23.134/H/05

MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

TUGAS AKHIR

(LK 1347)

RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN PROSES *NESTING* PELAT BERBASIS BLOK

RSPe
623.82
Iri
r-1
2005

PERPUSTAKAAN
I T S

Tgl. Terima	5-8-2005
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	222908

OLEH :

M ARIF IRIANTO

4199 100 034

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

2005

RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN PROSES *NESTING* PELAT BERBASIS BLOK

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik Perkapalan

Pada

Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Mengetahui / Menyetujui :

Dosen Pembimbing

Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.

NIP : 131 651 444

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005

RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN PROSES *NESTING* PELAT BERBASIS BLOK

TUGAS AKHIR

Telah Direvisi Sesuai Dengan Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir

Pada

Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Mengetahui / Menyetujui :

Dosen Pembimbing

Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP. 131 651 444

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005

ABSTRAK

Dalam sebuah pembangunan kapal baru selalu diusahakan untuk meningkatan kualitas dan efisiensi produksi dengan cara memperkecil pekerjaan ulang, memperkecil biaya (cost), mempersingkat waktu pekerjaan. Upaya-upaya yang dilakukan pihak pembangun kapal, (dalam hal ini adalah pihak galangan kapal) dalam memenuhi target diatas sangat bermacam. Metode-metode baru yang dikembangkan juga sangat beragam, mulai dari yang sederhana sampai yang kompleks. Semua ini dikembangkan terus menerus dengan penekanan pada efisiensi produksi.

Metode pembangunan kapal dengan sistem blok sangat dikenal karena memiliki efisiensi waktu kerja yang tinggi. Namun bagaimana dari segi efisiensi bahan?, adanya waste atau sisa material pada proses pembuatan komponen kapal adalah suatu hal yang tidak dapat dihindarkan, namun adanya waste bisa direduksi dengan penerapan metode-metode baru berbasis efisiensi. Penggunaan material sisa kembali merupakan salah satu cara untuk meminimalisir keberadaan waste.

Dengan mengetahui jalannya pembangunan kapal berbasis sistem blok dan dengan mengetahui komponen-komponen kecil dari kapal, dan juga dengan mengetahui material-material waste atau sisa, maka kita dapat menyempurnakan sistem pembangunan kapal berbasis blok dari segi efisiensi bahan dengan menggunakan kembali material waste untuk membentuk komponen-komponen kecil dari kapal.

Pembuatan sistem informasi berbasis program komputer dirasa perlu untuk membantu memecahkan masalah ini.

ABSTRACT

In every new ship building project, always concerned to increase quality and efficiency produce by minimizing rework, minimizing cost, reducing work time. Efforts conducted by party of ship constructor (dockyard) in fulfilling above goals very immeasurable. New methods developed also very immeasurable, start from simple until complex. All this developed continuously with the emphasis at efficiency produce.

Ship building method with the block system very recognized because owning high in working efficiency. But how about the material efficiency?, existence of the rest of material (waste) at process of ship component cannot be obviated, but the existence of waste can be reduced by applying new methods based on efficiency. Reuse of waste material is one of the way to reduce the existence waste.

By knowing the process of ship building based on block system, tiny components of a ship, and also waste material, we can complete the system of ship development base on block from material efficiency's side by using waste material to form the small component from ship.

Making of information system based on computer program, is important to solve the problem.

KATA PENGANTAR

Syukur Allhamdulillah kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tanpa hambatan dan rintangan yang berarti.

Tugas Akhir ini kami kerjakan selama kurang lebih 8 bulan, selama kuran waktu itulah banyak pihak yang membantu penulisan tugas akhir ini baik secara langsung ataupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., PhD. selaku dosen pembimbing yang sekiranya telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dengan penuh kesabaran hingga tugas akhir ini selesai.
2. Bapak Ir. Ali Imron selaku pembimbing program yang telah meluangkan banyak waktu membimbing penulis dalam menyelesaikan program komputer mulai dari dasar hingga penulis dapat menyelesaikan program ini.
3. Ir. Triwilaswandio W.P.,MSc, selaku ketua jurusan teknik perkapalan atas saran –saran yang diberikan pada waktu pembuatan proposal.
4. Ir Sjarief Widjaja atas waktu, dan saran-sarannya pada saat pembuatan proposal.
5. Ir I G M Santosa, selaku dosen wali penulis selama mengikuti pekuliahan terima kasih atas kesabarannya membimbing selama hampir 6 tahun.

6. Bp Bambang Djunaedi, selaku assisten manajer production drawing PT PAL yang telah banyak membantu pada saat survey dan pengambilan data.
7. Bp Ir Mustain, selaku pembimbing di PT PAL, terima kasih atas saran-sarannya, dan atas ide-idenya yang secara tidak langsung menyumbang dalam penulisan tugas akhir ini.
8. Bp Ir Taufik selaku manager SP & CS PT PAL, atas diperbolehkannya penulis untuk mengambil data.
9. Mas Sugeng, selaku karyawan PT PAL , rekan perkuliahan, dan teman diskusi bagi penulis yang secara langsung memecahkan problem selama penulisan tugas akhir ini.
10. Seluruh staf, dosen dan karyawan teknik perkapalan ITS yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu selesainya tugas akhir ini.
11. Pak Ghozi dan Bu Ghozi, selaku ebes dan emesku yang tercinta, terima kasih atas doa dan dukungan selama penyelesaian perkuliahan dan tugas akhir ini.
12. Kakak dan adikku, mas Andi, mbak Mia dan Ipul, sebagai peserta kompetisi skripsi.
13. Farid, Desmond, Deni, sebagai tim penguji kesabaran.
14. Semua sodara-sodara SS Perkapalan, baik yang alumni ataupun yang mau menyusul, dukungan dari kalian sangat membantu.

15. Sodara-sodara cangkruk & VOC yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
16. Arek-arek Klasik Nine: Dito, Vito, Irul, Reno, Cha-cha, Hanum, Yuli, Laksmi, Donna. Atas dukungan yang sudah diberikan, tanpa kalian penulis tidak mampu mambaca literatur asing.
17. Teman seperjuangan, Arif Kiki', Aziz dan Durna yang jadi temen nunggu Pak Dju.
18. Semua pihak-pihak, yang berjasa secara langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan sarannya yang membangun sangat penulis tunggu, demikian akhir kata semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juni 2005

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak i

Absract ii

Kata pengantar iii

Daftar isi vi

Daftar gambar ix

BAB I PENDAHULUAN I.1

1.1 Latar Belakang Masalah I.1

1.2 Perumusan Masalah I.5

1.3 Tujuan Penulisan I.5

1.4 Batasan Masalah I.6

1.5 Metodologi Penelitian I.6

1.6 Sistematika Penulisan I.8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA II.1

2.1 Teknologi Pembangunan Kapal II.1

2.1.1 Proses Pembangunan Kapal Baru II.1

2.1.2 Organisasi Dalam Proses Produksi II.3

2.1.3 Metodologi Pembangunan Kapal Baru II.4

2.1.4 *Block Construction Method* II.5

2.1.4.1 *Parts Fabrication* II.9

2.1.4.2 *Parts assembly* II.12

2.1.4.3 *Sub Block Assembly* II.12

2.1.4.4 *Block Assembly* II.13

2.1.4.5 *Erection* II.13

2.2 Konsep Dasar Sistem II.16

2.3 Konsep Dasar Manajemen II.17

2.4 Efisiensi Dalam Industri II.20

2.4.1 Mengenali *waste* II.20

2.5 Sistem Informasi Berbasis Komputer II.21

2.5.1 Perangkat Lunak *Nesting* Pelat II.21

2.5.2 AutoCAD Sebagai Alat Desain II.24

BAB III PENGUMPULAN DATA DAN ANALISA SISTEM III.1

3.1 Organisasi Galangan III.1

3.2 Sistematika Pembangunan Kapal Baru III.4

3.3 Sistematika Desain *Nesting* III.7

3.4 Sistematika Proses *Nesting* Pelat III.12

3.5 Penggunaan Komputer Sebagai Alat Bantu III.14

3.5.1 Sistem Komputerisasi Tahap Desain *Nesting Drawing* III.14

3.5.2 Sistem Komputerisasi Tahap Proses *Nesting* III.15

BAB IV PERENCANAAN SISTEM IV.1

4.1. Pengoptimalan *Layout* IV.1

4.2. Modifikasi Proses Produksi IV.4

4.3. Sistem Informasi Pendukung IV.6

4.4. Penggunaan AutoLISP Sebagai Alternatif Solusi IV.7

BAB V IMPLEMENTASI..... V.1

5.1 Penggabungan Komponen di dalam satu *layout nesting*..... V.1

5.2 Menjalankan Perangkat Lunak Pada Tahap Desain V.8

5.3 Kesalahan Pada Pengoperasian Perangkat Lunak..... V.25

5.4 Mengaktifkan Program ***wasteku.lsp*** Secara Otomatis V.26

BAB VI EVALUASI SISTEM..... VI.1

6.1 Kelayakan Sistem Komputer Manajemen Nesting.....VI.1

6.2 Kendala Yang Dihadapi VI.2

6.3 Strategi Implementasi VI.2

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN VII.1

7.1 Kesimpulan..... VII.1

7.2 Saran..... VII.2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Model Konseptual I.4

Gambar 1.2 Diagram Metodologi dan Analisis I.8

Gambar 2.1 Diagram Metode Pembangunan Kapal II.9

Gambar 2.2 *Flow Chart* Pembangunan Kapal II.14

Gambar 3.1 Struktur Organisasi Divisi III.2

Gambar 3.2 Diagram Pembuatan *Production Drawing* III.8

Gambar 3.3 Informasi Yang Didapat dari *Nesting Drawing* III.10

Gambar 3.4 *Waste* ditahap *Nesting Drawing* III.11

Gambar 3.5 Kerangka Proses *Nesting* Pelat III.13

Gambar 4.1 *Layout Nesting* pelat 12 mm blok DB5C IV.2

Gambar 4.2 *Layout Nesting* pelat 12 mm blok DB6W IV.2

Gambar 4.3 *Layout Nesting* pelat 12 mm blok DB6W dan DB5C IV.2

Gambar 4.4 Diagram Proses Produksi IV.5

Gambar 4.5 Perhitungan Kurva IV.9

Gambar 4.6 Empat Tipe Bidang IV.11

Gambar 4.7 *Flow Chart* Sistem Komputer Baru IV.15

Gambar 5.1.1 *Layout* DB5W pelat 12 mm V.2

Gambar 5.1.2 *Layout* DB5C pelat 12 mm V.2

Gambar 5.1.3 *Layout* DB6W pelat 12 mm V.3

Gambar 5.1.4 *Layout Nesting* pelat12 mm blok DB6C V.4

Gambar 5.1.5 *Layout* Gabungan DB5w, DB5C, DB6W V.5

Gambar 5.1.6 *Layout Nesting* pelat 12000 x 1820 x 14,5 blok DB5C V.6

Gambar 5.1.7 *Layout Nesting* pelat 6000 x 1500 x 14,5 blok DB6W V.6

Gambar 5.1.8 *Layout* Gabungan Pelat 14,5 milik DB5C & DB6W V.7

Gambar 5.2.1 Tampilan Mengenai AutoCAD 2002 ..... V.9

Gambar 5.2.2 Ruang Kerja AutoCAD V.10

Gambar 5.2.3 Cara AutoCAD me-*load* fitur AutoLISP V.11

Gambar 5.2.4 Tampilan menu ***Load Application*** pada AutoCAD V.12

Gambar 5.2.5 Cara Memanggil Program bantu V.13

Gambar 5.2.6 Perintah Untuk Memasukkan Titik Pertama V.14

Gambar 5.2.7 Perintah Untuk Memasukkan Titik Kedua V.15

Gambar 5.2.8 Tampak informasi pada baris ***command*** V.16

Gambar 5.2.9 Tampak Perintah Untuk Memasukkan Titik Kedua V.17

Gambar 5.2.10 Tampak Informasi Berupa Lebar Pelat V.18

Gambar 5.2.11 Pemilihan Obyek Komponen V.18

Gambar 5.2.12 Tampak Layer Semua Mati V.19

Gambar 5.2.13 Semua Obyek Yang Bersinggungan V.20

Gambar 5.2.14 Semua Obyek Komponen Telah Diseleksi V.21

Gambar 5.2.15 Pertanyaan Ya atau Tidak V.22

Gambar 5.2.16 Perintah Untuk Memasukkan Obyek Lubang V.23

Gambar 5.2.17 Hasil Akhir Yang Didapat V.24

Gambar 5.3.1 Kotak Dialog yang menampilkan kesalahan *Input* V.25

Gambar 5.4.1 Menu ***Startup Suite*** V.26

Gambar 5.4.2 Menu ***Add File to Startup Suite*** V.27

Gambar 5.4.3 ***List of Application*** V.28

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam suatu proses produksi kapal, terutama dalam memproduksi lambung kapal, hampir dipastikan terdapat material sisa yang terbuang. Keberadaan material sisa atau yang biasa disebut *waste* memang tidak dapat dihindari namun dapat diminimalkan.

Salah satu metode yang diaplikasikan pada proses pembangunan kapal oleh galangan kapal biasanya metode blok, yaitu kapal dibagi menjadi blok-blok yang terdiri dari seksi-seksi, agar dalam pembangunannya memiliki waktu yang cepat. Apabila ditilik dari komponennya, maka konstruksi lambung kapal sendiri terdiri dari bermacam-macam bentuk dan ukuran komponen. Komponen yang dimaksud disini adalah komponen yang dibentuk dari selembar pelat, misalnya: gading, *bracket*, wrang, dan sebagainya. Karena biasanya pembuatan kapal dilakukan secara per blok, maka demikian pula pembagian komponennya.

Pembagian komponen-komponen ini biasanya mengacu pada pembangunan blok-blok kapal, misalnya: untuk blok 1 komponen yang dibutuhkan sekian, untuk blok 2 komponen yang dibutuhkan sekian. Dalam memproduksi komponen-komponen ini selembar pelat di-*marking* sesuai bentuk dan ukuran komponen, kemudian di-*cutting* dengan menggunakan mesin potong pelat. Proses *marking* dan *cutting raw material* menjadi komponen kapal ini lebih

umum disebut *nesting* pelat. Kontribusi *waste* terbesar dalam suatu produksi kapal berasal dari *nesting* pelat. Sisa-sisa hasil *nesting* inilah biasanya menjadi *waste* dan langsung dibuang. Hal ini merupakan suatu kerugian karena besar kemungkinan material sisa ini masih dapat digunakan untuk membuat komponen di blok-blok lain.

Permasalahan ini dirasa cukup untuk mengurangi efisiensi dilihat dari segi penggunaan material, terlebih dengan kurangnya kontrol terhadap material sisa yang dihasilkan dan kurangnya sistem informasi yang menunjang untuk efisiensi penggunaan material.

Solusi awal dari permasalahan ini adalah penggunaan material secara lebih maksimal, hal ini merupakan suatu pemecahan awal yang sangat mungkin dilakukan oleh galangan. Namun kendala lain yang mungkin timbul adalah kurangnya sarana dan prasarana pendukung seperti sistem informasi. Pada penulisan tugas akhir ini, akan dibahas mengenai permodelan *nesting* dan akan dibuatkan sarana penunjang solusi permasalahan dalam bentuk suatu sistem informasi yang diharapkan dapat menunjang terciptanya suatu proses *nesting* yang efisien. Sistem informasi ini bekerja pada tahap awal dimana proses *nesting* masih dalam tahap pembuatan desain. Sistem informasi ini menggunakan *tools* komputer sebagai alat bantu sehingga proses perhitungan dapat berlangsung cepat. Sistem informasi berbasis komputer ini juga fleksibel, dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pihak galangan. Dalam penulisan tugas akhir ini hasil akhir yang didapat adalah pembuatan solusi dalam bentuk sistem informasi berbasis

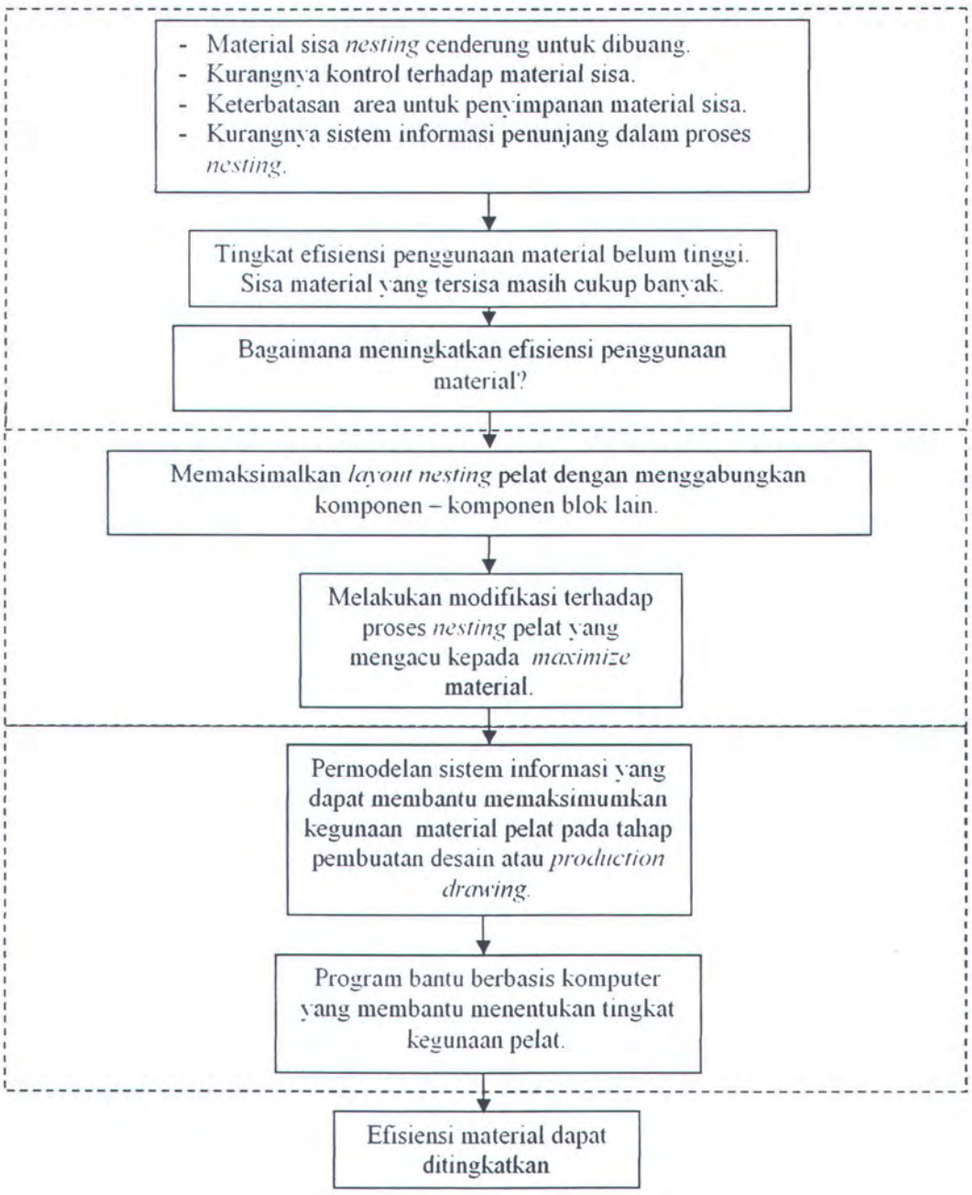
komputer yang dapat membantu memaksimalkan penggunaan pelat pada proses *nesting*.

Maksimalisasi penggunaan material pelat dapat dilakukan dengan cara menggabungkan komponen-komponen dari blok lain yang memiliki tebal sama kedalam satu *layout nesting*. Sehingga tingkat kegunaan material pelat dapat tinggi. Pada penulisan tugas akhir ini akan dibuat suatu sistem informasi yang dapat menentukan tingkat kegunaan material pelat.

Model konseptual tentang topik Tugas Akhir ini dibuat sebagai gambaran awal dalam memecahkan permasalahan. Hal ini berdasarkan kondisi riil di lapangan. Pada akhir konseptual dijelaskan pula maksud dan tujuan akhir dalam memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan efisiensi proses *nesting*.

PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

Model Konseptual
Rancang Bangun Sistem Manajemen Proses Nesting
Pelat Berbasis Blok
Studi Kasus : Galangan PT PAL Surabaya



Gambar 1.1 Model Konseptual

1.2 Perumusan Masalah

Dari penjabaran singkat diatas maka kita dapat merumuskan permasalahan yang akan dipecahkan dalam penulisan tugas akhir ini.

1. Bagaimanakah upaya untuk meningkatkan sekaligus memaksimalkan kegunaan pelat pada tahap desain *nesting?*
2. Bagaimana mengimplementasikan permodelan diatas dalam suatu sistem komputer atau *database* komputer dan layakkah sistem komputer yang sedang dikembangkan ini berjalan dan membantu proses *nesting*?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan utama dalam penulisan tugas akhir ini adalah meningkatkan efisiensi dalam penggunaan material di proses *nesting* pelat. Tujuan utama ini dapat dicapai melalui tujuan khusus berikut:

1. Untuk mendapatkan utilitas penggunaan material pelat yang lebih tinggi dengan menggabungkan komponen – komponen dari beberapa blok untuk dibuat di dalam satu proses *nesting*.
2. Untuk memanfaatkan suatu sistem informasi baru berbasis komputer yang dapat membantu memaksimalkan kegunaan material pelat ditahap *nesting*.

1.4 Batasan Masalah

1. Proses *nesting* pelat dilaksanakan dengan asumsi kapal dibangun menggunakan sistem per blok.
2. Studi kasus pembangunan kapal di PT PAL Surabaya.
3. Semua faktor produksi dianggap berjalan ideal.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Studi Literatur

   Penulisan didasarkan pada literatur-literatur yang mendukung permasalahan yang akan dianalisa, yaitu:

   - Dasar –dasar pembangunan kapal berbasis blok
   - Dasar –dasar proses *nesting* pelat
   - Dasar –dasar pengertian tentang sistem dan sistem informasi
   - Prinsip dasar efisiensi dalam industri
   - Dasar –dasar pemrograman komputer berbasis bahasa AutoLISP

2. Perumusan Masalah

   Perumusan dari latar belakang dan analisa permasalahan yang ada.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di galangan PT PAL Surabaya, data yang dibutuhkan, yaitu:

- Dokumen petunjuk pelaksanaan pembangunan kapal berbasis blok.
- Data gambar –gambar nesting pelat berupa *soft copy*.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara:

- Pengamatan langsung.
- Wawancara.
- *Copy* dokumen yang sudah ada.

4. Pemecahan Masalah

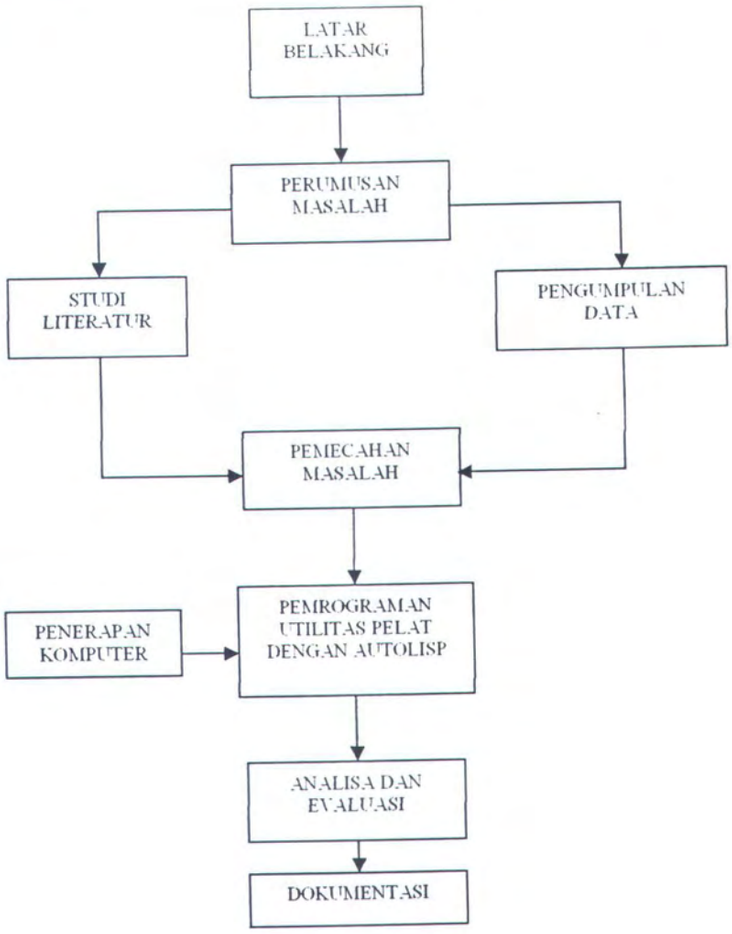
   Permodelan sistem informasi berbasis komputer dilakukan untuk mengetahui akar permasalahan, dan pemecahannya. Pembuatan suatu program berbasis komputer dibutuhkan sebagai bagian dari pemecahan permasalahan. Setelah sistem dibuat, maka kita ambil studi kasus yang berhubungan dengan permasalahan nesting untuk evaluasi.

5. Analisa dan Evaluasi

   Melakukan analisa, evaluasi, dan validasi terhadap sistem informasi yang telah dikerjakan. Dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat membantu memecahkan permasalahan.

6. Dokumentasi

   Melakukan penulisan laporan Tugas Akhir.



Gambar 1.2 Diagram Metodologi dan Analisis

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

- BAB II TINJAUAN PUSTAKA

  Berisi tentang teori –teori penunjang yang digunakan sebagai acuan atau dasar untuk memecahkan masalah.

- BAB III PENGUMPULAN DATA DAN ANALISA SISTEM

  Berisi tentang gambaran umum kondisi galangan beserta sistem yang bekerja dalam proses *nesting*.

- BAB IV PERENCANAAN SISTEM

  Berisi tentang gambaran sistem baru yang ditawarkan dan bagaimana sistem informasi berbasis komputer sanggup membantu dalam proses *nesting*.

- BAB V IMPLEMENTASI

  Berisi tentang cara kerja dan cara pemakaian program berbasis komputer yang telah dibuat.

- BAB VI EVALUASI SISTEM

  Berisi tentang evaluasi kinerja sistem informasi yang telah dibuat dalam penulisan tugas akhir ini.

- BAB VII PENUTUP DAN SARAN

  Berisi tentang kesimpulan dan saran yang mungkin dapat berguna.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TEKNOLOGI PEMBANGUNAN KAPAL

2.1.1 Proses Pembangunan Kapal Baru

Proses pembangunan kapal (*Shipbuilding process*) adalah suatu proses yang kompleks yang melibatkan banyak pihak, dimana keterlibatan satu sama lain sangatlah erat. Proses pembangunan kapal secara garis besar dimulai dari penentuan spesifikasi teknis oleh pemesan sampai penyerahan kapal oleh pihak galangan. Dimana selama proses pembangunan berlangsung terdapat komunikasi dua arah dari pihak pemesan dan galangan kapal, sehingga pada akhir proyek nantinya akan dihasilkan produk yang dapat memberi kepuasan baik dari pihak galangan maupun dari pihak pemesan. Secara umum tahapan-tahapan dalam proses pembangunan kapal dapat diuraikan sebagai berikut (Stoch,1995):

1. Tahap pertama yang dilakukan adalah perumusan permintaan pembeli (seperti tipe kapal yang diinginkan, daerah pelayaran yang akan dilalui, jenis dan jumlah muatan yang dibawa, kecepatan yang diingini, dan sebagainya) Hasil akhir yang dihasilkan pada tahap ini harus bisa menggambarkan apa yang menjadi permintaan *owner*.
2. Tahap kedua, yaitu penentuan awal karakteristik dasar kapal yaitu pembuatan *pre-eliminary design* dan *concept design* yang

merupakan gambaran umum dari kapal yang akan dibangun. Hasil yang diperoleh pada tahap ini sebagai contoh adalah ukuran utama kapal, bentuk lambung kapal, rencana umum, rencana permesinan, kapasitas ruang muat, perlengkapan, dll.

3. Tahap ketiga adalah pembuatan *contract design* yaitu informasi yang lebih detail yang dikembangkan dari *pre-eliminary* dan *concept design*. Informasi yang terdapat dalam *contract design* harus cukup untuk digunakan dalam estimasi material, biaya, dan waktu yang diperlukan dalam pembangunan kapal. Estimasi merupakan bagian yang sangat penting, karena dalam *contract design* disebutkan harga yang berdasarkan estimasi, yang tentunya apabila harga terlalu berlebih dalam estimasi, maka resiko yang dihadapi adalah pihak pemesan membatalkan kontrak, namun apabila estimasi harga terlalu kecil maka resiko yang dihadapi adalah galangan merugi.
4. Tahap keempat adalah tahap penandatanganan kontrak yang dilakuakan setelah estimasi biaya dan waktu pada tahap sebelumnya dapat disetujui oleh pemesan.
5. Tahap kelima adalah tahap pembuatan *design, planning,* dan *scheduling* yang lebih detail. Karena proses pembuatan kapal melibatkan banyak komponen yang harus dibeli dan dibuat

digalangan, maka *planning* yang sangat detail diperlukan untuk pelaksanaan produksi.

6. Tahap keenam adalah tahap terakhir dimana pelaksanaan produksi berlangsung berdasarkan pada informasi-informasi mendetail yang didapatkan pada tahap-tahap sebelumnya.

2.1.2 Organisasi dalam Proses Produksi

Untuk melaksanakan proses pembangunan kapal sesuai dengan tahap-tahap diatas dibutuhkan kerja dari beberapa departemen yang bertujuan agar pekerjaan dapat lebih dikelompokkan untuk diselesaikan oleh orang-orang yang tepat. Secara umum bagian-bagian (departemen) yang terlibat dalam proses produksi kapal terdiri dari 4 bagian utama (Okayama dan Chirillo 1980) yaitu:

- *Hull Construction Department*

Departemen ini bertanggung jawab terhadap konstruksi lambung kapal, bagian ini dibagi dalam dua bagian lagi yaitu *Hull planning group* dan Bengkel Produksi.

- *Outfitting Department*

Departemen ini adalah departemen yang bertanggung jawab terhadap semua pekerjaan yang berhubungan dengan *outfitting*. Bagian ini dibagi dalam dua bagian lagi yaitu: *outfitting and painting production engineers* dan bengkel produksi.

- *Ship design Department*

MILIK PERPUSTAKAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH - NOPEMBER

Departemen ini adalah departemen yang bertanggung jawab terhadap desain kapal. Bagian ini dibagi dalam dua bagian yaitu: *Hull structural design group and outfitting design group.*

- *Material procurement*

Adalah bagian yang bertanggung jawab terhadap pengadaan material yang dibutuhkan.

2.1.3 Metodologi Pembangunan Kapal Baru

Adanya beragam metode dan cara kerja yang diterapkan galangan dalam memproduksi kapal adalah implementasi dari pengalaman-pengalaman selama bertahun-tahun memproduksi kapal. Sebagian besar metode yang digunakan galangan adalah tidak baru, seperti misal metode perblok dalam memproduksi kapal. Ditemukannya metode ini hampir 20 tahun lalu, namun hingga sekarang metode ini masih digunakan.

Saat ini dipastikan hampir seluruh galangan kapal internasional menggunakan pendekatan produksi kapal berbasis blok *(block construction method)*. Konsep ini sendiri lahir karena adanya tuntutan untuk membuat kapal dengan efisiensi biaya dan waktu yang tinggi.

Block construction method sendiri adalah suatu metode yang membagi suatu superstruktur menjadi beberapa blok. Agar mempermudah pengerjaan dan mempersingkat waktu pengerjaan.

Tujuan utama dari metode pembangunan blok adalah suatu upaya bagaimana agar beban pembangunannya dapat lebih singkat. Dari suatu lambung kapal dibagi menjadi beberapa puluh atau beberapa ratus blok (tergantung dari ukuran blok) dan dirakit di bengkel *assembly*.

2.1.4 Block Construction Method

Terdapat beberapa metode pembagian badan kapal pada proses pembangunan kapal. Diawal era pembangunan kapal dikenal pembangunan kapal dengan sistem komponen, pengembangan berikut ke sistem seksi, kemudian ke sistem blok, dan terakhir sistem *grand block*.

- Sistem komponen adalah pembangunan badan kapal dirangkai dari komponen demi komponen diatas landasan luncur. Waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pembangunan badan kapal menggunakan metode ini lama, hal ini dikarenakan ada keterkaitan erat, dari satu pekerjaan ke pekerjaan lain.
- Sistem seksi adalah kelanjutan dari sistem komponen, namun sistem ini lebih terkelompok, karena komponen-komponen kapal telah terlebih dahulu dirakit menjadi sebuah seksi. Namun problem yang dirasakan masih cukup tinggi, karena ketergantungan pekerjaan satu dengan yang lainnya.
- Sistem blok, sistem ini merupakan pengembangan akhir dari sistem seksi. Penerapan sistem blok yaitu dari komponen dirangkai menjadi seksi, lalu

kemudian dari seksi dirangkai menjadi blok. Dari segi desain, penggunaan metode blok sendiri dituntut untuk memiliki ketelitian yang tinggi, sehingga adanya penyimpangan-penyimpangan atau gap pada saat *erection* bisa direduksi.

- Sistem *grand block*, sistem ini merupakan sistem mutakhir yang diterapkan galangan-galangan kapal besar dan bertaraf internasional, dalam sistem ini blok-blok disusun menjadi suatu *grand block* untuk kemudian, dengan menggunakan sistem ini pekerjaan yang dilakukan di dok semakin dikurangi. Namun galangan yang mengaplikasikan sistem ini harus memiliki fasilitas produksi yang lebih daripada galangan yang lain. Seperti misal: kapasitas angkat *crane* yang besar, luas area *assembly* dan *sub assembly* yang besar, dsb.

Namun dalam penulisan tugas akhir ini difokus pada pembangunan badan kapal dengan metode blok, karena kebanyakan galangan kapal di Indonesia menggunakan metode ini.

Pemilihan sistem atau metode yang digunakan oleh pihak galangan dalam pembangunan badan kapal sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- Ukuran utama kapal
- Jumlah dan tipe kapal
- Fasilitas pendukung produksi yang dimiliki oleh galangan.
- Luas area produksi atau *layout* galangan
- Jumlah tenaga kerja (*manpower*) yang terlibat

- Faktor teknis lainnya, seperti misal: pengalaman galangan dalam membangun sebuah kapal, dll

Secara garis besar penerapan metode pembangunan kapal merupakan fungsi dari kapasitas angkat (fasilitas yang dimiliki), dan adanya perencanaan teknologi terapan. Tujuan dari pemilihan metode yang tepat adalah mempersingkat waktu pembangunan di *building berth*, dengan cara membagi-bagi badan kapal menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan pelaksanaanya diintegrasikan ke bengkel-bengkel.

Pembagian *hull* menjadi blok-blok lebih ditekankan kepada efisiensi waktu. Keuntungan dari metode blok sendiri adalah proses pembuatan kapal dapat lebih singkat karena blok-blok dapat dikerjakan secara bersamaan, mutu dan hasil dari pengerjaan menggunakan metode blok jadi lebih bagus, dan metode ini efektif untuk pembuatan kapal secara seri.

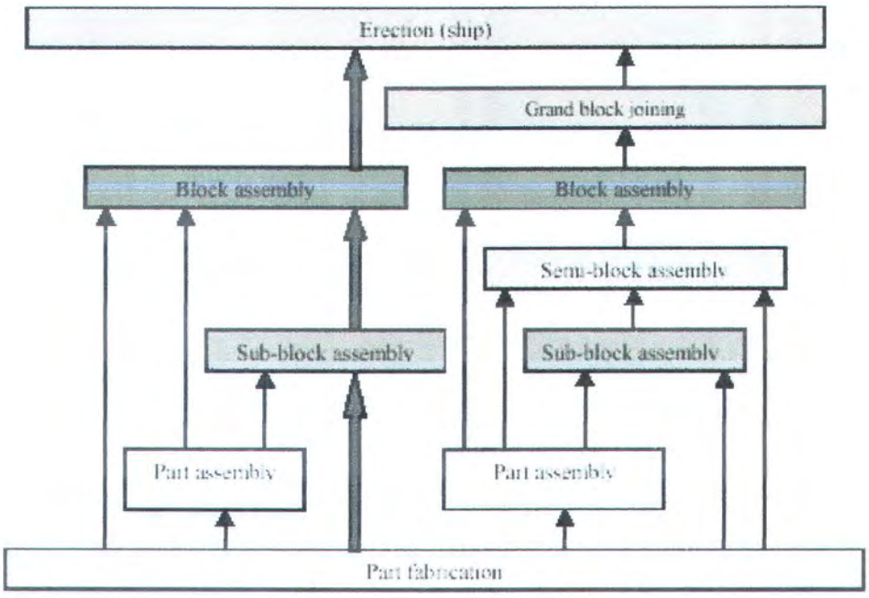
Pada metode blok, masing-masing blok merupakan satu kesatuan yang utuh, demikian pula komponen yang membentuknya merupakan satu kesatuan yang utuh yang sudah dibuat khusus untuk memenuhi blok tersebut. Misalnya blok DB untuk menyebut blok *double bottom*, blok SS untuk menyebut blok *starboard side*, blok PS untuk menyebut blok *portside*, dsb.

Seperti yang telah disebutkan diatas, pembagian badan kapal menjadi seksi-seksi dan blok-blok merupakan fungsi dari tingkat keandalan dari fasilitas atau peralatan dan *skill* tenaga kerja. Dibawah ini diuraikan secara garis besar dasar pembuatan *block division*:

- Kemampuan daya angkat *crane*. Meliputi: Kapasitas maksimal, jarak jangkau dan tinggi pada saat angkat. Diperhitungkan pula kemampuan proses putar pada waktu *assembly* agar pengelasannya bisa datar atau bawah tangan.
- Area tempat pengerjaan. Area ini digunakan untuk menampung blok-blok yang telah selesai dikerjakan di bengkel-bengkel produksi.
- Daerah ujung-ujung kapal (haluan dan buritan) sebaiknya dibuat tersendiri karena bentuk struktur lambungnya berbeda dengan struktur lambung di *paralel middle body*, dan juga daerah lainnya.
- Ukuran blok sebaiknya merupakan ukuran kelipatan material standar, hal ini untuk membantu untuk meminimalkan waktu pekerjaan.
- Titik awal pekerjaan *erection* sebaiknya dimulai dari posisi dimana terdapat *volume* pekerjaan yang terbesar dibandingkan blok lain, seperti misalnya blok di area kamar mesin.
- Pada saat pengangkatan blok harus diperhatikan masalah deformasi. Untuk itu dalam perencanaan pembagian blok harus memperhatikan masalah kekakuan blok.
- Ukuran blok sebaiknya diberi kelebihan (*margin*) pada salah satu ujungnya, untuk mengatasi bila terjadi pengurangan dimensi karena pemakaian peralatan potong, kampuh las, ataupun untuk mengatasi penyusutan akibat tegangan sisa.
- Bangunan atas sebaiknya dibuat diseksi tersendiri.

- Pembuatan kampuh las memanjang dan melintang harus simetri pada bidang memanjang kapal.

Secara garis besar proses pembangunan kapal dengan metode blok dapat dilihat pada diagram dibawah ini (Farkhondeh, 2003):



Gambar 2.1 Diagram Metode Pembangunan Kapal

(Farkhondeh 2003)

2.1.4.1 Part Fabrication

Yang dimaksud *part fabrication* disini adalah pembuatan komponen kapal yang terkait dengan pembangunan suatu kapal.

Secara garis besar pekerjaan pembuatan komponen digolongkan menjadi 3 grup, yaitu ***zone, area,*** dan ***stage.*** Di level pertama atau zona, kendala yang dihadapi adalah pembagian tingkatan pekerjaan tidak jelas. Maka kemudian

dikelaskan kembali di level area untuk mengelompokkan *raw material*, proses produksinya, dan fasilitas yang digunakan. Di-*level* ini plat utama dan bagian-bagian komponen dibuat. Area bisa dipisahkan menjadi area-area sbb:

- Komponen paralel yang dibuat dari pelat
- Komponen non paralel yang dibuat dari pelat
- Komponen dalam yang dibuat dari pelat
- Komponen dari bentuk bentuk kurva

Lebih lanjut komponen akan digolongkan berdasarkan kesamaannya di proses *fabrikasi*. Seperti misal dua pelat yang akan dibentuk menjadi satu pelat yang besar, pelat yang akan dibengkokkan, atau pelat yang akan di-*marking* dan di-*cutting*. Disinilah dibutuhkan peran mesin-mesin canggih seperti *NC Cutting*, *plasma Cutting*, *semi automatic cutting*. Dilevel ini proses *nesting* dilakukan, bisa dipastikan bahwa terjadi material *waste* terbesar di proses ini.

- ***Marking***

Penandaan atau *marking* adalah proses awal dari pembuatan komponen kapal yang mengacu kepada blok yang akan dibuat, dalam proses fabrikasi komponen. Proses *marking* disini adalah proses penandaan material yang akan mengalami pengerjaan. Proses ini menentukan tanda pengerjaan, posisi pengerjaan tersebut, dan identifikasi posisi meterial dihasilkan tersebut ke dalam seksi atau blok. Jadi proses *marking* dapat diartikan secara umum sebagai pelaksanaan pemindahan dimensi-dimensi

dan ukuran dari gambar-gambar kerja. Beberapa macam informasi yang diartikan oleh tanda biasanya dapat kita temukan seperti:

- Tanda pengerjaan, seperti *cutting*, atau *bending*.
- Tanda urutan dan arah dari pengerjaan.
- Tanda lokasi komponen yang akan dibuat.
- Tanda jenis dan macam komponen.
- Tanda ukuran dan dimensi komponen.

Tanda-tanda yang digambarkan di atas material tersebut mengikuti aturan yang telah diberikan menurut data-data informasi dari bengkel *mould loft* yang diwujudkan dalam sketsa gambar 1:1. Biasanya selain tanda diatas juga ditambahkan tanda-tanda lain seperti tanda posisi komponen apabila nanti terpasang dibadan kapal. Informasi-informasi yang sekiranya diperlukan juga dapat ditambahkan pada permukaan material sehingga memudahkan untuk pelaksanaan proses selanjutnya. Peralatan yang digunakan untuk penandaan atau marking sangat beragam, mulai dari yang sederhana seperti kapur dan penggaris, hingga yang memiliki teknologi canggih seperti penggunaan mesin NC untuk *marking*. Dalam suatu pembangunan badan kapal.

- ***Cutting***

Proses ini adalah proses pemotongan material setelah sebelumnya ditandai, pemotongan sendiri dapat menggunakan bantuan mesin-mesin

seperti *Numerical Control (NC) Cutting*. Ataupun manual dengan tenaga manusia.

- ***Bending***

Bending adalah proses pembentukan material tanpa menghilangkan bagian dari material tersebut, yang dilakukan pada area *bending* hanyalah proses pembentukan komponen yang berbentuk kurva atau komponen yang memerlukan tekukan.

2.1.4.2 Parts assembly

Level selanjutnya dari *parts fabrication* adalah *parts assembly*, di proses ini komponen-komponen dari kapal yang dibuat di bengkel fabrikasi dirangkai. Proses ini biasanya memiliki waktu khusus karena sifat dari pekerjaan ini diluar jalur produksi utama. Yang dihasilkan dari proses ini adalah berupa subblok seperti misal pengelasan braket dengan pelat hadap.

2.1.4.3 Sub Block Assembly

Level ini merupakan lanjutan dari level sebelumnya yang menggabungkan beberapa komponen yang sebelumnya telah dibuat Seperti misal pembuatan *double bottom* yang menggabungkan komponen pelat alas, pelintang, *girder*, dll. Pekerjaan pengelasan sebagian besar digunakan di-*level* ini.

2.1.4.4 Block Assembly

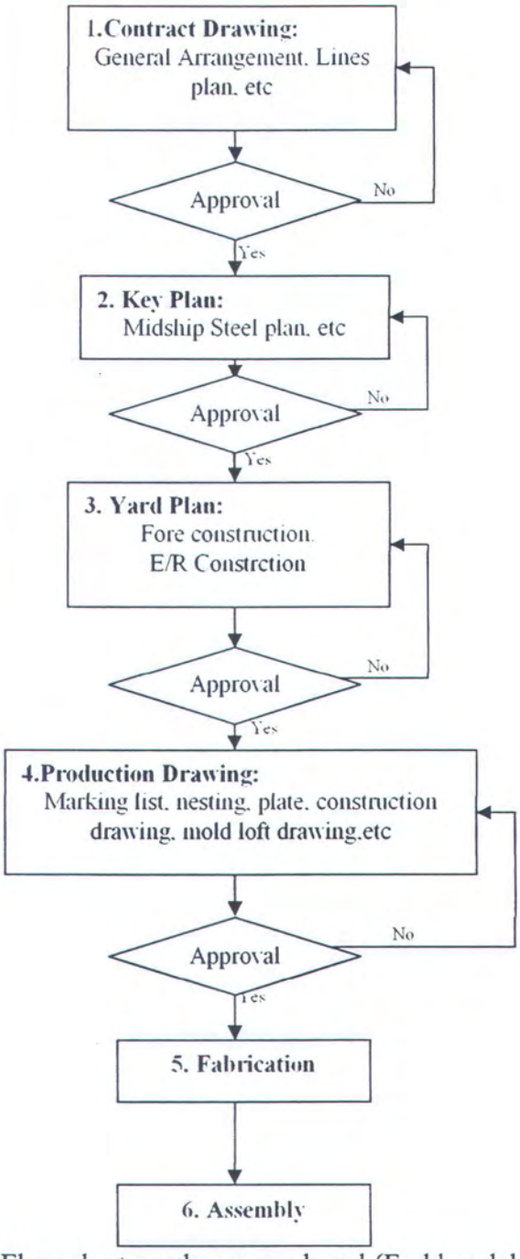
Dilevel atau area inilah komponen fabrikasi kapal semisal *komponen inner part*, komponen jadi semisal pipa-pipa, dan hasil *output* dari *sub block assembly* dirakit untuk menjadi sebuah blok-blok sesuai gambar yang telah direncanakan sebelumnya.

2.1.4.5 Erection

Inilah *level* terakhir dari tahap pembangunan kapal berbasis blok, diarea inilah blok-blok yang sudah jadi digabungkan untuk membentuk suatu lambung kapal. *Erection* membutuhkan tempat yang khusus seperti misal diatas landasan luncur, atau di *drydock*. Secara umum bagian dari kapal terdiri atas:

- Lambung depan (*Fore hull*)
- Ruang muat (*Cargo Hold*)
- Lambung buritan (*Aft hull*)
- Ruang mesin (*Engine Room*)
- Superstruktur

Setelah mengenali secara garis besar mengenai proses yang terjadi dalam pembangunan berdasarkan acuan blok, ada baiknya apabila kita juga mengenali manajemen dan *flow order* yang berlangsung apabila pembangunan sistem blok dilaksanakan (Technical Bulletin 2003).



Gambar 2.2 Flow chart pembangunan kapal (Farkhondeh 2003)

1. ***Contract Drawing:*** adanya kontrak akibat hubungan dari pemesan (klien) dan pembuat kapal (galangan), kontrak dibuat disesuaikan

dengan permintaan dari klien, misal klien menentukan muatan kapal, banyaknya muatan kapal, rute pelayaran kapal, oleh karena itu muatan kontrak sangat fleksibel mengikuti kebutuhan pemesan kapal. Dari kebutuhan pemesan, maka pihak galangan dapat mulai mendesain apa yang dikehendaki oleh pemesan, desain bisa didapat dari kapal-kapal yang telah dibangun, atau desain dibuat dari awal. Desain dasar yang dihasilkan di kontrak antara lain adalah desain rencana umum kapal, dan *lines plan*-nya.

2. ***Key plan:*** pekerjaan desain disini lebih mendetail namun masih secara garis besar, dan terjadi apabila *contract drawing* sudah disetujui oleh kedua belah pihak. Desain disini digunakan untuk **prediksi awal** mengenai banyaknya material baja dan jenis yang akan dipakai untuk pembuatan kapal. Dari prediksi awal inilah material baja dapat mulai dipesan kepada produsen material. Yang dihasilkan dari tahap ini adalah rencana baja kapal.
3. ***Yard plan:*** pekerjaan di tahap ini lebih mendetail lagi, melibatkan detail desain dari peralatan, peralatan dan perpipaan yang akan terpasang dikapal, desain yang dihasilkan seperti *detail desain engine room* dan *fore peak detail design* setelah melewati proses ini maka peralatan dan perpipaan yang akan terpasang dikapal bisa mulai diorder ke produsennya.

4. ***Production Drawing:*** pekerjaan disini sangat terfokus dan mendetail di tiap bagian badan kapal, mulai dari bagaimana pembuatan bagian tersebut, hingga bagaimana pemasangannya. Gambar-gambar kerja yang dihasilkan ditahap ini juga bermacam-macam. Seperti *marking list, nesting plate, parts list*, dll
5. ***Fabrication:*** ditahap inilah komponen dibuat dari petunjuk yang dihasilkan dari *production drawing*.
6. ***Assembly:*** di tahap ini komponen-komponen yang telah dibuat dirakit menjadi bentuk-bentuk badan kapal.

2.2 KONSEP DASAR SISTEM

Konsep sistem memberikan gambaran mengenai kerangka kerja dalam sebuah organisasi. Pendekatan dalam memahami sistem adalah menekankan pada prosedurnya dan yang mendekatkan pada komponen atau elemennya. Pendekatan sistem yang menekankan pada prosedur dapat didefinisikan sebagai berikut: (FitzGerald dkk, 1881 yang dikutip oleh Jogiyanto,1995)

Suatu sistem adalah jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan kegiatan dalam rangka mencapai sasaran tertentu.

Sedangkan pengertian prosedur seperti yang didefinisikan dibawah ini (Jogiyanto, 1995):

Suatu prosedur adalah suatu urutan-urutan yang tepat dari tahapan-tahapan instruksi yang menerangkan apa yang harus dikerjakan (what), siapa yang mengerjakan (who), kapan dikerjakan (when), dan bagaimana mengerjakannya (how).

Pendekatan sistem yang lebih menekankan pada elemen atau komponennya didefinisikan sebagai berikut (Jogiyanto,1995):

Sistem adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai tujuan tertentu.

Definisi sistem yang lain dijabarkan oleh (McLeod.Jr,1995) adalah sebagai berikut:

Sekelompok elemen-elemen yang terintegrasi dengan maksud yang sama untuk mencapai tujuan.

Suatu sistem memiliki maksud tertentu. Ada yang menyebutkan bahwa maksud tersebut adalah pencapaian atau tujuan (*goal*) atau ada pula yang menyebutnya sebagai suatu sasaran (*objectives*). Tujuannya biasanya dihubungkan dengan ruang lingkup yang lebih sempit. Namun seringkali tujuan (*goal*) dan sasaran (*objectives*) digunakan bergantian dan tidak dibedakan.

2.3 KONSEP DASAR MANAJEMEN

Manajemen dapat dipandang sebagai suatu proses atau kegiatan yang menjelaskan apa yang dilakukan oleh seorang manajer dalam suatu organisasi

tertentu. Dan pada perkembangannya manajemen mengacu kepada optimalisasi, dengan pemecahan permasalahan yang memuaskan dengan sumber daya yang terbatas. Beberapa penulis (Davis, 1991) menjelaskan bahwa:

Manajemen adalah sebuah proses tertentu yang terdiri atas perencanaan, pengorganisasian, penggerakkan, dan pengawasan yang dilakukan untuk menentukan dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan dengan menggunakan sumber daya manusia dan sumber daya lainnya.

Secara garis besar pengertian dari manajemen adalah sebagai berikut :

1. Mengambil keputusan, memberi perintah, menetapkan kebijaksanaan, memberi pekerjaan dan imbalan serta memperkerjakan orang-orang untuk melaksanakan kebijaksanaan.
2. Manajemen menentukan tujuan-tujuan dan berusaha mencapainya dengan memadukan pengetahuan dan keahlian dengan keterampilan dan pengalaman para pegawainya.

Untuk mencapai tujuan tersebut, perusahaan harus melaksanakan fungsi dasar manajemen, yang meliputi :

1. *Planning*, meliputi segala sesuatu yang harus dilaksanakan, kapan, dimana, dan bagaimana.
2. *Organizing*, meliputi bentuk kewenangan dengan sarana dan lingkungan kerja.

3. *Actuating*, meliputi pelaksanaan tugas yang telah ditetapkan dan adanya kerjasama yang baik.
4. *Controling*, meliputi pengamatan agar tugas-tugas yang telah direncanakan dilaksanakan dengan tepat sesuai rencana dan tindakan-tindakan perbaikan yang dilakukan bila terjadi penyimpangan.

Perencanaan dan pengorganisasian merupakan fungsi-fungsi dasar dari manajemen pelaksana, sedangkan pengendalian membutuhkan peran serta dan partisipasi tingkatan manajemen.

Tiga kelompok dalam pengelolaan badan usaha industri galangan kapal meliputi :

1. Kelompok manajemen operasi, yaitu mandor dan pengawas
2. Kelompok manajemen menengah, yaitu kepala bagian, manajer divisi
3. Kelompok pelaksana, yaitu presiden direktur, direktur pelaksana.

Definisi dari sistem informasi manajemen adalah sebuah sistem manusia/mesin yang terpadu (*integrated*), untuk menyajikan informasi guna mendukung fungsi operasi, manajemen, dan pengambilan keputusan dalam sebuah organisasi. Sistem ini menggunakan perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), pedoman, dan sistem manajemen.

Dalam bukunya (Davis,1991) mendefinisikan sistem informasi manajeman sebagai berikut:

Suatu sistem manusia dan mesin terpadu yang menyajikan informasi yang mendukung fungsi manajemen, operasi, dan pengambilan keputusan dalam sebuah organisasi.

Dari definisi diatas, maka bisa kita tarik kesimpilan bahwa sistem manajemen adalah suatu sistem yang membantu mempermudah pengambilan keputusan bagi pimpinan. Sistem informasi manajemen inipun berkambang sesuai dengan ilmu pengetahuan dan teknologi yang ada, dan sangat dinamis.

2.4 EFISIENSI DALAM INDUSTRI

MILIK PERPUSTAKAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH - NOPEMBER

2.4.1 Mengenali waste

Salah satu industri otomotif di jepang berskala internasional Toyota memperkenalkan bahwa ada 7 pemborosan dalam semua proses *manufacturing* yang dijelaskan seperti dibawah ini:.

1. **Produksi yang berlebihan**: memproduksi material yang berlebihan sebelum material yang bersangkutan dipakai adalah salah satu pemborosan, karena menakibatkan alur material terhenti.
2. **Memproduksi produk yang cacat**: produk cacat mempengaruhi waktu kerja, usaha kerja, dan menjadi pemborosan dalam manufaktur.
3. **Tumpukan material**: material yang menumpuk digudang memerlukan ruang, memrlukan biaya dan resiko untuk menjadi rusak sangat besar.

4. **Pergerakan**: pergerakan material yang terlalu berlebihan dalam proses manufaktur dan pergerakan yang tidak menambah *added value* merupakan suatu pemborosan.
5. **Proses ekstra**: proses ekstra yang tidak menambah harga (*added value*) dari material dianggap sebagai suatu pemborosan.
6. **Transportasi atau pemindahan**: pemindahan material tidak meningkatkan nilai produk kepada pelanggan.
7. **Menunggu** : banyaknya material yang menunggu proses selanjutnya adalah juga suatu pemborosan.

Demikian pula dalam industri perkapalan, tingkat efisiensi sangat diperhatikan mulai dari tingkat manajemen, sampai kepada tingkat pelaksana, atau bagian produksi. Sistem untuk mendukung efisiensi tersebut sangatlah beragam dan merupakan improvisasi dari pihak galangan kapal sebagai pihak pembuat kapal.

2.5 SISTEM KOMPUTER UNTUK MANAJEMEN NESTING

2.5.1 Perangkat Lunak *Nesting* Pelat

Terdapat beberapa perusahaan internasional yang membuat perangkat lunak yang dapat membantu galangan dalam proses produksi kapal terutama dalam membantu proses *nesting*. Beberapa perangkat lunak tersebut adalah:

1. Colombus® yang dibuat oleh ESAB, ESAB merupakan salah satu produsen ternama peralatan produksi, terutama dalam hal peralatan las dan peralatan potong.
2. AutoNest® merupakan bagian dari AutoShip® yang dibuat oleh AutoDesk® salah satu produsen besar perangkat lunak desain yang berpusat di Kanada.
3. ProCut® yang dibuat oleh Esprit Automation yang merupakan salah satu perusahaan pengadaan alat manufaktur.
4. Tribon Hull M2 yang dibuat oleh Tribon Solution, salah satu perusahaan besar berbasis di Swedia yang memproduksi perangkat lunak terutama menyangkut desain dan sistem produksi galangan kapal.
5. Anyshape Optimizer dibuat oleh Sam Tec, perusahaan berskala nasional yang berkedudukan di India
6. Plus 2D dibuat oleh Nirvana, tidak memiliki informasi yang jelas.

Dari hasil pengamatan perangkat lunak *nesting* memiliki beberapa fitur, namun terdapat beberapa fitur yang tidak dimiliki oleh perangkat lunak lainnya. Fitur – fitur utama yang dimiliki oleh perangkat lunak adalah:

1. Koneksi dengan AutoCAD, keberadaan AutoCAD sebagai perangkat lunak desain diakui sangat membantu dalam proses *nesting* oleh karena itu sebagian perangkat lunak tersebut memiliki fitur *import* dari file dengan ekstensi .DWG atau .DFX

2. Fitur *parts in parts* otomatis, fitur ini secara otomatis mengatur komponen kecil agar bisa menempati lubang yang dimiliki oleh komponen lain.
3. Fitur *parts in parts* manual, memenuhi lubang komponen dengan pemilihan komponen kecil secara manual.
4. Fitur komponen utama adalah fitur untuk mengatur prioritas dari komponen yang akan dibuat.
5. Fitur *curve recognize*, yaitu fitur dimana selain dapat mengenali garis lurus, program dapat mengenali segala bentuk kurva dan segala bentuk komponen.
6. Fitur *starting point* otomatis, yaitu fitur dimana program dapat menentukan starting point untuk permulaan potong.
7. Fitur *output NC* kode, fitur ini dapat secara otomatis membuat kode koordinat yang dipergunakan untuk *NC cutting*.
8. Fitur pengolahan komponen, fitur ini memberi kebebasan operator untuk mengatur layout komponen agar sesuai dengan keinginan. Pengolahan komponen bisa dilakukan manual ataupun otomatis.
9. Perhitungan % scrap: fitur ini digunakan untuk mengetahui pelat yang terbuang dari layout yang dihasilkan.
10. Fitur *layout report*. Cantuman laporan akhir dari pembuatan *layout nesting*.

Komparasi dari kemampuan dan fitur dari tiap produk perangkat lunak dapat dilihat pada Tabel 2.5.1.

2.5.2 AutoCAD sebagai Alat Desain

Dalam dunia teknik dan rancang bangun program komputer, nama AutoCAD tidaklah asing. Hal ini karena kemampuan serta kemudahan AutoCAD yang cukup handal, sehingga pemakai lebih menyukai program AutoCAD dibandingkan program komputer yang lain.

Salah satu kelebihan AutoCAD adalah AutoLISP, dengan AutoLISP kita dapat membuat AutoCAD seperti layaknya program buatan kita sendiri. Sehingga kita dapat merekayasa program AutoCAD sesuai dengan keinginan kita.

AutoLISP merupakan paket program dari AutoCAD, bahasa program dari AutoLISP juga digunakan aleh AutoCAD sendiri. Bahasa pemrograman ini juga sangat membantu untuk meningkatkan kemampuan AutoCAD. Perintah dan program tambahan AutoCAD juga dapat kita buat dengan menggunakan fasilitas AutoLISP.

Bagi pemakai AutoCAD yang sudah berpengalaman, kemampuan untuk memahami bahasa pemrograman AutoLISP sangat mutlak diperlukan untuk menyelasaikan pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan penyelesaian cepat dan akurat.

Jenis data yang bisa diolah oleh AutoLISP ada beberapa jenis: jenis-jenis data yang dikenali tersebut adalah:

Tabel 2.5.1

No	Fitur / *Nesting Software*	Colombus by ESAB	AutoNest by AutoShip	ProCut by Esprit Automation	Tribon Hull M2 by Tribon	Anyshape Optimizer by SamTec	Plus 2D by Nirvana
1	Koneksi dengan AutoCAD	√	-	√	-	√	-
2	Fitur *parts in part* otomatis	√	√	√	√	-	-
3	Fitur *parts in part* manual	√	√	√	√	√	√
4	Fitur komponen utama	√	√	-	-	-	-
5	Mengenali segala bentuk *parts* & kurva	√	√	-	√	√	-
6	Penentuan *starting point* secara otomatis	-	√	-	-	-	-
7	*Output NC code* secara otomatis	√	-	-	√	-	-
8	Kemampuan mengolah komponen secara otomatis	-	√	√	√	-	-
9	Kemampuan mengolah komponen secara manual	√	√	√	√	√	√
10	Perhitungan % scrap	-	-	-	√	-	-
11	Layout report	-	-	-	√	√	-

- Integer
- Real
- String
- Simbols
- File Descriptor
- AutoCAD entity
- AutoCAD selection set
- Subrs (perintah dalam AutoLISP itu sendiri)
- External Subrs (perintah AutoCAD yang dapat dipakai oleh AutoLISP)

Ada beberapa karakter program yang digunakan di dalam penulisan AutoLISP, yaitu:

-) karakter ini menandakan awal dari sebuah ekspresi atau *list* program yang akan dijalankan.
- (karakter ini menandakan akhir dari sebuah *list* program.
- " " dua buah karakter tanda petik ini menandai jenis data *string*. Karakter yang berada diantara dua tanda petik dianggap sebagai sebuah *string*.
- ' karakter tersebut disebut juga *quote* yaitu untuk mendefinisikan sebuah variabel yang sudah kita buat memakai perintah set.

- ; (titik koma) karakter ini untuk menandai karakter yang berada di depannya sebagai komentar. Semua karakter yang berada di depan karakter ; tidak akan dijalankan oleh program. Biasanya untuk menerangkan sebuah *list* atau program.
- **(spasi)** digunakan untuk memisahkan data satu dengan yang lainnya. Spasi satu ataupun lebih dari satu sama pengaruhnya dalam AutoLISP.

Kemampuan AutoLISP lainnya adalah kemampuannya dalam memeriksa *list* yang sudah kita buat. Ada dua metode yang ditawarkan oleh AutoLISP untuk memeriksa apakah pada kode yang dituliskan terdapat kesalahan, yaitu dengan metode pemilihan atau seluruh kode yang ada pada *window* aktif.

1. Memeriksa dari *window* aktif.

   Seperti halnya pada waktu kita menjalankankan program, kita dapat melakukan pemeriksaan terhadap seluruh kode yang kita buat tanpa harus memilih kode tertentu. Langkah ini bisa dieksekusi dari menu *pulldown* ***tools*** lalu ***check editor*** atau dengan *key shortcut* ***Ctrl+Alt+C*** secara bersamaan.

2. Memeriksa teks pilihan.

   Kita juga dapat melakukan pemeriksaan dengan memilih teks tertentu saja yang ada pada *window*, dengan cara memblok teks yang akan diperiksa, kemudian di menu *pulldown* pilih ***tools***, lalu ***check***

selection. Atau langkah *key shortcut* dengan menekan ***Ctrl+Shift+C*** secara bersamaan.

Kemampuan lainnya yang dimiliki oleh AutoLISP adalah program ini menyediakan fasilitas untuk merapikan teks kode program yang kita tulis sehingga menjadi lebih mudah untuk dibaca dan dipahami. Caranya adalah dari menu *pulldown* ***tools*** kemudian ***environment options***, lalu ***visual lisp format options***. Pilih salah satu dari empat mode atau format penulisan program, yaitu:

- ***Single column formatting***, pada format yang pertama ini akan menata teks kode dalam satu kolom.
- ***2 column formatting***, pada format yang kedua ini kode akan dibentuk dengan dua buah kolom.
- ***Multi column formatting***, pada format yang ketiga ini kode program akan dibentuk dengan banyak kolom.
- ***Fill to margin formatting***, pada format yang keempat ini, kode akan dirapikan sesuai margin dari teks *window editor*.

Pada dunia teknologi pembangunan kapal, nama AutoCAD sendiri tidaklah asing, hampir semua gambar kerja dan gambar desain pada saat pembangunan kapal dapat dengan mudah diselesaikan dengan bantuan program ini. Namun penggunaan AutoCAD dirasa lebih dapat disempurnakan apabila kita dapat mengetahui dan memahami kemampuan – kemampuan tersembunyi dari AutoCAD, salah satu dari kemampuan itu adalah adanya AutoLISP. Adalah suatu

hal yang sangat mungkin, bila dengan AutoLISP sebuah sistem dapat disempurnakan sesuai dengan keinginan kita.

BAB III

PENGUMPULAN DATA DAN ANALISA SISTEM

BAB III

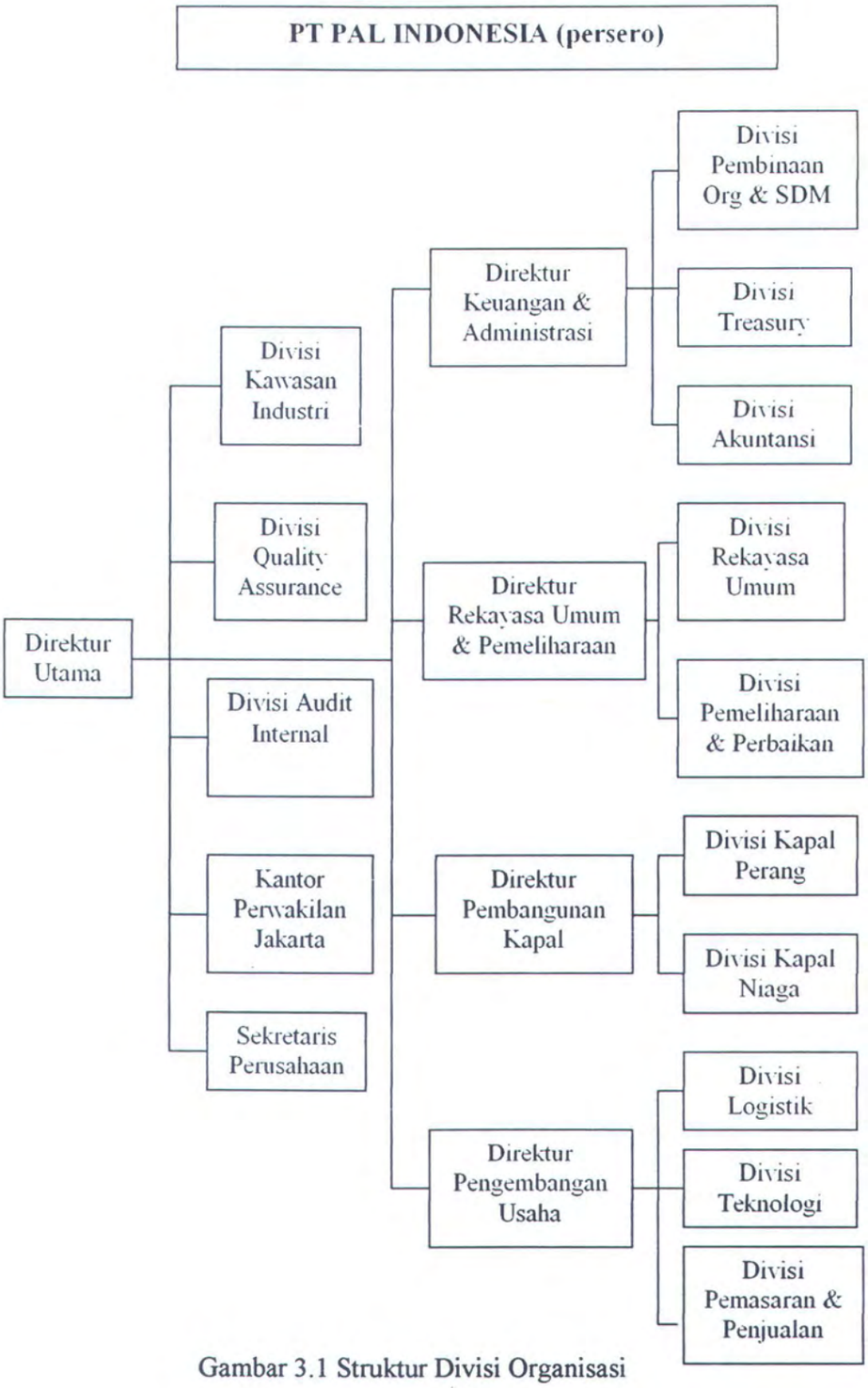
PENGUMPULAN DATA DAN ANALISA SISTEM

Dalam proses pembangunan kapal dengan metode blok selalu terdapat pemotongan pelat menjadi komponen atau lazim disebut proses nesting pelat. Proses nesting pelat yang dipakai juga menggunakan metode tiap blok.

Penggunaan metode blok dirasa cukup memuaskan dari segi penggunaan waktu, namun karena permodelan ini terdiri dari *cluster-cluster* kecil, maka penggunaan material dirasa kurang efisien. Pada bab ini akan dibahas mengenai sistematika proses nesting pelat berdasarkan pada hasil pengamatan dilapangan, dengan mengambil studi kasus pembuatan kapal baru yang dimiliki oleh PT PAL Surabaya.

3.1 Organisasi Galangan

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan pada dasarnya sistem produksi yang dianut oleh PT PAL hampir sama dengan sistem yang dianut oleh galangan lain. Stuktur Organisasi PT. PAL INDONESIA (Persero) terdiri dari 5 (lima) Direktorat dan 14 (empat belas) Divisi. Struktur Divisi Organisasi PT. PAL INDONESIA (Lihat Gambar.3-1) sebagai berikut (sumber PT PAL Surabaya):



Gambar 3.1 Struktur Divisi Organisasi

Tidak semua divisi terlibat dalam proses *nesting* pelat. Divisi utama yang benar –benar terlibat langsung hanya Divisi Teknologi dan Divisi Logistik, berikut tugas –tugas dari Divisi Teknologi:

1. Melaksanakan perencanaan desain dan *engineering* untuk proyek-proyek yang sedang di produksi.
2. Melaksanakan penelitian dan pengembangan di bidang rancang bangun dan proses produksi.
3. Merencanakan dan mengembangkan sistem informasi untuk menunjang kegiatan yang berhubungan dengan rancang bangun dan penelitian.
4. Melaksanakan stategi di bidang teknologi, penelitian dan pengembangan maupun bidang-bidang lainnya sesuai dengan pengarahan dan ketentuan Direksi.
5. Melaksanakan kegiatan *integrated logistic support* untuk kapal-kapal yang diproduksi.

Tugas -tugas selanjutnya yang akan diuraikan dibawah ini adalah tugas dari Divisi Logistik yang secara tidak langsung ikut berperan dalam proses *nesting* pelat, yaitu:

1. Merencanakan kebutuhan material baik untuk mendukung proyek maupun operasional.
2. Mengkoordinir pelaksanaan pengadaan material sesuai kebutuhan material.

3. Mengkoordinir pelaksanaan pengadaan material sesuai kebutuhan material.
4. Membuat perencanaan kebutuhan dana untuk menunjang kebutuhan material.
5. Mengelola system informasi material untuk menunjang unit kerja lain.

Kedua divisi diatas memiliki hubungan erat dalam bekerja, terutama apabila kita akan membahas proses *nesting* pelat mulai dari awal.

3.2 Sistematika Pembangunan Kapal Baru

Setelah melakukan pengamatan dilapangan bisa kita tarik kesimpulan bahwa *mapping* awal pembangunan kapal baru dimulai dari pembuatan kontrak berlanjut dengan *plan* atau rencana dan selanjutnya realisasi, oleh karena pada bab ini akan dibahas mengenai bagaimana *step* pembuatan kapal baru ditilik dari manajemennya.

Pertama yang dilakukan adalah pembuatan kontrak, pihak yang terlibat langsung saat negosiasi adalah *owner* dan pihak terkait (Divisi Pemasaran Dan Penjualan, Divisi Teknologi, Divisi Logistik, Divisi Kapal Niaga, Divisi QA). Divisi-divisi inilah yang perlu menjaga desain, metode produksi, dan metode pengendalian kualitas agar memuaskan sesuai spesifikasi yang diminta dan waktu penyerahan kapal tetap terpelihara sesuai kontrak yang disepakati.

Setelah kontrak disetujui dan harga sudah cocok, maka dibuatlah gambar-gambar rencana awal oleh pihak Divisi Teknologi, pembuatan gambar-gambar rencana selalu dikoordinasikan dengan pihak klasifikasi yang ditunjuk untuk mendapatkan persetujuan. Disinilah peran terbesar dari Divisi Teknologi, untuk memenuhi spesifikasi produk yang diminta pihak Divisi Teknologi harus melalui beberapa tahap:

1. Tahap pertama adalah pembuatan *basic design*, sebagai contoh adalah gambar Rencana Garis, Rencana Umum, Kurva Hidrostatik, Kekuatan Melintang dsb. Semua proses pada tahap ini menghasilkan gambaran awal mengenai ***performance*** kapal yang akan dibuat. Karakteristik awal inilah yang dibuat acuan untuk *owner* sebagai bahan masukan untuk meneruskan proyek pembangunan kapal atau apabila ada hal yang tidak dikehendaki, maka tahapan ini akan diulangi sampai desain sesuai dengan yang dikehendaki oleh pihak *owner*.
2. Tahap kedua adalah pembuatan *key plan*, seperti pembuatan *steel plan* untuk *midship, steel plan* untuk accomodation. Dari sini didapat gambaran kasar kebutuhan material. Gambaran kasar kebutuhan material inilah yang dipakai acauan untuk membuat *material list* untuk keperluan *sourcing* awal. *Sourcing* sendiri adalah proses pengadaan material, pengadaan material adalah tugas dari Divisi Logistik. Pengadaan material dari hasil *sourcing* awal

MILIK PERPUSTAKAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH - NOPEMBER

memang membantu dalam mempercepat waktu pembangunan kapal, namun biasanya kebutuhan material akan bertambah seiring dengan meningkatnya tahapan produksi kapal. Persetujuan dari klasifikasi juga diperlukan dalam tahap ini.

3. Tahap ketiga adalah pembuatan *yard plan*, seperti *e/r construction drawing*, *fore construction drawing*, desain ditahap ini lebih mendetail daripada *key plan*. Dari tahap inilah didapat gambaran lebih lanjut mengenai kebutuhan material, dari kebutuhan material inilah didapat *material list* perblok yang merupakan gambaran kebutuhan material untuk kemudian diserahkan ke Divisi Logistik untuk diadakan material. *Material list* ditahap ini disebut juga *material list* revisi 1.
4. Tahap keempat adalah *production drawing*, di tahap inilah informasi terbesar dapat kita peroleh, informasi ini merupakan gambaran terakhir diatas kertas sebelum pelaksanaan produksi. Bisa dibayangkan kerugian yang terjadi apabila terdapat kekeliruan pada saat pembuatan *production drawing*. Oleh karena itu ketelitian dan kesempurnaan sangat diperlukan di tahap pembuatan *production drawing*. *Output* dari *production drawing* ada 7 macam yaitu: *working drawing, piece drawing (detail drawing), material list, nesting drawing & part list, steel list, cutting plan, mold loft.* Pengadaan material ditahap ini merupakan gambaran akhir

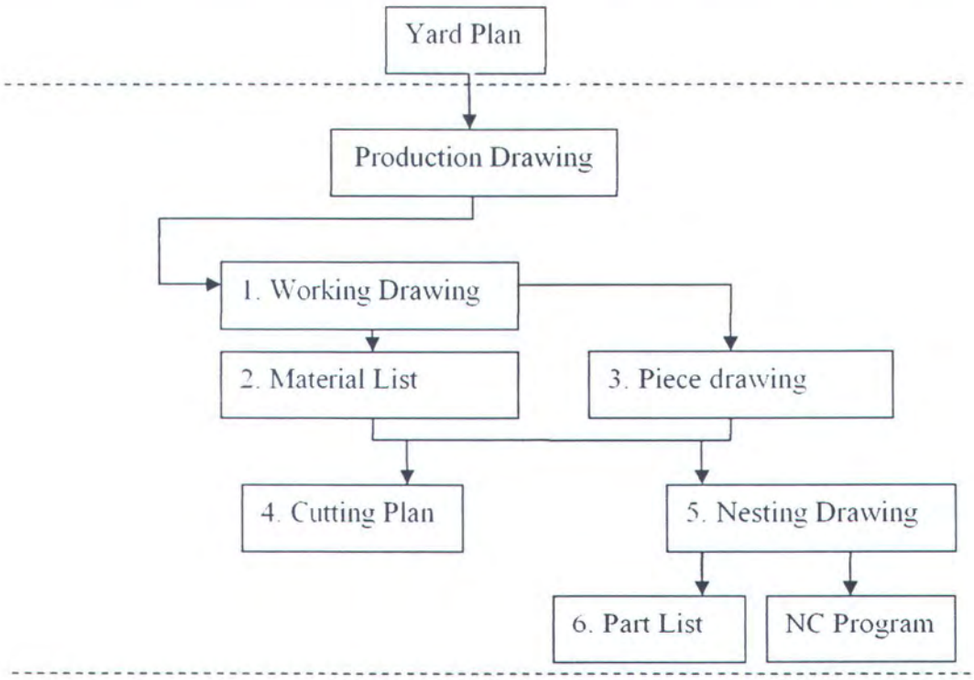
kebutuhan material total untuk suatu pembangunan kapal, jadi tolak ukur sempurna kebutuhan material didapat ditahap ini.

3.3 Sistematika Desain *Nesting*

Dari uraian diatas bisa dilihat bahwa salah satu dari gambar produksi yang dihasilkan pada tahap pembuatan *production drawing* adalah gambar *nesting drawing*. Dari uraian singkat diatas maka bisa kita ketahui bahwa pembuatan *nesting drawing* merupakan tahap pertama dari proses *nesting* pelat. Oleh karena itu peningkatan ketelitian pada saat pembuatan desain *nesting drawing* merupakan salah satu upaya untuk meminimalisir kerugian akibat pemakaian material yang berlebihan.

Dalam proses pembuatan *nesting drawing* informasi seperti *steel list* dan *working drawing* harus sudah selesai dibuat, karena dasar pembuatan *nesting drawing* berasal dari kedua gambar diatas.

Berikut kerangka kerja dari proses pembuatan *production drawing* hasil dari pengamatan dilapangan:



Gambar 3.2 Diagram pembuatan *Production Drawing*

(Juklak PT PAL, 2000)

Dari pengamatan selama dilapangan terdapat beberapa *nesting drawing* dibuat dengan menggunakan program komputer AutoCAD dari AutoDESK. Gambar *nesting drawing* yang dibuat memuat informasi sebagai berikut:

1. Kode kapal

   Merupakan kode kapal yang sedang dibuat.

2. Kode blok

   Nama blok yang dimiliki oleh komponen yang tengah dibuat.

3. Dimensi pelat

Dimensi yang disebutkan adalah panjang, lebar, dan tebalnya.

4. Kode Gambar

   Kode gambar digunakan untuk kemudahan dalam pengolahan arsip

5. *Grade* pelat

   Yang ditunjukkan dikolom ini adalah karakteristik material yang digunakan.

6. Jumlah pelat

   Angka dikolom ini merupakan informasi mengenai jumlah pelat yang diperlukan dalam membentuk komponen.

7. Kode *nesting*

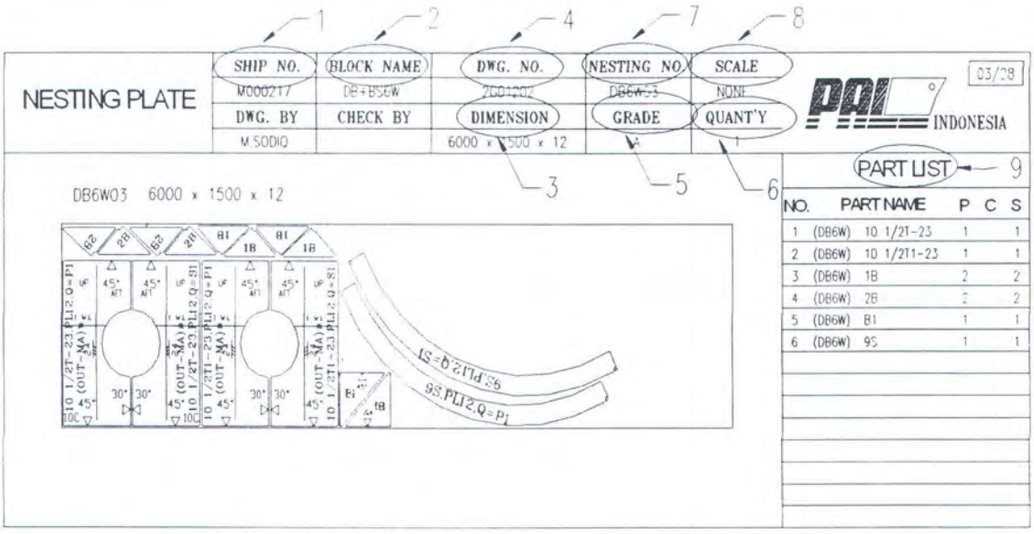
   Kode *nesting* dibuat agar memudahkan identifikasi proses nesting.

8. Skala

   Merupakan tampilan skala gambar

9. *Part List*

   Kolom ini berisi jenis –jenis komponen yang dibentuk di *nesting* ini.



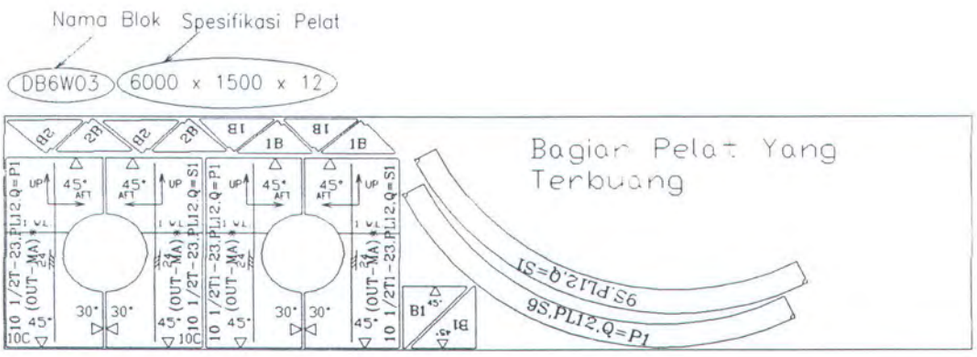
Gambar 3.3 Informasi yang didapat dari *Nesting Drawing*

(sumber Divisi Teknologi PT PAL, 2004)

Pembuatan *nesting drawing* selalu diusahakan agar sisa pelat yang digunakan seminim mungkin, atau *utility*-nya besar. Salah satu standar yang digunakan adalah sisa *scrap* sebesar ≤ 10% atau menurut galangan Mitsui sebesar ≤ 15%. Penentuan standar ini penting sebagai acuan untuk melakukan proses nesting pelat secara efisien.

Pada dasarnya material sisa yang dihasilkan diusahakan seminimal mungkin, namun proses pembuatan *nesting drawing* adalah seluruhnya hak dari pendesain, sehingga *utility* yang dihasilkan juga sangat beragam. Yang dikhawatirkan apabila sisa material masih terlampau besar atau belum memenuhi standar. Hal ini sangat mungkin terjadi apabila terdapat kesalahan estimasi dari pihak pendesain.

Pembuatan metode per blok juga memiliki kelemahan terlebih dalam pembentukan komponen diakhir sebuah blok, karena sebuah pelat berukuran standar dapat dikeluarkan hanya untuk memenuhi kebutuhan sebagian kecil komponen blok yang belum dibentuk. Sebagai pembanding dapat dilihat pada Gambar 3.4 yang merupakan hasil pengamatan dari Divisi Teknologi mengenai *layout nesting drawing*. Disini dapat kita lihat bahwa utilitas dari pelat yang akan dipotong kecil, sisa pelat yang tidak terpakai, tidak akan digunakan kembali.



Gambar 3.4 *Waste* ditahap *Nesting Drawing*

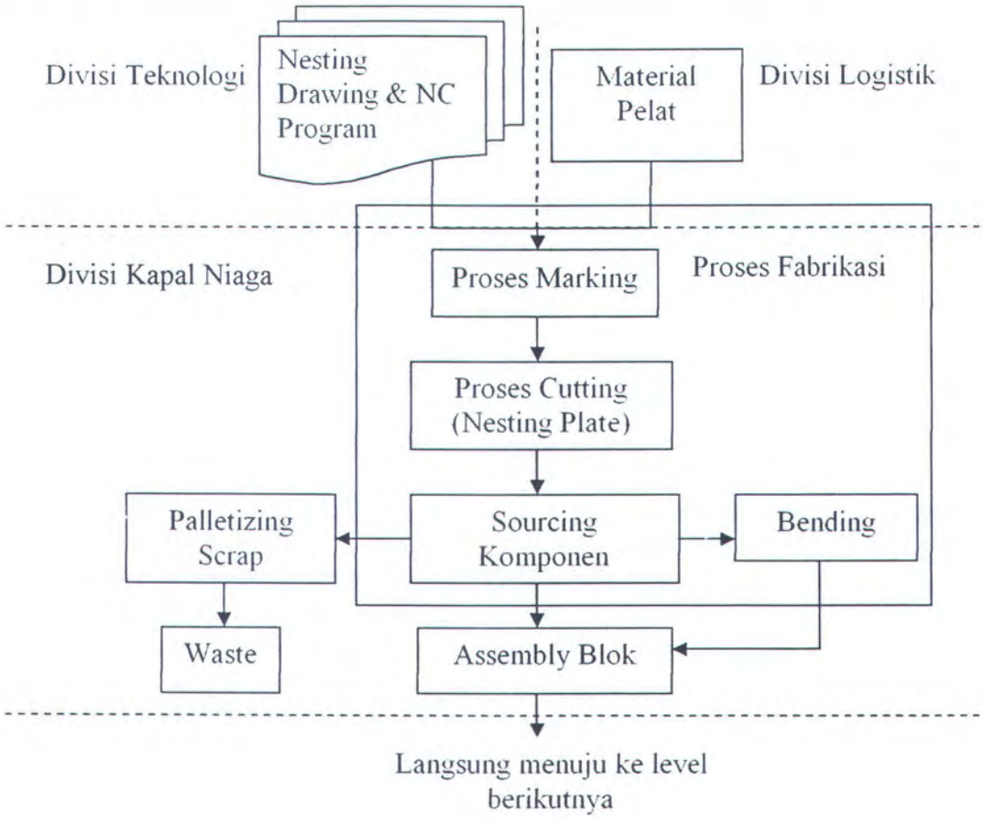
(sumber Divisi Teknologi PT PAL, 2004)

Dengan merubah sedikit sistem pada saat proses desain produksi yang telah ada maka diharapkan material sisa yang masih cukup besar tersebut dapat digunakan kembali untuk pembuatan komponen dari blok kapal yang lain. Oleh karena itu perlu penyesuaian dari pihak-pihak terkait sehubungan dengan perubahan sistem yang sudah ada.

3.4 Sistematika Proses *Nesting* Pelat

Proses realisasi dari *nesting drawing* adalah merupakan bagian dari proses produksi, dimana membutuhkan komunikasi antara divisi desain dan divisi produksi. Komunikasi yang dimaksud telah diwakili oleh gambar-gambar kerja yang dihasilkan oleh Divisi Teknologi untuk dikerjakan oleh Divisi Kapal Niaga selaku divisi produksi. Sehingga secara otomatis proses *nesting* pelat terbesar terdapat dibengkel-bengkel produksi Divisi Kapal Niaga.

Kerangka proses *nesting* pelat dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.5 Kerangka Proses *Nesting* Pelat (sumber Divisi Kapal Niaga PT PAL Surabaya, 2000)

Kerangka diatas merupakan hasil pengamatan dilapangan yang didapat selama melakukan survey di PT PAL Surabaya. Pada nantinya kerangka kerja ini akan berubah menyesuaikan perubahan pada saat terjadi perubahan sistematika *nesting* pelat.

3.5 Penggunaan Komputer sebagai alat Bantu

Keberadaan komputer sebagai alat bantu dalam proses produksi kapal dalam suatu galangan dianggap sebagai suatu kebutuhan yang vital, terlebih dalam menangani suatu proyek besar seperti proyek pembangunan kapal tanker milik Pertamina yang dibangun di galangan milik PT PAL Surabaya.

Perkembangan teknologi dalam dunia informatika yang pesat menjadikan semua proses dalam pembangunan kapal tersentuh oleh kemajuan teknologi ini. Keuntungan yang didapat dari penggunaan komputer dirasakan sangat besar. Waktu yang dibutuhkan untuk suatu proses menjadi lebih singkat dengan kualitas yang tinggi.

3.5.1 Sistem Komputerisasi Tahap Desain *layout Nesting Drawing*

Dari hasil survey selama di lapangan didapatkan bahwa semua proses pembangunan kapal sudah menerapkan sistem komputer. Pada proses *production drawing* di divisi teknologi, semua proses pembuatannya menggunakan komputer sebagai perangkat keras dan perangkat lunak sebagai alat produksi. Divisi Teknologi memiliki banyak komputer yang digunakan untuk menghasilkan gambar –gambar kerja. Rata –rata komputer yang digunakan memiliki spesifikasi yang menunjang untuk proses rancang bangun. Perangkat lunak yang dipakai adalah Tribon M2 yang merupakan perangkat lunak yang khusus dibuat untuk sistem desain dan produksi terpadu untuk galangan, namun terdapat juga

perangkat lunak AutoCAD yang digunakan untuk membantu pembuatan desain beberapa bagian kapal, adapun spesifikasi sistem perangkat keras minimum yang dibutuhkan sebagai berikut:

- Sistem operasi minimum menggunakan Microsoft® Windows® 98
- Prosesor minimum Pentium 233 atau direkomendasikan Pentium 450 atau lebih.
- RAM minimum sebesar 32 MB atau direkomendasikan 64 MB
- Video VGA minimum 800 x 600 256 *colors* atau direkomendasikan sebesar 1027 x 768 SVGA dengan 64 KB *colors*
- Kapasitas hardisk minimum 300 MB

Jadi bisa kita tarik kesimpulan bahwa semua perangkat keras pada divisi teknologi memiliki sistem yang cukup baik untuk melaksanakan proses produksi. Demikian pula Sumber Daya Manusia (SDM) pada divisi teknologi ini hampir semua dapat mengoperasikan komputer, dan mampu bekerja dengan program rancang bangun AutoCAD.

3.5.2 Sistem Komputerisasi Tahap Proses *Nesting*

Sistem komputer di proses ini lebih dapat membantu galangan dalam menyelesaikan proyek pembangunan kapal, karena tahap pemotongan pelat menjadi komponen dilakukan dengan bantuan mesin potong *Numerical Control* (NC). Mesin NC yang digunakan di PT PAL ada dua yaitu mesin NC *plasma* dan

mesin NC Gas, keduanya merupakan mesin – mesin canggih dengan *input* berupa disket, dan dapat secara otomatis bekerja memotong pelat sesuai dengan pola yang telah dibuat pada tahap desain. Dengan penggunaan mesin – mesin ini maka pekerjaan pemotongan menjadi lebih cepat dengan presisi yang tinggi.

BAB IV

PERENCANAAN SISTEM

BAB IV

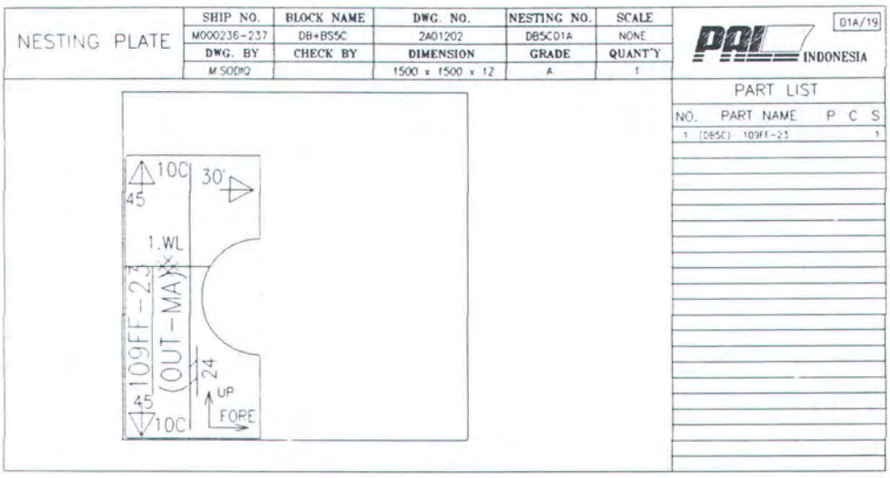
PERENCANAAN SISTEM

Dalam merencanakan sebuah sistem pembangunan kapal perlu dipikirkan adanya proses adaptasi, dimana untuk merubah sistem yang sudah ada membutuhkan waktu. Lama tidaknya waktu adaptasi tergantung kepada seberapa besar tingkat perbedaan sistem baru terhadap sistem yang sudah berjalan. Jalan termudah untuk merubah sistem adalah memodifikasi sistem yang sudah ada dengan mengacu kepada efisiensi waktu dan materi. Memodifikasi sistem inilah yang akan kami aplikasikan pada sistem pembuatan gambar produksi, terkait dengan proses *nesting* pelatnya.

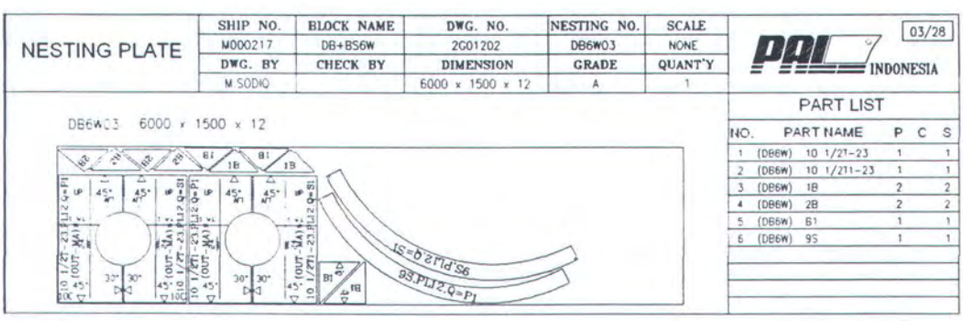
4.1 Pengoptimalan *Layout*

Ide awal dari perubahan ini didapat dari pengamatan lapangan dimana pelat sisa yang masih luas tidak digunakan kembali, hal ini bisa dilihat pada *layout nesting drawing* pada bab sebelumnya. Oleh karena itu penggabungan komponen blok lain pada saat proses pembuatan komponen (*nesting* pelat) dirasa cukup membantu terciptanya efisiensi. Lihat kembali Gambar 3.4. sisa pelat yang ada di blok ini memungkinkan untuk diisi komponen dari blok lain dengan tebal pelat yang sama. Lihat Gambar 4.1 ini adalah *layout nesting drawing* pelat tebal

12 mm untuk blok DB5C, dan lihat Gambar 4.2 disini adalah *layout nesting drawing* pelat tebal 12 mm untuk blok DB6W



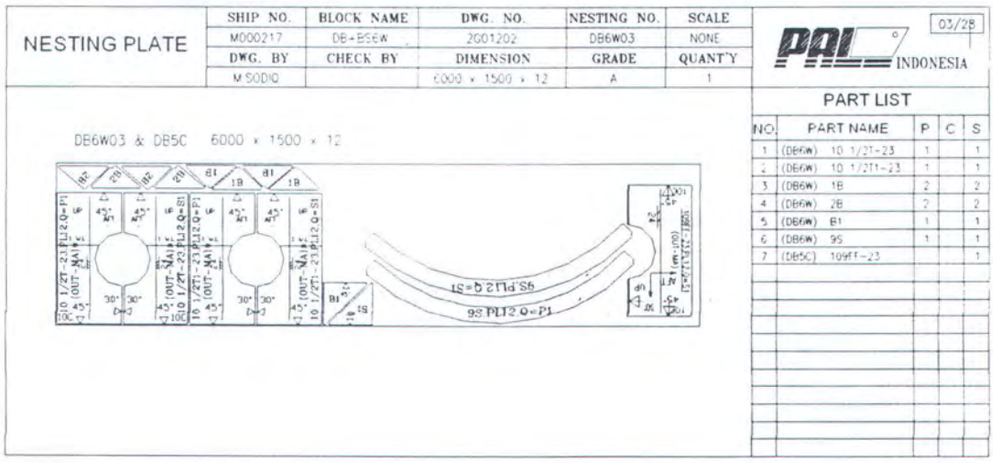
Gambar 4.1 *Layout Nesting* plat 12 mm blok DB5C



Gambar 4.2 *Layout Nesting* plat 12 mm blok DB6W

Karena pelat yang tersisa pada *layout nesting* di blok DB6W masih cukup luas, maka gambar komponen dari blok DB5C bisa masuk ke *layout*

nesting pada blok DB6W. Dengan pengaturan komponen sedemikian rupa mangacu kepada efisiensi material, maka komponen pada blok DB5C dapat dibuat bersamaan dengan DB6W. Hasil *layout nesting drawing* gabungan kedua blok adalah sebagai berikut:



Gambar 4.3 *Nesting Drawing* gabungan 2 blok DB6W dan DB5C.

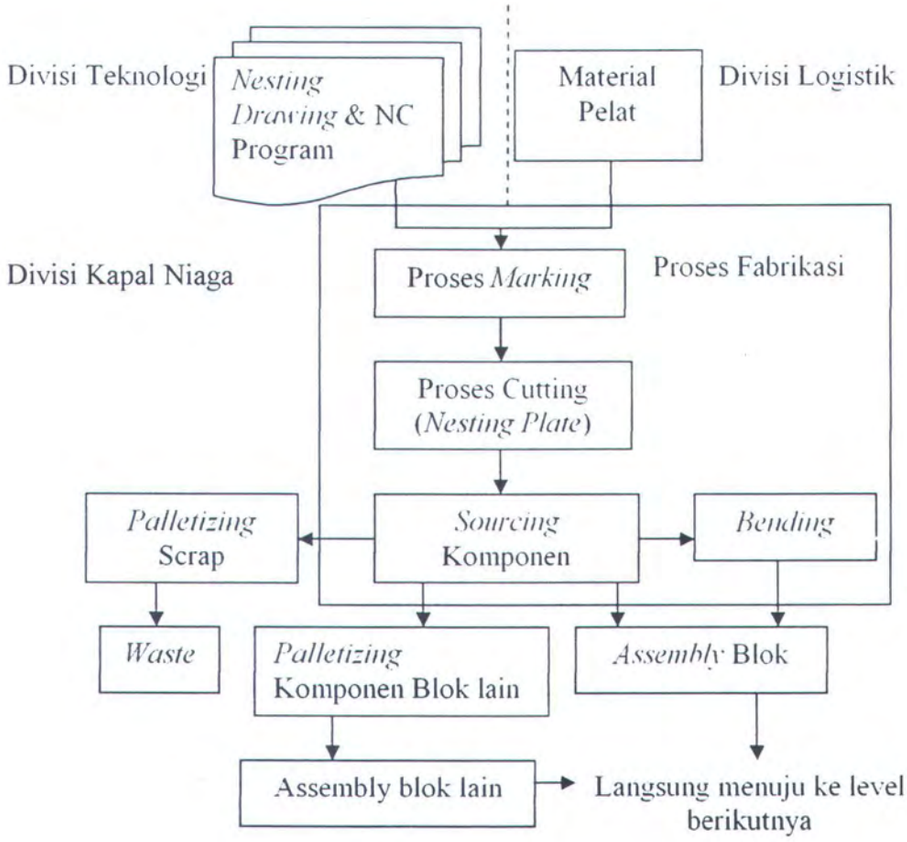
Dari gambar terlihat sisa pelat yang dihasilkan masih dapat digunakan, sehingga dapat dicarikan komponen lain yang dapat dibentuk oleh *nesting drawing* ini. Konsep ini masih terasa begitu sederhana, namun kenyataan agar proses berjalan dengan baik perlu persiapan dan modifikasi sistem pendukung lain yang dirasa berhubungan dengan proses *nesting*, seperti misal pengkodean material dan *part list* yang sudah di-*nesting*, pengkodean *nesting* pelat, atau proses produksi dilapangan.

Penggunaan standar *waste* untuk pelat sisa dalam proses *nesting* juga membantu untuk efisiensi material. Standar ini sebagai acuan untuk desainer dalam membuat desain *nesting* pelatnya. Idealnya tiap galangan menerapken standar material sisa untuk mengontrol sisa material.

4.2 Modifikasi Proses Produksi

Dalam penulisan tugas akhir ini kami hanya menyinggung sedikit permasalahan dalam proses produksi. Kendala yang kemungkinan akan terjadi hanya dapat kami prediksi tanpa kami dalami lebih lanjut. Adapun permasalahan yang mungkin terjadi adalah sebagai berikut: Untuk proses produksi dilapangan, dibutuhkan suatu paletisasi untuk menampung komponen-komponen blok lain yang sekiranya masih belum dibutuhkan. Ataupun komponen-komponen blok lain yang sudah dibuat namun jadwal pembangunan blok tersebut masih belum dimulai, seperti misal penyimpanan komponen blok DB5C.

Secara garis besar perkiraan perubahan kerangka kerja pada saat melakukan proses produksi setelah sistem dimodifikasi bisa digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.4 Diagram Proses Produksi

Perbedaan dari proses sebelumnya adalah adanya pengelompokan komponen blok lain (*palletizing* komponen blok lain), hal ini dilakukan untuk menunggu jadwal blok dari komponen tersebut diturunkan. Informasi dan kode-kode yang dibuat harus jelas, agar tidak terjadi komponen yang terlewat, tertukar ataupun hilang.

4.3 Sistem Informasi Pendukung

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya tahap pertama proses *nesting* pelat adalah pada saat pembuatan *layout nesting drawing* ditahap pembuatan *production drawing*. Kekuatan utama dalam dalam suatu proses *nesting* terletak di pembuatan *layout*.

Oleh karena itu para pendesain harus mampu mendesain gambar *layout nesting drawing* sedemikian rupa hingga tingkat efisiensinya tinggi. Tingkat efisiensi tinggi berarti pula kegunaan pelat besar, *waste* yang dihasilkan sedikit. Tingkat efisiensi juga dapat digambarkan sebagai tingkat prosentase sisa pelat yang tidak terpakai. Tingkat prosentase ini beragam, bergantung kepada standar yang digunakan, seperti misal standar galangan Mitsui sebesar $\leq$ 15 % dari total luas pelat, atau ada galangan yang menetapkan standar $\leq$ 30 % dari total luas pelat.

Pada penulisan tugas akhir ini akan kami buat suatu program bantu berbasis komputer untuk membantu menentukan tingkat prosentase sisa pelat, dengan demikian efisiensi tinggi dapat kita capai. Program komputer ini akan membantu desainer pada tahap pembuatan *nesting drawing*. Penggunaan program komputer ini juga dirasa perlu untuk galangan yang akan menetapkan standar untuk proses *nesting*-nya.

Program komputer yang kami buat menggunakan bahasa pemrograman AutoLISP yang terintegrasi dengan keberasaan AutoCAD dari AutoDesk,

diharapkan program berbasis AutoLISP ini dapat dengan mudah dimengerti oleh pemakai *(user)*, dalam hal ini adalah desainer.

4.4 Penggunaan AutoLISP sebagai alternatif solusi

Pemilihan bahasa pemrograman AutoLISP sebagai alternatif pemecahan masalah dimaksudkan agar lebih mudah diterima dan dipahami oleh pengguna program komputer atau dalam hal ini SDM yang dimiliki oleh galangan. Dengan demikian proses untuk adaptasi tidak berlangsung lama, dan sistem baru akan lebih mudah menyesuaikan dengan sistem yang sebelumnya ada.

Seperti yang telah dikemukakan sebelumnya, program yang akan dibuat berdasarkan bahasa pemrograman AutoLISP ini merupakan suatu program komputer yang dapat menghitung prosentase dari pelat sisa yang dihasilkan, adapun rumus sederhana yang digunakan untuk menghitung prosentase pelat sisa adalah sebagai berikut:

$$G = \left(1 - \left(\frac{f1}{e}\right)\right) \times 100$$

Dimana:

G = prosentase pelat yang dihitung

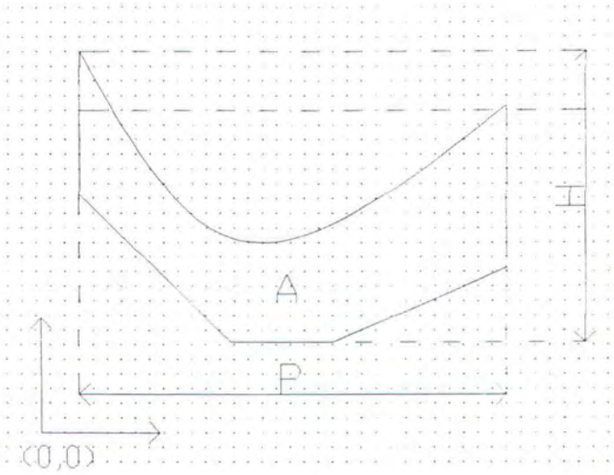
F1 = luasan total dari komponen

e = luasan total dari pelat

Untuk menghitung gabungan luasan komponen nanti akan digunakan ***command: area*** pada AutoCAD, perintah ini dapat menampilkan luasan setiap bentuk komponen, baik kurva maupun *polyline*. Teknik atau rumus yang dipakai untuk menghitung luasan adalah ada bermacam – macam, namun penangkapan titik atau koordinat dengan menggunakan *linear trace*. *Linear trace* adalah teknik yang digunakan untuk mendapatkan koordinat dari suatu obyek. Dibawah ini adalah contoh perhitungan area suatu obyek kurva dengan menggunakan teknik tersebut:

Misal:

1. Terdapat bentuk kurva, dengan panjang proyeksi P dan tinggi proyeksi H, titik – titik yang tampak adalah piksel – piksel pada grafis komputer, pada grafis komputer titik - titik piksel tidak terlihat. Jarak piksel ini tergantung dari *default* program (lihat Gambar 4.5):

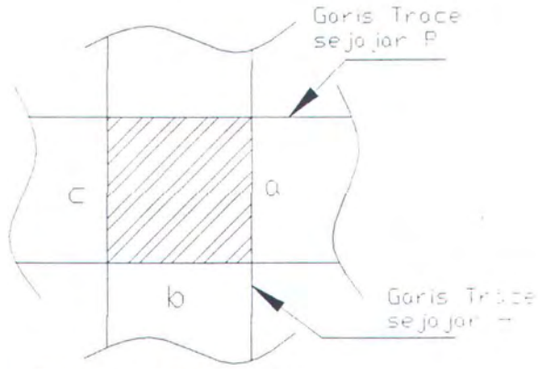


PERPUSTAKAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

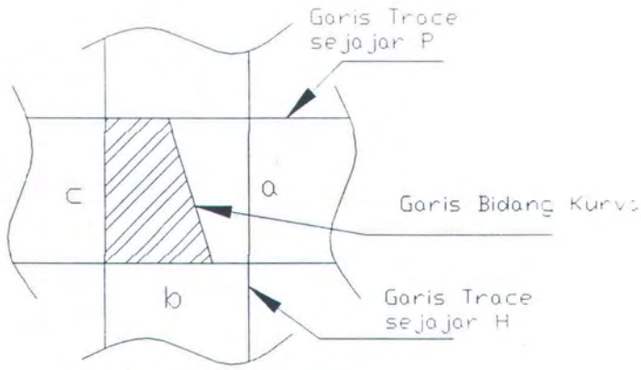
Gambar 4.5 Perhitungan Kurva

2. Perhitungan luasan bentuk ini menggunakan *linear trace*, dimana antara piksel satu dengan lainnya dibuat garis - garis, dengan jarak tiap garis tersebut sama. Semakin banyak pembagiannya, maka perhitungan luasan semakin mendekati benar. Untuk menghindari penggunaan memori yang terlalu besar, maka *linear trace* untuk tiap piksel dibatasi sepanjang garis proyeksi P dan H.
3. Dari persinggungan garis *trace* dan bidang dapat ditemukan titik - titik koordinat yang diperlukan untuk melakukan perhitungan. Bisa dibayangkan titik – titik hasil persinggungan ini sangatlah banyak. Apabila perhitungannya adalah keliling dari bidang kurva, maka jumlah total dari jarak tiap titik persinggungan ke titk persinggungan terdekat merupakan keliling dari bidang.

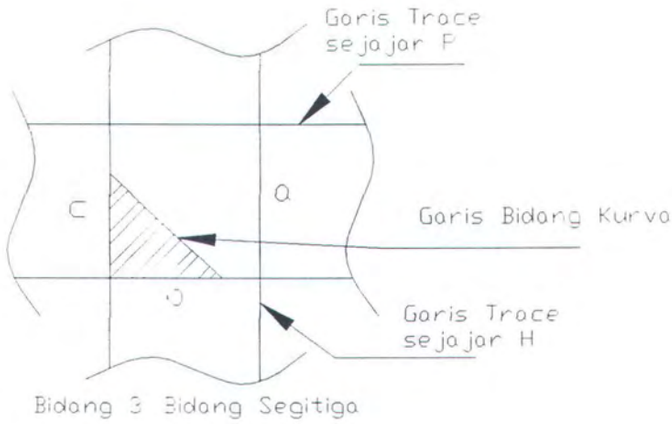
4. Perhitungan area: Terdapat 4 macam bentuk yang didapat dari linear trace, yaitu:

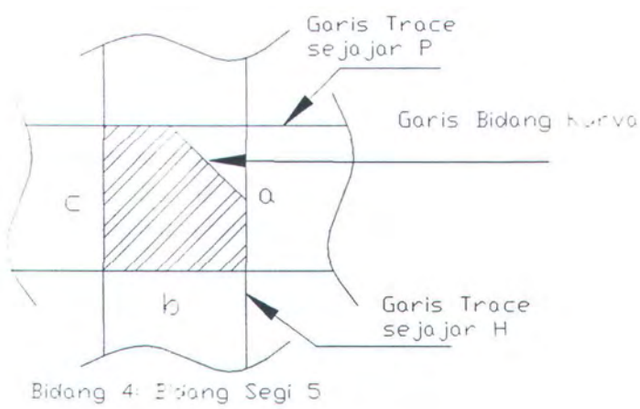


Bidang 1 Bidang Kotak



Bidang 2: Bidang Trapesium





Gambar 4.6 Empat Tipe Bidang

Empat tipe bidang tersebut berdasarkan perpotongan bidang yang dibentuk antar garis *trace* dengan bidang yang terbentuk dari kurva A. Jumlah total dari perpotongan bidang inilah informasi area dihasilkan, sedangkan rumus yang digunakan untuk menghitung perpotongan area digunakan rumus trapesium:

$$L = \frac{b \times (a + c)}{2}$$

Dari data diatas bisa dilihat bahwa rumus yang sederhana ini dapat memberi kontribusi bagi proses desain *nesting* pelat. Namun akan terasa lebih rumit apabila rumus tersebut diaplikasikan untuk membuat suatu sistem informasi dengan menggunakan bahasa pemrograman khusus.

Bagi kami kemampuan AutoLISP sudah mencukupi untuk membuat suatu sistem informasi berdasarkan rumus yang telah dibuat, kemampuan yang ditawarkan oleh AutoLISP yang dapat menunjang pembuatan sistem informasi ini sangatlah banyak, yaitu:

- AutoLISP dapat mengenali obyek – obyek yang dibuat oleh AutoCAD baik obyek 2 dimensi ataupun 3 dimensi, fungsi – fungsi yang dimiliki oleh AutoLISP untuk mengenali obyek ini ada bermacam – macam, seperti misal ***ssget, sslength, ssname***. Fungsi – fungsi ini penting dalam pembuatan program, karena dengan fungsi – fungsi ini bermacam bentuk dan ukuran komponen kapal dapat dengan mudah dikenali untuk kemudian diolah datanya.
- AutoLISP dapat dengan secara otomatis mengulang perintah yang sama, atau dalam istilah teknisnya adalah melakukan *looping*. Kelebihan dari adanya *looping* adalah *listing* untuk program yang dibuat menjadi lebih singkat. Fungsi – fungsi

yang digunakan untuk proses *looping* adalah ***repeat*** atau ***while***, perlunya fungsi – fungsi ini dalam pembuatan program adalah untuk mengulangi pengambilan data *area* yang secara umum sama untuk keseluruhan komponen kapal.

- Seperti halnya bahasa pemrograman yang lain, maka AutoLISP dapat membuat operasi percabangan, fungsi – fungsi yang digunakan untuk operasi percabangan adalah ***if*** atau ***cond***, perlunya operasi percabangan dalam pembuatan program ini adalah sebagai percabangan perhitungan sisa pelat dengan komponen yang tidak berlubang, dan komponen yang memiliki lubang.
- AutoLISP dapat menarik perintah yang dimiliki oleh AutoCAD sendiri, hal ini merupakan suatu keuntungan tersendiri dalam memakai AutoLISP karena dengan menarik perintah dari AutoCAD maka informasi mengenai luas area tiap komponen akan didapat secara cepat dan akurat.
- AutoLISP memiliki fungsi perhitungan yang sangat lengkap, seperti fungsi bagi **(/)**, kali **(x)**, tambah **(+)**, atau kurang **(-)**. Ditambah lagi fungsi – fungsi seperti lebih besar **(>)**, lebih kecil **(<)**, lebih besar sama dengan **(=>)**, lebih kecil sama dengan **(=<)**, sama dengan **(=)**, tidak sama dengan **(/=)**. Maka operasi

perhitungan seperti pada rumus diatas menjadi dapat dengan mudah dilaksanakan.

- AutoLISP merupakan bagian dari program utama AutoCAD yang melengkapi perintah AutoCAD yang lain, demikian pula dalam pembuatan program ini, bahasa yang digunakan tidak terlalu rumit.
- AutoLISP memiliki program bantuan atau *help*, yang sangat membantu kami, dan mungkin para pengguna AutoCAD dalam membuat bahasa pemrograman berbasis AutoLISP, demikian dalam penulisan program ini sangat banyak dibantu oleh adanya *help*.
- AutoLISP memiliki ruang kerja tersendiri yang memudahkan untuk penulisan fungsi – fungsi, atau melakukan *listing* program, kemudahan ini juga ditunjang dengan adanya menu – menu pembantu pemrograman. Seperti misal ***check text editor,*** kemudian ***trace, inspect,*** dan lainnya.

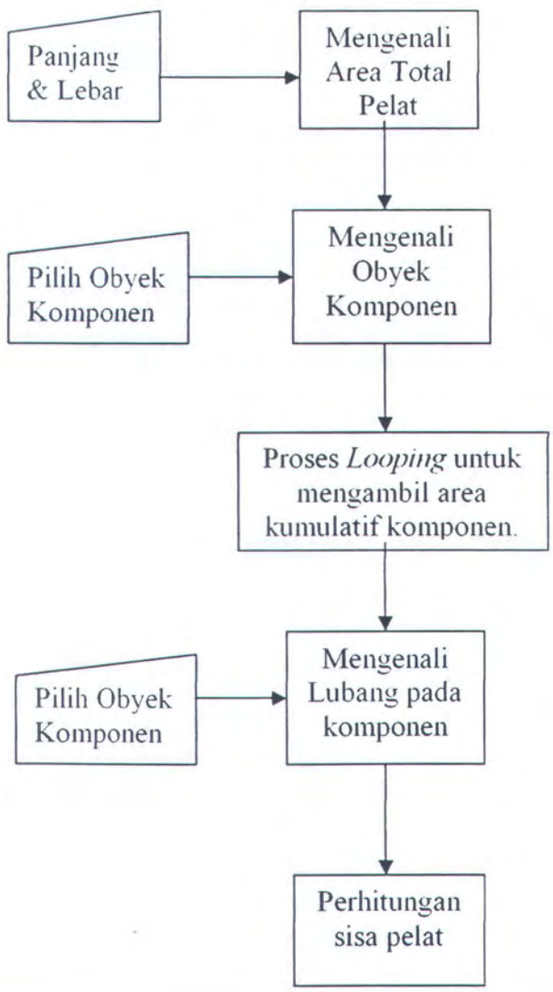
Dari kelebihan – kelebihan diatas maka AutoLISP dipilih sebagai bahasa pemrograman, *Flow Chart* dari tahap kerja sistem komputer yang dikembangkan untuk membantu proses *nesting* diberikan pada Gambar 4.7 yang memiliki tahapan sebagai berikut:

1. Tahap pertama adalah mengenali area total pelat.
2. Tahap kedua adalah mengenali obyek komponen kapal.

3. Tahap ketiga adalah melakukan proses *looping* sesuai jumlah komponen.
4. Tahap keempat adalah mengenali obyek lubang dari komponen.
5. Tahap kelima adalah perhitungan sisa pelat.

Demikian perencanaan sistem yang kami buat, semua sistem komputer pendukung juga telah kami siapkan sebagai alat bantu dalam menerapkan sistem baru ini.

Flow Chart



BAB V

IMPLEMENTASI

BAB V

IMPLEMENTASI

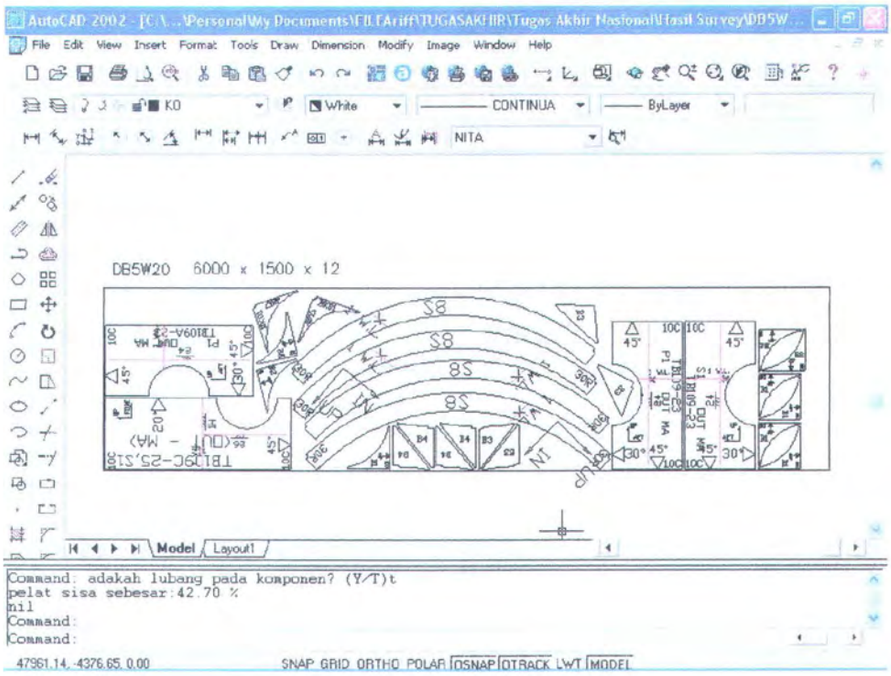
Implementasi rancangan sistem dilakukan setelah sistem baru sudah siap untuk diaplikasikan. Secara keseluruhan sistem yang sudah ada tidak berubah namun lebih disempurnakan untuk penggunaan material yang lebih efisien.

5.1 Penggabungan komponen di dalam satu *layout* nesting

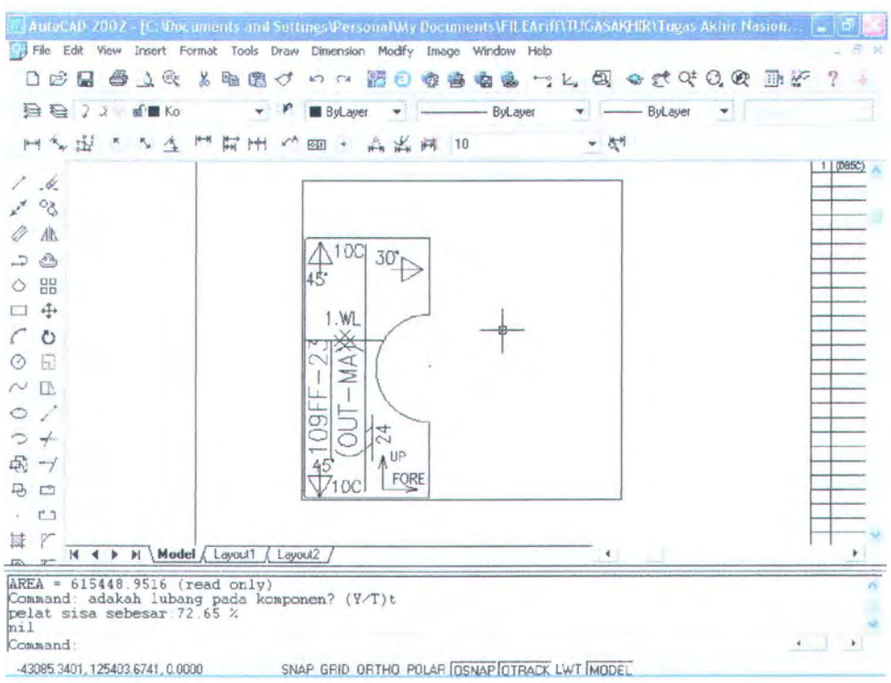
Untuk implementasi pada bab ini, kasus berdasarkan pada hasil survey yang didapat. Hasil survey yang didapat terbatas, hanya diberikan 4 blok saja. Karenanya mengenai implementasi penggabungan komponen, sumber berasal dari 4 blok saja yaitu blok DB5W, DB5C, DB6C dan DB6W, dengan tebal pelat yang sama. Berikut implementasi untuk pelat 12 mm:

Sebelum digabungkan, ada 4 *layout nesting* dengan besar masing-masing pelat sisa adalah sebagai berikut:

- *Layout* blok DB5W ukuran pelat 6000 x 1500 x 12 dengan pelat sisa sebesar **42,7 %** (Lihat Gambar 5.1.1)

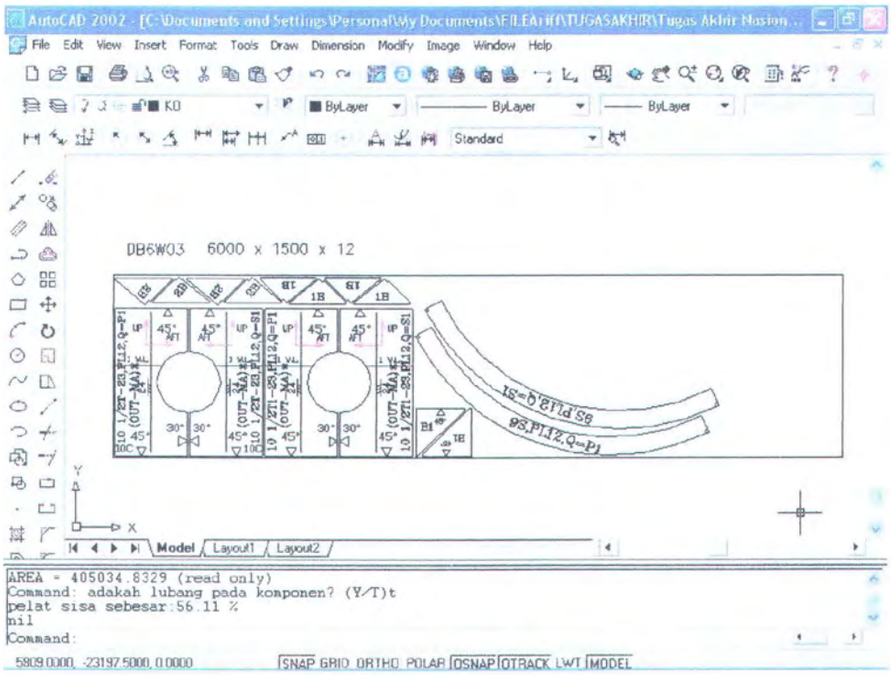


Gambar 5.1.1 *Layout* DB5W pelat 12 mm



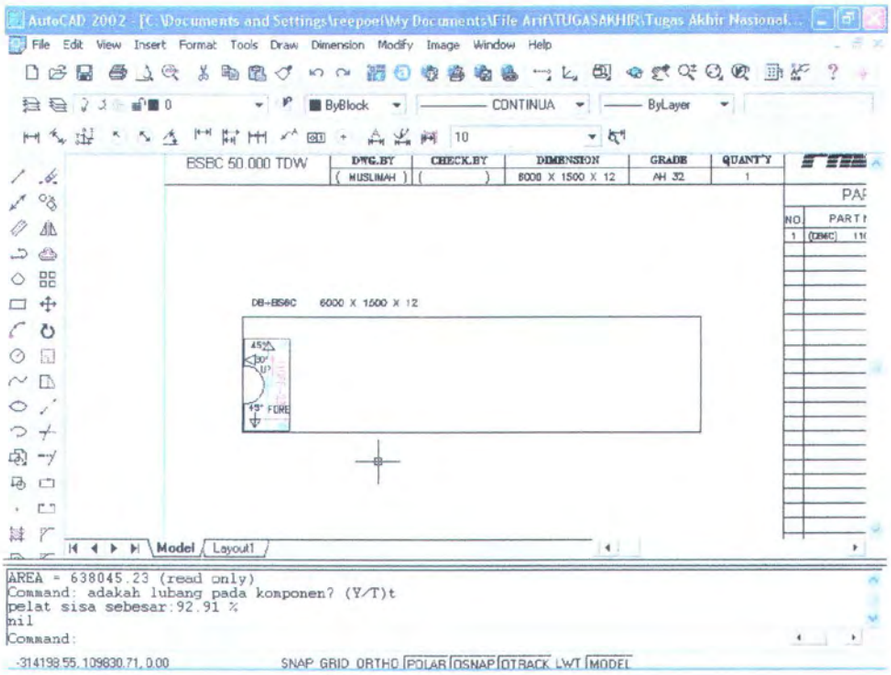
Gambar 5.1.2 *Layout* DB5C pelat 12 mm

- *Layout* blok DB5C ukuran pelat 1500 x 1500 x 12 dengan sisa sebesar **72,65 %** (Lihat Gambar 5.1.2)
- *Layout* blok DB6W ukuran pelat 6000 x 1500 x 12 dengan pelat sisa sebesar **56,11 %** (Lihat Gambar 5.1.3)



Gambar 5.1.3 *Layout* DB6W pelat 12 mm

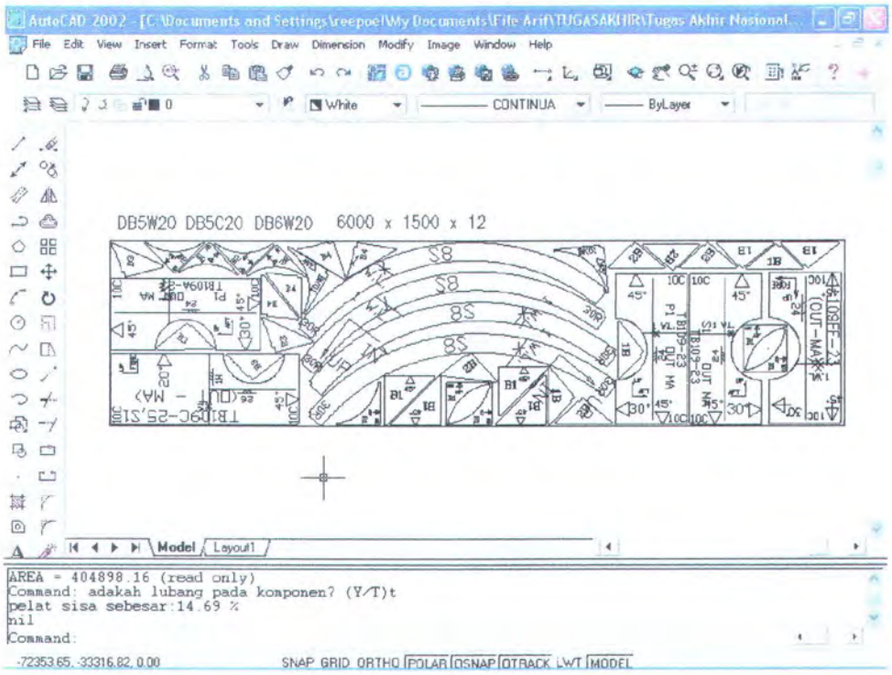
- *Layout* blok DB6C ukuran pelat 6000 x 1500 x 12 dengan sisa sebesar **92,91 %**



Gambar 5.1.4 *Layout Nesting* Pelat Ukuran 12 Blok DB6C

Setelah penggabungan komponen – komponen dari blok – blok tersebut dengan tebal pelat yang sama didapat 2 *layout* dengan besar pelat sisa masing – masing sebagai berikut:

- *Layout* DB5W, DB5C, DB6W dengan ukuran 6000 x 1500 x 12 didapatkan pelat sisa sebesar **14,69 %** (Lihat Gambar 5.1.5)



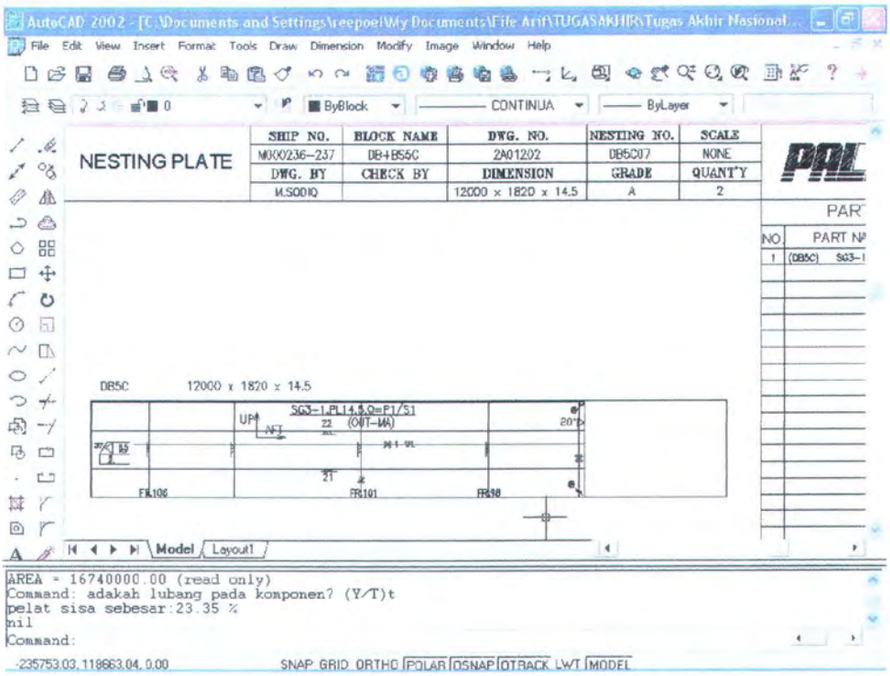
Gambar 5.1.5 *Layout* Gabungan DB5W, DB5C, dan DB6W

- *Layout* yang kedua dapat dibuat sedemikian rupa dengan menggabunggkan komponen – komponen dari beberapa blok dengan ketebalan yang sama sehingga kegunaannya maksimal.

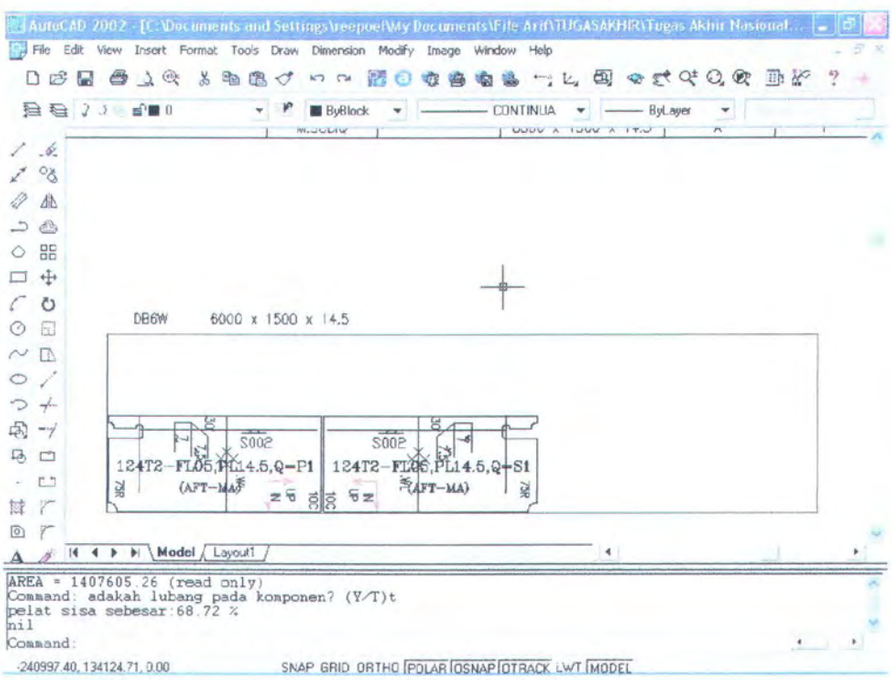
Apabila dicermati, dari penerapan cara diatas dihasilkan efisiensi pelat sebesar **1500 x 1500 x 12** yang sebelumnya digunakan untuk blok DB5C dan pelat ukuran **6000 x 1500 x 12** yang sebelumnya digunakan blok DB6C.

Dengan cara yang sama seperti diatas untuk pelat yang lain didapatkan efisiensi yang cukup besar, seperti pada pelat ukuran 14,5:

- Terdapat *layout nesting* pelat tebal 14,5 mm di blok DB6C yang memiliki sisa **23 %** (lihat Gambar 5.1.6)



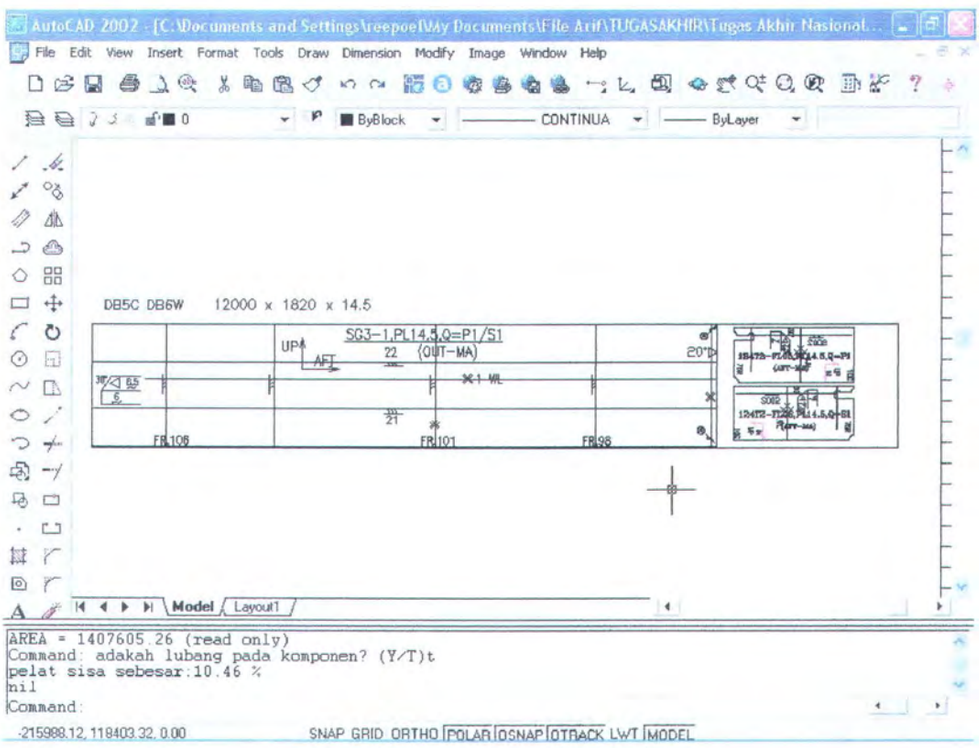
Gambar 5.1.6 *Layout Nesting* Pelat 12000 x 1820 x 14,5 milik DB5C



Gambar 5.1.7 *Layout Nesting* Pelat 6000 x 1500 x 14,5 di blok DB6W

- Dapat dilihat bahwa sisa ruang yang tersedia masih cukup untuk menampung komponen dari blok DB6W yang memiliki sisa pelat sebesar **68,71 %.** (Lihat Gambar 5.1.7)

- Dengan menggabungkan komponen kedua blok, maka kebutuhan pelat 14,5 untuk blok DB6W dapat ditiadakan. *Layout* baru lebih maksimal dalam penggunaan pelat dengan sisa pelat sebesar **10.46 %,** (lihat Gambar 5.1.8).



Gambar 5.1.8 *Layout* Gabungan Pelat 12000 x 1820 x 14,5 milik DB5C dan DB6W

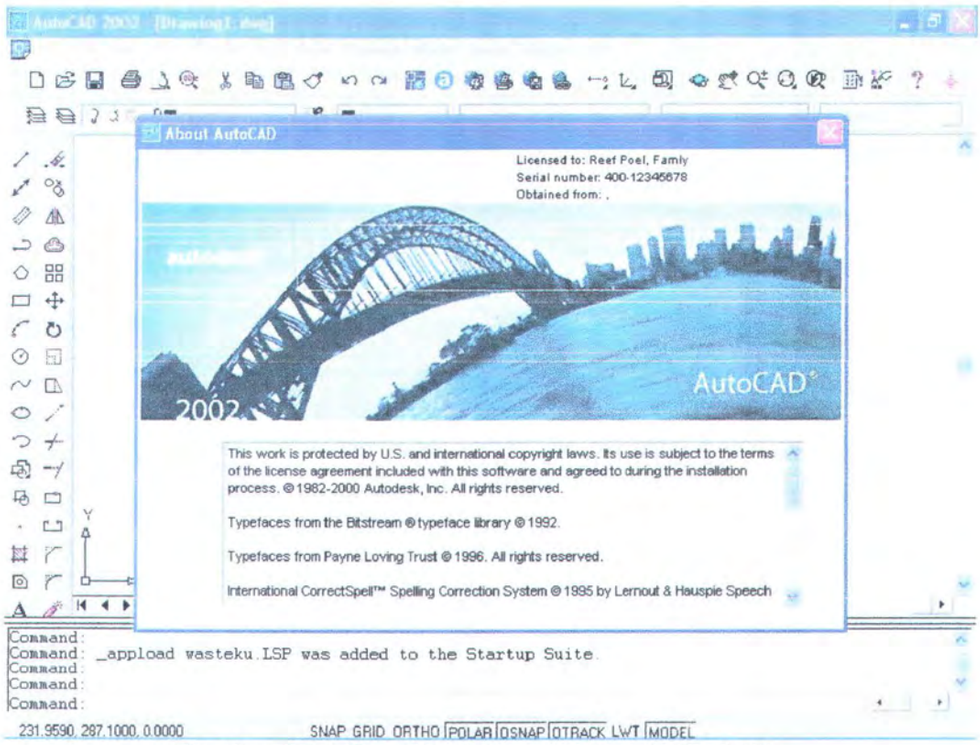
Apabila dicermati, kebutuhan pelat dengan tebal 14,5 mm dapat dikurangi sebuah dengan ukuran **6000 x 1500 x 14,5** yang sebelumnya digunakan untuk blok DB6W.

Dengan penggabungan komponen dan memaksimalkan *layout* seperti cara sebelumnya. Untuk pelat dengan tebal 10 mm, juga didapat efisiensi sebesar **2000 x 1500 x 10** dan **6000 x 1500 x 10.**

5.2 Menjalankan perangkat lunak pada tahap desain

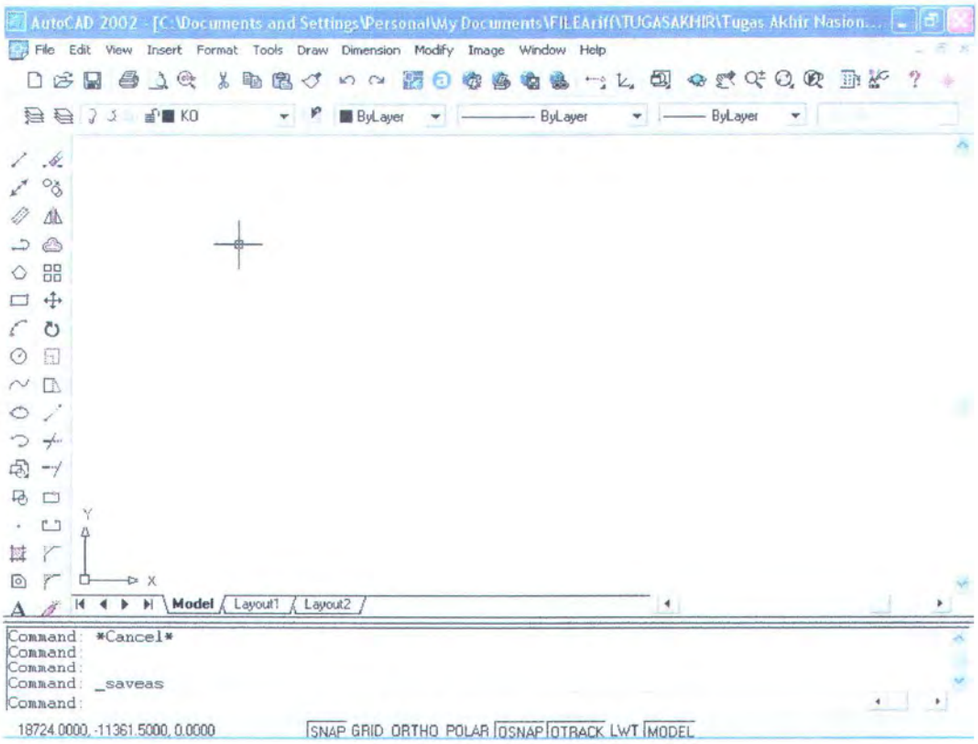
Pada dasarnya cara atau *step* yang digunakan tidak banyak berubah. Untuk mendesain komponen kapal yang akan di-*nesting*, para desainer menggunakan bantuan program komputer. Salah satunya adalah program rancang bangun AutoCAD versi 2002, sebagai tambahan dijalankan program AutoLISP untuk membantu kerja dari desainer. Berikut langkah kerja di tahap desain:

1. Program desain yang digunakan adalah AutoCAD, namun disempurnakan dengan fitur AutoLISP. Pada penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan program AutoCAD versi 2002. Dibawah ini adalah tampilan mengenai AutoCAD versi 2002 yang dibuat oleh Autodesk. Untuk menampilkan ini kita harus lebih dahulu masuk kedalam program AutoCAD (lihat gambar 5.2.1).



Gambar 5.2.1 Tampilan Mengenai AutoCAD 2002

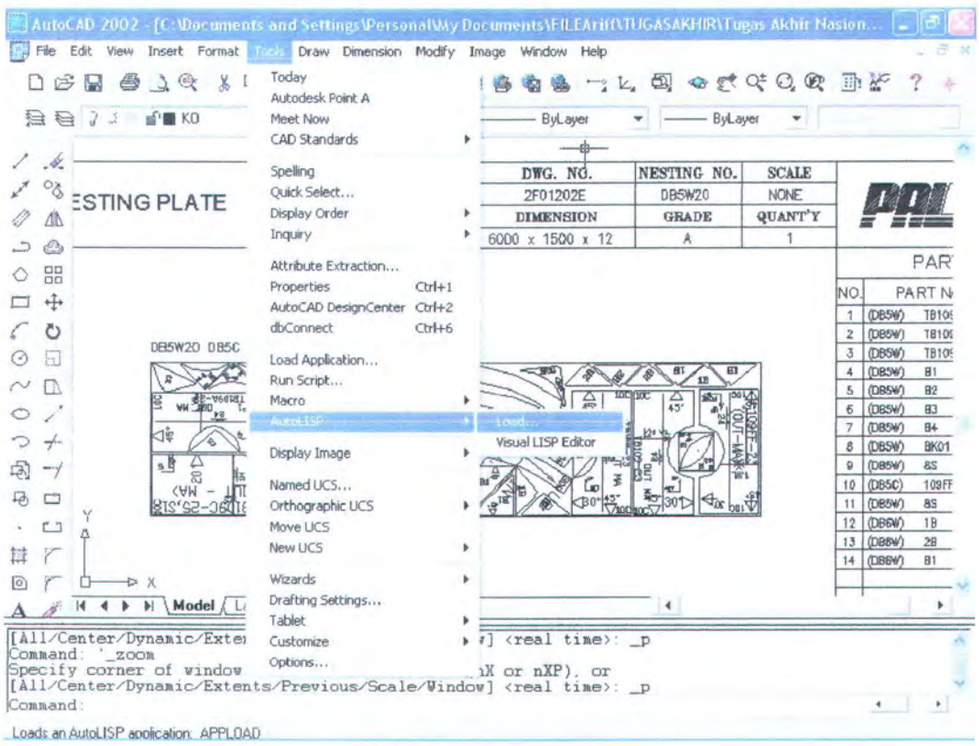
2. AutoCAD memiliki fitur lengkap untuk melakukan rancang bangun suatu konstruksi ataupun gambar kerja. Dibawah ini adalah tampilan awal AutoCAD, dimana rancang bangun suatu konstruksi bisa dimulai dari sini (lihat Gambar 5.2.2). Area yang memiliki warna hitam adalah ruang kerja dari AutoCAD. Tampak beberapa menu *toolbar, pulldown,* dan perintah berupa *icon-icon* yang mengelilingi ruang kerja AutoCAD. Dibaris bawah tampak baris *command,* digunakan untuk memanggil perintah-perintah yang dimiliki oleh AutoCAD.



Gambar 5.2.2 Ruang Kerja AutoCAD 2002

3. Fitur-fitur yang dimiliki oleh AutoCAD sangatlah lengkap, baik untuk penggambaran 2D (2 dimensi) atau 3D (3 dimensi). Salah satu fitur yang memudahkan kita untuk membuat suatu perintah baru yang dapat membantu pekerjaan adalah fitur AutoLISP. AutoLISP merupakan bagian dari AutoCAD dimana memiliki bahasa program (*syntax*) khusus untuk membuatnya. Demikian juga program untuk mengetahui utilitas dari pelat yang kami buat menggunakan bahasa pemrograman AutoLISP, dengan ekstensi ***wasteku.lsp***. Tampilan dibawah ini adalah bagimana cara me-*load* program yang

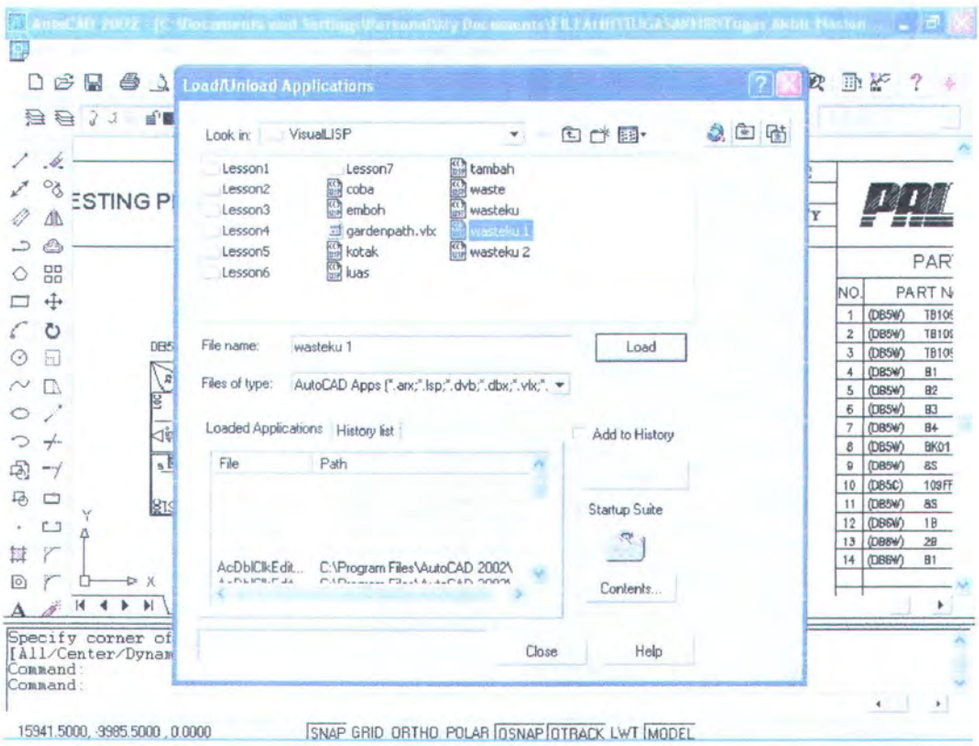
menggunakan AutoLISP dari menu *pulldown tools* kemudian *AutoLISP* dan kemudian klik di *load* (lihat Gambar 5.2.3). Tampak latar belakang gambar adalah salah satu proyek *nesting* pelat yang kami dapatkan dari PT PAL Surabaya.



Gambar 5.2.3 Cara AutoCAD me-*Load* fitur AutoLISP

4. Setelah kita klik *load* kemudian muncul tampilan menu pilihan seperti dibawah ini (lihat gambar 5.2.4). Program yang kami buat disimpan dalam file dengan nama ***wasteku.lsp***. Setelah *select* di ***wasteku.lsp***, kemudian klik pada tombol *load*. Apabila tidak terdapat *error* atau kesalahan pada program, maka akan muncul pesan di pojok bawah

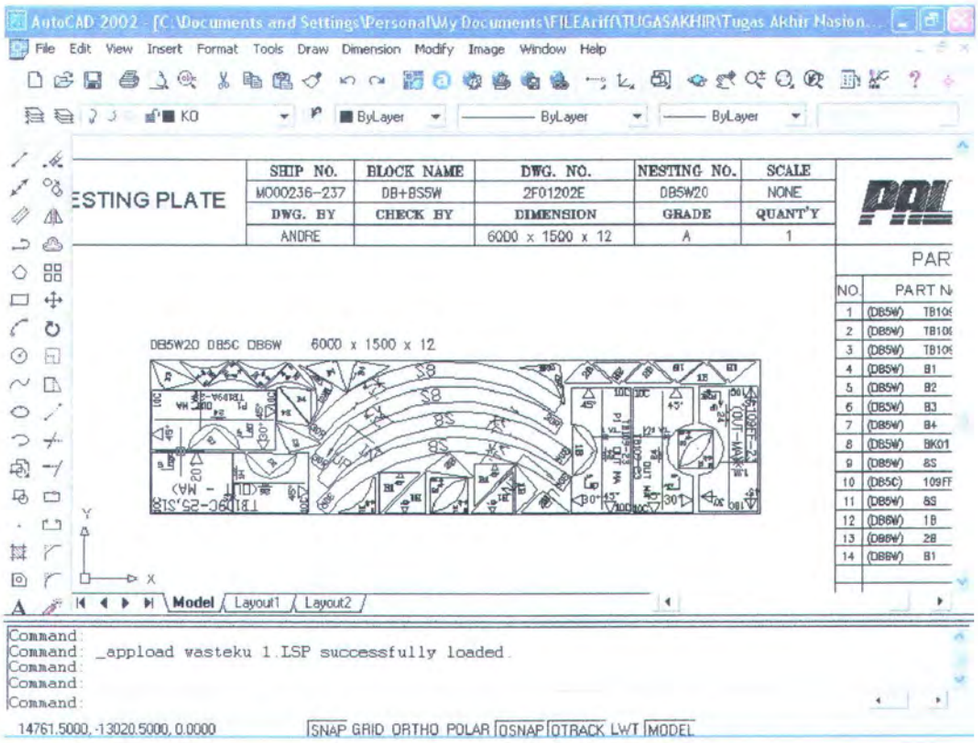
kiri menu berupa sebuah pesan ***"wasteku.LSP successfully loaded"***, apabila demikian maka program sudah di *load* dan klik tombol *close* pada menu. Setelah menu ditutup maka tampilan akan kembali ke tampilan AutoCAD sebelumnya.



Gambar 5.2.4 Tampilan menu *Load Application* pada AutoCAD

5. Setelah tampilan AutoCAD muncul, maka program tambahan siap dijalankan, pada pembuatan program ini kata kunci untuk memanggil program adalah dengan mengetikkan ***"waste"*** pada baris *command* pada AutoCAD (Lihat gambar 5.2.5). Untuk selanjutnya ikuti perintah yang muncul pada baris *command* tersebut. Sebagai contoh saya

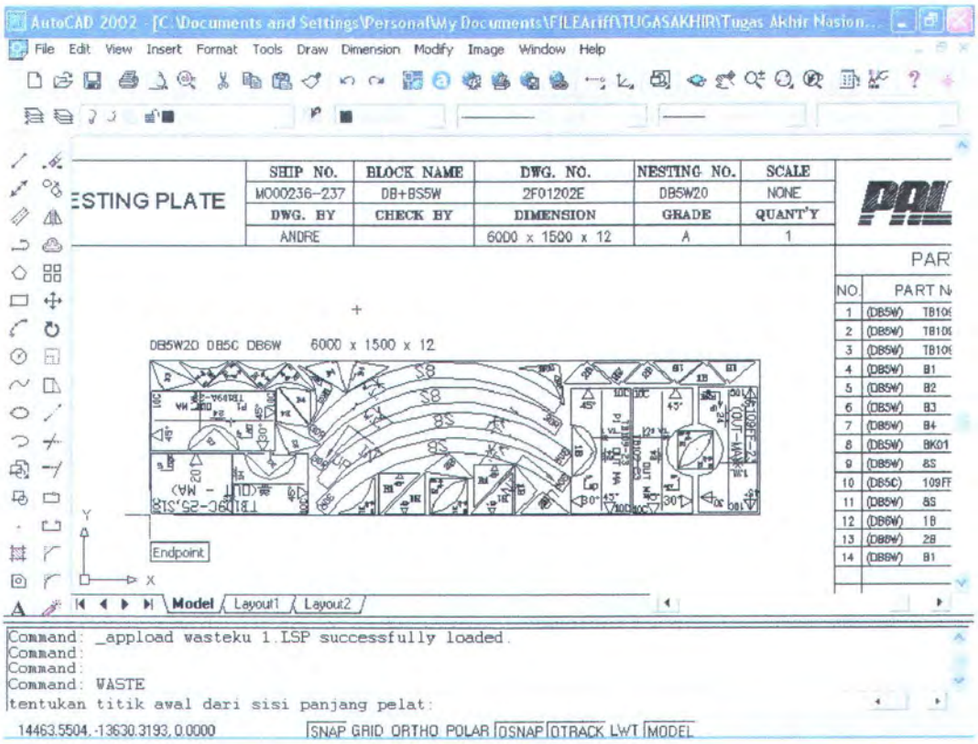
aplikasikan program yang telah kami buat untuk menghitung sisa pada proyek *nesting* Pelat milik PT PAL Surabaya.



Gambar 5.2.5 Cara memanggil program bantu dengan mengetikkan ***"waste"*** pada baris *command*.

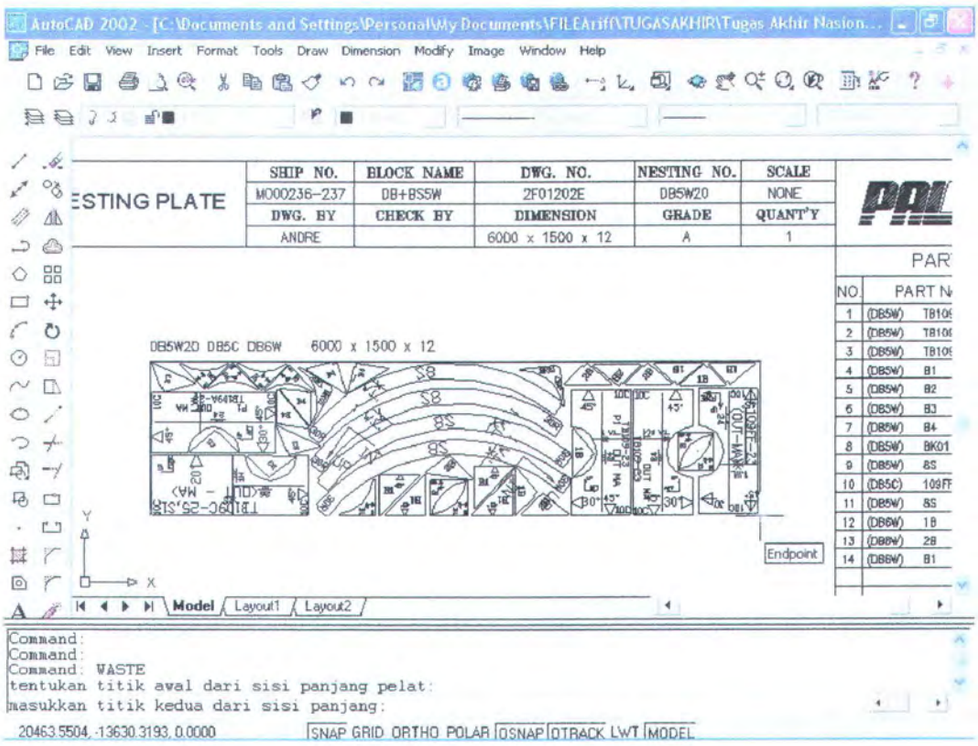
6. Perintah awal setelah kita memanggil program adalah memasukkan poin awal dari bagian panjang pelat. Pada tampilan dibawah ini bisa dilihat pada baris *command* tertulis "***tentukan titik awal dari sisi panjang pelat:***" disini kita diharuskan untuk memilih titik awal panjang pelat, untuk lebih mudahnya kita gunakan kursor dengan

dibantu oleh **osnap** dengan *endpoint* dalam posisi dinyalakan. (Lihat gambar 5.2.6)



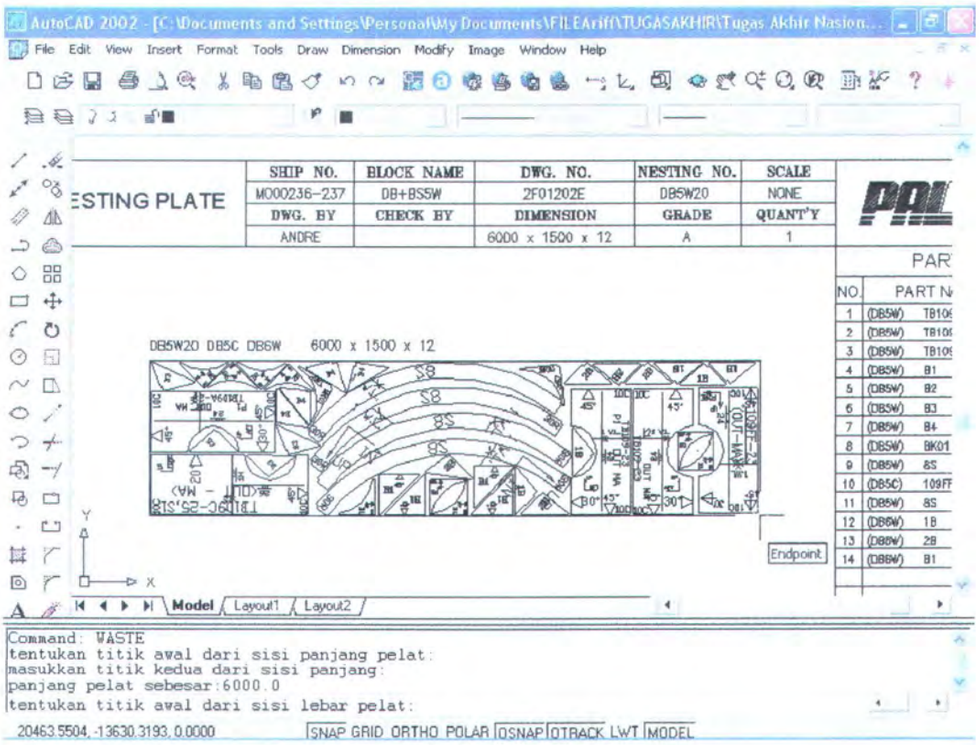
Gambar 5.2.6 Perintah untuk menentukan titik pertama dari sisi panjang.

7. Setelah menentukan titik awal, maka untuk tahap kedua kita diharuskan untuk memilih titik akhir dari sisi panjang pelat. Pada tampilan dibawah ini bisa kita lihat pada baris *command* terdapat perintah "***masukkan titik kedua dari sisi panjang:***". Pemilihan bisa dilakukan dengan kursor dengan bantuan osnap *endpoint on*. (Lihat gambar 5.2.7)



Gambar 5.2.7 Perintah untuk memasukkan titik kedua sisi panjang

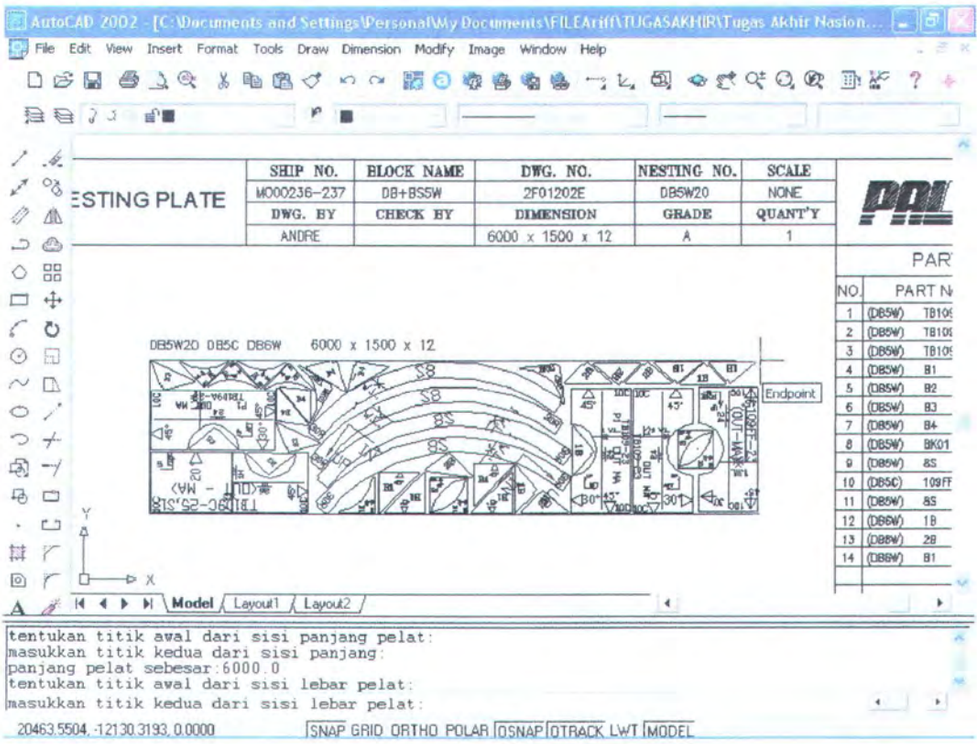
Informasi yang didapat setelah kita selesai memasukkan dua titik dari sisi panjang pelat adalah panjang pelat sesungguhnya yang pada contoh ini panjang pelat sebesar 6000 mm atau 6 meter, (Lihat gambar 5.2.8) apabila panjang pelat tidak sesuai dengan spesifikasi atau salah, bisa dimungkinkan kita salah dalam memasukkan titik. Apabila terdapat kesalahan seperti ini, maka kita harus mengulangi lagi dari awal dengan membatalkan jalannya program dengan menekan tombol *esc* pada *keyboard*. Dan mengeksekusi program kembali.



Gambar 5.2.8 Tampak pada baris *command* informasi mengenai panjang pelat dan juga perintah untuk memasukkan titik pertama dari sisi lebar pelat.

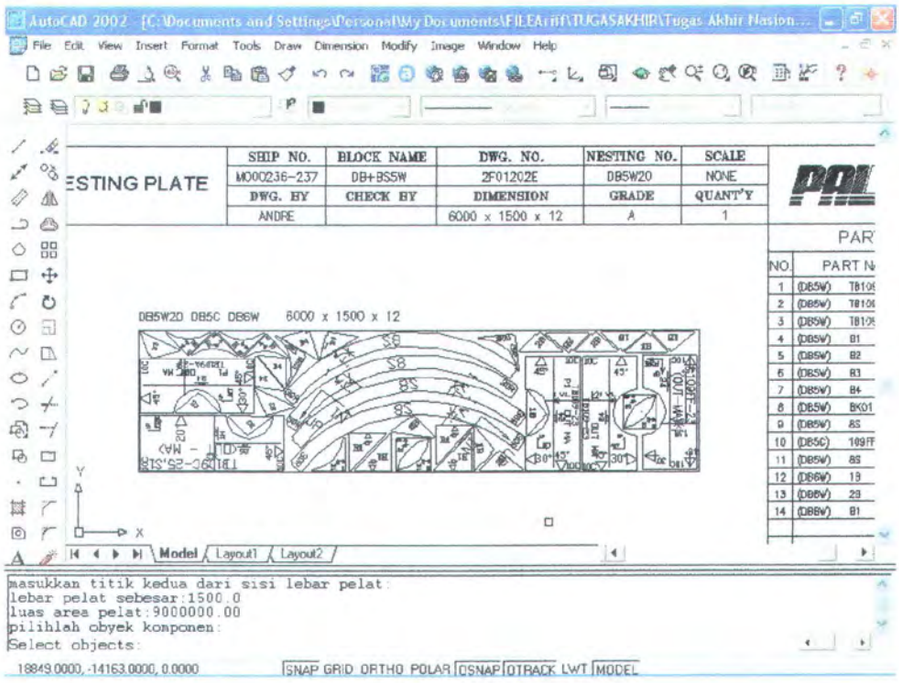
8. Perintah berikutnya adalah memasukkan titik pertama dari sisi lebar pelat, pada tampilan diatas bisa kita lihat pada baris *command* terdapat perintah "***tentukan titik awal dari sisi lebar pelat:***". Secara otomatis titik awal dari lebar pelat berhimpit dengan titik kedua dari panjang pelat. Dengan bantuan kursor dengan osnap *endpoint on*, maka dengan mudah kita dapat memilih titik tersebut.

9. Tahap selanjutnya adalah memasukkan titik kedua dari sisi lebar pelat. (Lihat gambar 5.2.9) pada baris *command* terdapat perintah "***masukkan titik kedua dari sisi panjang pelat:***" . Maka pilihlah titik tersebut dengan bantuan kursor.

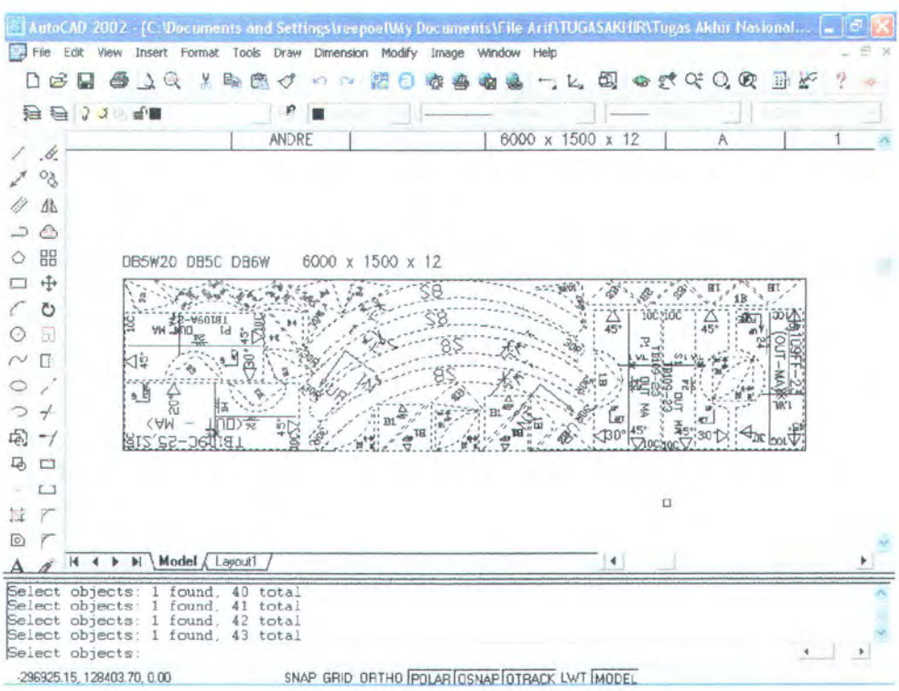


Gambar 5.2.9 Tampak perintah untuk memasukkan titik kedua dari sisi lebar pelat.

10. Setelah titik kedua masuk, maka informasi yang didapat berupa ukuran lebar pelat beserta area pelat yang digunakan untuk pembuatan



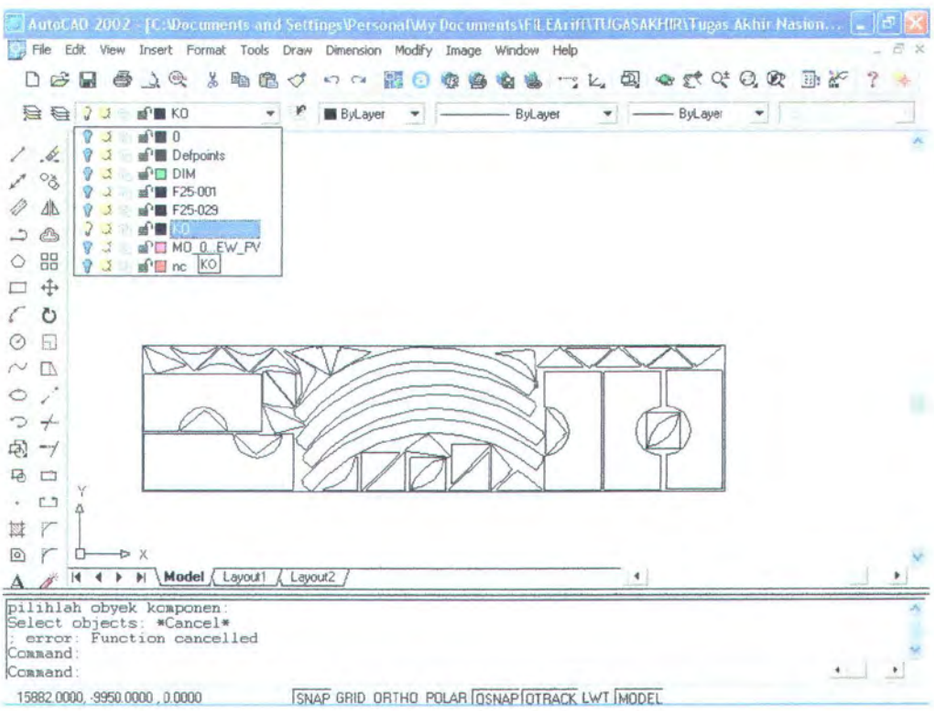
Gambar 5.2.10 Tampak informasi berupa lebar pelat.



Gambar 5.2.11 Pemilihan Obyek komponen satu persatu.

11. Pemilihan obyek bisa satu persatu atau dengan dibantu layer yang mati. Pada gambar diatas terdapat 43 komponen dengan bentuk yang bermacam-macam, pemilihan satu persatu obyek memiliki keunggulan yaitu, tanpa mematikan layer milik obyek lain.

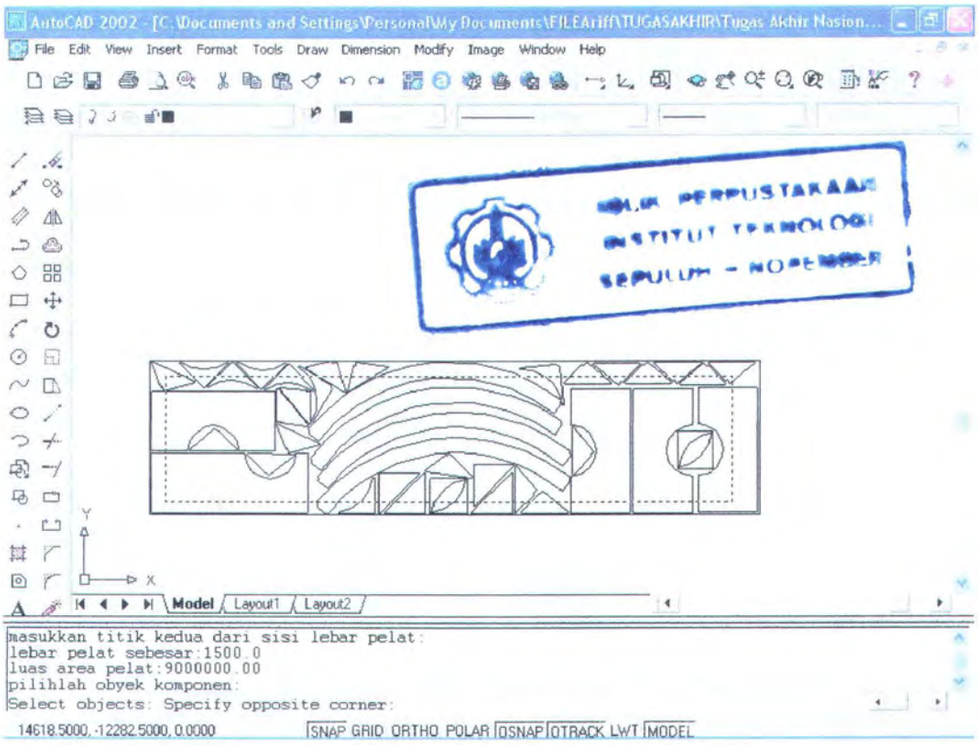
    Cara kedua dalam menyeleksi obyek adalah dengan mematikan seluruh layer, kecuali layer milik komponen. Cara tersebut bisa dilihat pada tampilan berikut ini (Lihat gambar 5.2.12):



Gambar 5.2.12 Tampak layer semua dimatikan, kecuali layer "KO", yaitu layer milik komponen.

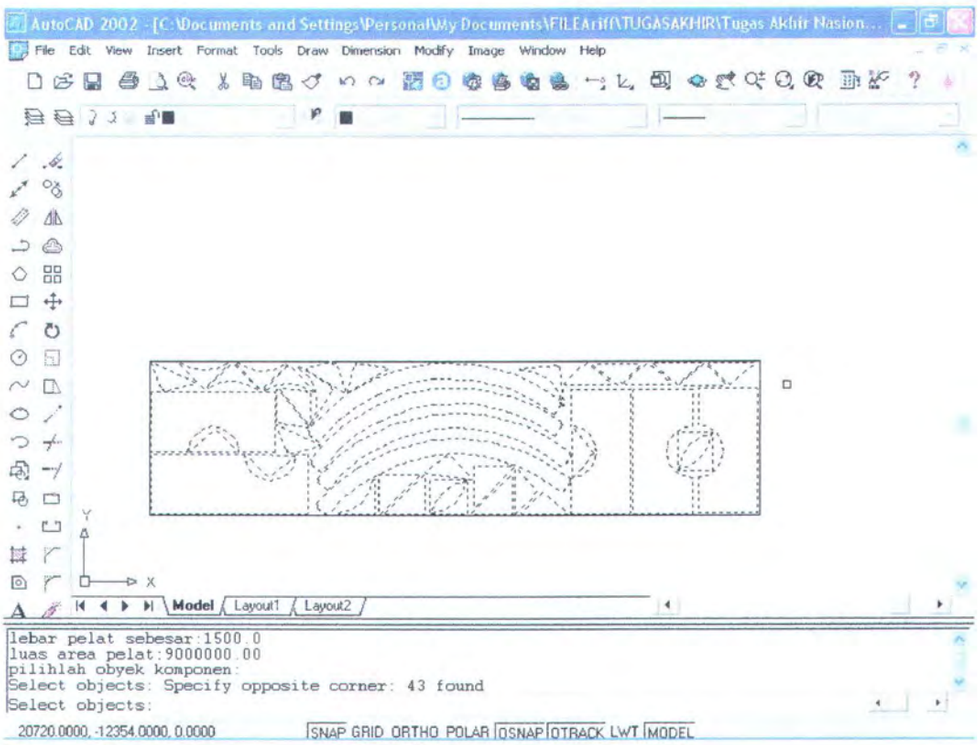
Pada gambar diatas terlihat seluruh layer mati, kecuali layer milik komponen, maka yang tersisa tinggal bentuk dasar komponen kapal.

Dengan cara begini akan memudahkan kita untuk meyeleksi bagian komponen kapal. (Lihat Gambar 5.2.13):



Gambar 5.2.13 Semua obyek yang bersinggungan dengan garis putus-putus akan dianggap sebagai obyek komponen.

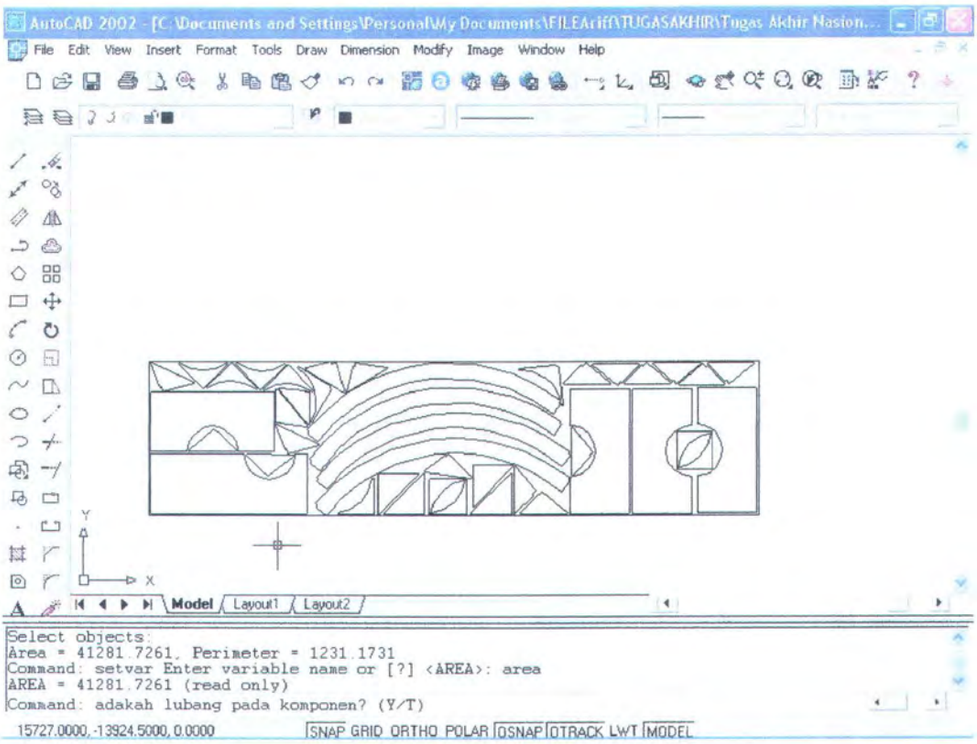
Dengan menggeser kursor dari bagian kanan bawah pelat dan sampai bagian kiri atas pelat (ditunjukkan oleh garis putus-putus pada gambar) maka secara otomatis keseluruhan komponen dapat terdeteksi. (Lihat gambar 5.2.14) Tampak 44 obyek komponen secara langsung dapat terbaca.



Gambar 5.2.14 Semua obyek komponen telah diseleksi, dengan mematikan layer lainnya maka pekerjaan jadi lebih cepat.

12. Setelah program mengenali jumlah dari komponen, maka dengan mengeksekusi menggunakan tombol *enter* pada *keyboard*, kita sampai pada tahap selanjutnya. Ditahap ini sistem akan mengenali obyek lubang pada komponen, karena lubang pada komponen juga memiliki kontribusi terhadap sisa material pelat. Tahap ini merupakan tahap percabangan, dimana kita diminta untuk menjawab pertanyaan Y (ya)

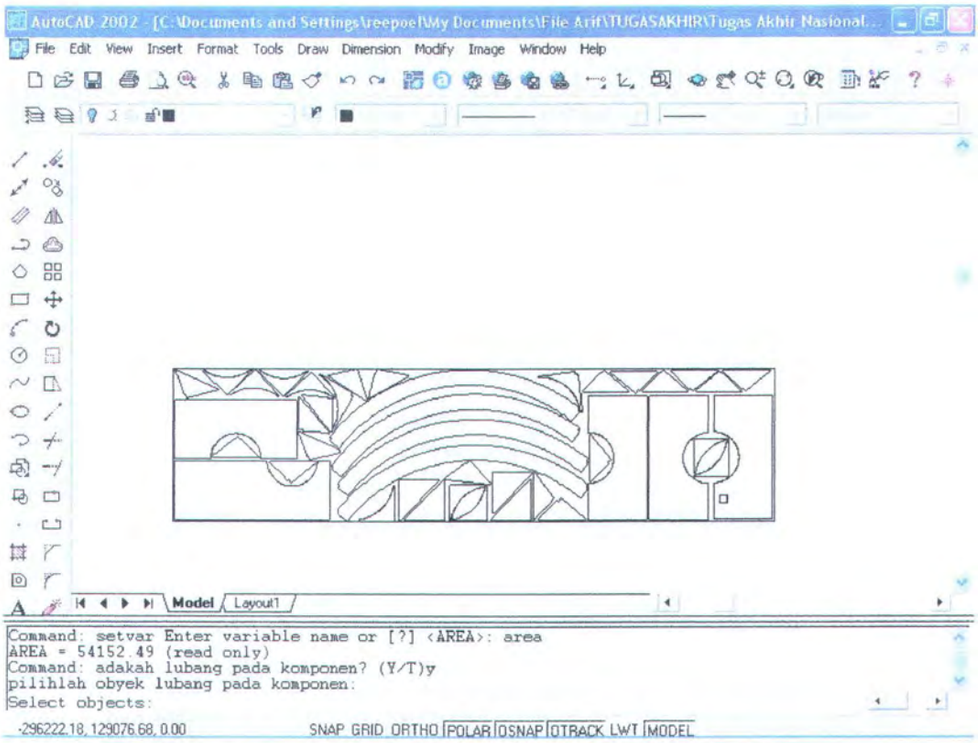
apabila terdapat lubang pada komponen, atau T (tidak) jika tidak terdapat lubang pada komponen. (Lihat gambar 5.2.15):



Gambar 5.2.15 Pertanyaan Ya atau Tidak untuk mengenali lubang pada komponen.

Pada gambar diatas bisa kita lihat pada baris command terdapat pertanyaan "***adakah lubang pada komponen? (Y/T)***" apabila kita ketikkan tidak (***"t"***) kemudian *enter*, maka pada komponen tidak terdapat lubang, sehingga program mencapai tahap akhir yaitu perhitungan persen sisa material pelat. Namun apabila kita ketikkan "***y***" kemudian eksekusi *enter* maka pada komponen terdapat lubang,

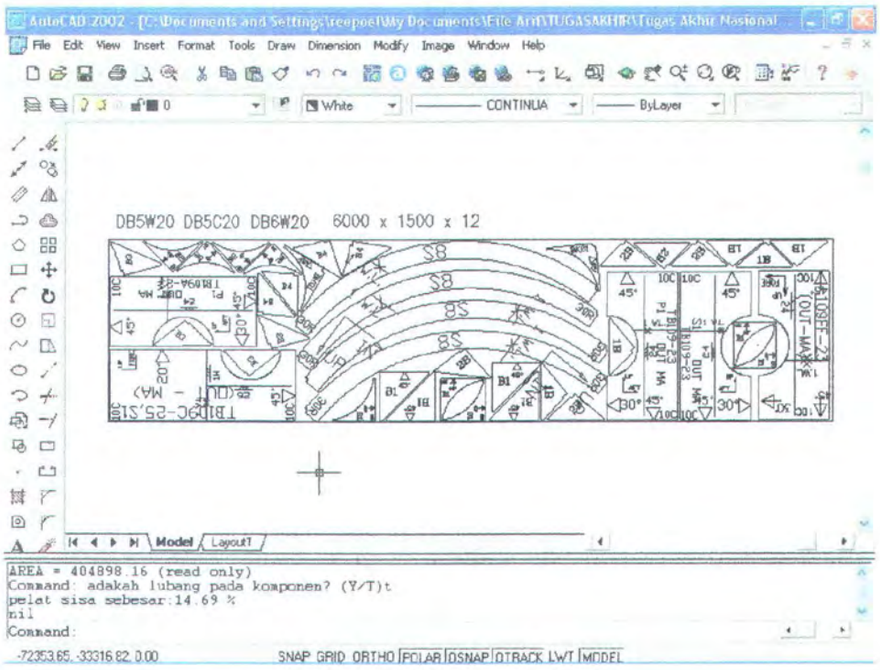
dan program meneruskan dengan memerintah *user* untuk memasukkan lubang pada komponen. Pada baris *command* terlihat perintah "***pilihlah obyek lubang pada komponen:***" , dan dilanjutkan dengan ***"select objects"***, pemilihan obyek lubang memiliki cara yang sama seperti pada saat kita memilih obyek komponen. (Lihat gambar 5.2.16):



Gambar 5.2.16 Perintah untuk memasukkan obyek lubang pada komponen.

Setelah obyek lubang komponen selesai dipilih, maka kita masuk ke tahap terakhir, yaitu perhitungan sisa pelat.

13. Tahap terakhir adalah tahap perhitungan sisa material pelat dalam prosentase. Ada 2 cara untuk mencapai tahap akhir ini seperti dijelaskan pada point sebelumnya. Tampilan dibawah ini menunjukkan angka, dimana angka tersebut merupakan persen pelat yang tersisa dari hasil *nesting* pelat tersebut. Pada kasus *nesting* pelat ini komponen tidak memiliki lubang, maka didapat sisa pelat yang terbuang sebesar 14,69 % dari ukuran pelat sebelumnya. (Lihat Gambar 5.2.17)



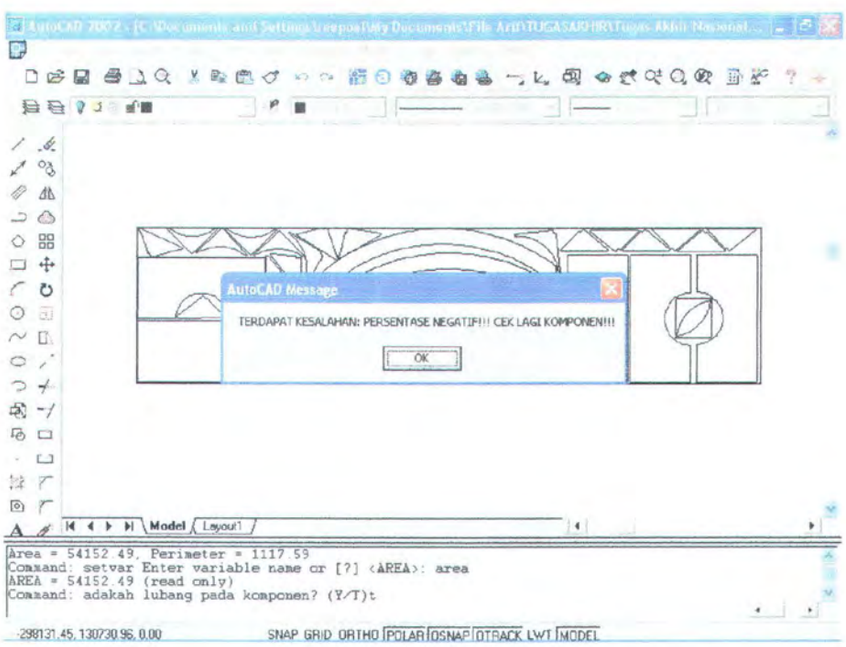
Gambar 5.2.17 Hasil Akhir yang didapat berupa persen luas yang tersisa.

Angka ini dapat digunakan sebagai acuan bagi para desainer untuk membuat gambar *nesting* seefisien mungkin atau tingkat prosentase sisa sekecil

mungkin. Tingkat prosentase ini dapat diperkecil dengan menambahkan komponen-komponen lain pada ruang pelat yang masih tersisa.

5.3 Kesalahan Pada Pengoperasian Perangkat Lunak

Terdapat beberapa hal yang mengakibatkan kesalahan tampilan persentase pelat sisa. Pemilihan komponen terlalu berlebihan secara tidak disengaja, mengakibatkan perhitungan hasil persentase pelat yang dikeluarkan adalah negatif. Untuk itu program perhitungan sisa pelat ini dilengkapi dengan tampilan berupa kotak dialog berisi pesan yang menunjukkan bahwa pemilihan komponen salah, kemudian membatalkan program yang sedang berjalan. (Lihat Gambar 5.3.1)

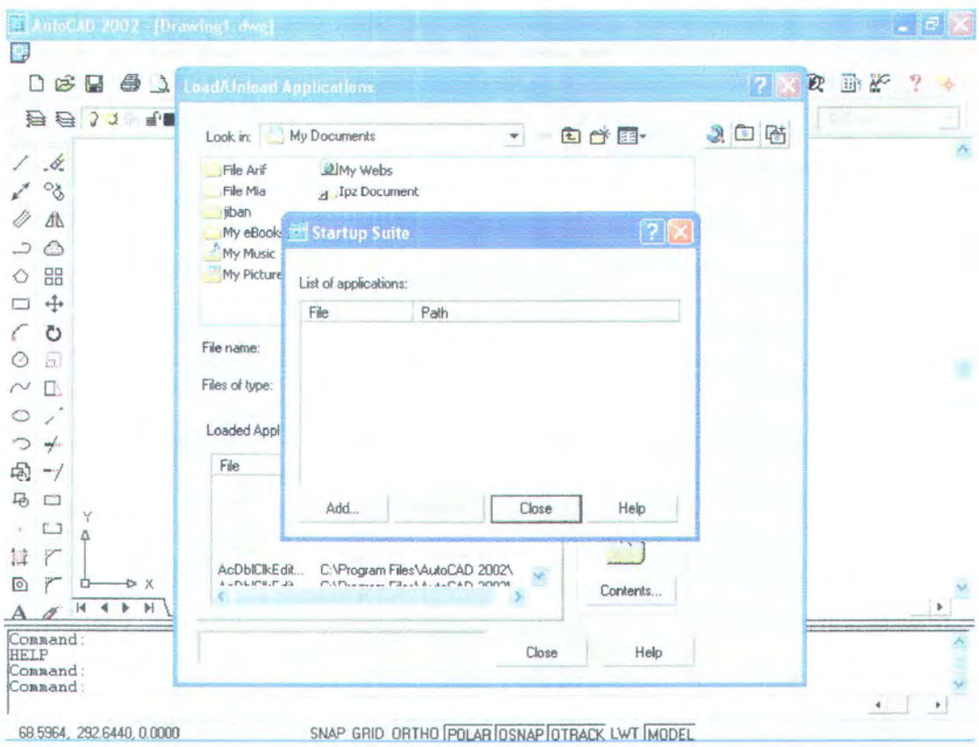


Gambar 5.3.1 Kotak Dialog yang menampilkan kesalahan *Input* Komponen

5.4 Mengaktifkan Program *wasteku.lsp* Secara Otomatis

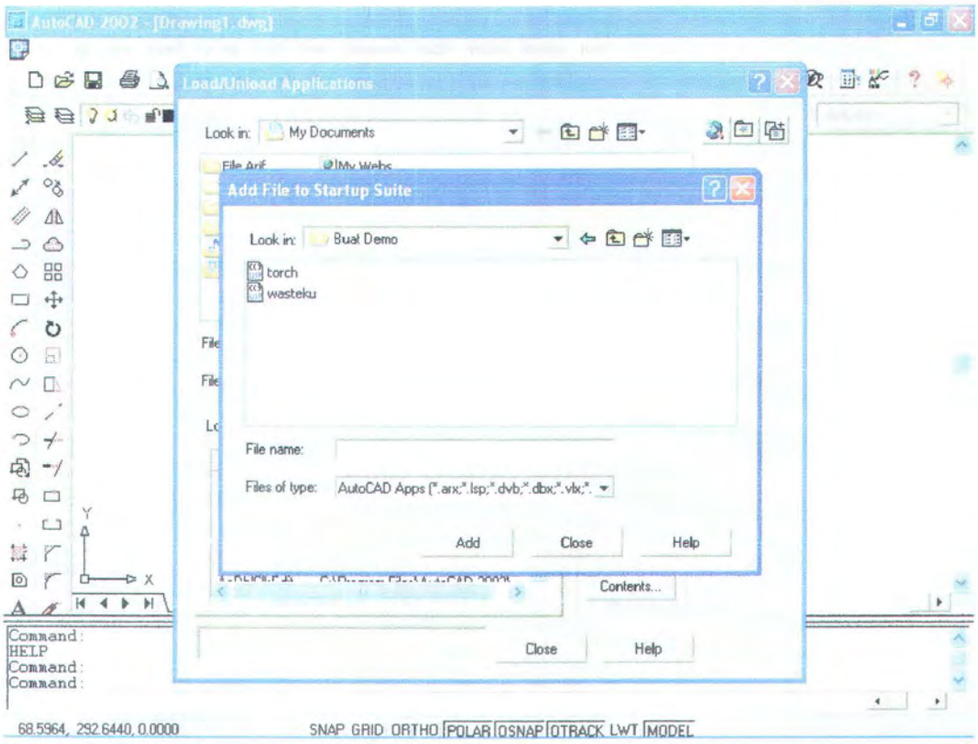
Pada dasarnya setiap kali kita membuka program AutoCAD, program bantu ***wasteku.lsp*** tidak tersedia, namun kita dapat secara otomatis mengaktifkan program ***wasteku.lsp*** dengan memasukkan ***wasteku.lsp*** pada ***Startup Suite*** yang tersedia pada *window* ***Load/Unload Application,*** (lihat Gambar 5.2.4) ikon bergambar *suitcase* adalah ikon untuk memasukkan program ***wasteku.lsp*** secara otomatis, caranya adalah:

1. klik pada ***contents...*** maka akan muncul menu ***Startup Suite*** seperti pada tampilan dibawah ini:



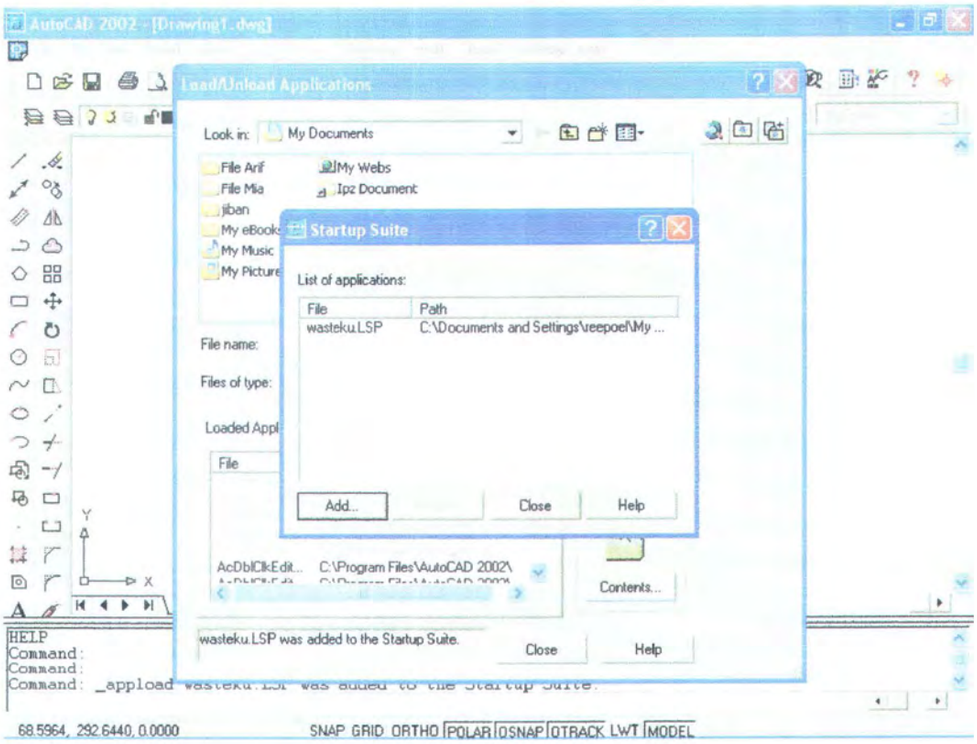
Gambar 5.4.1 Menu ***Startup Suite***

2. Pada menu Startup Suite terdapat pilihan *add*, klik di tombol ini, maka selanjutnya akan muncul menu ***Add File to Startup Suite,*** disini terdapat banyak pilihan *file*, lihat gambar 5.4.2:



Gambar 5.4.2 Menu ***Add File to Startup Suite***

3. Pilih file ***wasteku.lsp*** dan klik pada tombol ***add***, maka file secara otomatis masuk dalam ***Startup Suite.*** Lihat Gambar 5.4.3, dari sini tampak wasteku.lsp sudah masuk dalam *list application* ***Startup Suite.***



Gambar 5.4.3 *List of application* yang memuat file ***wasteku.lsp***

Dengan memasukan secara otomatis wasteku.lsp, maka setiap kita memulai penggunaan program AutoCAD, perintah *waste* dapat langsung dieksekusi tanpa terlebih dahulu me-*load* program. Hal ini akan sangat mempersingkat waktu.

BAB VI

EVALUASI SISTEM

BAB VI

EVALUASI SISTEM

Evaluasi sistem informasi yang telah kami buat dilakukan agar sistem yang telah dibuat ini benar-benar dapat memberikan kontribusi bagi pihak-pihak yang bersangkutan.

6.1 Kelayakan Sistem Komputer Manajemen *Nesting*

Dari pengamatan yang dilakukan selama implementasi program, sistem informasi yang kami buat layak untuk digunakan, dan dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan yang akan dihadapi. Kemampuan yang paling menonjol di sistem informasi ini adalah kemampuan untuk menghitung prosentase material sisa pada proses desain *nesting* pelat. Dari pengamatan terlihat ada kecenderungan desainer untuk membuat angka prosentase sekecil mungkin, hal ini merupakan suatu bentuk efisiensi dalam penggunaan material, angka ini juga dapat digunakan oleh pihak yang bersangkutan sebagai acuan untuk mengevaluasi desain yang efisien. Demikian pula sistem informasi ini juga dapat membantu pihak galangan yang akan menerapkan konsep standar material sisa pada proses *nesting* pelatnya. Jadi secara tidak langsung sistem informasi yang dibuat memiliki kontribusi terhadap proses *nesting* pelat.

Kemudahan lainnya adalah kemudahan dalam menggunakan sistem informasi, karena sistem informasi yang dibuat merupakan bagian dari perangkat

lunak AutoCAD, dimana AutoCAD merupakan perangkat lunak desain yang sangat umum yang digunakan untuk proses penggambaran *nesting* pelat. Oleh karena itu tidak ada masalah yang berarti bagi para desainer yang menggunakan sistem informasi ini. Sistem ini juga memiliki keunggulan tersendiri, karena sistem AutoCAD sangat fleksibel dan dinamis untuk memenuhi tiap kebutuhan yang berbeda – beda, hal ini tidak ditemui pada sistem – sistem *nesting* yang sudah ada, seperti Tribon, Procut, ataupun program lainnya.

6.2 Kendala Yang Dihadapi

Kendala yang utama adalah pada tahap produksi atau pembuatan komponen di lapangan, hal ini sebagai akibat dari penggabungan komponen – komponen blok lain, maka perlu adanya pemilahan komponen, pemilahan ini didasarkan oleh waktu pembuatan blok, atau waktu kapan komponen tersebut digunakan. Hal ini memerlukan waktu adaptasi, mengingat sebelum sistem baru ini digunakan, pemilahan komponen setelah komponen dibentuk tidak diperlukan.

Kendala lain yang dihadapi adalah waktu yang digunakan pada tahap desain sedikit lebih lama, tambahan waktu tersebut digunakan untuk memaksimalkan layout pada desain *nesting* dengan bantuan sistem komputer yang telah dibuat.

6.3 Strategi Implementasi

Dibutuhkan suatu pelatihan untuk mengoperasikan sistem baru yang telah dibuat, namun bisa dikatakan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk pelatihan bagi para desainer dalam menggunakan sistem komputer ini sangatlah singkat, mengingat para desainer merupakan para pemakai AutoCAD yang boleh dikatakan memiliki jam terbang yang tinggi.

Penyusunan petunjuk pelaksanaan atau Juklak berdasarkan sistem baru dirasa dapat membantu para pekerja hingga ke tingkat manajerial

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari semua proses penulisan tugas akhir ini didapat beberapa hal yang menjadi kesimpulan dan juga beberapa saran yang sekiranya dapat digunakan untuk penyempurnaan lebih lanjut.

Kesimpulan yang dapat kami tarik adalah:

1. Dengan membentuk komponen – komponen kapal yang berada pada blok lain, maka tingkat efisiensi penggunaan material dapat ditingkatkan. Terbukti pada studi kasus penggabungan komponen 4 blok yaitu blok DB5C, DB5W, DB6C, dan DB6W. Didapat efisiensi pelat **6000 x 1500 x 12** dapat ditingkatkan menjadi kurang dari **15 %** per-*layout nesting* dan dapat menghemat **1** lembar pelat ukuran **1500 x 1500 x 12**. Dengan cara yang sama terdapat penghematan **1** lembar pelat ukuran **6000 x 1500 x 14,5**, ukuran **6000 x 1500 x 10**, dan ukuran **2000 x 1500 x 10**. Hasil diatas hanya penggabungan dari 4 blok saja, dengan demikian penghematan akan semakin besar apabila diterapkan di seluruh blok.
2. Implementasi sistem komputer dapat membantu peningkatan kegunaan material terlebih dalam mengoptimalkan layout *nesting* pelat. Dengan dibantu program yang dikembangkan dengan nama file "wasteku.lsp", maka tingkat efisiensi pelat dapat ditampilkan dalam bentuk persentase sisa

pelat. Seperti dalam contoh kasus, sistem komputer yang baru dapat menampilkan persentase sisa pelat yang mencapai **14,69%** dari sebelumnya sebesar **42,7%.** Mengingat juga kemampuan AutoLISP sangat fleksibel, maka pengembangan sistem menjadi *total solution* tahap *nesting* sangat mungkin dilakukan.

7.2 Saran

Adapun saran yang dapat kami sampaikan:

1. Mengingat di PT PAL memiliki peralatan canggih Tribon M2 dalam proses produksinya, maka adanya sistem informasi ini dapat pula diaplikasikan pada galangan kapal dengan investasi rendah, atau galangan yang hanya memiliki AutoCAD sebagai peralatan desainnya.
2. Spesifikasi komputer perlu diperhatikan agar dalam proses pembangunan kapal tidak mengalami masalah di sistem informasi.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

Daus Gordon B., **Sistem Informasi Manajemen**, PT Pustaka Binawan Pressindo, 1991

Farkhondeh S. A., Modern Shipbuilding based On Production Work Breakdown Structure, **Technical Bulletin Volume 2**, March 2003

Stoner James A.F., Freeman R. Edward, Gilbert Daniel R. J.R, **Manajemen Jilid II,** PT Prenhallindo Jakarta, 1995

Krishnamurthy N., **Introduction To Computer Graphics,** Mc Graw Hill, 1995

Lamb T. (FL), University of Michigan Transportation Research Institute, World-class Shipbuilders: Their Productivity, **Transaction SNAME Annual Meeting**, October 4-7 1995

McLeod Raymond J.R., **Sistem Informasi Manajemen**, Prentice Hall Inc, 1995

Pappas James L., Hirschey Mark, **Ekonomi Manajerial**, PT Binarupa Aksara, Jakarta, 1995

Prawira Ruslin, **Kemampuan Tersembunyi AutoCAD**, PT Elex Media Komputindo, 2001

Purwanto Mufid Djoko, **Pedoman Pemakaian AutoLISP**, Andi Offset Yogyakarta, 1993

Rogers David F., Adams J. Alan, **Mathematical Elements for Computer Graphics Second Edition**, Mc Graw Hill 1990

Tim Penelitian dan Pengembangan Wahana Komputer, **Panduan Praktis Pemrograman CAD dengan AutoLISP 2000**, Andi Offset Yogyakarta, 2001

Tomplins J.A., White J.A., Bozer, Y.A., **Facilities Planning,** John Wiley & Sons, 1996

White John A., **Production Handbook,** John Wiley & Sons Singapore

LAMPIRAN

SHEET	INDEX OR REV	MODIFICATION	ZONE	DATE	REVISION AND MODIFICATION DESCRIPTION	DRAWING BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY

YEAR : 2004	PROJECT NAME : BOX SHAPE BULK CARRIER 50,000 TDW	PROJECT NO : M000236-237
DATE / APPROVAL		
DRAWN BY 12/7 M.SODIQ	DRAWING/DOCUMENT NAME STEEL LIST DB+BS5C	OWNER : KOMROWSKI
DESIGNED BY		CLASS : N K
CHECKED BY		DESIGNER: PT.PAL INDONESIA
APPROVED BY		GROUP : PD-HC
		SCALE : NO SCALE
ALL RIGHTS RESERVED ARE PROPERTY OF PT PAL INDONESIA	PAL INDONESIA	SIZE : A4
		SHEET : 0 OF 3
PROJECTION SYMBOL		DRAW/DOCUMENT NO: 2A01202G
		REV 0 1 2 3 4 5

PAL INDONESIA	PERINCIAN MATERIAL (PLATE)	NO.KAPAL: M000236-237

NO.BLOCK	NO.GAMBAR	BAGIAN PD-HC	SHEET NO.
DB+BS5C	2A0120G		

NO.	DIMENSI				SPEC.	NEST.ID	QUANT.	POSITION
	t(mm)	B (mm)	L (mm)	GRADE				
1	10	1500	2000	A	CLASS-CERT	DB5C01	1	
2	12	1500	1500	A	CLASS-CERT	DB5C01A	1	
3	12.5	1820	12000	A	CLASS-CERT	DB5C02	2	
4	13.5	1820	12000	A	CLASS-CERT	DB5C03	2	
5	13.5	1820	12000	A	CLASS-CERT	DB5C04	1	
6	13.5	1800	12000	A	CLASS-CERT	DB5C05	1	
7	13.5	1800	9000	A	CLASS-CERT	DB5C06	1	
8	14.5	1820	12000	A	CLASS-CERT	DB5C07	2	
9	15	1820	9000	A	CLASS-CERT	DB5C08A	1	
10	15	650	3200	AH32	CLASS-CERT	DB5C08B	1	
11	16.5	1820	12000	A	CLASS-CERT	DB5C09	1	
12	21.5	2420	12000	AH32	CLASS-CERT	DB5C10	2	
13	21.5	1820	12000	AH32	CLASS-CERT	DB5C11	1	
14	21.5	2420	12000	AH32	CLASS-CERT	DB5C12	2	
15	22	2400	12000	AH32	CLASS-CERT	DB5C13	1	
16	22	2400	12000	AH32	CLASS-CERT	DB5C14	1	
17	22	2400	12000	AH32	CLASS-CERT	DB5C15	1	
18	22	2400	12000	AH32	CLASS-CERT	DB5C16	1	
19	22	2400	12000	AH32	CLASS-CERT	DB5C17	1	
20	22	1820	6000	A	CLASS-CERT	DB5C18	1	
21	24	1820	2000	A	CLASS-CERT	DB5C19	1	
						TOTAL:	26	

PGI INDONESIA	PERINCIAN MATERIAL (PLATE)	NO.KAPAL: M000236-237

NO.BLOCK	NO.GAMBAR	BAGIAN PD-HC	NO. SHEET
DB+DB5W	2F01202H		

NO.	DIMENSI				SPEC.	NEST.ID	QUANT.	POSITION
	B(mm)	t (mm)	L (mm)	GRADE				
1	1800	22	12000	AH32		DB5W01	2	
2	1800	22	12000	AH32		DB5W02	2	
3	1500	22	12000	AH32		DB5W03	2	
4	2400	22	12000	AH32		DB5W04	2	
5	1800	20	12000	AH32		DB5W05	2	
6	1800	19	12000	AH32		DB5W06	2	
7	2400	15	12000	A		DB5W07	2	
8	1820	15	12000	A		DB5W08A	2	
9	1820	15	5132	A		DB5W08B	-	
10	1820	15	5132	A		DB5W08C	-	
11	1800	15	12000	AH32		DB5W09	2	
12	1820	15	6000	AH32		DB5W10	2	
13	1820	14.5	12000	A		DB5W11	2	
14	1820	14	12000	AH32		DB5W12	2	
15	1500	14	2450	A		DB5W13	1	
16	1820	13.5	12000	AH32		DB5W14	2	
17	1820	13.5	12000	AH32		DB5W15	2	
18	1820	13.5	12000	A		DB5W16	2	
19	1820	13.5	12000	A		DB5W17	2	
20	1820	13.5	9000	A		DB5W18	2	
21	1820	12.5	12000	A		DB5W19	2	
22	1500	12	6000	A		DB5W20	1	
23	1820	13.5	9000	A		DB5W20A	2	
24	1820	17	9000	AH32		DB5W21	1	
25	1820	11	12000	A		DB5W22	2	
26	1500	10	3000	A		DB5W23A	1	
27	1500	6	90	A		DB5W23B	1	
						TOTAL:	45	

SHEET	INDEX OR REV	MODIFICATION	ZONE	DATE	REVISION AND MODIFICATION DESCRIPTION	DRAWING BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY

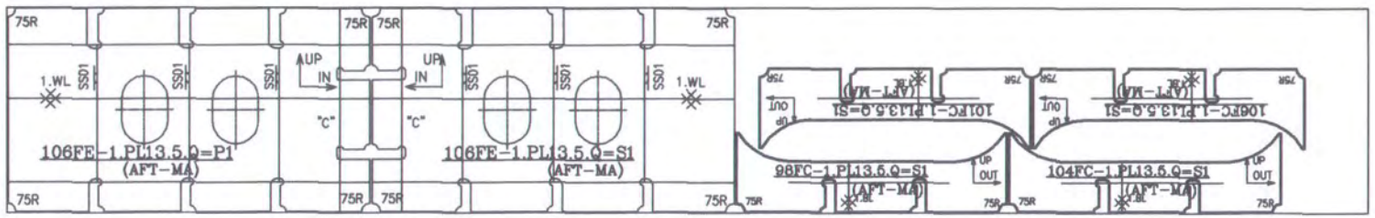
YEAR : 2004	PROJECT NAME : BOX SHAPE BULK CARRIER 50,000 TDW	PROJECT NO : M000236-237
DATE / APPROVAL		
DRAWN BY 25/06 M.SODIQ	DRAWING/DOCUMENT NAME NESTING PLATE DB+BS5C	OWNER : KOMROWSKI
DESIGNED BY		CLASS : N K
CHECKED BY		DESIGNER: PT.PAL INDONESIA
APPROVED BY		GROUP : PD-HC
		SCALE : NO SCALE
ALL RIGHTS RESERVED ARE PROPERTY OF PT PAL INDONESIA	PAL INDONESIA	SIZE : A3
		SHEET : 0 OF 19
PROJECTION SYMBOL		DRAW/DOCUMENT NO: 2A01202E
		REV 0 1 2 3 4 5

NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000236-237	DB+BS5C	2A01202	DB5C04	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
M.SODIQ		12000 x 1820 x 13.5	A	1

04/19

PAL INDONESIA



PART LIST

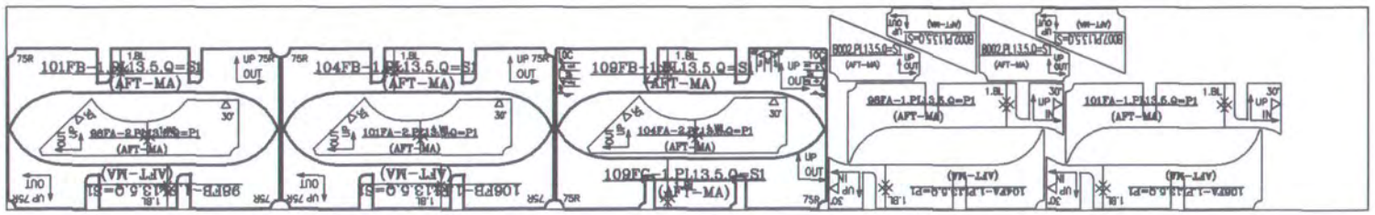
NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB5C) 106FE-1	1		1
2	(DB5C) 98FC-1			1
3	(DB5C) 101FC-1			1
4	(DB5C) 104FC-1			1
5	(DB5C) 106FC-1			1

NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000236-237	DB+BS5C	2A01202	DB5C05	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
M.SODIQ		12000 x 1800 x 13.5	A	1

05/19

PAL INDONESIA



PART LIST

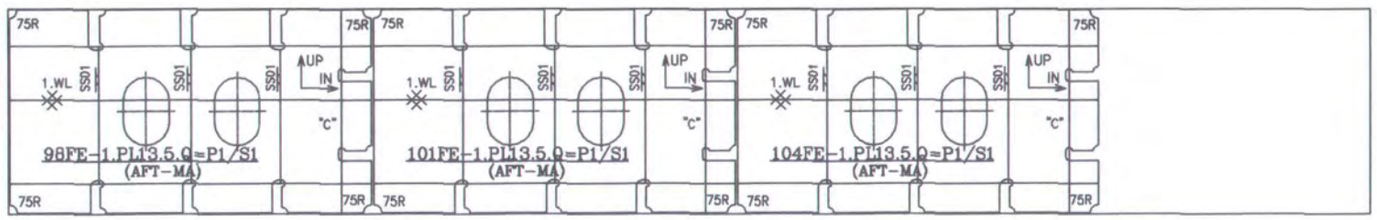
NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB5C) 98FB-1			1
2	(DB5C) 101FB-1			1
3	(DB5C) 104FB-1			1
4	(DB5C) 106FB-1			1
5	(DB5C) 109FB-1			1
6	(DB5C) 109FC-1			1
7	(DB5C) 98FA-2	1		
8	(DB5C) 101FA-2	1		
9	(DB5C) 104FA-2	1		
10	(DB5C) 98FA-1	1		
11	(DB5C) 101FA-1	1		
12	(DB5C) 104FA-1	1		
13	(DB5C) 106FA-1	1		
14	(DB5C) B002			3
15	(DB5C) B007			1

NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000236-237	DB+BS5C	2A01202	DB5C03	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
M.SODIQ		12000 x 1820 x 13.5	A	2

03/19

PAL INDONESIA



PART LIST

NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB5C) 98FE-1	1		1
2	(DB5C) 101FE-1	1		1
3	(DB5C) 104FE-1	1		1

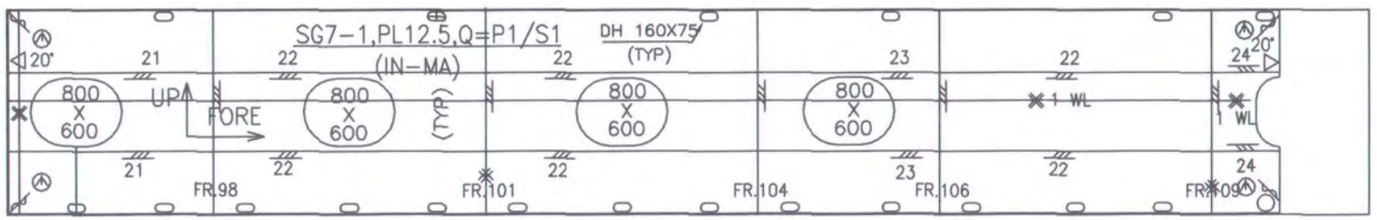
NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000236-237	DB+BS5C	2A01202	DB5C02	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
M.SODIQ		12000 x 1820 x 12.5	A	2

02/19

PAL INDONESIA

PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER



PART LIST

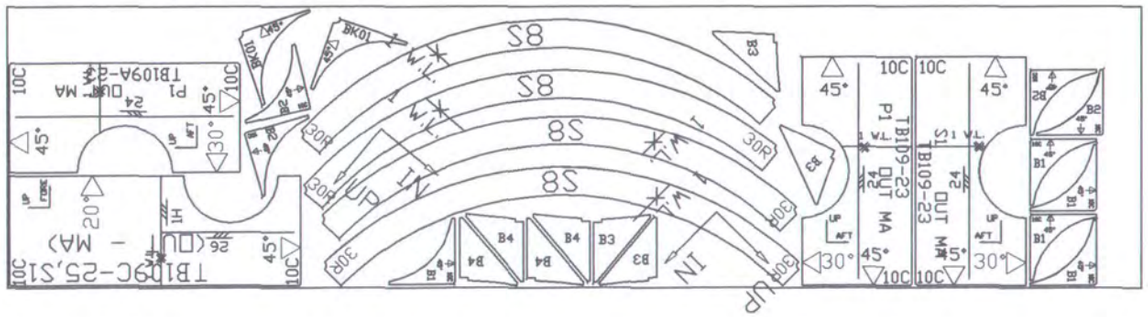
NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB5C) SG7-1	1		1

NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000236-237	DB+BS5W	2F01202E	DB5W20	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
ANDRE		6000 x 1500 x 12	A	1

PAL INDONESIA

DB5W20 6000 x 1500 x 12



PART LIST

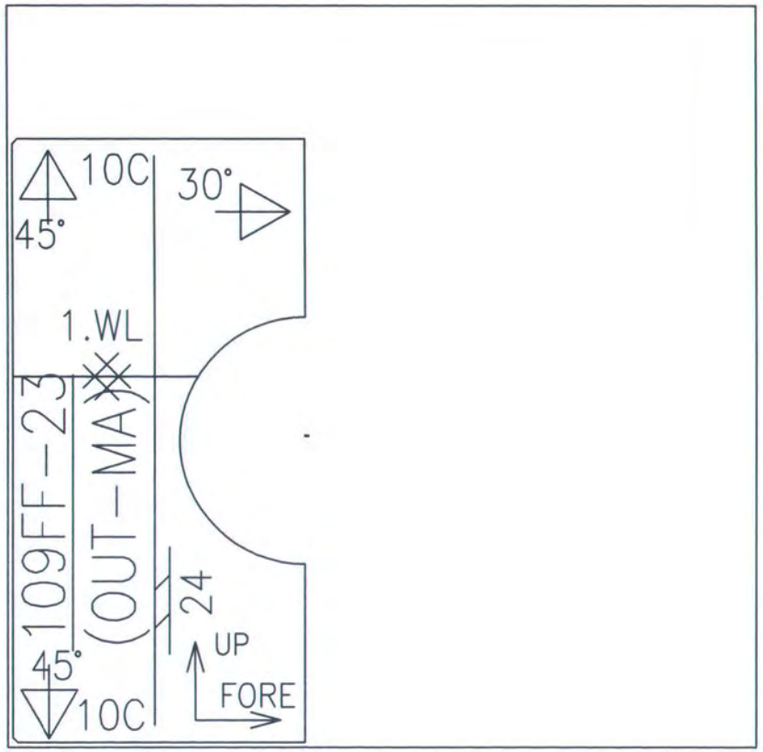
NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB5W) TB109-23	1		1
2	(DB5W) TB109C-25			1
3	(DB5W) TB109A-23	1		
4	(DB5W) B1	2		3
5	(DB5W) B2	2		2
6	(DB5W) B3	2		2
7	(DB5W) B4	2		2
8	(DB5W) BK01	1		1
9	(DB5W) 8S	2		2

NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000236-237	DB+BS5C	2A01202	DB5C01A	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
M.SODIQ		1500 x 1500 x 12	A	1

PAL INDONESIA

01A/19



PART LIST

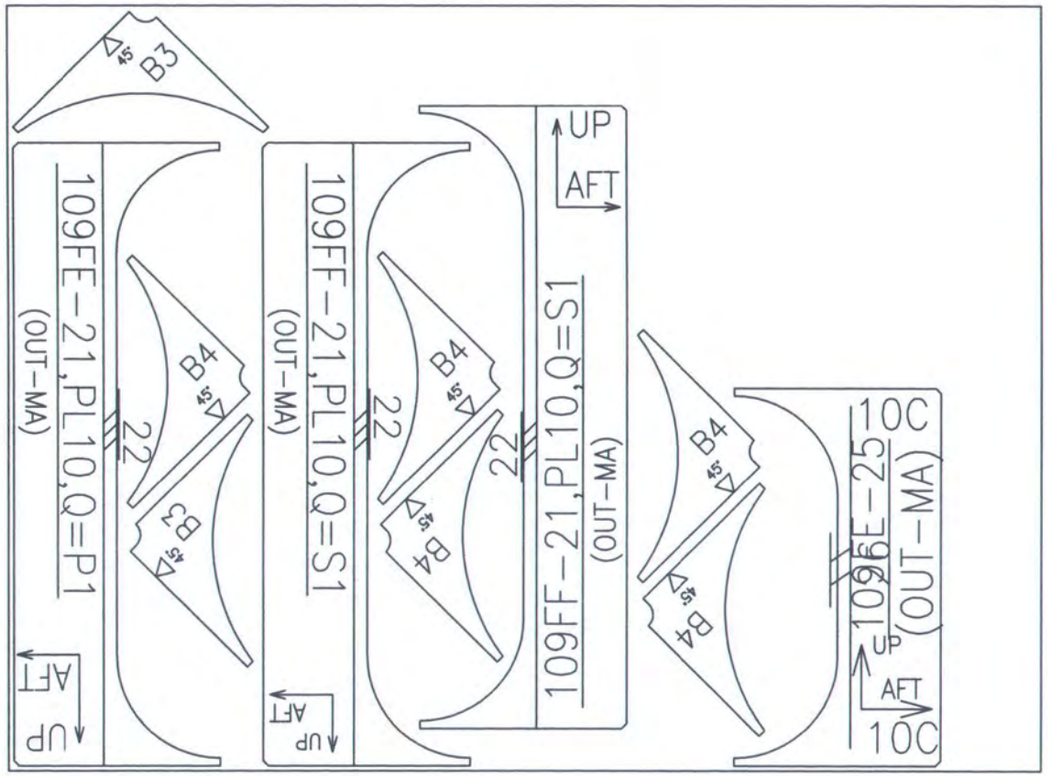
NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB5C) 109FF-23			1

NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000236-237	DB+BS5C	2A01202	DB5C01	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
M.SODIQ		2000 x 1500 x 10	A	1

PAL INDONESIA

01/19



PART LIST

NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB5C) 109FE-21	1		
2	(DB5C) 109FF-21			2
3	(DB5C) B3	1		1
4	(DB5C) B4	2		3
5	(DB5C) 109FE-25	1		

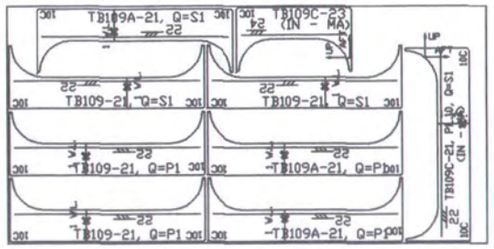
NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000236-237	DB+BS5W	2F01202E	DB5W23A	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
ANDRE'	( )	3000 x 1500 x 10	A	1

PAL INDONESIA

23A/23

3000 x 1500 x 10 DB5W23A



PART LIST

NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB5W) TB109-21	2		2
2	(DB5W) TB109A-21	2		1
3	(DB5W) TB109C-21			1
4	(DB5W) TB109C-23			1

SHEET	INDEX OR REV	MODIFICATION	ZONE	DATE	REVISION AND MODIFICATION DESCRIPTION	DRAWING BY	DESINGED BY	CHECKED BY	APPROVED BY

YEAR : 2004			PROJECT NAME : BOX SHAPE BULK CARRIER 50,000 TDW		PROJECT NO : M000217
	DATE	APPROVAL			
DRAWN BY	16/06	EDI PENI	DRAWING/DOCUMENT NAME		OWNER :
DESIGNED BY			STEEL LIST DB+BS6W		CLASS : N K
CHECKED BY					DESIGNER: PT.PAL INDONESIA
APPROVED BY					GROUP : PD-HC
					SCALE : NO SCALE
ALL RIGHTS RESERVED ARE PROPERTY OF PT PAL INDONESIA			PAL INDONESIA		SIZE : A4
					SHEET : 0 OF 3
PROJECTION SYMBOL					DRAW/DOCUMENT NO: 2G01202B
					REV 0 1 2 3 4 5

PAI INDONESIA	PERINCIAN MATERIAL (PLATE)						NO.KAPAL: M000217	
NO.BLOCK DB+BS6W			NO.GAMBAR 2G01202		BAGIAN PD-HC		SHEET NO.	
NO.	DIMENSI				SPEC.	NEST.ID	QUANT.	POSITION
	B(mm)	t (mm)	L (mm)	GRADE				
1	1500	10	6000	A		DB6W01	1	
2	1820	11	10000	A		DB6W02	2	
3	1500	12	6000	A		DB6W03	1	
4	1820	12.5	12000	A		DB6W04	2	
5	1820	12.5	12000	A		DB6W05	2	
6	1800	13.5	12000	AH32		DB6W06	2	
7	1800	13.5	12000	AH32		DB6W07	2	
8	1820	13.5	12000	A		DB6W08	2	
9	1820	13.5	12000	A		DB6W09	2	
10	1820	13.5	9000	A		DB6W10	1	
11	1820	13.5	8000	A		DB6W11	2	
12	1820	13.5	6000	A		DB6W12	2	
13	1820	13.5	9000	A		DB6W12A	2	
14	1800	14	12000	AH32		DB6W13	2	
15	1800	14	12000	AH32		DB6W14	2	
16	1800	14	9000	AH32		DB6W15	2	
17	1800	14	6000	A		DB6W16	1	
18	1500	14.5	6000	A		DB6W17	1	
19	2400	15	12000	A		DB6W18	2	
20	1500	15	3000	A		DB6W19	1	
21	1820	15	8000	AH32		DB6W20	2	
22	1800	15.5	9000	AH32		DB6W21	2	
23	1820	16	6000	A		DB6W22	2	
24	1800	16.5	9000	AH32		DB6W23	2	
25	1820	17	9000	AH32		DB6W24	1	
26	1800	22	12000	AH32		DB6W25	2	
27	1500	22	12000	AH32		DB6W26	2	
28	1800	22	12000	AH32		DB6W27	2	
29	2400	22	12000	AH32		DB6W28	2	
						TOTAL:	51	

SHEET	INDEX OR REV	MODIFICATION	ZONE	DATE	REVISION AND MODIFICATION DESCRIPTION	DRAWING BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY

YEAR : 2004			PROJECT NAME : BOX SHAPE BULK CARRIER 50,000 TDW	PROJECT NO : M000217
	DATE	APPROVAL		
DRAWN BY	16/6	M. SODIQ	DRAWING/DOCUMENT NAME NESTING PLATE DB+BS6W	OWNER :
DESIGNED BY				CLASS : N K
CHECKED BY				DESIGNER: PT.PAL INDONESIA
APPROVED BY				GROUP : PD-HC
				SCALE : NO SCALE
ALL RIGHTS RESERVED ARE PROPERTY OF PT PAL INDONESIA			PAL INDONESIA	SIZE : A3
				SHEET : 0 OF 28
PROJECTION SYMBOL				DRAW/DOCUMENT NO: 2G01202A
				REV 0 1 2 3 4 5

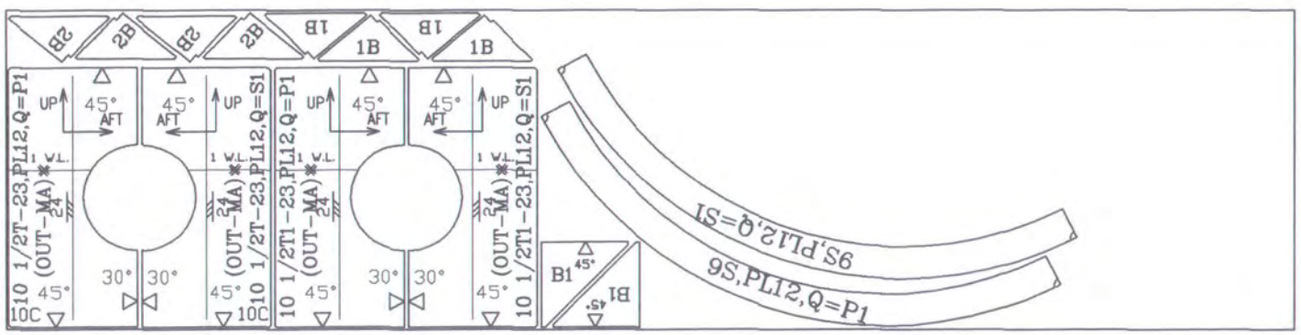
NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000217	DB+BS6W	2G01202	DB6W03	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
M.SODIQ		6000 x 1500 x 12	A	1

PAL INDONESIA

03/28

DB6W03 6000 x 1500 x 12



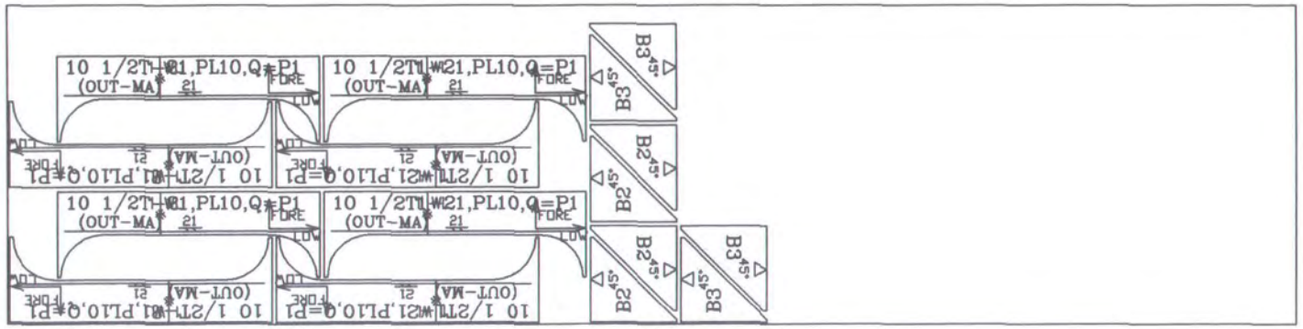
PART LIST

NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB6W) 10 1/2T-23	1		1
2	(DB6W) 10 1/2T1-23	1		1
3	(DB6W) 1B	2		2
4	(DB6W) 2B	2		2
5	(DB6W) B1	1		1
6	(DB6W) 9S	1		1

NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000217	DB+BS6W	2G01202	DB6W01	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
M.SODIQ		6000 x 1500 x 10	A	1

PAL INDONESIA



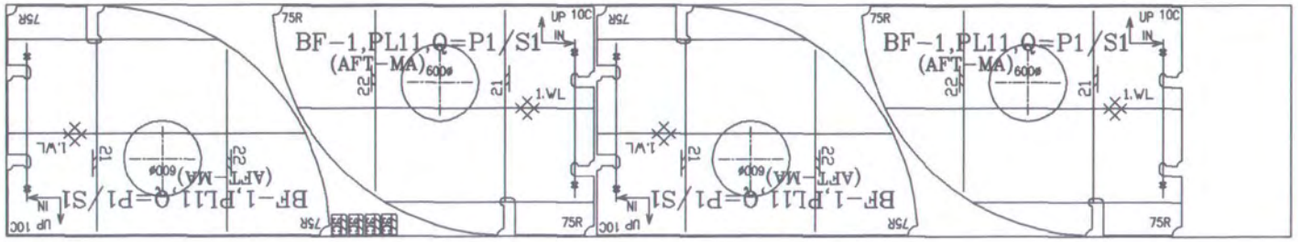
PART LIST

NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB6W) 10 1/2T-21	2		2
2	(DB6W) 10 1/2T1-21	2		2
3	(DB6W) B2	2		2
4	(DB6W) B3	2		2

NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000217	DB+BS6W	2G01202	DB6W02	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
M.SODIQ		10000 x 1820 x 11	A	2

PAL INDONESIA



PART LIST

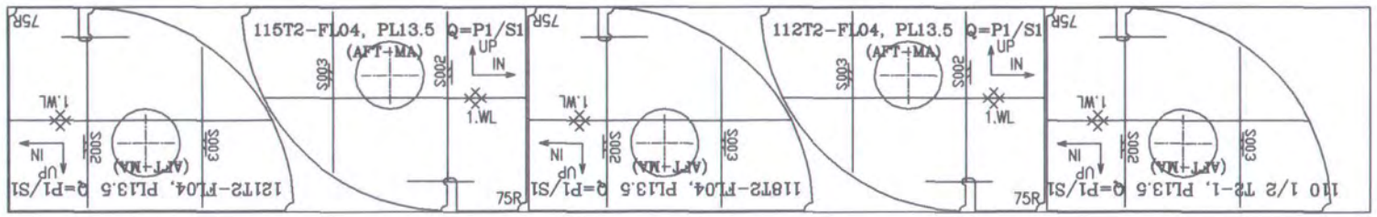
NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB6W) BF-1	4		4
2	(DB6W) 3C1	4		4

NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000217	DB+BS6W	2G01202	DB6W09	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
M.SODIQ		12000 x 1820 x 13.5	A	2

09/28

PAL INDONESIA



PART LIST

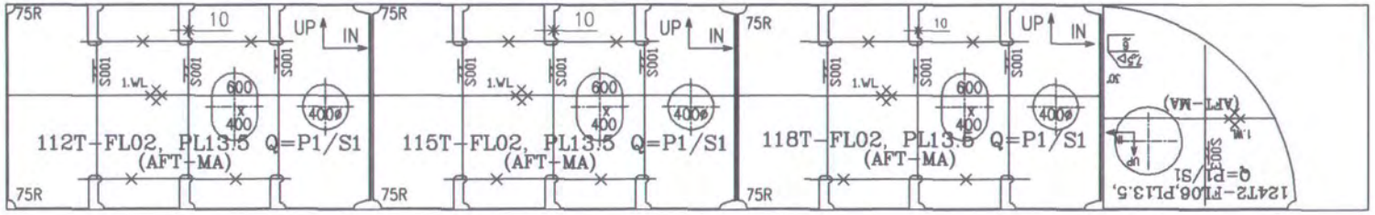
NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB6W) 121T2-FL04	1		1
2	(DB6W) 115T2-FL04	1		1
3	(DB6W) 118T2-FL04	1		1
4	(DB6W) 112T2-FL04	1		1
5	(DB6W) 110 1/2T2-1	1		1

NESTING PLATE

SHIP NO.	BLOCK NAME	DWG. NO.	NESTING NO.	SCALE
M000217	DB+BS6W	2G01202	DB6W08	NONE
DWG. BY	**CHECK BY**	**DIMENSION**	**GRADE**	**QUANT'Y**
M.SODIQ		12000 x 1820 x 13.5	A	2

PAL INDONESIA

08/28



PART LIST

NO.	PART NAME	P	C	S
1	(DB6W) 112T-FL02	1		1
2	(DB6W) 115T-FL02	1		1
3	(DB6W) 118T-FL02	1		1
4	(DB6W) 124T2-FL06	1		1