

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Kapal Landing Platform Dock (LPD)

LPD adalah kapal perang multi fungsi dengan bobot 7000 DWT. Selain mengangkut pasukan, kapal LPD juga dilengkapi dengan beberapa fasilitas, dua buah helikopter, dua Unit LCU, dua unit RHIB, beberapa unit tank amfibi, kendaraan logistik, Ambulance, meriam dan lain – lain.

Proses pembangunan proyek kapal LPD dilaksanakan di Divisi kapal Niaga PT. X.

2.2 Proses Pembangunan Kapal

Menurut Richard C. Moore (1995), garis besar pembagunan kapal dapat dibagi menjadi dua tahap yaitu :

- Tahap desain
- Tahap pembangunan fisik

a. Tahap desain

Pada tahap ini keinginan serta gagasan dari pemilik kapal (*owner*) dipelajari secara seksama berdasarkan data yang telah ada, kemudian dituangkan kedalam garis besar data sementara dari data kapal yang akan dibangun. Data ini biasanya berupa ukuran utama kapal seperti panjang, lebar, tinggi, sarat dan kapasitas kapal serta rute pelayaran.

b. Tahap pembangunan fisik

Tahap ini merupakan tahap yang pengerjaannya membutuhkan waktu yang paling lama, karena apa yang telah dihitung dan digambarkan dalam desain kemudian diwujudkan dalam bentuk nyata.

Pada tahapan ini terdapat beberapa bagian yang dilakukan antara lain :

- Pembuatan lambung dan bangunan atas
- Pemasangan instalasi mesin dan mesin utama (*Main Engine*)
- Pemasangan mesin-mesin bantu (*Auxiliary Engine*)
- Pemasangan instalasi listrik (*.Electrical*)
- Pemasangan instalasi pompa
- Pemasangan peralatan dan perlengkapan
- Peluncuran (*Launching*)

2.3 Pengenalan Konsep PWBS

Konsep PWBS membagi proses produksi kapal menjadi tiga jenis pekerjaan yaitu:

1. Klasifikasi pertama adalah : *Hull Construction*, *Outfitting* dan *Painting*.

Dari ketiga jenis pekerjaan tersebut masing-masing mempunyai masalah dan sifat yang berbeda dari yang lain. Selanjutnya, masing-masing pekerjaan tersebut dibagi lagi ke dalam pekerjaan *fabrikasi* dan *assembly*. Subdivisi *assembly* inilah yang terkait dengan *zona* dan yang merupakan dominasi dasar bagi *zona* di siklus manajemen pembangunan kapal. *Zona* yang berorientasi produk, yaitu *Hull Blok Construction Method* (HBCM) dan sudah diterapkan untuk konstruksi lambung oleh sebagian besar galangan kapal.

2. Klasifikasi kedua adalah mengklasifikasikan produk berdasarkan produk antara (*interim product*) sesuai dengan sumber daya yang dibutuhkan, misalnya produk antara di bengkel *fabrication*, *assembly* dan bengkel *erection*. Sumber daya tersebut meliputi :

- Bahan (*Material*), yang digunakan untuk proses produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya pelat baja, mesin, kabel, minyak, dan lain – lain.
- Tenaga Kerja (*Manpower*), yang dikenakan untuk biaya produksi, baik langsung atau tidak langsung, misalnya tenaga pengelasan, *outfitting* dan lain – lain.
- Fasilitas (*Facilities*), yang digunakan untuk proses produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya, gedung, dermaga, mesin, perlengkapan, peralatan dan lain - lain
- Beban (*Exspenses*), yang dikenakan untuk biaya produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya, desain, transportasi, percobaan laut (*sea trial*), upacara, dll.

Klasifikasi ketiga adalah klasifikasi berdasarkan empat aspek produksi, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pengendalian proses produksi. Aspek pertama dan kedua adalah *system* dan *zone*, merupakan sarana untuk membagi desain kapal ke masing – masing bidang perencanaan untuk di produksi. Dua aspek produksi lainnya yaitu *area* dan *stage* merupakan sarana untuk membagi proses kerja mulai dari pengadaan material untuk pembangun an kapal sampai pada saat kapal diserahkan kepada *owner*.

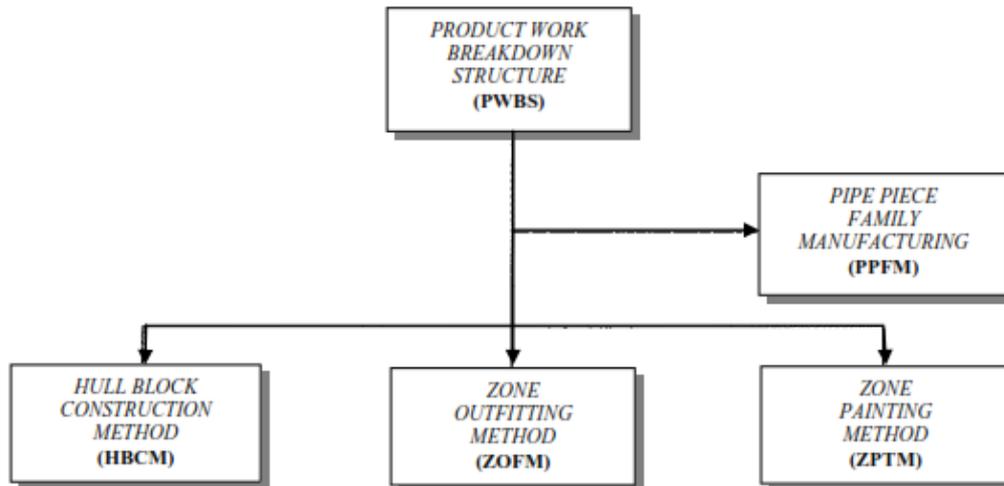
Definisi dari keempat aspek produksi tersebut adalah sebagai berikut:

- System adalah sebuah fungsi struktural atau fungsi operasional produksi, misalnya sekat longitudinal, sekat transversal, sistem tambat, bahan bakar minyak, sistem pelayanan, sistem pencahayaan, dan lain – lain.
- Zona adalah suatu tujuan proses produksi dalam pembagian lokasi suatu produk, misalnya, ruang muat, *superstructure*, kamar mesin, dan lain – lain.

- Area adalah pembagian proses produksi menurut kesamaan proses produksi ataupun masalah pekerjaan yang berdasarkan pada:
 - Bentuk (misalnya melengkung dengan blok datar, baja dengan struktur aluminium, diameter kecil dengan diameter besar pipa, dan lain - lain)
 - Kuantitas (misalnya pekerjaan dengan jalur aliran, volume on-blok perlengkapan untuk ruang mesin dengan volume on-blok perlengkapan selain untuk ruang mesin, dan lain - lain).
 - Kualitas (misalnya kelas pekerja yang dibutuhkan, dengan kelas fasilitas yang dibutuhkan, dan lain - lain).
 - Jenis pekerjaan (misalnya, penandaan (*marking*), pemotongan (*cutting*), pembengkokan (*bending*), pengelasan (*welding*), pengecatan (*painting*), pengujian (*testing*), dan lain – lain. Dan
 - Hal lain yang berkaitan dalam pekerjaan.
- Stage adalah pembagian proses produksi sesuai dengan urutan pekerjaan, misalnya sub-pembuatan (sub-steps of fabrication), sub-perakitan (sub-assembly), perakitan (assembly), pemasangan (erection), perlengkapan on-unit (outfitting on-unit), perlengkapan on-block (outfitting on-block), dan perlengkapan on-board (outfitting on-board).

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

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

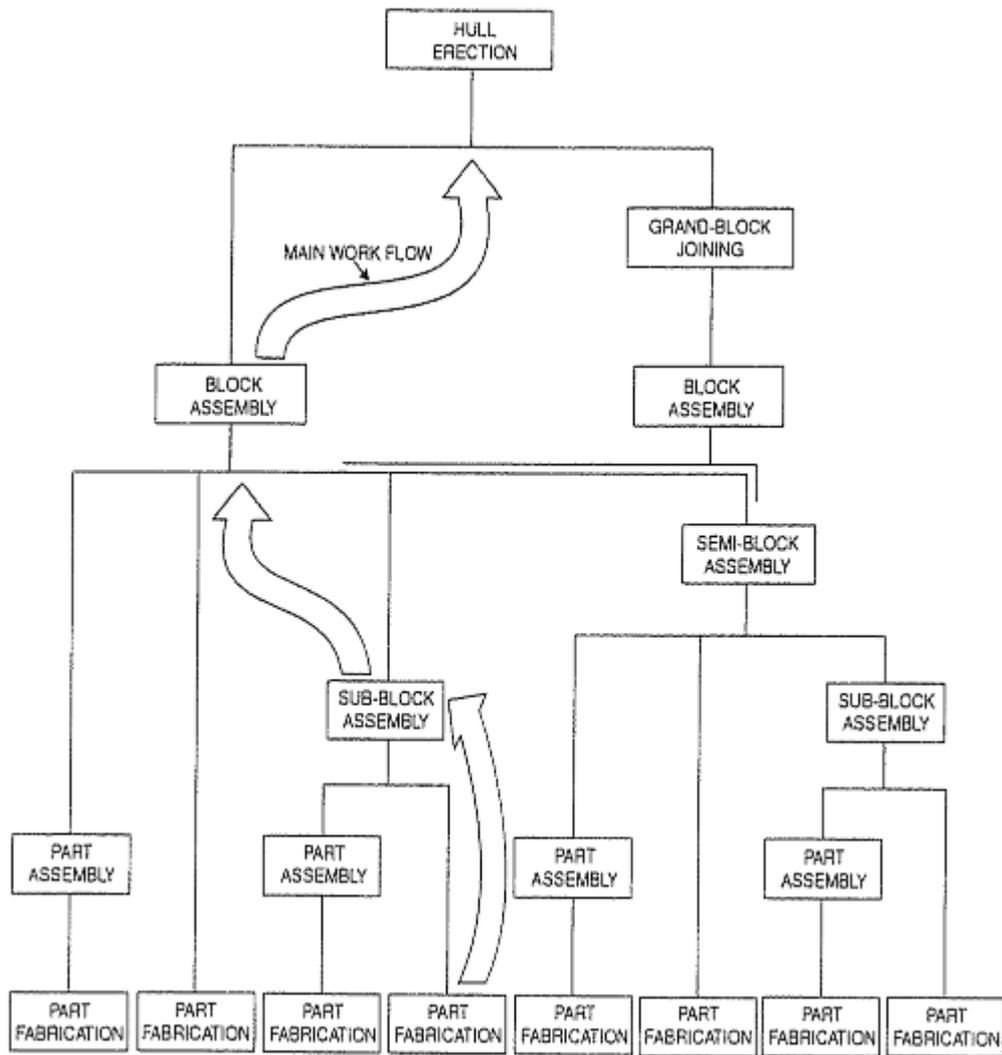


Gambar 2.4 Komponen Product Work Breakdown Structure

(Stroch, R.L. 1995. Ship Production, second edition)

Tingkat manufaktur atau tahapan untuk Hull Blok Construction Method didefinisikan sebagai kombinasi dari operasi kerja yang mengubah berbagai masukan ke dalam produk antara (interim products) yang berbeda, seperti bahan baku (material) menjadi part fabrication, part fabrication menjadi sub block assembly dan lain – lain.

Tingkat manufaktur atau tahapan untuk pembuatan kapal berdasarkan metode



Gambar 2.5 Tingkat manufaktur atau tahapan Hull Block Construction Method (HBCM)
(Stroch, R.L. 1995. Ship Production, second edition)

Dari gambar 2.2 dapat dilihat bahwa material atau pelat setelah mengalami pekerjaan fabrikasi (part fabrication) yang selanjutnya di proses menjadi produk assembly (part assembly). Terdapat juga produk fabrikasi yang digabung menjadi produk sub block assembly yang selanjutnya digabung menjadi blok (block assembly). Antara block assembly digabung membentuk blok besar (grand block) dan selanjutnya membentuk badan kapal (hull construction).

Pengelompokan aspek produksi dimulai dengan kapal sebagai *zona*. Tahap pertama adalah membagi tahapan pembangunan kapal menjadi tujuh tingkat, empat alur kerja utama dan tiga dari aliran yang diperlukan seperti yang dijelaskan di atas. Masing-masing produk antara (*interim product*) kemudian diklasifikasikan berdasarkan bidang masalah dan tahap yang diperlukan untuk proses manufaktur. Pada tahap pertama, perencanaan paket pekerjaan kapal

dibagi ke dalam lambung kapal bagian depan (fore hull), ruang muat (cargo hold), ruang mesin (engine room), lambung belakang (after hull) dan bangunan atas (superstructure) karena mereka memiliki manufaktur dan masalah yang berbeda. Untuk tingkat berikutnya, tingkat sebelumnya lebih lanjut dibagi menjadi blok panel datar dan melengkung diklasifikasikan sesuai dengan bidang masalah. Produk dari semi blok, sub-blok, bagian perakitan dan bagian fabrikasi, sampai pekerjaan tidak dapat dibagi lagi (hull erection) merupakan tahapan akhir dari pembangunan konstruksi lambung kapal.

Dengan memperhatikan tujuan-tujuan dalam merencanakan konstruksi lambung dengan tujuh tingkat seperti ditunjukkan pada gambar 2.4 yang dimulai dengan tingkat blok, pekerjaan dibagi ke bagian tingkat fabrikasi untuk tujuan mengoptimalkan alur kerja. Sebaliknya, pekerjaan yang ditugaskan ke tingkat grand block berfungsi untuk mengurangi durasi yang diperlukan untuk erection dalam membangun kapal di landasan pembangunan (Building Berth).

Levels.		Product aspect										Codes		
Plan	Mfg	Zone		Area					Stage			Zone	Area	Stage
1	7	Ship		Fore hull	Cargo hold	Engine room	AB hull	Superstructure	Test			Ship No.	Block Code	Stage Code
2	6	Block		Flat panel block	Curved panel block		Superstructure		Back Pre-erection	Nil	Erection	Grand-Block Code	Grand-Block Code	Stage Code
									Engine Room	Nil				
3	5	Block		Flat	Special flat	Curved	Special curve	Superstructure	Back Assembly	Nil	Assembly	Block Code	Block Code	Stage Code
									Assembly					
									Framing	Nil				
									Plate joining	Nil				
4	4	Sub-block		content in a large quantity	content in a small quantity		Similar work quantity		Assembly	Nil	Assembly	Semi-Block Code	Semi-Block Code	Stage Code
									Assembly					
									Plate joining	Nil				
5	3	Sub-block		Similar work quantity	Similar work quantity		Similar work quantity		Back Assembly	Nil	Assembly	Sub-Block Code	Sub-Block Code	Stage Code
									Nil					
6	2	Sub-block		Sub-block parts	Built up parts		Similar work quantity		Bending	Nil	Assembly	Sub-Block Code	Assembled Part Code	Stage Code
									Assembly					
7	1	Part		Parallel part from plate	Non-parallel from plate	Internal part from plate	Part from rolled shape	Other	Bending	Nil	Marking and cutting	Part Code	Part Code	Stage Code
									Marking and cutting					
									Plate joining	Nil				

Gambar 2.6 Klasifikasi dari aspek produksi *Hull Block Construction Method* (HBCM).
(*Stroch, R.L. 1995. Ship Production, second edition*)

Pengelompokan umum oleh aspek produksi yang disajikan dalam Gambar 2.4 adalah kombinasi horisontal yang mencirikan berbagai jenis aspek pekerjaan yang diperlukan dan dilakukan untuk setiap tingkat, sedangkan kombinasi vertikal dari berbagai jenis aspek pekerjaan menunjukkan jalur proses untuk pekerjaan konstruksi lambung yang berkaitan dengan urutan dari bawah ke atas menunjukkan tingkat pekerjaan, sedangkan dalam proses perencanaan dilakukan dengan urutan dari atas ke bawah berdasarkan aspek-aspek produksi. Dari gambar-gambar tersebut yang paling diperhatikan adalah aspek produksi berdasarkan *problem area*, dimana badan kapal dibagi menjadi beberapa bagian :

- *After hull* (bagian belakang)
- *Cargo hold* (bagian ruang muat)
- *Engine Room* (bagian kamar mesin)
- *Fore Hull* (bagian depan)
- *Superstructure* (bagian bangunan atas)

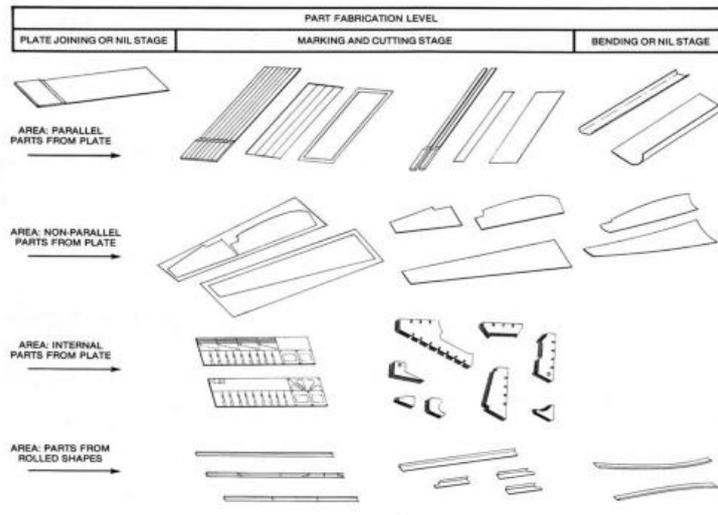
Pekerjaan badan kapal berdasarkan *Hull Block Construction Method* (HBCM) dapat dibagi menjadi beberapa bagian seperti yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Bagian fabrikasi (*Part Fabrication*)

Part Fabrication adalah tingkat pengerjaan (*fabrication*) yang pertama. Pada tahapan ini memproduksi komponen atau zona untuk konstruksi lambung yang tidak dapat dibagi lagi. Jenis paket pekerjaan yang dikelompokkan oleh

- Zona dan area, yaitu untuk menghubungkan bagian bahan baku (*material*) yang selesai, proses fabrikasi dan fasilitas produksi yang sesuai secara terpisah untuk:
 - *Parallel parts from plate* (bentuk paralel dari pelat)
 - *Non parallel part from plate* (bentuk non-paralel dari pelat)
 - *Internal part from plate* (internal dari pelat)
 - *Part from rolled shape* (bentuk dari material roll)
 - *Other parts* (bentuk yang lain) misalnya pipa, dan lain – lain.
- *Stage*, setelah dilakukan pengelompokan oleh *zona*, *area*, dan *similarities* (kesamaan) di bagian jenis dan ukuran, sebagai berikut :
 - Penggabungan pelat atau *nil* (tidak ada aliran produksi, sehingga dibiarkan kosong dan dilewati dalam aliran proses).
 - Penandaan dan pemotongan.
 - Pembengkokan atau *nil*

Bagian fabrikasi (*Part Fabrication*) yang memproduksi komponen atau *zona* untuk konstruksi lambung yang tidak dapat dibagi lagi dapat dilihat pada gambar 2.4



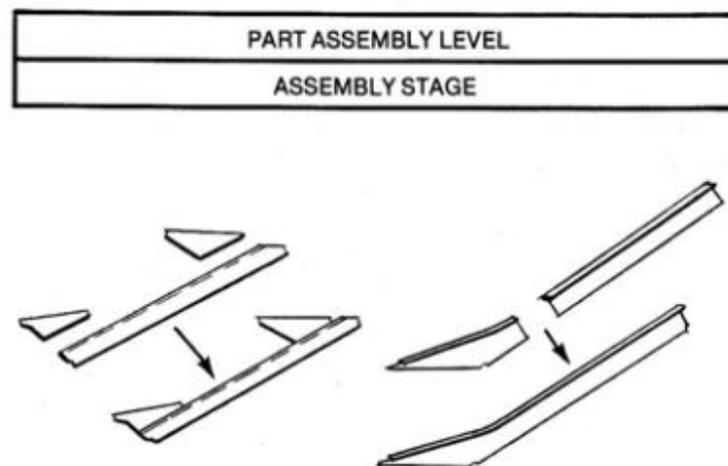
Gambar 2.7 Part fabrication yang tidak dapat dibagi lagi
(Stroch, R.L. 1995. *Ship Production*, second edition)

2. Bagian Perakitan (*Part Assembly*)

Part Assembly adalah tingkat pekerjaan kedua yang berada di luar aliran kerja utama (*main work flow*) dan dikelompokkan oleh area seperti:

- *Built-up parts* (bentuk komponen asli)
- *Sub-blok parts*

Bagian Perakitan (*Part Assembly*) dapat dilihat pada gambar 2.5



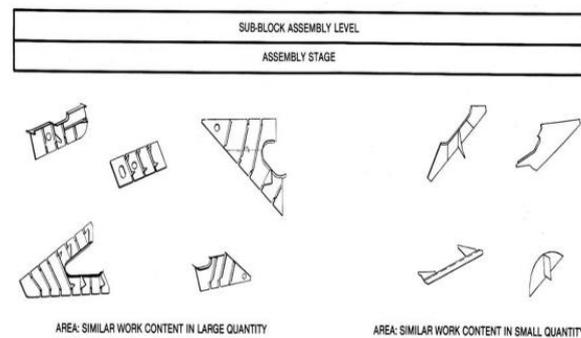
Gambar 2.8 Part Assembly yang berada di luar aliran kerja utama.
(Stroch, R.L. 1995. *Ship Production*, second edition)

3. Sub-blok perakitan (*Sub-block Assembly*)

Sub-block Assembly adalah tingkat pengerjaan ketiga. Pembentukan daerah (*zone*) pada umumnya terdiri dari sejumlah fabrikasi atau hasil bentuk *assembly*. Paket pekerjaan dikelompokkan berdasarkan tingkat kesulitan untuk:

- *Similar size in large quality* (Ukuran yang sama dalam jumlah besar), misalnya besar melintang *frame*, balok-balok, *floor*, dan lain-lain.
- *Similar size in small quality* (ukuran yang sama dalam jumlah kecil)

Sub-blok perakitan (*Sub-block Assembly*) dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.9 *Sub-block Assembly* berdasarkan tingkat kesulitan.

(*Stroch, R.L. 1995. Ship Production, second edition*)

4. *Semi-block and Block Assembly* dan *Grand-Block Joining*

Semi-block and Block Assembly dan *Grand-Block Joining* terdiri dari tiga tingkat perakitan, yaitu:

- *Semi-block assembly*
- *Block assembly* dan
- *Grand-block joining*.

Ketiganya merupakan tingkat pengerjaan selanjutnya dengan urutan sesuai dengan urutan di atas. Dari ketiganya, hanya *block-assembly* yang termasuk dalam aliran utama pekerjaan, sedangkan yang lainnya menyediakan alternatif yang berguna untuk tingkat perencanaan. Semua direncanakan sesuai dengan konsep pengelompokan paket pekerjaan berdasarkan *area* dan *stage*.

Tingkat *semi-block assembly* pembagiannya berdasarkan tingkat kesulitan yang sama seperti tingkat *sub-block*. Kebanyakan *semi-block* ukurannya dan dimensinya agak kecil sehingga mereka dapat diproduksi di fasilitas perakitan *sub-block*. Di perencanaan kerja, ini harus menjadi titik perbedaan untuk memisahkan perakitan *semi-block* dari perakitan

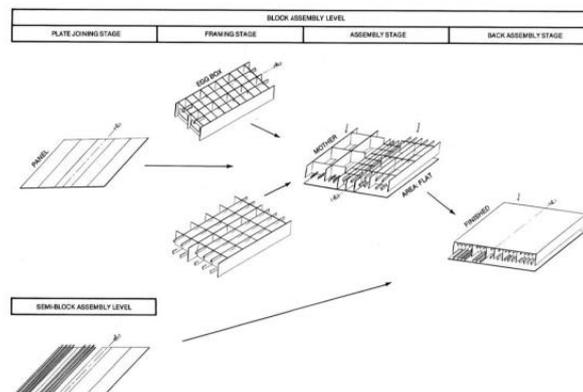
blok. Tingkat *block assembly* yang termasuk dalam aliran utama pekerjaan, pembagiannya berdasarkan tingkat kesulitan yaitu :

- *Flat* (pelat datar)
- *Special flat* (pelat datar khusus)
- *Curve* (bentuk lengkung)
- *Superstructure* (bangunan atas)

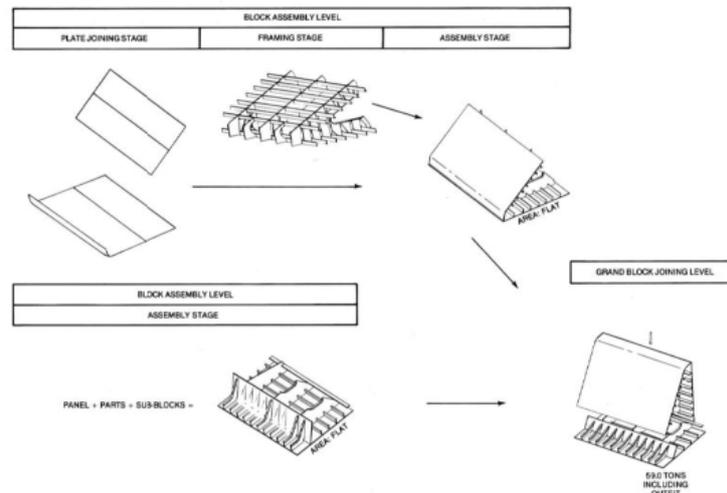
Tingkat *Grand-blok joining* yang berada di luar arus utama diperlukan bila zona divisi dari sebuah kapal besar yang diterapkan pada sebuah kapal kecil untuk mencapai keseimbangan kerja yang seragam. Ukuran blok yang lebih kecil bergabung menjadi *Grand-blok* dalam rangka meminimalkan waktu kerja yang diperlukan dalam pembangunan kapal di landasan pembangunan (*Building berth*) untuk di gabung (*erection*). Pembagiannya berdasarkan tingkat kesulitan di bagi menjadi :

- *Flat panel* (panel datar)
- *Curved panel* (panel kurva)
- *Superstructure* (panel bangunan atas)

Semi-block and Block Assembly dan *Grand-Block Joining* dapat dilihat pada gambar 2.7 dan 2.8



Gambar 3.1 *Semi-block dan Block Assembly*
(Stroch, R.L. 1995. *Ship Production*, second edition)



Gambar 3.2 *Block Assembly dan Grand-Block Joining*
 (Storch, R.L. 1995. *Ship Production, second edition*)

5. Hull Erection

Erection adalah tingkat paling akhir dari konstruksi lambung kapal dimana tingkat kesulitan pada tingkat ini adalah :

- *Fore hull* (bagian depan lambung kapal)
- *Cargo hold* (ruang muat)
- *Engine room* (bagian kamar mesin)
- *After hull* (bagian belakang lambung kapal)
- *Superstructure* (bagian bangunan atas)

Pada tahap ini hanya dibagi menjadi dua jenis pekerjaan yaitu:

- *Erection* (penyambungan)
- *Test* (pengujian)

Pengujian pada tingkat ini seperti tes tangki, sangat penting ketika sebuah produk antara (*interim Product*) selesai. Ini diperlukan untuk pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan sesuai dengan spesifikasi paket. Hasilnya dicatat dan analisis untuk dilakukan perbaikan lebih lanjut.

Pekerjaan *erection* bagian ruang muat (*cargo hold*) dan bangunan atas (*superstructure*) dapat dilihat pada gambar 2.9 dan 2.10

Richard L Storch (1995) menyebutkan *process lane* badan kapal dibagi menjadi beberapa bagian / kategori berdasarkan pada tingkat kesulitan pengerjaannya. Pembentukan kategori blok ini menentukan aliran dari *process lane* yang akan dibuat.

jenis kategori tersebut adalah :

- *Flat panel*, blok – blok dalam jumlah yang banyak dengan proses *assembly* paling mudah. Konstruksinya terdiri dari beberapa bagian pelat datar dengan sedikit pekerjaan fabrikasi yang di *assembly* hanya membetuk geladak, sekat, dasar ganda, dan lambung sisi kapal.
- *Curved shell block*, blok ini sudah terdapat bagian yang melengkung cukup besar sehingga memerlukan pekerjaan *ending* yang cukup lama dan peralatan *bending* yang memadai khususnya pelat lambung kapal bagian depan, bagian belakang dan daerah bilga.
- *Superstructure block*, blok ini terdiri dari pelat – pelat datar yang digabung. Pekerjaannya tidak terlalu sulit dan tidak memerlukan peralatan yang khusus.
- *Engine room* dan *Inner bottom*, blok ini berbentuk datar, tetapi dalam pengerjaannya perlu ketelitian yang tinggi sehingga memerlukan tenaga kerja yang terampil.
- *Special block*, merupakan bentuk blok yang khusus. Yang termasuk kategori blok ini adalah konstruksi kemudi, *hatch coaming* dan lain – lain.

3.3 Kualitas Baja

Pada awalnya badan klasifikasi LR memberikan spesifikasi yang berbeda untuk setiap baja. Namun pada tahun 1959, badan klasifikasi membuat kesepakatan untuk membakukan semua kebutuhan plat. Sekarang ada lima kualitas baja yang berbeda menurut badan klasifikasi dalam konstruksi kapal. Adapun tiap grade di beri perbedaan yaitu grade A, grade B, grade C, grade D, dan grade E. Untuk grade A merupakan baja yang mempunyai kualitas bagus untuk sebuah bangunan kapal. Sedangkan grade B adalah jenis baja ringan yang mempunyai kualitas lebih bagus dari pada baja grade A. Baja grade B merupakan baja dimana tebal platnya yang diperlukan untuk daerah kritis. Sedangkan Grade C,D,dan E memiliki tingkat kelenturan yang baik.

3.4 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah suatu metode pemaparan bagaimana perjalanan aksi hingga timbul reaksi dalam materi, atau metode untuk memperkirakan besar reaksi dan reaksi apa yang timbul dari materi tersebut. Penyelesaian Metode Elemen Hingga menghasilkan persamaan dari masalah yang dianalisa dalam sistem persamaan serentak yang harus diselesaikan. Penyelesaian ini memberikan hasil atau penyelesaian pendekatan dari nilai yang tidak diketahui pada titik tertentu dalam sistem yang kontinyu.

Sistem yang kontinyu adalah istilah dari kondisi struktur atau objek yang sebenarnya. Dalam metode elemen hingga persamaan dari seluruh sistem dibentuk dari penggabungan persamaan elemen-elemennya, untuk masalah struktur : penyelesaian yang di dapat adalah deformasi (displacement) pada setiap titik (nodes) yang selanjutnya digunakan untuk mendapatkan besaran-besaran regangan (strain) dan tegangan (stress).