

2777

31000000112.00

Tugas Akhir
NA 1701



**KOMPUTERISASI BENTUK KOMPONEN 3-D PADA PROSES
PRODUKSI KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE CROSS
SECTION UNTUK MENUNJANG PENERAPAN FOBS**



RSPe
623.817 028 5
Pur
k-1

1998

1-2-99

8703

Disusun oleh :
Riza Purnawarman
NRP 4192 100 040

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1998

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir

NA 1701

KOMPUTERISASI BENTUK KOMPONEN 3-D PADA PROSES PRODUKSI KAPAL DENGAN METODE *CROSS SECTION* UNTUK MENUNJANG FOBS

Disusun oleh :

Riza Purnawarman

NRP 4192 100 040

Telah diperiksa dan dinyatakan siap untuk diujikan
pada tanggal 5 Maret 1998

Surabaya, 23 Februari 1998

Dosen Pembimbing



DR. Ir. R. Sjarief Widjaja

NIP 131 782 034

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Telah direvisi sesuai dengan hasil sidang tugas akhir

Surabaya, 15 Maret 1998

Dosen Pembimbing



DR. Ir. R. Sjarief Widjaja

NIP 131 782 034



JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN ITS

SURAT KEPUTUSAN TUGAS AKHIR (NA 1701)

No. : 40 /PT12.FTK2/M/1997

Nama Mahasiswa : Riza Purnawarman

Nomor Pokok : 4192100040

Tanggal diberikan tugas : 16. Maret 1997

Tanggal selesai tugas : 26. Juli 1997

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Sjarief Widjaja, Ph. D.

2.

Uraian / judul tugas akhir yang diberikan :

COMPUTERISASI BENTUK KOMPONEN 3D PADA PROSES PRODUKSI KAPAL DENGAN METODE--
 CROSS SECTION UNTUK MENUNJANG PENERAPAN FOBS--

son

Surabaya, 31 Maret 1997
 Jurusan Teknik Perkapalan FTK-ITS



.....
 Soestowo Sastro Wiyono
 30 687 430.

Tembusan :

1. Yth. Dekan FTK-ITS.
2. Yth. Dosen Pembimbing.
3. Arsip.

ABSTRAK

Pada proses produksi komponen 3-D bangunan kapal, ketepatan bentuk dan dimensi komponen merupakan suatu permasalahan yang cukup serius. Untuk itu banyak dilakukan proses pengukuran guna menjaga agar produk yang dihasilkan sesuai dengan apa yang telah direncanakan serta memenuhi standar yang ditetapkan. Penggunaan komputer dalam melakukan pengukuran merupakan usaha untuk lebih meningkatkan kecepatan dan keakuratan pada proses produksi kapal. Pada proses produksi kapal banyak sekali komponen memerlukan keakuratan data yang tinggi agar tidak timbul penyimpangan dalam penggabungan masing-masing komponen tersebut.

Komputerisasi bentuk komponen 3-D menyajikan tampilan grafis yang nantinya mampu memudahkan setiap pihak yang berkepentingan untuk melihat secara keseluruhan bentuk 3-D tersebut dengan meminimalkan kesalahan bentuk yang timbul akibat melihat gambar 2-D. Dalam komputerisasi ini masih memerlukan data-data koordinat titik untuk penggambaran bentuk 3-D. Dari kumpulan data tersebut, dengan bantuan aplikasi program perancangan dibantu komputer (*Computer Aided Design*) penggambaran 3-D dilakukan. Tampilan grafis tersebut ditunjang dengan kemampuan untuk dapat dilihat dari berbagai sudut pandang sehingga memudahkan untuk proses produksi, juga memberikan data koordinat yang diinginkan.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala petunjuk, anugerah dan rahmat-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.

Penulisan Tugas Akhir (NA 1701) dengan judul “Komputerisasi Bentuk Komponen 3-D Pada Proses Produksi Kapal Dengan Metode *Cross Section* Untuk Menunjang Penerapan FOBS” ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan S1 pada Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam menyusun tugas akhir ini penulis telah menerima bantuan, bimbingan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Digul Siswanto, MSc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
2. Ir. Koestowo S.W. dan Ir. Andjar Soeharto, selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Perkapalan.
3. Ir. Triwilaswandio W.P. dan Ir. Mahardjo Wartono, selaku dosen wali yang telah membimbing penulis selama menempuh masa perkuliahan.
4. DR. Ir. R. Sjarief Widjaja, selaku dosen pembimbing tugas akhir yang tanpa kenal lelah dan waktu telah memberikan bimbingan dan petunjuk yang bermanfaat bagi penulis.
5. Bapak Sekartedjo, yang telah memberi banyak bantuan dalam penulisan tugas akhir ini

6. Ayah, Ibu, Kakak dan Adik-adikku tercinta yang telah memberikan semangat dan doa bagi penulis untuk penyelesaian studi dan tugas akhir ini.
7. Bapak-bapak dosen yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama penulis menempuh masa perkuliahan.
8. Teddy, Dudut, Anto dan Andi yang tanpa kenal bosan telah bersama dengan penulis untuk menghilangkan rasa penat.
9. Trijoko, Fahrul, Henry, Mukti dan Taufik yang telah memberikan dorongan dan saran dalam penulisan tugas akhir ini.
10. Teman-teman kuliah seperti Anton, Anis, Adhy, Anang dan Taufiq yang telah bersama-sama menempuh suka dan duka bersama penulis selama perkuliahan serta tak lupa Wahyu dan Jamsir, atas pinjaman *hardware*nya dan juga Mas Aries yang telah banyak membantu penulisan program tugas akhir ini.
11. Keluarga Soemaryono dan keluarga Robby yang telah memberikan bantuan materiil dan spirituil bagi penulis untuk menyelesaikan studi.
12. Teman-teman kerja seperti Pak Chris, Pak Suryadi, Pak Riezma dan Mbak Cici yang telah memberikan semangat bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini
13. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu, baik secara langsung maupun tidak langsung, semoga Allah SWT membalas semua bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini bukan merupakan hasil yang sempurna sehingga akan sangat berterima kasih bila pembaca dapat memberikan sumbangan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk penyempurnaannya.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca khususnya serta bagi dunia perkapalan di Indonesia.

Surabaya, Februari 1998

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI.....	iii
COPY SURAT KEPUTUSAN TUGAS AKHIR.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Tujuan.....	2
I.3. Manfaat.....	3
I.4. Batasan Masalah.....	4
I.5. Metodologi Penelitian.....	4
A. Studi Kepustakaan.....	5
B. Studi Lapangan.....	5
C. Penyusunan Program.....	5
D. Uji Coba dan Analisa Hasil.....	5
I.6. Kesimpulan Sementara.....	5
BAB II TEKNOLOGI PEMBANGUNAN KAPAL.....	7
II.1. Perkembangan Teknologi Pembangunan Kapal.....	7
A. <i>Conventional Construction and Outfitting</i>	8
B. <i>Hull Block Construction Method and Pre-Outfitting</i>	8
C. <i>Process Lane Construction and Zone Outfitting</i>	9
D. <i>Integrated Hull Construction, Outfitting, and Planning (IHOP)</i>	10
II.2. Teknologi Produksi.....	11
A. Jenis-Jenis Proses produksi.....	12
B. Faktor-Faktor Proses Produksi.....	13
II.3. Tahap Proses Produksi.....	16
A. Proses Fabrikasi.....	17

B. Proses <i>Sub-assembly</i>	23
C. Proses <i>Assembly</i>	24
D. Proses <i>Erection</i>	25
II.4. Permasalahan Dalam Proses Produksi	27
A. Proses Fabrikasi	27
B. Proses <i>Sub-assembly</i> dan <i>Assembly</i>	28
C. Proses <i>Erection</i>	29
II.5. Desain Sebagai Acuan Dalam Penentuan Ketepatan Dimensi dan Bentuk	35
Desain Sebagai Proses Realisasi Ide	37
BAB III PROSES PERANCANGAN KAPAL	42
III.1. Tahap Perancangan	42
Metode Desain Kapal	42
III.2. <i>Production Drawing</i> Sebagai Acuan Pada Proses Produksi	48
III.3. <i>Interface</i> Antara Desain/Produksi (<i>Mould Lofi</i>)	50
BAB IV PEMBUATAN MODEL UNTUK <i>INTERFACE</i> DESAIN/PRODUKSI	54
Flowchart <i>Interface</i> Desain/Produk	54
IV.2. Penjabaran Bentuk <i>Lines Plan</i> dan Bukaannya Kulit	56
A. Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>)	56
B. Bukaannya Kulit	57
IV.3. Penetapan Sistem Koordinat Sebagai Titik Referensi	57
IV.4. Penetapan Konfigurasi Titik Sebagai Program	59
BAB V APLIKASI KOMPUTER DALAM PERANCANGAN	61
V.1. Konsep Dasar Komputer Grafik	61
A. Konsep Pemodelan	61
B. Kategori Pemodelan 3-D	63
V.2. Konsep Dasar <i>Computer Aided Design</i> (CAD)	69
V.3. Alasan Pemilihan Aplikasi Program	70
<i>Detail Drawing</i>	71
<i>Bill of Material</i>	72
Penyimpanan Gambar dan <i>Systematic Learning Process</i>	72
Standarisasi Data CAD	73
Perhitungan Tradisional Dalam Perkapalan	74
BAB VI PEMBUATAN PROGRAM	75
VI.1. Tahapan Kerja Program (<i>Flowchart</i>)	75
VI.2. Program <i>Input</i>	76
VI.3. Program <i>Grafis</i>	81
VI.4. Program <i>Output</i>	83
BAB VII DISKUSI DAN REKOMENDASI	85
BAB VIII KESIMPULAN	89

DAFTAR PUSTAKA	90
----------------------	----

LAMPIRAN

1. Contoh *Production Drawing*
2. Contoh *Lines Plan*/Bukaan Kulit
3. Prinsip Kerja AutoCAD/AutoLISP
 - 3.1 AutoCAD
 - 3.2 AutoLISP
4. *Listing Program*
 - A. Program Visual Basic
 - B. Program AutoLISP
6. Copy Daftar Kemajuan Tugas Akhir

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Tahapan Perkembangan Teknologi Pembangunan Kapal	7
Gambar II.2. Komponen <i>Product-Oriented Work Breakdown Structure</i>	9
Gambar II.3. Proses Utama Bengkel Fabrikasi	22
Gambar II.4. Konsep Proses Desain	38
Gambar III.1. Tahap Desain Kapal	44
Gambar III.2. Contoh Bentuk Rambu <i>Bending</i>	53
Gambar IV.1. Jenis Gambar yang Dihasilkan dan Dibutuhkan pada Proses Desain	54
Gambar IV.2. Alur Gambar Proses Desain	55
Gambar IV.3. Sistem Koordinat 3 Dimensi	58
Gambar IV.4. Koordinat <i>Cartesian</i> dengan Kaidah Tangan Kanan	58
Gambar VI.1. Tahapan Kerja Program	75
Gambar VI.2. Tampilan Pembuka Program	78
Gambar VI.3. Tampilan Program <i>Input</i> Untuk Memasukkan Data Ukuran Utama Kapal	78
Gambar VI.4. Tampilan Program <i>Input</i> Untuk Memasukkan Data Bagian Tengah Kapal	79
Gambar VI.5. Tampilan Program <i>Input</i> Untuk Memasukkan Data Bagian Buritan Kapal	79
Gambar VI.6. Tampilan Program <i>Input</i> Untuk Memasukkan Data Bagian Haluan Kapal	80
Gambar VI.7. Tampilan Program <i>Input</i> Untuk Memasukkan Data Bagian <i>Buttock Line 0</i> Kapal	80
Gambar VI.8. Tampilan Program <i>Input</i> Untuk Memasukkan Data Sambungan Pelat Lambung Kapal	81
Gambar VI.9. Tampilan Program Grafis 3-D Rencana Garis Kapal	83

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Dalam era globalisasi ini, persaingan dalam pembangunan kapal semakin ketat baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Keadaan ini telah mendorong galangan kapal untuk terus menerus meningkatkan produktivitasnya. Ada tiga hal pokok yang harus dilakukan oleh pihak galangan kapal untuk meningkatkan produktivitasnya yaitu :

- a. Menekan waktu pembangunan kapal sesingkat mungkin
- b. Menghasilkan produk sesuai dengan standar klasifikasi
- c. Menekan biaya produksi seminim mungkin

Oleh karena itu, untuk menunjang peningkatan produksi, telah banyak metode yang dilakukan oleh galangan kapal. Salah satu di antaranya adalah *Process Lane Construction*. Pada metode ini komponen-komponen kapal diproduksi berdasarkan *product oriented* atau lebih dikenal dengan PWBS (*Product Work Breakdown Structure*). Secara ringkas metode produksi PWBS ini adalah :

- Pengelompokan produk berdasarkan kesamaan proses.
- Klasifikasi komponen-komponen (*interim product*) menurut kebutuhan material, *man*, *power*, fasilitas dan lain-lain.
- Pembagian *block* dari suatu kapal (*hull* dan *O/F*)
- Integrasi dari metode pembangunan lambung kapal, *outfitting* dan pengecatan pada setiap tahap produksi.

Metode produksi yang demikian telah banyak diterapkan pada galangan kapal tetapi dalam pelaksanaannya ternyata banyak hal yang harus diperhatikan terutama adalah masalah persyaratan mutu konstruksi pada sambungan *block* sebagai salah satu contoh. Sampai saat ini masih terasa sulit untuk memenuhi persyaratan tersebut sehingga terjadi berbagai proses kerja ulang (*rework*) yang mengakibatkan terjadinya pula penambahan jam orang (JO) dan material yang cukup besar pula. Hal ini dapat dirasakan sebagai salah satu kendala yang dapat menghambat usaha untuk peningkatan daya saing galangan kapal.

Oleh karena itu, maka sudah sepatutnya bila dilakukan penerapan standar mutu yang mampu mengendalikan mutu produk sehingga dapat menekan biaya produksi. Untuk mengetahui penyimpangan yang terjadi, baik berupa penyimpangan bentuk maupun dimensi komponen badan kapal, telah dikembangkan teknologi dalam produksi yang saat ini banyak dikenal sebagai sistem *Accuracy Control (A/C)*.

Berdasarkan pada hasil umpan balik dari penerapan A/C di galangan kapal, banyak dijumpai beberapa permasalahan yang cukup serius. Salah satu bentuk permasalahan tersebut adalah belum tercapainya suatu keseragaman proses pembentukan komponen 3 dimensi (3-D), sehingga besar kemungkinan timbul penyimpangan bentuk maupun dimensi atas produk komponen yang dimaksud. Proses pembentukan komponen 3-D ini cukup rumit, mengingat dengan banyaknya pihak yang terlibat pada proses produksi kapal memungkinkan timbulnya beraneka macam bentuk 3-D komponen tersebut.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin didapat dari penulisan tugas akhir ini adalah:



1. Memanfaatkan kemampuan komputer khususnya *personal computer* (PC) untuk menunjang proses produksi kapal.
2. Memberikan tingkat efisiensi dan akurasi proses pembentukan gambar yang lebih tinggi.
3. Menghasilkan *output* gambar 3-D dan data lain yang diperlukan untuk pembentukan komponen kapal.
4. Lebih baik dalam menampilkan bentuk 3-D sehingga dapat menjadi tuntunan dalam menerjemahkan gambar kerja.
5. Mengurangi terjadinya perbedaan pandangan bentuk 3-D pada komponen yang akan dibentuk.

I.3. Manfaat

Seperti telah diuraikan sedikit di atas bahwa proses produksi kapal membutuhkan biaya yang tidak sedikit terutama karena seringnya terjadi penyimpangan pada tiap proses produksi sehingga mengakibatkan harus dilakukan pekerjaan ulang (*rework*) yang memakan JO dan material yang tidak sedikit. Kasus yang demikian ini banyak terjadi pada galangan kapal nasional pada umumnya, sebagai akibat dari kurang efektifnya kontrol pada masing-masing bagian proses produksi. Hal inilah yang harus dipikirkan guna dicari jalan keluarnya.

Salah satu kasus penyimpangan yang sering terjadi adalah terjadinya penyimpangan bentuk komponen 3-D. Dari berbagai gambar-gambar kerja keperluan produksi, pada umumnya banyak digunakan sistem gambar 2-D yang menjelaskan secara detail bagian-bagian komponen yang akan diproduksi. Meski saat ini telah dikembangkan program untuk merealisasikan bentuk-bentuk 3-D guna keperluan visualisasi bentuk yang lebih baik, tetapi

kurang mendapat tempat untuk disertakan pada gambar-gambar kerja pada proses produksi kapal.

1.4. Batasan Masalah

Studi ini hanya akan membahas mengenai :

1. Pembentukan komponen 3-D pada proses produksi khususnya mengenai sambungan antar pelat pembentuk lambung kapal, yang merupakan hasil lebih lanjut dari desain dasar produksi kapal (*basic design*) dengan menggunakan aplikasi komputer. Pembatasan ini mengingat banyak sekali komponen 3-D pada proses produksi kapal dan bagian yang paling sering menjadi masalah seperti yang terjadi selama ini adalah terjadinya penyimpangan antar sambungan *block* badan kapal.
2. Dengan menggunakan aplikasi program perancangan dibantu komputer yang bersifat umum dicoba pengembangan program tersebut sehingga dapat lebih memiliki fungsi-fungsi yang dapat digunakan untuk tujuan khusus seperti contoh yang diinginkan di atas.
3. Proses penggambaran (program grafis) menggunakan semua data yang diperoleh dari data-data gambar bagian desain sehingga tidak menyimpang dari koordinat yang telah dibuat.
4. Program untuk pengeditan gambar menggunakan fungsi-fungsi yang telah ada dalam aplikasi program perancangan dibantu komputer tersebut.

1.5. Metodologi Penelitian

Untuk menunjang penulisan ini, maka diperlukan :

A. Studi Kepustakaan

Yaitu dengan mempelajari berbagai literatur untuk mendapatkan teori maupun konsep dasar mengenai produksi kapal dan penulisan program yang sesuai dengan pembahasan penulisan ini.

B. Studi Lapangan

Bertujuan untuk mendapatkan fakta-fakta yang menunjang dan melengkapi studi kepustakaan dengan melakukan peninjauan langsung pada proses pembentukan komponen yang dimaksud dan mendapatkan keterangan penting yang berhubungan dengan penulisan ini.

C. Penyusunan Program

Merupakan tujuan dari penulisan yang menguraikan permasalahan dengan menggunakan media komputer sehingga tujuan penulisan dapat tercapai.

D. Uji Coba dan Analisa Hasil

Dari penyusunan program kemudian dilakukan uji coba untuk melihat apakah hasil yang diinginkan dapat dicapai dan melakukan analisa apakah hasil yang ada telah sesuai atau belum sehingga dapat dilanjutkan dengan perbaikan sesuai kebutuhan.

I.6. Kesimpulan Sementara

Dengan aplikasi komputer ke dalam proses produksi kapal, terutama yang berkaitan dalam hal perancangan yang dibantu oleh komputer, maka akan dapat lebih meningkatkan keakuratan dan efisiensi kerja. Perancangan dibantu dengan komputer sudah selayaknya diterapkan sehingga dapat mengurangi timbulnya berbagai kesalahan khususnya mengenai

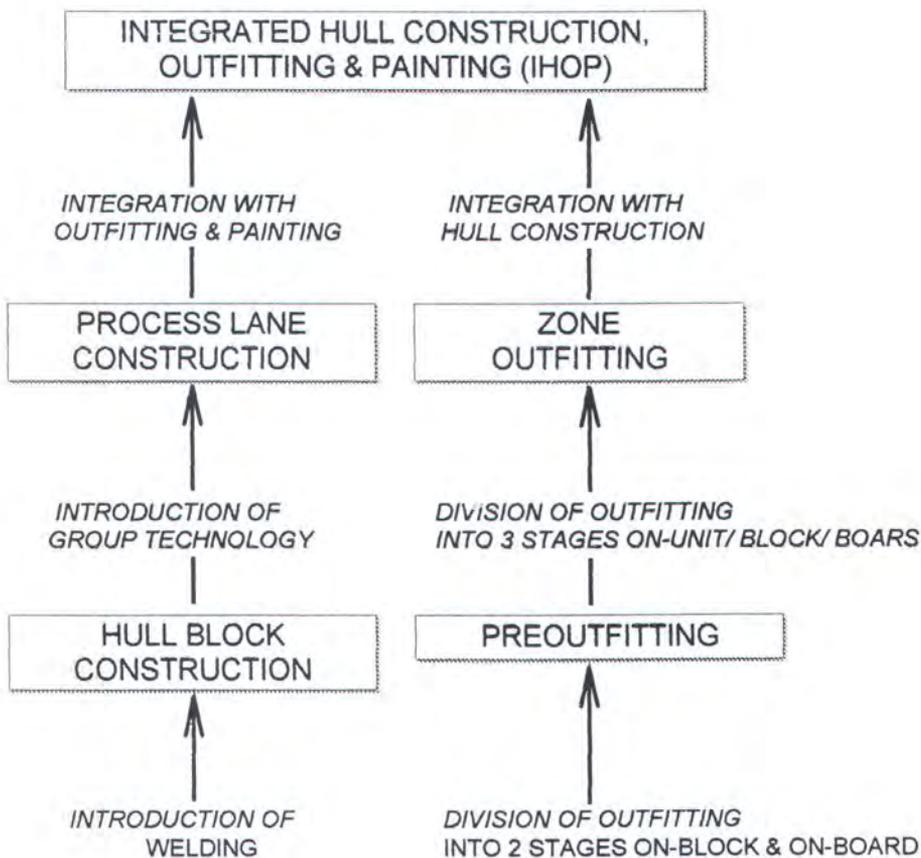
kurang akuratnya data yang sangat dibutuhkan dalam proses produksi kapal karena kesalahan atau data yang tidak akurat pada proses perancangan/desain. Perancangan dibantu dengan komputer juga berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan proses desain dengan produksi sehingga antara kedua proses tersebut dapat memiliki gambaran yang lengkap dari suatu model yang telah dikerjakan dalam aplikasi komputer ini. Pembentukan model 3-D dapat lebih memudahkan pihak yang berkepentingan untuk menangkap gambaran yang utuh (*real image*) sehingga pihak-pihak yang berkepentingan memiliki satu visi dan proses produksi dapat berjalan lancar atau dapat dikatakan seperti di atas yaitu mengurangi atau meminimalkan resiko kesalahan pada proses pembangunan kapal.

Dengan demikian sebelumnya patut diperhatikan mengenai proses produksi kapal sebab permasalahan timbul pada proses tersebut dan bila ditelusuri akan merembet pada bagian-bagian sebelumnya

BAB II TEKNOLOGI PEMBANGUNAN KAPAL

II.1. Perkembangan Teknologi Pembangunan Kapal

Teknologi pembangunan kapal mulai berkembang pesat setelah Perang Dunia II, yang disponsori oleh IHI-Shipyards, Japan. Pengembangan tersebut didasarkan pada usaha peningkatan efisiensi pada proses produksi atau produktivitas pada pembangunan beberapa kapal tanker berukuran besar. Menurut Chirillo, perkembangan teknologi produksi kapal dibagi menjadi empat tahapan, berdasarkan teknologi yang digunakan pada proses produksinya, seperti pada gambar II.1



Gambar II.1. Tahapan Perkembangan Teknologi Pembangunan Kapal

A. *Conventional Construction and Outfitting*

Tahapan pertama ini merupakan teknologi produksi kapal, yang berorientasi pada sistem atau fungsi yang ada di kapal dan volume pekerjaan hampir seluruhnya dilakukan pada *building berth*. Metode ini dimulai dengan peletakan lunas, kemudian pemasangan gading, kulit, dan seterusnya sampai ke bangunan atas dan terakhir pekerjaan *outfitting* (O/F). Pekerjaan O/F dilakukan sistem per sistem, antara lain : pemasangan ventilasi, perpipaan, permesinan, perlistrikan, dan lain-lain. Metode tersebut merupakan teknologi paling konvensional dan tingkat produktivitasnya sangat rendah, karena semua lingkup pekerjaan memiliki ketergantungan yang tinggi satu sama lain, sehingga membutuhkan waktu yang sangat lama. Selain itu, mutu hasil pekerjaan sangat rendah karena hampir seluruh pekerjaan dilakukan secara manual dan lingkungan kerja yang tidak mendukung (tidak nyaman, posisi kerja yang sulit).

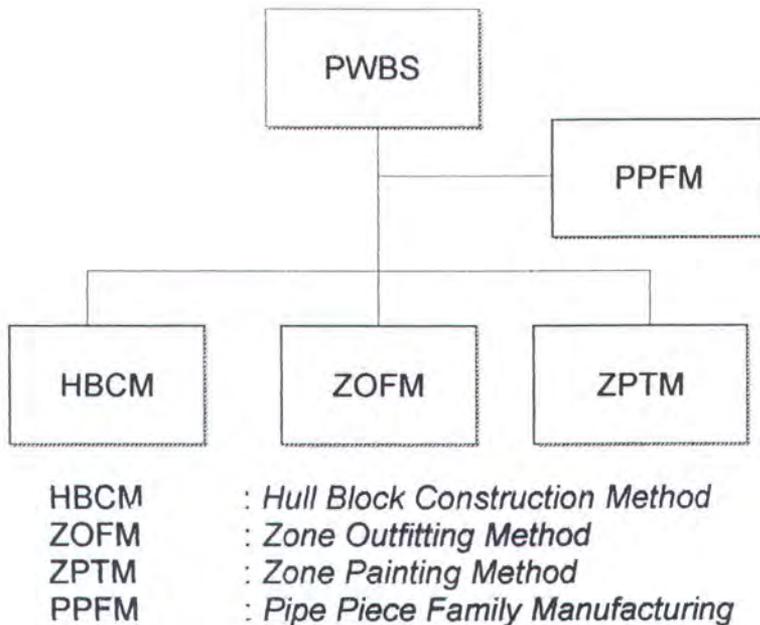
B. *Hull Block Construction Method and Pre-Outfitting*

Tahapan ini mulai dikembangkan sejak dikenalkannya teknologi pengelasan pada pembangunan kapal, dimana kapal sudah dibuat dalam bentuk seksi-seksi dan *block-block*, kemudian disambung satu sama lain di *building berth*. Selain itu, beberapa pekerjaan O/F sudah mulai dilakukan pada *block* atau badan kapal yang sudah jadi. Dengan metode ini, *steel throughput* meningkat dan mutu hasil pekerjaan lebih baik, karena volume pekerjaan pada *building berth* menjadi berkurang, dan pekerjaan pengelasan banyak dilakukan di bengkel dengan kondisi lingkungan kerja yang lebih nyaman. Pekerjaan pengelasan sudah mulai dilakukan dengan mesin las semi/otomatis dengan posisi *down-hand*. *Block-block* dapat dibalik atau diputar untuk menghindari dari pengelasan dengan posisi *overhead*. Pada

tahapan ini, kontrol dimensi dan bentuk *block* sudah menjadi penting terutama pada daerah sambungan *block*.

C. Process Lane Construction and Zone Outfitting

Perkembangan teknologi pembangunan kapal modern telah dimulai pada tahap ini, dimana konsep *Group Technology* sudah diterapkan dalam proses produksi badan kapal dan pekerjaan O/F. Dengan konsep ini proses pembangunan kapal sudah berorientasi pada produk atau dikenal dengan *Product-Oriented Work Breakdown Structure* (PWBS), dengan pengelompokan lingkup pekerjaan seperti terlihat pada gambar II.2.



Gambar II.2. Komponen *Product-Oriented Work Breakdown Structure*

Metode ini secara sistematis mengklasifikasikan produk antara (*interim-products*) menurut kelompok yang memiliki kesamaan dalam proses produksinya, misalnya *process*



lane untuk : (i) perakitan bentuk datar, (ii) perakitan bentuk lengkung beraturan, dan (iii) perakitan bentuk lengkung tak beraturan dan kompleks. Hal ini sudah menuntut keteraturan dalam penataan sumberdaya produksi, misalnya : peralatan/mesin, tenaga kerja, dan material. Demikian halnya dengan pekerjaan O/F, dimana sudah dilakukan secara paralel berdasarkan *region/zone*, dan tidak lagi berdasarkan sistem fungsionalnya. Pekerjaan O/F, dengan konsep *Advanced Outfitting*, sudah dibagi dalam 3 tahap yaitu : *on-unit*, *on-block*, dan *on-board*.

Pada tahapan ini, proses produksi sudah terkonsentrasi pada bengkel-bengkel dan volume pekerjaan di *building berth* semakin kecil. Penggunaan teknologi ini sudah mensyaratkan diterapkannya Sistem *Accuracy Control*, di setiap proses produksi untuk menjamin ketepatan dimensi dan bentuk *block* (pelat, profil, perpipaan, dan *inner-parts* lainnya yang ada pada daerah sambungan *block*).

D. *Integrated Hull Construction, Outfitting, and Planning* (IHOP)

Tahapan keempat ini adalah teknologi yang paling mutakhir dalam pembangunan kapal, dimana proses pembuatan badan kapal sudah diintegrasikan secara maksimal dengan pekerjaan *outfitting* dan pengecatan pada setiap *zone/area/stage*, seperti halnya yang telah dilakukan oleh IHI-Shipyards, Japan. Teknologi ini merupakan pengembangan dari teknologi produksi tahapan ketiga, melalui peningkatan potensi sumberdaya galangan secara menyeluruh, seimbang dan terintegrasi, disertai dengan semakin sempurnanya standar-standar kerja dan konsistensi ketepatan proses produksi yang sangat tinggi.

Teknologi IHOP mensyaratkan suatu *Build Strategy* yang matang dan kemampuan *planning and scheduling* yang sangat tinggi dan rasional, berdasarkan kondisi potensi



sumberdaya galangan yang ada. Pada tahap ini, Sistem *Accuracy Control* bukan hanya mutlak dilaksanakan secara sempurna dan menyeluruh, tetapi juga menuntut kesempurnaan *design engineering* dan standar-standar kerjanya. Dengan demikian, penyambungan seluruh bagian konstruksi antara *block* yang satu dengan *block* lainnya mencapai tingkat ketepatan yang sangat tinggi atau penyimpangan-penyimpangan yang terjadi masih berada pada batas toleransi yang telah ditentukan, sehingga volume pekerjaan pada *building berth* menjadi sangat kecil.

II.2. Teknologi Produksi

Pada setiap pembangunan kapal baru selalu melalui proses produksi. Proses pembangunan kapal itu sendiri dimulai sejak material datang sampai dengan penyerahan kapal kepada pihak pemesan (*delivery*). Penerapan proses produksi kapal meliputi beberapa tahap diantaranya yaitu :

- tahap persiapan produksi (yang meliputi perancangan dan persiapan gambar kerja, penyimpanan dan pemeriksaan material, persiapan tenaga kerja dan material dan lain-lain)
- tahap fabrikasi (pemotongan dan pembentukan material)
- tahap *sub-assembly* (penggabungan beberapa komponen dasar)
- tahap *assembly* (penggabungan beberapa komponen dasar menjadi *block* utama)
- tahap *erection* (penggabungan *block-block* utama menjadi kapal secara utuh)

Pada masing - masing tahap proses produksi tersebut selama pelaksanaannya sering terjadi penyimpangan proses produksi sehingga hal ini akan menghambat jalannya proses

produksi karena waktu yang diperlukan untuk pembangunan kapal akan bertambah (*rework*), hal ini tentu akan menambah biaya produksi.

A. Jenis-Jenis Proses produksi

Sistim pengolahan/proses produksi yang banyak digunakan adalah sebagai berikut :

1. **Batch production**

Merupakan sistem proses yang terdiri dari pengolahan/pengerjaan sejumlah besar variasi besaran yang terbatas. Dapat dilakukan untuk menghasilkan produksi dalam jumlah kecil atau dalam jumlah besar. Sistim ini merupakan sistim proses yang sulit untuk direncanakan.

2. **Process System Production**

Yaitu produk dibuat secara terus menerus dalam suatu pola/*design* tertentu. Biasanya berhubungan dengan pengolahan bahan baku menjadi bahan-bahan perantara untuk industri.

Contoh : pabrik penyulingan minyak.

3. **Mass Production-one product**

Umumnya banyak terdapat dalam industri pengolahan.

Contoh : produk massa untuk menghasilkan mobil, sepeda motor dan lain-lain.

4. **Mass Production-multi product**

Perkembangan produksi massa akhir-akhir ini menuju pada produk dari suatu seri yang sangat bervariasi.

5. *Contruction process*

Bahan-bahan komponen dibawa ke suatu tempat dan di pergunakan untuk mengerjakan pembangunan di suatu tempat tersebut.

Contoh : pembuatan kapal, bangunan dan sebagainya

Pada pembuatan kapal, komponen-komponen yang akan digunakan dibawa ke bengkel untuk kemudian digabungkan menjadi *block-block* utama kapal, yang akhirnya *block-block* tersebut digabungkan menjadi sebuah kapal.

B. Faktor-Faktor Proses Produksi

Pada proses pembangunan kapal, faktor-faktor yang mempengaruhi proses produksi adalah :

a. Material

Pada pembangunan kapal material yang dibutuhkan sangat mempengaruhi jalannya proses produksi. Untuk material logam baja diperlukan proses pengerjaan meliputi pemotongan, pembentukan, penggabungan pelat dan profil. Berdasarkan proses pengerjaan dari masing-masing material yang berbeda maka peralatan yang dibutuhkan, kualifikasi tenaga kerja, tata letak bengkel dan prosedur kerja yang digunakan akan sangat berbeda. Sehingga ada beberapa hal yang harus diperhatikan di dalam pemakaian material yaitu :

- Spesifikasi teknik material

Meliputi : sifat-sifat mekanik, seperti kekuatan tarik, tekan, kemuluran dan beberapa sifat kimia kandungan logamnya.

- Ukuran/dimensi

Meliputi : ketebalan, panjang, lebar dan kelurusannya.

- Pabrik pembuat/produsen

Meliputi : kualifikasi dari pabrik pembuat dilihat dari catatan mutu produk yang dihasilkan.

- Lingkungan/cuaca/temperatur/kelembaban.

Yaitu merupakan media di mana material tersebut akan dikerjakan atau diproses. Hal ini tergantung dari tempat proses pekerjaan dilakukan. Misalnya untuk di Indonesia maka kondisi lingkungannya akan sangat berbeda dengan Eropa.

b. Tenaga Kerja

Kualifikasi tenaga kerja pada proses produksi akan sangat berbeda, tergantung dari jenis proses pengerjaan juga jenis material yang akan dikerjakan. Di samping itu jumlah tenaga kerja yang ada juga bervariasi sesuai dengan kebutuhan pada masing-masing tahap proses produksi. Sedangkan untuk pemakaian tenaga kerja dapat diklasifikasikan dari segi :

- Pendidikan formal/non formal

Meliputi latar belakang pendidikan seperti STM, politeknik, dan kualifikasi khusus seperti *Welder Qualification grade G3*, dan lain-lain. Hal ini sangat berpengaruh terhadap pemilihan tenaga kerja.

- Pengalaman dan masa kerja

Seorang tenaga kerja yang telah mempunyai pengalaman dalam bidang yang sesuai akan sangat membantu pada proses pelaksanaan pekerjaan.

- Ketrampilan/*Skill* (kualifikasi)

Ketrampilan khusus yang dimiliki oleh tenaga kerja akan sangat membantu didalam proses pekerjaan. Misalnya pada teknologi pengelasan logam tipis, membending pelat dan sebagainya.

- Sikap/Karakter

Sikap dan karakter setiap tenaga kerja akan sangat membantu pada pelaksanaan proses produksi sehingga akan menciptakan iklim kerja sesuai dengan yang diinginkan.

c. Metode Produksi

Hal-hal yang harus diperhatikan pada penetapan metode produksi adalah yang berkaitan langsung dengan tugas dari masing-masing tenaga kerja, diantaranya :

- Standar dan Prosedur kerja (*Operating Procedure Agreement*)
- Urutan Pekerjaan (*Operating Instruction*)
- Peralatan/Perlengkapan Keselamatan Kerja

d. Peralatan Produksi

Pada penerapan peralatan kerja maka kita harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Spesifikasi teknik
- Kondisi Operasional
- Kalibrasi dan Sistem Pemeliharaan
- Masa Operasi dan Penyusutan

II.3. Tahap Proses Produksi

Pada galangan yang akan melaksanakan pembangunan kapal, tahap pertama yang harus dilaksanakan adalah tahap persiapan produksi. Dalam tahap ini mempunyai tujuan mengatur keadaan-keadaan sehingga pada waktu yang ditentukan pekerjaan pembangunan kapal dapat dilaksanakan dan ditetapkan.

Pada tahap ini ruang lingkup yang dikerjakan adalah :

1. Dokumen - dokumen produksi (umum)
 - a. Gambar dan daftar material.
 - b. Perkiraan kebutuhan tenaga kerja.
 - c. Perkiraan kebutuhan material.
2. Jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam kaitannya dengan kapasitas tenaga kerja dan pekerjaan yang lain.
3. Penyediaan material dengan mempertimbangkan :
 - a. Keadaan atau *stock* pada gudang.
 - b. Pemakaian material untuk pekerjaan sekarang.
 - c. Pemesanan/pembelian material dari luar (jumlah, waktu pemberian)
4. Kapasitas dari sarana-sarana produksi meliputi :
 - d. Kemampuan bengkel-bengkel produksi.
 - e. Kapasitas mesin-mesin.
 - f. Alat-alat angkat yang tersedia (jumlah, kapasitas, macam dan tempat)
 - g. Keadaan *building berth/floating dock* (jumlah, kapasitas dan macam)

A. Proses Fabrikasi

Pada proses fabrikasi ini, yang penulis amati adalah proses fabrikasi yang terjadi pada Departemen Fabrikasi Lambung dalam Divisi Kapal Niaga di P.T PAL INDONESIA dan PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA. Departemen ini bertugas membuat komponen kapal dari yang kecil hingga yang terbesar. Jadi bengkel ini merupakan bengkel awal bagi pembuatan kapal secara fisik.

Gambar-Gambar dan Rambu yang Diperlukan

Pada departemen ini, gambar-gambar dan rambu-rambu yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. *Marking List*

Digunakan untuk mengetahui bentuk dari komponen-komponen yang akan dikerjakan dalam satu *block*. *Marking List* ini memuat antara lain : nomor kapal, nomor *block*, serta ukuran-ukuran dan tanda-tandanya.

2. *Material List*

Digunakan untuk mengetahui jumlah dari komponen-komponen yang akan dikerjakan dalam satu *block*, berat *block* tersebut, dan tempat komponen-komponen tersebut dikerjakan. Selain itu juga untuk mengecek komponen-komponen yang belum dikerjakan.

3. *Cutting Plan*

Digunakan untuk mengetahui jumlah dari material-material yang dibutuhkan dalam satu *block* baik berupa pelat, profil, bar maupun material yang lain. Pada *cutting plan* ini



tercantum pula gambar perencanaan posisi penggunaan komponen-komponen pelat yang akan dipotong.

4. *Working Drawing*

Adalah gambar bentuk dari *block-block* yang sebenarnya. Untuk bengkel fabrikasi hanya digunakan untuk mengecek kemungkinan terjadi adanya penyimpangan-penyimpangan setelah komponen selesai dan telah dikirim ke bengkel *assembly*.

5. *Lift dan Scaffold Place*

Digunakan untuk membuat cincin-cincin (kupingan-kupingan) yang digunakan untuk mengangkat *block-block* yang sudah selesai di *assembly* untuk diturunkan ke dok. Adapun bentuk dan ukurannya tergantung pada berat *block* yang akan diangkat.

Selain dari gambar-gambar di atas bengkel ini menerima rambu-rambu yang terdiri dari film dan rambu kayu yang akan digunakan untuk *marking* komponen-komponen yang tidak bisa dijelaskan ukuran dan bentuknya, serta rambu-rambu kayu khusus untuk *bending* dan *fairing*.

Proses Produksi pada Bengkel Fabrikasi

Pada bengkel fabrikasi proses yang dilakukan adalah seperti di bawah ini :

1. Proses Pembersihan

Proses pembersihan pelat dan profil dari kotoran dan karat yang menempel serta diberi cat dasar.

Sebelum proses pembersihan ini dilakukan maka terlebih dahulu diadakan identifikasi material yang merupakan suatu tindakan pemeriksaan material yang akan dipakai meliputi :

- *Charge Number Material*
- Klasifikasi material
- Dimensi material
- Kondisi permukaan material

Setelah itu hasil pemeriksaan material dicatat dalam suatu laporan pemeriksaan (*Cheek Sheet*) sekaligus perbaikannya apabila material tersebut mengalami cacat. Pada pelat yang bergelombang harus diperbaiki dengan pelurusan, dengan menggunakan *roll machine*. Pelat tersebut dilewatkan pada suatu susunan silinder baja. Setelah itu baru dimasukkan dalam *shot blasting* dan *primary painting machine*. Alat ini berguna untuk menghilangkan karat dan kotoran yang melekat pada material dengan menggunakan butiran-butiran baja yang berdiameter $\pm 0,5-0,8$ mm yang disemprotkan dengan tekanan tinggi, kemudian dicat dengan menggunakan cat dasar.

2. Proses *Marking*

Proses *marking* yaitu proses penandaan pada permukaan material yang akan mengalami pekerjaan sesuai dengan ketentuan tanda kerjanya. Pemindahan data *mould loft* serta pengukuran-pengukurannya harus dilakukan seakurat mungkin, karena kesalahan pada proses *marking* ini tidak hanya menyebabkan material yang dipersiapkan untuk *assembly* dan komponen-komponen rusak tetapi juga akan menaikkan jumlah material yang terbuang dan pada akhirnya akan mengurangi nilai produktifitas galangan.

Langkah-langkah pekerjaan *marking* adalah :

- a. Pelat diletakkan di atas lantai yang rata, dan dicek apakah material tersebut sesuai dengan yang ada di daftar.
- b. Rencana pemotongan (*cutting plan*)
- c. Pada gambar rencana pemotongan ini diusahakan sisa material sekecil mungkin.
- d. Pembersihan material
- e. Sebelum *dimarking* pelat dibersihkan terlebih dahulu agar kapur dapat melekat betul.
- f. Persiapan alat-alat kerja.
- g. Penandaan

Pada setiap bagian dari material yang telah ditandai harus diberi nama yang jelas agar nantinya tidak tertukar ataupun keliru pada saat perakitan. Nama tersebut disesuaikan dengan kode yang tercantum pada *material list* atau *marking list*.

Nama material terdiri dari :

- Nomor kapal
- Nama kapal
- Nama komponen dan posisinya (*port side* atau *starboard side*)
- Posisi *marking* (*up* atau *low marking*)

3. Proses *Cutting*

Adalah proses pemotongan pelat/profil sesuai dengan *marking* yang telah dibuat. Proses pemotongan material-material yang telah *dimarking* dengan catatan *marking* tersebut telah disetujui oleh *Quality Assurance*.

Alat-alat pemotongan :

- *Manual Gas Cutting*
- *Semi Automatic Gas Cutting (Scattor)*
- *NC Gas Cutting Machine*
- *Flame Planner Cutting Machine*

4. Proses Bending

Proses pembentukan pelat sesuai dengan rambu yang telah ada. Pada proses *bending* ini dibedakan antara pelat dan profil.

a. Pelat

Pada pembentukan material pelat ada dua cara yang dilakukan yaitu :

- *Heat Forming (fairing)*

Cara ini lebih banyak digunakan untuk bentuk-bentuk tiga dimensi atau sebagai penyempurnaan bentuk dari pelat yang telah *bending* dengan mesin. Pada prinsipnya cara ini adalah memanaskan pelat kemudian mendinginkan secara mendadak.

- *Cold Forming*

Cara ini dengan menggunakan *bending machine*, biasanya untuk bentuk-bentuk yang sederhana. Pada *cold forming*, *bending machine* yang digunakan yaitu :

- a. *Roll Bending Machine*
- b. *Horisontal Bending Machine*

b. Profil

Langkah - langkah pada pembentukan profil adalah :

1. Persiapan-persiapan material antara lain :
 - profil yang akan *bending/difairing*

- rambu film
 - landasan untuk *fairing*, jig dan lain-lain
2. Harus diperhatikan gambar-gambar yang ada di rambu film.
 3. Gambar ditempatkan dengan kedudukan yang terbalik.
 4. Dilakukan penitikan pada tempat-tempat tertentu sesuai dengan rambu film.
 5. Titik-titik tersebut dihubungkan dengan menggunakan *stroklat* kayu dan *sumitsasi* atau *sumitsubo*.
 6. Dilakukan perbandingan sedikit demi sedikit dan dilakukan pengecekan setiap kali perbandingan.

Proses utama pada bengkel fabrikasi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar II.3. Proses Utama Bengkel Fabrikasi

B. Proses *Sub-assembly*

Proses *sub-assembly* ini merupakan proses kelanjutan dari bengkel fabrikasi

Pekerjaan pada bengkel ini meliputi :

- Penyambungan pelat
- Pemasangan *stiffener*
- Merakit *floor*
- Pemasangan *face plate*
- Merakit *web frame*

Dalam proses pekerjaan data-data yang diperlukan antara lain :

- *Yard plan*
- *Working drawing*
- *Material list*
- *Cutting plan*
- *Marking list*

Masalah yang sering timbul pada bengkel *sub-assembly* adalah :

- *Misalignment* (ketidak lurusan bagian yang terpasang)
- Gap/celah dari dua bagian yang disambung
- *Misfitting* atau kesalahan tempat pemasangan elemen pada detailnya
- Penyimpangan sudut pemasangan antara profil dengan pelat maupun antar profil

C. Proses *Assembly*

Pada proses *assembly* ini pekerjaan yang dilakukan adalah merakit panel-panel datar, panel lengkap hingga menjadi seksi lambung, seksi sekat dan sebagainya, sehingga menjadi suatu *block*.

a. Perakitan Panel

Pada perakitan panel ini, pelat-pelat diletakkan pada *lattice floor*, diatur dan dilas ikat. Urutan pengelasan ikat maupun pengelasannya dimulai dari tengah-tengah panel kemudian secara bertahap keluar, hal ini dilakukan untuk mengurangi deformasi.

Untuk panel-panel yang dibuat dari sambungan banyak pelat dilakukan dengan jalan memberikan beban berat untuk menekan pelat yang akan dilas supaya deformasi yang terjadi sekecil mungkin.

Setelah pelat dilas menjadi satu, pelat diletakkan di atas meja *jig* yang telah disediakan. *Jig* itu harus dicek *levelnya* maupun *countur* dari panel, setelah itu dilakukan juga pemeriksaan posisi *reference line*, terutama untuk *center line*, *water line*, dan *frame linanya*.

Selanjutnya profil-profil dipasang pada garis-garis *marking* yang telah ditentukan. Profil ini kemudian dilas pada panel.

b. Perakitan *Block*

Perakitan *block* ini merupakan kelanjutan dari perakitan panel-panel. Di sini perlu diperhatikan pengaturan letak atau posisi dari seksi-seksi sehingga dapat mengurangi pengelasan yang sulit. Pada umumnya bagian yang datar diletakkan pada bagian bawah.

D. Proses *Erection*

Proses *erection* adalah kelanjutan dari proses-proses sebelumnya yaitu proses *sub-assembly* dan *assembly*.

Jenis pekerjaan yang dilakukan pada proses *erection* adalah :

1. *Loading*

Cara kerja :

- *Block* yang ada di pelataran kerja diangkat dengan *crane* yang disesuaikan kapasitasnya.
- *Block* yang diangkat harus seimbang dengan meletakkan *ballast* berupa batu cor dengan berat tertentu dan tempat tertentu pula.
- Letak dan besar kupingan harus diperhitungkan.
- *Block* ditempatkan pada *keel block* dan *side block* yang telah diatur sesuai *marking dock*.

2. *Adjusting*

Cara kerja :

- *Block* yang baru harus ditempatkan atau diluruskan *center line* dengan *block* yang lama.
- *Block* yang baru ditempelkan dikerjakan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan setelah *fitting* dan *welding*.
- Mengatur paju pada *keel block* bila kurang tepat atau rapat menempel pada badan kapal atau *block* agar tidak terjadi gerakan.

3. *Fitting*

Cara kerja:

- Bagian *center line* harus lurus antara *block* yang satu dengan *block* yang lain

- Melihat bagian sisi-sisi kapal apakah sudah tepat dan sesuai dengan ukuran. Bila tidak, maka dilakukan pengukuran jarak dari *center line* ke sisi badan kapal sesuai dengan gambar kerja. Bila terlalu lebar, maka *frame* dibongkar dan *fairing* atau *bending* menurut gambar kerja. Bila terlalu sempit atau masuk ke dalam juga dilakukan pekerjaan seperti diatas.
- Bila sudah tepat maka ujung-ujung pelat dibentuk kampuh yang sesuai tebal pelat atau gambar kerja.
- Kemudian bila sudah dibuat kampuh las diperiksa lagi kelurusan *center line*, bagian pelat dasar, pelat sisi dan pelat geladak.
- Lalu dilakukan las ikat di tempat-tempat tertentu menurut gambar kerja.

4. *Welding*

Cara kerja :

- Setelah *difitting* dilakukan pemeriksaan oleh QA dan *Class*
- Bila test QA atau *Class* disetujui maka dilakukan pengelasan (*welding*) untuk menyambung *block-block* tersebut tentunya dengan metode dan urutan pengelasan yang sesuai dan benar.
- Selain mengelas pelat sisi, pelat dasar, dan pelat geladak juga dilakukan pengelasan atau penyambungan profil-profil pembujur yang dimulai dari *center line* lalu menepi.

5. *Fairing*

Cara kerja :

- Dinding yang cembung dipanasi dengan *brander* las sampai dengan $\pm 600^{\circ}\text{C}$.
- Bagian dinding yang cekung disemprot dengan air untuk menarik struktur material akibat pengerutan material tersebut.

- Pemanasan dilakukan merata berupa titik-titik di seluruh dinding yang mengalami deformasi tersebut di atas.

II.4. Permasalahan Dalam Proses Produksi

Selama proses produksi pada pembangunan kapal sedang berjalan terdapat beberapa permasalahan yang sering timbul pada tiap tahapan proses produksi, yaitu :

A. Proses Fabrikasi

Marking

Kesalahan pada umumnya disebabkan kesalahan pemberian tanda atau nama, yang terdiri dari :

- tanda pengerjaan
- tanda urutan dan arah pengerjaan
- tanda lokasi komponen
- tanda jenis dan macam komponen
- tanda ukuran dan dimensi komponen

Cutting

Macam kesalahan yang terjadi :

- Kekasaran permukaan potongan
- Penyusutan material karena panas saat pemotongan

Bending

Macam kesalahan yang terjadi :

- Kesalahan pencocokan rambu *bending*
- Kesalahan sudut *bending*
- Pelat berubah bentuk dengan sendirinya setelah selesai *dibending*, baik dengan proses dingin maupun panas.

B. Proses Sub-assembly dan Assembly

Fitting

Ketidak telitian akurasi dimensi struktur atau komponen pada pekerjaan *fitting*, umumnya dari kejadian-kejadian berikut :

- *Misalignment* atau ketidaklurusan bagian terpasang.
- Gap atau celah yaitu jarak antara dua bagian yang akan disambung.
- *Misfitting*, yaitu kesalahan tempat pemasangan elemen-elemen pada detailnya.
- Penyimpangan sudut pemasangan antara profil dengan pelat maupun dengan profilnya sendiri.

Welding

Pada proses *welding* akibat perlakuan panas pengelasan pada material umumnya ialah :

- Penyusutan memanjang
- Penyusutan melintang
- *Angular distortion*, pengaruhnya pada penyimpangan sudut pada *fillet weld*.

Marking Akhir

Kesalahan penandaan meliputi tanda-tanda :

- posisi *fitting*
- nama bagian
- letak pada konstruksi *hull*
- sudut-sudut *fitting*
- proses pekerjaan akhir

C. Proses Erection

Penyimpangan Bentuk dan Ukuran

Terdiri dari :

a. Penyimpangan bentuk dan ukuran dari perencanaan

Disebabkan oleh deformasi dan kesalahan pemasangan elemen-elemen penyusun konstruksi. Hal ini terjadi karena kesalahan proses pengerjaan maupun material yang digunakan yaitu material pelat dan material las. Macam penyimpangan yang terjadi antara lain :

- Terjadinya ketidak lurusan pada pertemuan sambungan antara *block-block* atau seksi-seksi. Penyebabnya adalah karena adanya penyusutan pada *block* atau seksi pada saat proses pembuatannya.
- Terjadinya gap-gap pada sambungan tumpul diantara *block-block* atau seksi-seksi. Penyebabnya adalah karena adanya penyusutan pada waktu proses pembuatan *block* atau seksi.

- Terjadinya gap pada sambungan T antara hubungan sekat melintang dengan pelat geladak. Penyebabnya adalah karena adanya penyusutan pada saat pembuatan sekat melintang.
- Terjadinya ketidak lurusan (*misalignment*) pada konstruksi sekat memanjang. Penyebabnya adalah karena adanya kesalahan pemasangan, deformasi dan perubahan sudut pada sambungan pengelasannya.
- Terjadinya perubahan sudut antara konstruksi lambung dan geladak. Penyebabnya adalah karena adanya perubahan sudut, penyusutan dan deformasi memanjang.
- Terjadinya perubahan sudut antara pelat alas dalam dan pelat lunas. Penyebabnya adalah karena adanya deformasi sudut atau kesalahan pemasangan.
- Terjadinya penyimpangan sudut antara pelat alas dalam dan sekat melintang. Penyebabnya adalah karena adanya kesalahan pemasangan, deformasi memanjang, deformasi sudut.
- Terjadinya penyimpangan pelat diantara titik tumpuannya. Penyebabnya adalah karena adanya deformasi sudut.
- Terjadinya *angular misalignment* pada sambungan tumpul, yaitu pada pelat kulit, pelat alas dalam, pelat sekat dan lain-lain. Penyebabnya adalah karena adanya deformasi sudut.
- Terjadinya penyimpangan dari garis lurus pada pelat kulit, pelat geladak dan lain-lain. Penyebabnya adalah karena adanya deformasi sudut.
- Terjadinya ketidak tepatan pada sambungan pengelasan (*seamslag*) pada pelat alas dalam, pelat sekat dan lain-lain. Penyebabnya adalah karena kurang telitian pemasangan, perencanaan dan deformasi.

- Terjadinya penyimpangan kearah kelebaran dari beban kapal. Penyebabnya adalah karena adanya penyusutan, deformasi sudut, deformasi memanjang dan kesalahan pemasangan.
- Terjadinya distorsi selatif pada *block* lambung. Penyebabnya adalah karena adanya deformasi sudut.
- Terjadinya defleksi pada *block* lambung. Penyebabnya adalah karena adanya deformasi memanjang.
- Terjadinya lekuk pada pelat kulit. Penyebabnya adalah karena adanya kesalahan atau kurang telitian ukuran, penyusutan.
- Terjadinya lekuk-lekuk pada *centre girder*, *side girder* dan penumpu-penumpu. Penyebabnya adalah karena adanya deformasi *buckling*.
- Terjadinya penggelombangan pada pelat sekat. Penyebabnya adalah karena adanya deformasi *buckling*, deformasi memanjang.
- Terjadinya penggelombangan pada pelat kulit. Penyebabnya adalah karena adanya deformasi *buckling* dan perubahan sudut pada penegar-penegarnya.

b. Penyimpangan bentuk dan ukuran karena deformasi sudut

Disebabkan perubahan sudut pada sambungan las yang terjadi akibat kesalahan proses pengerjaan dan material yang digunakan.

c. Penyimpangan bentuk dan ukuran karena deformasi memanjang

Disebabkan oleh kesalahan pelaksanaan proses pengerjaan material.

d. Penyimpangan bentuk dan ukuran karena deformasi *buckling*.

Disebabkan oleh gaya dalam (akibat pengelasan dan proses pemotongan thermal) maupun gaya luar (adanya beban luar berlebihan).

e. Penyimpangan bentuk dan ukuran karena kesalahan pemasangan.

Disebabkan kurang telitian pada saat pemasangan bagian-bagian konstruksi sebelum dilakukan pengelasan, sehingga konstruksi yang dihasilkan telah berubah dari yang direncanakan.

Cocking

Pada tahap *erection* proses pembangunan kapal ada kecenderungan terjadinya pengangkatan bagian ujung-ujungnya. Pengangkatan bagian *stern* maupun *bow* disebut *cocking up*.

Cacat

Pengelasan pada tahap *erection* hampir seluruhnya dilakukan secara manual, sehingga tidak mungkin terhindar secara mutlak dari adanya cacat-cacat. Selain itu juga pelaksanaan pengelasan sangat sulit karena terbentur pada masalah posisi pengelasan yang tidak dapat diubah. Cacat yang terjadi antara lain :

a. Cacat yang berasal dari material itu sendiri sebelum digunakan, seperti :

- *Pitting*, cacat karena korosi yang terjadi saat penyimpanan.
- *Scores* (lekuk-lekuk atau takik-takik), cacat karena saat transportasi dan penumpukan dalam penyimpanan.
- Laminasi, cacat karena adanya gelembung-gelembung gas yang terperangkap dan adanya pengerutan pada saat pembuatan.

b. Cacat yang berasal dari proses pengelasan

- *Crack* (retak), cacat yang paling berbahaya bila dibandingkan dengan cacat yang lain. Macamnya :

- *Crater crack*
- *Transverse crack* pada *base metal*
- *Transverse crack* pada *weld metal*
- *Longitudinal crack*
- *Under bead crack*
- *Toe and root crack*
- *Fusion line crack*
- *Hot crack*
- *Lamellar crack*
- *Lamination*

- *Cavity*, cacat karena adanya gelembung yang terperangkap di dalam logam.

Macamnya :

- *Porosity*
- *Shrinkage voids*

- *Solid inclusion* ; macamnya :

- *Slag inclusion*
- *Flux inclusion*
- *Oxide inclusion*
- *Tungsten inclusion*
- *Copper inclusion*

- *Incomplete fusion* dan *incomplete penetration*, cacat karena proses peleburan logam saat pengelasan yang kurang semestinya.
- *Imperfect shape* atau *unacceptable contour*, cacat karena adanya bentuk permukaan (*contour*) yang kurang sempurna. Macamnya :
 - *Under cut*
 - *Under fill*
 - *Over lap*
 - *Excessive reinforcement*, *excessive penetration*, *insufficient throat* dan sebagainya
- *Miscellaneous defect*, cacat selain kategori cacat-cacat di atas.

c. Cacat yang berasal dari pemotongan dengan gas

Disebabkan proses pemotongan yang tidak sempurna, sehingga akan menghasilkan permukaan potongan yang jelek atau karena adanya distorsi pada pelat yang dipotong.

d. Cacat yang berasal dari pengerjaan mekanis

Disebabkan oleh perubahan struktur kristal akibat pengerjaan, baik dingin maupun panas.

e. Cacat yang berasal dari kesalahan perencanaan

Disebabkan oleh kekurangan telitiannya perencanaan ataupun dalam pembentukan detail-detail konstruksi.

Selanjutnya penulis akan menitikberatkan pembahasan pada permasalahan yang terakhir di uana perencanaan penting sekali artinya bagi suatu produksi serta membuat

interfase desain dengan produksi dalam upaya untuk menemukan keakuratan bentuk dan ukuran/dimensi.

II.5. Desain Sebagai Acuan Dalam Penentuan Ketepatan Dimensi dan Bentuk

Ditinjau dari sekilas proses dihasilkannya suatu kapal, aktivitas desain adalah serentetan pertimbangan untung rugi yang terus-menerus harus dilakukan oleh perencana. Dengan demikian setiap langkah seorang perencana harus melakukan kompromi. Dalam perencanaan kapal, langkah-langkah ini tidak mengikuti lintasan lurus akan tetapi merupakan garis melingkar-lingkar yang dikenal dengan istilah spiral.

Tujuan utama dari perencanaan kapal adalah mendapatkan kapal yang bisa melakukan fungsi tertentu, seperti :

- Berlayar dengan kecepatan yang diinginkan
- Mengangkut muatan yang ditentukan
- Beroperasi dengan jumlah konsumsi bahan bakar minimum
- Memenuhi aturan klasifikasi maupun aturan lain

Proses melingkar untuk mendapatkan kapal yang bisa berfungsi sesuai permintaan tersebut dimulai dengan menentukan ukuran utama. Dalam proses ini saja, banyak sekali kompromi dan coba-coba yang harus dilakukan. Secara tradisional, hal ini dilakukan secara manual yang melibatkan *trial and error* dengan menggunakan data pembandingan, namun dimungkinkan untuk memformulasikan fungsi matematis dengan batasan-batasan tertentu sehingga ukuran optimum bisa didapatkan. Semua itu bisa dilakukan dalam waktu yang pendek, sehingga memungkinkan perencana untuk mencoba banyak alternatif.

Tahap berikutnya adalah penentuan bentuk badan kapal. Tahap ini sangat kritis karena erat kaitannya dengan sifat-sifat hidrodinamika kapal yang menentukan besar kecilnya hambatan air yang harus dilawan oleh mesin penggerak. Pemakaian komputer pada tahap ini terbukti sangat menentukan kualitas desain. Karena itu tidak heran bahwa CAD komersial banyak memberikan penekanan pada masalah tersebut. Dengan menggunakan manipulasi geometri, perencana mempunyai pilihan untuk menentukan bentuk yang diinginkan secara interaktif dengan ditunjang oleh grafik secara real-time langsung bisa dilihat di layar komputer. Pada tahap yang lebih *advance* bahkan optimasi dapat dilakukan.

Meskipun pada prinsipnya hal tersebut bisa dilakukan secara tradisional dengan perantara gambar dan hitungan manual, namun karena besarnya waktu yang diperlukan, jarang perencana tradisional yang berusaha beberapa alternatif atau bicara tentang desain secara optimum. Pemakaian komputer tidak hanya berhenti pada mendapatkan hasil, akan tetapi mendapatkan hasil yang optimum.

Demikian pula dengan perhitungan sifat-sifat kapal mulai dari perhitungan luasan, volume, titik berat dan sebagainya, sampai dengan penentuan kemiringan, kebocoran dan penentuan stabilitas yang dengan mudah bisa dihitung karena geometri sudah didefinisikan.

Kelebihan-kelebihan desain tadi akan menjadi berkurang kalau tidak diikuti dengan pemikiran bahwa semuanya akan berlanjut pada proses produksi. Konsep yang dewasa ini mulai mendapat perhatian serius adalah bahwa masalah-masalah produksi (*manufacturing*) kalau ditelusuri sering berasal dari tahap desain. Pendapat yang mengatakan bahwa desain dan produksi adalah bagian integral semakin didukung oleh fakta yang ada

Integrasi ini semakin menjadi semakin mungkin dengan bantuan komputer. Sebagai contoh dengan kemampuan *bill of material* pada sistem CAD, material yang dibutuhkan bisa diidentifikasi dengan lebih persis dan dijadwalkan dengan lebih akurat. Data-data

untuk ukuran pelat yang harus dipotong bisa ditransfer langsung ke *NC machine* yang pada gilirannya mengontrol mesin yang melakukan pemotongan. Kemampuan *modelling* dengan CAD tiga dimensi memungkinkan dilakukannya simulasi penempatan peralatan di kamar mesin sebagai contohnya, tanpa harus menyentuh peralatan-peralatan itu sendiri

Desain dapat dianggap sebagai sebuah proses bersama yang melibatkan tentang konsepsi (*pengidean*), pemodelan (*simulasi*), dan manufaktur (*implementasi*). Proses ini menghendaki seorang perancang dengan kapasitasnya yang besar untuk mengidekan dan membentuk gambaran dari suatu desain. Selain itu juga dikehendaki untuk dapat memberikan sebuah informasi dari desainnya ke orang lain. Bagi seorang *engineer*, visualisasi dari idenya adalah suatu sarana untuk memberikan pemecahan yang imajinatif dan dapat mengartikan ide-ide yang dibawakan pada anggota lainnya dalam suatu tim.

Desain Sebagai Proses Realisasi Ide

Secara mendasar *engineer* maupun *designer* menerapkan ilmu pengetahuan dan pengetahuan praktis untuk menganalisa masalah dan cara-cara mengembangkan sumber daya yang efisien seperti manusia, dana, material dan mesin dalam menyelesaikan suatu masalah. Produk dari hasil aktivitas ini berupa sebuah alat, sistem atau suatu proses.

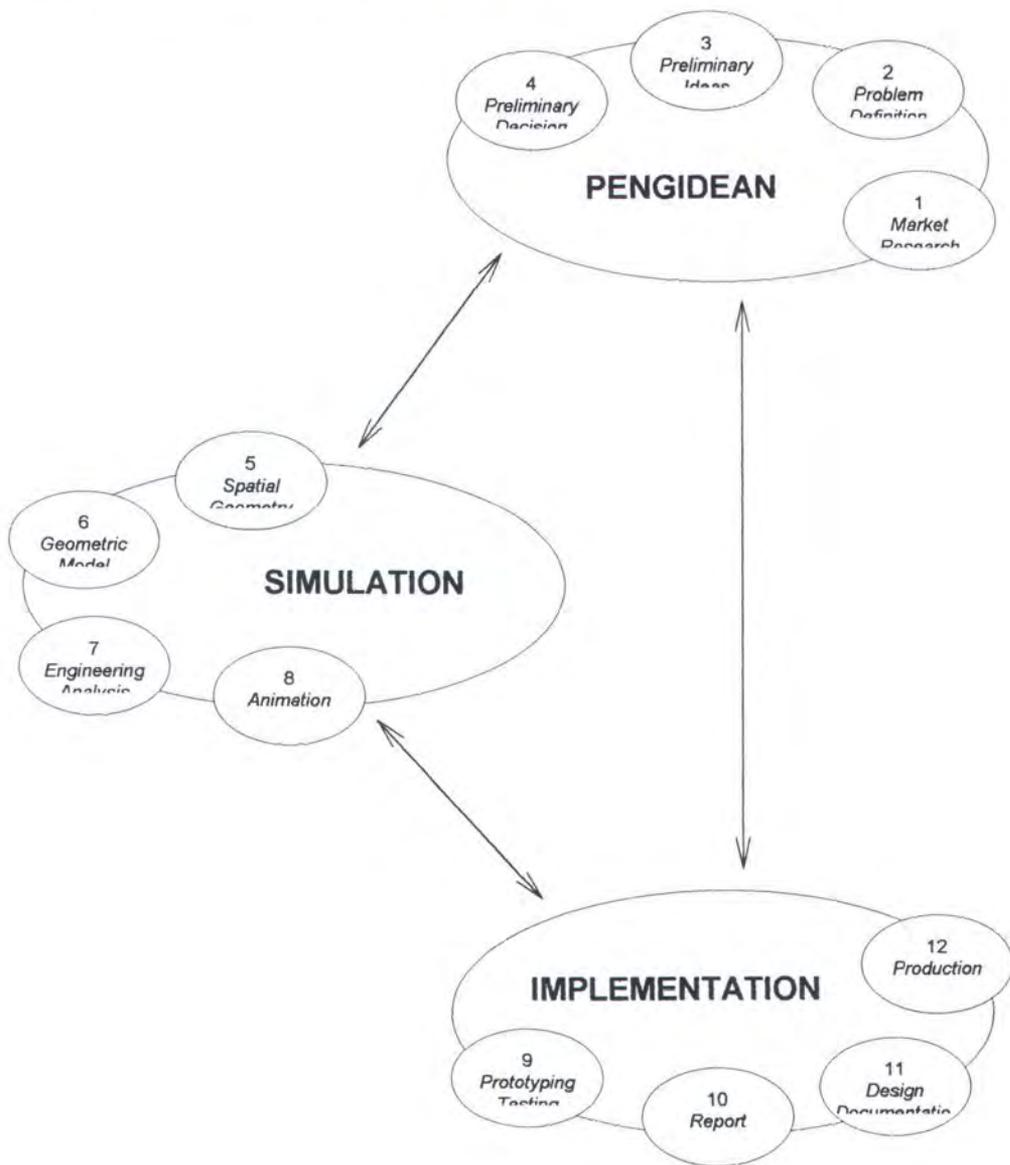
Proses desain adalah dasar dari sebuah metode untuk mencapai penyelesaian terbaik dari batasan masalah. Pertama, perancang menentukan keinginan dan batasan masalah sedang yang kedua, perancang menciptakan pemecahan desain alternatif dan pemodelan lalu mengevaluasi sejumlah solusinya. Dan pada akhirnya perancang memilih solusi yang paling menguntungkan bilaman produk itu selesai dibuat. Ringkasnya proses desain adalah dasar kombinasi dari imajinasi dan konsep (*pengidean*), pemodelan dan analisa (*simulasi*)



dan hasil produk maupun ujicoba (implementasi). Komponen-komponen tersebut dapat dikelompokkan dalam persamaan berikut :

$$\text{Design Process} = \text{Ideation} + \text{Simulation} + \text{Implementation}$$

Untuk ilustrasi dari proses desain dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar II.4. Konsep Proses Desain

Pengidean – fase konseptual

Ideation atau pengidean adalah kemampuan untuk mengidentifikasi masalah dan membayangkan untuk mencari pemecahannya. Perancang adalah orang pertama yang menggambarkan suatu produk yang akan dikembangkan dan diproduksi di kemudian hari. Pengidean adalah fase konseptual dari proses desain dan diteruskan dengan melakukan riset atau dapat dikatakan mencari apa yang dibutuhkan atau yang diinginkan.

Tahap definisi masalah terdiri dari penulisan sebuah pernyataan yang harus jelas dari masalah desain yang spesifik. Pernyataan ditulis ulang sebanyak yang diperlukan sehingga bukan suatu anugerah atau solusi yang telah ditetapkan lebih dulu sebelum mengetahui dengan benar dari definisi masalah tersebut.

Tahap final fase pengidean adalah untuk membuat sebuah keputusan pendahuluan dari solusi desain terbaik dan untuk membuat keputusan desain yang logis, sangat diperlukan faktor-faktor lain yang juga harus masuk akal, logis dan sesuai.

Simulasi – fase kematangan

Fase antara dari persamaan proses desain adalah simulasi, yang meliputi pemodelan dan menganalisa objek. Komputer dapat membuat model yang dibangun berdasarkan atas ide-ide yang tertuang dalam sketsa. Model dianalisa untuk dilihat bagaimana kemampuannya di bawah tekanan tinggi, temperatur, angin dan faktor-faktor fisik yang lain. *Engineer* akan membuat animasi komputer untuk mensimulasikan penampilan produknya.

Simulasi menggambarkan fase kematangan suatu desain. Seiring dari tahap ini dimulai dengan membentuk analisa geometri spasial, yang terdiri dari penentuan bentuk dan ukuran produk, konfigurasi dan proporsi dari produk. Banyak kasus, perancang memerlukan

operasi geometri spasial seperti menentukan ukuran sebenarnya, bentuk sebenarnya, luas pandangan bantu, interseksi dan bentangan. Di samping itu juga diperlukan untuk menentukan informasi visual yang lain yang dikehendaki untuk membangun sebuah model atau model dari suatu produk.

Sebelum produk dimodelkan di dalam sistem komputer, bagian koordinat dan titik strategis diperlukan. Ini adalah awal dari tahap pemodelan geometri. Model geometri harus dibangun seperti pemodelan *wire frame* atau model *solid*. Model-model geometri ini dibangun dengan menggunakan *Computer Aided Design* (CAD) dan sistem pemodelan geometri. Beberapa sistem menggunakan bentuk geometri sederhana yang disebut primitif dan aljabar *boolean* untuk menciptakan model.

Pemodelan geometri berikut adalah dengan tahap analisa rekayasa, yaitu yang menentukan massa jenis, deformasi dan membuat simulasi untuk aliran fluida atau panas di mana *engineer* dapat memeriksa secara visual efek dari faktor-faktor di atas pada peralatan atau produk yang dipelajari.

Jika sistem komputer adalah canggih, perancang akan dapat membuat simulasi visual atau animasi untuk menentukan *clearance*, *interference*, deteksi tabrakan dan sebagainya. Perancang kemudian dapat mengevaluasi dan memperbaiki produk berdasar pada hasil simulasi dan selalu mencari bentuk yang optimum, penggunaan material dan selanjutnya.

Implementasi – fase konstruksi

Fase akhir dari proses desain adalah implementasi, yang menjurus dengan membangun, manufakturing, testing dan dokumentasi dari produk. Prototipe dan uji coba

adalah tahap pertama yang mana pada tahap ini terdiri dari pembuatan model nyata atau prototipe, kemudian prototipe diuji di bawah beban sebenarnya dan kemudian dievaluasi hasilnya.

Selanjutnya tahap laporan (*report*) umumnya sudah disiapkan. Ini dilakukan dengan mengorganisasi presentasi materi produk seperti gambar, grafik dan informasi visual lainnya, yang umumnya diikutkan untuk mendukung solusi desain. Presentasi multimedia yang menggunakan transparansi, *slide*, suara dan atau rangkaian animasi juga digunakan.

Tahap dokumentasi desain terdiri dari pemisahan gambar yang terinci (meliputi dimensi dan toleransi geometri) dari model geometri awal dibuat. Tahap ini juga meliputi pengembangan spesifikasi material untuk mendukung gambar. Kalau perlu, perancang juga meminta paten dan dokumen lain yang diperlukan untuk maksud legal maupun khusus.

Tahap terakhir adalah produksi di mana pada tahap ini melibatkan realisasi, manufaktur, konstruksi dan atau proses produksi. Ini dibuat di dalam bagian dan perencanaan dan skedul, penentuan waktu dan sumber daya yang diperlukan untuk manufaktur dan distribusi produk. Umpan balik dan kelanjutan perbaikan produk adalah dikehendaki untuk menjaga persaingan dengan kompetitor.

Melihat uraian di atas maka perlu dilihat juga bagaimana keadaan pada proses perancangan yang sebenarnya dilakukan pada galangan kapal di Indonesia dan juga bagaimana proses perancangan yang sebenarnya harus dilakukan.

BAB III PROSES PERANCANGAN KAPAL

III.1. Tahap Perancangan

Metode Desain Kapal

Secara garis besar dalam mendesain kapal yang siap untuk diproduksi, dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap perencanaan dasar (*basic design*) dan dilanjutkan dengan tahap kedua yaitu pembuatan detail konstruksi (*detail design*) yang dikerjakan pada bagian konstruksi.

1. Tahap Perencanaan Dasar (*Basic Design*)

Merupakan proses awal dari tahap perancangan kapal, di mana dengan melakukan perencanaan dasar (*basic design*) ini memiliki pengaruh yang besar bagi perkembangan perancangan pada tahap berikutnya. Adapun kegiatan-kegiatan yang terdapat di dalam tahap perancangan dasar ini saling berkaitan di dalam keseluruhan proses pembangunan kapal.

Kegiatan dalam tahap ini dapat diuraikan sebagai berikut :

a. Penyusunan Persyaratan Teknis

Kegiatan yang dilakukan adalah mendefinisikan atau mengartikan persyaratan pemilik kapal (*owner requirement*) ke dalam karakteristik teknik dan segi-segi artistik kapal yang akan dibangun.

b. Perancangan Awal (*Preliminary Design*)

Konsep teknis kapal yang telah diajukan tersebut dituangkan ke dalam bentuk-bentuk gambar rancang bangun yang mampu divisualisasikan dan diuji secara teknis, ekonomis maupun estetis.

c. Perancangan Kontrak (*Contract Design*)

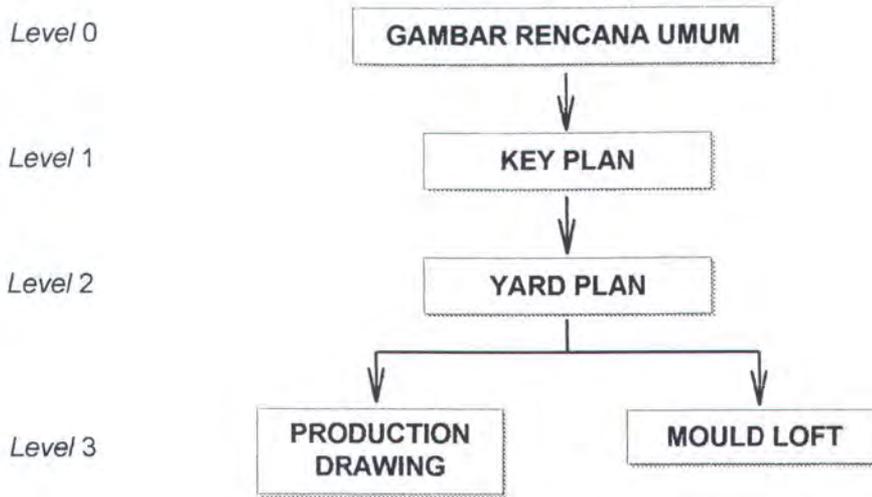
Kegiatan pada tahap ini adalah dihasilkannya satu set gambar rancang bangun dan spesifikasi teknis yang merupakan bagian integral dari dokumen kontrak. Gambar-gambar yang dihasilkan seperti rencana garis (*lines plan*), rencana umum (*General Arrangement*), penampang melintang (*Midship Section*) dan tata letak kamar mesin (*Engine Room Layout*). Gambar-gambar tersebut dipergunakan untuk merencanakan konstruksi kapal secara keseluruhan mulai dari badan kapal sampai *outfittingnya*. Untuk mendesain konstruksi kapal secara keseluruhan, dilakukan pada tahap desain konstruksi.

2. Tahap Desain Konstruksi (*Detail Design*)

Hasil proses desain dari tahap di atas merupakan dasar bagi penyelesaian kegiatan perancangan pada tahap desain konstruksi ini. Pada tahap ini pekerjaan ditangani oleh bagian desain konstruksi yang melaksanakan pekerjaan untuk merencanakan gambar-gambar lambung kapal beserta detail konstruksinya mulai dari gambar-gambar *key plan* sampai gambar-gambar kerja (*working drawing*) yang siap dikirim ke lapangan serta gambar berskala 1:1 yang dibutuhkan.

Hasil dari penentuan ukuran utama kapal akan diturunkan menjadi rancangan kunci (*key plan*) yang selanjutnya akan diproses menjadi gambar-gambar kerja (*yard plan* dan

working drawing). Desain terperinci yang menghasilkan gambar-gambar tersebut dapat diklasifikasikan atas tingkatan (*level*) seperti pada gambar berikut ini.



Gambar III.1. Tahap Desain Kapal

Pemakaian gambar menurut *level* dalam pembangunan kapal dapat dijelaskan sebagai berikut :

Pada *level 1*, *key plan* adalah gambar yang dipakai sebagai dasar pembuatan gambar pada *level 2* dan *level 3*. Perincian penurunan pekerjaan desain dibuat berdasarkan ukuran dan jenis kapal yang akan dibangun. Gambar kerja pada umumnya dibuat pada skala 1:50, kecuali pada bagian yang rumit dan rawan kesalahan dapat menggunakan sampai skala 1:10. Hal ini dilakukan untuk memberi kemudahan dalam pelaksanaan produksi agar tidak terjadi kesalahan, sehingga dapat menghindarkan terjadinya pekerjaan ulang (*rework*) atau pemborosan material.

Pada *level 2*, *yard plan* adalah gambar yang dipergunakan sebagai petunjuk perakitan dan penginstalasian baik dari segi konstruksi maupun *outfitting*.

Pada *level 3*, *production drawing* dan *mould lofi* adalah gambar yang akan dipakai sebagai pola pembuatan kapal baik bagian utama atau penunjang. Pengembangan dari *yard plan* ini berisi instruksi-instruksi pembuatan konstruksi badan kapal dan instalasi peralatan kapal untuk diinformasikan kepada tukang las (*welder*), bagian pemasangan *outfitting* (*outfitter*), pembuat instalasi mesin (*machinery vendors*), instalasi sistem pipa (*pipng outfitter*) dan sebagainya.

a. Tahap Pembuatan *Key Plan* dan *Yard Plan*

Sebelum menggambar detail drawing, langkah yang dilakukan adalah menggambar *key plan* dan *yard plan*. Tugas ini dikerjakan pada bagian fungsional desain yang dalam mengerjakannya mendapat masukan dari *basic design*. Adapun masukan yang dibutuhkan adalah :

- spesifikasi (*specification*)
- rencana garis (*lines plan*)
- rencana umum (*general arrangement*)
- penampang melintang (*midship section*)
- tata letak kamar mesin (*lay out of engine room*)
- tata letak poros (*lay out of shafting*)
- tanda gambar (*marker drawing*)

Sedangkan hasil dari bagian fungsional desain ini adalah :

- *Key plan* yang meliputi :
 - rencana pelat (*steel plan*)
 - bukaan kulit (*shell plan*)

- pembagian *block* (*block division*)
- prosedur dan detail pengelasan (*welding detail and procedure*)
- *Yard plan* yang meliputi :
 - konstruksi dasar (*bottom construction*)
 - konstruksi buritan (*aft construction*)
 - konstruksi haluan (*fore construction*)
 - konstruksi ruang muat (*cargo hold construction*)
 - konstruksi kamar mesin (*engine room construction*)
 - dan lain-lain

Dalam merencanakan pembuatan *block division*, lebih baik bila dilakukan bersama dengan bagian *engineering* yang mengetahui rencana pembangunan seperti di mana, kapan, dan fasilitas yang digunakan dalam galangan kapal, karena hal tersebut sangat berhubungan erat dengan berat dan besar tiap-tiap *block* yang akan diangkat dan disambung.

b. Tahap Pembuatan Gambar Kerja (*Working Drawing*)

Setelah pembuatan *key plan* dan *yard plan* maka langkah selanjutnya adalah pembuatan *working drawing* yang merupakan pedoman kerja para pelaksana di bengkel-bengkel produksi. Untuk itu data dan gambar yang dibutuhkan sebagai *input* adalah :

- semua gambar *key plan*
- semua gambar *yard plan*
- panduan gambar kerja (*working drawing guidance*)
- buku standar kerja
- daftar material yang digunakan

Sedangkan hasilnya adalah :

- gambar kerja (*working drawing*)
- daftar material (*material list*)
- rencana pemotongan (*rough cutting plan*)
- *lifting piece*
- panjang las
- dan lain-lain

c. Tahap Pembuatan Gambar dengan Skala 1:1

Pada tahap pembuatan *working drawing* sebenarnya semua komponen konstruksi kapal sudah tergambar, tetapi pada bagian-bagian tertentu di mana bentuknya tidak beraturan seperti pada daerah bilge, stern, stem dan sebagainya, tidaklah mudah untuk membuat komponen yang dikehendaki dengan skala 1:50 atau 1:25. Oleh karena itu diperlukan suatu gambar dengan menggunakan skala 1:1 yang dilakukan penggambarannya di *mould loft*. Pada bagian ini juga memberikan detail-detail komponen beserta semua informasi yang lengkap mengenai cara-cara bending, posisi material, *standard lines* dan sebagainya yang tidak tersedia pada *working drawing*. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa bagian *mould loft* bertugas menjembatani antara *basic design* dan bagian produksi

d. Bagian *Lines Group*

Pada pembuatan *lines plan* dengan skala 1:100 yang dikerjakan oleh *basic design* dapat dikatakan masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu bila gambar tersebut dibuat pada skala 1:1 di *mould loft*, tentu masih banyak yang harus dibenahi. Untuk mengurangi

pekerjaan di *mould loft* maka gambar *lines plan* dengan skala 1:100 harus disempurnakan baik mengenai *fairing*, jarak sesungguhnya dan sebagainya. Untuk itulah hal ini dikerjakan pada bagian *lines group*. Secara garis besar pada bagian ini berfungsi juga sebagai jembatan antara *basic design* dengan bagian *mould loft*. Hasil gambar dan data dari bagian ini diharapkan akan memiliki ketelitian yang lebih baik daripada bagian sebelumnya. Adapun hasilnya adalah :

- *body plan*
- *lines plan* dan tabel *offset*
- *butt* dan *seem joint*

III.2. *Production Drawing* Sebagai Acuan Pada Proses Produksi

Seperti telah diuraikan dalam bab sebelumnya bahwa pada dasarnya proses produksi kapal diawali dari proses desain yang melakukan berbagai macam perhitungan hingga menghasilkan berbagai gambar. Dengan demikian dapat dimengerti seperti layaknya bangunan konstruksi lainnya bahwa hasil yang diperoleh dari proses pembangunan suatu bangunan konstruksi, kapal sebagai salah satu contohnya, adalah berpegang pada gambar-gambar dan perhitungan hasil proses desain tersebut.

Kapal sebagai suatu bangunan konstruksi yang rumit dalam arti mengandung berbagai jenis persyaratan yang harus dipenuhi untuk kelayakan dalam berlayar, sudah barang tentu sangat memperhatikan betapa pentingnya gambar dari proses desain. Sesuai dengan tahapan proses desain yang telah dijelaskan sebelumnya, setelah desain awal dikerjakan dan kemudian seterusnya sampai hasil akhir desain berupa gambar-gambar kerja atau lebih dikenal dengan sebutan *working drawing* menjadi acuan bagi proses produksi

kapal. Keseluruhan gambar hasil dari proses desain itulah yang umum disebut sebagai *production drawing*.

Sebagai contohnya pada tahap awal proses produksi yaitu fabrikasi, di mana pada tahap ini dilakukan pekerjaan seperti *marking*, *cutting* dan *bending*, sangat membutuhkan gambar-gambar yang sesuai dengan komponen pelat yang akan dikerjakan tersebut. Gambar-gambar yang digunakan pada tahap ini telah dikelompokkan dalam paket gambar yang disebut dengan *material list* dan *marking list*. Dalam *material list* dan *marking list* ini telah diuraikan seluruh daftar komponen dan gambar yang digunakan untuk proses fabrikasi sehingga pekerjaan terhadap komponen yang bersangkutan dapat dikontrol dengan menggunakan gambar ini. Gambar *marking list* menguraikan segala tanda yang dibutuhkan untuk pekerjaan *cutting* maupun *bending* beserta semua ukuran dimensi pemotongan dan garis-garis untuk pekerjaan *bending* (sebagai contohnya dapat dilihat beberapa gambar *marking list* pada bagian lampiran). Dapat dibayangkan bagaimana jadinya bila tidak ada panduan atau acuan dalam mengerjakan pemotongan maupun pembentukan komponen tersebut.

Setiap tahap proses produksi kapal tetap membutuhkan gambar-gambar *production drawing* sebagai acuan sehingga dapat mengontrol ukuran, dimensi, pembentukan dan juga penempatan komponen-komponen kapal. Gambar kerja atau disebut juga *working drawing* yang merupakan bagian dari *production drawing*, juga memegang peranan penting untuk mengontrol pembentukan dan penempatan serta penyambungan komponen pelat yang telah dibentuk. Bila tidak ada gambar-gambar tersebut sudah tentu tidak ada pegangan untuk pekerjaan yang dilakukan sehingga hasil yang diperoleh tidak akan baik dan akan membutuhkan lebih banyak pekerjaan ulang (*rework*) untuk memperbaikinya.

III.3. Interface Antara Desain/Produksi (*Mould Loft*)

Proses produksi diawali dengan proses desain di mana bagian-bagian konstruksi kapal diuraikan dalam bentuk gambar serta perhitungan yang menunjang kekuatan konstruksi serta persyaratan yang telah ditentukan. Padahal kapal merupakan suatu bentuk bangunan yang memiliki karakteristik khusus untuk persyaratan kelaikan pelayaran serta optimasi operasionalnya.

Pada proses produksi yang diawali dari bengkel fabrikasi, pembuatan komponen-komponen kapal harus berpegang pada gambar-gambar desain sebagai acuannya. Untuk itu perlu adanya penghubung antara bagian desain dengan bagian produksi sehingga gambar-gambar desain dapat diterjemahkan serta dibuat semacam patokan pembuatan (lebih dikenal dengan istilah rambu) sehingga hasil akhir nantinya diharapkan tidak akan jauh berbeda atau mencapai tingkat kesalahan nol persen.

Telah dijelaskan di atas bahwa bagian yang menjembatani bagian desain dengan produksi tersebut adalah mould loft. Masukan yang dibutuhkan berupa data dan gambar :

- rencana garis (*lines plan*) dan tabel *offset*
- penampang melintang (*midship section*)
- gambar kerja (*working drawing*)
- daftar material (*material list*)
- rencana pemotongan (*rough cutting plan*)

Sedangkan yang dihasilkan pada bagian ini adalah :

- rambu *bending* kayu
- informasi penempatan *jig* (*jig information*)

- daftar tanda gambar (*marking list*)
- rambu film
- *paper tape* dan disket data
- *nesting simulation*
- *listing curve for profile bending (frame marker)*

Proses kerja pada bagian *mould loft* ini dapat diuraikan sebagai berikut :

Dari informasi *body plan* yang diperoleh pada gambar *lines plan*, digambar bentuk *body plan* tersebut dengan menggunakan skala 1:1 pada lantai gambar *mould loft*. Penggambaran dilakukan untuk setiap *frame* untuk menghasilkan rambu-rambu yang sesuai dengan pembentukan komponen yang lebih spesifik. Kemudian dengan data pada gambar bukaan kulit, ditempatkan posisi setiap sambungan pelat pada gambar skala 1:1 tersebut. Dengan demikian gambar tersebut telah cukup untuk kemudian dilanjutkan dengan proses pembentukan rambu *bending*.

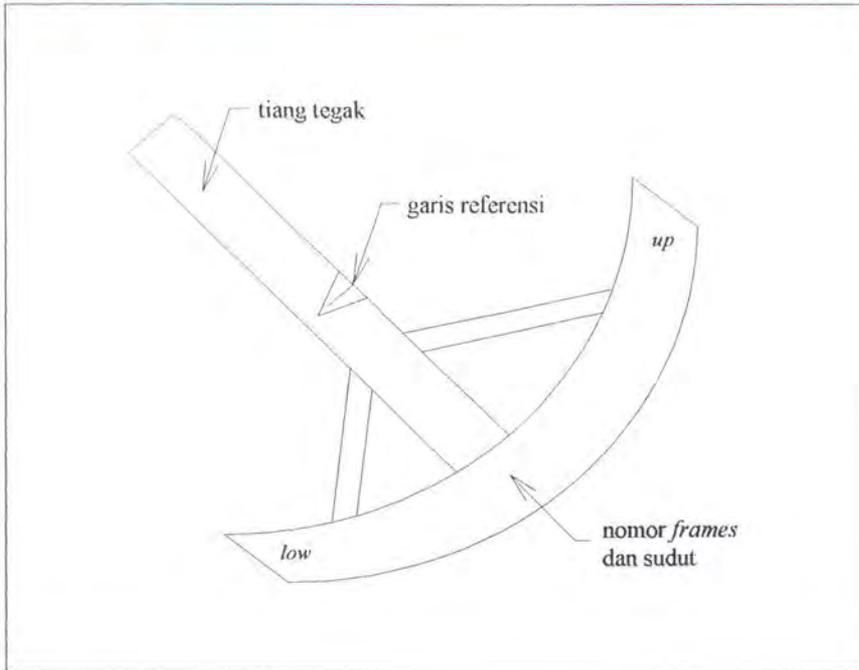
Kemudian untuk pembentukan satu komponen pelat yang memiliki kelengkungan khusus, pada awalnya ditetapkan pada *frames* mana saja komponen pelat yang dimaksud berada. Setelah diperoleh berapa jumlah *frames* dan posisi batas-batas (atas, bawah, depan dan belakang) komponen pelat tersebut, tahap selanjutnya yaitu melakukan penggambaran pada rambu film berdasarkan pada gambar skala 1:1 tersebut. Penggambaran dilakukan dengan menempatkan bahan film pada lantai gambar *body plan* lalu digambar sesuai dengan garis-garis posisi komponen pelat pada lantai gambar.

Rambu film inilah yang digunakan untuk menghasilkan rambu *bending*. Rambu *bending* yang digunakan selama ini umumnya terbuat dari bahan kayu multipleks. Untuk membentuk bahan multipleks tersebut maka rambu film tadi ditempelkan saja dan

menempatkan titik-titik dengan paku mewakili kurva lengkung di sepanjang *frame* yang diinginkan. Titik-titik pada bahan multipleks tersebut merupakan kurva lengkung yang nantinya dipotong sebagai rambu *bending*. Rambu *bending* ini dibuat pada setiap *frames* untuk komponen pelat yang dimaksud, tetapi bila kelengkungan komponen pelat merupakan kelengkungan yang simetris maka cukup diwakili dengan dua rambu *bending* saja.

Untuk membentuk rambu *bending* yang lengkap maka selain kurva lengkung *frame* yang diinginkan, maka perlu diberikan data untuk menunjang proses pembentukan *bending* secara memanjang. Data yang diperlukan berupa tiang tegak pada masing-masing *frames* rambu *bending*. Setiap tiang tegak pada rambu-rambu *bending* tersebut bila ditempatkan saat pembentukan komponen pelat harus membentuk garis yang lurus. Pada masing-masing tiang tegak akan terdapat data garis referensi yang akan digunakan untuk panduan dalam pembentukan *bending* secara memanjang di mana garis referensi tersebut juga harus berada pada garis lurus saat rambu *bending* ditempatkan pada komponen pelat. Di samping itu data mengenai posisi penempatan rambu *bending* pada komponen pelat juga harus diperhatikan sebab penempatan yang tidak sesuai akan menyebabkan bentuk komponen pelat tidak seperti yang dikehendaki. Data posisi rambu *bending* berupa derajat sudut penempatan harus dicantumkan pada masing-masing rambu *bending*. Tanda lain yang dibutuhkan seperti posisi atas dan bawah rambu juga mutlak harus dicantumkan. Dengan demikian rambu *bending* telah siap untuk dipakai pada proses pembentukan komponen pelat yang diinginkan.



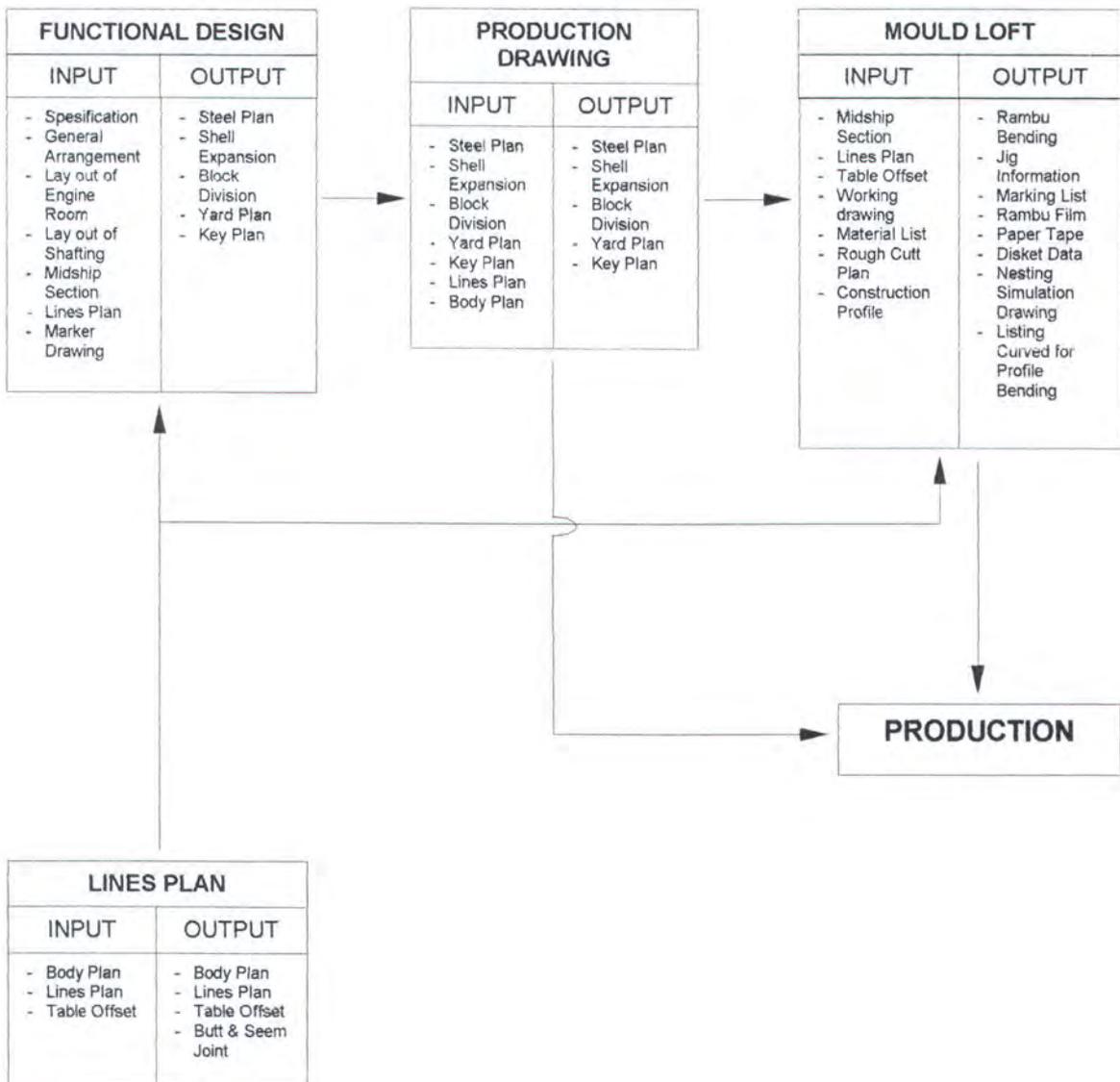
Gambar III.2. Contoh Bentuk Rambu *Bending*

Melihat proses perancangan yang mendukung proses produksi kapal demikian kompleks, maka dalam mengatasi permasalahan antara bagian desain dan produksi perlu dilakukan usaha untuk mengatasi pemisah antara kedua bagian ini. Penekanan pada bagian ini dipandang perlu mengingat apabila pada bagian ini terjadi kesalahan akan menimbulkan banyak sekali kesalahan pada proses produksi.

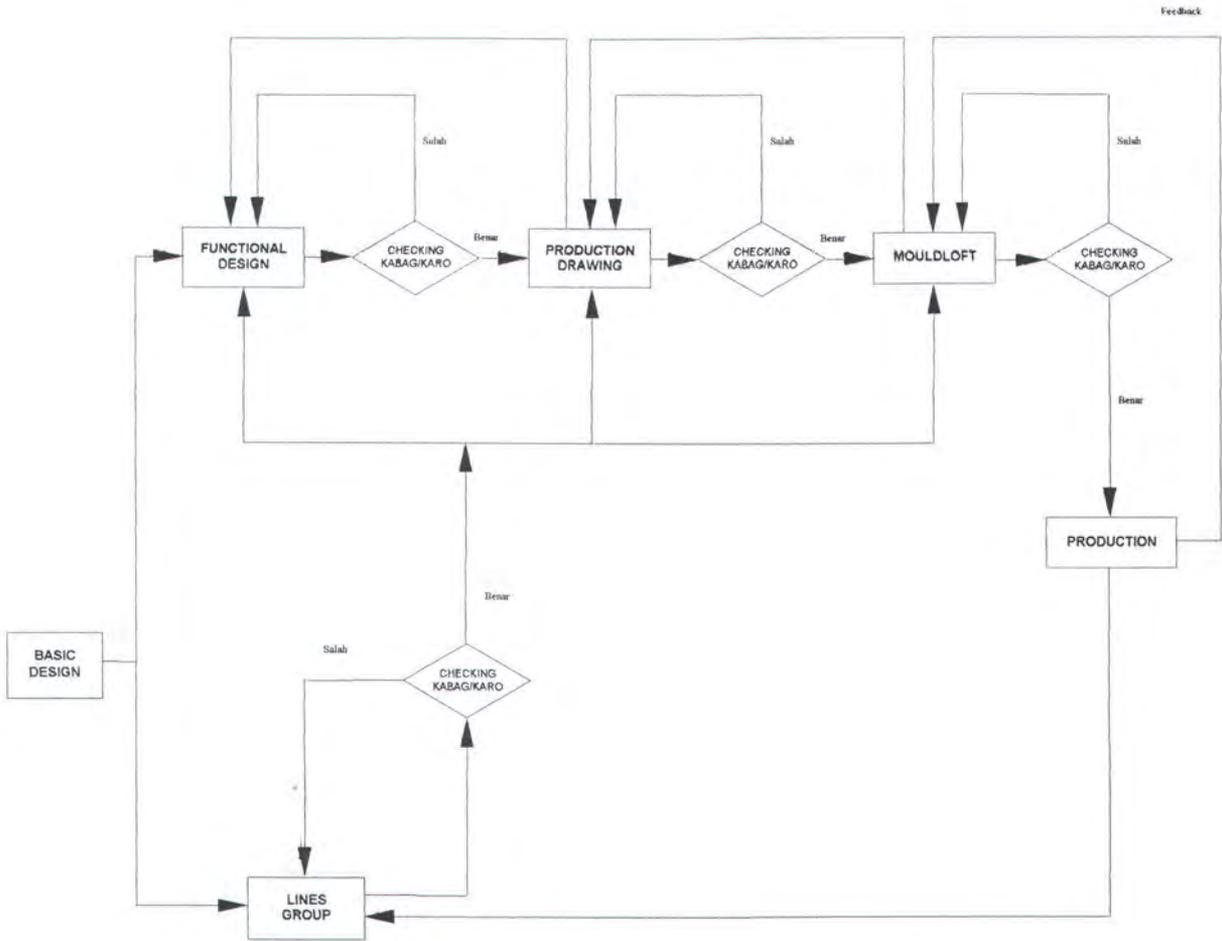
BAB IV PEMBUATAN MODEL UNTUK *IN TERFACE*

DESAIN/PRODUKSI

IV.1. Flowchart Interface Desain/Produk



Gambar IV.1. Jenis Gambar yang Dihasilkan dan Dibutuhkan pada Proses Desain



Gambar IV.2. Alur Gambar Proses Desain

IV.2. Penjabaran Bentuk *Lines Plan* dan Bukaannya Kulit

Sesuai dengan tujuan penulisan tugas akhir ini, yaitu pembentukan komponen 3-D dengan batasan pelat yang membentuk badan kapal, maka sangat dibutuhkan data-data yang diambil dari proses desain. Dalam proses desain itu sendiri telah dihasilkan berbagai jenis gambar seperti yang telah diuraikan pada bab sebelumnya. Kesemuanya dari gambar yang telah dihasilkan dari proses desain sangat berarti penting untuk proses produksi berikutnya, tetapi dalam pembuatan program komputer grafis untuk penulisan tugas akhir ini, dibutuhkan data-data yang diambil dari gambar rencana garis (*lines plan*) dan bukaannya kulit. Untuk contoh gambar rencana garis maupun bukaannya kulit kapal yang digunakan untuk penulisan tugas akhir ini dapat dilihat pada bagian lampiran.

A. Rencana Garis (*Lines Plan*)

Untuk *lines plan* yang dibutuhkan adalah gambar rencana garis yang telah dilengkapi dengan data-data baik ukuran utama kapal, koordinat *half breadth* beserta sekaligus data sambungan pelat (*joining plate*) yang telah ditempatkan pada gambar *body plan* kapal. Data yang diambil dari *lines plan* ini sangat penting artinya untuk pembentukan model 3-D badan kapal karena dalam gambar *lines plan* tersebut terdapat 3 potongan dari masing-masing sudut pandang. Sudut pandang yang disediakan dalam gambar ini meliputi sudut pandang atas yang diwakili oleh data-data garis *half breadth*, untuk sudut pandang samping diwakili oleh data-data garis *buttock line* sedang untuk sudut pandang depan diwakili oleh data-data garis *half girth* pada *body plan* kapal. Ketiga sudut pandang inilah yang sangat penting untuk pembentukan model 3-D badan kapal.

B. Bukaannya Kulit

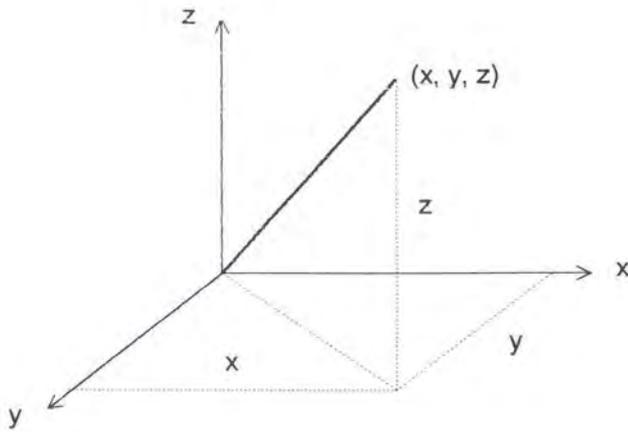
Bukaan kulit adalah gambar yang menjelaskan secara terperinci data-data mengenai penggunaan pelat untuk proses produksi maupun reparasi badan kapal. Garis-garis sambungan antar pelat badan kapal jelas terlihat penempatannya pada gambar ini sehingga dapat memudahkan dalam hal pemasangan maupun dalam proses reparasi nantinya (penggantian pelat karena berbagai sebab seperti standar ketebalan pelat, karat, atau yang lain). Gambar bukaan kulit ini merupakan bentuk dari badan kapal yang dikembangkan sehingga pemakai gambar ini dapat menentukan letak dari sambungan antar pelat yang dikehendaki berdasarkan panduan dari letak gading-gading (*frames*) beserta letak garis airnya. Dengan gambar bukaan kulit ini juga dilakukan perencanaan pemotongan pelat untuk badan kapal atau dikenal sebagai proses *nesting* untuk mengoptimalkan penggunaan pelat.

IV.3. Penetapan Sistem Koordinat Sebagai Titik Referensi

Dengan dibutuhkannya *input* data yang berupa titik-titik koordinat 3-D dalam penyajian obyek 3-D dengan komputer grafis, maka dibutuhkan suatu sistem koordinat ruang (3-D).

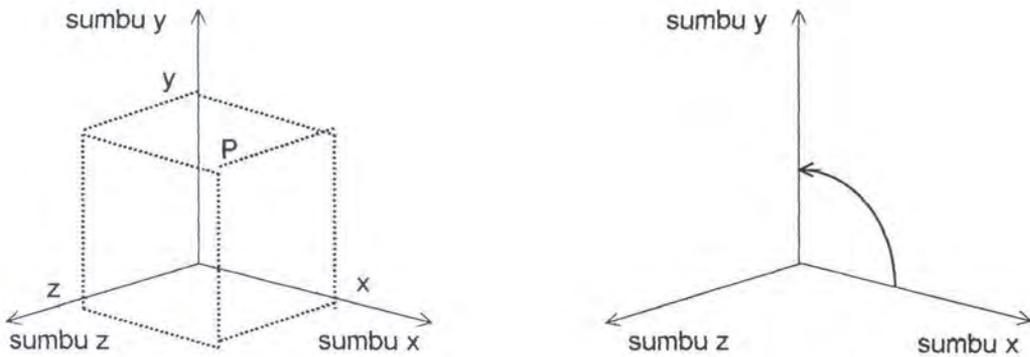
Kemasan grafis (*graphic package*) biasanya membutuhkan apa yang dinamakan parameter-parameter koordinat yang memberikan spesifikasi terhadap sumbu koordinat *Cartesian*. Tetapi pada beberapa aplikasi, sistem koordinat *non-Cartesian* juga digunakan. Bola (*spherichal*), silinder (*cylindrical*), atau bentuk-bentuk simetris lainnya sering dimasukkan dalam penjabaran gambar atau manipulasi obyek. Hal ini hanya dapat

dilakukan jika menggunakan sistem grafis khusus. Hal utama yang harus kita lakukan adalah merubah diskripsi *non-Cartesian* suatu obyek kedalam koordinat *Cartesian*. Disini akan digunakan sistem koordinat *Cartesian* geometri. Untuk sistem koordinat 3-D digunakan tiga komponen titik dengan masing-masing sumbu koordinat x , y , dan z , seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar IV.3. Sistem Koordinat 3 Dimensi

Atau dapat digunakan sistem koordinat tangan-kanan.



Gambar IV.4. Koordinat *Cartesian* dengan Kaidah Tangan Kanan

Gambar IV.4. menunjukkan sumbu koordinat konvensional pada sistem *Cartesian* 3-D yang dinamakan sistem tangan-kanan karena titik-titik pada ibu jari tangan-kanan dalam arah sumbu positif z dengan membayangkan arah putaran jari-jari dari sumbu positif x ke sumbu positif y (sepanjang 90^0).

IV.4. Penetapan Konfigurasi Titik Sebagai Program

Sesuai dengan sistem koordinat yang banyak digunakan dalam proses perancangan dibantu komputer, maka perancangan atau penggambaran dilakukan berdasarkan koordinat titik yang diberikan sehingga dapat membentuk model 3-D seperti yang diharapkan. Dari koordinat titik inilah proses pembentukan gambar atau permukaan dilakukan. Untuk membentuk bagian lambung kapal yang telah diketahui bukan merupakan bentuk garis lurus tetapi banyak menggunakan garis kurva lengkung, maka akan semakin banyak membutuhkan titik-titik koordinat untuk penggambarannya.

Untuk melakukan penggambaran maka pemberian masukan data (*input*) berupa koordinat-koordinat titik dilakukan dengan menggunakan sistem koordinat yang sudah ditetapkan dalam hal ini yang paling mudah dilakukan adalah menggunakan *World Coordinate System* dalam perangkat perancangan dibantu komputer (*Computer Aided Design*) di mana koordinat titik dimasukkan sesuai dengan acuan seperti garis perpotongan antara *station* AP kapal dengan garis *baseline* (*water line* 0) kapal. Garis perpotongan tersebut dapat diartikan sebagai pusat sistem koordinat yang digunakan yaitu titik dengan nilai sumbu x sama dengan 0, nilai sumbu y adalah 0 dan nilai sumbu z juga 0 atau dapat ditulis koordinat (0,0,0).

Untuk memudahkan melakukan pengeditan gambar garis dari koordinat titik yang telah dimasukkan, dapat digunakan pemakaian *User Coordinat System* yang berarti pengguna (dalam hal ini adalah perancang) memindahkan pusat sumbu koordinat ke tempat yang dipandang perlu untuk memudahkan pengeditan atau untuk memudahkan pembentukan visualisasi 3-D yang lebih jelas. Perlu diperhatikan juga bahwa yang pusat sumbu koordinat semula (*World Coordinate System*) masih tetap dapat digunakan untuk penggambaran selanjutnya. Jadi perancang bisa membuat beberapa *User Coordinate System* untuk keperluan seperti di atas tanpa menghilangkan *World Coordinate System*. Dalam program aplikasi perancangan dibantu komputer (*Computer Aided Design*) yang umum digunakan untuk kepentingan komersial sekarang, sistem koordinat titik yang demikian ini telah banyak digunakan sehingga perancang dapat berpindah-pindah antar pusat sumbu koordinat sistem untuk mempermudah perancangan.

Karena dalam pembahasan tujuan dan pembatasan permasalahan yang dikemukakan di depan bahwa untuk mengatasinya perlu dikembangkan implementasi komputer, maka perlu diuraikan terlebih dahulu apa dan bagaimana penggunaan komputer dalam membantu perancangan.

BAB V APLIKASI KOMPUTER DALAM PERANCANGAN

V.1. Konsep Dasar Komputer Grafik

A. Konsep Pemodelan

Para ahli menyadari bahwa salah satu hal penting dari CAD/CAM adalah pembuatan model yang memberikan informasi penting mengenai ukuran dan bentuk dalam komputer. Model ini sangat penting karena digunakan sebagai langkah awal untuk pembuatan detail struktur model atau sebagai *input* bagi *engineering drawing* untuk menggambar bagian-bagian yang lain atau lebih jauh lagi yaitu untuk digunakan sebagai *input* perintah NC pada mesin proses produksi.

Model ini sesungguhnya dapat diperoleh dari penggambaran pada layar paket grafis CAD/CAM. Untuk itu pemakai tidak perlu menguasai pengetahuan tentang komputer maupun pemrograman untuk menampilkan model. Tetapi hal ini akan sangat membingungkan bila terjadi kesalahan maupun membutuhkan waktu yang sangat lama sehingga tidak sesuai dengan tujuan pembuatan model yang membutuhkan kemudahan dan kecepatan untuk memasukkan dan mengolah data komputer dalam sistem. Saat ini gambar model pada CAD/CAM tampak realistis dengan model yang ditampilkan komputer.

Tipe-tipe model yang dibuat tergantung dari kemampuan sistem CAD/CAM dan permintaan penggunaannya. Ada model 2-D untuk merepresentasikan bagian datar, model $2^{1/2}$ -D untuk bagian yang tidak membutuhkan detail dinding samping atau model 3-D untuk

menampilkan keseluruhan bentuk. Model 2-D dan $2\frac{1}{2}$ -D cukup baik digunakan tetapi peneliti model lebih memilih model 3-D untuk kemampuan pengembangannya.

Kebanyakan model 3-D dipresentasikan dalam bentuk *wire frame* yaitu menghubungkan antara elemen-elemen garis. *Wire frame* ini umumnya merupakan model termudah yang dapat dikerjakan karena membutuhkan waktu dan *memory* komputer yang lebih kecil juga menyediakan informasi akurat mengenai lokasi diskontinyu bagian permukaan. Tetapi *wire frame* tidak menyediakan informasi mengenai permukaan model itu sendiri dan tidak dapat membedakan antara objek yang di dalam atau yang di luar sehingga bila digunakan untuk struktur yang kompleks hasilnya mungkin akan membingungkan dan menyebabkan salah interpretasi bagi pemakai.

Dengan kekurangan yang ada pada *wire frame*, kemudian dikembangkan bentuk *surface model*, yang merepresentasikan tingkat yang lebih tinggi dari pembuatan model. *Surface model* mampu mendefinisikan bagian geometri terluar dari model sehingga dapat digunakan misalnya pada persiapan mesin NC atau pada tugas yang membutuhkan definisi permukaan struktur.

Meski bagian seperti *automatic hidden-line removal* dapat secara mudah membuat suatu permukaan model terlihat *solid*, umumnya hal tersebut hanya merepresentasikan *shell* (lapisan) dari bagian model geometri. Ketidakmampuan untuk menampilkan bentuk *solid* ini menyebabkan kesulitan dalam memberi informasi tentang berat, volume, densitas, letak titik berat dan sifat-sifat massa lainnya. Selanjutnya pemakai membutuhkan informasi lebih lanjut mengenai detail bagian dalam, contohnya suatu permukaan model yang sama tidak mampu memberi informasi mengenai apakah model tersebut *solid* atau hanya ber dinding tipis.

Tingkat pemodelan yang lebih tinggi yaitu *solid model* di mana pendekatannya menggunakan bentuk elemen balok, silinder, tabung maupun bentuk dasar *solid* yang digabungkan menjadi bentuk model kompleks. Dengan model ini permukaan dapat didefinisikan dan juga massa yang ada di dalamnya. Penggunaan model ini akan menyebabkan sistem bergerak lambat dan relatif lebih mahal sehingga membutuhkan kemampuan lebih dari penggunaannya tetapi bagaimanapun juga peningkatan kemampuan yang diperoleh dapat memenuhi kebutuhan yang diinginkan.

Keuntungan yang diperoleh dari pemodelan 3-D :

1. Pandangan suatu komponen dari berbagai sudut pandang
2. *Zoom in* pada suatu daerah yang diinginkan
3. Tampilan beberapa bagian maupun seluruh bagian komponen
4. Tampilan dalam bentuk *wire frame* maupun *solid*
5. Rotasi bentuk komponen pada suatu sumbu
6. Pandangan bentuk komponen dalam perspektif maupun orthogonal
7. Menggunakan efek warna untuk menampilkan bentuk komponen
8. Mempercepat pembentukan gambar desain yang serupa

B. Kategori Pemodelan 3-D

Kategori pemodelan 3-D meliputi :

- *Wire frame*, yaitu desain komponen ditampilkan dalam bentuk garis-garis kerangka yang didefinisikan oleh sistem persamaan matematis

- Geometris, yaitu penampilan desain komponen dalam bentuk permukaan bidang yang dapat didefinisikan secara matematis
- *Solid*, yaitu penampilan bentuk komponen pejal

Umumnya model geometris dan *solid* dikategorikan dalam satu kelompok sebagai model secara *solid*.

Pemodelan *Wire Frame*

Wire frame adalah teknik tampilan model objek 3-D sebagai suatu rangkaian spesifikasi titik dan garis pada objek tersebut. Untuk itu biasanya layar bidang kerja dibagi atas beberapa seksi sudut pandang dari model atau terkadang menggunakan satu sudut pandang yang bisa bergerak mengelilingi model. Layar bidang kerja ini sesungguhnya sama dengan papan gambar manual tetapi bedanya tersedia fasilitas khusus yang dapat mempercepat kerja.

Pada prinsipnya garis yang dibuat pada model ini tidak digambar secara manual, tetapi dibentuk dari berbagai segmen garis yang didasarkan atas titik yang ditunjukkan oleh pembuat model dan dari perintah yang tersedia dalam menu fungsi. Sebagai contoh untuk menggambar sebuah garis lurus, pembuatnya hanya mendefinisikan dua buah titik kemudian menggunakan perintah *line* atau bisa juga menggunakan fungsi perintah yang lain seperti garis yang tegak lurus dengan garis yang lain, bersinggungan dengan suatu kurva dan sebagainya. Untuk menggambar garis kurva seperti lingkaran yaitu dengan mendefinisikan sebuah titik pusat dan jari-jari atau garis tengah, tiga titik yang terdapat pada garis lingkaran, atau tangen dari kurva yang lain. Dengan berbagai langkah dari fungsi CAD/CAM juga dapat digunakan untuk membentuk kurva-kurva kompleks seperti *ellipse*,

hyperbola, parabola atau *splines*, yang merupakan kurva halus dari beberapa titik yang telah didefinisikan sebelumnya.

Banyak fasilitas lain yang membantu pemakai untuk membuat model seperti misalnya titik atau garis pada sudut pandang tertentu dapat diproyeksikan secara otomatis dalam sudut pandang yang lainnya atau menginginkan detail yang spesifik pada bagian tertentu dari model. Terkadang pemakai menggunakan fasilitas untuk menghilangkan suatu garis tetapi garis tersebut masih berada pada *memory* komputer sehingga masih dapat dipanggil saat dibutuhkan kembali. Kemampuan seperti inilah yang menyebabkan pembuatan suatu model yang kompleks dapat terlihat lebih jelas pada layar komputer.

Langkah-langkah pembuatan suatu model sangat tergantung pada kemampuan sistem dan kemampuan teknis dari perancang model. Umumnya banyak digunakan *turnkey system* untuk membagi layar menjadi beberapa sudut pandang yang menampilkan model, atau ada juga yang menggunakan satu sudut pandang dari beberapa yang dapat digunakan setiap saat dibutuhkan. Pendekatan seperti inilah yang banyak digunakan untuk representasi dan memanipulasi bentuk model 3-D dalam komputer.

Suatu bentuk garis pada model yang kompleks tentu akan sangat membingungkan interpretasinya, maka terkadang digunakan garis putus atau dihilangkan untuk menampilkan bentuk model geometri. Ada sistem yang menjalankan perintah di atas secara manual, sementara ada juga yang dapat dilakukan secara otomatis. Problem yang timbul dari pemodelan bentuk ini adalah jika bentuk desain menjadi semakin besar dan kompleks sehingga akan memperbesar dan memperumit untuk melihat bentuk objek secara jelas. Hal ini akan terjadi saat beberapa perancang bekerja dalam satu kelompok dan salah seorang membutuhkan informasi pada suatu bagian dari model yang telah dihasilkan oleh perancang yang lainnya. Problem lain yang timbul yaitu beberapa pihak yang memeriksa model ini

akan memiliki persepsi berbeda terhadap desain. Contohnya untuk memodelkan suatu kotak korek api, yang akan terlihat bisa berupa suatu kotak atau juga bisa berupa sekumpulan persegi dan lain-lain. Untuk mengatasi terjadinya hal tersebut maka digunakan bagian garis yang tidak tampak dari model sehingga penampilan bentuk 3-D yang diharapkan akan lebih jelas terlihat atau dikenal sebagai *hidden line*. Hal ini seharusnya timbul dari persepsi masing-masing, tetapi bila bagian tersebut dihilangkan maka akan berpengaruh terhadap informasi yang mungkin sangat vital pada bagian tersebut.

Untuk menghasilkan bagian tidak tampak tersebut ada dua cara yang digunakan oleh para perancang. Cara yang paling mudah adalah dengan menggunakan perintah *delete* (hapus) untuk menghilangkan bagian yang diinginkan, tetapi akibatnya akan mendefinisikan desain sebagai gambar 2-D. Pendekatan yang lebih baik yaitu dengan menggunakan informasi lebih jauh mengenai desain tersebut, yaitu di mana permukaan (*surface*) antara garis-garis yang dimaksud. Proses *hidden line* terjadi bila permukaan bagian tersebut terdapat di belakang permukaan bagian yang lain. Pemikiran seperti inilah yang kemudian menghasilkan pemodelan permukaan 3-D atau *surface modelling*. Bentuk pemodelan ini tidak memiliki seluruh data dari komponen objek tetapi mengandung cukup informasi bagi desain praktis dan analisa kerja.

Pemodelan *Surface*

Pemodelan geometris adalah membangun suatu sistem atau analisa model fisik objek secara matematis, di mana perancang menguraikan bentuk dengan membuat bentuk geometri dan kemudian mengkonversikan dalam bentuk model permukaan. Perancang

model membuat permukaan (*surface*) model dengan menghubungkan berbagai garis yang telah dihasilkan sehingga membentuk suatu permukaan. Berbagai model sudah tentu terdiri dari elemen-elemen permukaan tetapi pendekatan ini terlalu sulit dan membutuhkan banyak detail untuk berbagai aplikasi, sehingga sebagai hasilnya perancang menyediakan *surface model* untuk detail permukaan dan *wire frame* untuk merepresentasikan bagian yang lainnya.

Saat ini kebanyakan CAD/CAM telah menyediakan menu-menu untuk menghasilkan permukaan seperti *planes*, *tabulated cylinders*, *ruled surfaces* dan *surfaces of revolution* bersama dengan *sweep*, *fillet* dan *sculptured surfaces*. *Planes* adalah tipe bentuk dasar *surfaces* yang merupakan bidang permukaan datar yang dihasilkan dari hubungan lurus antara dua buah garis. *Tabulated cylinders* dapat dihasilkan dari proyeksi sebuah kurva ke dalam bentuk tiga dimensi, yang pada dasarnya menghasilkan permukaan kurva antara dua garis yang paralel. *Ruled surfaces* adalah permukaan yang dihasilkan dari pendefinisian dua titik pada kurva yang berbeda. Permukaan yang dihasilkan merupakan kumpulan garis hubungan antara dua titik yang didefinisikan sebelumnya. *Surfaces of revolution* adalah permukaan yang dihasilkan dari memutar sebuah kurva pada suatu sumbu sehingga terjadi bentuk yang simetris. Untuk permukaan ini terdapat beberapa jenis hubungan yaitu *sweep* di mana hubungannya adalah antara dua permukaan kurva yang membentuk permukaan melingkar. Sedang *fillet* adalah hubungan lurus antara dua permukaan dan *sculptured* merupakan bentuk kompleks permukaan berkontur yang dapat disebut *curve-mesh*, *free form*, *cubic-path* atau *B-surfaces*. Bentuk permukaan berkontur dalam desain model banyak ditemukan dalam desain baling-baling, permukaan bodi mobil atau pada bentuk lambung kapal.

Pemodelan *Solid*

Prosedur pembuatan untuk model ini berbeda dengan *wire frame* maupun *surface model*. Dalam pendekatan pembuatan *solid model*, umumnya perancang menghasilkannya dengan melakukan pengukuran, penambahan dan pengurangan bentuk-bentuk geometri dasar yang disebut *primitives*. Bentuk-bentuk yang telah disediakan seperti *spheres*, *circular* dan *elliptical cylinders* serta *cones*, *ellipsoids*, *rectangular parallelepipeds*, *wedges* dan *toruses*.

Banyak paket pemodelan CAD/CAM memiliki jumlah bentuk *primitives* yang terbatas, sehingga pendekatan dari bentuk *solid model* yang kompleks dapat dibagi menjadi kombinasi atas bentuk-bentuk *primitives* tersebut. Untuk mengkombinasikan bentuk-bentuk *primitives* tersebut, umumnya digunakan fungsi operasi seperti *union* (penggabungan beberapa bentuk *primitives*), *intersection* (penambahan beberapa bentuk *primitives*) atau *subtract* (pengurangan bentuk *primitives*).

Bentuk *solid model* adalah bentuk model yang tidak akan membingungkan sebab menyajikan bentuk yang lengkap dari fisik model, yang dapat dianalisa sehingga menghasilkan informasi tentang berat, volume, letak titik berat dan luas permukaan.

Beberapa keuntungan yang diperoleh dari pemodelan ini adalah :

- *solid model* menunjukkan bagaimana sebuah objek harus dibentuk
- *solid model* adalah model yang paling lengkap dalam memberikan informasi untuk menunjang dalam aplikasi yang lain
- dengan *wire frame* atau *surfaces model*, kemungkinan untuk mendapat kesalahan menjadi lebih besar daripada *solid model*

V.2. Konsep Dasar *Computer Aided Design* (CAD)

Jika kita menampilkan suatu bentuk 3-D, lebih banyak pertimbangan (dibandingkan dengan bentuk 2-D) yang harus diperhitungkan selain memasukkan nilai koordinat 3-D. Batasan-batasan obyek dapat dibentuk oleh berbagai kombinasi bentuk permukaan datar (*plane*) dan kurva (*curve*), dan kadangkala dibutuhkan informasi khusus tentang obyek interior. Menampilkan transformasi dalam bentuk 3-D adalah hal yang sangat kompleks karena kita membutuhkan lebih banyak parameter yang dipilih untuk memberikan spesifikasi bagaimana bentuk 3-D bisa terwakili pada sebuah media tampilan (*display device*). Penjabaran bentuk komponen harus diproses melalui tampilan transformasi koordinat dan proyeksi berulang untuk merubah tampilan koordinat 3-D kedalam media koordinat 2-D. Bagian benda yang terlihat untuk pandangan yang dipilih, harus diidentifikasi, dan algoritma *rendering* permukaan harus digunakan, jika ingin menampilkan bentuk yang nyata.

Sebuah gambar teknik hanya merupakan penyajian suatu obyek dalam bentuk gambar tidak ditujukan untuk memberikan gambaran visual secara lengkap dan terperinci sesuai detail bentuk, warna dan konturnya. Pandangan-pandangan dalam gambar itu sendiri merupakan gabungan penyajian bentuk 2-D dari obyek 3-D. Bagaimana pandangan-pandangan ini dituangkan kertas gambar diatur oleh ketentuan dan variasi standar. Dapat dikatakan prosedur penggambaran yang digunakan telah ditentukan dengan satu set peraturan yang harus diikuti untuk membuat gambar, seperti *layout* ujung pertama, ujung ketiga dan sistem proyeksi pada umumnya.

Sekarang, dengan kebangkitan *Computer Aided Design*, dimungkinkan untuk mengembangkan aturan-aturan yang ada dengan cara lain dan digunakan sebagai prosedur penggambaran 2-D yang berasal dari model 3-D.



Secara tradisional, seorang tukang gambar kesulitan menggambarkan pandangan dengan jelas suatu obyek (depan, samping, dan atas). Dengan CAD model 3-D dapat digambarkan secara jelas dan nyata, berbagai pandangan melalui segala posisi yang diinginkan dengan tampilan terbaik sesuai dengan tujuan yang diperlukan.

CAD *database* mengambil alih aturan dan cara menggambar berbagai bentuk obyek dan tujuan, telah menjadi alat komunikasi yang berisi informasi yang dibutuhkan untuk seorang pengguna (tukang gambar). Suatu data gambar kompleks dapat dibagi menjadi beberapa bagian data yang diutamakan untuk mempermudah penggunaan dalam proses penggambaran. Gambar dapat dirubah bentuk (konfigurasi ulang) dengan tujuan memberikan koordinat geometri untuk *setting* perintah dan pengoperasian mesin, memberikan keterangan terpisah mengenai ketentuan dan keterkaitan dalam operasi *assembly* atau memberikan titik acuan (*reference*) koordinat dan koordinat lainnya yang digunakan untuk pengecekan suatu obyek yang telah digambar.

V.3. Alasan Pemilihan Aplikasi Program

Pemakaian komputer bisa membantu beberapa persoalan rutin dalam proses desain dan untuk menunjang proses produksi nantinya. Pemakaian yang canggih-canggih sudah sering didengar dan dibaca pada industri galangan kapal yang telah maju, seperti sederet nama atau istilah misalnya *Expert System*, *3-D Solid Modelling*, *Real Time Simulator*, *Intelligent Database System* serta masih banyak yang lain.

Berikut akan diberikan contoh pemakaian komputerisasi untuk bisa mengatasi persoalan yang cukup sulit dan memakan waktu apabila dilakukan secara manual. Untuk keperluan tersebut, tidak harus menggunakan *hardware* dan *software* yang canggih (yang

berarti mahal). Dewasa ini banyak perangkat lunak yang dikembangkan untuk PC dengan kemampuan yang dimiliki *mainframe* lima belas tahun yang lalu. Advertensi di jurnal-jurnal yang berkaitan dengan perkapalan, maupun majalah-majalah komputer menunjukkan bervariasinya produk tersebut, atau bisa juga dengan mengadopsi *software general purpose CAD* (seperti AutoCAD) untuk menyelesaikan banyak persoalan yang berkaitan dengan *drafting*.

Detail Drawing

Detail drawing atau *production drawing* ini menempati porsi pekerjaan yang cukup banyak, apabila ingin dihasilkan kapal yang berkualitas. Bukan rahasia bahwa kapal-kapal Caraka buatan PT PAL mempunyai kualitas yang lebih baik dibanding buatan galangan lain. Kelengkapan gambar produksi mempunyai andil yang tidak kecil dalam hal ini.

Keengganan memproduksi gambar tersebut di samping karena kebiasaan, juga karena kerepotan melakukannya. Komputer bisa sangat membantu dalam hal ini. Dengan harga *hardware* untuk PC yang semakin murah dan dengan penemuan-penemuan teknologi baru untuk mempercepat unjuk kerja terutama dalam pemrosesan gambar, dewasa ini PC merupakan *hardware platform* yang cukup memadai untuk aplikasi CAD.

Software untuk gambar dua dimensi (2-D) yang lazimnya digunakan dalam *production drawing* sangat murah harganya, dengan kemampuan yang tidak terbayangkan bahkan lima tahun yang lalu. *Software* tersebut di samping mempunyai kemampuan dasar untuk menggambar, juga lazimnya mempunyai banyak kemampuan lain yang dibutuhkan seperti menghitung luasan secara otomatis, membuat gambar 3-D *wire frame* (bahkan 3-D *solid modelling*), membuat kurva dengan cara *Bezier* maupun *B-Spline*, kemudian

melakukan editing dan bahkan kecenderungan dewasa ini adalah interfase dengan *database* yang semakin baik serta semakin mudah digunakan.

Bill of Material

Beberapa paket *software Computer Aided Drafting* dewasa ini mempunyai interfase untuk mengakses *database alphanumeric* di belakang gambar yang tampak di layar. Sebelumnya kemampuan *database* ini hanya mungkin dilakukan dengan *software* yang khusus ditulis untuk itu. Era itu sudah berakhir dengan dengan munculnya generasi CAD baru yang bisa menggunakan *database* yang sudah ada dan banyak digunakan di PC (seperti dBASE, Fox Pro, dan lain-lain) bahkan dengan kemampuan SQL-nya sekaligus.

Semuanya ini memungkinkan galangan untuk mendapatkan *bill of material* dengan lebih akurat dan sistematis, tanpa tambahan upaya yang berlebihan, hanya menggunakan gambar-gambar yang ada.

Mungkin ada baiknya dipikirkan, pihak luar negeri yang menyuplai desain disyaratkan menggambaranya dengan menggunakan paket aplikasi tertentu, kemudian mengirimnya bukan hanya gambar cetakan saja akan tetapi juga disket yang berisi data digital gambar tersebut.

Penyimpanan Gambar dan Systematic Learning Process

Yang dimaksud dengan istilah ini adalah bagaimana menggunakan informasi dan data yang diperoleh dari pembangunan suatu kapal untuk digunakan pada pembangunan kapal berikutnya. Sebagai misal, apabila harus dibangun lagi kapal yang mirip akan tetapi tidak persis sama (seri Caraka misalnya) maka dengan menggunakan data gambar digital (dengan CAD) perubahan gambar produksi tidak harus digambar lagi mulai dari nol sehingga waktu bisa dihemat.

Database gambar produksi yang merupakan *record* dari semua gambar detail pembangunan kapal bisa disimpan dalam bentuk yang lebih kompak dan mudah diakses oleh mereka yang membutuhkan.

Gambar dari *vendor* yang berupa cetakan bisa di-*scan* kemudian dirubah dalam bentuk vektor dan disimpan seperti lainnya. Dewasa ini teknologi *raster to vector conversion* dengan *automatic tracing* sudah cukup matang dan tersedia dengan platform yang murah sekalipun.

Pada awalnya, setiap perusahaan memang mempunyai standar sendiri dalam penyimpanan *file* gambar dan *file alphanumeric*. Untuk *file* gambar dari CAD misalnya kendati semua menggunakan data vektor akan tetapi cara penyimpanannya berlainan antara satu dengan yang lainnya. Cara ini menimbulkan masalah sehingga karena kebutuhan akhirnya terjadi *de facto* standar seperti *file DXF* dan *IGES* yang hampir didukung oleh semua *software* CAD, baik untuk PC maupun untuk *engineering workstation*.

Standarisasi Data CAD

Tidak ada yang lebih penting daripada standarisasi cara penyimpanan data geometri maupun data non geometri. Data geometri adalah yang digunakan oleh *software* CAD, sedangkan data non geometri biasanya untuk penyimpanan gambar sejenis Paint dengan cara penyimpanan secara *bitmap*.

Teknik *bitmap* ini tidak berguna sama sekali untuk penyimpanan data CAD. Namun demikian kalau ingin mengawinkan data *bitmap* (misalnya dari hasil *scanning*) harus ada standarisasi sehingga dari data *bitmap* bisa dengan mudah dirubah ke data *vector* (disebut *vectorisation*), ataupun sebaliknya dari data *vector* dirubah ke data *bitmap* atau *raster* (*rasterisation*).

Untuk data geometri (yaitu disimpan dalam bentuk *vector*), *file* DXF telah menjadi *de facto* standar. Namun demikian dalam implementasinya masih terdapat ketidak sesuaian antara *file* dari satu *vendor* dengan *file* dari *vendor* yang lain.

Perhitungan Tradisional Dalam Perkapalan

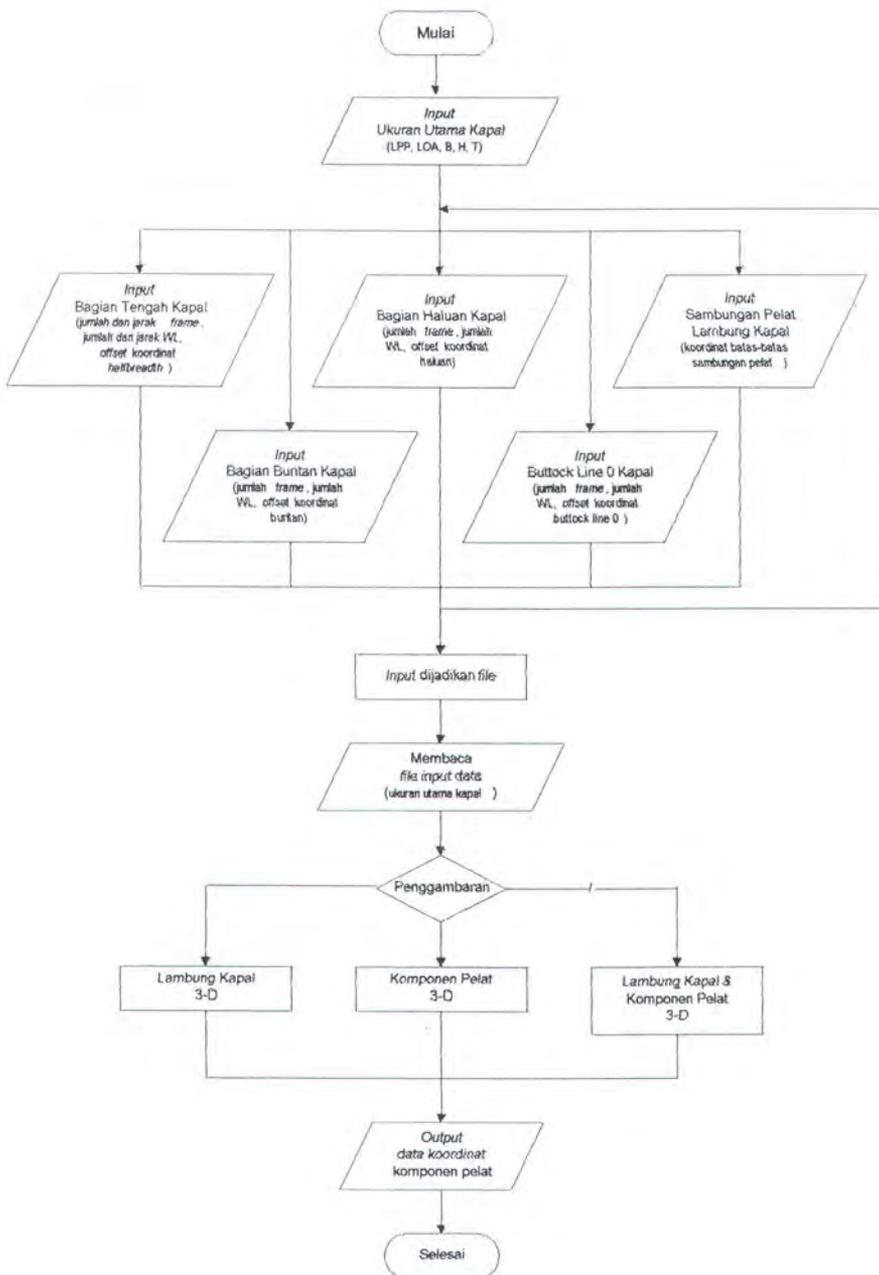
Perhitungan tradisional dalam perkapalan , seperti *hydrostatic*, *bonjean*, *powering* sampai dengan stabilitas dan analisa gerakan kapal sampai dengan analisa *finite element* bisa dilakukan menggunakan *software* untuk PC dengan kemampuan yang cukup memadai. *Software* ini bisa mempunyai interfase ke paket CAD populer yang ada di pasaran, sehingga *drafting* bisa dikirim ke paket CAD untuk kemudian dikirim ke *plotter*.

Dewasa ini banyak sekali paket-paket demikian yang ditawarkan, sampai sampai majalah *Marine Technology* (terbitan SNAME) menawarkan penerbitan khusus yang mengevaluasi *marine software* untuk PC. Kesulitannya sekarang bukan mencari apakah *software* itu ada, akan tetapi mencari *software* mana yang paling cocok untuk kebutuhan perusahaan.

Dengan kemampuan yang sudah tidak diragukan lagi dalam membantu proses perancangan dewasa ini, maka penulis mencoba membuat program dalam mengatasi permasalahan pembentukan komponen produksi kapal dengan menggunakan aplikasi program yang telah secara umum digunakan namun dirasa belum dioptimalkan penggunaannya.

BAB VI PEMBUATAN PROGRAM

VI.1. Tahapan Kerja Program (Flowchart)



Gambar VI.1. Tahapan Kerja Program

VI.2. Program Input

Program *input* ini digunakan untuk memasukkan data-data koordinat titik yang dibutuhkan untuk program grafis berikutnya. Masukan data yang dibutuhkan terbilang cukup banyak jumlahnya karena untuk mendapatkan gambar yang lebih baik dan sesuai pada program grafis, dibutuhkan cukup banyak titik koordinat jumlah koordinat titik yang relatif banyak ini juga agar garis yang dihasilkan tidak jauh menghasilkan ketidak akuratan terhadap koordinat titik yang telah dihasilkan pada gambar-gambar desain.

Untuk program tugas akhir ini, masukan data yang dibutuhkan adalah :

1. Ukuran utama kapal meliputi :
 - Panjang LPP maupun LOA
 - Lebar (B)
 - Tinggi (H)
 - Sarat (T)
 - Jumlah *station* atau *frames*
 - Jumlah garis air (*water line*)
2. Data koordinat *half breadth* kapal, yaitu data tabel kordinat titik dari garis air pada tiap *station* untuk paruh badan kapal.
3. Data koordinat *body plan* kapal, yaitu data tabel koordinat titik bentuk *halfgirth* kapal pada tiap-tiap *station* atau *frame*.
4. Data koordinat haluan dan buritan kapal, yaitu data koordinat titik untuk membentuk bagian linngi haluan dan buritan kapal.
5. Data koordinat garis las (*seam/joining plate*), yaitu data tabel koordinat di mana sambungan antar pelat lambung kapal.

Program *input* ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic dengan tujuan yaitu untuk memudahkan proses masukan data dengan menggunakan tampilan jendela-jendela (*windows*) yang di dalamnya terdapat kolom-kolom untuk memasukkan data yang dibutuhkan dan untuk keperluan *input* yang berupa data tabel dibuat suatu bentuk baris dan kolom sederhana seperti yang dikenal dalam program aplikasi *spreadsheet* umumnya.

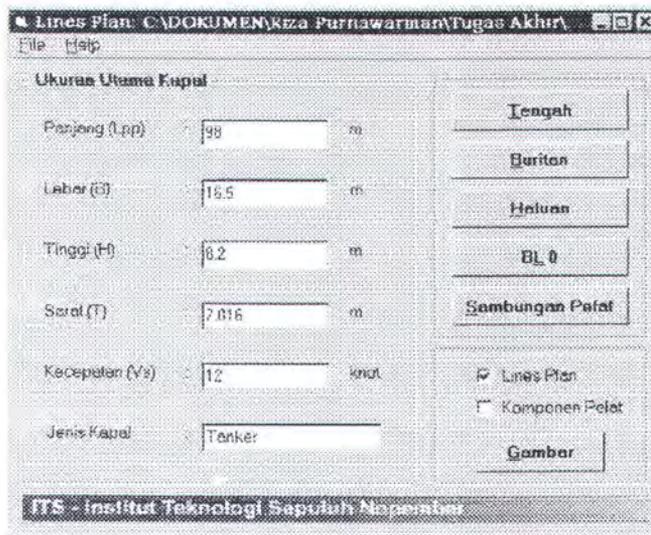
Program *input* ini dibuat dengan tujuan untuk :

1. Memudahkan memasukkan data-data yang dibutuhkan
2. Menyimpan data-data tersebut dalam suatu *file*
3. Mempercepat program grafis dalam melakukan pembacaan data untuk penggambaran

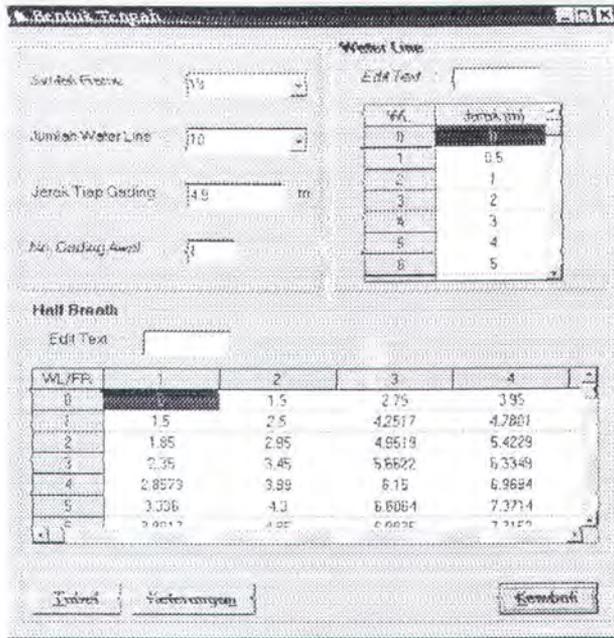
Berikut adalah beberapa tampilan jendela dari program *input* :



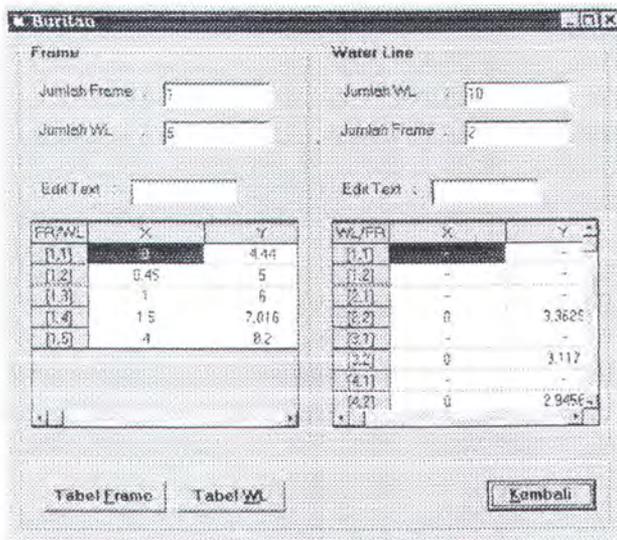
Gambar VI.2. Tampilan Pembuka Program



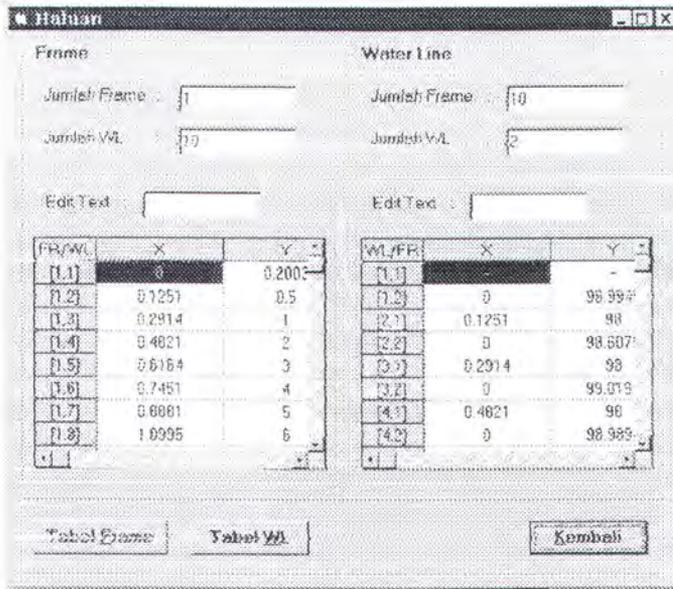
Gambar VI.3. Tampilan Program *Input* Untuk Memasukkan Data Ukuran Utama Kapal



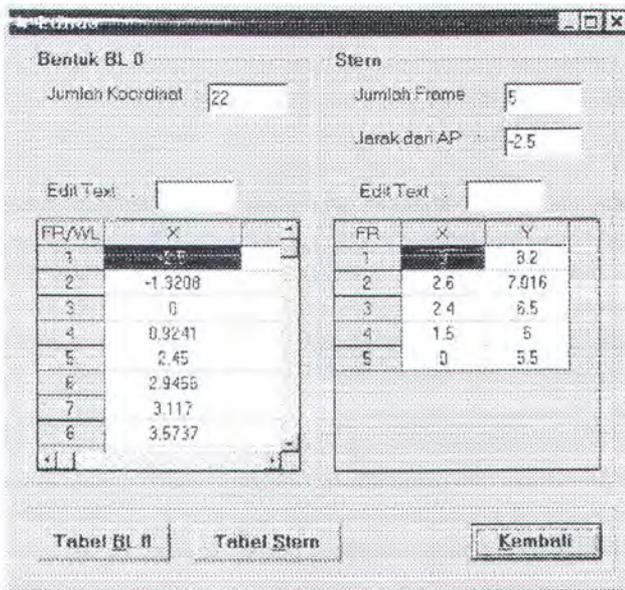
Gambar VI.4. Tampilan Program *Input* Untuk Memasukkan Data Bagian Tengah Kapal



Gambar VI.5. Tampilan Program *Input* Untuk Memasukkan Data Bagian Buritan Kapal



Gambar VI.6. Tampilan Program *Input* Untuk Memasukkan Data Bagian Haluan Kapal



Gambar VI.7. Tampilan Program *Input* Untuk Memasukkan Data Bagian *Buttock Line 0* Kapal

The screenshot shows a window titled "Komponen Pelat" with the following elements:

- Input fields for "Jumlah Stes" (value 5), "Jumlah Kajian" (value 2), and "Jumlah Terek" (value 6).
- An "Edit Text" field.
- A table with the following data:

No	X	Y	Z
H1.1	0	-	-
H1.2	0	0	0
H2.1	0	0	0
H2.2	0	0	0
H3.1	0	0	0
H3.2	0	0	0
- Buttons at the bottom: "Tabel Komposisi", "Simpan", and "Kembali".

Gambar VI.8. Tampilan Program *Input* Untuk Memasukkan Data Sambungan Pelat Lambung Kapal

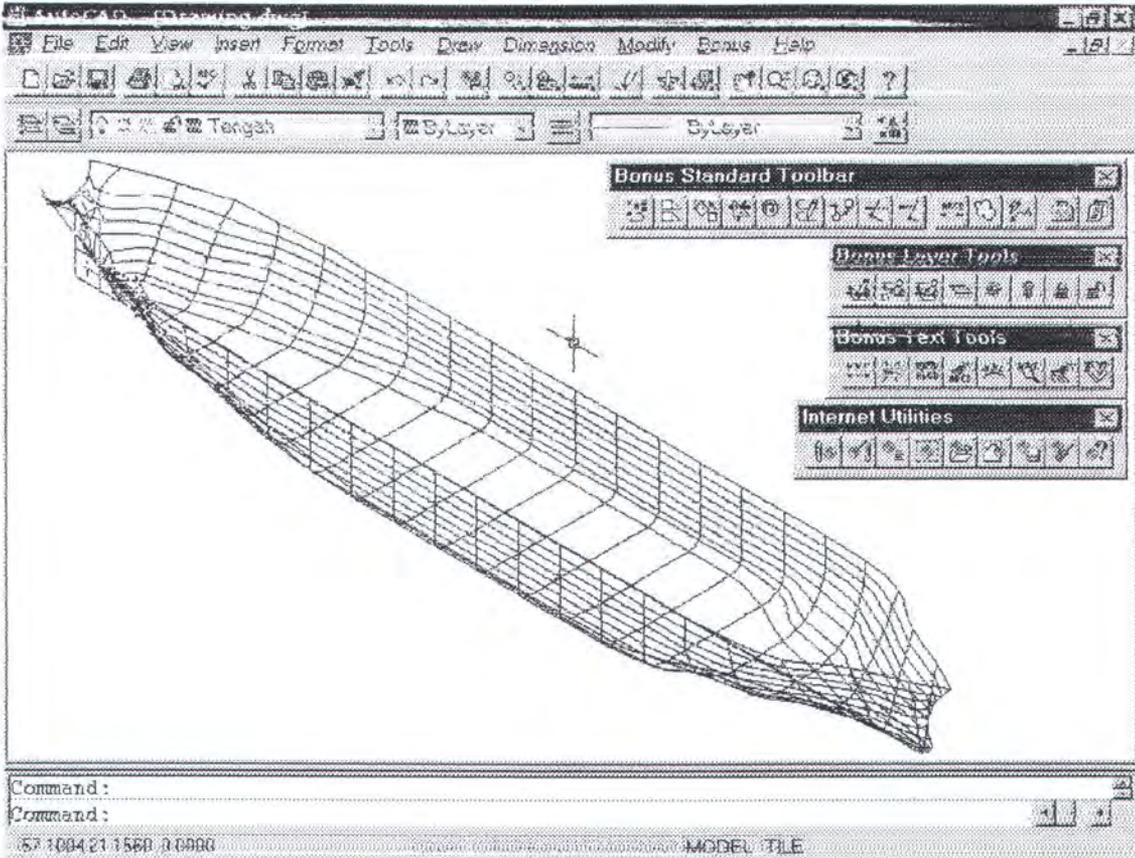
VI.3. Program Grafis

Program grafis adalah inti dari pembuatan program dalam tugas akhir ini di mana pada bagian ini dilakukan penggambaran garis-garis dari koordinat titik data *input* dan membentuknya menjadi bentuk utuh 3-D kapal.

Langkah-langkah pokok yang dijalankan program grafis ini pada awalnya adalah melakukan pembacaan *file data input* yang telah dibuat sebelumnya, kemudian dari data-data tersebut barulah dijalankan perintah untuk melakukan penggambaran garis-garis. Karena pada umumnya garis-garis yang digunakan pada gambar rencana kapal adalah kebanyakan bukan garis yang lurus, maka dijalankan bagian untuk melakukan perintah pengeditan gambar untuk menghasilkan karakteristik bentuk kapal 3-D yang sesungguhnya. Kemudian untuk mendapatkan gambar komponen 3-D lambung kapal yang dikehendaki,

sesuai dengan data *input* mengenai garis sambungan komponen pelat tersebut yang dimasukkan pada program *input* sambungan pelat, juga dilakukan proses pengeditan gambar lambung 3-D kapal menjadi komponen 3-D yang diinginkan tersebut. Gambar komponen 3-D inilah yang menjadi tujuan dari program grafis dengan ketentuan bahwa gambar komponen tersebut dapat memenuhi kriteria keakuratan gambar.

Program grafis ini menggunakan program aplikasi perancangan dibantu komputer yang bersifat umum yaitu AutoCAD dan bahasa pemrograman yang dibuat guna mengembangkan kemampuan AutoCAD itu sendiri yaitu AutoLISP. Dengan AutoLISP ini maka dapat dilakukan proses otomatisasi menjalankan perintah-perintah dalam AutoCAD sehingga menambah efisiensi dan efektivitas perancangan/penggambaran. Di samping itu sesuai dengan program aplikasi AutoCAD yang masih bersifat umum sehingga perancang dapat menggunakannya untuk berbagai jenis keperluan perancangan.



Gambar VI.9. Tampilan Program Grafis 3-D Rencana Garis Kapal

VI.4. Program Output

Program *output* ini adalah program untuk menampilkan hasil yang diinginkan dari tujuan pemnggambaran komponen 3-D lambung kapal yaitu pemodelan yang lebih realistik sehingga pihak-pihak yang berkepentingan dalam proses produksi komponen tersebut dapat meminimalkan kesalahan akibat kesalahan persepsi menterjemahkan gambar serta data koordinat titik dari komponen tersebut hingga dapat digunakan untuk keperluan produksi komponen pada tahap fabrikasi dan seterusnya.

Dengan program *output* ini diharapkan sesuai dengan kemampuan proses bagian *mainframe* yang menghasilkan gambar skala 1:1 sebagai panduan pembuatan rambu *bending*. Baik gambar maupun data *output* koordinat titik ini dapat dicetak dan selanjutnya dilakukan proses pembuatan rambu *bending*.

BAB VII DISKUSI DAN REKOMENDASI

Pada tahap awal dari pembuatan program tugas akhir ini, survei dilakukan terlebih dahulu mengenai bagaimana sebenarnya proses desain sebelum dilakukan proses produksi kapal yang penulis lakukan di PT PAL Indonesia. Dengan melakukan survei tersebut di PT PAL Indonesia diharapkan bahwa sesuai dengan keberadaan galangan kapal tersebut telah dikenal sebagai galangan tingkat nasional dan saat ini telah berkembang di dunia perkapalan internasional, maka di dalam setiap tahap proses pekerjaan di dalamnya yang telah diterapkan kontrol kualitas sehingga sistem pengaturan pekerjaan telah sesuai dengan standar dan dapat dipertanggung jawabkan.

Survei dilakukan pada bagian direktorat teknik di mana pada bagian tersebut terdapat divisi desain yang melakukan proses perancangan awal hingga dihasilkannya gambar-gambar kerja. Demikian juga telah diimplementasikan penggunaan komputer guna menunjang perancangan untuk mencapai efektivitas dan keakuratan pekerjaan perancangan. Sesuai dengan alur proses produksi, setelah gambar-gambar desain dihasilkan akan dilanjutkan pada proses produksi berikutnya yaitu tahap fabrikasi, *sub-assembly*, *assembly* dan *erection*. Proses produksi ini dilaksanakan dengan menggunakan pedoman dari tahap desain dan penyesuaian hasil *Quality Control*.

Telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa sebelum dilakukan pembentukan komponen pelat, dalam hal ini adalah lambung kapal, terdapat suatu bagian produksi yang merupakan jembatan dari proses desain ke proses produksi yaitu *mould loft*. Penulis melihat pada bagian *mould loft* ini sebenarnya mutlak diperlukan bagi suatu galangan kapal guna

melakukan pekerjaan *forming/bending* komponen-komponen pelat meski telah juga dilakukan survei di luar PT PAL Indonesia bahwa tidak semua galangan kapal memiliki bagian *mould loft*. Tetapi mengacu pada galangan-galangan yang telah maju di luar negeri yang produksi kapalnya telah diakui keberadaannya, maka bagian *mould loft* ini merupakan kebutuhan untuk pembentukan komponen pelat kapal tersebut sesuai dengan gambar desain.

Di bagian *mould loft* PT PAL, terdapat pembagian pekerjaan di dalamnya yaitu ada yang mengerjakan pembuatan gambar skala 1:1 untuk pembuatan rambu *bendingnya* dan ada yang mengerjakan proses *nesting* (perencanaan pemotongan pelat menjadi komponen-komponen yang dibutuhkan). Terlihat bahwa untuk menghasilkan gambar dengan skala 1:1 sudah pasti membutuhkan tempat yang cukup luas dan tingkat pekerjaan yang lebih berat juga sehingga oleh karena itu akan lebih efektif dan efisien apabila dikembangkan penggunaan komputer guna membantu pekerjaan tersebut seperti halnya penggunaan komputer pada proses *nesting*. Untuk itu detail pekerjaan penggambaran skala 1:1 sampai detail pembuatan rambu *bending* harus dipelajari untuk referensi pembuatan program tugas akhir ini.

Untuk pembuatan program grafis 3-D perancangan bentuk lambung kapal memang telah banyak dikembangkan baik itu berupa program aplikasi tingkat tinggi maupun program aplikasi sederhana. Tetapi penulis mencoba mengembangkan sendiri program grafis berdasar pada program aplikasi perancangan dibantu komputer yang telah banyak digunakan umum dan tersedia luas, dalam hal ini adalah AutoCAD, dengan pertimbangan untuk keperluan penambahan fungsi pengeditan gambar maupun penyesuaian program untuk menghasilkan data yang diinginkan. Di samping itu sesuai dengan keberadaan program aplikasi yang sampai dengan saat ini masih terbilang mahal pemakaiannya, maka

program aplikasi AutoCAD sebenarnya sudah mampu karena dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan.

Sesuai dengan tujuan pembuatan dan penulisan tugas akhir ini yaitu untuk melakukan penggambaran komponen 3-D lambung kapal, maka yang perlu dibuat sebelumnya adalah program guna melakukan penggambaran bentuk lambung kapal secara 3-D sesuai dilakukan pada bagian *mould loft* yang melakukan penggambaran *body plan* kapal dengan menggunakan skala 1:1. Dalam penggambaran bentuk lambung kapal 3-D, mengingat bentuk lambung kapal yang memiliki karakteristik sendiri, dalam program grafis ini bentuk garis-garis kurva menggunakan metode *fit curve* sehingga dibutuhkan data-data koordinat yang cukup banyak untuk memperhalus tampilan gambar sebab dalam program grafis ini bukan merupakan proses perancangan mulai dari nol akan tetapi data-data koordinat tersebut telah dihasilkan pada tahap desain awal di mana *lines plan* telah dikerjakan dan tabel data koordinat lambung kapal telah tersedia. Dengan demikian program ini masih membutuhkan validasi data input untuk melakukan penggambaran.

Setelah bentuk lambung kapal telah digambar barulah kemudian dilakukan proses pengeditan gambar untuk menentukan bagian yang mana dari komponen pelat lambung kapal yang diinginkan untuk dilihat dalam bentuk visual 3-D serta dapat diambil data-data untuk membentuk komponen pelat tersebut (*forming/bending*). Mengingat bahwa lambung kapal yang tergambar adalah dari bentuk *polyline*, maka untuk menggambar komponen yang diinginkan tersebut, dibuat empat garis bantu yang merupakan perpanjangan keempat ujung komponen tersebut sehingga dapat dipotongkan dengan *polylines* lambung kapal setelah didapat perpotongannya, maka selanjutnya komponen yang diinginkan jelas terlihat setelah bagian lain yang tidak diinginkan dihilangkan. Gambar yang terlihat kemudian adalah gambar 3-D komponen pelat lambung kapal yang diinginkan.

Selain gambar 3-D komponen pelat lambung kapal, program ini juga dilengkapi dengan data keluaran berupa titik-titik yang membentuk komponen tersebut sehingga dapat berguna bagi bagian *mould loft* dalam melakukan pembuatan rambu-rambu *bending*. Dari sini akan jelas terlihat bahwa untuk gambar lambung kapal dengan skala 1:1 dilakukan pada komputer tetapi pembuatan rambu *bending* dengan memakai pedoman dari data keluaran program berupa titik-titik komponen yang diinginkan.

Metode yang digunakan untuk penggambaran komponen 3-D pelat lambung kapal tersebut dilakukan karena proses penggambaran yang menggunakan *polylines* sehingga letak dan gambar 3-D juga ditentukan dari perpotongan garis *polylines* dengan ujung-ujung pelat lambung tersebut. Hasil yang diperoleh dari program ini sebenarnya akan lebih baik lagi jika proses penggambaran lambung kapal dapat menggunakan proses interpolasi kurva di mana mampu melakukan perancangan tanpa harus menggambar terlebih dahulu rencana garis maupun gambar rencana sambungan pelat. Di samping itu akan lebih baik lagi dan terlihat lebih realistis apabila dapat dikembangkan metode penggambaran menggunakan *surface curve* karena bentuk karakteristik lambung kapal sehingga dapat dilakukan proses *rendering*/pencahayaan.

Mengingat di samping komponen pelat pembentuk badan kapal, sebenarnya masih banyak komponen-komponen lainnya seperti geladak, sekat, bangunan atas atau komponen konstruksi lainnya, sehingga sangat dimungkinkan dilanjutkan pengembangan program pada pembentukan komponen-komponen yang lainnya. Tetapi pada intinya adalah tetap menambahkan *subroutine-subroutine* baru yang menunjang penggambarannya.

BAB VIII KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan program dan penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Proses desain merupakan langkah awal yang harus diperhatikan keakuratannya guna menunjang proses produksi.
2. Gambar yang dihasilkan dari bagian desain harus dapat diterima dan diterjemahkan secara jelas oleh bagian produksi guna menghindari kesalahan dan meminimalkan pekerjaan ulang
3. Peranan komputer dalam menunjang perancangan memang sangat penting dalam menjaga keakuratan tersebut.
4. Masih ada pemikiran bahwa untuk melakukan perancangan dibantu komputer masih merupakan investasi perusahaan yang relatif mahal sehingga dengan menggunakan aplikasi program umum (AutoCAD), masalah ini dapat teratasi.
5. Dapat diatasi permasalahan kebutuhan luasnya area bagian *mould loft* guna penggambaran skala 1:1 karena penggambarannya cukup melalui komputer.

DAFTAR PUSTAKA

A.J. Medland & Glen Mullineux, **Principles of CAD A Coursebook**, Kogan Page Ltd., 1988.

AutoCAD Release 12 AutoLISP References, Autodesk Inc. Publication, June 1993.

Beach, Robert C., **An Introduction to the Curves and Surfaces of CAD**, Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.

D. Raker & H. Rice, **Inside AutoCAD Release 13 for Windows**, NRP.

Hood, J.D., **Using AutoCAD with AutoLISP**, Mc. Graw Hill Publisher, New York, 1989.

Imron, Asjhar, **Computer Aided Marine Design, Informal Notes**, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya, September 1995.

Krouse, John K., **What Every Engineer Should Know About : Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing**, vol. 10, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, New York, 1982.

Omura, George, **Mastering AutoCAD Release 13**, Sybex.

Peristiwantoro, Hendra, **Prosedur Desain Untuk Penerapan Sistem Accuracy Control di PT PAL Indonesia**, Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya, 1994.

Purwanto, Mufid Djoko., **Pedoman Pemakain AutoLISP**, Andi Offset, Yogyakarta, 1993.

Tiyasmihadi, Tri, **Perencanaan Propeller Type B-Series Dengan Software AutoCAD**, Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya, 1995.

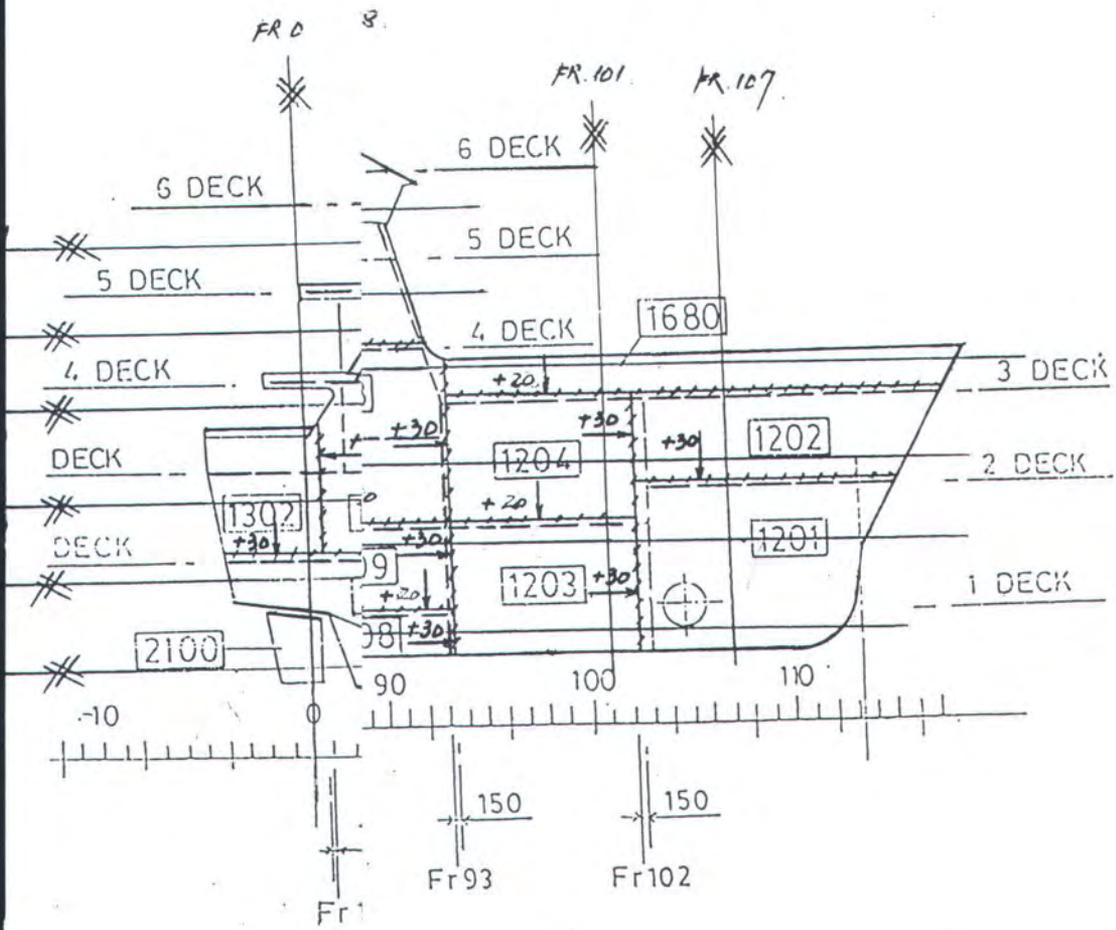
Voisinet, Donald D., **Computer-Aided Drafting and Design, Concepts and Applications**, McGraw-Hill Book Co., International Edition, 1987.

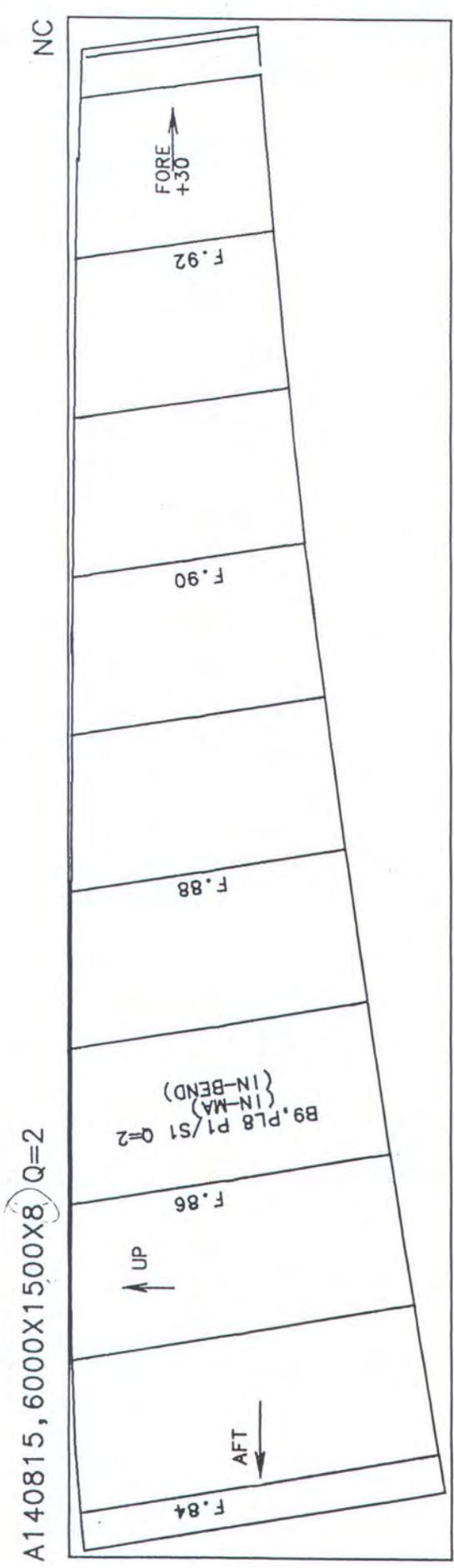
LAMPIRAN

1. Contoh *Production Drawing*

Dalam penulisan tugas akhir ini, digunakan data-data contoh yang diperoleh dari PT PAL Indonesia di mana sebagai contohnya menggunakan *material list* dan *marking list* untuk kapal penumpang PAX 500 yang dapat dilihat pembagian *block* pembangunannya beserta beberapa contoh *working drawing* komponen pelat pada salah satu *marking list block division* pada halaman berikut ini.

—————> : MARGIN PLATE
———*———*——— : STANDART LINE





NC

A140815, 6000X1500X8 Q=2

FORE
↑
+30

F.92

F.90

F.88

B9, PL8 P1/S1 Q=2
{ IN-MA }
{ IN-BEND }

F.86

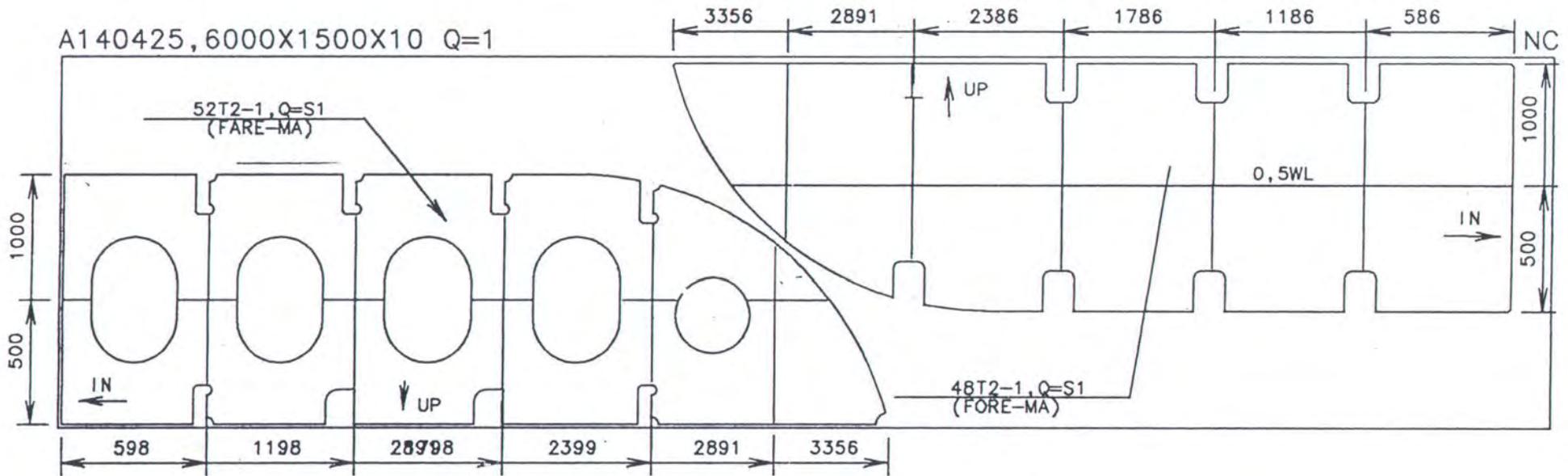
↑
UP

↓
AFT

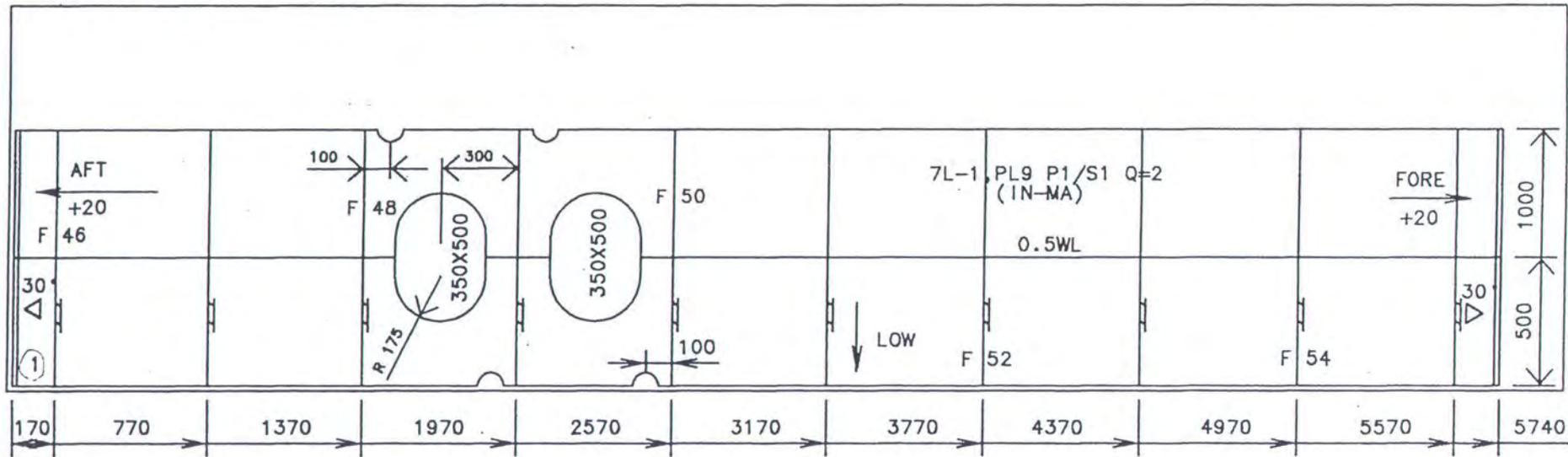
F.84



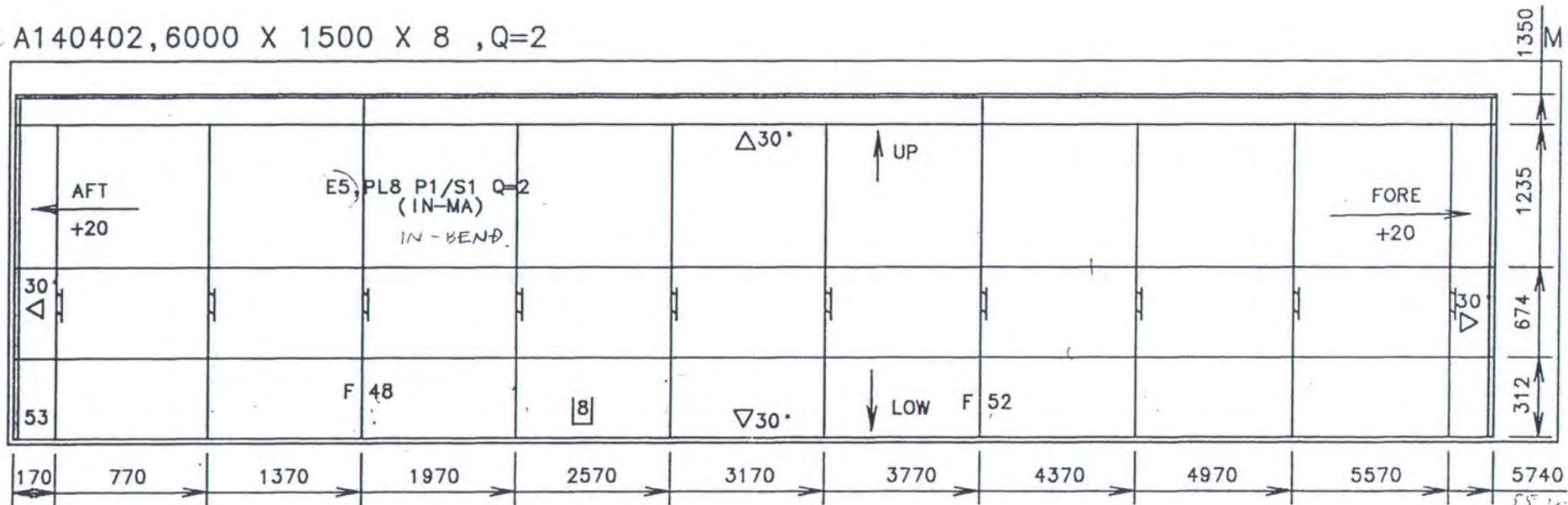
2.5.2



A140401, 6000 X 1500 X 9 , Q=2



A140402, 6000 X 1500 X 8 , Q=2



55
170

2. Contoh *Lines Plan*/Bukaan Kulit

Berikut ini merupakan gambar *lines plan* dan bukaan kulit dari kapal PAX 500 yang dibuat di PT PAL Indonesia dan menjadi contoh acuan pengambilan titik bagi pembentukan komponen pelat lambung kapal yang diinginkan.

3. Prinsip Kerja AutoCAD/AutoLISP

3.1 AutoCAD

AutoCAD adalah program perancangan dibantu komputer yang memiliki banyak fungsi untuk melakukan penggambaran dua dimensi atau pembuatan model tiga dimensi. AutoCAD menyediakan berbagai fasilitas untuk penggambaran yang sangat membantu pemakai sehingga keakuratan dan hasil yang realistik dapat dicapai. Pemakai dapat dengan mudah memperoleh dan menganalisa informasi dalam gambar AutoCAD untuk kemudian dibuat suatu laporan mengenai *numerical control data* atau yang lainnya.

Penggambaran yang dilakukan pada AutoCAD dapat ditransfer dalam aplikasi bentuk CAD yang lainnya melalui format IGES, DXF, DXB dan SLB. Dalam beberapa hal, AutoCAD juga telah menyediakan aplikasi tambahan yang dapat membantu pemakai untuk membuat dan menganalisa model *solid*, *render models to realistic*, *shaded images* atau menganalisa data yang tersedia pada *external database*. AutoCAD merupakan program yang sepenuhnya dapat dimodifikasi sehingga dapat dengan mudah mempermudah tugas-tugas yang harus dikerjakan seperti menyesuaikan menu yang tersedia, mengganti jenis garis yang digunakan, serta kebutuhan yang lain. Berbagai aplikasi *third-party* tersedia untuk membantu lebih jauh dalam menyesuaikan kebutuhan penggunaan AutoCAD atau lebih jelasnya AutoCAD menyediakan program bantu yang menolong pemakai menambahkan aplikasi-aplikasi yang dibutuhkan.

AutoCAD dapat dioperasikan pada berbagai jenis komputer *dan operating system*. AutoCAD juga mendukung berbagai peralatan yang digunakan seperti *video display*, *pointing devices* (*mouse* dan *digitizers*) maupun berbagai jenis sarana *plotter*.

Untuk mulai menjalankan AutoCAD, sebelumnya kita harus masuk ke dalam directory yang berisi *file* program AutoCAD dan selanjutnya menjalankan *file* eksekusi untuk memulai AutoCAD. Bila dijalankan dari DOS, maka pemakai menjalankannya dengan mengetikkan :

drive>acad

sedang bila dijalankan dalam Windows atau Macintosh yaitu dengan melakukan *double-click* pada *icon* aplikasi AutoCAD.

Setelah program AutoCAD dijalankan, akan terlihat layar grafis AutoCAD yang terbagi atas beberapa tampilan yaitu untuk grafis dan untuk masukan teks.

Command line : adalah tempat untuk memasukkan perintah dari *keyboard* pada prompt yang disediakan AutoCAD dan selanjutnya diproses sehingga menampilkan komentar berikutnya.

Graphics area : adalah daerah tempat penggambaran dilakukan.

Graphics cursor : adalah penunjuk yang digunakan untuk penggambaran, memilih entity dan memilih salah satu item dari menu dan pada *dialogue boxes*, yang tergantung dari setting yang ditetapkan apakah penunjuk tersebut berbentuk *crosshair*, *pickbox* atau *arrow pointer*.

Screen menu : adalah sekumpulan menu dan submenu yang ditampilkan pada sisi kanan layar, di mana bergantung pada *settingnya* apakah ditampilkan atau tidak.

Status line : adalah bagian berupa baris yang menunjukkan beberapa status seperti layer yang aktif, mode-mode yang aktif atau koordinat yang ditunjukkan *graphics cursor*

3.2 AutoLISP

AutoLISP merupakan paket program dari AutoCAD. AutoLISP merupakan bahasa LISP yang digunakan pada AutoCAD. Bahasa AutoLISP ini perintah-perintahnya mirip dengan perintah-perintah yang ada pada bahasa LISP yang umum dikenal, hanya ada tambahan beberapa perintah yang khusus digunakan dan dikembangkan pada AutoCAD.

AutoLISP digunakan sebagai alat bantu untuk menggambar dan mengolah data-data AutoCAD, sehingga pemakai AutoCAD akan lebih efektif. Dengan AutoLISP diharapkan akan dapat mempersingkat waktu untuk menggambar bentuk yang sama dan berjumlah banyak.

Hampir sebagian kemampuan AutoCAD ada pada bagaimana menggunakan AutoLISP secara baik. Semakin baiknya program-program AutoLISP yang mendukung untuk menggambar komponen tertentu akan semakin baik pemanfaatan AutoCAD yang digunakan. Hal ini tentunya dibutuhkan adanya programmer khusus AutoLISP yang menangani persoalan-persoalan gambar dengan menggunakan AutoCAD.

AutoLISP perintah-perintahnya mudah dipelajari dan dalam penggunaannya pada AutoCAD mudah diterapkan. Dengan menggunakan AutoLISP maka AutoCAD akan semakin dapat diterapkan pada berbagai disiplin ilmu tertentu. Karena pada hakekatnya, AutoCAD tidak digunakan untuk disiplin ilmu tertentu ataupun kasus-kasus tertentu, tetapi digunakan untuk tujuan umum yaitu menggambar dan membuat desain baik dalam bidang peralatan mesin, elektronika, arsitektur, geodesi, perkapalan maupun lainnya yang sifatnya masih umum sekali. Oleh karena itu agar AutoCAD lebih cocok dipakai dan digunakan pada disiplin ilmu tertentu ataupun kasus-kasus khusus, misalnya masalah pembuatan gedung bertingkat, komponen mesin, perpipaan, pemrograman CNC dan sebagainya, maka diperlukan AutoLISP.

Tipe data pada AutoLISP

AutoLISP memiliki beberapa macam data, yang masing-masing data memiliki karakteristik maupun bentuk yang berlainan. Adapun tipe-tipe data yang ada pada AutoLISP adalah sebagai berikut :

- *integer* (bilangan bulat)
- *real* (bilangan cacah)
- *string* (bentuk tulisan)
- atom
- *list*
- simbol
- nama-nama *entity* AutoCAD
- dan beberapa data lainnya

Integer (bilangan bulat) dan *Real* (bilangan cacah)

AutoCAD pada PC-DOS, MS-DOS dan OS/2, bilangan bulat yang dapat dibuat yaitu antara -32768 hingga +32768. Sedangkan jika pada *workstation*, bilangan bulat pada AutoLISP yang dapat dibuat yaitu antara -2.147.483.648 hingga +2.147.483.648. Oleh karena itu, pendefinisian bilangan bulat tidak dapat melebihi harga tersebut.

Bilangan cacah yang bisa dibuat pada format *double precision* dapat hingga 14 angka di belakang koma.

String

Data dalam bentuk *string* atau tulisan ditandai dengan adanya tanda petik (“”) yang terletak pada ujung awal dan akhir dari data dalam tulisan tersebut. Contoh dalam bentuk tulisan misalnya “*LINE*”, “*CIRCLE*”, “*ARC*” dan sebagainya. Sedangkan panjang data dalam bentuk *string* atau tulisan ini pada prinsipnya dapat dibuat panjang sekali, tetapi masukan dalam bentuk tulisan terbatas hingga 100 huruf. Oleh karena itu, jika ingin membuat tulisan yang panjangnya melebihi 100 huruf, caranya dengan menggabungkan beberapa tulisan pendek menjadi satu kesatuan tulisan panjang dengan menggunakan perintah *STRCAT*.

Atom

Atom merupakan elemen terkecil yang ada pada AutoLISP. Atom pada AutoLISP ini terdiri atas elemen tunggal yang tidak dapat dibagi-bagi lagi ke dalam elemen yang lebih kecil. *Atom* dapat berupa data, variabel, nama perintah AutoLISP maupun lainnya. Kumpulan dari *atom* ini akan membentuk *list*.

List

Pada bahasa LISP, *list* ini digunakan untuk menerangkan suatu kumpulan data, maupun kelompok pernyataan. Contoh dari suatu *list* adalah rumus-rumus matematika, nama-nama mahasiswa, dan lain-lain.

Contoh *list* angka adalah sebagai berikut : (10 20 31 42 36). Terlihat bahwa *list* dibatasi oleh tanda kurung buka dan tutup. Adapun masing-masing angka disebut atom. Sebagaimana disebutkan di atas *list* terdiri atas sekumpulan atom-atom. Adapun kumpulan dari *list* akan

membentuk suatu *list* gabungan. Contoh dari *list* gabungan yaitu (10 20 (30 40) (50)). *List* gabungan ini dapat merupakan suatu program AutoLISP, *entity* gambar AutoCAD, data ataupun yang lainnya.

Entity gambar AutoCAD

Entity gambar pada AutoCAD merupakan definisi paling mendasar dari elemen gambar AutoCAD. Sebuah *entity* menerangkan sebuah elemen gambar. Misalnya sebuah garis atau lingkaran masing-masing menerangkan *entity* gambar AutoCAD. *Entity* gambar AutoCAD dalam bentuk *list* dapat dilihat dengan mengetikkan pada *prompt command* AutoCAD sebagai berikut :

Command : (entget (entlast)) <cr>

maka akan muncul suatu *list database* gambar AutoCAD yang terakhir dibuat. Jika belum ada elemen gambar atau *entity*nya belum dibuat pada editor AutoCAD maka setelah menjalankan perintah tersebut *list database* AutoCAD tidak akan muncul.

Contoh *database entity* garis :

```
((-1.<Entity name:6000003C>)(0."LINE")(8."0")(10 0 0 0)(11 10 10 0))
```

Terlihat bahwa AutoLISP menerangkan *entity* gambar AutoCAD dengan menggunakan *list*, serta terlihat bahwa *list* tersebut terbagi atas beberapa *sublist*. LINE, CIRCLE, TEXT, BLOCK dan sebagainya, pada AutoCAD merupakan suatu *entity* gambar. Semua *entity* gambar tersebut disusun dalam bentuk *list*. Kemudian *list* yang menerangkan *entity* gambar, informasi data-datanya dapat dipanggil/dilihat/diolah dengan menggunakan AutoLISP.

Function

Function merupakan perintah atau *subroutine* yang ada pada AutoLISP yang selalu ditulis pada kolom pertama dari suatu *list*. Perintah atau *subroutine* yang disebut dengan *function* ini merupakan elemen tunggal atau atom yang umumnya diikuti oleh argmen-argumen tertentu. *Function* ditulis pada kolom pertama dari suatu *list*. Argumen masing-masing *function* akan berlainan antara satu dengan yang lainnya. Berikut ini contoh *list* beserta *function*nya :

(+ 7 8)

+ merupakan *function*nya, sedangkan 7 dan 8 merupakan argumennya yang akan diolah. Sedangkan (+ 7 8) membentuk suatu *list*.

Enterpreter

Setiap bahasa pemrograman selalu memiliki *enterpreter* yang merupakan penerjemah dari suatu bahasa pemrograman tertentu ke dalam bahasa yang dapat dimengerti oleh komputer.

Evaluator AutoLISP

Yang paling penting dari *enterpreter* AutoLISP adalah *evaluator* yang berfungsi melakukan pembacaan baris yang berisi program AutoLISP, kemudian menjalankan/mengolah program yang dibaca tersebut diikuti dengan menampilkan hasilnya.

Perintah AutoLISP dapat diketikkan langsung lewat *command prompt* AutoCAD dan hasilnya dapat langsung dilihat pada layar. Proses pembacaan program dan diikuti dengan pengolahan program ini dilakukan sepenuhnya oleh *enterpreter* dan *evaluator* dari AutoLISP.

Dalam menuliskan program AutoLISP yang dilakukan secara langsung lewat *command prompt* AutoCAD sering mengalami kesalahan ataupun muncul tanda sebagai berikut :

n>

n merupakan jumlah tanda kurung tutup masih kurang. Hal ini berarti program AutoLISP belum selesai dan harus diselesaikan. Kadang-kadang muncul kesalahan kurang tanda petik tutup ("), sehingga dengan demikian tidak muncul pesan n seperti di atas. Oleh karena itu cara mengatasinya yaitu dengan menekan *Ctrl-C*, diikuti dengan mengetikkan kembali program AutoLISP yang benar.

Memory

Pengaturan *memory* untuk AutoLISP ini cukup penting. Dengan mengatur *memory*, selain penggunaan AutoLISP akan efisien juga mengakibatkan pemakaian AutoLISP akan sesuai dengan yang dikehendaki serta tidak timbul masalah-masalah tentang program tidak jalan, *memory* kurang dan beberapa hal lainnya lagi.

Cara membuat dan menjalankan program AutoLISP

Untuk menjalankan program AutoLISP tidak banyak diperlukan persyaratan pendukung *software* lain selain dari *software* AutoCAD, yang diperlukan hanya *software word processor* lainnya yaitu untuk digunakan sebagai media menulis program AutoLISP.

Ada dua macam cara untuk menjalankan program AutoLISP yaitu :

1. Menuliskan semua perintah yang dijalankan secara langsung lewat *command prompt* AutoCAD.

2. Dengan membuat program yang disimpan dalam *file* dengan *ekstension* .lsp kemudian baru dipanggil untuk dijalankan.

Contoh dari cara pertama yaitu dengan mengetikkan perintah atau *function* AutoLISP yang diinginkan lewat *command prompt* seperti :

Command : (+ 3 4) <cr>

Contoh ini merupakan perintah untuk menjumlahkan angka 3 dengan angka 4 dan hasilnya dapat langsung dilihat pada layar yaitu 7.

Untuk membuat program AutoLISP dengan menggunakan *word processor*, harus diperlukan pemahaman tentang pemakaian *word processor* sendiri. Setelah selesai menuliskan program AutoLISP, lalu disimpan dalam *file* dengan *ekstension* .lsp, kemudian dari *command prompt* AutoCAD dipanggil dengan mengetikkan LOAD disertai nama *file* .lsp yang dimaksud.

4. Listing Program

A. Program Visual Basic

MAIN.FRM

```
'general
Dim f, k As Integer
Dim newname As String
Dim n, u, p As String
Dim gl1, gl2 As Integer
Dim i, j As Integer
Dim jj, Y As Integer
Dim ArrayNum As Integer
Dim filename As String
Dim FL, apl
Dim data(10000), datwl(10000), datst(10000),
dabat(10000), datbt(10000), dathal(1000), datbur(1000),
datbh(1000), dathlb(1000) As Single
Dim dathlba(10000), dathlbc(10000), dathlb2(10000),
a(10000), dathlb3(10000), gt(10000), dathlbb(10000) As
Single
Dim ant(10000), coa, hdbb(1000), hdbh(10000),
str(10000), StrX(1000), StrY(1000), StrZ(1000)

Const mb_YESNO = 4, mb_ICONQUESTION = 32,
IDNO = 7, mb_DEFBUTTON2 = 256

Private Sub CloseFile(filename As String)
Dim f, ok, ok1, ok2 As Integer
Dim ck1, ck2

Top = Screen.Height / 2 - Height / 2
Left = Screen.Width / 2 - Width / 2
  CMDialog1.DialogTitle = "Simpan File"
  CMDialog1.Filter = "Semua Data(*.*)*.*|Text Files
(*.txt)*.txt|Batch Files (*.bat)*.bat"
  CMDialog1.FilterIndex = 2
  CMDialog1.Action = 2
  filename = CMDialog1.filename

  If filename = "" Then
    Mainf.Show: Exit Sub
  End If

  If filename <> "" Then ' File already exists, so ask if
overwriting is desired.
    response = MsgBox("Anda Ingin Menyimpan
ditempat yang sama??", 3 + 48, "Pesan")
    If response = 6 Then
      ElseIf response = 2 Then: Exit Sub
    Else
      CMDialog1.DialogTitle = "Simpan File"
      CMDialog1.Filter = "Semua Data(*.*)*.*|Text Files
(*.txt)*.txt|Batch Files (*.bat)*.bat"
      CMDialog1.FilterIndex = 2
      CMDialog1.Action = 2
      filename = CMDialog1.filename
    End If
  End If
  If response = IDNO Then: Exit Sub
```

```
If Check1.Value = 1 Then
  ck1 = 1
ElseIf Check1.Value = 0 Then
  ck1 = 0
Else
  End If

If Check2.Value = 1 Then
  ck2 = 1
ElseIf Check2.Value = 0 Then
  ck2 = 0
Else
  End If

f = FreeFile
Open filename For Output As f
'main
Write #f, Val(Text1.Text), Val(Text2.Text),
Val(Text3.Text)
Write #f, Val(text4.Text), Val(Text5.Text)
Print #f, Text6.Text
Write #f, ck1
Write #f, ck2

'simpan data tengah
Write #f, Val(Tengah!combo1.Text)
Write #f, Val(Tengah!combo3.Text),
Val(Tengah!Text1(3).Text)
Write #f, Val(Tengah!Text3.Text)

For i = 1 To Tengah!combo3.Text + 1
For j = 1 To Tengah!combo1.Text
  Tengah!grid1(0).Row = i: Tengah!grid1(0).Col = j
  If Tengah!grid1(0).Text = "" Then
    isi2 = 0
  ElseIf Tengah!grid1(0).Text <> "" And
Tengah!grid1(0).Text <> "-" Then
    isi2 = Val(Tengah!grid1(0).Text)
  ElseIf Tengah!grid1(0).Text = "-" Then
    isi2 = "-"
  End If
  Write #f, isi2
Next
Next

For i = 1 To Tengah!combo3.Text
  Tengah!Grid2(1).Row = i: Tengah!Grid2(1).Col = 1
  If Tengah!Grid2(1).Text = "" Then
    isi4 = 0
  Else
    isi4 = Val(Tengah!Grid2(1).Text)
  End If
  Write #f, isi4
Next

'simpan data haluan
Print #f, Haluan!Text1.Text
```

```

Print #f, Haluan!Text2.Text

For i = 1 To Haluan!Text1.Text * Haluan!Text2.Text
For j = 1 To 3
Haluan!grid1(0).Row = i: Haluan!grid1(0).Col = j
If Haluan!grid1(0).Text = "" Then
isi17 = "0"
Print #f, isi17
ElseIf Haluan!grid1(0).Text <> "" And
Haluan!grid1(0).Text <> "-" Then
isi17 = Haluan!grid1(0).Text
Print #f, isi17
ElseIf Haluan!grid1(0).Text = "-" Then
isi17 = "-"
Write #f, isi17
Else
End If
Next
Next

Print #f, Haluan!text4.Text
Print #f, Haluan!Text5.Text

For i = 1 To Haluan!text4.Text * Haluan!Text5.Text
For j = 1 To 3
Haluan!Grid2.Row = i: Haluan!Grid2.Col = j
If Haluan!Grid2.Text = "" Then
isi17b = "0"
ElseIf Haluan!Grid2.Text <> "" And Haluan!Grid2.Text
<> "-" Then
isi17b = Val(Haluan!Grid2.Text)
ElseIf Haluan!Grid2.Text = "-" Then
isi17b = "-"
Else
End If
Write #f, isi17b
Next
Next

'simpan data buritan
Print #f, Buritan!Text1.Text
Print #f, Buritan!Text2.Text

For ii = 1 To Buritan!Text1.Text * Buritan!Text2.Text
For jj = 1 To 3
Buritan!grid1.Row = ii: Buritan!grid1.Col = jj
If Buritan!grid1.Text = "" Then
isi31 = "0"
ElseIf Buritan!grid1.Text <> "" And Buritan!grid1.Text <>
 "-" Then
isi31 = Val(Buritan!grid1.Text)
ElseIf Buritan!grid1.Text = "-" Then
isi31 = "-"
Else
End If
Write #f, isi31
Next
Next

Print #f, Buritan!text4.Text
Print #f, Buritan!Text5.Text

```

```

For ii = 1 To Buritan!text4.Text * Buritan!Text5.Text
For jj = 1 To 3
Buritan!Grid2.Row = ii: Buritan!Grid2.Col = jj
If Buritan!Grid2.Text = "" Then
isi18 = "0"
Print #f, isi18
ElseIf Buritan!Grid2.Text <> "" And Buritan!Grid2.Text
<> "-" Then
isi18 = Buritan!Grid2.Text
Print #f, isi18
ElseIf Buritan!Grid2.Text = "-" Then
isi18 = "-"
Write #f, isi18
Else
End If
Next
Next

'simpan data haluan dan buritan
Print #f, hdb!Text1.Text

For i = 1 To hdb!Text1.Text
For ji = 1 To 2
hdb!grid1(0).Row = i: hdb!grid1(0).Col = ji
If hdb!grid1(0).Text = "" Then
isi6 = 0
ElseIf hdb!grid1(0).Text <> "-" And hdb!grid1(0).Text
<> "" Then
isi6 = Val(hdb!grid1(0).Text)
ElseIf hdb!grid1(0).Text = "-" Then
isi6 = "-"
Else
End If
Write #f, isi6
Next
Next

Print #f, hdb!Text7.Text
Print #f, hdb!Text8.Text

For i = 1 To hdb!Text7.Text
For j = 1 To 2
hdb!Grid2.Row = i: hdb!Grid2.Col = j
If hdb!Grid2.Text = "" Then
str(i) = "0"
Else
str(i) = hdb!Grid2.Text
End If
Print #f, str(i)
Next
Next

Print #f, GLS!Text1.Text
Print #f, GLS!Text2.Text
Print #f, GLS!Text3.Text

For i = 1 To GLS!Text1.Text * GLS!Text2.Text
For ji = 1 To 3
GLS!grid1.Row = i: GLS!grid1.Col = ji
If GLS!grid1.Text = "" Then
isi6 = 0
ElseIf GLS!grid1.Text <> "-" And GLS!grid1.Text <>
 "" Then

```



```

isi6 = Val(GLS!grid1.Text)
Elseif GLS!grid1.Text = "-" Then
isi6 = "-"
Else
End If
Write #f, isi6
Next
Next

Close #f
filename = "Unnamed"
End Sub

Sub OpenFile(filename As String)
Dim f As Integer

CMDialog1.DialogTitle = "Buka File"
CMDialog1.Filter = "file data (*.*)|*.|Text Files
(*.txt)|*.txt|Batch Files (*.bat)|*.bat"
CMDialog1.FilterIndex = 2
CMDialog1.Action = 1
filename = CMDialog1.filename
Mainf.Caption = "Lines Plan: " + filename
f = FreeFile

If filename = "" Then
Mainf.Show: Text1.SetFocus
Exit Sub
End If

Mainf.Show: Text1.SetFocus
Open filename For Input As f
Do Until EOF(f)
Input #f, Lp, b, h
Text1.Text = Lp: Text2.Text = b
Text3.Text = h
Input #f, t, v
text4.Text = t: Text5.Text = v
Input #f, jk
Text6.Text = jk
Input #f, ck1
Check1.Value = ck1
Input #f, ck2
Check2.Value = ck2
'tengah
Input #f, jg
Tengah!combo1.Text = jg
Input #f, jga, jag
Tengah!combo3.Text = jga: Tengah!Text1(3).Text = jag
Input #f, FF
Tengah!Text3.Text = FF
Tengah!Command1(0) = True

For i = 1 To Tengah!combo3.Text + 1
For j = 1 To Tengah!combo1.Text
Input #f, col
Tengah!grid1(0).Row = i
Tengah!grid1(0).Col = j
Tengah!grid1(0).Text = col
Next
Next

```

```

For i = 1 To Tengah!combo3.Text
Input #f, co3
Tengah!Grid2(1).Row = i
Tengah!Grid2(1).Col = 1
Tengah!Grid2(1).Text = co3
Next

Input #f, col7
Haluan!Text1.Text = col7

Input #f, col8
Haluan!Text2.Text = col8

Haluan!Command2.Value = True

For i = 1 To Haluan!Text1.Text * Haluan!Text2.Text
For j = 1 To 3
Input #f, col9
Haluan!grid i(0).Row = i: Haluan!grid i(0).Col = j
Haluan!grid i(0).Text = col9
Next
Next

'open wl haluan
Input #f, co23
Haluan!text4.Text = co23

Input #f, co24
Haluan!Text5.Text = co24

Haluan!Command3.Value = True

For i = 1 To Haluan!text4.Text * Haluan!Text5.Text
For j = 1 To 3
Input #f, co25
Haluan!Grid2.Row = i: Haluan!Grid2.Col = j
Haluan!Grid2.Text = co25
Next
Next

Input #f, co9
Buritan!Text1.Text = co9

Input #f, col10
Buritan!Text2.Text = col10

gg = Val(Buritan!Text1.Text) * Val(Buritan!Text2.Text)

Buritan!Command2 = True

For i = 1 To gg
For j = 1 To 3
Input #f, co8
Buritan!grid1.Row = i
Buritan!grid i.Col = j
Buritan!grid1.Text = co8
Next
Next

'Open wl buritan
Input #f, co20
Buritan!text4.Text = co20

```

```

Input #f, co21
Buritan!Text5.Text = co21

Buritan!Command3.Value = True

For i = 1 To Buritan!text4.Text * Buritan!Text5.Text
For j = 1 To 3
Input #f, co22
Buritan!Grid2.Row = i: Buritan!Grid2.Col = j
Buritan!Grid2.Text = co22
Next
Next

```

```

Input #f, co15
hdb!Text1.Text = co15
hdb!Command2 = True

```

```

For i = 1 To co15
For j = 1 To 2
Input #f, co16
hdb!grid1(0).Row = i: hdb!grid1(0).Col = j
hdb!grid1(0).Text = co16
Next
Next

```

```

Input #f, co6
hdb!Text7.Text = co6

```

```

Input #f, co6a
hdb!Text8.Text = co6a

```

```

hdb!ok = True

```

```

For i = 1 To hdb!Text7.Text
For j = 1 To 2
Input #f, co7
hdb!Grid2.Row = i
hdb!Grid2.Col = j
hdb!Grid2.Text = co7
Next
Next

```

```

'open garis las
Input #f, co6c
GLS!Text1.Text = co6c

```

```

Input #f, co6d
GLS!Text2.Text = co6d

```

```

Input #f, co6e
GLS!Text3.Text = co6e

```

```

GLS!Command2 = True

```

```

For i = 1 To GLS!Text1.Text * GLS!Text2.Text
For j = 1 To 3
Input #f, co7a
GLS!grid1.Row = i
GLS!grid1.Col = j
GLS!grid1.Text = co7a
Next
Next

```

```

Loop
Close #f
End Sub

```

```

Private Sub mtabel()
Grid2.Rows = combo3.Text
Grid2.Cols = Val(combo1.Text) + Val(Combo5.Text)
End Sub

```

```

Private Sub Gading()
Stat!combo1(0).AddItem "5"
Stat!combo1(0).AddItem "10"
Stat!combo1(0).AddItem "15"
Stat!combo1(0).AddItem "20"
Stat!combo1(0).AddItem "25"

```

```

End Sub

```

```

Private Sub waterf()
WL!combo1(1).AddItem "4"
WL!combo1(1).AddItem "5"
WL!combo1(1).AddItem "6"
WL!combo1(1).AddItem "7"
WL!combo1(1).AddItem "8"
WL!combo1(1).AddItem "9"
WL!combo1(1).AddItem "10"
WL!combo1(1).AddItem "11"
WL!combo1(1).AddItem "12"
WL!combo1(1).AddItem "13"
WL!combo1(1).AddItem "14"
WL!combo1(1).AddItem "15"

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Command1_Click()
Dim dathlb3(10000), dathlh(10000), dathlha(10000)
Dim dathlwa(10000), dathlbw(10000)

```

```

f = FreeFile
Open "C:\data\dwgfl.ars" For Output As f
Print #f, Text1.Text
Print #f, Text2.Text
Print #f, text4.Text
Print #f, text4.Text

```

```

If Check1.Value = 1 And Check2.Value = 1 Then
ck1 = 2
Write #f, ck1
Elseif Check1.Value = 0 And Check2.Value = 1 Then
ck1 = 1
Write #f, ck1
Elseif Check1.Value = 1 And Check2.Value = 0 Then
ck1 = 0
Write #f, ck1
Else
MsgBox ("Terdapat Kesalahan, please check again"), 48
Exit Sub
End If

```

```

Print #f, GLS!Text1.Text

```

```

Print #f, GLS!Text2.Text

'definition value
For i = 1 To Tengah!combo1.Text
Tengah!grid1(0).Row = i: Tengah!grid1(0).Col = i
If Tengah!grid1(0).Text <> "-" Then
ant(i) = (Val(Tengah!grid1(0).Text) / 2) & "," & "0"
End If
Next

Dim datbu(10000), datbu1(10000), datbu2(10000),
datbu3(10000)

For i = 1 To Buritan!Text1.Text * Buritan!Text2.Text
Buritan!grid1.Row = i
Buritan!grid1.Col = 3
datbu(i) = Buritan!grid1.Text
Next

If Buritan!Text1.Text > 1 Then
For i = 0 To Val(Buritan!Text1.Text) - 1
ii = 1 + (i * Buritan!Text2.Text)
Buritan!grid1.Row = ii
Buritan!grid1.Col = 3
datbu3(ii) = Buritan!grid1.Text
Next
Elseif Buritan!Text1.Text = 1 Then
Buritan!grid1.Row = 1
Buritan!grid1.Col = 3
datbu3(1) = Buritan!grid1.Text
Else
End If

For i = 1 To Buritan!Text1.Text * Buritan!Text2.Text
Buritan!grid1.Row = i
Buritan!grid1.Col = 2
datbu1(i) = Buritan!grid1.Text
Next

For i = 1 To Buritan!Text1.Text * Buritan!Text2.Text
Buritan!grid1.Row = i
Buritan!grid1.Col = 1
datbu2(i) = Buritan!grid1.Text
Next

Dim nobur(10000), dhal(10000)
'for number station of buritan
For i = 1 To Buritan!Text1.Text
nobur(i) = Tengah!Text3.Text - i
If Tengah!Text3.Text - i = 0 Then
nobur(i) = "AP"
Else
End If
Next

'listing for insert data of buritan station
For i = 1 To Buritan!Text1.Text
Print #f, datbu(i)
Print #f, "Data Lines Plan"
Print #f, "Data Gading " & nobur(i)
For j = 1 To Buritan!Text2.Text
j = j + (Buritan!Text2.Text * (i - 1))
Print #f, datbu2(j) & "," & datbu1(j)

```

```

Next
Print #f, "E"
Print #f, "X"
Next
'end

'half breath
For i = 1 To Tengah!combo1.Text
For z = 1 To Tengah!combo3.Text
Tengah!grid1(0).Row = z: Tengah!grid1(0).Col = i
If Tengah!grid1(0).Text <> "-" Then
dathlb(z) = Tengah!grid1(0).Text
Else
End If
Next
Next

'take distance of station
For m = 1 To Tengah!combo1.Text
Tengah!grid1(0).Row = Tengah!combo3.Text + 1
Tengah!grid1(0).Col = m
dathlba(m) = Tengah!grid1(0).Text
Next

Print #f, dathlba(1)

'Garis Air
For j = 1 To Tengah!combo3.Text
Tengah!Grid2(1).Row = j: Tengah!Grid2(1).Col = 1
dathlb2(j) = Tengah!Grid2(1).Text
Next

'Lines plan
n = "Data Gading"
t = Tengah!Text3.Text
m = 0
u = "Data Gading " & Tengah!Text3.Text
Y = Tengah!combo1.Text
Print #f, u
coa = "0" & "," & "0"

For z = 1 To Tengah!combo1.Text
For j = 1 To Tengah!combo3.Text
Tengah!grid1(0).Row = j: Tengah!grid1(0).Col = z
If Tengah!grid1(0).Text <> "-" Then
dathlb(z) = Tengah!grid1(0).Text
dathlb2(j) = dathlb2(j)
a(j) = dathlb(z) & "," & dathlb2(j)
Print #f, a(j)
Else
End If

If j = Tengah!combo3.Text And m <> Y - 1 Then
m = m + 1
t = 1 + t
Print #f, "E"
Print #f, "X"
Print #f, dathlba(z + 1)
Print #f, n & " " & t
Print #f, coa 'definiton of coordinat (0,0)
Print #f, ant(z + 1)
Else

```

```

End If
Next
Next

Print #f, "E"
Print #f, "X"

'data bentuk stern
Print #f, hdb!Text8.Text
Print #f, "Data Koodinat Bentuk Stern"

For i = 1 To hdb!Text7.Text
hdb!Grid2.Row = i: hdb!Grid2.Col = 1
If hdb!Grid2.Text = "" Then
StrX(i) = "0"
Else
StrX(i) = hdb!Grid2.Text
End If
Next

For i = 1 To hdb!Text7.Text
hdb!Grid2.Row = i: hdb!Grid2.Col = 2
If hdb!Grid2.Text = "" Then
StrY(i) = "0"
Else
StrY(i) = hdb!Grid2.Text
End If
Next

Dim str, str1
hdb!Grid2.Row = 1: hdb!Grid2.Col = 1
str = hdb!Grid2.Text

hdb!Grid2.Row = 1: hdb!Grid2.Col = 2
str2 = hdb!Grid2.Text

Print #f, "0" & "," & Val(str2)
Print #f, Val(str / 2) & "," & Val(str2)
Print #f, Val(str) & "," & Val(str2)

FF = hdb!Text7.Text
For i = 1 To hdb!Text7.Text
isi7 = StrX(i) & "," & StrY(i)
Print #f, isi7
Next

Print #f, "E"
Print #f, "X"

'data station haluan (FP)
Dim dathal(10000), dathal1(10000)
For i = 1 To Haluan!Text1.Text * Haluan!Text2.Text
Haluan!grid1(0).Row = i: Haluan!grid1(0).Col = 1
dathal(i) = Haluan!grid1(0).Text
Next

For i = 1 To Haluan!Text1.Text * Haluan!Text2.Text
Haluan!grid1(0).Row = i
Haluan!grid1(0).Col = 2
dathal1(i) = Haluan!grid1(0).Text
Next

```

```

'make data fp dst
Dim nohal(10000)
'for number station of buritan
For i = 1 To Haluan!Text1.Text
nohal(i) = Tengah!combo1.Text + i
Next

For i = 1 To Haluan!Text1.Text * Haluan!Text2.Text
Haluan!grid1(0).Row = i
Haluan!grid1(0).Col = 3
dhal(i) = Haluan!grid1(0).Text
Next

'listing for insert data of buritan station
For i = 1 To Haluan!Text1.Text
ii = i + (Haluan!Text2.Text * (i - 1))
Print #f, dhal(ii)
Print #f, ":Data Gading " & nohal(i)
For j = 1 To Haluan!Text2.Text
j = j + (Haluan!Text2.Text * (i - 1))
Print #f, dathal(j) & "," & dathal1(j)
Next

If i <> 1 Then
Print #f, "E"
Print #f, "X"
Else
End If
Next
'end

Print #f, "E"
Print #f, "X"
Print #f, "0"
Print #f, "SS"

'data water line
Dim wlno(10000)
For i = 1 To Tengah!combo3.Text
Tengah!Grid2(1).Row = i: Tengah!Grid2(1).Col = 1
wlno(i) = Tengah!Grid2(1).Text
Next

'Garis Air
Print #f, "Data Garis Air"
n = ":Data WL"
m = 1
mm = 1
u = n & "" & wlno(m)
Y = Tengah!combo3.Text
Print #f, u

Dim dwlb(10000), dwlb2(10000), dwlh(10000),
dwlh2(10000), uu(10000)
For i = 1 To Buritan!text4.Text * Buritan!Text5.Text
Buritan!Grid2.Col = 1: Buritan!Grid2.Row = i
dwlb(i) = Buritan!Grid2.Text
Next

For i = 1 To Buritan!text4.Text * Buritan!Text5.Text

```

```
Buritan!Grid2.Col = 2: Buritan!Grid2.Row = i
dwlh2(i) = Buritan!Grid2.Text
Next
```

```
For i = 1 To Haluan!text4.Text * Haluan!Text5.Text
Haluan!Grid2.Col = 1: Haluan!Grid2.Row = i
dwlh(i) = Haluan!Grid2.Text
Next
```

```
For i = 1 To Haluan!text4.Text * Haluan!Text5.Text
Haluan!Grid2.Col = 2: Haluan!Grid2.Row = i
dwlh2(i) = Haluan!Grid2.Text
Next
```

```
For j = 1 To Tengah!combo3.Text ' wl
For d = 1 To Buritan!Text5.Text ' wl
dd = d + (Buritan!Text5.Text * (j - 1))
If dwlb(dd) <> "-" And dwlb2(dd) <> "-" Then
uu(dd) = dwlb(dd) & "," & dwlb2(dd)
Print #f, uu(dd)
Else
End If
Next
For z = 1 To Tengah!combo1.Text 'station
Tengah!grid1(0).Row = j: Tengah!grid1(0).Col = z
If Tengah!grid1(0).Text <> "-" Then
dathlb(z) = Tengah!grid1(0).Text
a(j) = dathlb(z) & "," & dathlba(z)
Print #f, a(j)
Else
End If
```

```
Dim ur(10000), ur1(10000)
If z = Tengah!combo1.Text And mm <> Y + 1 Then
mm = mm + 1
For r = 1 To Haluan!Text5.Text
rr = r + (Haluan!Text5.Text * (j - 1))
If dwlh(rr) <> "-" And dwlh2(rr) <> "-" Then
ur(rr) = dwlh(rr) & "," & dwlh2(rr)
Print #f, ur(rr)
Else
End If
Next
Else
End If
```

'definition of wl elevasi

```
If z = Tengah!combo1.Text And m <> Y Then
m = m + 1
Print #f, "E"
Print #f, "X"
Print #f, "-" & dathlb2(j + 1)
Print #f, n & " " & wln(m)
Else
End If
Next z
Next j
```

```
Print #f, "E"
Print #f, "X"
Print #f, "0"
```

```
Print #f, "SS"
```

```
'Lines plan
Print #f, "Data Haluan dan Buritan"
n = ":Jarak dari AP dan FP"
t = Tengah!Text3.Text
m = 0
u = ":Data Gading " & Tengah!Text3.Text
Y = Tengah!combo1.Text
Print #f, u
```

```
Dim isi6(10000), isi8(10000)
```

```
For i = 1 To hdb!Text1.Text
hdb!grid1(0).Row = i: hdb!grid1(0).Col = 1
If hdb!grid1(0).Text = "" Then
isi6(i) = 0
ElseIf hdb!grid1(0).Text <> "-" And hdb!grid1(0).Text
<> "" Then
isi6(i) = Val(hdb!grid1(0).Text)
ElseIf hdb!grid1(0).Text = "-" Then
isi6(i) = "-"
Else
End If
Next
```

```
For i = 1 To hdb!Text1.Text
hdb!grid1(0).Row = i: hdb!grid1(0).Col = 2
If hdb!grid1(0).Text = "" Then
isi8(i) = 0
ElseIf hdb!grid1(0).Text <> "-" And hdb!grid1(0).Text
<> "" Then
isi8(i) = Val(hdb!grid1(0).Text)
ElseIf hdb!grid1(0).Text = "-" Then
isi8(i) = "-"
Else
End If
Next
```

```
For i = 1 To hdb!Text1.Text
Print #f, isi6(i) & "," & isi8(i)
Next
```

```
Print #f, "E"
Print #f, "X"
Print #f, "SS"
Print #f, "LL"
```

```
Dim isi6a(10000), isi6b(10000), isi6c(10000)
For i = 1 To GLS!Text3.Text
GLS!grid1.Row = i: GLS!grid1.Col = 1
isi6a(i) = GLS!grid1.Text
Next
```

```
For i = 1 To GLS!Text3.Text
GLS!grid1.Row = i: GLS!grid1.Col = 2
isi6b(i) = GLS!grid1.Text
Next
```

```
For i = 1 To GLS!Text3.Text
GLS!grid1.Row = i: GLS!grid1.Col = 3
isi6c(i) = GLS!grid1.Text
```

```

Next
For i = 1 To GLS!Text3.Text
Print #f, isi6a(i) & ", " & isi6b(i) & ", " & isi6c(i)
Next

```

```

Print #f, "E"
Print #f, "X"

```

```

Close #f
If apl <> 1 Then
Shell "c:/progra~1/r13/win/acad.exe", 1
pt = 16 ' Set duration.
st = Timer ' Set start time.
Do While Timer < st + pt
DoEvents
Loop
End If
apl = i
If apl = 1 Then
AppActivate "AutoCAD - [unnamed]"
SendKeys "pur" & "{ENTER}", True
End If
apl = 1

```

```
End Sub
```

```

Private Sub Command2_Click()
Command1.Enabled = True
hdb.Show: Mainf.Hide
End Sub

```

```

Private Sub Command3_Click()
Mainf.Hide: Haluan.Show
End Sub

```

```

Private Sub Command4_Click()
Tengah.Show: Mainf.Hide
End Sub

```

```

Private Sub Command5_Click()
Mainf.Hide: Buritan.Show
End Sub

```

```

Private Sub Command6_Click()
Check2.Enabled = True
GLS.Show: Mainf.Hide
End Sub

```

```
Private Sub Form_Load()
```

```

Top = Screen.Height / 2 - Height / 2
Left = Screen.Width / 2 - Width / 2

```

```

ChDir App.Path
ChDrive App.Path

```

```

filename = "Unnamed"
Mainf.Caption = "Lines plan: " & filename
If FL <> 1 Then

```

```

Form1.Show
pt = 6
st = Timer
Do While Timer < st + pt
DoEvents
Loop
Unload Form1
Else
End If

```

```

Command1.Enabled = False
Check2.Enabled = False

```

```
End Sub
```

```

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Unload Buritan: Unload GLS: Unload Haluan
Unload hdb: Unload Mainf: Unload Tengah
Unload Form3: Unload Form1
End Sub

```

```

Private Sub mnufileitem_Click(Index As Integer)
Select Case Index

```

```

Case 0 'baru
pilihan = MsgBox("Anda ingin menyimpan file ini ?",
4 + 32, "Pesan")
If pilihan = 6 Then
CloseFile (filename)
Unload Me
Mainf.Show
Else
End If
Unload Tengah: Unload Haluan: Unload Buritan:
Unload GLS: Unload Mainf: Unload hdb
Mainf.Show: Text1.SetFocus ' Clear text box
filename = "Unnamed" ' Set the title bar caption to
"Text Editor: Untitled"
Mainf.Caption = "Lines plan: " & filename
Case 1 'buka
FL = 1
Unload Tengah: Unload Haluan: Unload Buritan:
Unload GLS: Unload Mainf: Unload hdb
OpenFile (filename)
Case 2 'simpan
CloseFile (filename)
Case 3
Case 4
Unload Me
End
End Select
End Sub

```

```

Private Sub mnulas_Click(Index As Integer)
Form3.Show
Form3!combo1.Text = "Haluan"
If Form3!combo1.Text = "Haluan" Then
Form3!List1.Clear
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"

```

```
End If
End Sub
```

```
Private Sub mnuluan_Click(Index As Integer)
Form3.Show
Form3!combo1.Text = "Haluan"
If Form3!combo1.Text = "Haluan" Then
Form3!List1.Clear
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
End If
End Sub
```

```
Private Sub mnuris_Click(Index As Integer)
Form3.Show
Form3!combo1.Text = "Haluan"
If Form3!combo1.Text = "Haluan" Then
Form3!List1.Clear
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
End If
End Sub
```

```
Private Sub mnutan_Click(Index As Integer)
Form3.Show
Form3!combo1.Text = "Buritan"
If Form3!combo1.Text = "Buritan" Then
Form3!List1.Clear
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
End If
End Sub
```

```
Private Sub mnution_Click(Index As Integer)
Form3.Show
Form3!combo1.Text = "Station"
If Form3!combo1.Text = "Station" Then
Form3!List1.Clear
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
End If
End Sub
```

```
Private Sub mnutok_Click(Index As Integer)
Form3.Show
Form3!combo1.Text = "Haluan"
If Form3!combo1.Text = "Haluan" Then
Form3!List1.Clear
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
Form3!List1.AddItem "fhghghgh"
End If
End Sub
```

```
Private Sub text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Dim i As Integer
Select Case KeyAscii
Case &H28
Text6.SetFocus
KeyAscii = 0
Case &HD 'Esc
Text2.SetFocus
KeyAscii = 0
End Select
End Sub
```

```
Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Dim i As Integer
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
Text3.SetFocus
KeyAscii = 0
Case &H1B 'Esc
Text2.SetFocus
KeyAscii = 0
End Select
End Sub
```

```
Private Sub Text3_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Dim i As Integer
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
text4.SetFocus
KeyAscii = 0
Case &H1B 'Esc
Text3.SetFocus
KeyAscii = 0
End Select
End Sub
```

```
Private Sub text4_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Dim i As Integer
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
Text5.SetFocus
KeyAscii = 0
Case &H1B 'Esc
Text3.SetFocus
KeyAscii = 0
End Select
End Sub
```

```
Private Sub Text5_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Dim i As Integer
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
Text6.SetFocus
KeyAscii = 0
Case &H1B 'Esc
text4.SetFocus
```

```
KeyAscii = 0
End Select
End Sub
```

```
Private Sub text6_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Dim i As Integer
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
Text1.SetFocus
KeyAscii = 0
End Select
End Sub
```

TENGAH.FRM

```
Option Explicit
Dim batal1, i, j
```

```
Private Sub Combo1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Dim i As Integer
Select Case KeyAscii
Case &H28
combo3.SetFocus
KeyAscii = 13
End Select
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
Form3.Show
End Sub
```

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Mainf.Show
End Sub
```

```
Private Sub grid1_Db1Click(Index As Integer)
Dim KeyAscii As Integer
Text2(0).SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 13
End Sub
```

```
Private Sub grid1_KeyDown(Index As Integer, KeyCode
As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case &H71 'F2
Text2(0).SetFocus
SendKeys "{END}"
End Select
End Sub
Private Sub grid1_KeyPress(Index As Integer, KeyAscii
As Integer)
Text2(0).SetFocus
SendKeys Chr$(KeyAscii)
End Sub
```

```
Private Sub grid1_SelChange(Index As Integer)
Text2(0).Text = grid1(0).Text
End Sub
```

```
Private Sub Text2_Change(Index As Integer)
grid1(0).Text = Text2(0).Text
End Sub
Private Sub Text2_KeyPress(Index As Integer, KeyAscii
As Integer)
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
grid1(0).SetFocus
KeyAscii = 0
SendKeys "{down}"
End Select
End Sub
Private Sub Text2_Click(Index As Integer)
Dim KeyAscii As Integer
Text2(0).SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 0
End Sub
```

```
Private Sub Text2_GotFocus(Index As Integer)
batal1 = Text2(0).Text
End Sub
```

```
Private Sub Text2_KeyDown(Index As Integer, KeyCode
As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case &H1B 'Esc
Text2(0).Text = batal1
grid1(0).SetFocus
End Select
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_Db1Click(Index As Integer)
Dim KeyAscii As Integer
Text(1).SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 13
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_KeyDown(Index As Integer, KeyCode
As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case &H71 'F2
Text(1).SetFocus
SendKeys "{END}"
End Select
End Sub
Private Sub Grid2_KeyPress(Index As Integer, KeyAscii
As Integer)
Text(1).SetFocus
SendKeys Chr$(KeyAscii)
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_SelChange(Index As Integer)
Text(1).Text = Grid2(1).Text
```



```

End Sub

Private Sub Text_Change(Index As Integer)
Grid2(1).Text = Text(1).Text
End Sub

Private Sub Text_KeyPress(Index As Integer, KeyAscii As Integer)
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
Grid2(1).SetFocus
KeyAscii = 0
SendKeys "{down}"
End Select
End Sub

Private Sub Text_Click(Index As Integer)
Dim KeyAscii As Integer
Text(1).SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 0
End Sub

Private Sub Text_GotFocus(Index As Integer)
batal1 = Text(1).Text
End Sub

Private Sub Text_KeyDown(Index As Integer, KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case &H1B 'Esc
Text(1).Text = batal1
Grid2(1).SetFocus
End Select
End Sub

Private Sub ga()
Dim i, j As Integer
Grid2(1).Rows = combo3.Text + 1
Grid2(1).Cols = 2

Grid2(1).Col = 0
Grid2(1).Row = 0
Grid2(1).FixedAlignment(0) = 2
Grid2(1).ColWidth(0) = 750
Grid2(1).Text = "WL"
Grid2(1).Col = 1
Grid2(1).FixedAlignment(1) = 2
Grid2(1).ColAlignment(1) = 2
Grid2(1).Text = "Jarak (m)"
Grid2(1).ColWidth(1) = 1250

For i = 0 To 1
For j = 1 To combo3.Text
Grid2(1).ColAlignment(1) = 2
Next
Next

For i = 2 To combo3.Text + 1
Grid2(1).Row = i - 1: Grid2(1).Col = 0
Grid2(1).Text = i - 2
Next
Grid2(1).Row = 1: Grid2(1).Col = 1

```

```

End Sub

Private Sub Hb()
Dim i, j As Integer

grid1(0).Rows = combo3.Text + 2
grid1(0).Cols = combo1.Text + 1
grid1(0).Col = 0
grid1(0).Row = 0
grid1(0).FixedAlignment(0) = 2
grid1(0).ColWidth(0) = 750
grid1(0).Text = "WL/FR"

For j = 1 To combo1.Text
For i = 1 To combo3.Text + 1
grid1(0).Col = j: grid1(0).Row = i
grid1(0).FixedAlignment(j) = 2
grid1(0).ColWidth(j) = 1250
grid1(0).ColAlignment(j) = 2
Next
Next

For i = 1 To combo3.Text + 1
grid1(0).Row = i: grid1(0).Col = 0
If i = combo3.Text + 1 Then
grid1(0).Text = "Jarak (m)"
Else
grid1(0).Text = i - 1
End If
Next

For i = 1 To combo1.Text
grid1(0).Row = 0: grid1(0).Col = i
grid1(0).Text = Val(Text3.Text) + (i - 1)
If grid1(0).Text = "0" Then
grid1(0).Text = "AP"
Else
End If
Next

For i = 1 To combo1.Text
grid1(0).Row = combo3.Text + 1: grid1(0).Col = i
grid1(0).Text = Text1(3).Text * (Text3.Text + i - 1)
Next
grid1(0).Row = 1
grid1(0).Col = 1
End Sub

Private Sub Command1_Click(Index As Integer)
If combo1.Text = "" Then
MsgBox "Isilah Jumlah Gading !!", 0 + 48, "Pesan"
Exit Sub
ElseIf Text1(3).Text = "" Then
MsgBox "Isilah Jarak Gading !!", 0 + 48, "Pesan"
Exit Sub
ElseIf combo3.Text = "" Then
MsgBox "Isilah Jumlah Garis Air !!", 0 + 48, "Pesan"
Exit Sub
End If
Hb

ga
End Sub

```

```
Private Sub Command2_Click()
Tengah.Hide: Mainf.Show
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
Top = Screen.Height / 2 - Height / 2
Left = Screen.Width / 2 - Width / 2
combo1.AddItem "15"
combo1.AddItem "20"
combo1.AddItem "25"
combo1.AddItem "30"
```

```
combo3.AddItem "5"
combo3.AddItem "10"
combo3.AddItem "15"
combo3.AddItem "20"
combo3.AddItem "25"
```

```
End Sub
```

BURITAN.FRM

```
Option Explicit
Dim batal1, i, j
```

```
Private Sub Command1_Click()
Buritan.Hide: Mainf.Show
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
grid1.Rows = Text1.Text * Text2.Text + 1
```

```
For i = 1 To Text1.Text * Text2.Text
grid1.Row = i: grid1.Col = 0
grid1.Text = i
grid1.FixedAlignment(0) = 2
Next
```

```
For j = 1 To 3
For i = 1 To Text1.Text * Text2.Text
grid1.Row = i: grid1.Col = j
grid1.FixedAlignment(j) = 2
grid1.ColWidth(j) = 1250
grid1.ColAlignment(j) = 2
Next
Next
```

```
grid1.Row = 0
For i = 1 To 4
grid1.Col = i - 1
grid1.ColWidth(0) = 600
If i = 1 Then
grid1.Text = "FR/GA"
Elseif i = 2 Then
grid1.Text = "X"
Elseif i = 3 Then
grid1.Text = "Y"
Elseif i = 4 Then
```

```
grid1.Text = "Z"
Else
End If
Next

Dim ll
ll = 0
For i = 1 To Text1.Text
For j = 1 To Text2.Text
ll = ll + 1
grid1.Row = ll: grid1.Col = 0
grid1.Text = "[" & i & ", " & j & "]"
Next
Next
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
Grid2.Rows = text4.Text * Text5.Text + 1
```

```
For i = 1 To text4.Text * Text5.Text
Grid2.Row = i: Grid2.Col = 0
Grid2.Text = i
Grid2.FixedAlignment(0) = 2
Next
```

```
For j = 1 To 3
For i = 1 To text4.Text * Text5.Text
Grid2.Row = i: Grid2.Col = j
Grid2.FixedAlignment(j) = 2
Grid2.ColWidth(j) = 1250
Grid2.ColAlignment(j) = 2
Next
Next
```

```
Grid2.Row = 0
For i = 1 To 4
Grid2.Col = i - 1
Grid2.ColWidth(0) = 600
If i = 1 Then
Grid2.Text = "FR/GA"
Elseif i = 2 Then
Grid2.Text = "X"
Elseif i = 3 Then
Grid2.Text = "Y"
Elseif i = 4 Then
Grid2.Text = "Z"
Else
End If
Next
```

```
Dim ll
ll = 0
For i = 1 To text4.Text
For j = 1 To Text5.Text
ll = ll + 1
Grid2.Row = ll: Grid2.Col = 0
Grid2.Text = "[" & i & ", " & j & "]"
Next
Next
```

End Sub

```
Private Sub Form_Load()  
Dim i, j
```

```
Top = Screen.Height / 2 - Height / 2  
Left = Screen.Width / 2 - Width / 2
```

```
grid1.Rows = 2  
grid1.Cols = 4
```

```
'label wl  
Grid2.Rows = 2  
Grid2.Cols = 4
```

End Sub

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)  
Mainf.Show  
End Sub
```

```
Private Sub grid1_DblClick()  
Dim KeyAscii As Integer  
Text3.SetFocus  
SendKeys "{END}"  
KeyAscii = 13  
End Sub
```

```
Private Sub grid1_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift  
As Integer)  
Select Case KeyCode  
Case &H71 'F2  
Text3.SetFocus  
SendKeys "{END}"  
End Select  
End Sub
```

```
Private Sub grid1_KeyPress(KeyAscii As Integer)  
Text3.SetFocus  
SendKeys Chr$(KeyAscii)  
End Sub
```

```
Private Sub grid1_SelChange()  
Text3.Text = grid1.Text  
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_DblClick()  
Dim KeyAscii As Integer  
Text6.SetFocus  
SendKeys "{END}"  
KeyAscii = 13  
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift  
As Integer)  
Select Case KeyCode  
Case &H71 'F2  
Text6.SetFocus  
SendKeys "{END}"  
End Select  
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_KeyPress(KeyAscii As Integer)  
Text6.SetFocus  
SendKeys Chr$(KeyAscii)  
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_SelChange()  
Text6.Text = Grid2.Text  
End Sub
```

```
Private Sub Text3_Change()  
grid1.Text = Text3.Text  
End Sub
```

```
Private Sub Text3_Click()  
Dim KeyAscii As Integer  
Text3.SetFocus  
SendKeys "{END}"  
KeyAscii = 0  
End Sub
```

```
Private Sub Text3_GotFocus()  
batal1 = Text3.Text  
End Sub
```

```
Private Sub Text3_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift  
As Integer)  
Select Case KeyCode  
Case &H1B 'Esc  
Text3.Text = batal1  
grid1.SetFocus  
End Select  
End Sub
```

```
Private Sub Text3_KeyPress(KeyAscii As Integer)  
Select Case KeyAscii  
Case &HD 'Enter  
grid1.SetFocus  
KeyAscii = 0  
SendKeys "{down}"  
End Select  
End Sub
```

```
Private Sub text6_Change()  
Grid2.Text = Text6.Text  
End Sub
```

```
Private Sub text6_Click()  
Dim KeyAscii As Integer  
Text6.SetFocus  
SendKeys "{END}"  
KeyAscii = 0  
End Sub
```

```
Private Sub text6_GotFocus()  
batal1 = Text6.Text  
End Sub
```

```
Private Sub text6_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As  
Integer)  
Select Case KeyCode  
Case &H1B 'Esc  
Text6.Text = batal1
```

```

Grid2.SetFocus
End Select
End Sub

Private Sub text6_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
Grid2.SetFocus
KeyAscii = 0
SendKeys "{down}"
End Select
End Sub

```

HALUAN.FRM

```

Option Explicit
Dim batal1, i, j

```

```

Private Sub Command1_Click()
Haluan.Hide: Mainf.Show
End Sub

```

```

Private Sub Command2_Click()

```

```

grid1(0).Rows = Text1.Text * Text2.Text + 1

```

```

For i = 1 To Text1.Text * Text2.Text
grid1(0).Row = i: grid1(0).Col = 0
grid1(0).Text = i
grid1(0).FixedAlignment(0) = 2
Next

```

```

For j = 1 To 3
For i = 1 To Text1.Text * Text2.Text
grid1(0).Row = i: grid1(0).Col = j
grid1(0).FixedAlignment(j) = 2
grid1(0).ColWidth(j) = 1250
grid1(0).ColAlignment(j) = 2
Next
Next

```

```

grid1(0).Row = 0
For i = 1 To 4
grid1(0).Col = i - 1
grid1(0).ColWidth(0) = 600
If i = 1 Then
grid1(0).Text = "FR/GA"
Elseif i = 2 Then
grid1(0).Text = "X"
Elseif i = 3 Then
grid1(0).Text = "Y"
Elseif i = 4 Then
grid1(0).Text = "Z"
Else
End If
Next

```

```

Dim ll
ll = 0

```

```

For i = 1 To Text1.Text
For j = 1 To Text2.Text
ll = ll + 1
grid1(0).Row = ll: grid1(0).Col = 0
grid1(0).Text = "[" & i & ", " & j & "]"
Next
Next
grid1(0).Row = 1
grid1(0).Col = 1

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Command3_Click()
Grid2.Rows = text4.Text * Text5.Text + 1

```

```

For i = 1 To text4.Text * Text5.Text
Grid2.Row = i: Grid2.Col = 0
Grid2.Text = i
Grid2.FixedAlignment(0) = 2
Next

```

```

For j = 1 To 3
For i = 1 To text4.Text * Text5.Text
Grid2.Row = i: Grid2.Col = j
Grid2.FixedAlignment(j) = 2
Grid2.ColWidth(j) = 1250
Grid2.ColAlignment(j) = 2
Next
Next

```

```

Grid2.Row = 0
For i = 1 To 4
Grid2.Col = i - 1
Grid2.ColWidth(0) = 600
If i = 1 Then
Grid2.Text = "FR/GA"
Elseif i = 2 Then
Grid2.Text = "X"
Elseif i = 3 Then
Grid2.Text = "Y"
Elseif i = 4 Then
Grid2.Text = "Z"
Else
End If
Next

```

```

Dim ll
ll = 0
For i = 1 To text4.Text
For j = 1 To Text5.Text
ll = ll + 1
Grid2.Row = ll: Grid2.Col = 0
Grid2.Text = "[" & i & ", " & j & "]"
Next
Next

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
Dim i, j

```

```
Top = Screen.Height / 2 - Height / 2
Left = Screen.Width / 2 - Width / 2
```

```
grid1(0).Rows = 2
grid1(0).Cols = 4
```

```
'label w1
Grid2.Rows = 2
Grid2.Cols = 4
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Mainf.Show
End Sub
```

```
Private Sub grid1_DbClick(Index As Integer)
Dim KeyAscii As Integer
Text3.SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 13
End Sub
```

```
Private Sub grid1_KeyDown(Index As Integer, KeyCode
As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case &H71 'F2
Text3.SetFocus
SendKeys "{END}"
End Select
End Sub
```

```
Private Sub grid1_KeyPress(Index As Integer, KeyAscii
As Integer)
Text3.SetFocus
SendKeys Chr$(KeyAscii)
End Sub
```

```
Private Sub grid1_SelChange(Index As Integer)
Text3.Text = grid1(0).Text
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_DbClick()
Dim KeyAscii As Integer
Text6.SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 13
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift
As Integer)
Select Case KeyCode
Case &H71 'F2
Text6.SetFocus
SendKeys "{END}"
End Select
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Text6.SetFocus
SendKeys Chr$(KeyAscii)
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_SelChange()
Text6.Text = Grid2.Text
End Sub
```

```
Private Sub Text3_Change()
grid1(0).Text = Text3.Text
End Sub
```

```
Private Sub Text3_Click()
Dim KeyAscii As Integer
Text3.SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 0
End Sub
```

```
Private Sub Text3_GotFocus()
batal1 = Text3.Text
End Sub
```

```
Private Sub Text3_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift
As Integer)
Select Case KeyCode
Case &H1B 'Esc
Text3.Text = batal1
grid1(0).SetFocus
End Select
End Sub
```

```
Private Sub Text3_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
grid1(0).SetFocus
KeyAscii = 0
SendKeys "{down}"
End Select
End Sub
```

```
Private Sub text6_Change()
Grid2.Text = Text6.Text
End Sub
```

```
Private Sub text6_Click()
Dim KeyAscii As Integer
Text6.SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 0
End Sub
```

```
Private Sub text6_GotFocus()
batal1 = Text6.Text
End Sub
```

```
Private Sub text6_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As
Integer)
Select Case KeyCode
Case &H1B 'Esc
Text6.Text = batal1
Grid2.SetFocus
End Select
End Sub
```

```
Private Sub text6_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Select Case KeyAscii
```

```

Case &HD 'Enter
Grid2.SetFocus
KeyAscii = 0
SendKeys "{down}"
End Select
End Sub

```

BLO.FRM

```

Option Explicit
Dim batal1, i, j

```

```

Private Sub Command1_Click()
hdb.Hide: Mainf.Show
End Sub

```

```

Private Sub Command2_Click()

```

```

grid1(0).Rows = Text1.Text + 1
grid1(0).Cols = 3

```

```

For i = 1 To Text1.Text
grid1(0).Row = i: grid1(0).Col = 0
grid1(0).Text = i
grid1(0).FixedAlignment(0) = 2
Next

```

```

For j = 1 To 2
For i = 1 To Text1.Text
grid1(0).Row = i: grid1(0).Col = j
grid1(0).FixedAlignment(j) = 2
grid1(0).ColWidth(j) = 1250
grid1(0).ColAlignment(j) = 2
Next
Next

```

```

grid1(0).Row = 0
For i = 1 To 3
grid1(0).Col = i - 1
grid1(0).ColWidth(0) = 600
If i = 1 Then
grid1(0).Text = "FR/GA"
Elseif i = 2 Then
grid1(0).Text = "X"
Elseif i = 3 Then
grid1(0).Text = "Y"
Else
End If
Next

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
Dim i, j

```

```

Top = Screen.Height / 2 - Height / 2
Left = Screen.Width / 2 - Width / 2

```

```

grid1(0).Rows = 2
grid1(0).Cols = 3

```

```

Grid2.Rows = 2
Grid2.Cols = 3

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Mainf.Show
End Sub

```

```

Private Sub grid1_Db1Click(Index As Integer)
Dim KeyAscii As Integer
Text2.SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 13
End Sub

```

```

Private Sub grid1_KeyDown(Index As Integer, KeyCode
As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case &H71 'F2
Text2.SetFocus
SendKeys "{END}"
End Select
End Sub

```

```

Private Sub grid1_KeyPress(Index As Integer, KeyAscii
As Integer)
Text2.SetFocus
SendKeys Chr$(KeyAscii)
End Sub

```

```

Private Sub grid1_SelChange(Index As Integer)
Text2.Text = grid1(0).Text
End Sub

```

```

Private Sub ok_Click()
Grid2.Rows = Text7.Text + 1
Grid2.Cols = 3

```

```

For i = 0 To 2
For j = 1 To Text7.Text
Grid2.Row = j: Grid2.Col = i
Grid2.FixedAlignment(i) = 2
Grid2.ColWidth(i) = 750
Next
Next

```

```

For i = 1 To 2
For j = 1 To Text7.Text
Grid2.ColAlignment(i) = 2
Next
Next

```

```

For j = 1 To Text7.Text
Grid2.Row = j: Grid2.Col = 0
Grid2.Text = j
Next

```

```

Grid2.Row = 0
For i = 1 To 3
Grid2.Col = i - 1
Grid2.ColWidth(0) = 600
If i = 1 Then
Grid2.Text = "FR"
ElseIf i = 2 Then
Grid2.Text = "X"
ElseIf i = 3 Then
Grid2.Text = "Y"
Else
End If
Next

```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text2_Change()
grid1(0).Text = Text2.Text
End Sub
```

```
Private Sub Text2_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift
As Integer)
Select Case KeyCode
Case &H1B 'Esc
Text2.Text = batal1
grid1(0).SetFocus
End Select
End Sub
```

```
Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
grid1(0).SetFocus
KeyAscii = 0
SendKeys "{down}"
End Select
End Sub
```

```
Private Sub Text2_Click()
Dim KeyAscii As Integer
Text2.SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 0
End Sub
```

```
Private Sub Text2_GotFocus()
batal1 = Text2.Text
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_DbClick()
Dim KeyAscii As Integer
Text6.SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 13
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift
As Integer)
Select Case KeyCode
Case &H71 'F2
Text6.SetFocus
SendKeys "{END}"
End Select

```

```
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Text6.SetFocus
SendKeys Chr$(KeyAscii)
End Sub
```

```
Private Sub Grid2_SelChange()
Text6.Text = Grid2.Text
End Sub
Private Sub text6_Change()
Grid2.Text = Text6.Text
End Sub
```

```
Private Sub text6_Click()
Dim KeyAscii As Integer
Text6.SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 0
End Sub
```

```
Private Sub text6_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As
Integer)
Select Case KeyCode
Case &H1B 'Esc
Text6.Text = batal1
Grid2.SetFocus
End Select
End Sub
```

```
Private Sub text6_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
Grid2.SetFocus
KeyAscii = 0
SendKeys "{down}"
End Select
End Sub
```

```
Private Sub text6_GotFocus()
batal1 = Text6.Text
End Sub
```

```
GLS.FRM
```

```
Dim i, j, f
Const mb_YESNO = 4, mb_ICONQUESTION = 32,
IDNO = 7, mb_DEFBUTTON2 = 256
Dim batal1, filename, response
```

```
Private Sub btabel()
Dim a, i, c As Integer
Dim b As String
If Text1.Text = "" Then
MsgBox "Isilah Jumlah Horisontalnya !", 0 + 48, "Pesan"
Exit Sub
ElseIf Text2.Text = "" Then
MsgBox "Isilah Jumlah Vertikalnya !", 0 + 48, "Pesan"
Exit Sub
Else

```

```

End If
If IsNumeric(Text1.Text) = False Then
MsgBox "Isilah Dengan Angka !", 0 + 48, "Pesan"
Exit Sub
End If
If IsNumeric(Text2.Text) = False Then
MsgBox "Isilah Dengan Angka !", 0 + 48, "Pesan"
Exit Sub
End If
Dim jj
grid1.Rows = Text1.Text * Text2.Text + 1
For i = 1 To Text1.Text
For j = 1 To Text2.Text
jj = j + (Text2.Text * (i - 1))
grid1.Row = jj: grid1.Col = 0
grid1.Text = "H" & i & ", " & j
Next
Next
grid1.Row = 1: grid1.Col = 1
End Sub
Private Sub Command1_Click()

If Text1.Text <> "" And Text2.Text <> "" Then
f = FreeFile
Open "c:/tt.dat" For Output As f

Write #f, Val(Text1.Text)
Write #f, Val(Text2.Text)

For i = 1 To Text1.Text * Text2.Text
For j = 1 To 3
grid1.Row = i: grid1.Col = j
Print #f, grid1.Text
Next
Next
Close #f
Else
End If
GLS.Hide: Mainf.Show
End Sub

Private Sub Command2_Click()
grid1.Col = 0
grid1.FixedAlignment(0) = 2: grid1.Text = "No."
grid1.ColWidth(0) = 800
grid1.Col = 1
grid1.FixedAlignment(1) = 2: grid1.Text = "X"
grid1.Col = 2
grid1.FixedAlignment(2) = 2: grid1.Text = "Y"
grid1.Col = 3
grid1.FixedAlignment(3) = 2: grid1.Text = "Z"
grid1.Col = 1: grid1.Row = 1
btabel

For i = 1 To 3
grid1.ColWidth(i) = 1000
Next
For i = 1 To 3
For j = 1 To Text1.Text * Text2.Text
grid1.Row = j: grid1.Col = i
grid1.FixedAlignment(i) = 2
grid1.ColAlignment(i) = 2

```

```

Next
Next

Text3.Text = Text1.Text * Text2.Text

End Sub

Private Sub Form_Load()
Dim i, a As Integer
Top = Screen.Height / 2 - Height / 2
Left = Screen.Width / 2 - Width / 2
grid1.Cols = 4
grid1.Row = 0
End Sub

Private Sub grid1_Db1Click()
Dim KeyAscii As Integer
text4.SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 13
End Sub

Private Sub grid1_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift
As Integer)
Select Case KeyCode
Case &H71 'F2
text4.SetFocus
SendKeys "{END}"
End Select
End Sub

Private Sub grid1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
text4.SetFocus
SendKeys Chr$(KeyAscii)
End Sub

Private Sub grid1_SelChange()
text4.Text = grid1.Text
End Sub

Private Sub text4_Change()
grid1.Text = text4.Text
End Sub

Private Sub text4_Click()
Dim KeyAscii As Integer
text4.SetFocus
SendKeys "{END}"
KeyAscii = 0
End Sub

Private Sub text4_GotFocus()
batal1 = text4.Text
End Sub

Private Sub text4_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As
Integer)
Select Case KeyCode
Case &H1B 'Esc
text4.Text = batal1

```

```
grid1.SetFocus
End Select
End Sub
```

```
Private Sub text4_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Select Case KeyAscii
Case &HD 'Enter
grid1.SetFocus
KeyAscii = 0
SendKeys "{down}"
End Select
End Sub
```

HELP.FRM

```
Dim a, b, c As String
```

```
Private Sub Combo1_Click()
```

```
    If combo1.Text = a Then
        List1.Clear
    End If
```

```
    If combo1.Text = b Then
        List1.Clear
    End If
```

```
    If combo1.Text = c Then
        List1.Clear
    End If
```

```
    If combo1.Text = d Then
        List1.Clear
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    Top = Screen.Height / 2 - Height / 2
    Left = Screen.Width / 2 - Width / 2
```

```
    a = "Haluan"
    b = "Buritan"
    c = "Garis Air"
    d = "Garis Las"
```

```
    combo1.AddItem a
    combo1.AddItem b
    combo1.AddItem c
    combo1.AddItem d
```

```
If combo1.Text = a Then
    List1.Clear
```

```
End If
```

```
If combo1.Text = b Then
    List1.Clear
```

```
End If
```

```
If combo1.Text = c Then
    List1.Clear
```

```
End If
```

```
If combo1.Text = d Then
    List1.Clear
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Mainf.Show
End Sub
```

```
Private Sub Keluar_Click()
Unload Me
End Sub
```

B. Program AutoLISP

PURN.LSP

```
(defun b ()
(setq tk (read-line a))
(IF (= tk "E")
(setq tk ""))
(command tk)
)
```

```
(defun des ()
(command "layer" "m" "0" "c" "5" "" "")
(command "3dmesh" m n)
(b)
(while (/= tk "X")
(b)
)
)
```

```
(defun wh ()
(SETQ TK (read-line a))
(if (/= tk "SS")
(progn (command "pline")
(b)
(while (/= tk "X")
(b))
(command "PEDIT" "last" "f" "" ""))
(setq tk (read-line a))
(command "elev" tk "" "")))
)
```

```
(defun halbur()
(SETQ TK (read-line a))
(if (/= tk "SS")
(progn (command "pline")
```

```

(b)
(while (/= tk "X")
(b)
(command "PEDIT" "last" "f" "" ""))
)
)

(defun aa ()
(setq tk (read-line a))
(command tk)
)

(defun mesh ()
(command "ucs" "X" "-90" "" )
(command "vpoint" "-1,-1,1" "" )
(SETQ TK (read-line a))
(if (= tk "LL")
(SETQ TK (read-line a))
(while (/= tk "LL")
(SETQ TK (read-line a))
);while
);if

(des)
)

(defun lp ()
(setvar "blipmode" 0)
(command "ucsicon" "ON" "" )
(command "ucs" "" "" )
(command "ucsicon" "OR" "" )
(command "plan" "" "" )
(command "layer" "s" "0" "" "" )
(command "zoom" "e" "" )
(COMMAND "UCS" "S" "PLAN" "" )

(setq ao "0,0,0"
a1 "0,0,")
;half breath
(PROGN (command "elev" (read-line a) "" "" )
(SETQ TK (read-line a))
(COMMAND "LAYER" "M"
"tENGAH" "COLOR" "MAGENTA" "" "" )
(command "3dpoly" ao (strcat a1 lpp)
"" "" )
(while (/= tk "SS")
(wh)
(SETQ TK (read-line a))
(command "ucs" "X" "-90" "" )
(command "ucs" "X" "180" "" )
(command "plan" "" )
(while (/= tk "SS")
(wh))
)
(command "zoom" "e" "" )
(command "elev" "0" "" "" )
(command "plan" "" "" )
(command "ucs" "" "" )
(command "ucs" "y" "-90" "" )
(command "rotate" "all" "" "0,0" "-90" "" )

```

```

(command "vpoint" "-1,1,1" "" )
(command "ucs" "" "" )
(command "ucs" "x" "-90" "" )
(command "mirror" "all" "" "0,0" "0,9" "" )
(command "ucs" "" "" )
(command "zoom" "e" "" )
(command "ucs" "z" "-90" "" )
(command "ucs" "x" "90" "" )
(command "plan" "" "" )
(read-line a)
(halbur)
(command "vpoint" "-1,0,0" "" )
)

(defun c:pur (/ lpp bk hk sk d1 a tk TENGAH HALUAN
m n )
(setq a (open "c:/data/dwgfl.ars" "r"))
(command "erase" "all" "" )
(SETQ lpp (read-line a))
(SETQ bk (read-line a))
(SETQ hk (read-line a))
(SETQ sk (read-line a))
(SETQ d1 (read-line a))
(setq m (read-line a))
(setq n (read-line a))
(cond ((= d1 "1")
(lp)
(mesh)
(setq uu (ssget "X" (list (cons 8 "tengah")))))
(command "erase" uu "" )
(command "redraw" "" )
(command "ucs" "w" "" )
(command "zoom" "e" "" )
)
((= d1 "0")
(lp)
(command "zoom" "e" "" )
)
((= d1 "2")
(lp)
(setq tk (read-line a))
(setq tk (read-line a))
(command "ucs" "X" "-90" "" )
(command "vpoint" "-1,-1,1" "" )
(command "zoom" "e" "" )
(dcs))
);cond
);defun
(princ "\nC:Pur. For to run Pur.lsp\n")
(princ)

LINES.LSP
(defun c:lines (/ at)
(command "sh" "c:\purna.exe")
)
(princ "\nType lines to run lines.lsp\n")
(princ)

```

OUTPUT.LSP

```
(defun c:output ()  
(command "sh" "c:\output.exe")  
)  
(princ "\nType output to run output.lsp\n")  
(princ)
```

TUT.LSP

```
(defun c:tut (/ a1 b1 c1 d1 e1)  
(setq a1 (getpoint "Pilih Titik Acuan :"))  
(setq b1 (car a1))  
(setq c1 (cadr a1))  
(setq d1 (caddr a1))  
(setq e1 (open "c:/tr.dat" "w"))  
(write-line (RTOS b1 2 4) e1)  
(write-line (RTOS C1 2 4) e1)  
(write-line (RTOS D1 2 4) e1)  
(close e1)  
)  
(princ "\nType TUT to run tut.lsp\n")  
(princ)
```

5. *Copy* Daftar Kemajuan Tugas Akhir



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN ITS

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

DAFTAR KEMAJUAN TUGAS AKHIR (NA 1701)

a mahasiswa : Riza Purnawarman
P. : 4192100040
s diberikan : Semester Genap 1996 . / 19 97 .
ngal mulai tugas : 16 Maret 1997
ngal selesai tugas : 26 Juli 1997
n Pembimbing : 1. Ir. Sjarief Widjaja, Ph. D
2.

Tanggal	Uraian Kemajuan Tugas	Tanda Tangan
5/4 '97	PEMBAHASAN BAHAN - BAHAN TUGAS AKHIR	Ah
1/4 '97	PEMBAHASAN KONSEP DESAIN GRAPHIS	Ah
2/4 '97	PEMBAHASAN KONSEP PEMODELAN	Ah
1/5 '97	PEMBAHASAN KONSEP PEMROGRAMAN	Ah
5 '97	PEMBAHASAN PROGRAM INPUT & GRAPHIS SERTA OUTPUT DATA.	Ah
1 '97	PEMBUATAN PROGRAM INPUT DATA	Ah
6 '97	PEMBUATAN PROGRAM GRAPHIS	Ah
3 '97	PEMBUATAN PROGRAM OUTPUT	Ah