

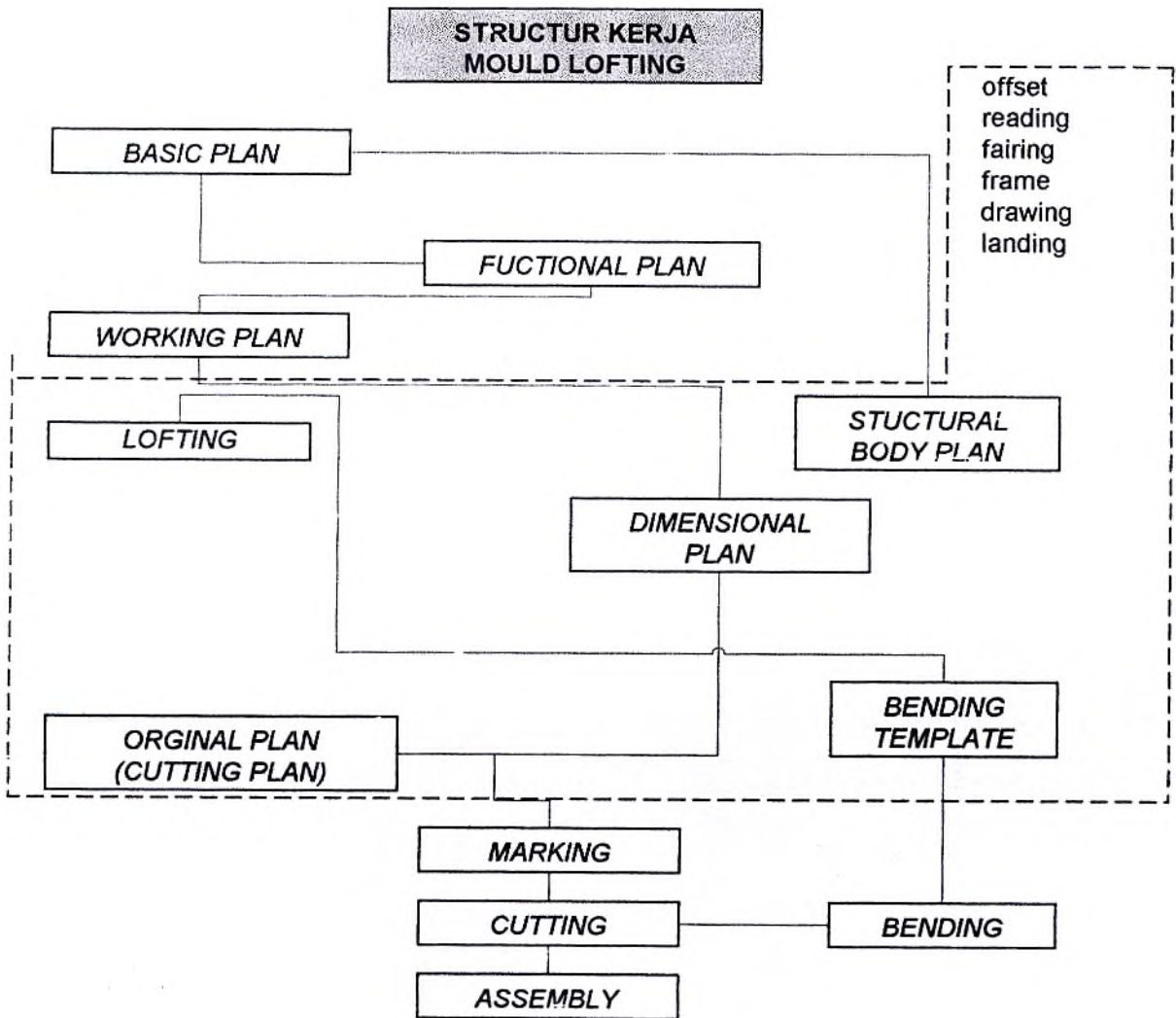
BAB II

TEORI DASAR PENGEMALAN SKALA SEBENARNYA PADA MOULD LOFT FLOOR DENGAN MARKING PADA PELAT.

II.1. Pekerjaan Mould Loft.

Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa pekerjaan *mould loft* merupakan pekerjaan lanjutan dari pekerjaan disain konstruksi lambung. Pada prinsipnya pekerjaan *mould loft* didasarkan pada penggambaran rencana garis pada lantai gambar (*Mould Loft Floor*) dengan skala penuh (1 : 1). Dari gambar ini akan dilakukan pekerjaan *lofting* seperti : membenteng pelat dan bagian konstruksi lainnya, pembuatan rambu film, pembuatan rambu kayu, dan pembuatan *marking list*.

Sebelum melaksanakan pekerjaan , maka ada beberapa gambar serta data lainnya yang merupakan *output* dari bagian perencanaan yang sudah harus disiapkan. Secara sederhana gambar berikut merupakan langkah kerja serta *input* data yang harus diterima mould loft :



Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa :

- *Basic Plan* : adalah perencanaan dasar yang dilakukan oleh bagian perencanaan (*design*) seperti telah diuraikan sebelumnya.
- *Functional Plan* : adalah perencanaan lanjutan yang dilakukan setelah perencanaan dasar (*Basic Plan*). Pada pokoknya *functional plan* dibagi atas 2 bagian utama yaitu :

a. *Key Plan*

adalah perencanaan lanjutan dari *basic plan* pertama untuk bidang konstruksi kapal. Pada perencanaan ini lebih banyak melihat faktor –faktor fasilitas serta kemungkinan kerja dilapangan, sehingga sering juga dilakukan perubahan atas perencanaan dasar.

b. *Yard Plan*

adalah merupakan perencanaan lanjutan dari *Key Plan* yang bersifat lebih mendetail. Perencanaan dalam tahap ini lebih berpedoman pada pembuatan kapal cara praktis.

Working Plan : adalah merupakan perencanaan kerja yang siap untuk dilaksanakan dilapangan. Pada tahap ini dilakukan penggambaran secara detail. Terhadap perencanaan yang telah dilakukan oleh *Key Plan* maupun *Yard Plan*. Dengan demikian tahap ini sering disebut sebagai *Working Drawing*. Gambar-gambar yang telah dibuat disiapkan dengan tanda-tanda yang menunjukkan proses kerja dilapangan.

Dengan demikian , maka gambar-gambar yang diterima oleh *mould loft* adalah :

a. *Basic plans* :

- Gambar rencana garis (*lines Plan*)
- Gambar rencana umum (*general arrangement*)
- Gambar penampang melintang (*midship section*)

- Gambar konstruksi profile (*Profile construction*)
- Gambar rencana geladak (*deck plan*)

b. Functional Plans:

- Gambar bukaan kulit (*Shell expansion*)
- Gambar kerja (*Working drawing*)
- Gambar rencana pemotongan (*Cutting plan*)
- Gambar pembagian blok (*Block division*)
- Daftar material (*Material list*)
- Prosedur pengelasan (*Welding procedure*)

Setelah gambar-gambar tersebut diterima maka pekerjaan *moud loft* dapat dilaksanakan. Urutan pekerjaan pada *mould loft* secara garis besar dapat dibagi atas dua tahap yaitu :

a. Tahap pekerjaan dasar.

Pekerjaan dalam tahap ini pada pokoknya adalah pembuatan gambar rencana garis sekaligus rencana rencana nyata dari kapal dengan skala sebenarnya pada lantai gambar. Pekerjaan ini merupakan dasar pekerjaan pengembangan selanjutnya. Urutan pekerjaan dalam tahap ini adalah sebagai berikut :

- i. Penggambaran rencana garis.
- ii. Penggambaran *structur profile* bagian dalam pada *body plan* (*Inner structure*).

iii. Penggambaran semua lajur pelat sambungan-sambungannya pada

body plan.

iv. Pemberian nomor dan penandaan pada gambar yang telah dibuat (*point c, d, dan e*) untuk setiap titik ordinat yang ada. Hubungan titik-titik tersebut sehingga diperoleh kurva untuk garis air, *frame* dan *buttock*

b. Tahap Pekerjaan Pembentangan.

Dalam tahap ini dilakukan pekerjaan – pekerjaan yang hasilnya adalah merupakan petunjuk pada pekerjaan di lapangan. Pekerjaan dalam tahap ini meliputi

- i. Pembuatan pembentangan atau bukaan dari bagian – bagian kapal untuk mengetahui ukuran dan bentuk sebenarnya berdasarkan pada gambar rencana garis dan *working drawing*.
- ii. Pembuatan rambu film.
- iii. Pembuatan making list.

II.2. Proses penggambaran rencana garis dalam skala penuh.

Penggambaran rencana garis pada lantai gambar dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

- a. Bagilah ruangan atau lantai gambar sehingga dapat digambarkan semua proyeksi yang ada pada rencana garis.
- b. Buatlah garis dasar sebagai acuan untuk penggambaran selanjutnya.

- c. Buatlah garis air dan garis *buttock* secara tegak lurus pada proyeksi *body plan* sebagai jaringan untuk penggambaran garis ordinat, *camber* dan *profil – profil* lainnya.
- d. Buatlah garis *buttock* dan garis – garis ordinat (*frame*) secara tegak lurus pada proyeksi pandangan setengah lebar (*half breadth plan*) sebagai jaringan untuk penggambaran garis air (*water line*).
- e. Buatlah garis air dan garis ordinat (*frame*) secara tegak lurus pada proyeksi pandangan samping sebagai jaringan untuk penggambaran garis *buttock*, *sheer*, *deck plan*, *stem* dan *stern*.
- f. Masukkan ukuran dari *table offset* ketiga proyeksi tadi (point c, d dan e) untuk setiap titik ordinat yang ada. Hubungkan titik – titik tersebut hingga di peroleh kurva untuk garis air, *frame* dan *buttock*.
- g. setelah semua garis yang ada pada gambar rencana garis dibuat, maka dilakukan pemeriksaan ketiga proyeksi tersebut, sehingga didapatkan ketepatan dan keselarasan garis-garis tersebut diatas. Sesudah itu akan dibuat *table offset* yang baru dan disesuaikan dengan rencana garis yang baru dibuat dengan skala penuh (1:1).

Dalam proses penggambaran ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan juga yaitu :

- i Apabila ukuran kapal yang akan digambarkan lebih besar dari luas lantai yang tersedia dan untuk memperhemat tempat, maka gambar yang akan dibuat dapat

ditumpang tindihkan satu sama lainnya dari ke tiga proyeksi yang ada, dengan bagian *paralel middle bodynya* tidak perlu digambarkan. Dalam hal ini penggambaran dapat dilakukan dengan warna cat yang berbeda.

- ii Penggambaran proyeksi pandangan samping dan pandangan atas adalah lebih baik mengacu pada gambar *proyeksi Body plan*. Hal ini dimaksudkan untuk memperkecil kesalahan penggambaran.
- iii Untuk penggambaran nyata dari perencanaan garis tersebut, maka dibuat juga semua garis dari bagian-bagian konstruksi yang ada didalam lambung kapal dan garis-garis sambungan pelat sesuai petunjuk dari gambar-gambar perencanaan.
- iv Untuk mencegah terhapusnya garis-garis gambar yang telah dibuat pada lantai gambar, maka adalah lebih baik dilapisi dengan pernis.

II.3. Proses pembuatan rambu untuk metode *Roll Line* dan *Metode Base Line*.

Rambu kayu dan film, *marking list* dan *mock up* (sistim proyeksi langsung dari rencana garis *body plan* dan *buttock line*) dimaksudkan untuk memperjelas bentuk dan ukuran sebenarnya dari bagian-bagian kapal yang dibuat serta untuk mempermudah proses fabrikasi. Hal ini dilakukan setelah dibuat gambar bukaan pada lantai gambar yang mengacu pada gambar rencana garis. Pekerjaan bukaan tersebut dimaksudkan untuk memperjelas ukuran dan bentuk benda yang sebenarnya dengan harapan memperkecil penyimpangan atau kesalahan ukuran yang dimaksud.

Ketelitian dari pembuatan rambu, *marking list* dan *mock up* adalah tergantung dari ketelitian kerja dan dipengaruhi juga oleh kualitas bahan dasarnya.

a. Pembuatan rambu film dengan *metode base line*.

Rambu film merupakan lembaran datar yang terbuat dari lembaran *polyester*, yang digunakan untuk mencetak ulang bentuk dari komponen-komponen kapal yang telah dibentangkan dengan metode-metode yang ada, dengan menggunakan skala penuh.

Pekerjaan ini dilakukan dengan sangat teliti sebab merupakan petunjuk untuk pekerjaan fabrikasi. Hal ini dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

- i. Buatlah sumbu ordinat dengan garis axisnya adalah garis dasar dari metode bukaan yang digunakan dengan *metode base line*.
- ii. Tentukanlah jarak *frame* sebenarnya pada garis tersebut.
- iii. Pindahkanlah ukuran *upper seam* (batas sambungan atas) & *lower seam* (sambungan bawah) dari bagian yang dibuka, dengan cara : proyeksi langsung pada *buttock line* dengan tegak lurus atau meyiukkan langsung pada setiap garis ordinat dengan jaraak proyeksi yang sama besarnya yang kemudian dilakukan menggunakan *batten* (kayu tipis) yang dilengkungkan sesuai bentuk gading, kemudian tandailah semua garis yang memotong garis-garis frame tersebut.

- iv. Pindahkanlah ukuran-ukuran tersebut pada rambu film dengan garis *axis* sebagai acuan untuk menentukan *upper seam* dan *lower seam*. Pemindahan ukuran tersebut dilakukan dengan cara melengkungkan *batten*, dimana pada garis *axis batten* (kayu tipis) ditekan, kemudian pada *upper seam* maupun *lower seam batten* digoreskan sehingga membekas pada rambu film. Lakukanlah hal yang sama untuk semua garis *frame* dan batas sambungan (*after butt* maupun *fore butt joint*) yang terlibat dalam bukaan.

b. Pembuatan rambu film dengan menggunakan metode Roll Line.

- i. Pindahkanlah jarak gading sebenarnya pada *upper seam* atau *lower seam* sesuai bukaan yang telah dilakukan, dimana gading tengah dijadikan sebagai patokan pemindahan ukuran tersebut. Hal ini dilakukan dengan cara seperti diatas, hingga berpotongan dengan apa yang telah di buat. Hubungkanlah titik-titik potong tersebut, maka akan diperoleh bentuk dari *upper seam* dan *lower seam*.
- ii. Dengan menggunakan *batten* (kayu tipis) digambarkan bentuk *frame*, garis sambungan pada rambu film dengan kelengkungan sesuai dengan *back set* yang telah dibuat untuk masing-masing *frame*. Hal ini dilakukan dengan mengacu pada garis dasar.

- iii. Setelah bentuk dari bagian yang dibuka telah dibuat pada rambu film, maka langkah berikutnya adalah menulis tanda-tanda (*marking*) dengan mengacu pada *working drawing* dan *material list*.
- iv. Dilakukan pemeriksaan secara menyeluruh terhadap apa yang dibuat.

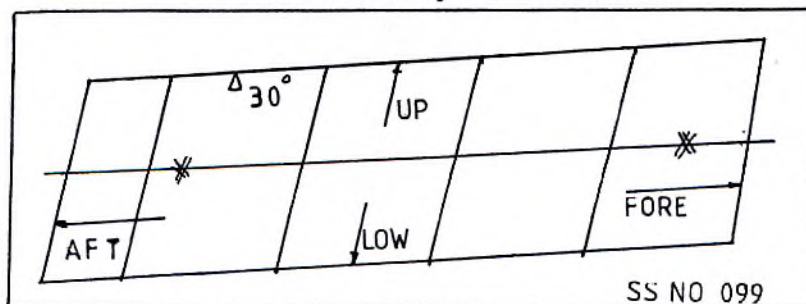
Keuntungan dan kerugian dari rambu film tersebut adalah :

- Keuntungan :

1. Mudah dalam pembuatan
2. Tidak mengalami deformasi karena cuaca.
3. Tidak mudah rusak dan mudah disimpan tanpa memerlukan tempat yang besar.
4. Mempermudah pekerjaan karena tembus pandang.

- Kerugian : - Harganya mahal.

Contoh dari rambu film dapat dilihat dibawah ini :



Gambar rambu film

Keterangan gambar :

s.No. 099 : Nomor kapal yang dibuat.

SS : Nama *blok side shell*

C1 : Nomor bagian dari pelat yang dibuka, sesuai dengan *material list* dari *working drawing*

PL 10 : Tabel pelat yang dipakai 10 mm.

P1/S1 : Letak komponen yang dibuka pada sisi kiri dan sisi kanan, masing - masing = 1

Q2 : Jumlah (*quality*) dari komponen yang dibuka adalah 2

: Pemotongan pinggiran pelat dengan sudut bevel 30° dari arah penandaan.

: Garis lurus

: Batas batang

: Posisi dari peletakan ketebalan *frame*

UP-MA: Penandaan dari atas

Out – Bend : Pembentukan (*Bending*) arah keluar

b. Pembuatan rambu kayu.

Bagian pelat kulit pada kapal hampir seluruhnya memiliki kelengkungan, terutama kapal-kapal cepat dengan *coefficien midship* (Cm) dan *coefficien block* (Cb) yang kecil. Untuk memudahkan proses perakitan, maka pelat-pelat tersebut sudah harus dibentuk sesuai yang diinginkan pada bengkel fabrikasi. *Mould loft* mempersiapkan petunjuk untuk pembentukan pelat tersebut melalui rambu kayu. Bahan dasar untuk rambu kayu, pada umumnya dari *plywood* atau kayu "basa" yang

gunanya untuk mengurangi terjadinya deformasi pada saat pengemalan pola dengan ketebalan ± 10 mm, dimana makin besar suatu rambu, maka makin tebal juga ukurannya. Untuk menghindari terjadinya penyimpangan terhadap bentuk pada rambu ini, maka dilakukan pengikatan melintang atau diagonal. Untuk pengikatan dapat dilakukan dengan mengelem atau dipaku. Kelengkungan dari permukaan rambu dibuat berdasarkan bentuk gading yang terlihat dalam bukan pada body plan. Hal ini dilakukan dengan mensejajarkan rambu pada garis-garis frame.

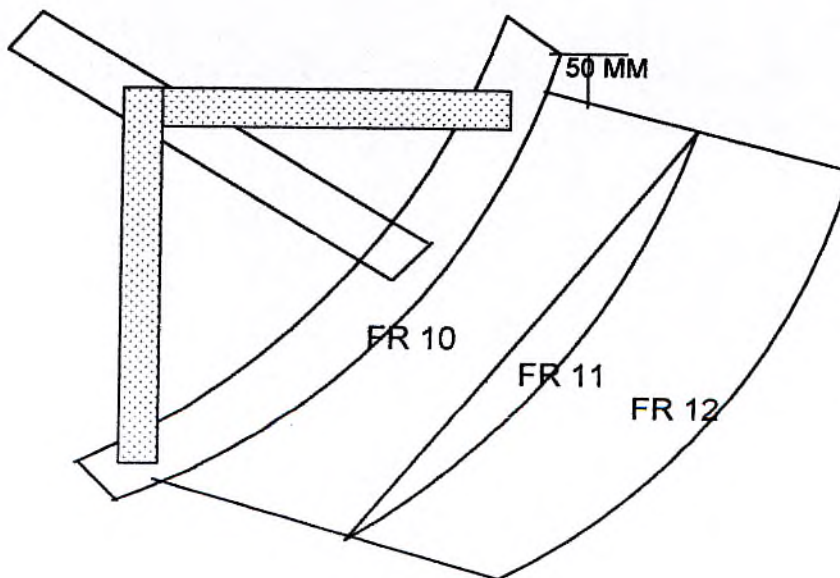
Pada umumnya rambu kayu dibuat cembung kearah keluar, hal ini beralasan karena kebanyakan pelat kulit melengkung kearah keluar, karena proses penandaan pada pelat biasanya dilakukan pada permukaan bagian dalam, sehingga rambu kayu dapat ditempatkan dengan baik pada posisinya pada waktu membending. Hal ini dimaksudkan pula untuk mempermudah proses pembuatan rambu iti sendiri serta ketelitian dari permukaan rambu. Jumlah rambu untuk satu bagian pelat yang dibentuk biasanya tergantung dari jumlah gading ditambah kedua batas sambungan pelat (*after dan fore butt*). Rambu kayu dibuat dengan panjang sesuai ukuran pelat secara melintang dengan toleransi kelebihan pada ujung-ujungnya adalah tidak kurang 50 mm dari tepi pelat,. Lebar dari rambu kayu adalah tidak kurang dari 100 mm. Kandungan air yang diizinkan pada bahan dasar dari rambu kayu adalah 8-10 %, hal ini dimaksudkan apabila rambu kayu dapat perlakuan panas, maka tidak berpengaruh pada perubahan bentuk kelengkungannya.

Pembuatan rambu kayu dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut

- i. Dengan menggunakan lembaran *polyester*, bentuk lengkung dari *frame* yang akan dibuat kelengkungannya ditandai berupa titik-titik. Penandaan juga dilakukan pada bagian *upper seam* dan *lower seam*
- ii. Lembaran *polyester* tersebut diletakan diatas lembaran *plywood* dan ditandai dengan penitik. Selanjutnya bekas titik-titik yang dipindahakan dihubungkan dengan bantuan *batten*.
- iii. *Plywood* dipotong sesuai dengan bentuk garis yang ada, kemudian diberikan kelebihan 90 – 100 mm yang diukur tegak lurus setempat pada garis tersebut dan dipotong sejajar dengan garis itu juga.
- iv. Tandailah bagian atas sambungan (*upper seam*) dan bawah sambungan (*lower seam*) dan juga *straight line*-nya.
- v. Buatlah garis tegak lurus terhadap garis yang menghubungkan kedua batas sambungan yang ada, dan berpotongan terhadap titik yang menghubungkan garis lurus. Selanjutnya tempatkan potongan *plywood* yang lain (dimana salah satu sisinya harus lurus) behimpit dengan garis tegak lurus tersebut, kemudian diberi penguat yang lain dan dipaku. (lihat gambar hlm 20)
- vi. Karena pelat kulit tidak hanya memiliki kelengkungan melintang saja, tetapi memanjang kapal, maka perlu juga ditentukan suatu *check line* yang disebut *mitoshi* yang akan menjadi indikasi kelengkungan memanjang.

- vii. Mitoshi pada rambu kayu untuk kedua rambu yang paling ujung diambil sesuai standard : 150 – 200 mm,
- viii. Setelah selesai menentukan *mitoshi*, rambu tersebut demarking yang berisi : nomor kapal, nama *block*, nama komponen, arah *bending*, arah *marking* dan nomor *frame* rambu.
- ix. Menentukan *fitting angle* yaitu sudut kelengkungan rambu terhadap pelat hasil bentangan pada waktu membending.
- x. Pemeriksaan secara menyeluruh dari hasil pekerjaan yang dilakukan diatas.

Gambar :



11.4. Proses pembuatan *marking list* untuk metode *Roll Line* dan *Base Line* pada bukaan kulit.

Pada *marking list* dengan menggunakan metode *Roll Line* dan *Base Line* perbedaannya hanya sedikit dengan maksud tujuan sama . untuk *marking list* Metode *Roll Line* penerapannya bisa langsung ke *body plan*, sedangkan *marking list* untuk Metode *Base Line* penerapannya langsung dari hasil proyeksi *buttock line*. dan untuk bagian komponen-komponen bukaan kulit kapal dilakukan pada kertas kalkir berukuran folio lengkap dengan ukuran dan tanda-tandanya (*symbol marking*).

Marking list ini dibuat dengan maksud untuk mengembangkan bukaan kulit yang mempunyai bentuk tidak teratur, sehingga dapat langsung digambarkan sesuai ukuran dari *body plan* dan *buttock line* , dengan mengacu pada *Mould Loft floor* . Dalam pembuatan *marking list* ini seorang pelaksana dituntut mampu menguasai dan mengerti pembacaan gambar kerja (*working drawing*) serta proyeksi gambar khususnya dalam bukaan kulit.

Pembuatan *marking list* dapat dibuat dengan prosedur sebagai berikut:

- i. Siapkan kertas kalkir ukuran folio (*marking list table*), seta semua peralatan dan bahan yang diperlukan.
- ii. Tuliskan identitas dari komponen bukaan kulit yang akan di buat
- iii. Perhatikan posisi atau letak dan bentuk elemen-elemen apa saja yang menempel pada panel dari bagian atau blok dari bagian yang akan di-*list*

tersebut, sedangkan ukuran dapat dilihat pada *material list* serta standar yang digunakan.

- iv. Catatlah pada format bagian atas dari kertas yang akan dibuat *marking list*, hal-hal sebagai berikut :
 - Nomor kapal yang sedang dibangun
 - Nomor blok
 - Material
 - Nama pembuat
 - Nama pemeriksa
 - Tanggal dikeluarkan
- v. Kalkulasikan ukuran pelat/*profile* yang akan dibuat *marking list*nya dari ukuran-ukuran yang ada pada gambar kerja (*working drawing*) serta daftar material (*material list*).
- vi. Gambarkan komponen-komponen yang dibuatkan *marking list*-nya.
- vii. Berikanlah ukuran yang sebenarnya, tanda-tanda pengerjaan tanda-tanda posisi serta simbol-simbol penandaan yang lain.
- viii. Pemeriksaan secara menyeluruh dari hasil pekerjaan yang dilakukan diatas.