembangunan kapal baru dan repair atau maintenance.

4. Docking kapal

Docking Kapal adalah suatu peristiwa pemindahan kapal dari air/laut ke atas dock dengan bantuan fasilitas docking/pengedockan. Untuk melakukan pengedokan kapal ini, harus dilakukan persiapan yang matang dan berhati-hati mengingat spesifikasi kapal yang berbeda-beda.

Jenis-jenis pekerjaan reparasi kapal diatas dock/galangan :

1. Penerimaan kapal didermaga.
2. Persiapan pengedokan/dudukan kapal.
3. Pengedokan kapal (docking).
4. Pembersihan badan kapal.
5. Pemeriksaan kerusakan lambung/konstruksi lainnya.
6. Pelaksanaan pekerjaan (konstruksi badan, mesin, listrik dan lainnya).
7. Pemeriksaan hasil pekerjaan.
8. Pengecatan lambung kapal.
9. Penurunan kapal dari dalam dock (undocking).
10. Penyelesaian pekerjaan diatas air/sandar di jetty.
11. Percobaan/Trial.
12. Penyerahan kapal kepada pemilik kapal.

Type Dock yang umum adalah sebagai berikut :

1. Dock Kolam (Graving Dock/Dry Dock).
2. Dock Apung (Floating Dock).
3. Dock Tarik (Slipway).
4. Dock Angkat (Synchrholift).

a) Dock kolam (graving dock/dry dock).

Graving dock yaitu suatu fasilitas docking kapal berupa kolam besar di pinggir laut, dimana konstruksi sipilnya terdiri dari dinding beton dan lantai beton dengan menumpu kepada tiang pancang dibawah lantai. Dan pintu/gate pada umumnya terbuat dari elemen baja dan kontak langsung dengan laut/samudera.

b) Dock apung (floating dock).

Floating dock adalah suatu bangunan konstruksi dilaut yang digunakan untuk pengedokan kapal dengan cara menenggelamkan dan mengapungkan dalam arah vertikal. Konstruksi floating dock ini umumnya terbuat dari baja dan plat.

c) Dock tarik (slipway).

Slipway adalah suatu fasilitas pengedokan kapal dengan cara menarik kapal dari permukaan air laut, kemudian mendudukkan kapal pada (gerobak/cradle). Dengan bantuan mesin derek/tarik, wire rope/tali baja dan sebagai jalan dari kereta dengan sudut kemiringan tertentu yaitu 1:12 s/d 1:16.

d) Dock angkat (synchrolift).

Dock angkat adalah salah satu jenis pengedokan yang jarang dijumpai, pada galangan harus ada dan memenuhi daya angkat yang telah ditentukan pada kapal.

Fasilitas dan Perlengkapan dalam Galangan Kapal

Untuk dapat beroperasi galangan kapal harus memiliki fasilitas dan perlengkapan yang dapat menunjang pekerjaan pembuatan atau reparasi kapal. Adapun sarana yang sebaiknya ada untuk sebuah galangan kapal bangunan baru adalah:

- ✓ Building berth
- ✓ Building dock
- ✓ Slipway
- ✓ Graving dock
- ✓ Lift dock

Berikut ini adalah penjelasan dari sarana pokok galangan tersebut:

a) Slipway

Slipway merupakan salah satu fasilitas yang harus ada untuk proses reparasi kapal. Slipway ini berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan kapal yang akan direparasi.

Untuk mengoperasikannya, slipway terbuat dari konstruksi rel yang dipasang pada landasan beton dengan sebagiannya menjorok ke dalam laut seperti pada building berth dan kereta (cradle) di atasnya. Cradle dapat dinaikturunkan di atas rel dengan bantuan tali baja (slink) yang ditarik oleh mesin derek (winch) sehingga dapat digunakan untuk menarik kapal yang berada di permukaan laut agar bisa naik ke daratan.

b) Graving dock

Graving dock adalah tempat untuk membangun atau mereparasi kapal dimana bentuknya seperti kolam dengan konstruksi beton yang terletak di tepi pantai/laut sehingga sangat kokoh. Antara konstruksi kolam dan laut tersebut disekat dengan pintu yang kedap air.

Cara kerja dari graving dock ketika akan dibangun kapal baru adalah dengan cara menutup pintu kemudian air di dock dikosongkan dengan cara memompa air keluar. Sedangkan ketika proses reparasi, kapal dimasukkan, kemudian pintu ditutup, air dipompa keluar dan di bawah kapal diberikan penumpu penumpu yang digunakan untuk menopang berat kapal.

Fasilitas ini harus dibangun dengan konstruksi dinding yang kokoh, karena saat dok dalam kondisi kosong, dok akan menerima tekanan yang cukup kuat dari sekitarnya. Sementara itu saat kapal masuk ke dalam dok beban berat dari air akan menekan dinding dan lantai kolam dok.

c) Floating Dock

Merupakan dock portable sehingga dapat dengan mudah dipindahkan. Floating dock terbuat dari baja sehingga membutuhkan biaya perawatan yang cukup mahal.

Proses pengedokan menggunakan prinsip hukum Archimedes, yaitu dengan cara menenggelamkan dan mengapungkan dock pada sarat air tertentu dibantu dengan pompa pompa pengisi. Saat pengedokan yang perlu diperhatikan

adalah urutan pengisian air ke dalam kompartemen atau pontoon. Hal ini untuk menghindari terjadinya defleksi yang berlebihan pada konstruksi floating dock tersebut.

Keuntungan sarana penunjang berupa floating dock adalah biaya pembuatan untuk kapasitas kapal yang sejenis akan jauh lebih murah dari pada graving dock. Selain itu, dengan menggunakan floating dock kapal dapat dengan mudah dipindahkan ke tempat lain.

Sementara itu kerugian penggunaan floating dock adalah biaya perawatan yang mahal, lebih cocok untuk digunakan pada pekerjaan reparasi kapal. Penggunaan floating dock memerlukan perairan yang tenang agar stabilitas kapal di atas dock tetap terjaga serta memerlukan perairan yang dalam.

Prinsip Tata Letak Galangan Kapal

Untuk membangun sebuah galangan kapal perlu adanya perhitungan yang cermat. Karena proses pembangunan mulai dari pengadaan material supply hingga mencapai proses erection haruslah berjalan dengan lancar.

Salah satu hal yang penting dalam menunjang keberhasilan pembangunan galangan adalah tata letaknya. Dengan tata letak galangan kapal yang tepat dapat membantu kelancaran alur produksi dari proses pembangunan atau perbaikan kapal nantinya.

Dalam menentukan tata letak galangan, kontraktor perlu memperhatikan prinsip-prinsip dasar sebagai berikut:

- Menjaga agar arus lintasan/urutan dari setiap pengadaan material atau produk tidak terpotong
- Menjaga batas minimum pada jumlah perpindahan material atau produk.
- Memperhatikan fleksibilitas dan pengembangan untuk pembuatan atau perbaikan kapal di masa yang akan datang.
- Memberikan lingkungan kerja yang memenuhi prinsip K3 pada setiap area produksi khususnya ditinjau dari segi keselamatan, kenyamanan dan efisiensi.

Cara pengaturan tata letak galangan kapal dapat digunakan kombinasi Process Lay-Out dan Product Lay-Out:

- Process Lay-Out, yaitu tata letak di mana semua mesin atau peralatan sejenis diletakkan pada area yang sama.
- Product Lay-Out, yaitu tata letak di mana semua mesin atau peralatan produksi disusun berurutan sesuai dengan aliran material.

Berikut ini adalah beberapa tipe layout galangan kapal:

1. Layout tipe I dan T

Tipe tata letak galangan “I” adalah tipe tata letak yang mempunyai bentuk lurus dimana bengkel produksi utamanya segaris, sehingga alur material dari steel stockyard sampai dock dalam satu jalur.

Tipe tata letak galangan ini cocok untuk lokasi tanah yang memanjang, baik itu memanjang sejajar dengan bibir pantai maupun tegak lurus dengan bibir pantai. Tipe layout I dan T ini memerlukan fasilitas sanitasi dan juga alat pengangkutan di beberapa tempat untuk mengurangi banyaknya kehilangan waktu.

2. Layout tipe L

Tipe tata letak “L” adalah tipe galangan kapal dimana bengkel produksinya disusun sedemikian rupa sehingga seperti membentuk huruf L.

Cara menyusun tata letak galangan tipe L ini adalah biasanya untuk steel stockyard sampai bengkel assembly disusun segaris, sedangkan dock tegak lurus dengan bengkel assembly. Keuntungan penggunaan layout tipe L yaitu terletak pada penggunaan area yang lebih pendek dan terkonsentrasi.

3. Layout tipe U

Tipe tata letak galangan U adalah galangan kapal yang disusun dengan cara penempatan bengkel produksi disusun memutar seperti huruf U, namun tetap memprioritaskan alur produksi.

Tipe layout galangan kapal U ini memiliki kelemahan pada waktu produksi yang lebih lama karena adanya pengembalian arus material.

4. Layout tipe Z

Tipe tata letak Z adalah tipe tata letak yang cukup jarang dipakai, dimana bengkel produksi tidak disusun sejajar, namun alur produksi dan material dibuat seperti huruf Z.

Adapun keuntungan dari layout galangan tipe Z ini adalah lebih mudah ketika akan dilakukan pengembangan atau perluasan pada bengkel-bengkel di kemudian hari.

Prinsip Kerja Galangan Kapal

Selain kapal laut, jembatan ponton dan balon udara, ada juga galangan kapal yang prinsip kerjanya menggunakan dasar hukum Archimedes.

Konsep/prinsip hukum Archimedes ternyata juga telah diterapkan di dalam galangan kapal. Untuk proses reparasi atau perbaikan kerusakan kapal bagian bawah maka dibutuhkan galangan kapal. Pertama yang dilakukan adalah dengan cara menenggelamkan galangan kapal dan selanjutnya kapal dimasukkan. Setelah itu galangan diapungkan. Galangan kapal ditenggelamkan dan diapungkan pada syarat air tertentu dengan cara memasukkan atau mengeluarkan air laut pada ruang cadangan.

Fabrikasi, yaitu bagian *assembly* dimana pada intinya bagian *assembly* adalah pemasangan bagian-bagian pelat dari hasil *cutting* atau pemotongan agar dirangkai menjadi sebuah panel-panel, dan panel tersebut dirangkai lagi menjadi sebuah *section* atau *block*.

- *Sub-Assembly*

Proses ini terdiri dari penyambungan (*Fit-up*) dan pengelasan. Proses *sub assembly* ini adalah menggabungkan beberapa komponen kecil menjadi komponen per panel, misalkan:

1. Pemasangan *stiffener* pada sekat pelat
2. Pembuatan *wrang*
3. Penyambungan 2 atau lebih pelat

- *Assembly*

Proses kegiatan pembangunan konstruksi kapal dari pembuatan panel-

panel dan dirangkai kembali panel-panel tersebut untuk menjadi 1 buah *block* atau *section*, . Tugas dari QA-QC yaitu menjamin kuantitas dan mutu dari benda.

Untuk proses ini terdiri dari 2 bagian yaitu :

Pada proses pengelasan, pengelasan yang digunakan yaitu *SAW*, *SMAW*, dan *FCAW*. Dari kedua proses ini, QA-QC memegang peranan penting untuk mengecek hasil dari keduanya.

Gambar diatas menerangkan proses *sub assembly*, pemasangan stiffener pada plate sekat dilakukan dengan menggunakan tipe pengelasan *SMAW*.

untuk mencairkan logam dasar ujung elektroda tertutup dengan tegangan listrik yang dipakai 23-45 Volt dan untuk pencairan digunakan arus listrik hingga 500 ampere yang umum digunakan berkisar antara 80-200 ampere. Setelah pembuatan bangunan kapal per panel, maka selanjutnya pembangunan kapal per blok. Proses ini disebut proses *assembly*. Misalkan penggabungan beberapa wrang, penggabungan seksi menjadi blok, dan lain lain.



Gambar 2. 1 Proses Assembly

Sumber : google

Proses *assembly* yaitu pemasangan *shell* pada konstruksi *web frame*, dan setelah itu dilanjutkan dengan proses pengelasan. Proses *assembly* terdiri, yaitu :

1. *Persiapan JIG*

Pada pembuatan ini pondasi sebuah *block* yang digunakan membantu pengerjaan pada proses *assembly* sampai menjadi sebuah bagian *block*.

2. *Scantling Check*

Proses pengukuran dimensi ini dilakukan untuk mengetahui keadaan aktual pada gambar. Selain itu, proses ini juga mempermudah persiapan *joint erection*. Pengukuran ini dibantu dengan menggunakan alat rollmeter sepanjang 50 m. Pengukuran dilakukan pada bagian tinggi dan jarak gading.

3. *Penyambungan Pelat (Fit-Up)*

Sama adanya proses *sub assembly*, pada proses *assembly* ini dilakukan pengecekan persiapan penyambungan. Disini dicek kelengkapan kapal. Selain itu juga dicek pada bagian penggabungan pelatnya.

4. *Pengecekan Hasil Dari Pengelasan*

Proses pengecekan pengelasan merupakan bagian dari tugas QA-QC. Dalam penjelasan ini, dilakukan pengecekan yaitu apakah pengelasan dilakukan sesuai aturan *class* atau tidak. Bagian-bagian pengecekan

- *Leg lenght*
- Kelengkapan bagian *block*
- Ada tidaknya cacat pada las

Welding check ini dilakukan oleh pihak *surveyor* dari *Class* contohnya galangan. dari pihak *Class* ini mengecek ada tidaknya cacat yang ditimbulkan oleh pengelasan sesuai standart dari *class*. Untuk di Indonesia *Class* nya memakai BKI. Simbol tersebut antara lain:

- **Por** = *porosity*
- **Wl** = *weld* (ini perlu di las)
- **G** = *grinding*
u/c (undercut) = bagian ini terkena pengelasan makanya berlubang
- **th (tahan las)** = bagian ini tidak boleh dilas
- **pot (potong)** = bagian ini harus dihilangkan/dipotong

Adapun juga simbol-simbol yang ditulis dan dijelaskan oleh pihak *surveyor* pada bagian tertentu saja.

2.1 Erection

Proses ini adalah pekerjaan terakhir dalam pembuatan badan kapal. Proses ini dilakukan penyambungan antar *block (section)* 1 dengan *Section* yang lainnya dari bagian kapal antar *block* yang sebelumnya telah dikerjakan di proses *assembly*.

2.2 Metode Section Assembly

Metode ini difokuskan pada pengembangan *erection* pada arah vertikal dan penurunan ditetapkan untuk satu *block* ke *block* lainnya dari dasar ke *upper deck* di kapal .

Keterangan :

1. n1 hari kalender *keel laying*: pada kamar mesin dan bagian tangki parsial telah lengkap.
2. n2 hari kalender setelah *keel laying*: pada posisi belakang kapal/*stern* dan bagian tangki telah menyambung.
3. n3 hari kalender setelah *keel laying*: bagian belakang/*stern* dan bagian depan/*bow* telah selesai atau lengkap.

Kelebihan dari metode ini :

- a) Pembangunan untuk ditetapkan bahwa satu tangki pada satu waktu, maka pemeriksaan tangki menjadi cepat dengan menggunakan peralatan dari permesinaan untuk tangki menjadi lebih efisien dan mudah.
- b) Pelaksanaan *grand assembly* dari *blok-blok* didarat menjadi lebih mudah dan dikerjakan terjadinya peningkatan efisiensi yang tinggi, sebab adanya dengan derajat keselamatan kerja yang sangat tinggi. maka ketebalan pada pelat dan ukurannya berbeda, sehingga hal yang ada menimbulkan kondisi naik dan turun dalam pembuatan distribusi pekerjaan untuk para pekerja akan menjadi sulit. Oleh karena itu keadaan naik dan turunnya dalam batas area dan pembagian pekerja lebih seperti yang sering terjadi selama pada tahap di *assembly*. Karena pekerjaan pada dasar kapal,

sekat melintang, pelat kulit, *upper deck* dan bagian yang lain dicampur atau dengan kata lain dikerjakan bersamaan maka ketebalan pelat dan ukurannya berbeda, sehingga hal ini akan menimbulkan kondisi naik dan turun dalam pembuatan distribusi pekerjaan untuk para pekerja akan menjadi sulit. Oleh karena itu keadaan naik dan turunnya dalam batas area dan pembagian pekerja lebih seperti yang sering terjadi selama tahap *assembly*.

2.2.1 Metode Berlapis (*Layered Method*)

Metode ini difokuskan pada perakitan pada arah memanjang dari blok permulaan, sehingga perakitannya dimulai dari blok dasar (*bottom*). Kemudian sekat melintang, sekat memanjang dan pelat kulit dapat dikembangkan. Gambar di bawah memperlihatkan situasi penurunan blok hari ke n setelah *keel laying*.

keterangan :

1. n1 hari kalender *keel laying*: perakitan dari bagian dasar.
2. n2 hari kalender setelah *keel laying*: perakitan bagian bawah dari sekat-sekat dan pelat kulit.
3. n3 hari kalender setelah *keel laying*: pengembangan bagian atas sekat-sekat dan pelat kulit dan perakitan *upper deck*.

Kelebihan dari metode ini adalah :

- a) Oleh karena suatu pertimbangan bahwa sejumlah pekerja akan terlibat pada saat pelaksanaan *erection*, maka waktu luang yang terjadi sebelum dan setelah peluncuran kapal dapat diatasi dengan cepat. metode ini sangat efektif untuk perakitan awal pada bagian dasar yang relatif melibatkan jumlah pekerja lebih besar.
- b) Sebab pekerja-pekerja yang sama dapat terlibat dalam pekerjaan yang sama dalam suatu waktu/masa yang sudah pasti, penyempurnaan dalam efisiensi tidak diharapkan melalui spesialisasi.
- c) Tidak ada pekerjaan kearah vertikal dan pekerjaan yang campur aduk dapat dihindari, sehingga lingkungan kerja dapat menjadi baik, kerja

menjadi aman dan hal ini akan meningkatkan efisiensi besar.

- d) Jika hanya metode pelapisan yang digunakan, maka secara sekwen lokasi-lokasi pekerja akan bergerak/berpindah dari dasar kapal ke sekat melintang dan sekat memanjang, pelat kulit dan akhirnya ke upper deck, sehingga pekerjaan tersebut dapat diselesaikan dengan hanya beberapa pekerja saja dan hal ini mempermudah untuk membagi rata pekerjaan. Oleh karena blok-blok yang sama dikerjakan dalam waktu yang sama, maka langkah untuk otomatisasi dan penggunaan permesinan pada tahap di *assembly* menjadi lebih mudah.

Kelemahan dari metode ini , yakni :

- a) Dibandingkan dengan perakitan kearah memanjang, maka penyelesaian pekerjaan kearah vertikal akan menjadi lambat, sehingga penyelesaian kompartemen kapal secara individual akan menjadi lambat dan inspeksi tangki- tangki dan pekerjaan *outfitting* akan menjadi menurun. Secara umum keinginan untuk memperpendek waktu pembangunan dan peningkatan produksi tidak dapat diharapkan.
- b) Derajat deformasi dari bentuk kapal menjadi besar, khususnya permintaan pada bagian depan (*bow*) dan belakang (*stern*) kapal akan bertambah besar sehinggaketepatan akhir dari kapal akan menjadi jelek.

2.2.2 Titik Awalnya *Erection*

Titik mulainya bagian *erection* ditentukan oleh gambaran dari setiap galangan. Biasanya dalam kaitannya dengan keinginan untuk mengawali pekerjaan *outfitting* di bagian *buritan* kapal (*stern part*) dan kamar mesin, maka ditentukan lah salah satu titik awal dari *erection* di bagian *block* kamar mesin tersebut di bagian sisi depannya.

1. Kewajiban ini akan memberi kelonggaran waktu pelaksanaan pekerjaan pada *outfitting* lebih awal di bagian belakang kapal (*stern section*) dan di kamar mesin kapal.

2. Kewajiban ini memberikan kesetaraan distribusi jam orang untuk divisi produksi, dan penggunaan arah dari kegiatan-kegiatan kritis (*critical path*) selama waktu pembangunan berjalan.
3. Penempatan blok secara sederhana dan stabil (bisa memindahkan *bulkhead*).

Langkah pembagian/ *division* ialah menetapkan block yang akan diturunkan lebih dahulu untuk setiap kontruksinya. Oleh karena itu setiap galangan di Indonesia menggunakan metode-metode pembangunannya yang berbeda dari lainnya, maka ada beberapa kegiatan yang masing-masing dinamakan sebagai:

1. *Erection* menggunakan satu titik (*one point erection*).
2. *Erection* menggunakan lebih dari satu titik (*multiple point erection*).
3. Pembangunan *Erection* secara berlapis.
4. *Assembly section*
5. Dan lainnya.

2.2.3 Tahapan dari proses *erection*

1. Pengangkatan *block/loading*

Tahapan ini merupakan penggabungan suatu block ke block lain. Dalam hal ini digunakan crane untuk menggabungkan block-block tersebut.



Gambar 2. 2 Pengangkatan Block

Sumber : google Image

2. Penggabungan

Tahap penggabungan pada proses *join erection* sudah jauh berbeda dengan tahapan penyambungan pada proses *assembly*. bagian pengecekan yaitu :

- Kerataan pada pelat dari ke dua *block*
- Ukuran gap
- Ukuran jarak gading

Setelah pengecekan gading yang sudah selesai maka langkah dari selanjutnya adalah di *take weld* pada bagian tertentu. Pada tahap *Take weld* ini adalah proses pengelesan titik, berfungsi untuk mematkan posisi benda kerja atau *block* setelah digabungkan menjadi satu sesuai ukuran yang sudah di tentukan.

3. *Levelling pada deck*

Sebuah proses untuk mengetahui kerataan suatu bidang. Dari proses *sub assembly*, maka pelat pada level ini agar pelat tersebut rata. Tujuan nya proses *levelling* ini untuk disamakan ketinggian bagiannya di kanan dan kiri pada kapal. Jadi untuk posisi kapal pada saat pembangunan dalam keadaan yang sangat seimbang.



Gambar 2. 3 Pengukuran ketinggian Deck

Sumber : gambar pribadi

4. Dicek pada pengelasan (*Welliding*)

Proses ini tidak jauh berbeda dengan pengecekan pengelasan pada *sub assembly* dan *assembly*.

5. Pengecekan *deformasi*

Deformasi merupakan perubahan suatu bentuk, posisi, dan dimensi dari benda akibat dari *wellding* ataupun *handling*. Dalam prakteknya, pengukuran deformasi dilakukan dengan membentangkan seutas tali setiap satu jarak gading kapal pada plat yang secara kasap mata terlihat mengalami deformasi. selanjutnya untuk mengetahui nilai dari deformasi tersebut. Pada kapal ini peristiwa *deformasi* yang sering terjadi, terutama *section* pada kapal seperti geladak, lambung kapal dan sekat. Besarnya *deformasi* untuk masing- masing *section* berbeda, kasus ini bergantung dengan peraturan yang dilakukan oleh galangan kapal sebagai acuan standar mutu produksi.

2.2 *Theodolite*

Theodolite merupakan salah satu alat ukur yang digunakan untuk menentukan struktur tanah sudut mendatar dan sudut tegak. Berbeda dengan Waterpass yang hanya memiliki sudut mendatar saja. Dalam *Theodolite* sudut yang dapat di baca bisa sampai pada satuan sekon (detik). alat ini berupa alat teleskop yang menempatkan pada suatu dasar berbentuk membulat (piringan) yang bisa diputar-putar mengelilingi sumbu yang ada di *vertikal*, sehingga memungkinkan sudut yang ada di horizontal untuk bisa baca.

Theodolite berupa alat yang paling canggih di antara peralatan yang di gunakan lainnya. Teleskop tersebut juga dipasang pada piringan kedua dan dapat di putar-putar mengelilingi sumbu *horizontal*, sehingga memungkinkan sudut vertikal untuk di baca. Untuk kegiatan pengukuran alat bantu yang digunakan adalah theodolite. Dengan alat bantu theodolite tersebut membantu menentukan sistem koordinat yang ada dari suatu lahan dalam dimensi horizontal dan vertikal sehingga mempermudah praktisi (*engineer*) dalam proses penggambaran ataupun penentuan sumbu as bangunan. Alat *theodolite* ada dua tipe yaitu teodolit digital dan manual. Adapun fungsinya kedua alat tersebut mempunyai tujuan yang sama,

salah satunya adalah sebagai alat bantu proses penggambaran peta situasi pada lokasi tertentu. Perbedaan kedua alat tersebut terletak pada proses *centring* (penyetelan) alat dan pembacaan sudut koordinat.



Gambar 2. 4 Theodolite Digital

Sumber : google

Untuk menentukan besaran luasan area dalam penelitian ini digunakan metode koordinat. Penelitian ini membandingkan hasil pengukuran theodolit dan GPS yang dilakukan di Perumahan Majasem Cirebon, dari hasil pengolahan data dihasilkan perbandingan luas pengukuran theodolit 2129,65,m² dan GPS 2132,500 m². Selisih luas antara pengukuran theodolit dan GPS adalah 2,848 m². Faktor penentu terjadinya selisih disebabkan oleh setting *theodolite* sangat berpengaruh pada pengolahan data, saat membidik maupun saat pengukuran jarak langsung, keadaan cuaca memberikan efek pencahayaan pada *theodolite*.

Selisih luasan antara pengukuran *theodolite* dan GPS adalah 2,848 m². Faktor penentunya terjadi ketika selisih disebabkan oleh setting *theodolite* sangat berpengaruh pada pengolahan data, saat membidik maupun saat pengukuran jarak secara langsung, dalam keadaan cuaca memberikan efek pencahayaan pada *theodolite*.

Menentukannya besaran luasan di area penelitian menggunakan metode koordinat. Penelitian ini membandingkan hasil pengukuran *theodolite* dan GPS yang melakukan di Perumahan Majasem Cirebon, pada hasil pengolahan data dihasilkan perbandingan luas pengukuran *theodolite* 2129,65 m² dan GPS 2132,500 m².

2.3 Prinsip Kerja *Theodolite*

Prinsip Kerja *Theodolite* adalah pembidik (teleskop) yang dipasang pada kedudukan dapat bergerak secara vertikal untuk menghitung tinggi benda (*altitude*) dan horizontal untuk menghitung sudut arah (*azimuth*). Sistem kedudukan theodolite disebut sebagai sistem kedudukan *altazimuth*. Pada praktek penggunaan *theodolite* terdapat 2 acuan pengukuran sudut :

- Pertama sudut vertikal (*vertical angle* = VA) acuannya adalah titik Zenith yaitu titik yang berada tepat di atas kepala. Sehingga jika benda berada di titik Zenith ini maka sudut vertikalnya adalah nol ($VA=0^\circ$)
- Kedua titik horizontal maka sudut vertikalnya (VA) adalah 90° . Karena tinggi benda (*altitude*) dihitung menggunakan acuan titik horison sebagai nol derajat (0°) dan titik Zenith bernilai 90° maka :Tinggi benda (*Altitude*) = $90^\circ - VA$.

Walau demikian ada sebagian negara yang menggunakan acuan titik Selatan. Untuk mengetahui posisi benda secara tepat theodolit dilengkapi dengan teleskop pembidik dengan tanda silang (+) pada lensa pembidiknya. Cara membidiknya adalah dengan membidik benda tepat pada tanda silang (*crosshair*) yang terlihat melalui teleskop. Beberapa acuan pengukuran sudut azimuth /sudut horizontal (*horizontal angle* = HA) adalah titik Utara Sejati dihitung memutar searah jarum jam. Sehingga jika benda berada di Utara $HA=0^\circ$, di Timur $HA=90^\circ$, di Selatan $HA=180^\circ$ di Barat $HA=270^\circ$. Sementara untuk pengintaian Matahari, teleskop dilengkapi dengan filter yang dapat menapis cahaya sehingga aman. Cara lain dari pengintaian Matahari dengan jalan di proyeksikan cahaya Matahari yaitu menangkap bayangan Matahari melalui teleskop dengan menggunakan sebidang kertas putih di belakang lensa pada pembidik.

2.4 Kelebihan dan Kelemahan *Theodolite* Manual dan *Theodolite* Digital

Kelebihan *Theodolite* Manual meliputi :

- Harganya lebih murah dibanding yang digital.
- Pengaturan tidak sesulit penyetabilan arah digital.
- Detail hasil bacaan sudut lebih dipahami

- Hasil bacaan skala dalam satu detik

Kelemahan *Theodolite* Manual meliputi :

- Bobotnya berat
- Data yang diperoleh kurang akurat

Kelebihan *Theodolite* Digital meliputi :

- ❖ Pembacaan mempermudah adanya layar yang menampilkan hasil bacaan pada sudut
- ❖ Jangkauan pengukuran fokus pada alat *theodolite* digital sangat jauh sehingga digunakan untuk area yang lebih luas
- ❖ Hasil bacaan dalam rentang 10 detik.

Kelemahan *Theodolite* Digital meliputi :

- Kurang detail untuk pembacaan sudut-sudut

2.5 Bagian Theodolite

2.5.1 Theodolite terdiri :

1. *Theodolite* merupakan alat pengukur *altitude/azimuth*
2. Kompas pada pointing Utara
3. *Tripod* penyangga pada *Theodolite*
4. Penggaris target pointing penentu arah
5. *Plumb* bandul pelurus vertical nya

2.5.2 *Theodolite* terdiri beberapa bagian:

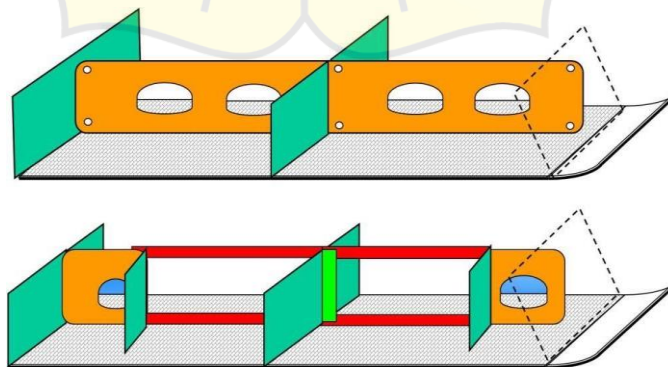
- Handel : bisa membawa dan mengangkat.
- Pembidik : bisa menentukan sasaran.
- Teleskop : bisa menentukan sasaran secara lebih presisi.
- Pengunci Vertikal : mengunci gerak sumbu vertikal.
- Pengatur Vertikal : memutar secara halus gerak vertikal setelah dikunci..
- Pengatur Posisi : pengatur posisi *theodolite* sampai tanda gelembung pada kedudukan seimbang dan dua tanda gelembung
- Pengatur Vertikal : memutar secara halus gerak vertikal setelah dikunci.
- Layar Display : menampilkan informasi hasil pengukuran.
- Pengunci Horizontal : mengunci gerak horizontal

2.6 Blok di Building Berth

2.6.1 Lunas (Keel) kapal

Pengertian tersebut menentukan tulang punggung dari lambung kapal atau kerangkakapal, sehingga dapat merupakan bagian konstruksi yang sangat penting. Untuk menghindari terjadinya keel deflection dilakukan perhitungan dari berat beban *block* yang ditambahkan, perhitungan beban *block* ini juga penting untuk mengetahui batas maksimum beban yang diijinkan pada block supaya dalam *join block*. Konstruksi yang mengikat pada lunas bersama-sama menyalurkan beban secara merata keseluruh bagian kapal dapat disebut bagian terbawah kapal yang terendam dalam permukaan air, sehingga untuk proses pemasangan Keel maka diperlukan perencanaan dan pengawasan yang ketat dari pihak *Engineering QC*, maupun *ClassBKI*. Lunas menjadi 3 jenis bagian yaitu lunas dasar, lunas tegak dan lunas lambung.

- Lunas Lambung berfungsi untuk melindungi kapal bila kandas, ini biasanya terdapat $1/4 - 1/3$ dari panjang kapal bagian tengah berfungsi untuk mengurangi olengan kapal.
- Lunas dasar melalui lajur kapal pada dasar yang tebalnya $\pm 35\%$ dari pada kulit kapal.
- Lunas Tegak merupakan lunas yang tegak nya sepanjang kapal, tebalnya $5/8$ lebih besar daripada lunas dasar pada $4/10$ bagian lunas tegak pada tengah kapal.



Gambar 2. 5 Lunas

Sumber : google

2.6.2 Block

Sistem *block* adalah sistem pembuatan kapal pada badan kapal terbagi beberapa block, dimana tiap-tiap block sudah siap pakai. (lengkap dengan sistem perpipaan nya).

Pembangunan dengan sistem block ini biasanya diterapkan untuk kapal-kapal yang berukuran besar dimana konstruksi masing-masing block dapat dibangun dalam waktu yang bersamaan dan dilakukan ditempat yang terpisah serta baru digabung setelah masing-masing block selesai dibangun. Proses pembangunan ini makan perkerjaan pengelasan dibengkel produksi relatif banyak. Sehingga pekerjaan lebih cepat dilakukan mengingat operator mesin las dapat menjalankan lebih dari satu mesin otomatis dengan posisi datar. Dengan peran lebih ini akan banyak menguranfi jumlah pekerja di bengkel atau dipelantaran pembangunan kapal dan akan mendapatkan kecepatan pengelasan lebih cepat.

Metode block merupakan perkembangan dari metode seksi yaitu dengan cara menggabungkan beberapa seksi di bengkel produksi perakitan menjadi satu block atau ring seksi yang besarnya block disesuaikan dengan kapasitas alat angkat dan angkut yang dimiliki oleh galangan. Pembangunan dengan metode block ini pada prinsipnya adalah :

1. Penggabungan block yang lengkap terdiri atas lambung, sekat dan geladak yang sebelumnya di kerjakan dibengkel produksi perakitan.
2. Pada saat dilandasan pembangunan dilakukan penyambungan block-block yang telah membentuk ring seksi menjadi bentuk badan kapal yang berupa *grand assembly* atau *erection*.

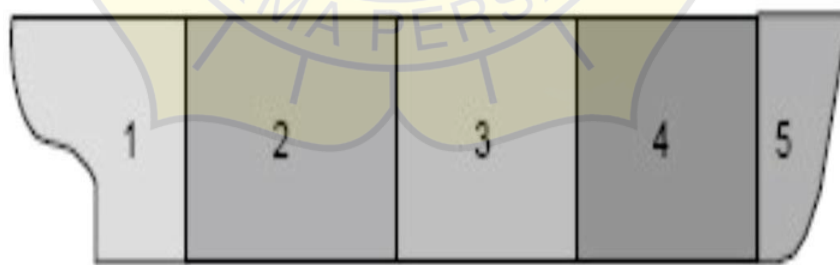
Bentuk *block* dan kelengkapan dapat dikategorikan menjadi 3, yaitu:

- a) Block biasa (*Ordinary Block*) yaitu bentuk *block* yang belum di lengkapi dengan outfitting kapal.
- b) Block setengah lengkap (*Semi Outfitting Block*) yaitu bentuk block yang telah sebagian dilengkapi dengan outfitting berupa sistem perpipaan induk.
- c) Block outfitting penuh (*Full Outfitting Block*) yaitu bentuk *block* yang

telah dilengkapi dengan seluruh *outfittig* yang sifatnya permanen dan dapat terkait secara langsung dengan *block*. Bila *block* digabungkan dengan *block* lain maka sistem yang ada di dalam *block* harus tersambung pula, untuk itu toleransi ukuranyang ada harus di perhatikan dengan benar. Alur proses pembangunan kapal dalam pembangunan kapal baja dikenal alur proses yang bertahap dimana tahap satu dengan yang berikutnya selalu ada kaitannya, untuk itu proses demi proses harus dilakukan dengan teliti agar pada tahap proses berikutnya tidak mengalami kesukaran akibat kesalahan dalam penyetulan (*fitting*) maupun kesalahan dalam pengelasan.

Keuntungan dan Kerugian Menggunakan Sistem Block :

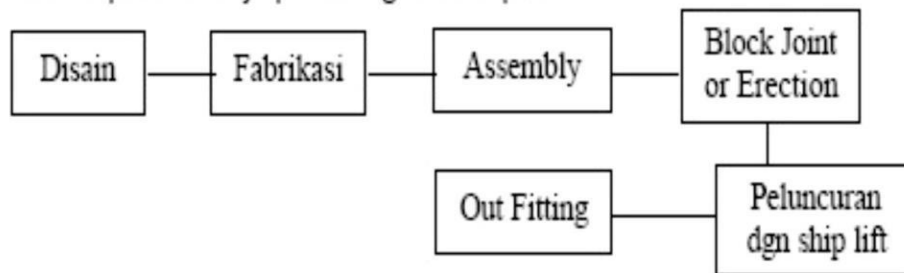
Proses pembangunan kapal sistem blok ditinjau dari segi pengelasannya maka, proses pembangunan kapal dengan sistem blok mempunyai beberapa keuntungan di banding dengan sistem seksi antara lain : waktu pembangunan lebih singkat, pekerjaan didalam dok atau diatas pelataran penyambungan kapal lebih singkat sehingga fasilitas mesin las dapat di operasikan dengan efektif, kontrol terhadap proses pembentukan dan teknik pengelasan dapat lebih mudah, dapat mengurangi pekerjaan las ditempat yang tinggi atau tempat yang sempit sehingga lingkungan dan keselamatan juru las akan lebih terjamin.



Gambar 2. 6 blok dalam pembuatan kapal

Sumber : Google Image

Gambar proses kerja pembangunan kapal:



Gambar 2. 7 Proses kerja pembangunan kapal dengan system block.

Sumber : Google Image

Proses Pembangunan Kapal Secara Umum

Dalam membangun sebuah kapal dibutuhkan sebuah metode pembangunan kapal untuk menyelesaikan proses pembuatan kapal tersebut. Metode proses produksi kapal ini berkembang setiap saat. Perkembangan metode ini bertujuan untuk mempermudah dalam proses pengerjaan agar kapal dapat diselesaikan dengan waktu yang cepat. Sampai saat ini perkembangan metode pengerjaan kapal terdiri dari empat tahapan. Perkembangan ini berdasarkan teknologi yang digunakan dalam proses pengerjaan lambung dan outfitting.

Metode Konvensional

Metode ini memusatkan pekerjaan pada masing-masing sistem fungsional yang ada di kapal. Dengan kata lain metode ini memandang kapal sebagai sebuah sistem. Proses pengerjaan kapal dengan metode ini berjalan dengan sangat lambat. Karena pekerjaan dilakukan satu persatu dan bertahap. Pertama lunas dipasang terlebih dulu, kemudian gading-gading dipasang dikulitnya. Bila badan kapal hampir selesai dirakit pekerjaan outfitting dimulai. Pekerjaan outfitting-nya pun dipasang sistem demi sistem, seperti pemasangan ventilasi, sistem pipa, listrik, mesin, dll.

Metode ini merupakan metode paling awal sehingga tingkat produktivitasnya pun masih sangat rendah. Mutu pekerjaan dengan metode ini masih sangat rendah juga karena hampir seluruh pekerjaan dilakukan secara manual pada building berth. Dengan proses pekerjaan secara manual tersebut, maka kegagalan pada proses pekerjaan sangat sering terjadi. Akibatnya, penambahan jam lembur (overtime) tidak dapat dihindari.

Metode Blok Konvensional (Hull Block Construction Method dan Pre Outfitting)

Metode ini dimulai dengan digunakannya teknologi pengelasan pada pembuatan kapal. Dengan metode ini, material kapal dibuat menjadi sebuah seksi-seksi seperti seksi geladak, seksi kulit dan lain-lain. Dari seksi-seksi ini kemudian dilas membentuk sebuah blok. Dari blok ini kemudian dirakit menjadi badan kapal. Pada metode pengerjaan ini, pemasangan outfitting dikerjakan pada blok maupun badan kapal. Pemasangan outfitting ini disebut sebagai proses pre- outfitting.

Metode ini masih dikatakan sebagai metode tradisional karena design, material definition dan procurement masih dikerjakan sistem demi sistem. Walaupun proses produksinya dikerjakan berdasarkan block. Karena adanya dua aspek yang bertentangan antara perencanaan dan pengerjaannya, maka pada perbaikan produktivitas masih sulit untuk dilakukan.

Metode Modern (Full Outfitting Block System)

Metode ini biasa disebut sebagai metode zone/area/stage. Perubahan teknologi dari konvensional menjadi modern dimulai pada tahap ini. Tahapan ini ditandai dengan lane construction process dan zone outfitting yang merupakan aplikasi group teknologi pada hull construction dan outfitting work. Group teknologi adalah metode analitis untuk secara sistematis menghasilkan produk dalam kelompok-kelompok yang mempunyai kesamaan dalam perencanaan maupun proses produksinya. Kebanyakan galangan-galangan di Eropa dan Jepang menggunakan metode ini.

Pada metode ini galangan mengelompokkan proses produksi berdasarkan kesamaan proses produksi, sehingga pekerja lebih mudah dan cepat dalam melakukan pekerjaan di bengkel kerja. Dengan metode ini maka peningkatan produktivitas galangan dapat lebih mudah ditingkatkan. Dan pada pekerjaan outfitting-nya dilakukan dengan metode zone outfitting. Jika pada metode sebelumnya pekerjaan outfitting dikerjakan berdasarkan fungsinya, maka pada tahap ini pekerjaan outfitting dikerjakan berdasarkan region/zone. Pengerjaan outfitting pada metode ini dibagi menjadi tiga proses, on-unit, on-block, dan on-board:

a) On-unit

Metode on-unit ini dapat didefinisikan sebagai pemasangan perlengkapan outfitting yang dilakukan secara tersendiri dari struktur lambung.

b) On-block

Metode ini mengerjakan pemasangan outfitting pada setiap structural sub-rakitan (semi- block atau block).

c) On-board

Pada metode ini perakitan dan pemasangan perlengkapan outfitting dilakukan

selama penegakan (erection) lambung an setelah peluncuran.

Proses pembangunan kapal (shipbuilding process) adalah suatu proses yang sangat kompleks yang dimulai dari perumusan permintaan pemesan kapal (spesifikasi teknis kapal) hingga penyerahan kapal oleh pihak galangan kepada pemesan kapal. Oleh karena itu galangan harus mampu menterjemahkan apa yang diinginkan pemesan kapal [Satriya, 2002]. Tahapan- tahapan dalam proses pembangunan kapal baru dapat diuraikan secara umum sebagai berikut [Storch et al, 1995] :

Tahap pertama dalam proses pembangunan kapal adalah development of owner's requirements yang memiliki arti perumusan persyaratan produk (kapal) oleh pemesan kapal, seperti tipe kapal, daerah pelayaran yang akan dilalui, jenis muatan, jumlah muatan yang akan dibawa, kecepatan yang diinginkan dan sebagainya. Hasil akhir yang diperoleh dari tahap ini harus mencerminkan apa yang menjadi permintaan pemesan kapal dan bagaimana kapal tersebut diperuntukkan.

Tahap kedua dalam proses pembangunan kapal adalah preliminary/concept design yang memiliki arti penentuan awal karakteristik kapal. Dalam hal ini, penyusunan preliminary/concept design dapat dikerjakan staf pemesan kapal, design agent yang dikontrak pemesan kapal, maupun oleh staf dari satu atau lebih galangan kapal. Tahap ini merupakan gambaran umum mengenai kapal yang akan dibangun. Hasil dari tahap ini adalah ukuran utama kapal, bentuk lambung, rencana umum, perancangan permesinan, kapasitas ruang muat, perlengkapan kapal, dll.

Tahap ketiga dalam proses pembangunan kapal adalah contract design yang memiliki arti pembangunan kontrak desain. Kontrak desain merupakan informasi lebih detail dari hasil pengembangan preliminary/concept design. Informasi yang terdapat dalam kontrak desain harus cukup untuk digunakan dalam estimasi biaya dan waktu yang diperlukan dalam proses pembangunan kapal. Sama dengan tahap preliminary/concept design, pekerjaan ini dapat dilakukan oleh staf pemesan kapal, design agent yang dikontrak pemesean kapal, maupun oleh tenaga kerja galangan kapal.

Tahap keempat dalam proses pembangunan kapal adalah bidding/contracting yang memiliki arti penandatanganan kontrak sesuai dengan desain yang disetujui. Penandatanganan kontrak tersebut juga dilakukan setelah estimasi biaya dan waktu didapat, karena mahalnnya biaya sebuah bangunan kapal baru proses penandatanganan kontrak biasanya berlangsung sangat lama dan kompleks. Hal terpenting dalam penentuan galangan kapal yaitu: biaya, tanggal serah terima (pengiriman) kapal, dan kinerja galangan kapal tersebut.

Tahap kelima dalam proses pembangunan kapal adalah detail design and

TUGAS AKHIR

KHUSNUL KHOTIMAH F (2015310019)

planning yang memiliki arti pembuatan desain, perencanaan, dan penjadwalan yang lebih detail. Hal ini dikarenakan proses pembangunan kapal melibatkan banyak komponen dan bahan baku yang harus dibeli, dibuat menjadi bagian-bagian kapal dari bahan baku yang tersedia, dan komponen serta bagian-bagian kapal tersebut dirakit.

Tahap keenam dalam proses pembangunan kapal adalah construction yang memiliki arti proses produksi kapal tersebut. Proses pelaksanaan produksi yang sebenarnya dilakukan berdasarkan informasi-informasi detail yang didapat dari tahap-tahap sebelumnya.

Proses Pembangunan Kapal:

a) Dimulai dari Perencanaan Desain

Proses awal dalam membangun kapal yakni tahap perencanaan. Terdapat berbagai hal yang perlu direncanakan dengan matang, misalnya ukuran, koefisiensi, rencana garis, serta perhitungan kemampuan teknis dari kapal.

b) Langkah Awal, Menentukan Ukuran dan Koefisien Kapal

Untuk merancang kapal, langkah paling awal yang diperlukan yaitu menentukan ukuran dari kapal yang hendak dibuat. Ukuran ini akan disesuaikan dengan permintaan pesanan.

Biasanya, pesanan kapal tergantung dari kebutuhan. Misalnya, dilihat dari kecepatan, jenis muatan, rute, dan sebagainya.

Dalam menentukan ukuran serta koefisiensi kapal, maka terdapat beberapa metode yang bisa dipilih dan dipakai. Sebagai contoh, ada metode regresi, metode kapal pembanding, metode capacity approach, serta metode trial and error.

Dengan metode tersebut, maka dapat diperoleh berbagai hal terkait ukuran dan koefisiensi, misalnya tinggi, lebar, panjang, koefisien blok, sarat air, dan sebagainya.

c) Buat Rencana Garis atau Lines Plan

Jika sudah menentukan ukuran serta koefisien dari kapal yang akan dibuat, maka bisa masuk ke tahap selanjutnya. Tahap kedua ini adalah membuat lines plan atau yang sering disebut dengan rencana garis.

Rencana garis ini adalah sebuah representasi dari bentuk kapal. Anda perlu membuat body plan yang berbentuk garis vertikal melintang, water plan dalam bentuk garis memanjang horizontal, serta buttoct plan atau garis memanjang vertikal.

Garis-garis ini sangat diperlukan, karena memiliki kegunaan untuk menjadi dasar ketika nantinya akan membuat general arrangement serta konstruksi dari kapal.

d) Lanjutkan dengan Menghitung Kemampuan Teknis

Tahap selanjutnya adalah menghitung kemampuan teknis. Rencana garis yang telah dibuat sebelumnya, perlu dievaluasi. Perlu dihitung stabilitas serta tahanannya.

Bagian yang paling penting yaitu untuk mengetahui seberapa besar tahanan yang akan terjadi ketika nantinya kapal akan dipakai berlayar.

Perhitungan ini menjadi penting, supaya nantinya dapat merancang daya dorong kapal serta propeller. Dengan begitu, kecepatan kapal juga dapat diperhitungkan dan diketahui.

Apabila model dari lambung kapal telah sesuai dengan hasil dari evaluasi tahanan, maka model tersebut sudah bisa dibangun.

e) Perancangan Kapal

Pada proses sebelumnya, telah dibuat rencana garis. Berdasarkan rencana tersebut, maka dilanjutkan dengan membuat rancangan dalam hal pembagian ruangan dan perlengkapan atau general arrangement.

Setelah itu, juga perlu untuk menentukan konstruksi kapal serta merancang penggerak kapal. Tahap-tahap tersebut harus dilakukan sesuai dengan standar, untuk dapat menciptakan kapal yang aman dan sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

f) General Arrangement

Terdapat berbagai standar kapal yang perlu dipenuhi dalam hal general arrangement. Sebagai contoh, perlu memenuhi standar akomodasi, pintu, jendela, dan tangga.

Masih banyak lagi standar yang perlu dipenuhi selain itu, termasuk di dalamnya mencakup sistem listrik dan pipa.

g) Menentukan Konstruksi Kapal

Setelah memenuhi berbagai standar dalam general arrangement, maka perlu juga memenuhi standar terkait konstruksi kapal. Untuk memenuhi standar ini, Anda dapat menggunakan aturan dari biro klasifikasi.

Terdapat berbagai biro klasifikasi yang tersebar di seluruh dunia. Sebagai contoh, ada biro klasifikasi ABS, NK, RINA, dan NK. Di Indonesia, ada juga biro klasifikasi BKI.

Berbagai hal terkait konstruksi kapal ini hanya dipelajari dalam sekolah perkapalan, supaya nantinya bisa menjalankan proses pembangunan kapal.

h) Merancang Penggerak Kapal

Untuk menggerakkan sebuah kapal, terdapat dua komponen utama yang diperlukan. Komponen tersebut yaitu main engine dan propeller.

Untuk merancang komponen penggerak kapal, didasarkan dari berbagai aspek teknis yang telah didesain sebelumnya.

i) Proses Pembangunan Kapal

Setelah menyelesaikan proses perencanaan dan perancangan kapal, maka dapat masuk ke proses pembangunan dari kapal yang diinginkan. Berikut adalah berbagai tahap dalam membangun kapal.

j) Fabrikasi Material

Untuk membangun badan kapal, jenis material yang akan dipakai adalah pelat dan profil. Dalam proses fabrikasi ini, material tersebut dipersiapkan untuk dapat dipakai sebagai konstruksi kapal.

Proses fabrikasi terdiri dari proses pemotongan atau cutting, penyambungan atau fitting, serta pembengkokan atau blending. Pelat dan profil yang dipilih akan dirancang sesuai dengan ukuran konstruksi.

k) Proses Perakitan

Proses berikutnya adalah proses perakitan. Proses ini bisa dimulai ketika semua proses fabrikasi telah selesai. Jika material material yang dibutuhkan sudah siap sesuai ukuran dan bentuk yang diinginkan, maka kapal mulai bisa dirakit.

Proses ini merupakan tahapan untuk menyatukan semua hasil dari fabrikasi sehingga dapat menjadi kapal yang utuh dan sesuai rencana.

Metode yang banyak digunakan adalah metode blok yang berarti merakit sebuah kapal dengan membagi kapal ke dalam beberapa blok atau bagian.

Hasil dari fabrikasi yang sudah siap dipakai, akan dibuat menjadi blok-blok kapal tersebut. Selanjutnya, blok itu akan disambungkan menjadi sebuah kapal, atau dikenal dengan istilah erection.

Metode blok digunakan hampir semua perusahaan yang melakukan proses pembangunan kapal, karena ia dianggap cukup efisien dalam pelaksanaannya. Blok-blok tersebut dapat membantu dan mempermudah berbagai prosesnya.

l) Memasang Instalasi serta Proses Pengecatan

Setelah dirakit dan menjadi bentuk kapal yang utuh, maka dilanjut dengan memasang instalasi. Sistem kelistrikan dan perpipaan akan dipasang di kapal tersebut. Selain itu, juga dilakukan proses pengecatan.

Tiga kegiatan tersebut dapat dilakukan secara beriringan, supaya dapat menghemat waktu. Namun, hal utama yang harus tuntas yaitu pengecatan bagian lambung kapal karena terdapat standar yang perlu diikuti secara tepat.

Jika tahap ini telah diselesaikan, maka telah jadi sebuah kapal baru sesuai dengan

rencana yang telah dibuat dengan memperhatikan berbagai aspek.

m) Tahap Akhir, Peluncuran Kapal

Tahap akhir dari proses pembangunan kapal yaitu tahap peluncuran kapal. Kapal yang sudah jadi secara keseluruhan, termasuk semua tahap instalasi, maka siap untuk diapungkan. Kapal akan diapungkan ke kolam dermaga atau ke laut.

Ada beberapa alat yang dapat dipakai untuk proses peluncuran kapal misalnya slipway, airbag atau balon, hingga crane. Untuk crane, biasanya dipakai ketika meluncurkan kapal-kapal yang memiliki ukuran kecil.

Dalam proses ini, kapal tidak boleh diluncurkan secara asal-asalan. Terdapat aspek-aspek yang perlu diperhatikan, misalnya gesekan landasan, sudut landasan, serta kedalaman dermaga.

Jika kapal sudah bisa mengapung dengan baik, maka dapat dilanjutkan ke proses uji coba. Kelayakan dari kapal baru tersebut akan diuji dalam proses tersebut.

Ketika sebuah kapal baru sudah melalui proses uji coba tersebut dan dinyatakan layak, maka kapal sudah bisa berlayar. Kapal dapat digunakan sesuai dengan rencana awal, misalnya untuk alat transportasi atau untuk mengangkut barang.

Itulah proses dari pembangunan kapal, dari awal hingga akhir. Namun, perlu diketahui bahwa masing-masing perusahaan pembangunan kapal bisa saja memiliki metode dan caranya sendiri, yang mungkin memiliki perbedaan dari langkah-langkah di atas.

1. Graving Dock (Dok Kolam/Dok Gali).

Pengoperasian graving dok ini pada umumnya dilakukan untuk kapal dengan kondisi muatan kosong, serta keadaan mesin mati.

Urutan kerja di graving dock (dok kolam) untuk memasukkan kapal :

- Keel block (tempat dudukan kapal di atas dok) dipersiapkan. Diperiksa semua peralatan, tidak boleh ada yang nantinya mengapung apabila di dalam air.
- Katup-katup air pada dok kolam dibuka sehingga air masuk kedalam dok kolam, sampai permukaan air didalam dan diluar dok kolam sama tingginya.
- Air dalam rongga-rongga pintu dikeluarkan sampai pintu dapat terapung (pintu terbuka) dan digeser atau dipindahkan.
- Kapal masuk kedalam dok diatur agar tepat duduk diatas keel block sesuai metode yang digunakan.
- Pintu ditarik, digerakkan ke posisi menutup.
- Katup-katup air pada pintu dibuka sehingga air masuk ke dalam pintu dan pintu mulai tenggelam untuk menutup dok kolam tersebut.

- Air dalam dok kolam dipompa keluar dan bersamaan dengan surutnya air, kapal diatur supaya tepat duduk diatas keel block.

Pada graving dock mempunyai beberapa elemen atau bagian yang penting diantaranya adalah :

1. Pintu penutup (yang berhubungan dengan perairan pantai).
2. Pompa-pompa pengering, mesin gulung (cupstand).
3. Tangga-tangga (untuk naik turun ke dasar dan atas kolam).
4. Crane (untuk transportasi).

2. Floating Dock (Dok Apung).

Pengoperasian untuk dok jenis ini yaitu dengan menenggelamkan dok sesuai dengan kebutuhan dari kapal yang akan direparasi (sesuai dengan sarat kapal yang akan dimasukkan). Setelah itu kapal ditarik masuk ke dalam dok dan diluruskan dengan balok-balok penyangga yang telah disiapkan. Kapal yang telah masuk ke dalam dok diikat agar posisinya tidak bergeser pada saat diangkat. Untuk mengetahui posisi/kemiringan kapal dan dok pada saat diangkat, digunakan sebuah bandul yang digantungkan pada tali. Dok diangkat dengan jalan memompa air yang berada di dalam tangki dok, sampai dok terangkat. Pekerjaan reparasi dilakukan setelah dok beserta kapal terangkat kepermukaan.

3. Syncrolift Dry Dock.

Dok jenis ini terdiri dari sebuah lantai/landasan yang dapat turun ke dalam air dan naik kembali untuk mengangkat kapal. Lantai/landasan dihubungkan dengan tali seling atau rantai yang ditarik oleh winch hidrolik. Pada umumnya dok ini dilengkapi dengan rel dan lori sehingga dok hanya berfungsi untuk naik turunnya kapal, sedangkan pekerjaan reparasi dilakukan di tempat lain yang dihubungkan dengan rel. Balok penyangga diletakkan di atas lori. Pengoperasiannya adalah dengan meletakkan lori di atas lantai dok, kemudian lantai diturunkan, setelah itu kapal ditarik masuk dan diluruskan dengan balok penyangga kemudian lantai dinaikkan. Setelah kapal naik, lori ditarik menuju tempat lain untuk melakukan pekerjaan reparasi. Dok jenis ini umurnya hanya dapat dioperasikan untuk kapal-kapal kecil.

4. Slip Way (Landasan Tarik) / Building Berth.

Slip way di galangan kapal dapat dibedakan menjadi dua macam :

- Landasan Tarik Memanjang.
- Landasan Tarik Melintang.

Kedua jenis landasan tersebut pada dasarnya sama, hanya posisi kapal yang ditarik yang berbeda. Slip way dioperasikan dengan bantuan lori dan mesin penarik (winch).

Slipway adalah suatu landasan dengan kelandaian tertentu yang dibangun dipantai untuk meluncurkan kelaut ataupun menaikkan kapal dari dan ke daratan. Digunakan untuk membangun dan mereparasi kapal.

Biasanya digunakan untuk membangun atau merawat kapal dibawah tonase kotor sekitar 1000 GT, untuk kapal-kapal yang lebih besar digunakan galangan kapal jenis yang lain.

Keuntungan penggunaan slipway dock atau dok tarik ini adalah :

- Pengoperasiannya lebih mudah, murah dan lebih cepat dibandingkan tipe sarana pokok yang lain.
- Sangat efektif untuk reparasi dan bangunan baru.
- Kapasitas angkatnya cukup besar.
- Pengembangan kapasitas produksi hanya menambah rel dan luas lahan.
- Biaya pembuatan cukup murah.

Kerugian penggunaan slipway dock atau dok tarik ini adalah :

- Potensi bahaya lebih tinggi pada proses peluncuran kapal ataupun proses menaikkan kapal dari perairan ke daratan misalnya terbaliknya kapal atau tali baja terputus.
- Potensi bahaya lebih tinggi pada penggunaan media air bag misalnya pada proses peluncuran, air bag tersebut meletus yang mengakibatkan kapal meluncur ke perairan tanpa kendali.
- Dalam menentukan jenis dok beserta fasilitas apa yang akan digunakan pemilik kapal harus memperhatikan kesesuaian dari jenis kapal dengan kapasitas dari dok itu sendiri, apakah kapasitas dari dok tersebut mampu menampung dari beban kapal yang akan dilakukan proses dok atau docking.