



TUGAS AKHIR - MN141581

**PENENTUAN DIMENSI *CORRUGATED BULKHEAD* PADA
RUANG MUAT KAPAL *TANKER* SESUAI PERATURAN
BIRO KLASIFIKASI INDONESIA MENGGUNAKAN BAHASA
PEMROGRAMAN**

**Syahadi Saputra
NRP 4111100073**

**Dosen Pembimbing
Totok Yulianto, S.T., M.T.
Septia Hardy Sujiatanti, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



TUGAS AKHIR - MN141581

**PENENTUAN DIMENSI *CORRUGATED BULKHEAD* PADA
RUANG MUAT KAPAL *TANKER* SESUAI PERATURAN
BIRO KLASIFIKASI INDONESIA MENGGUNAKAN BAHASA
PEMROGRAMAN**

**Syahadi Saputra
NRP 4111100073**

**Dosen Pembimbing
Totok Yulianto, S.T., M.T.
Septia Hardy Sujiatanti, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT - MN141581

**DETERMINATING THE SIZE OF CORRUGATED
BULKHEAD IN TANKER ACCORDING TO BIRO
KLASIFIKASI INDONESIA (BKI)'S RULES USING
PROGRAMMING LANGUAGE**

**Syahadi Saputra
NRP 4111100073**

**Supervisor(s)
Totok Yulianto, S.T., M.T.
Septia Hardy Sujatanti, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN DIMENSI *CORRUGATED BULKHEAD* PADA RUANG MUAT KAPAL *TANKER* SESUAI PERATURAN BIRO KLASIFIKASI INDONESIA MENGGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Konstruksi
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

SYAHADI SAPUTRA
NRP 4111100073

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing II



Septia Hardy Sujiatanti, S.T., M.T.
NIP 19840921 201212 2 001

Dosen Pembimbing I



Totok Yulianto, S.T., M.T.
NIP 19700731 199512 1 001

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 18 JULI 2017

LEMBAR REVISI

PENENTUAN DIMENSI *CORRUGATED BULKHEAD* PADA RUANG MUAT KAPAL *TANKER* SESUAI PERATURAN BIRO KLASIFIKASI INDONESIA MENGGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 7 Juli 2017

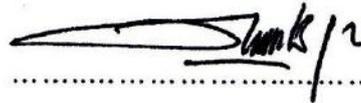
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Konstruksi
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

SYAHADI SAPUTRA
NRP 4111100073

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.



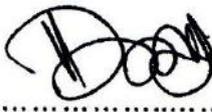
.....

2. M. Nurul Misbah, S.T., M.T.



.....

3. Dony Setyawan, S.T., M.T.



.....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Totok Yulianto, S.T., M.T.



.....

2. Septia Hardy Sujiatanti, S.T., M.T.



.....

SURABAYA, 7 JULI 2017

Dipersembahkan kepada Ayah dan Ibu atas segala dukungan dan doanya secara langsung
ditujukan pada saya
Dan dipersembahkan untuk Sania Mawaddatur Rohmah atas motivasi-motivasi yang
diberikan secara tidak langsung

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Totok Yulianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing satu atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Ibu Septia Hardy Sujiatanti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing dua atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan;
4. Bapak Prof Dr. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc. selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan motivasi kepada penulis;
5. Dosen-dosen jurusan Teknik Perkapalan khususnya Bidang Studi Rekayasa Perkapalan atas bimbingan, ilmu, serta motivasi yang telah diberikan selama di bangku perkuliahan;
6. Ayah dan Ibu, yang telah memberikan dorongan motivasi dan dukungan kepada penulis;
7. Sania Mawaddatur Rohmah yang telah memberikan dukungan, pesan moril, dan motivasi kepada penulis;
8. Syariful Muharram dan Irwan Hidayatullah yang telah memberikan tempat mengerjakan, serta motivasi selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
9. Teguh Prakoso Tri Hardianto dan Rokhmad Rozinul Arifin yang telah memberikan waktu luang dan motivasi kepada penulis selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
10. Teman-teman angkatan “P-51 Centerline“, yang senantiasa saling memberikan semangat dan motivasi;
11. ZaPoetra, Arseгаа, GreamWolf, dan Tpth21 yang senantiasa memberikan hiburan kepada penulis;
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu;

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 4 Mei 2017

Syahadi Saputra

PENENTUAN DIMENSI *CORRUGATED BULKHEAD* PADA RUANG MUAT KAPAL *TANKER* SESUAI PERATURAN BIRO KLASIFIKASI INDONESIA MENGGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN

Nama Mahasiswa : Syahadi Saputra
NRP : 4111100073
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Totok Yulianto, S.T., M.T.
2. Septia Hardy Sujatanti, S.T., M.T.

ABSTRAK

Saat ini penggunaan teknologi dalam perancangan kapal dibutuhkan. Corrugated bulkhead yang selama ini dihitung secara manual, biasanya mempunyai total lebar elemen yang tidak sama dengan lebar sekat, sehingga sering kali terjadi pemotongan pada panel yang ada di ujung sekat. Hal ini seharusnya bisa diatasi menggunakan program. Tugas akhir kali ini menjelaskan bagaimana merancang ukuran sekat dan tepat sesuai dengan standard perhitungan. Perhitungan konstruksi mengacu pada peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Volume II Rules for Hull. Hasil yang didapatkan berupa rekapitulasi perhitungan dari program yang berupa ukuran panel, modulus, dan tebal pelat yang kemudian digunakan untuk menghasilkan gambar penampang.

Kata kunci: *proram, Corrugated Bulkhead, Standard BKI.*

DETERMINATING THE SIZE OF CORRUGATED BULKHEAD IN TANKER ACCORDING TO BIRO KLASIFIKASI INDONESIA (BKI)'S RULE USING PROGRAMMING LANGUAGE

Author : Syahadi Saputra
ID No. : 4111100073
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology
Supervisors : 1. Totok Yulianto, S.T., M.T.
2. Septia Hardy Sujatanti, S.T., M.T.

ABSTRACT

The use of technology in ship design is needed today. Technology can make design calculation more simpler. Corrugated bulkhead that has been always calculated manually, usually, there are panels that must be cut. This should be able to be calculated using program. This Project explains how to design the size of corrugated bulkhead in accordance with the standard. The standard calculation used in this program is Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)'s Rule Volume II Rules for Hull. Result obtained in the form of corrugated bulkhead's size, corrugated bulkhead's modulus, Corrugated bulkhead's plate thickness, and corrugated bulkhead's area which has the smallest area.

Keywords: Program, Corrugated Bulkhead, BKI Standard

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI	iv
HALAMAN PERUNTUKAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
Bab I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah	1
I.2. Perumusan Masalah	1
I.3. Tujuan	2
I.4. Batasan Masalah.....	2
I.5. Manfaat	2
I.6. Hipotesis	3
Bab II STUDI LITERATUR	5
II.1. Dasar Teori	5
II.1.1. Penentuan Beban, Tebal, dan Modulus Sekat Sesuai dengan Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)	5
II.1.2. Penentuan Dimensi Corrugated Bulkhead sesuai dengan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).....	8
II.2. Tinjauan Pustaka	9
II.2.1. Kapal Tanker	9
II.2.2. Corrugated Bulkhead	10
II.2.3. Biro Klasifikasi Indonesia	12
II.2.4. Rekayasa Perangkat Lunak	12
Bab III METODOLOGI	19
III.1. Metode	19
III.1.1. Proses Perhitungan	19
III.2. Bahan dan Peralatan.....	20
III.3. Proses Pengerjaan.....	20
III.3.1. Pengumpulan Data	21
III.3.2. Membuat Algoritma Program.....	21
III.3.3. Membuat Form Antarmuka	21
III.3.4. Merancang Tab <i>Layout</i> Gambar	22
III.3.5. Merancang Tab <i>Calculation</i>	23
III.3.6. Merancang Tab <i>Construction Drawing</i>	26
III.4. Lokasi Pengerjaan	28
III.5. Bagan Alir.....	29
Bab IV FUNGSIONAL	31
IV.1. Pengujian Fungsional.....	31

IV.1.1.	Pengujian Tab Layout	31
IV.1.2.	Pengujian Tab Calculation	33
IV.1.3.	Pengujian Tab Construction Drawing	38
Bab V	Hasil dan pembahasan	43
V.1.	Gambar <i>Outline</i> Penampang Kapal.....	43
V.1.1.	Titik Koordinat	43
V.1.2.	Hasil Outline	45
V.2.	Gambar Susunan Lajur Pelat pada Penampang Outline	45
V.3.	Perhitungan Ukuran Panel	46
V.3.1.	Perhitungan modulus minimal.....	47
V.3.2.	Perhitungan ukuran panel dan tebal lajur pelat	48
V.4.	Gambar Konstruksi	54
Bab VI	KESIMPULAN DAN SARAN	57
VI.1.	Kesimpulan	57
VI.2.	Saran	57
DAFTAR	PUSTAKA	59
LAMPIRAN		
	LAMPIRAN A HASIL PROGRAM	
	BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Panel corrugated bulkhead.....	8
Gambar II.2. Penampang melintang kapal tanker tahun 1886.....	9
Gambar II.3. Satu Panel Corrugated Bulkhead.....	11
Gambar II.4. Sekat kedap bergelombang.....	11
Gambar II.5. Satu Panel Corrugated Bulkhead.....	17
Gambar III.1. Pembagian tab.....	22
Gambar III.2. Tampilan tab layout.....	22
Gambar III.3. Tampilan tab calculation.....	23
Gambar III.4. Kolom penghitung modulus minimum.....	24
Gambar III.5. Kolom penghitung ukuran panel.....	25
Gambar III.6. Kolom penghitung lajur pelat dan tebalnya.....	26
Gambar III.7. Tampilan tab drawing.....	27
Gambar III.8. Kolom construction drawing.....	27
Gambar III.9. Kolom panel drawing.....	28
Gambar IV.1. Hasil sukses layout gambar.....	32
Gambar IV.2. Hasil error layout gambar.....	32
Gambar IV.3. Hasil sukses tombol “calculate minimum modulus”.....	33
Gambar IV.4. Hasil error tombol “calculate minimum modulus”.....	34
Gambar IV.5. Hasil sukses tombol calculate.....	35
Gambar IV.6. Hasil error tombol calculate.....	36
Gambar IV.7. Hasil sukses tombol show thickness and modulus.....	37
Gambar IV.8. Hasil error tombol show thickness and modulus.....	37
Gambar IV.9. Hasil sukses tombol “draw” pada tab construction drawing.....	38
Gambar IV.10. Hasil error tombol “draw” pada tab construction drawing.....	39
Gambar IV.11. Hasil sukses tombol draw panel.....	40
Gambar IV.12. Hasil error tombol draw panel.....	40
Gambar V.1. Catatan pada user mengenai titik koordinat.....	44
Gambar V.2. Tempat titik-titik koordinat dimasukkan.....	44
Gambar V.3. Hasil Outline.....	45
Gambar V.4. Kolom memasukkan lebar pelat yang digunakan.....	45
Gambar V.5. Hasil Layout Lajur Pelat 1200 mm.....	46
Gambar V.6. Hasil Layout Lajur Pelat 1500 mm.....	46
Gambar V.7. Kolom memasukan Data Kapal pada Tab Calculation.....	47
Gambar V.8. Hasil dari perhitungan minimum modulus.....	48
Gambar V.9. Tempat input nilai d maksimal.....	49
Gambar V.10. Lebar pelat yang dipakai.....	50
Gambar V.11. Hasil perhitungan program dengan lebar pelat 1500 mm.....	51
Gambar V.12. Hasil perhitungan dengan sudut 60^0 dan lebar pelat 1500 mm.....	52
Gambar V.13. Hasil perhitungan dengan sudut 60^0 dan lebar pelat 1200 mm.....	53
Gambar V.14. Hasil Gambar konstruksi dari sudut 45^0 lebar pelat 1500 mm.....	54
Gambar V.15. Hasil Gambar konstruksi dari sudut 60^0 lebar pelat 1500 mm.....	55
Gambar V.16. Hasil Gambar konstruksi dari sudut 60^0 lebar pelat 1200 mm.....	55
Gambar V.17. Hasil gambar penampang panel dari sudut 45^0	56

Gambar V.18. Hasil gambar penampang panel dari sudut 600..... 56

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Koefisien cp dan cs.....	6
Tabel III.1. Data-data kapal sebagai acuan membuat program.....	21
Tabel IV.1. Pengujian tab layout.....	31
Tabel IV.2. Pengujian Tombol "Calculate Minimum Modulus" pada Tab Calculation.....	33
Tabel IV.3. Pengujian Tombol "Calculate".....	34
Tabel IV.4. Pengujian Tombol "Show Plate Thickness and Modulus".....	36
Tabel IV.5. Hasil Pengujian Tombol "Draw" pada Tab Construction Drawing.....	38
Tabel IV.6. Pengujian Fungsi Tombol "Draw Panel".....	39
Tabel V.1. Titik Koordinat.....	44
Tabel V.2. Data yang digunakan untuk perhitungan minimum modulus.....	47
Tabel V.3. Ukuran Panel yang dihitung program.....	51
Tabel V.4. Lajur Pelat yang dihitung program.....	51
Tabel V.5. Ukuran Panel yang dihitung program.....	52
Tabel V.6. Lajur Pelat yang dihitung program.....	53
Tabel V.7. Ukuran Panel yang dihitung program.....	53
Tabel V.8 Lajur Pelat yang dihitung program.....	54

DAFTAR SIMBOL

P	=	Beban (kN/m ²)
P ₁	=	Beban (kN/m ²)
h ₁	=	Tinggi dari pusat beban sampai <i>overflow</i> (m)
av	=	<i>Acceleration factor</i>
ρ	=	Massa jenis muatan (ton/m ³)
p _v	=	<i>Working pressure</i> (bar)
t	=	tebal pelat (mm)
W	=	Modulus (cm ³)
a	=	jarak gading (m)
l	=	Panjang tidak disangga (m)

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Corrugated bulkhead merupakan sekat yang sekarang ini paling banyak digunakan pada kapal tanker. Jenis sekat ini banyak digunakan karena proses pembersihan yang lebih mudah. Namun pada pembuatannya, sering dijumpai bahwa jumlah panel dari *corrugated bulkhead* tidak sesuai dengan ukuran lebar pelat. Oleh karena itu, diperlukan alat yang menunjang dalam penentuan dimensi panel-panel *corrugated bulkhead* sesuai dengan peraturan dan dengan berat yang paling ringan.

Software itu sendiri perangkat lunak. Karena disebut juga sebagai perangkat lunak, maka sifatnya pun berbeda dengan *hardwar*, jika perangkat keras adalah komponen yang nyata yang dapat dilihat dan disentuh secara langsung oleh manusia, maka *software* atau perangkat lunak tidak dapat disentuh dan dilihat secara fisik, *software* memang tidak tampak secara fisik dan tidak berwujud benda namun bisa untuk dioperasikan. *Software* komputer adalah sekumpulan data elektronik yang disimpan dan diatur oleh komputer, data elektronik yang disimpan oleh komputer itu dapat berupa program atau instruksi yang akan menjalankan suatu perintah. Melalui *software* atau perangkat lunak inilah suatu komputer dapat menjalankan suatu perintah.

Dengan adanya *software* ini, perhitungan dimensi *corrugated bulkhead* bisa dilakukan dengan cepat. Karena banyaknya variasi ukuran sekat, *software* ini juga mampu memilih dimensi sekat yang paling optimum. Untuk itulah penelitian ini dilakukan.

I.2. Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan beberapa pokok permasalahan dalam tugas akhir ini, meliputi:

1. Bagaimana menghitung dimesi dari *corrugated bulkhead*?
2. Bagaimana pemilihan ukuran-ukuran *corrugated bulkhead* yang paling optimum?
3. Bagaimana memodelkan hasil dari pemilihan dimensi *corrugated bulkhead*?

I.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini, antara lain sebagai berikut:

1. Menghitung dimensi dari corrugated bulkhead sesuai dengan peraturan BKI.
2. Menentukan ukuran corrugated bulkhead yang paling optimum.
3. Membuat pemodelan hasil dari pemilihan dimensi corrugated bulkhead.

I.4. Batasan Masalah

Penyusunan tugas akhir ini memerlukan batasan-batasan masalah yang berfungsi untuk mengefektifkan penelitian dan proses penulisan. Batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Lingkup penelitian yang dibahas hanya sampai menentukan ukuran panel-panel *corrugated bulkhead*.
2. Sekat yang dibahas adalah sekat melintang pada tangki muat kapal *tanker*.
3. Sekat yang dibahas adalah *vertical corrugated bulkhead* tanpa *stool*.
4. Jumlah panel dibatasi sepuluh sampai dua puluh panel.
5. Sudut (α) yang digunakan adalah $45^0 \leq \alpha \leq 90^0$.
6. *Corrugated* memanjang panel pelat.
7. Kapal *tanker* yang digunakan adalah kapal *tanker* dengan sistem konstruksi memanjang dan menggunakan material baja.

I.5. Manfaat

Penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya sebagai berikut:

1. Dari pembuatan software ini diharapkan dapat diaplikasikan dalam industri perkapalan.
2. Dapat menentukan pemilihan jumlah dan ukuran panel dari corrugated bulkhead yang paling optimum.
3. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya.

I.6. Hipotesis

Jika program (software) ini berhasil dilakukan maka akan memudahkan dan mempersingkat waktu dalam penentuan dimensi corrugated bulkhead yang paling optimum dan sesuai dengan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II STUDI LITERATUR

II.1. Dasar Teori

II.1.1. Penentuan Beban, Tebal, dan Modulus Sekat Sesuai dengan Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)

- **Penentuan Beban (P)**

Perhitungan beban yang dipakai adalah sesuai dengan BKI Section 11, B.1.3 :

$$P = 9.81 \times h \quad (\text{II.1})$$

Pada persamaan (II.1) h merupakan jarak *load center* terhadap 1 meter diatas sekat. Satuan yang dipakai untuk menentukan nilai h adalah meter.

Karena sekat digunakan sebagai tank structure, maka beban juga dihitung menggunakan rumus dari BKI Section 4, D.1.1

$$P_1 = 9,81 \cdot h_1 \cdot \rho (1 + a_v) + 100 p_v \quad (\text{II.2})$$

$$a_v = F \cdot m \quad (\text{II.3})$$

$$F = 0,11 \cdot \frac{v_0}{\sqrt{L}} \quad (\text{II.4})$$

$$\begin{aligned} m &= m_0 - 5 (m_0 - 1) x/L && \text{for } 0 \leq x/L \leq 0,2 \\ &= 1,0 && \text{for } 0,2 < x/L \leq 0,7 \\ &= 1 + \frac{m_0+1}{0,3} [x/L - 0,7] && \text{for } 0,7 < x/L \leq 1,0 \end{aligned} \quad (\text{II.5})$$

$$m_0 = (1,5 + F) \quad (\text{II.6})$$

$$p_v = \frac{\Delta z - 2,5}{10} + \Delta p_v \quad (\text{II.7})$$

Pada persamaan (II.2), h_1 merupakan jarak *load center* dari *tank top*. Satuan yang dipakai adalah meter . ρ merupakan massa jenis muatan. Satuan yang dipakai untuk ρ pada persamaan (II.2) adalah ton per meter kubik. Sedangkan untuk menentukan nilai a_v , bisa dihitung menggunakan persamaan (II.3) yang sudah diatur oleh BKI Section 4, C.1.1. Persamaan (II.4) dan persamaan (II.5) digunakan untuk mencari nilai dari persamaan (II.3). v_0

pada persamaan (II.4) merupakan *service speed* maksimal, memiliki satuan nknot dan nilainya tidak lebih kecil dari \sqrt{L} . p_v merupakan *working pressure* saat *ballast water exchange*. Δz merupakan jarak dari *overflow* ke *tank top*. Δp_v merupakan *pressure losses* pada *overflow line*. Δp_v mempunyai nilai minimum yang berbeda sesuai penggunaannya. Nilai Δp_v sebesar 0,1 bar untuk *ballast water exchange*, sedangkan nilai Δp_v sebesar 0,2 bar untuk *cargo tanks* kapal tanker

Selain persamaan-persamaan diatas, beban dari pelat sekat corrugated juga dihitung menggunakan rumus P_2 dari BKI Section 4, D.1.2

$$P_2 = 9,81 \cdot h_2 \quad (II.8)$$

Pada persamaan (II.8), nilai dari h_2 yang merupakan jarak *load center* dari ujung *overflow* atau titik 2,5 m diatas tank top. Kedua nilai tersebut dibandingkan dan diambil nilai yang terbesar.

- **Tebal Pelat (t)**

Perhitungan tebal pelat corrugated yang dipakai adalah persamaan yang sudah ditentukan oleh BKI Section 11, B.2.1.

$$t = c_p \cdot a \cdot \sqrt{p} + t_k \quad (II.9)$$

$$t_{min} = 6,0 \cdot \sqrt{f} \quad (II.10)$$

Tabel II.1. Koefisien c_p dan c_s

Coefficient c_p and c_s		Collision Bulkhead	Other Bulkheads
Plating	C_p	$1,1 \sqrt{f}$	$0,9 \sqrt{f}$
Stiffeners, Corrugated Bulkhead Elements	C_s : in case of constraint of both ends	$0,33 \times f$	$0,265 \times f$
	C_s : in case of simply support of one end and constraint at the other end	$0,45 \times f$	$0,36 \times f$
	C_s : both ends simply supported	$0,66 \times f$	$0,53 \times f$

Pada persamaan (II.9), nilai dari c_p bisa dilihat di tabel II.1 yang diambil dari tabel 11.2 pada BKI Section 11, B.1.3. Sedangkan nilai a yang merupakan jarak penegar, diambil dalam satuan meter. Beban (P) yang dipakai adalah beban yang sudah dihitung menggunakan persamaan (II.1). untuk menentukan nilai f dapat digunakan rumus $235/R_{eH}$ yang sudah sesuai dengan BKI Section 11, B.1.3. t_k adalah *Corrosion Addition* [mm] yang nilainya sesuai dengan BKI Section 3, K.

Perhitungan tebal pelat yang dipakai pada sekat corrugated juga diatur dalam BKI Section 12, B.2.1

$$t_1 = 1,1 \cdot a \cdot \sqrt{p \cdot k} + t_k \quad (\text{II.11})$$

Pada persamaan (II.11), nilai a yang merupakan jarak gading, nilai dari jarak gading ini diambil dalam satuan meter. Beban (P) yang dipakai adalah beban yang sudah dihitung menggunakan persamaan (II.2). t_k adalah *Corrosion Addition* [mm] yang nilainya sesuai dengan BKI Section 3, K.

$$t_2 = 0,9 \cdot a \cdot \sqrt{p_2 \cdot k} + t_k \quad (\text{II.12})$$

Pada persamaan (II.12), nilai a yang merupakan jarak penegar, nilai dari jarak penegar ini diambil dalam satuan meter. Beban (P_2) yang dipakai adalah beban yang sudah dihitung menggunakan persamaan (II.8). t_k adalah *Corrosion Addition* [mm] yang nilainya sesuai dengan BKI Section 3, K.

Nilai yang didapat dari persamaan (II.9), (II.10), (II.11), dan (II.12) kemudian dibandingkan dan diambil nilai yang terbesar.

- **Modulus (W)**

Sesuai dengan BKI Section 11 B.4.2, perhitungan besar modulus dari sekat dapat dihitung menggunakan peraturan BKI Section 11, B.3.1 dan juga peraturan BKI Section 12, B.3.1.1

$$W = c_s \cdot a \cdot l^2 \cdot p \quad (\text{II.13})$$

$$W_1 = 0,55 \cdot a \cdot l^2 \cdot p \cdot k \quad (\text{II.14})$$

$$W_2 = 0,04 \cdot a \cdot l^2 \cdot p_2 \cdot k \quad (\text{II.15})$$

Pada persamaan (II.13), nilai dari c_s bisa dilihat di tabel II.1 yang diambil dari tabel 11.2 pada BKI Section 11, B.1.3. Sedangkan nilai a yang merupakan jarak penegar, diambil dalam satuan meter. l merupakan panjang dari pelat yang tidak disangga penegar maupun penumpu. Beban (P) yang dipakai adalah beban yang sudah dihitung menggunakan persamaan (II.1).

Pada persamaan (II.14), l merupakan panjang dari pelat yang tidak disangga penegar maupun penumpu. Beban (P) yang dipakai adalah beban yang sudah dihitung menggunakan persamaan (II.2).

Pada persamaan (II.15), nilai a yang merupakan jarak penegar, diambil dalam satuan meter. l merupakan panjang dari pelat yang tidak disangga penegar maupun penumpu. Beban (P) yang dipakai adalah beban yang sudah dihitung menggunakan persamaan (II.8).

Nilai modulus yang didapat dari persamaan (II.13), (II.14), dan (II.15) kemudian dibandingkan dan diambil nilai yang terbesar. Nilai terbesar inilah yang kemudian digunakan sebagai modulus minimum pelat sekat corrugated bulkhead.

II.1.2. Penentuan Dimensi Corrugated Bulkhead sesuai dengan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)

- **Beban (P)**

Beban yang digunakan untuk menentukan dimensi *corrugated bulkhead* adalah berdasarkan peraturan BKI Section 11, B.1.3 (persamaan (II.1)), BKI Section 4, D.1.1, (persamaan (II.2)), dan BKI Section 4, D.1.2 (persamaan (II.8)). Nilai dari beban tersebut kemudian dibandingkan dan diambil yang paling besar.

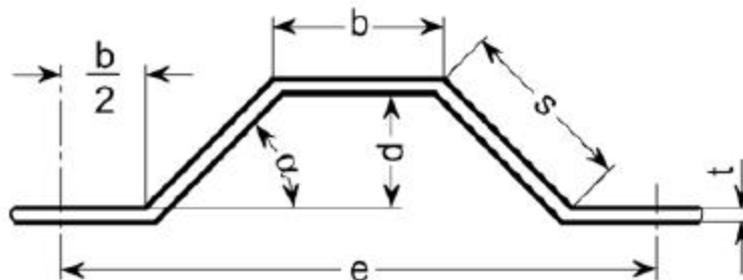
- **Tebal (t)**

Tebal minimal yang dipakai untuk menentukan ukuran *corrugated bulkhead* adalah berdasarkan peraturan BKI Section 11, B.2.1 (persamaan (II.9), dan persamaan (II.10)), BKI Section 12, B.2.1 (persamaan (II.11), dan persamaan (II.12)). Nilai dari keempat tebal tersebut dibandingkan dan diambil yang paling besar.

- **Modulus (W)**

Untuk menghitung modulus *corrugated bulkhead*, rumus yang dipakai diatur dalam BKI Section 11, B.4.3 :

$$W = t \cdot d \cdot \left[b + \frac{s}{3} \right] \tag{II.16}$$



Gambar II.1. Panel Corrugated Bulkhead

- e = lebar dari panel [cm]

- b = lebar dari *face plate* [cm]
- s = lebar dari *web plate* [cm]
- d = jarak antar *face plate* [cm]
- t = tebal pelat [cm]
- $\alpha \geq 45^\circ$

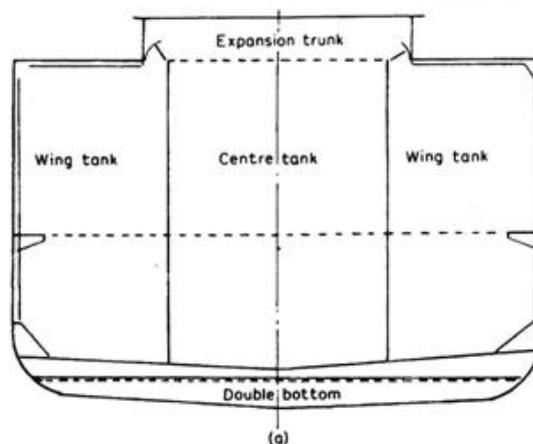
Dalam perhitungan beban, tebal, dan modulus *corrugated bulkhead*, nilai a (jarak gading) merupakan nilai dari jarak b atau s [m] sesuai dengan BKI Section 11, B.4.1, diambil yang terbesar.

II.2. Tinjauan Pustaka

II.2.1. Kapal Tanker

Kapal tanker merupakan alat transportasi yang dispesifikasikan untuk mengangkut muatan minyak, tidak hanya dari tempat pengeboran menuju darat, namun tanker juga digunakan untuk sarana angkut perdagangan minyak antar pelabuhan atau antar negara. Kapal tanker memiliki karakteristik khusus diantaranya yaitu memiliki ukuran yang besar dengan koefisien blok yang besar, memiliki daerah parallel middle body yang panjang, dan lokasi kamar mesin yang umumnya terletak di belakang.

Kapal yang dirancang untuk mengangkut muatan minyak telah ada sejak tahun 1880an dengan desain konstruksinya seperti pada Gambar II.2. Penempatan *expansion trunk* dan *double bottom* di dalam ruang muat pada kapal tanker jenis pelayaran samudera kini sudah dihapuskan. Pengembangan yang dilakukan pada kapal tanker pada masa tersebut lebih difokuskan pada ukuran dan peletakan penyusun konstruksi kapal (Eyres, D., 1988).



Gambar II.2. Penampang melintang kapal tanker tahun 1886
Sumber : Eyres D., 1988

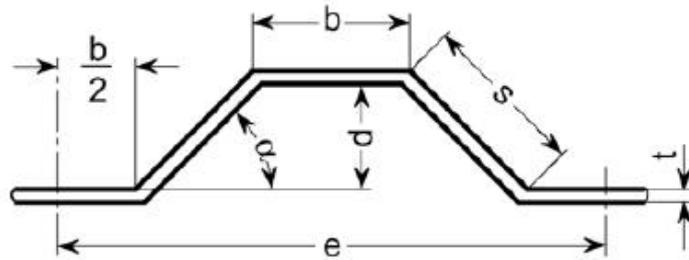
Perkembangan kapal tanker jenis pelayaran samudera dari tahun 1880an sampai Perang Dunia 2 secara bertahap menghasilkan rata-rata berat mati (deadweight) mulai dari 1500 ton sampai 12.000 ton. Setelah Perang Dunia 2, perkembangan kapal tanker naik secara signifikan dengan berat rata-rata sekitar 20.000 ton pada tahun 1953 dan 30.000 ton pada tahun 1959. Kapal-kapal tanker yang berlayar kini memiliki berat rata-rata antara 100.000 sampai dengan 500.000 ton. Namun perlu diketahui bahwa kapal tanker dengan ukuran besar mengangkut muatan minyak mentah (crude oil), sedangkan untuk kapal tanker pengangkut fuel oil masih dalam ukuran yang relatif kecil.

Struktur penyusun konstruksi dari kapal tanker menjadi perhatian utama dikarenakan kapal tanker adalah salah satu jenis kapal dari sekian banyak yang lebih awal memanfaatkan teknologi pengelasan untuk pembangunannya. Menggunakan teknologi las lebih mempermudah dalam pembuatan struktur yang kedap jika dibandingkan dengan teknologi pengelingan. Penegaran secara memanjang telah digunakan sejak awal masa kapal tanker dibuat. Penegaran secara memanjang pada awal masa dipakai pada bagian geladak dan dasar pada kapal tanker jenis pelayaran samudera. Perbaikan tentang peraturan konstruksi dari biro klasifikasi tentang tangki muat yakni panjang dari tangki muat boleh dinaikkan, sehingga dapat mengurangi berat baja dan juga mempermudah pada saat bongkar muat muatan (Eyres, D., 1988).

II.2.2. Corrugated Bulkhead

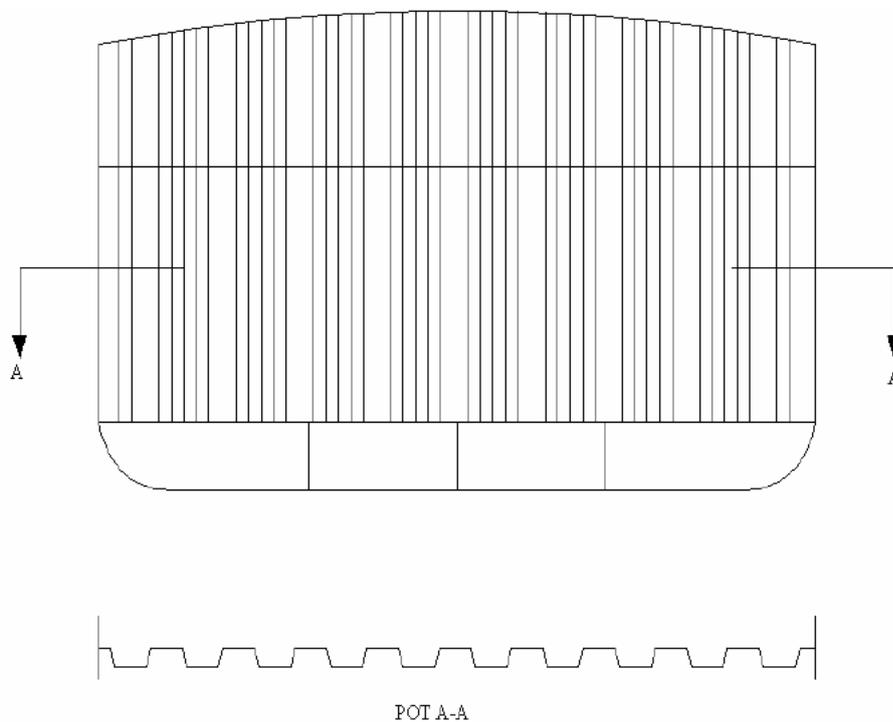
Corrugated bulkhead pada umumnya digunakan sebagai batas pada tangki berukuran kecil atau sedang pada kapal tanker. Lekukan pada corrugated bulkhead ini memudahkan pembersihan tangki-tangki tersebut. Jika dirancang dan dirawat dengan benar, corrugated bulkhead dapat bertahan bertahun-tahun.

Dalam corrugated bulkhead, terdapat yang namanya panel (elemen) corrugated bulkhead. Jumlah dari panel-panel ini tergantung dari lebar sekat. Menurut BKI Section 11 B.4.3 dimensi yang terdapat pada satu elemen corrugated bulkhead adalah seperti gambar II.3.



Gambar II.3. Satu Panel Corrugated Bulkhead

Dengan adanya muatan yang bermacam-macam jenisnya, di perlukan pembagian ruangan kapal yang makin efisien. Muatan minyak memerlukan tangki-tangki yang mudah untk dibersihkan. Untuk ini, dipakai sekat bergelombang (corrugated bulkhead), yaitu jenis sekat yang tidak memiliki penegar-penegar. Sekat ini terdiri dari beberapa bagian elemen pelat yang mempunyai lekukan atau gelombang dan disambung dengan sistem pengelasan. Ketebalan sekat bergelombang tidak boleh kurang dari persyaratan yang ditentukan untuk tebal pelat sekat rata karena pada sekat bergelombang tidak memiliki penegar (Djaya, 2008). Konstruksi sekat bergelombang diperlihatkan seperti pada Gambar II.4.



Gambar II.4. Sekat kedap bergelombang
Sumber : Djaya, 2008

II.2.3. Biro Klasifikasi Indonesia

Biro klasifikasi (Classification Society) adalah organisasi non pemerintahan yang membuat peraturan dan menegakkan standar peraturan mengenai konstruksi dan pengoperasian kapal dan bangunan lepas pantai. Klasifikasi bertugas mengesahkan dokumen konstruksi yang sesuai standar dengan melakukan survei pada konstruksi tersebut sehingga kapal dapat dinyatakan layak berlayar. Dokumen yang disahkan oleh Biro Klasifikasi digunakan untuk mengajukan permohonan asuransi. Dokumen yang menjadi persyaratan dalam melakukan survei yang pertama yakni dokumen peraturan statutori yang mengacu pada konvensi IMO (Internal Maritime Organization) diantaranya yaitu SOLAS (Safety of Life at Sea) dan MARPOL (Marine Pollution Prevention). Kemudian dokumen yang kedua adalah dokumen peraturan klasifikasi contohnya BKI (Biro Klasifikasi Indonesia), LR (Lloyd's Register of Shipping), GL (Germanischer Lloyd), dan lain-lain. Yang ketiga sebagai tambahan adalah buku petunjuk pemeliharaan dari manufacturer (International Association of Classification Societies, 2011).

Biro Klasifikasi berwenang menetapkan dan mengeluarkan peraturan, mengesahkan desain dan perhitungan konstruksi yang sesuai peraturan, melakukan survei pada kapal selama masa produksi sampai percobaan, dan melakukan survei secara periodik untuk memastikan konstruksi sesuai standar peraturan klasifikasi. Biro klasifikasi juga bertanggung jawab terhadap pengklasifikasian platform, struktur lepas pantai, dan kapal selam.

Biro Klasifikasi mengeluarkan peraturan-peraturan yang memfokuskan pada kekuatan kapal, kebutuhan akan peralatan kapal yang memadai, dan permesinan yang andal. Kapal yang dibangun di negara yang memiliki peraturan klasifikasi sendiri tidak harus tunduk pada peraturan klasifikasi milik negara tersebut. Pemilik kapal bebas menentukan kapalnya yang akan dibangun berdasarkan peraturan klasifikasi mana dengan syarat pemilik harus tunduk pada peraturan tersebut. Kapal yang terdaftar pada salah satu Biro Klasifikasi akan tercatat dalam Buku Registrasi (Register Book) dan akan terus terdaftar selama kapal tersebut memenuhi standar peraturan Biro Klasifikasi (International Association of Classification Societies, 2011).

II.2.4. Rekayasa Perangkat Lunak

Rekayasa atau teknik adalah penerapan ilmu dan teknologi untuk menyelesaikan permasalahan manusia. Hal ini diselesaikan lewat pengetahuan, matematika, dan pengalaman

praktis yang diterapkan untuk mendesain objek atau proses yang berguna. Para praktisi teknik profesional disebut perekayasa (sarjana teknik).

Menurut sejarahnya, banyak para ahli yang meyakini kemampuan teknik manusia sudah tertanam secara alami. Hal ini ditandai dengan kemampuan manusia purba untuk membuat peralatan-peralatan dari batu. Dengan kata lain, teknik pada mulanya didasari dengan metode coba dan ralat (*trial and error*) untuk menciptakan alat yang mempermudah kehidupan manusia. Seiring dengan berjalannya waktu, ilmu pengetahuan mulai berkembang dan mulai mengubah cara pandang manusia terhadap bagaimana alam bekerja. Perkembangan ilmu pengetahuan inilah yang kemudian mengubah cara teknik bekerja hingga seperti sekarang ini (Sommerville, I., 2003).

Istilah *software engineering* pertama kali digunakan pada akhir tahun 1950-an dan sekitar awal tahun 1960-an. Pada tahun 1968, NATO (The North Atlantic Treaty Organization) menyelenggarakan konferensi tentang *software engineering* di Jerman dan kemudian dilanjutkan pada tahun 1969.

Penggunaan istilah *software engineering* dalam konferensi tersebut menimbulkan perdebatan tajam tentang aspek engineering dari pengembangan perangkat lunak, namun masih ada banyak pihak yang menganggap bahwa konferensi tersebutlah yang menjadi awal tumbuhnya profesi rekayasa perangkat lunak (Sommerville, I., 2003).

Rekayasa perangkat lunak (RPL atau SE [*software engineering*]) adalah disiplin ilmu yang membahas semua aspek produksi perangkat lunak, mulai dari tahap awal spesifikasi sistem sampai pemeliharaan sistem setelah digunakan. Pada definisi ini, ada dua istilah kunci yang biasa dipakai:

1. 'disiplin rekayasa'. Perekayasa membuat suatu alat bekerja. Mereka menerapkan teori, metode, dan alat bantu yang sesuai, selain itu mereka menggunakannya dengan selektif dan selalu mencoba mencari solusi terhadap permasalahan, walaupun tidak ada teori atau metode yang mendukung. Perekayasa juga menyadari bahwa mereka harus bekerja dalam bahasa organisasi dan keuangan, sehingga mereka berusaha mencari solusi dalam batasan-batasan ini.

2. 'semua aspek produksi perangkat lunak'. Rekayasa perangkat lunak hanya berhubungan dengan proses teknis dari pengembangan perangkat lunak tetapi juga dengan

kegiatan seperti manajemen proyek perangkat lunak dan pengembangan alat bantu, metode, dan teori untuk mendukung produksi perangkat lunak (Sommerville, I., 2003).

Secara umum, perekayasa perangkat lunak memakai pendekatan yang sistematis dan terorganisir terhadap pekerjaan mereka karena cara ini sering kali paling efektif untuk menghasilkan perangkat lunak berkualitas tinggi.

Pada tahun 2004, istilah rekayasa perangkat lunak secara umum digunakan dalam tiga arti, yakni:

1. Sebagai istilah umum untuk berbagai kegiatan yang dulunya bernama pemrograman atau analisi sistem,
2. Sebagai istilah yang luas untuk analisis teknis dari semua aspek-aspek praktis yang bertentangan dengan teori pemrograman komputer, dan
3. Sebagai istilah yang mewujudkan advokasi suatu pendekatan spesifik ke pemrograman komputer, satu hal yang mendesak yang diperlakukan sebagai profesi rekayasa daripada sebuah seni atau kerajinan.

Rekayasa perangkat lunak adalah disiplin rekayasa dengan perangkat lunak yang dikembangkan. Biasanya proses melibatkan penemuan pada keinginan klien, menyusunnya di dalam daftar kebutuhan, merancang arsitektur yang mampu mendukung semua kebutuhan, perancangan, pengodean, pengujian, dan pengintegrasian bagian yang terpisah, menguji keseluruhan, penyebaran dan pemeliharaan perangkat lunak. Pemrograman hanya menjadi bagian kecil dari rekayasa perangkat lunak (Simarmata, J., 2010).

The Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) membagi rekayasa perangkat lunak ke dalam 10 area pengetahuan, yaitu:

1. Kebutuhan perangkat lunak,
2. Perancangan perangkat lunak,
3. Konstruksi perangkat lunak,
4. Pengujian perangkat lunak,
5. Pemeliharaan perangkat lunak,
6. Manajemen konfigurasi perangkat lunak,
7. Manajemen perangkat lunak,

8. Proses perangkat lunak,
9. Metode dan alat perangkat lunak, dan
10. Kualitas perangkat lunak.

Model proses perangkat lunak merupakan deskripsi yang disederhanakan dari proses perangkat lunak yang dipresentasikan dengan sudut pandang tertentu. Model, sesuai sifatnya merupakan penyederhanaan, sehingga model proses perangkat lunak merupakan abstraksi dari proses sebenarnya yang dideskripsikan.

Model proses biasanya mencakup kegiatan yang merupakan bagian dari proses perangkat lunak, produksi perangkat lunak, dan peran orang yang terlibat pada rekayasa perangkat lunak. Beberapa contoh jenis model proses perangkat lunak yang dapat dihasilkan diantaranya:

a. Model aliran kerja (*workflow*). Model ini menunjukkan urutan kegiatan pada proses bersama dengan input, output, dan ketergantungannya. Kegiatan pada model ini mempresentasikan pekerjaan manusia.

b. Model aliran data (*data flow*) atau kegiatan. Model ini mempresentasikan proses sebagai satu set kegiatan yang masing-masing melakukan transformasi data. Model ini menunjukkan bagaimana input ke proses, misalnya spesifikasi, ditransformasi menjadi output, misalnya desain.

c. Model peran/aksi. Model ini mempresentasikan peran orang yang terlibat pada proses perangkat lunak dan kegiatan yang menjadi tanggung jawab mereka.

Ada sejumlah model atau paradigma umum pada pengembangan perangkat lunak yakni:

1. Pendekatan air terjun (*waterfall*). Cara ini memakai kegiatan-kegiatan di atas dan merepresentasikannya sebagai fase proses yang berbeda seperti spesifikasi persyaratan, perancangan perangkat lunak, implementasi, pengujian, dan seterusnya. Setelah setiap tahap didefinisikan, tahap tersebut 'diakhiri' (*signed off*) dan pengembangan berlanjut ke tahap berikutnya.

2. Pendekatan evolusioner. Pendekatan ini bertumpang tindih dengan kegiatan spesifikasi, pengembangan, dan validasi. Sistem awal dengan cepat dikembangkan dari spesifikasi yang sangat abstrak. Sistem ini kemudian disempurnakan dengan masukan dari pelanggan untuk menghasilkan sistem yang memenuhi kebutuhan pelanggan tersebut. Sistem

kemudian dapat diserahkan. Sebagai alternatif, sistem tersebut dapat diimplementasikan ulang dengan menggunakan pendekatan yang lebih terstruktur untuk menghasilkan sistem yang lebih berbobot dan dapat dipelihara.

3. Transformasi formal. Pendekatan ini menghasilkan suatu sistem matematis yang formal dan mentransformasikan spesifikasi ini dengan menggunakan metode matematik, menjadi sebuah program. Transformasi ini bersifat ‘mempertahankan kebenaran’. Ini berarti bahwa Pengembang yakin bahwa program yang dikembangkan memenuhi spesifikasi yang ditentukannya.

4. Perakitan (*Assembling*) sistem dari komponen-komponen yang dapat dipakai ulang. Teknik ini meyakini bahwa bagian-bagian sistem sudah tersedia. Proses pengembangan sistem terfokus pada pengintegrasian bagian-bagian ini dan bukan pengembangannya dari awal.

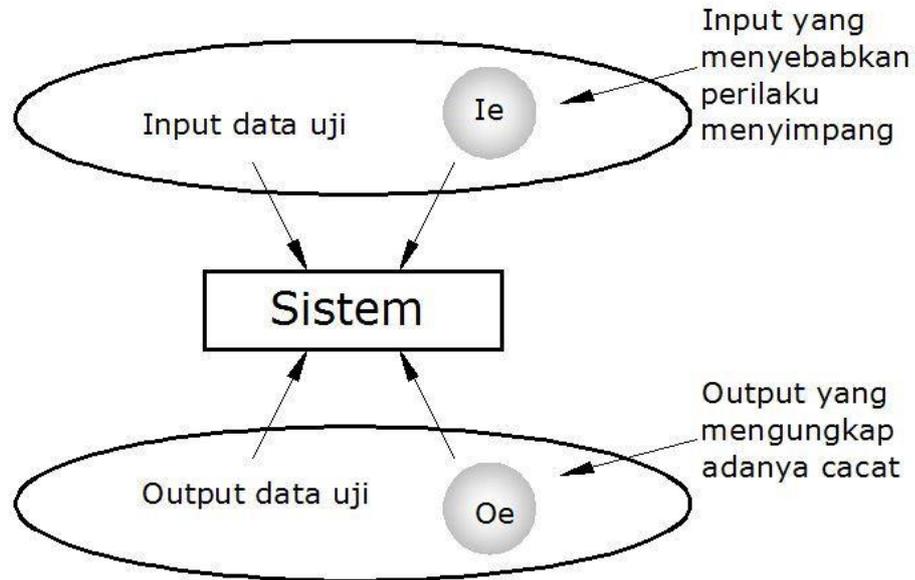
Pemrograman berorientasi objek (Inggris: *Object-Oriented programming* disingkat OOP) merupakan strategi perancangan dimana perancang sistem memikirkan objek (benda) dan bukan operasi atau fungsi. Semua data dan fungsi di dalam paradigma ini dibungkus dalam kelas-kelas atau objek-objek. Bandingkan dengan logika pemrograman terstruktur. Setiap objek dapat menerima pesan, memproses data, dan mengirim pesan ke objek lainnya. Sistem berorientasi objek harus dapat dipelihara karena objek bersifat independen. Bahasa pemrograman yang mendukung pengembangan berorientasi objek antara lain Visual Basic.NET, Pascal, Delphi, Java, C++, dan lain-lain.

Pendekatan berorientasi objek untuk perancangan dan pemrograman diperkenalkan pada tahun 1980-an. Pendekatan ini mewakili suatu pergeseran paradigma utama dalam pengembangan perangkat lunak.

Berbeda dengan pemrograman tradisional yang memisahkan data dan kontrol, pemrograman berorientasi objek dilakukan berdasarkan objek, dengan sekumpulan data yang ditetapkan dan sekumpulan operasi-operasi (metode) yang dapat dilaksanakan dalam data tersebut.

Pengujian fungsional atau pengujian kotak hitam (*black-box testing*) merupakan pendekatan pengujian yang ujinya diturunkan dari spesifikasi program atau komponen. Sistem merupakan ‘kotak hitam’ yang perilakunya hanya dapat ditentukan dengan mempelajari input dan output yang berkaitan. Nama lain cara ini adalah pengujian fungsional karena penguji hanya

berkepentingan dengan fungsionalitas dan bukan implementasi perangkat lunak yang diuji oleh penguji(Sommerville, I., 2003).



Gambar II.5. Satu Panel Corrugated Bulkhead

Gambar II.5. mengilustrasikan model sistem yang diasumsikan pada pengujian kotak hitam. Pendekatan ini dapat diterapkan pula pada sistem yang disusun sebagai fungsi atau sebagai objek. Penguji memberikan input kepada komponen atau sistem dan meneliti output yang dihasilkan. Jika output bukan merupakan yang diramalkan berarti uji tersebut telah dengan berhasil mendeteksi masalah perangkat lunak tersebut.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

III.1. Metode

Program perhitungan konstruksi yang sesuai dengan peraturan BKI dirancang untuk membantu menentukan ukuran *corrugated bulkhead*. Program ini bekerja secara bertahap sesuai langkah perhitungan konstruksi pada kapal mulai dari modulus minimum, kemudian tebal, kemudian ukuran *corrugated bulkhead*. Program ini memberikan keluaran berupa penampang melintang sekat dan lajur pelat, dan penampang atas dari sekat *corrugated* tersebut.

Program ini dirancang bekerja pada lingkungan sistem operasi *windows* sehingga program ini akan kompatibel jika dipasang pada komputer karena mayoritas dari *user* menggunakan sistem operasi *windows*.

III.1.1. Proses Perhitungan

Untuk mendapatkan ukuran sekat *corrugated*, yang pertama dilakukan adalah memasukan nilai yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai beban yang sudah diatur sesuai peraturan Biro Klasifikasi Indonesia Section 11, B.1.3 (persamaan (II.1)), BKI Section 4, D.1.1, (persamaan (II.2)), dan BKI Section 4, D.1.2 (persamaan (II.8)). Nilai yang dibutuhkan antara lain:

1. Panjang kapal
2. Lebar kapal
3. Tinggi Kapal
4. *Coefficient Block*
5. *Service Speed*
6. Jarak sekat terhadap AP

Setelah menemukan nilai beban dengan menggunakan rumus Biro Klasifikasi Indonesia, selanjutnya menghitung tebal pelat yang dipakai pada lajur pelat terbawah pada sekat *corrugated*. Lajur terbawah diambil karena lajur terbawah dari pelat memiliki modulus dan beban yang paling besar diantara semua lajur pelat dalam *corrugated bulkhead*. Rumus yang dipakai untuk menentukan tebal pelat yang dipakai adalah BKI Section 11, B.2.1 (persamaan (II.9), dan persamaan (II.10)), BKI Section 12, B.2.1 (persamaan (II.11), dan persamaan (II.12)). Nilai dari keempat tebal tersebut dibandingkan dan diambil yang paling besar.

Setelah tebal pelat ditemukan, selanjutnya menghitung modulus sekat. Modulus sekat yang dihitung adalah modulus sekat yang berada paling bawah dimana beban paling besar pada sekat kapal. Sesuai dengan BKI Section 11 B.4.2, perhitungan besar modulus dari sekat dapat dihitung menggunakan peraturan BKI Section 11, B.3.1 dan juga peraturan BKI Section 12, B.3.1.1. Semua nilai modulus yang didapatkan kemudian dibandingkan dan diambil nilai yang terbesar. Nilai ini yang digunakan sebagai modulus minimum dalam menentukan ukuran corrugated bulkhead.

Setelah itu, untuk mendapatkan nilai dari ukuran corrugated bulkhead. Nilai yang dibutuhkan adalah jarak antara *face plate*. Ukuran *face plate* yang dimasukkan akan menjadi batas maksimum dari jarak *face plate* tersebut. Jumlah dari total panel yang digunakan adalah antara 10 sampai 20 panel. Sudut yang dipakai adalah antara 45^0 sampai 90^0 .

III.2. Bahan dan Peralatan

Dalam melakukan perancangan diperlukan perangkat lunak dan perangkat keras yang mendukung pembangunan program Perhitungan Konstruksi Midship Interaktif. Perancangan prototipe program Perhitungan Konstruksi Midship Interaktif dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) lingkungan pengembangan terpadu (*Integrated Development Environment [IDE]*) Borland Delphi 7 yang dijalankan pada *platform* Windows. Dalam pembangunan program ini menggunakan spesifikasi komputer sebagai berikut:

1. Sistem Operasi: Windows 7 Home Premium 64-bit
2. Processor: Intel® Core™2 Duo CPU T8300 @ 2.40 GHz
3. Kapasitas RAM: 2048 GB

III.3. Proses Pengerjaan

Membangun perangkat lunak adalah pekerjaan yang membutuhkan proses yang lama sehingga perlu dibuat alur pengerjaan agar dalam membangun program tidak terkendala dalam menentukan langkah selanjutnya yang akan dilakukan. Langkah pembangunan diawali dengan identifikasi permasalahan, melakukan studi literatur dan pengumpulan data, kemudian membuat algoritma program, merancang *interface user* hingga melakukan uji coba program. Setelah uji coba kemudian membuat gambar penampang *midship* dan penyempurnaan program.

III.3.1. Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data-data yang diperlukan yang akan dipakai sebagai acuan dalam membangun perangkat lunak. Data ini adalah mengenai ukuran-ukuran profil, contoh-contoh gambar konstruksi kapal tanker.. Sedangkan data kapal yang dibutuhkan adalah meliputi ukuran-ukuran utama kapal, koefisien blok,. Kapal yang digunakan sebagai acuan dalam membangun program ini adalah kapal tanker dengan bentuk alas ganda dan memiliki satu sekat memanjang pada tengahnya. Data kapal yang digunakan dapat dilihat pada Tabel III.1.

Tabel III.1 Data-data kapal sebagai acuan membuat program

Nama	Ukuran
Lpp	117,450 m
B	19 m
H	10 m
Vs	14 knot
Cb	0,745

III.3.2. Membuat Algoritma Program

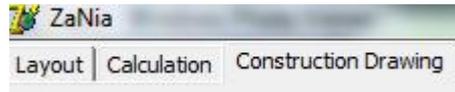
Pembuatan algoritma program perlu dilakukan untuk menentukan langkah-langkah dalam menulis kode program. Penulisan kode program adalah berupa penyelesaian dari suatu masalah yang diterjemahkan ke dalam bentuk matematis. Pembuatan algoritma berfungsi sebagai penerjemah permasalahan ke dalam bentuk matematika agar dapat diselesaikan dengan pemrograman komputer. Penulisan algoritma ini dibuat dalam bentuk diagram alir yang menunjukkan langkah-langkah perhitungan sekat kapal seperti pada sub bab sebelumnya.

III.3.3. Membuat Form Antarmuka

Penggunaan Borland Delphi 7 memungkinkan pembangunan program secara cepat. Untuk memulai membangun program yakni dengan membuat form yang akan digunakan sebagai antarmuka pengguna (*user interface*). Program ini memiliki form utama yang berisi tentang perhitungan. Form utama dibagi menjadi 3 tab diantaranya:

1. tab layout,
2. tab calculation, dan
3. tab drawing,

seperti pada gambar III.1. Pembagian tab-tab ini berdasarkan diagram alir perhitungan konstruksi dimana sebelum melakukan perhitungan perlu membuat gambar outline penampang kapal di tab layout. Penggambaran ini diperlukan untuk mengetahui bentuk dari potongan melintang kapal dimana sekat dipasang.

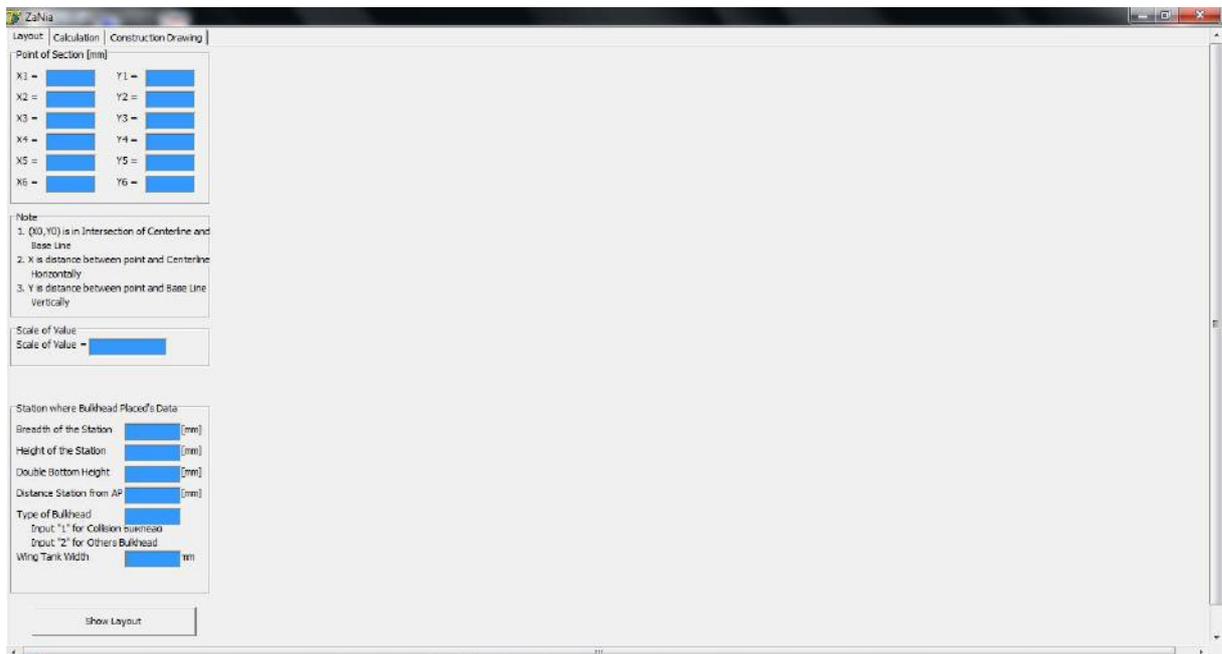


Gambar III.1. Pembagian Tab

Gambar III.1 merupakan pembagian tab pada aplikasi yang dibuat. Tab dibagi menjadi tiga bagian untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan aplikasi. Tab-tab yang sudah ada diberikan nama tab yang sesuai dengan fungsinya. Tab layout berfungsi untuk menunjukkan layout dari station yang digunakan. Tab calculation berfungsi untuk program melakukan penghitungan otomatis. Tab construction drawing berfungsi untuk menunjukkan final drawing yang merupakan rekapan dari kedua tab sebelumnya.

III.3.4. Merancang Tab *Layout* Gambar

Pada tab *layout* terdapat lembar kerja untuk menggambar outline dengan cara memasukkan kordinat koordinat layout. Selain koordinat layout, pengguna juga memasukkan data-data dari station tempat sekat dipasang.



Gambar III.2. Tampilan Tab Layout

Gambar III.2 merupakan tab untuk menggambar layout penampang, yang dibutuhkan untuk menggambar penampang adalah tujuh titik koordinat yang nantinya akan dijadikan gambar setengah dari penampang kapal. Titik (X0,Y0) berada pada perpotongan garis centerline dan base line. Untuk mendapatkan gambar yang mendekati aslinya, enam titik yang lainnya seharusnya menunjukkan titik-titik dimana detail penampang diperlukan. Titik X

merupakan jarak antara titik X0 terhadap titik X secara horizontal. Sedangkan titik Y merupakan jarak antara titik Y0 terhadap titik X secara vertikal.

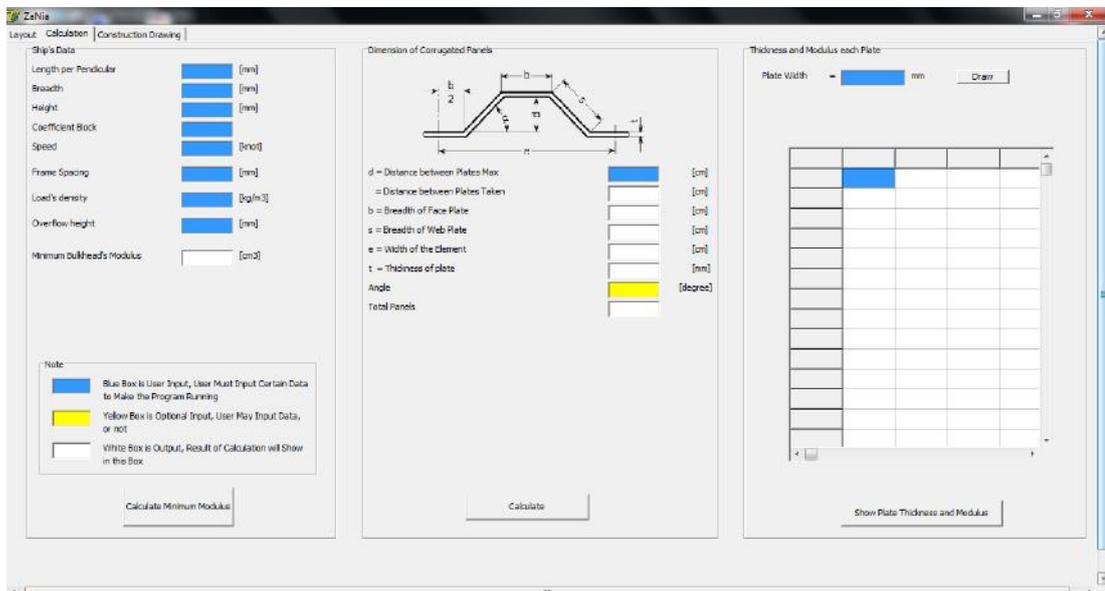
Pada gambar III.2 juga terdapat input data dari station tempat sekat dipasang. Data yang dibutuhkan antara lain :

1. lebar station,
2. tinggi station,
3. jarak station dari AP,
4. lebar *wing tank*, dan
5. tinggi *double bottom*.

Data ini kemudian akan digunakan untuk melakukan penghitungan pada tab selanjutnya. Sedangkan data double bottom juga akan digunakan dalam tampilan layout gambar.

III.3.5. Merancang Tab Calculation

Pada tab calculation terdapat kotak-kotak masukan untuk menentukan perhitungan beban dan ukuran. Rekapitulasi perhitungan modulus, dan tebal pada tab ini disajikan dalam bentuk tabel. Pada tab ini diberikan tombol untuk melakukan penyusunan lajur pelat.



Gambar III.3. Tampilan Tab Calculation

Gambar III.3 memperlihatkan kalau pada tab ini, dilakukan penghitungan dan dibagi menjadi tiga bagian yaitu penghitungan beban, tebal minimum dan modulus minimum sekat, penghitungan ukuran-ukuran panel, dan penghitungan lajur pelat dan tebalnya.

ZaNia

Layout | Calculation | Construction Drawing

Ship's Data

Length per Pendicular [mm]

Breadth [mm]

Height [mm]

Coefficient Block

Speed [knot]

Frame Spacing [mm]

Load's density [kg/m³]

Overflow height [mm]

Minimum Bulkhead's Modulus [cm³]

Note

- Blue Box is User Input, User Must Input Certain Data to Make the Program Running
- Yellow Box is Optional Input, User May Input Data, or not
- White Box is Output, Result of Calculation will Show in this Box

Calculate Minimum Modulus

Gambar III.4. Kolom Penghitung Modulus Minimum

Untuk mendapatkan nilai modulus minimum, user perlu memasukkan nilai-nilai seperti pada Gambar III.4. Nilai yang dimasukkan antara lain panjang perpendicular, lebar kapal, tinggi kapal, jarak gading, kecepatan dinas, dan tinggi overflow. Dari data-data ini program akan mulai menghitung nilai dari modulus minimum sekat dengan terlebih dahulu menghitung beban dan tebal minimum terlebih dahulu. Penghitungan yang dilakukan program semua sudah diatur untuk mengikuti rumus yang sudah ditentukan dari Biro Klasifikasi Indonesia.

Dimension of Corrugated Panels

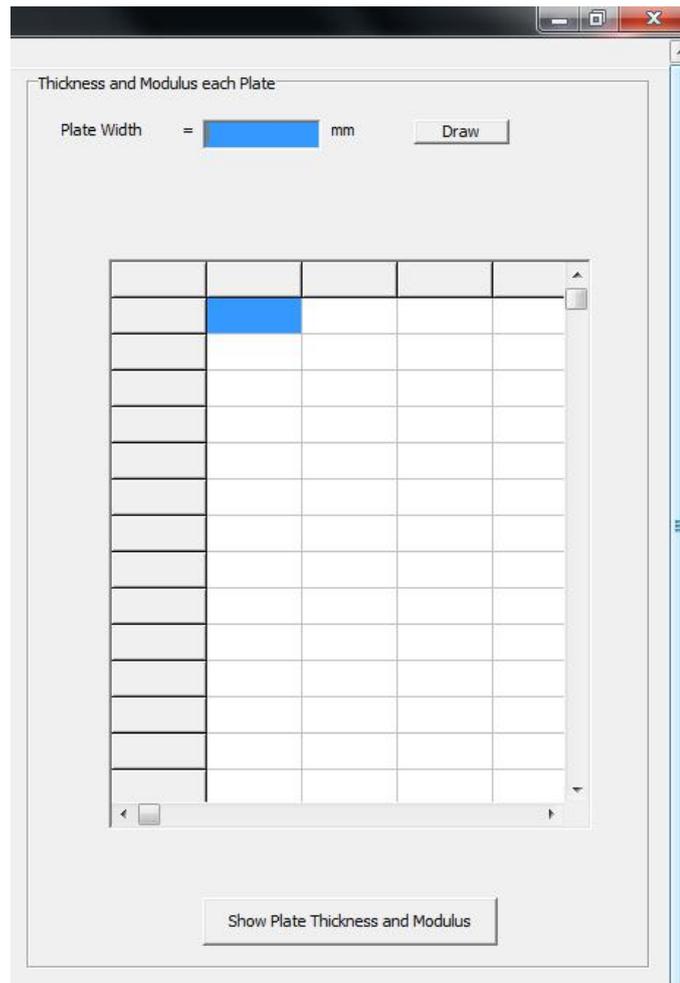
d = Distance between Plates Max [cm]
 d = Distance between Plates Taken [cm]
 b = Breadth of Face Plate [cm]
 s = Breadth of Web Plate [cm]
 e = Width of the Element [cm]
 t = Thickness of plate [mm]
 Angle [degree]
 Total Panels

Calculate

Gambar III.5 Kolom Penghitung Ukuran Panel

Pada Gambar III.5, terdapat penghitungan dari ukuran panel *corrugated bulkhead*. User hanya harus memasukkan nilai jarak antara face plate maksimum, dan program akan menghitung secara otomatis ukuran dari bagian panel yang lain. Dari satu input data ini, ukuran yang didapatkan adalah jarak antara face plate optimal, lebar face plate, lebar web plate, sudut, lebar dari elemen, dan jumlah elemen. Modul yang dihitung dalam ukuran panel tersebut sudah sesuai standar Biro klasifikasi Indonesia dan nilainya sudah melebihi modulus minimum yang sudah dihitung sebelumnya.

Pada Gambar III.5, pada pilihan sudut, kotak isian berwarna kuning. Jika kotak isian berwarna kuning, maka user bisa bebas memilih untuk memasukan nilai atau tidak. Jika user tidak memasukan nilai, maka program akan menghitung dan mencari nilai yang tidak diisi. Jika user memasukan nilai, maka program akan mengunci nilai tersebut untuk mendapatkan nilai-nilai yang perlu ditemukan.

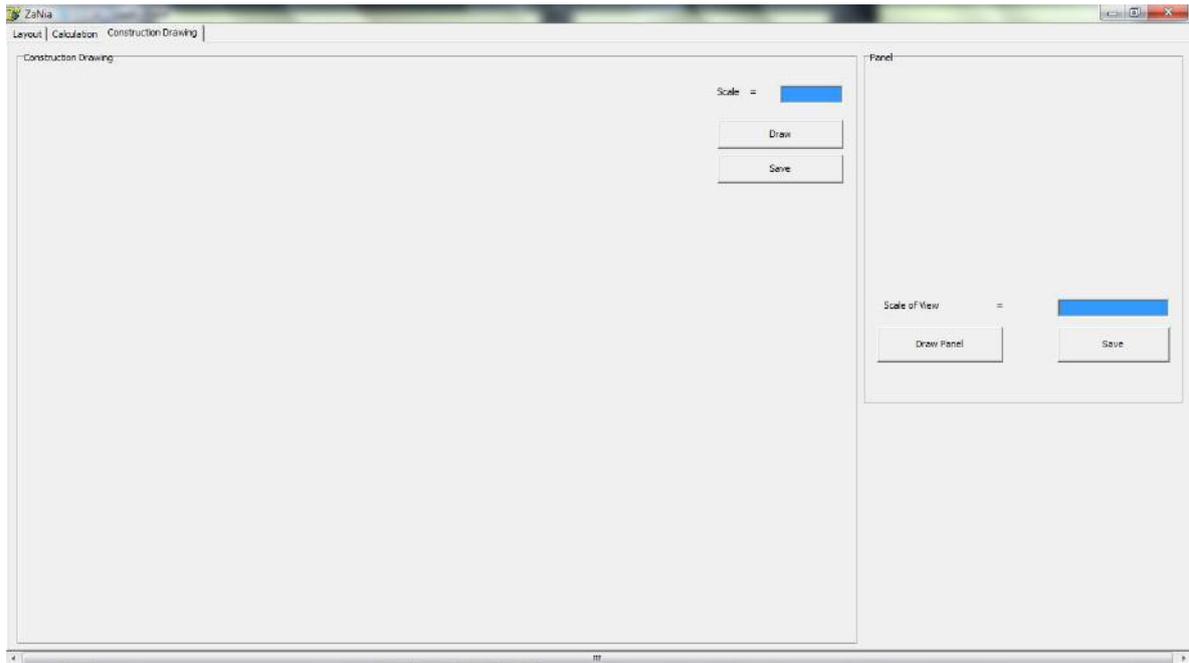


Gambar III.6 Kolom Penghitung Jumlah Lajur Pelat dan Tebalnya

Pada kolom ketiga seperti Gambar III.6, terdapat penghitungan lajur pelat dan tebalnya. Nilai yang perlu diinput user adalah lebar dari pelat yang digunakan. Setelah user memasukkan nilai tersebut. Maka program akan menghitung secara otomatis jumlah dari lajur pelat. Data yang didapatkan dalam penghitungan ini adalah jumlah lajur pelat, jarak tiap-tiap lajur pelat terhadap *baseline*, modulus tiap lajur pelat, dan tebal dari tiap lajur pelat.

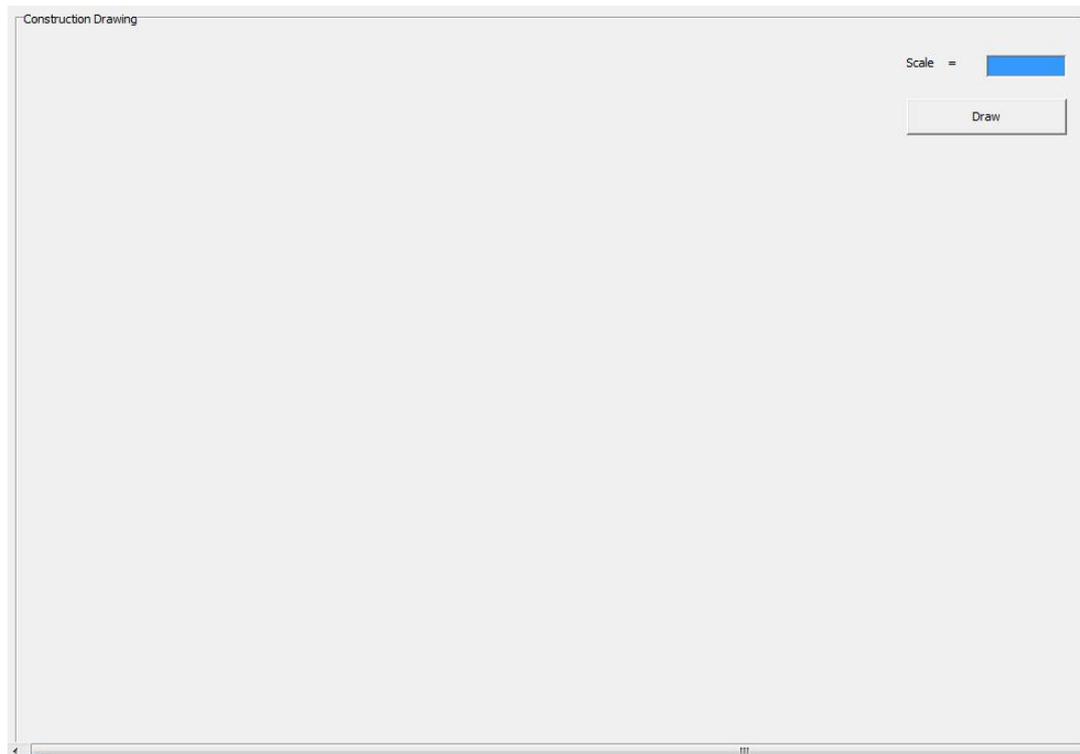
III.3.6. Merancang Tab Construction Drawing

Pada tab construction terdapat kotak penggambaran konstruksi dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan ditab sebelumnya. Dan juga kotak penggambaran penampang dari panel yang sudah dihitung sebelumnya



Gambar III.7. Tampilan Tab Drawing

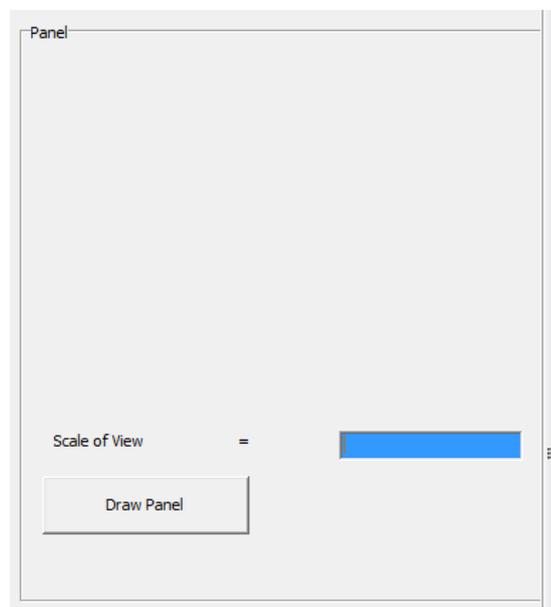
Gambar III.7 menunjukkan tab dari *construction drawing*. Pada tab ini, user dapat melihat hasil dari perhitungan-perhitungan sebelumnya dalam bentuk gambar. Dalam tab ini, gambar dibagi mejadi dua bagian, yaitu gambar konstruksi penampang melintang kapal dan gambar penampang atas dari satu panel.



Gambar III.8. Kolom *Construction Drawing*

Pada bagian konstruksi penampang, gambar yang ditampilkan seperti pada tab layout. Perbedaan yang paling terlihat dari kedua gambar ini adalah adanya wing tank pada tab ini, dan juga adanya penampang atas dari sekat yang dipasang. Penampang ini juga digunakan untuk menunjukkan bahwa lebar total panel sudah sesuai lebar sekat. Perbedaan juga terdapat pada ada atau tidaknya lajur pelat yang tergambar pada tab layout.

Gambar III.8. adalah gambar pada tab *construction drawing* merupakan hasil akhir dari seluruh tab sebelumnya. Layout yang sudah dimasukkan pada tab layout. Lajur pelat sesuai lebar pelat yang sudah diinput pada kolom ketiga tab kedua. Ukuran panel yang sudah dihitung pada kolom kedua tab kedua, dan modulus dari panel sekat yang lebih besar dari modulus minimum yang sudah ditentukan pada kolom pertama tab kedua.



Gambar III.9. Kolom *Panel Drawing*

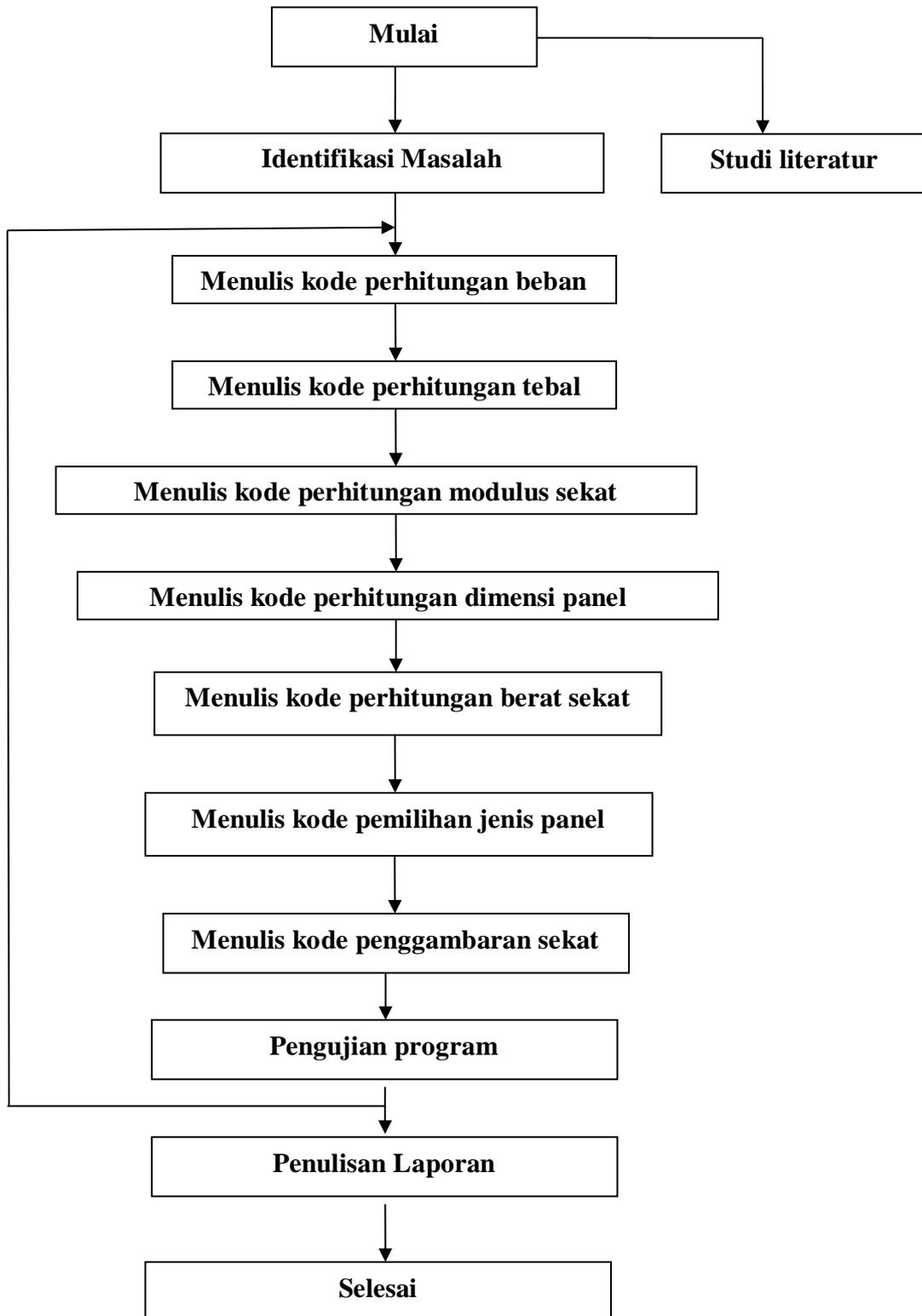
Gambar III.9 adalah gambar penampang atas satu panel dari sekat bergelombang. Data yang digunakan dalam penggambaran panel ini adalah data yang sudah dihitung dalam tab kedua. Hasil dari gambar ini menunjukkan skala yang lebih besar penampang atas panel. Hal ini dimaksudkan agar pengguna lebih mudah untuk melihat gambar dari panel yang dihasilkan.

III.4. Lokasi Pengerjaan

Program ini dikembangkan secara individu. Pengembang mengerjakan program ini secara bertahap. Lokasi pengerjaan program ini sebagian besar di Ruang Baca Fakultas Teknologi Kelautan ITS Surabaya. Ruang Baca FTK dipilih karena dalam ruangan ini

pengembang bisa mencari referensi dalam mengerjakan program ini. Selain itu, kondisi yang tenang membuat pengerjaan lebih tenang dalam mengerjakan program

III.5. Bagan Alir



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV FUNGSIONAL

IV.1. Pengujian Fungsional

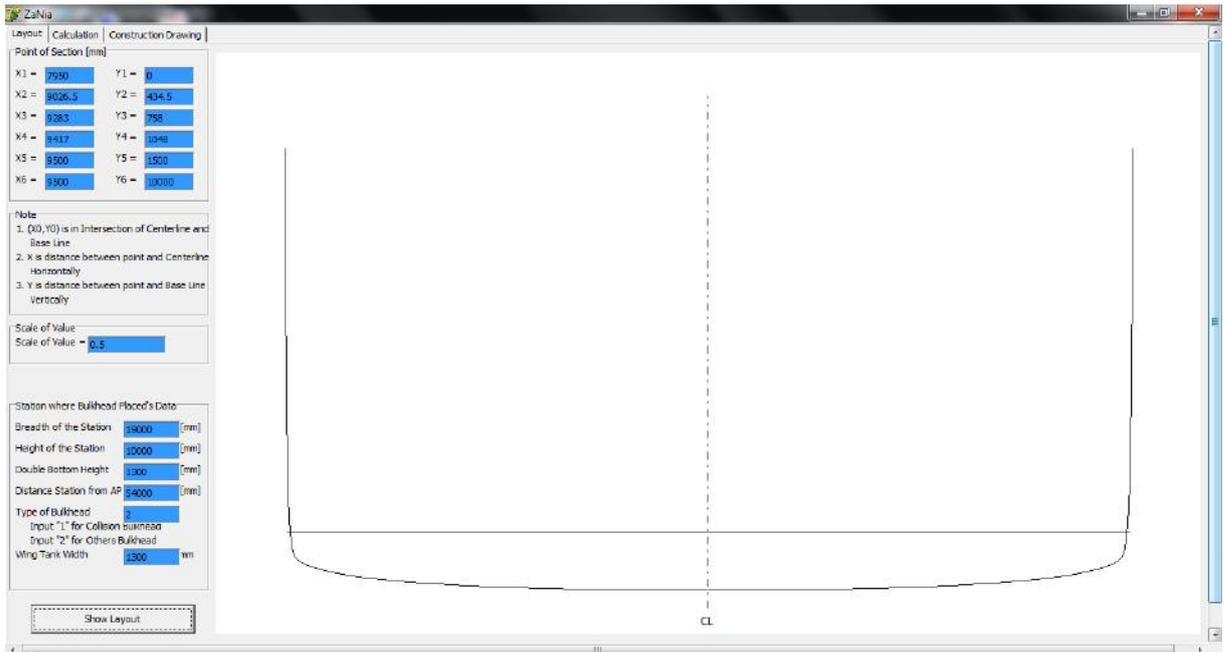
Pengujian fungsional bertujuan untuk meneliti perilaku program apakah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan masukan (input) kemudian hasil dari keluaran (output) dianalisa apakah hasilnya sesuai dengan yang diharapkan.

IV.1.1. Pengujian Tab Layout

Tabel IV.1 Pengujian Tab Layout

Nama Tab	Komponen yang diuji	User Input	Output	Hasil Uji
Layout	Tombol "Show Layout"	X1, Y1	Gambar Layout	Sukses
		X2, Y2	Gambar Layout	Sukses
		X3, Y3	Gambar Layout	Sukses
		X4, Y4	Gambar Layout	Sukses
		X5, Y5	Gambar Layout	Sukses
		X6, Y6	Gambar Layout	Sukses
		Double Bottom Height	Gambar Double Bottom	Sukses
		Scale	Skala Gambar Layout	Sukses
		Isian Kosong	Muncul pesan error	Sukses

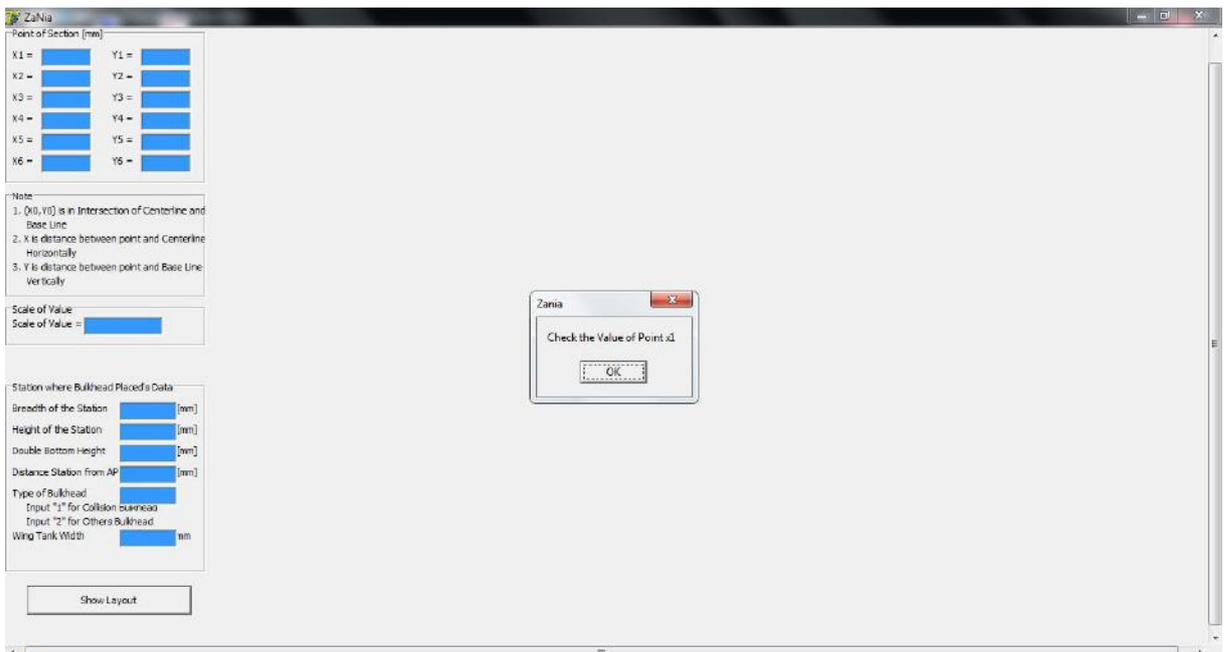
Tabel IV.1 menunjukkan hasil dari cara kerja program yang dibuat. Program dikatakan berhasil bila bisa menunjukkan hasil seperti gambar IV.1. Dari Tabel IV.1 bisa dikatakan jika ada satu kolom pun yang belum diisi, maka program tidak akan berjalan dan akan menunjukkan pesan error. Hasil yang dihasilkan berupa gambar layout dari penampang melintang kapal tempat sekat dipasang.



Gambar IV.1 Hasil Sukses Layout Gambar

Gambar IV.1 menunjukkan hasil gambar yang akan keluar bila user telah memasukan semua nilai dengan benar. Pada gambar IV.1, titik yang menjadi bagian utama yang membutuhkan detail adalah titik-titik yang berada pada jari-jari girasi.

Gambar IV.2 menunjukkan kalau ada user input yang kurang. Pesan error akan muncul dan mengingatkan user untuk mengisinya terlebih dahulu.



Gambar IV.2 Hasil Error Layout Gambar

IV.1.2. Pengujian Tab Calculation

Tabel IV.2 Pengujian Tombol "Calculate Minimum Modulus" pada Tab Calculation

Nama Tab	Komponen yang diuji	User Input	Output	Hasil Uji
Calculation	Tombol "Calculate Minimum Modulus"	Lpp	Minimum Modulus	Sukses
		B	Minimum Modulus	Sukses
		H	Minimum Modulus	Sukses
		Cb	Minimum Modulus	Sukses
		Vs	Minimum Modulus	Sukses
		A	Minimum Modulus	Sukses
		Isian Kosong	Muncul pesan eror	Sukses

Tabel IV.2 menunjukkan hasil dari cara kerja program yang dibuat. Pada bagian ini, data utama kapal dimasukkan, data kapal yang dimasukkan ini digunakan untuk menghitung modulus sesuai dengan peraturan biro klasifikasi. Program dikatakan berhasil bila bisa menunjukkan hasil seperti gambar IV.3

The screenshot shows a software window titled "Ship's Data" with the following fields and values:

- Length per Pendicular: 117450 [mm]
- Breadth: 19000 [mm]
- Height: 10000 [mm]
- Coefficient Block: 0.745
- Speed: 14 [knot]
- Frame Spacing: 600 [mm]
- Load's density: 830 [kg/m³]
- Overflow height: 1000 [mm]
- Minimum Bulkhead's Modulus: 1509.95309 [cm³]

A "Note" section at the bottom explains the color coding:

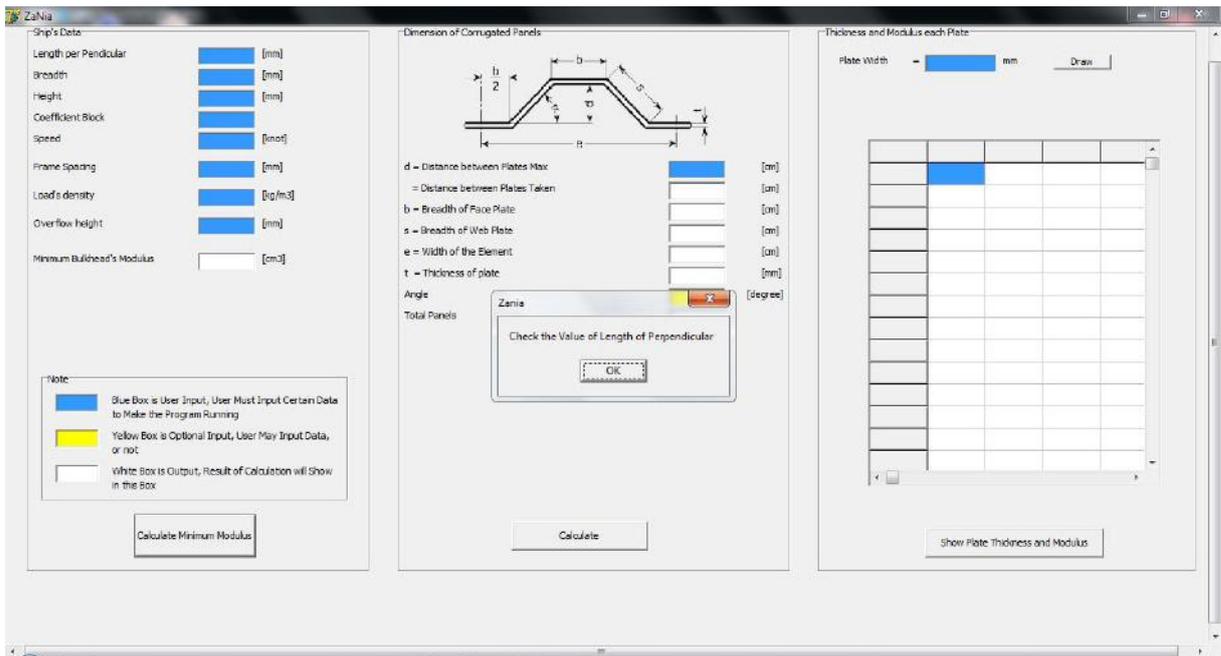
- Blue Box is User Input, User Must Input Certain Data to Make the Program Running
- Yellow Box is Optional Input, User May Input Data, or not
- White Box is Output, Result of Calculation will Show in this Box

A "Calculate Minimum Modulus" button is located at the bottom center of the window.

Gambar IV.3 Hasil Sukses Tombol "Calculate Minimum Modulus"

Gambar IV.3 menunjukkan hasil program yang sudah berjalan dengan baik. Nilai dari modulus minimum akan keluar dari perhitungan menurut Biro Klasifikasi Indonesia. Hasil yang keluar pada Nilai modulus minimum merupakan nilai modulus perhitungan terbesar dari cara perhitungan modulus yang ditentukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia.

Gambar IV.4 menunjukkan kalau ada user input yang kurang. Pesan error akan muncul dan mengingatkan user untuk mengisinya terlebih dahulu. Proses hitung akan dihentikan seluruhnya sebelum user melengkapi isian yang dibutuhkan.



Gambar IV.4 Hasil Error Tombol "Calculate Minimum Modulus"

Selain pada tombol calculate minimum modulus, pada kolom kedua tab calculation, terdapat tombol penentuan ukuran corrugated bulkhead.

Tabel IV.3 Pengujian Tombol "Calculate"

Nama Tab	Komponen yang diuji	User Input	Output	Hasil Uji
Calculation	Tombol "Calculate "	d maksimal	d taken	Sukses
			B	Sukses
			S	Sukses
			E	Sukses
			Angle	Sukses
			Total Panels	Sukses
		Isian Kosong	Muncul pesan error	Sukses

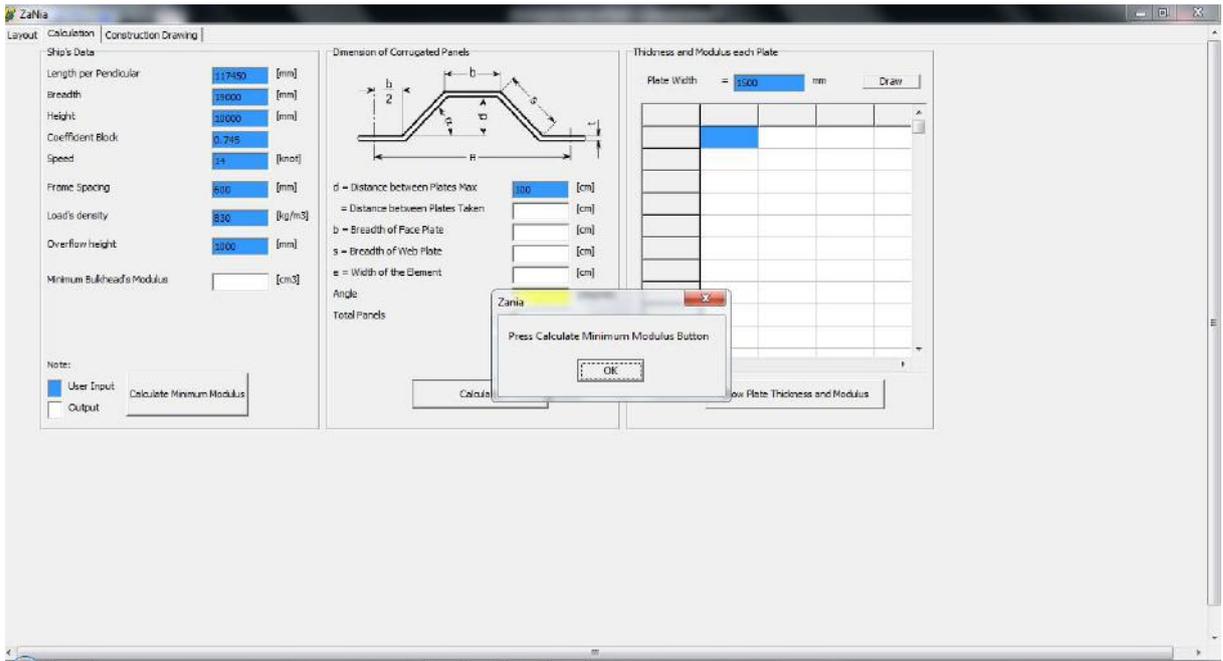
Tabel IV.3 menunjukkan hasil dari cara kerja program yang dibuat. Program dikatakan berhasil bila bisa menunjukkan hasil seperti gambar IV.5. Output dari kolom ini adalah ukuran dari panel. Kolom ini merupakan kolom vital yang merupakan kolom inti dari program ini.

Dimension of Corrugated Panels

d = Distance between Plates Max	<input type="text" value="100"/>	[cm]
= Distance between Plates Taken	<input type="text" value="28"/>	[cm]
b = Breadth of Face Plate	<input type="text" value="54"/>	[cm]
s = Breadth of Web Plate	<input type="text" value="39.4366197"/>	[cm]
e = Width of the Element	<input type="text" value="164"/>	[cm]
t = Thickness of plate	<input type="text" value="8"/>	[mm]
Angle	<input type="text" value="45"/>	[degree]
Total Panels	<input type="text" value="10"/>	

Gambar IV.5 Hasil Sukses Tombol Calculate

Gambar IV.6 menunjukkan kalau ada user input yang kurang. Pesan error akan muncul dan mengingatkan user untuk mengisinya terlebih dahulu. Proses hitung akan dihentikan seluruhnya sebelum user melengkapi isian yang dibutuhkan. Jika hal ini terjadi, maka nilai penting yang seharusnya keluar tidak bisa ditunjukkan dan mengakibatkan program tidak bisa berjalan.



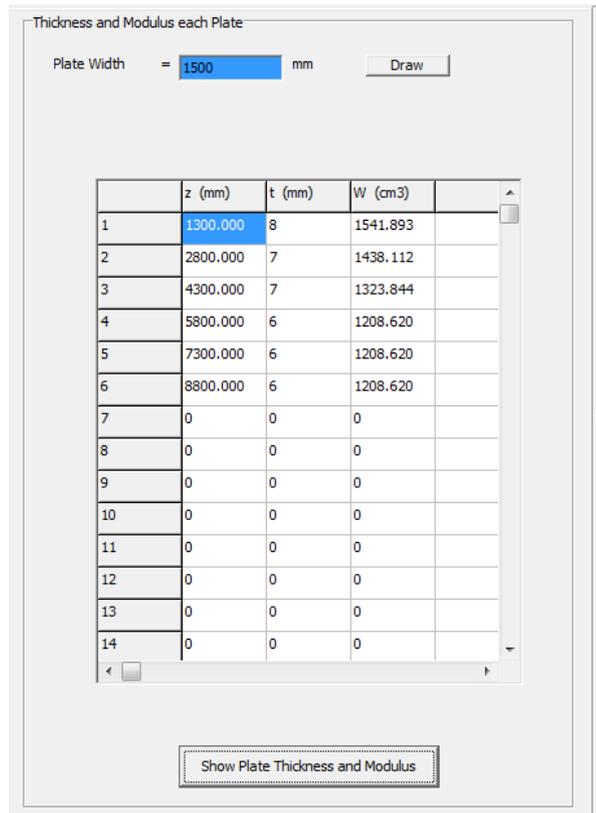
Gambar IV.6 Hasil Error Tombol "Calculate"

Kolom lajur pelat pada tab calculation berfungsi untuk menunjukkan banyaknya lajur pelat dan masing-masing tebalnya.

Tabel IV.4 Pengujian Tombol "Show Plate Thickness and Modulus"

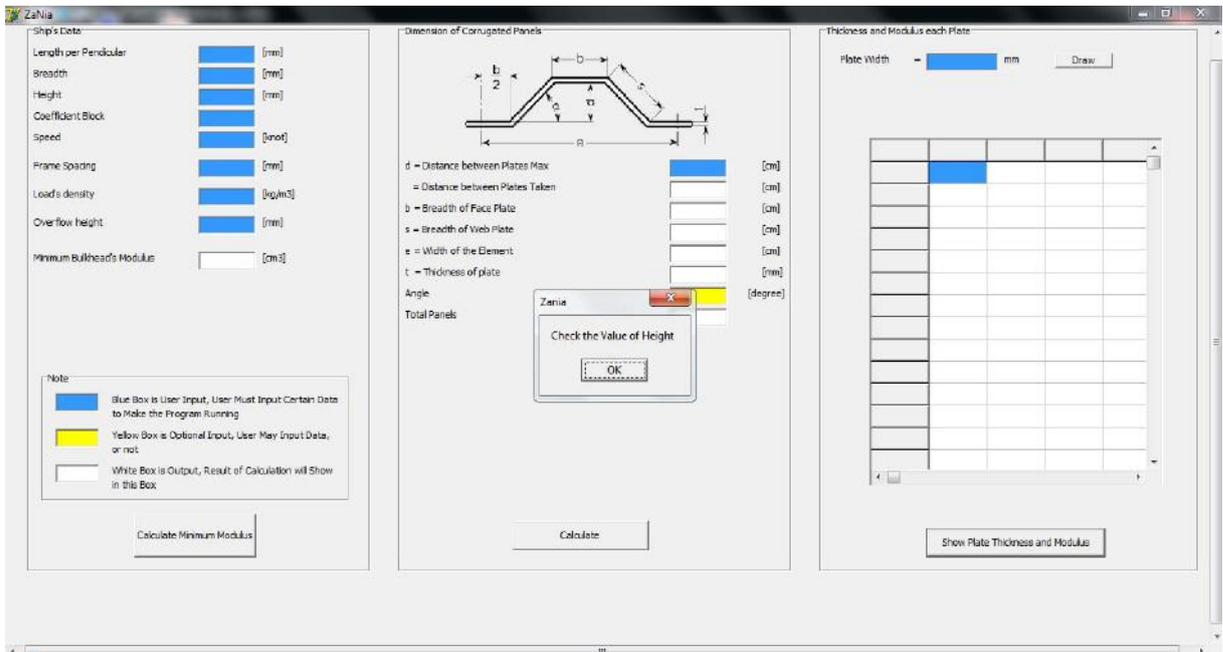
Nama Tab	Komponen yang diuji	User Input	Output	Hasil Uji
Calculation	Tombol "Show Plate Thickness and Modulus "	lebar pelat	jumlah lajur	Sukses
			tebal pelat	Sukses
			modulus pelat	Sukses
		Isian Kosong	Muncul pesan eror	Sukses

Tabel IV.4 menunjukkan hasil dari cara kerja program yang dibuat. Program dikatakan berhasil bila bisa menunjukkan hasil seperti gambar IV.7.



Gambar IV.7 Hasil Sukses Tombol "Show Plate Thickness and Modulus"

Gambar IV.8 menunjukkan kalau ada user input yang kurang. Pesan error akan muncul dan mengingatkan user untuk mengisinya terlebih dahulu.



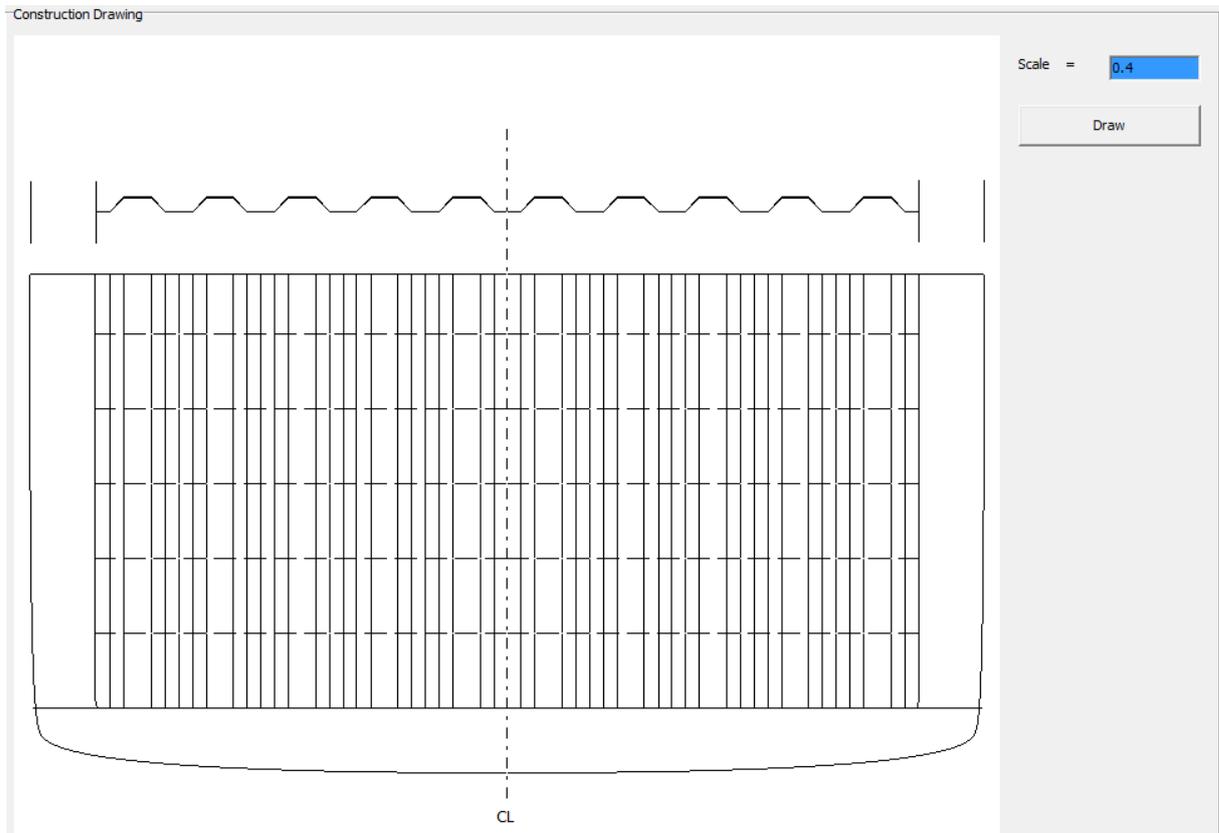
Gambar IV.8 Hasil Error Tombol "Show Plate Thickness and Modulus"

IV.1.3. Pengujian Tab Construction Drawing

Tabel IV.5 Hasil Pengujian Tombol "Draw" pada Tab Construction Drawing

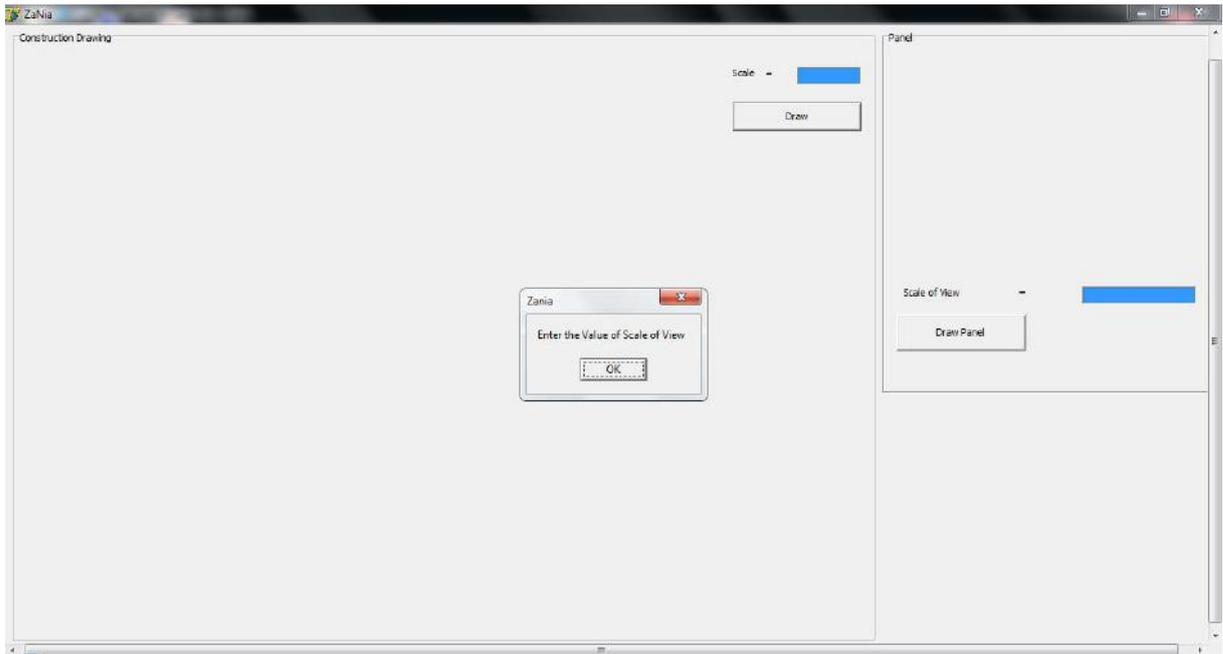
Nama Tab	Komponen yang diuji	User Input	Output	Hasil Uji
Construction Drawing	Tombol "Draw "	Scale	Gambar Akhir	Sukses
		Isian Kosong	Muncul pesan eror	Sukses

Tabel IV.5 menunjukkan hasil dari cara kerja program yang dibuat. Program dikatakan berhasil bila bisa menunjukkan gambar seperti gambar IV.9. Gambar berupa penampang station dan lajur pelat sekat corrugated bulkhead.



Gambar IV.9 Hasil Sukses Tombol "Draw" pada Tab Construction Drawing

Gambar IV.10 menunjukkan kalau ada user input yang kurang. Pesan error akan muncul dan mengingatkan user untuk mengisinya terlebih dahulu.



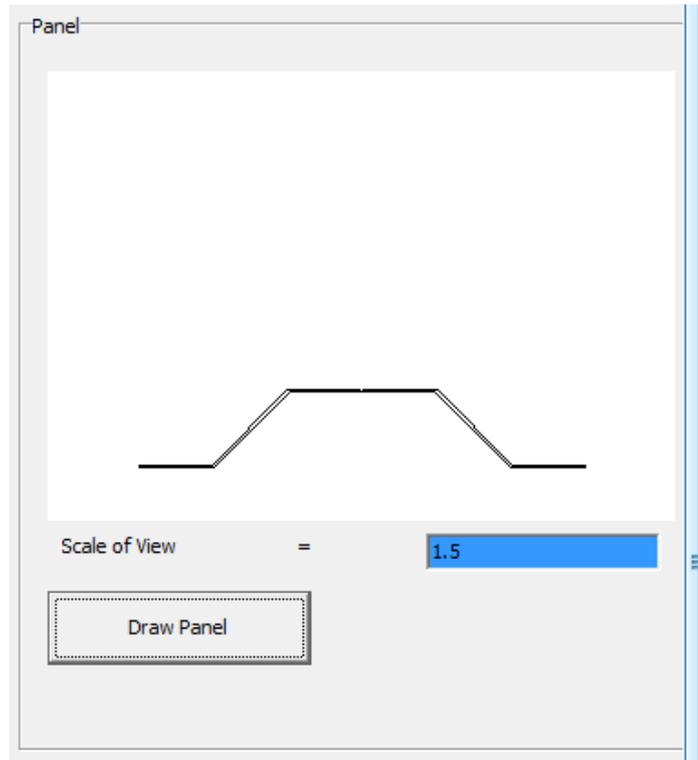
Gambar IV.10 Hasil Error Tombol "Draw" pada Tab Construction Drawing

Selain hasil gambar akhir, pada tab ini juga ada gambar penampang dari corrugated bulkhead. Gambar penampang ini diperuntukan untuk gambaran panel yang lebih jelas. Ukuran yang digunakan adalah ukuran yang sudah dihitung pada tab sebelumnya.

Tabel IV.6 Pengujian Fungsi Tombol "Draw Panel"

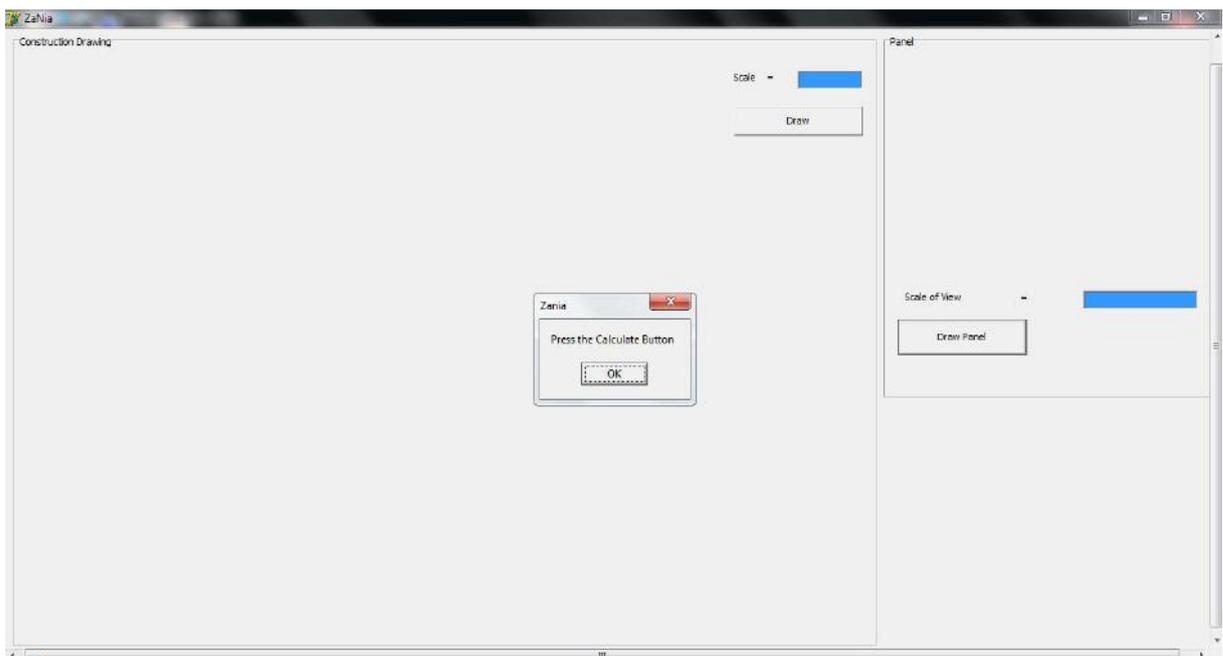
Nama Tab	Komponen yang diuji	User Input	Output	Hasil Uji
Construction Drawing	Tombol "Draw Panel"	Scale	Gambar Akhir	Sukses
		Isian Kosong	Muncul pesan eror	Sukses

Tabel IV.6 menunjukkan hasil dari cara kerja program yang dibuat. Program dikatakan berhasil bila bisa menunjukkan gambar seperti gambar IV.11. Gambar berupa penampang atas panel sekat bergelombang.



Gambar IV.11 Hasil Sukses Tombol Draw Panel

Gambar IV.11 menunjukkan hasil sukses dari tombol Draw panel. Gambar satu panel yang digunakan pada sekat akan digambarkan dengan lebih jelas karena perbedaan skala yang dipakai. Hal ini dimaksudkan agar user bisa melihat hasil desain dari ukuran-ukuran panel yang sebelumnya sudah dilakukan penghitungannya oleh program.



Gambar IV.12 Hasil Error Tombol Draw Panel

Gambar IV.12 menunjukkan kalau skala belum diinput. Pesan error akan muncul dan mengingatkan user untuk mengisinya terlebih dahulu.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk membahas hasil dari pembangunan perangkat lunak perlu dilakukan uji coba. Uji coba perangkat lunak dilakukan dengan mengacu pada data-data kapal yang ada. Data-data yang dibutuhkan untuk melakukan uji coba adalah ukuran-ukuran utama kapal. Sistem konstruksi yang dipakai untuk uji coba adalah konstruksi memanjang. Pada uji coba ini menggunakan kapal dengan spesifikasi berikut:

Lpp : 117,45 m

B : 19,00 m

H : 10,00 m

CB : 0,745

Vs : 14 knot

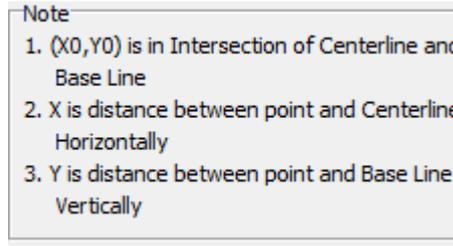
Pada dasarnya prinsip kerja dari perangkat lunak ini adalah menghitung, memasukkan nilai berdasarkan pertimbangan hasil perhitungan, dan menghasilkan dalam bentuk gambar. Pada perangkat lunak terdapat kotak-kotak dengan warna yang berbeda. Kotak warna biru adalah kotak masukan pengguna (user input) sebelum mengklik tombol 'Calculate' untuk menghitung, kotak warna putih adalah hasil dari perhitungan.

V.1. Gambar *Outline* Penampang Kapal

Setiap titik koordinat yang diberikan harus memperlihatkan detail dari penampang yang akan dibuat. Hal ini memungkinkan detail gambar yang lebih menyerupai desain awalnya. Point (0,0) berada pada perpotongan garis centerline dan baseline 0.

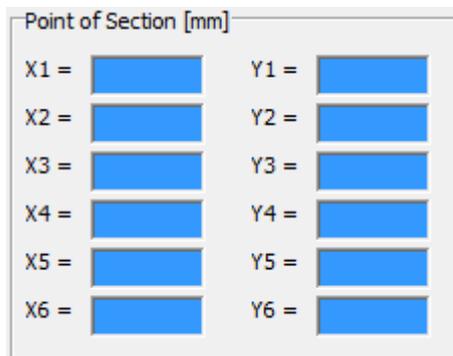
V.1.1. Titik Koordinat

Untuk membuat *Outline* penampang kapal, maka yang diperlukan adalah tujuh titik koordinat. Titik-titik ini yang akan menjadi penentu hasil dari *outline*. Karena titik awal dikunci pada poin (0,0) yang berada pada perpotongan garis centerline dan baseline, maka user hanya perlu memasukan enam titik koordinat.



Gambar V.1. Catatan pada user mengenai titik koordinat

Gambar V.1. merupakan catatan yang dibuat developer untuk memudahkan pengguna dalam memakai aplikasi ini. Dalam hal ini, yang dijelaskan adalah mengenai titik-titik koordinat. Pada catatan tersebut dijelaskan bahwa titik X adalah jarak antara titik terhadap centerline secara horisontal. Dan titik Y merupakan jarak antara titik dengan baseline secara vertikal.



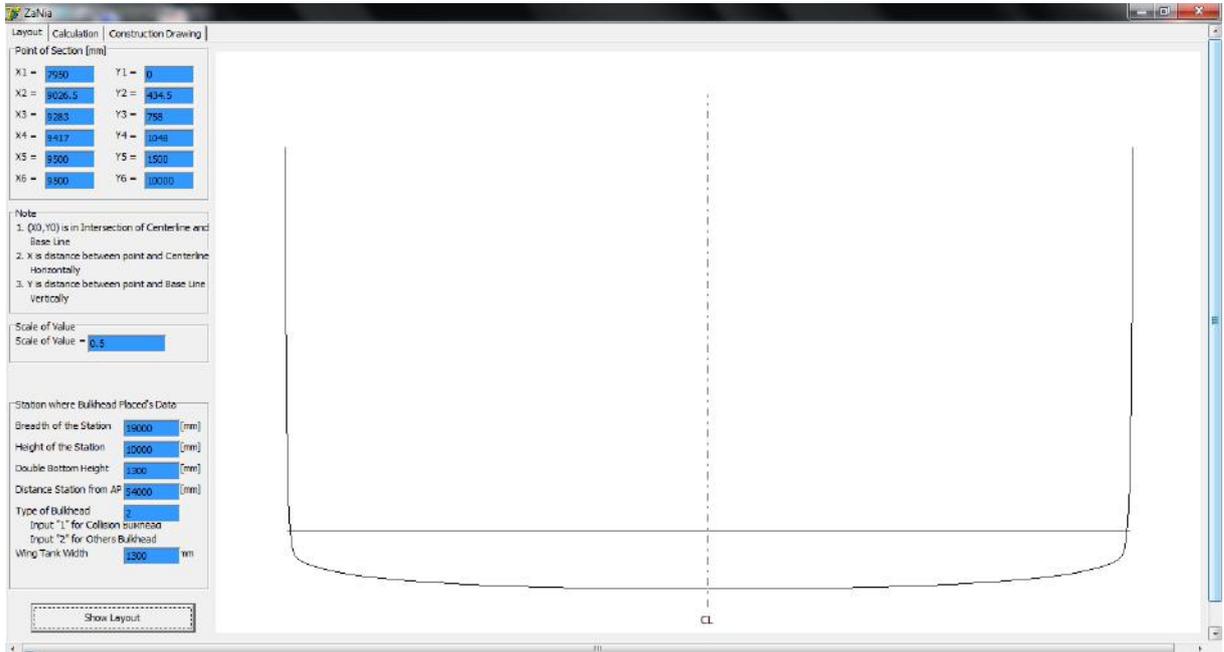
Gambar V.2. Tempat titik-titik koordinat dimasukkan

Gambar V.2. merupakan tempat dimana titik-titik koordinat harus dimasukkan. Titik X1 merupakan titik yang terdekat dengan centerline dan titik X6 merupakan yang terjauh. Kemiripan antara outline dan gambar aslinya dipengaruhi oleh nilai-nilai yang diinput, sehingga pemasukan nilai seharusnya merupakan detail kapal yang diperlukan. Tabel V.1 merupakan nilai dari koordinat yang dimasukkan.

Tabel V.1 Titik Koordinat

No	X	Y
1	7950	0
2	9026.5	434.5
3	9283	758
4	9417	1048
5	9500	1500
6	9500	10000

V.1.2. Hasil Outline

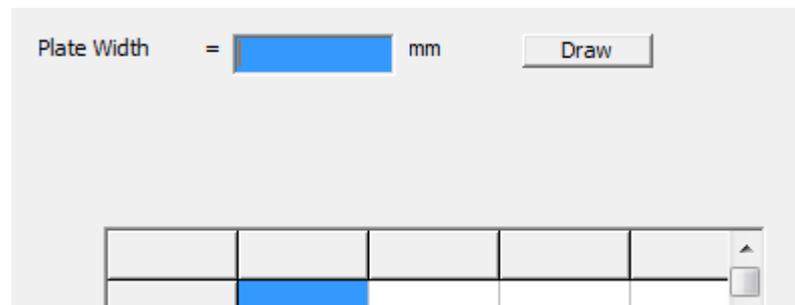


Gambar V.3 Hasil Outline

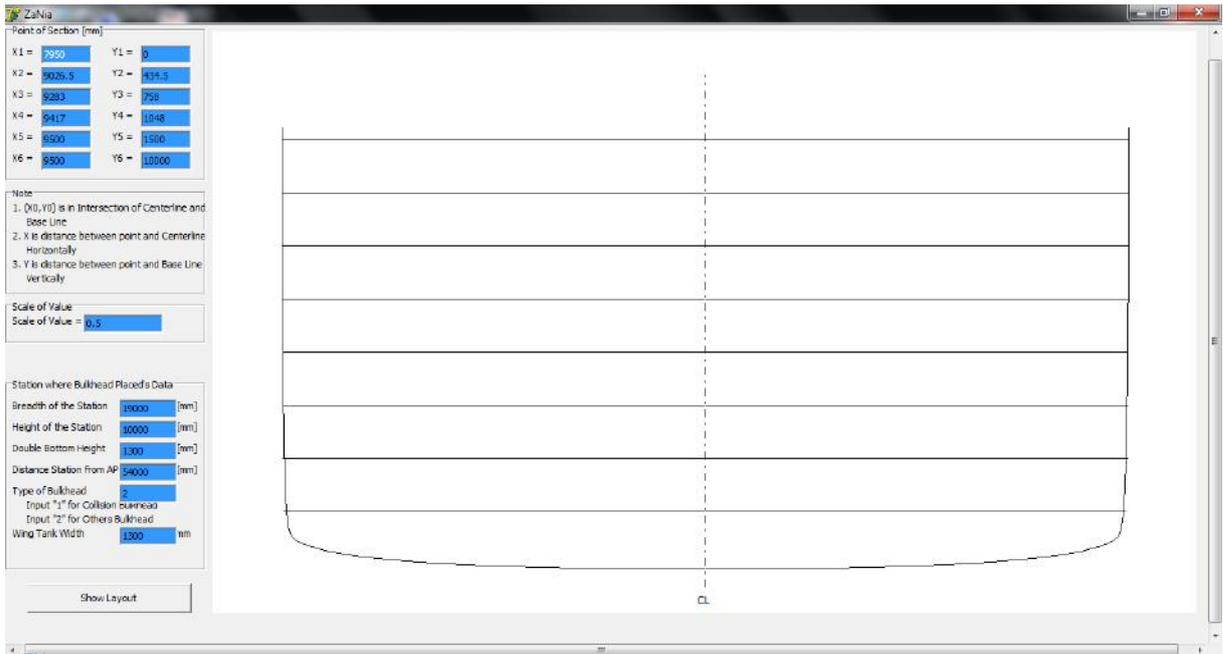
Gambar V.3 merupakan hasil outline dari titik koordinat yang diberikan pada Tabel V.1. Setelah nilai 1300 mm dimasukkan pada double bottom, maka gambar double bottom juga ditambahkan pada hasil outline.

V.2. Gambar Susunan Lajur Pelat pada Penampang Outline

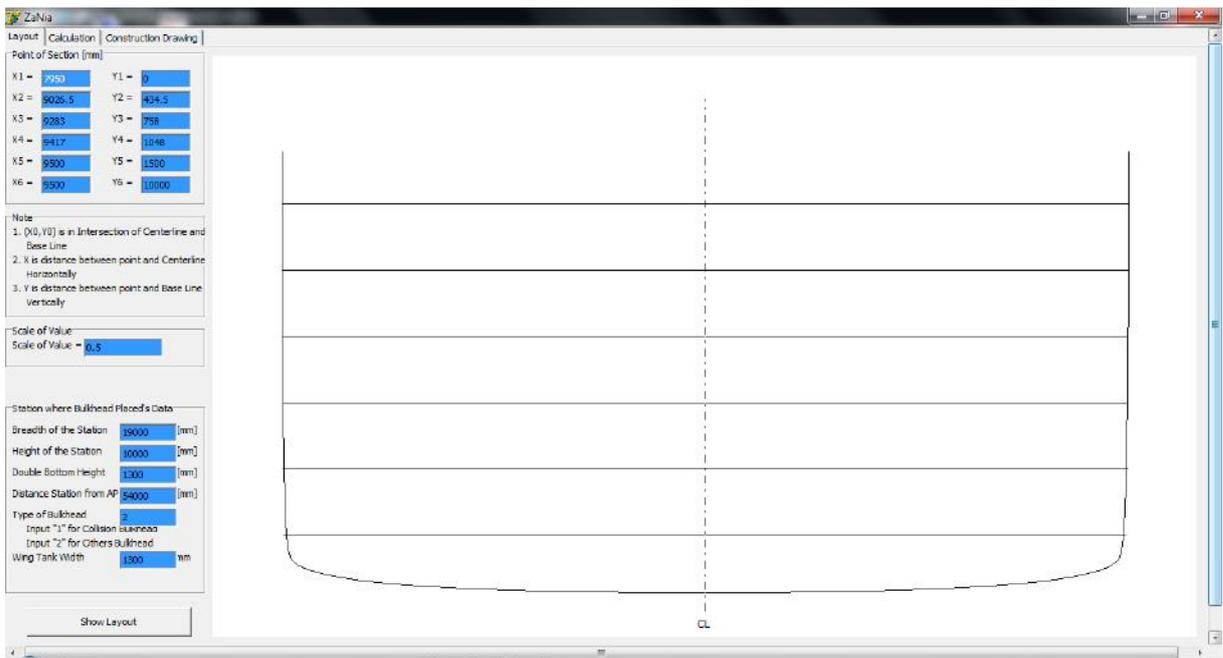
Untuk menggambar susunan lajur pelat, data yang perlu dimasukkan adalah lebar dari pelat yang digunakan, dalam perhitungan ini lebar pelat yang digunakan adalah 1500 mm dan 1200 mm. Kolom untuk memasukan nilai ini terdapat pada kolom lajur panel pada tab calculation seperti pada Gambar V.4. Setelah nilai lebar pelat dimasukkan dan tombol draw ditekan oleh user, maka hasil yang ditunjukkan program adalah seperti pada Gambar V.5, Gambar V.6.



Gambar V.4 Kolom memasukkan lebar pelat yang digunakan



Gambar V.5. Hasil Layout Lajur Pelat 1200 mm



Gambar V.6 Hasil Layout Lajur Pelat 1500 mm

V.3. Perhitungan Ukuran Panel

Sebelum melakukan perhitungan ukuran panel, maka sebelumnya harus menghitung modulus minimum yang rumusnya sudah ditentukan oleh BKI. Perhitungan minimum modulus, ukuran panel, dan tebal lajur berada pada tab calculation.

V.3.1. Perhitungan modulus minimal

Tabel V.2 Data yang digunakan untuk perhitungan minimum modulus

No	Data Kapal	Nilai	Satuan
1	Lpp	117450	Mm
2	B	19000	Mm
3	H	10000	Mm
4	Cb	0.745	
5	Vs	14	Kn
6	a	600	Mm
7	Loads Density	830	kg/m ³
8	Overflow	1000	Mm

Setelah data pada Tabel V.2 dimasukkan dalam kolom minimum modulus pada tab calculation. User selanjutnya menekan tombol Calculate minimum modulus, dan setelah itu program akan menghitung secara otomatis menggunakan rumus yang diberikan BKI untuk mencari modulus terbesar. Modulus minimum yang dicari pada kolom ini merupakan modulus dari pelat paling bawah dari sekat bergelombang.

Ship's Data

Length per Pendicular [mm]

Breadth [mm]

Height [mm]

Coefficient Block

Speed [knot]

Frame Spacing [mm]

Load's density [kg/m³]

Overflow height [mm]

Minimum Bulkhead's Modulus

Note

- Blue Box is User Input, User Must Input Certain Data to Make the Program Running
- Yellow Box is Optional Input, User May Input Data, or not
- White Box is Output, Result of Calculation will Show in this Box

Calculate Minimum Modulus

Gambar V.7. Kolom memasukan Data Kapal pada Tab Calculation

Gambar V.7 merupakan kolom dimana user memasukkan nilai dari data kapal. Yang perlu diwaspadai adalah satuan yang dipakai pada program ini. Jika data yang dimasukkan berbeda dengan satuan yang sudah disetel pada program. Maka nilai yang dihasilkan tidak akan sesuai dengan nilai yang diinginkan.

The screenshot shows a software interface titled "Ship's Data" with the following fields and values:

Parameter	Value	Unit
Length per Pendicular	117450	[mm]
Breadth	19000	[mm]
Height	10000	[mm]
Coefficient Block	0.745	
Speed	14	[knot]
Frame Spacing	600	[mm]
Load's density	830	[kg/m ³]
Overflow height	1000	[mm]
Minimum Bulkhead's Modulus	1509.95309	[cm ³]

Below the input fields is a "Note" section:

- Blue Box** is User Input, User Must Input Certain Data to Make the Program Running
- Yellow Box** is Optional Input, User May Input Data, or not
- White Box** is Output, Result of Calculation will Show in this Box

At the bottom of the interface is a button labeled "Calculate Minimum Modulus".

Gambar V.8. Hasil dari perhitungan minimum modulus

Gambar V.8. merupakan hasil yang diperlihatkan program setelah melakukan kalkulasi. Dari beberapa rumus modulus sekat BKI yang dipakai, nilai terbesar yang diambil dan dijadikan modulus minimal untuk menghasilkan ukuran panel. Dalam perhitungan ini, hasil yang dihasilkan adalah sebesar 1509.953 cm³.

V.3.2. Perhitungan ukuran panel dan tebal lajur pelat

Untuk menghitung nilai dari ukuran panel, yang diperlukan adalah jarak antara face plate. Dalam kasus ini, user diberikan kebebasan untuk menentukan ukuran maksimal dari jarak yang akan diambil. Selain itu, sudut juga bisa ditentukan oleh user. User bebas memilih memasukan nilai sudut atau membiarkan program menunjukkan nilai yang dihasilkan oleh

perhitungan program itu sendiri. Pada Gambar V.9. nilai dari jarak antara face plate yang dimasukkan adalah 100 cm. dan sudut yang dimasukkan adalah hasil dari perhitungan program dan 60° .

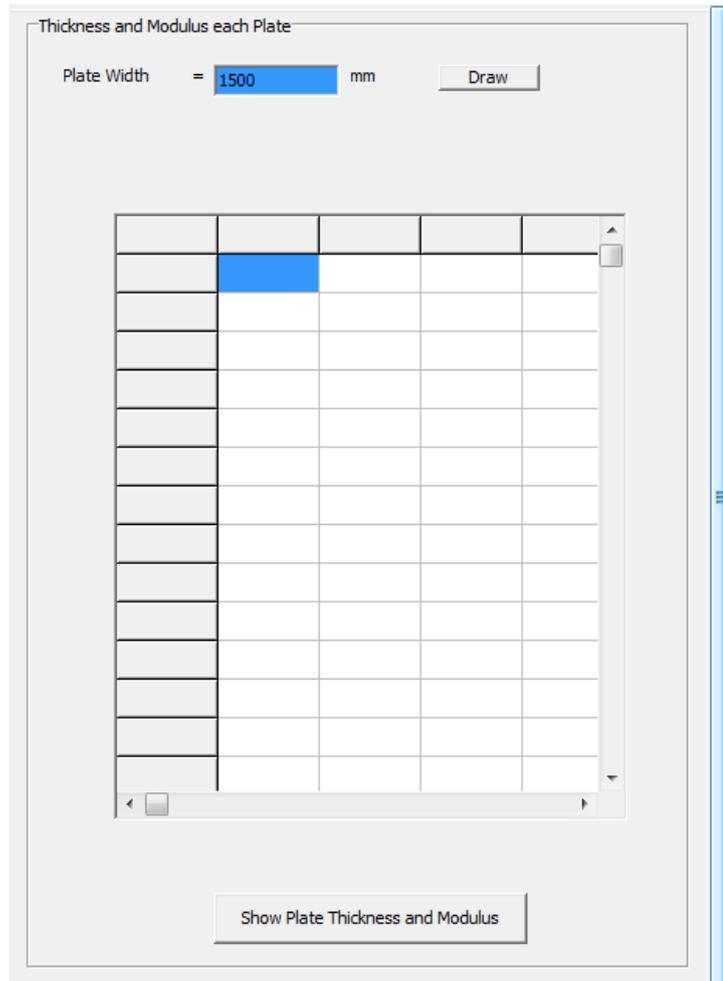
Dimension of Corrugated Panels

d = Distance between Plates Max [cm]
 = Distance between Plates Taken [cm]
 b = Breadth of Face Plate [cm]
 s = Breadth of Web Plate [cm]
 e = Width of the Element [cm]
 t = Thickness of plate [mm]
 Angle [degree]
 Total Panels

Calculate

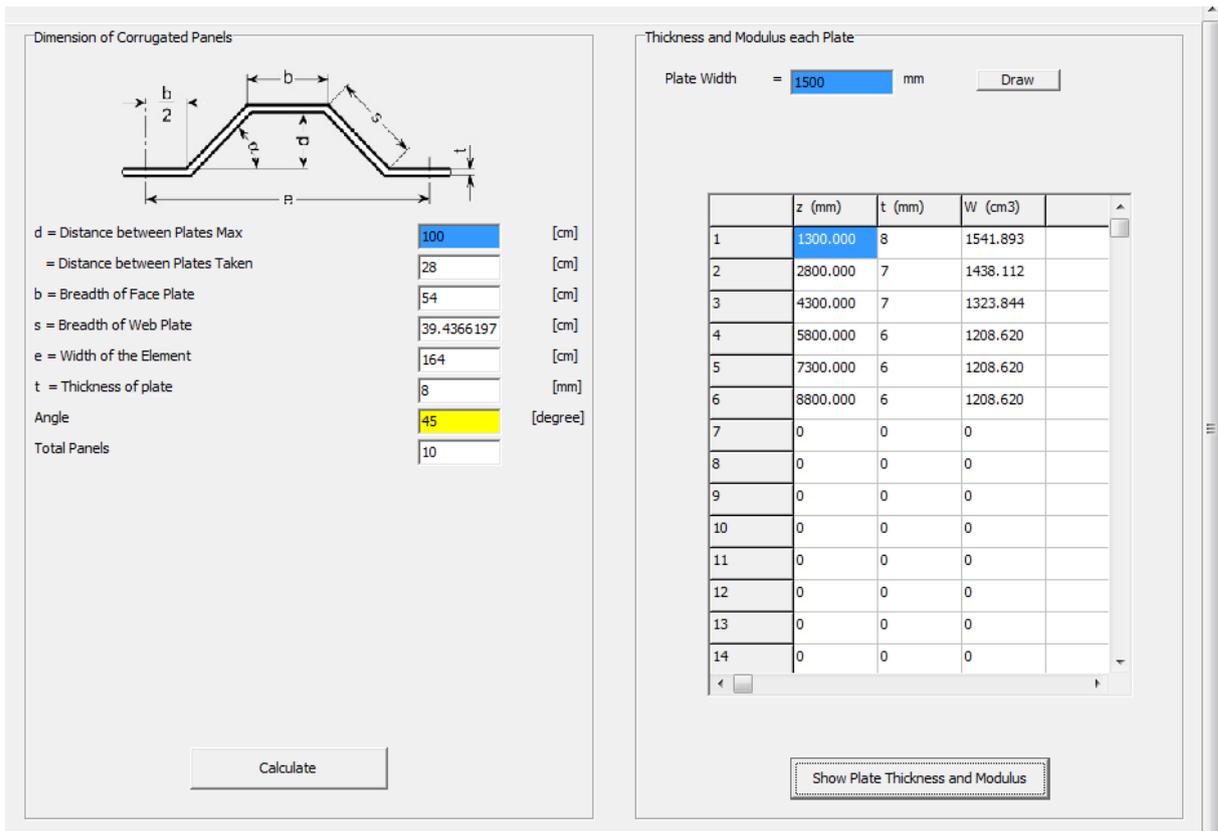
Gambar V.9. Tempat input nilai d maksimal

Untuk menghitung nilai dari tebal lajur pelat, yang dibutuhkan program ini adalah lebar dari pelat yang dipakai. Karena pelat dibending memanjang. Maka variasi dari tebal akan lebih banyak. Setelah lebar pelat dimasukkan, maka jumlah dari lajur pelat, jarak dari titik berat pelat terhadap baseline, tebal pelat, dan modulus akan dihitung oleh program secara otomatis.



Gambar V.10 Lebar pelat yang dipakai

Pada gambar V.10. disebutkan bahwa lebar pelat yang dipakai adalah 1500 mm. namun dalam perhitungan kali ini. Lebar pelat 1200 mm juga akan dimasukkan sebagai referensi perbedaan dari masing-masing lebar pelat.



Gambar V.11 Hasil perhitungan program dengan lebar pelat 1500 mm

Gambar V.11 merupakan hasil yang di jalankan oleh program. Ukuran dari panel dan tebal masing-masing lajur pelat diketahui seperti pada table V.3. dan V.4.

Tabel V.3. Ukuran Panel yang dihitung program

No	Data Panel	Nilai	Satuan
1	d taken	28	Cm
2	b	54	Cm
3	s	39.437	Cm
4	e	164	Cm
5	t	8	Cm
6	Angle	45	Degree
7	Total Panel	10	

Tabel V.4. Lajur Pelat yang dihitung program

No Lajur	z (mm)	t (mm)	W (cm3)
1	1300	8	1541.893
2	2800	7	1438.112
3	4300	7	1323.844
4	5800	6	1208.62

5	7300	6	1208.62
6	8800	6	1208.62

Gambar V.12. Hasil perhitungan dengan sudut 60° dan lebar pelat 1500 mm

Gambar V.12 merupakan hasil yang di jalankan oleh program. Ukuran dari sudut kali ini dirubah oleh user, sehingga program akan menjalankan perintah dengan ketentuan nilai dari sudut terkunci. Ukuran dari panel dan tebal masing-masing lajur pelat diketahui seperti pada table V.5. dan V.6.

Tabel V.5. Ukuran Panel yang dihitung program

No	Data Panel	Nilai	Satuan
1	d taken	25	Cm
2	b	67.549	Cm
3	s	28.736	Cm
4	e	164	Cm
5	t	8	Cm
6	Angle	60	Degree
7	Total Panel	10	

Tabel V.6. Lajur Pelat yang dihitung program

No Lajur	z (mm)	t (mm)	W (cm ³)
1	1300	8	1594.005
2	2800	7	1486.177
3	4300	7	1486.177
4	5800	6	1249.468
5	7300	6	1249.468
6	8800	6	1249.468

Gambar V.13. Hasil perhitungan dengan sudut 60° dan lebar pelat 1200 mm

Gambar V.13. merupakan hasil yang di jalankan oleh program. Ukuran dari sudut kali ini dirubah oleh user, sehingga program akan menjalankan perintah dengan ketentuan nilai dari sudut terkunci. Selain itu, ukuran dari lebar pelat juga dirubah menjadi 1200 mm. Ukuran dari panel dan tebal masing-masing lajur pelat diketahui seperti pada table V.7. dan V.8.

Tabel V.7. Ukuran Panel yang dihitung program

No	Data Panel	Nilai	Satuan
1	d taken	25	Cm
2	B	67.549	Cm
3	S	28.736	Cm
4	E	164	Cm

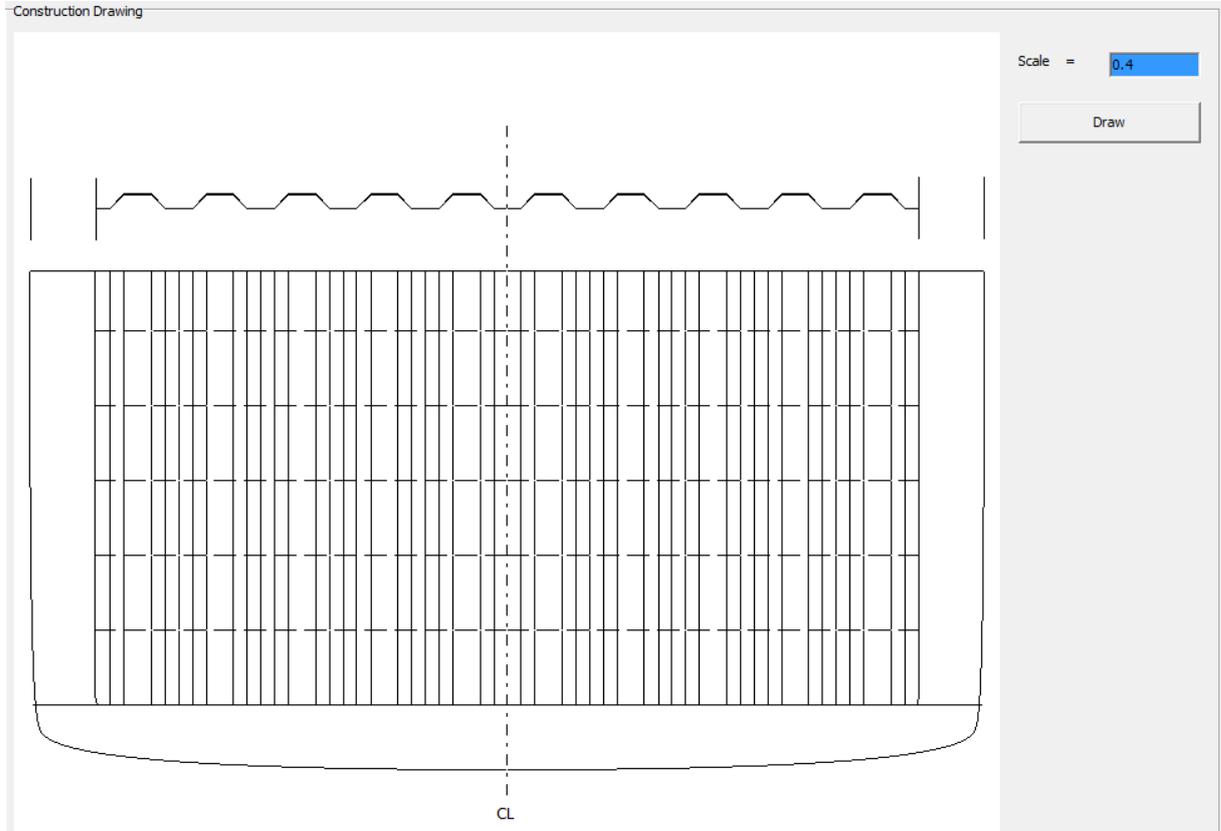
5	T	8	Cm
6	Angle	60	Degree
7	Total Panel	10	

Tabel V.8 Lajur Pelat yang dihitung program

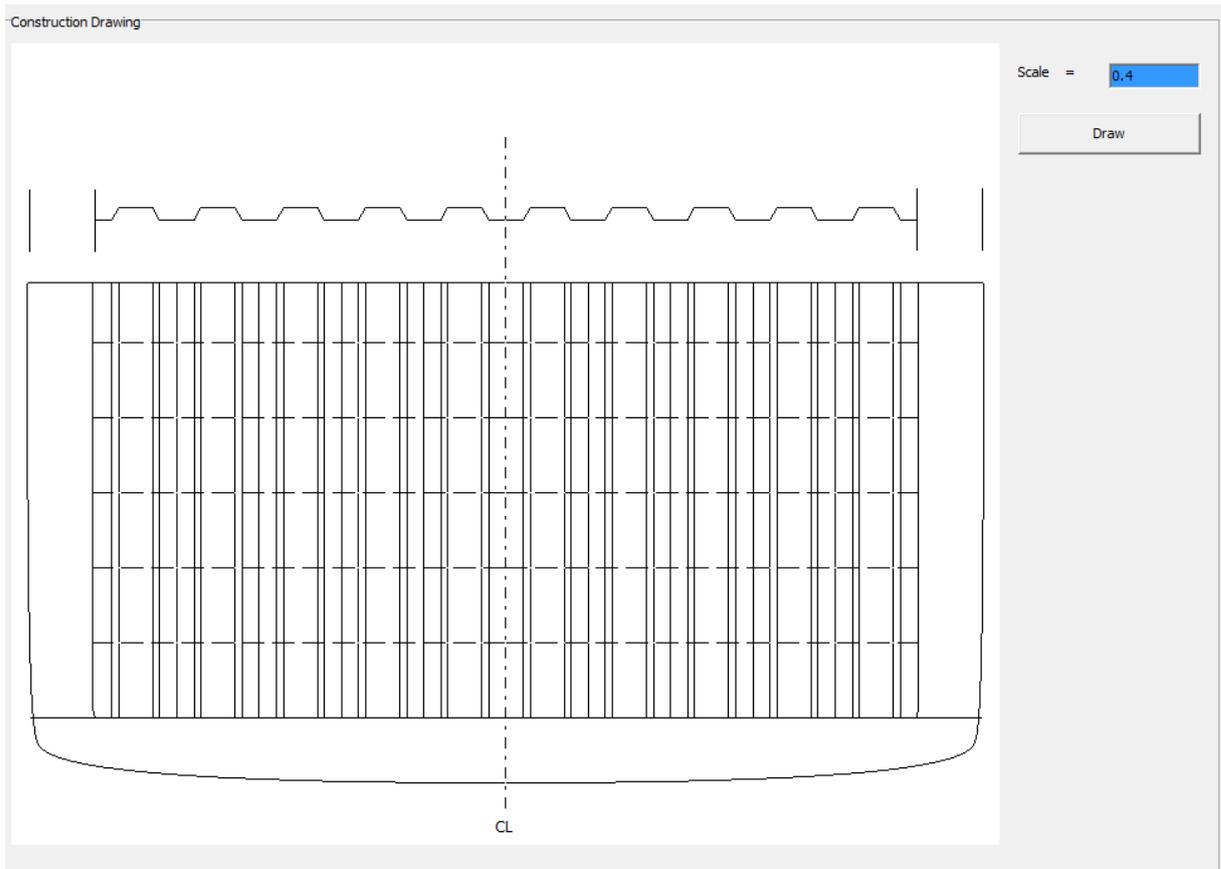
No Lajur	z (mm)	t (mm)	W (cm3)
1	1300	8	1614.403
2	2500	7	1530.767
3	3700	7	1530.767
4	4900	6	1249.468
5	6100	6	1249.468
6	7300	6	1249.468
7	8500	6	1249.468
8	9700	6	1249.468

V.4. Gambar Konstruksi

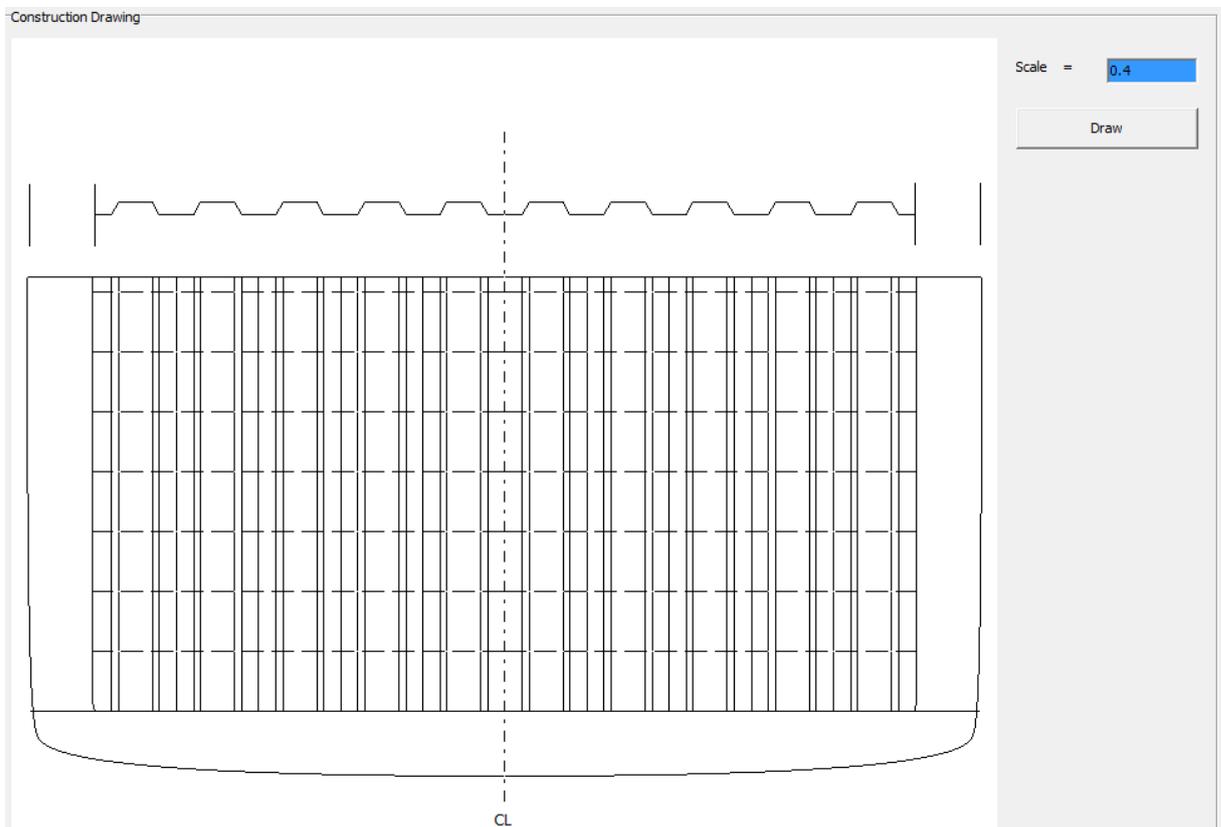
Pada Gambar konstruksi, hasil gambar dari program berbeda setiap inputnya, dalam laporan ini terdapat tiga gambar berbeda yang menggambarkan 3 kondisi berbeda, dan 2 gambar penampang panel berbeda dari sudut 45° dan 60° .



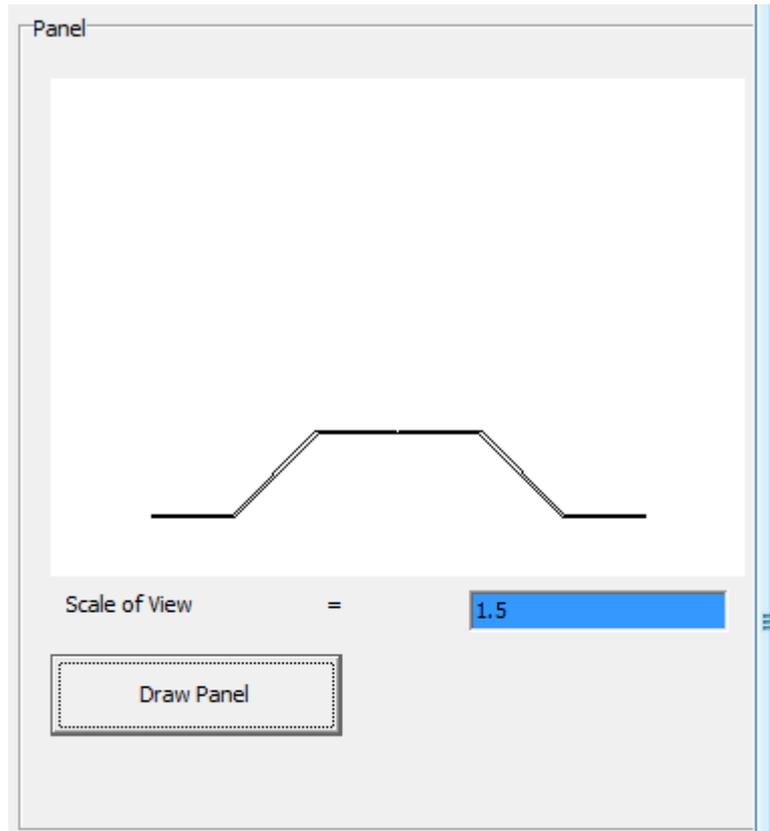
Gambar V.14 Hasil Gambar konstruksi dari sudut 45° lebar pelat 1500 mm



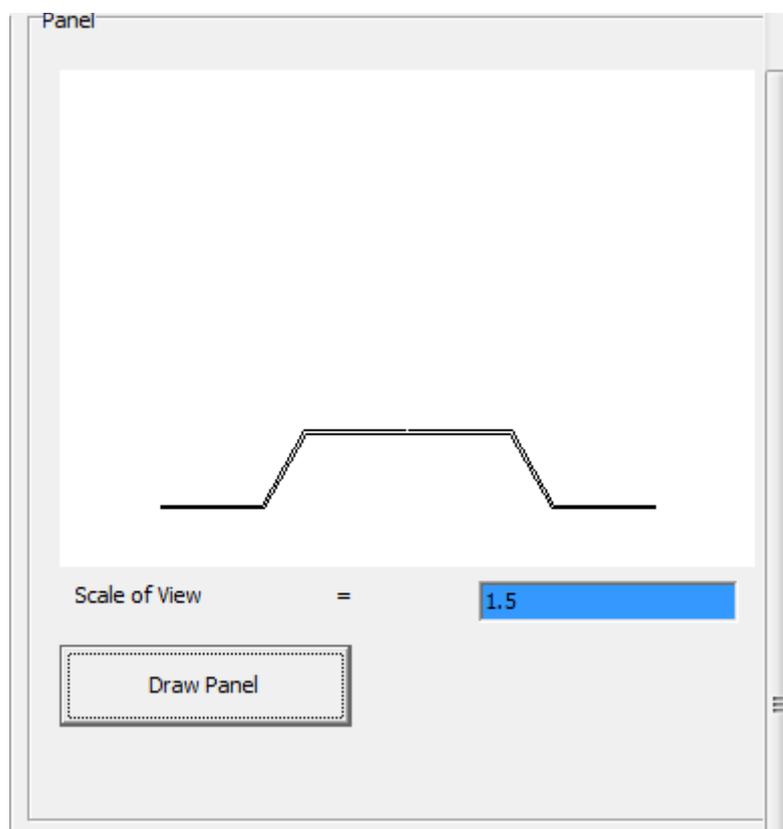
Gambar V.15 Hasil Gambar konstruksi dari sudut 60⁰ lebar pelat 1500 mm



Gambar V.16 Hasil Gambar konstruksi dari sudut 60⁰ lebar pelat 1200 mm



Gambar V.17 Hasil Gambar penampang panel dari sudut 45°



Gambar V.18 Hasil Gambar penampang panel dari sudut 60°

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Dari hasil yang didapat beserta pembahasan mengenai uji coba program penghitung konstruksi midship kapal tanker dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Media belajar berbasis komputer mengenai perhitungan ukuran sekat begelombang dapat dimodelkan ke dalam suatu perangkat lunak (software).
2. Software dapat menghitung dan menentukan ukuran dari corrugated bulkhead dengan luas penampang yang paling kecil.

VI.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan perangkat lunak lebih lanjut pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Gambar akhir penampang yang didapatkan tidak selalu proporsional sehingga akan mendorong pengguna untuk mencari solusi agar bentuk gambar penampang menjadi proporsional.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- BKI (2017). *Rules for the Classification and Construction of Seagoing Steel Ships Volume II Rules for Hules*. Indonesia: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Eyres, D. (1988). *Ship Construction* (3rd Edition). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Fitri, H.M. (2016). S.T. Project. *Perancangan Perangkat Lunak Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Konstruksi Midship Kapal Tanker yang Sesuai dengan Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)*. Surabaya, Indonesia: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- International Association of Classification Societies. (2011, Maret). Retrieved Juni 22, 2015, from <http://www.iacs.org.uk>
- Kadir, A. (2013). *FromZero To a Pro Delphi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Simarmata, J. (2010). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sommerville, I. (2003). *Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak)* (6th ed., Vol. 1). Jakarta: Erlangga.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A
HASIL PROGRAM

ZaNa

Layout | Calculation | Construction Drawing

Point of Section [mm]

X1 =	Y1 =
X2 =	Y2 =
X3 =	Y3 =
X4 =	Y4 =
X5 =	Y5 =
X6 =	Y6 =

Note

- (0, 0) is in Intersection of Centerline and Base Line
- X is distance between point and Centerline Horizontally
- Y is distance between point and Base Line Vertically

Scale of Value

Scale of Value =

Station where Bullhead Placed's Data

Breadth of the Station [mm]

Height of the Station [mm]

Double Bottom Height [mm]

Distance Station from AP [mm]

Type of Bullhead

Input "1" for Collision bullhead
Input "2" for Others Bullhead

Wing Tank Width [mm]

Show Layout

ZaNa

Layout | Calculation | Construction Drawing

Point of Section [mm]

X1 =	7930	Y1 =	0
X2 =	8026.5	Y2 =	434.5
X3 =	8283	Y3 =	758
X4 =	8417	Y4 =	1048
X5 =	8500	Y5 =	1500
X6 =	8500	Y6 =	10000

Note

- (0, 0) is in Intersection of Centerline and Base Line
- X is distance between point and Centerline Horizontally
- Y is distance between point and Base Line Vertically

Scale of Value

Scale of Value = 0.5

Station where Bullhead Placed's Data

Breadth of the Station [mm] 15000

Height of the Station [mm] 10000

Double Bottom Height [mm] 1300

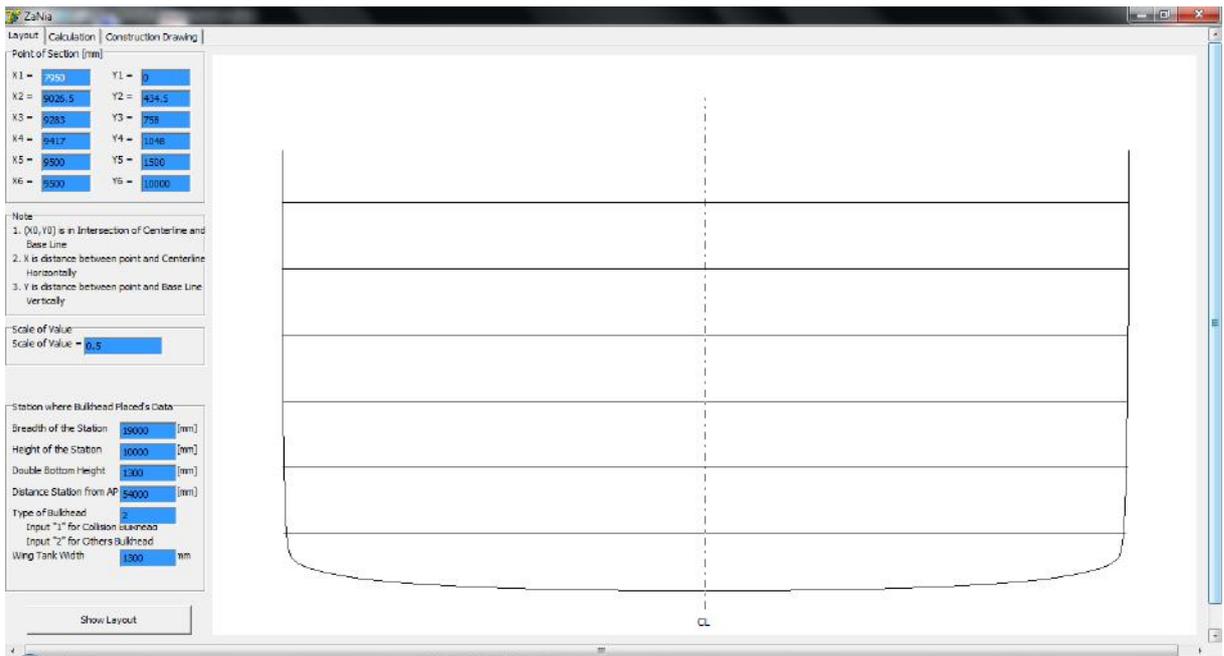
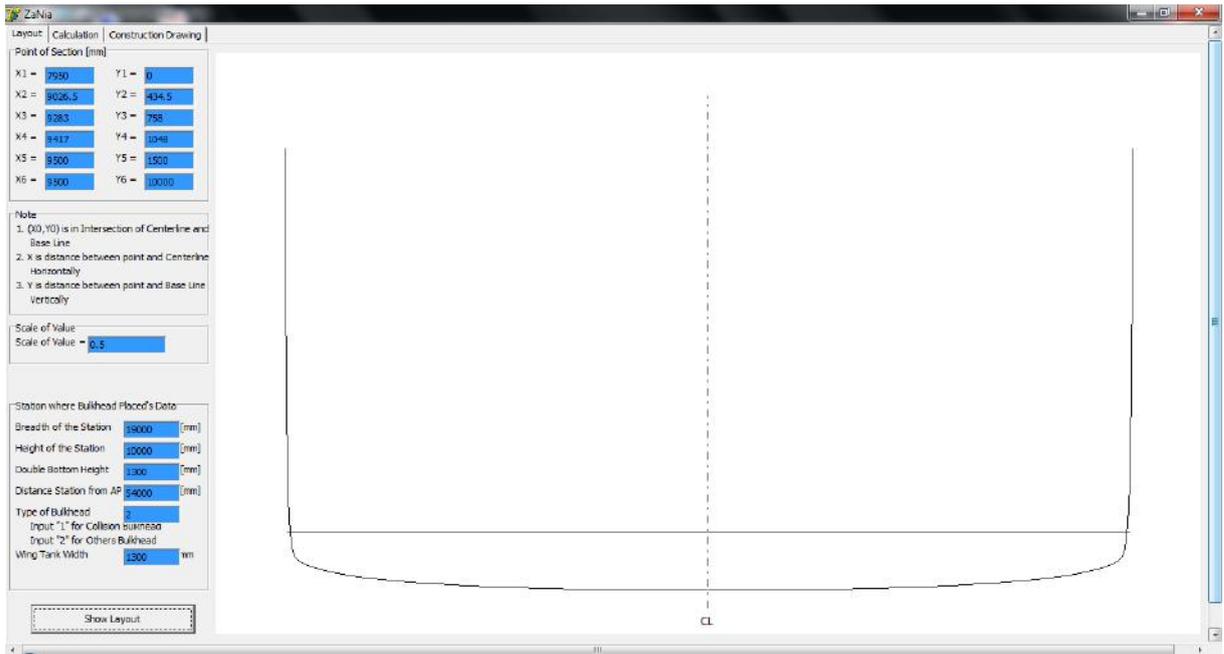
Distance Station from AP [mm] 84000

Type of Bullhead 2

Input "1" for Collision bullhead
Input "2" for Others Bullhead

Wing Tank Width [mm] 1300

Show Layout



Ship's Data

Length per Pendicular	<input type="text"/>	[mm]
Breadth	<input type="text"/>	[mm]
Height	<input type="text"/>	[mm]
Coefficient Block	<input type="text"/>	
Speed	<input type="text"/>	[knot]
Frame Spacing	<input type="text"/>	[mm]
Load's density	<input type="text"/>	[kg/m ³]
Overflow height	<input type="text"/>	[mm]
Minimum Bulkhead's Modulus	<input type="text"/>	[cm ³]

Note

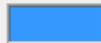
- Blue Box is User Input, User Must Input Certain Data to Make the Program Running
- Yellow Box is Optional Input, User May Input Data, or not
- White Box is Output, Result of Calculation will Show in this Box

Calculate Minimum Modulus

Ship's Data

Length per Pendicular	<input type="text" value="117450"/>	[mm]
Breadth	<input type="text" value="19000"/>	[mm]
Height	<input type="text" value="10000"/>	[mm]
Coefficient Block	<input type="text" value="0.745"/>	
Speed	<input type="text" value="14"/>	[knot]
Frame Spacing	<input type="text" value="600"/>	[mm]
Load's density	<input type="text" value="830"/>	[kg/m ³]
Overflow height	<input type="text" value="1000"/>	[mm]
Minimum Bulkhead's Modulus	<input type="text"/>	[cm ³]

Note



Blue Box is User Input, User Must Input Certain Data to Make the Program Running



Yellow Box is Optional Input, User May Input Data, or not



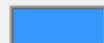
White Box is Output, Result of Calculation will Show in this Box

Calculate Minimum Modulus

Ship's Data

Length per Pendicular	<input type="text" value="117450"/>	[mm]
Breadth	<input type="text" value="19000"/>	[mm]
Height	<input type="text" value="10000"/>	[mm]
Coefficient Block	<input type="text" value="0.745"/>	
Speed	<input type="text" value="14"/>	[knot]
Frame Spacing	<input type="text" value="600"/>	[mm]
Load's density	<input type="text" value="830"/>	[kg/m ³]
Overflow height	<input type="text" value="1000"/>	[mm]
Minimum Bulkhead's Modulus	<input type="text" value="1509.95309"/>	[cm ³]

Note



Blue Box is User Input, User Must Input Certain Data to Make the Program Running



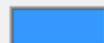
Yellow Box is Optional Input, User May Input Data, or not



White Box is Output, Result of Calculation will Show in this Box

Calculate Minimum Modulus

Note



Blue Box is User Input, User Must Input Certain Data to Make the Program Running

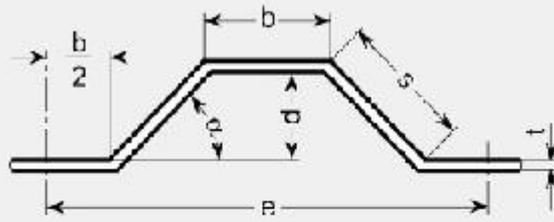


Yellow Box is Optional Input, User May Input Data, or not



White Box is Output, Result of Calculation will Show in this Box

Dimension of Corrugated Panels



d = Distance between Plates Max

= Distance between Plates Taken

b = Breadth of Face Plate

s = Breadth of Web Plate

e = Width of the Element

t = Thickness of plate

Angle

Total Panels

[cm]

[cm]

[cm]

[cm]

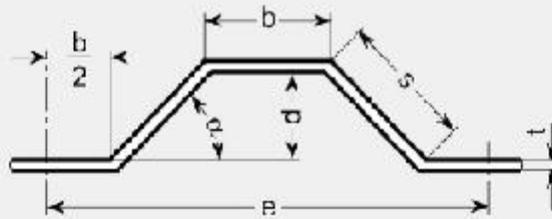
[cm]

[mm]

[degree]

Calculate

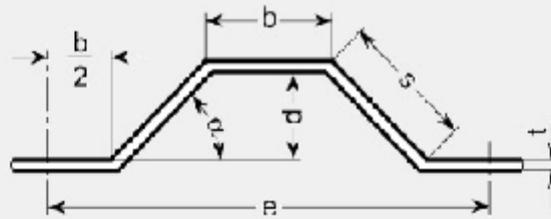
Dimension of Corrugated Panels



d = Distance between Plates Max	<input type="text" value="100"/>	[cm]
= Distance between Plates Taken	<input type="text"/>	[cm]
b = Breadth of Face Plate	<input type="text"/>	[cm]
s = Breadth of Web Plate	<input type="text"/>	[cm]
e = Width of the Element	<input type="text"/>	[cm]
t = Thickness of plate	<input type="text"/>	[mm]
Angle	<input type="text"/>	[degree]
Total Panels	<input type="text"/>	

Calculate

Dimension of Corrugated Panels



d = Distance between Plates Max	<input type="text" value="100"/>	[cm]
= Distance between Plates Taken	<input type="text" value="28"/>	[cm]
b = Breadth of Face Plate	<input type="text" value="54"/>	[cm]
s = Breadth of Web Plate	<input type="text" value="39.4366197"/>	[cm]
e = Width of the Element	<input type="text" value="164"/>	[cm]
t = Thickness of plate	<input type="text" value="8"/>	[mm]
Angle	<input type="text" value="45"/>	[degree]
Total Panels	<input type="text" value="10"/>	

Calculate

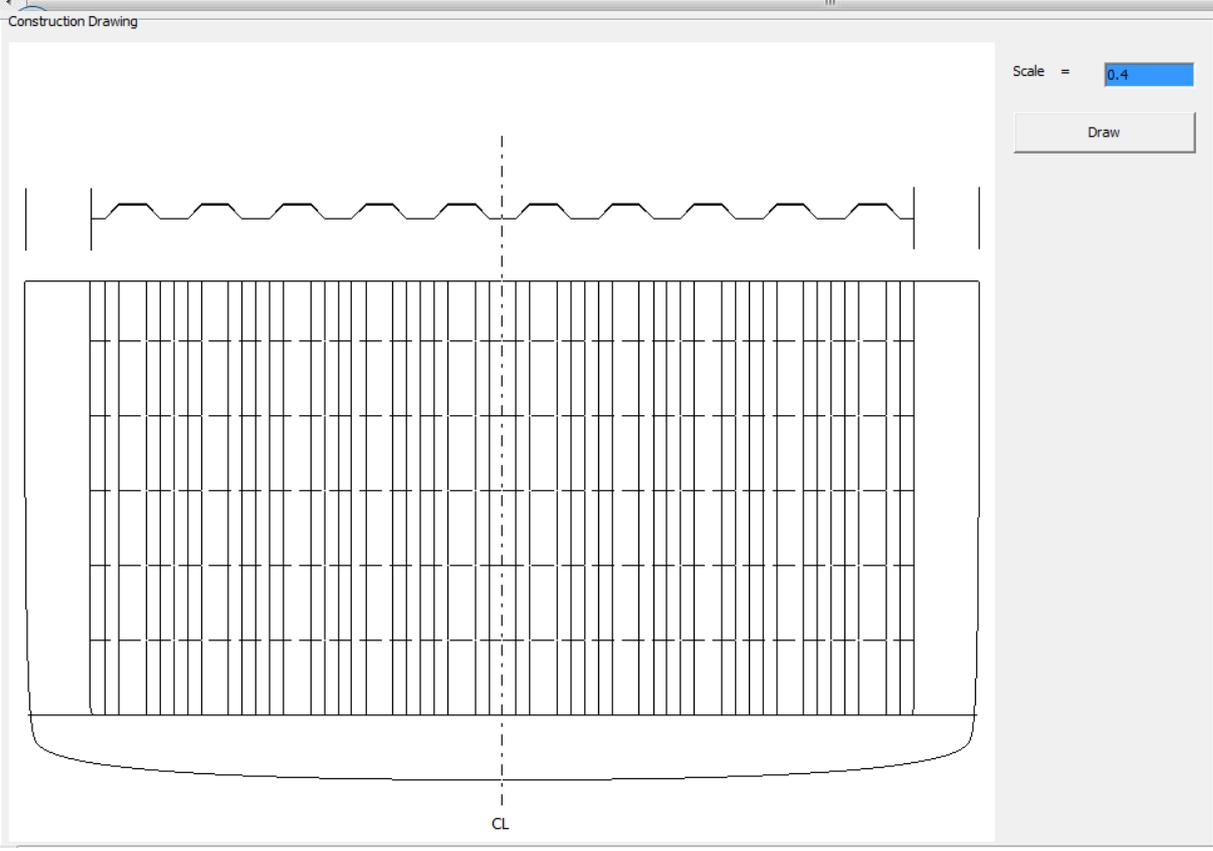
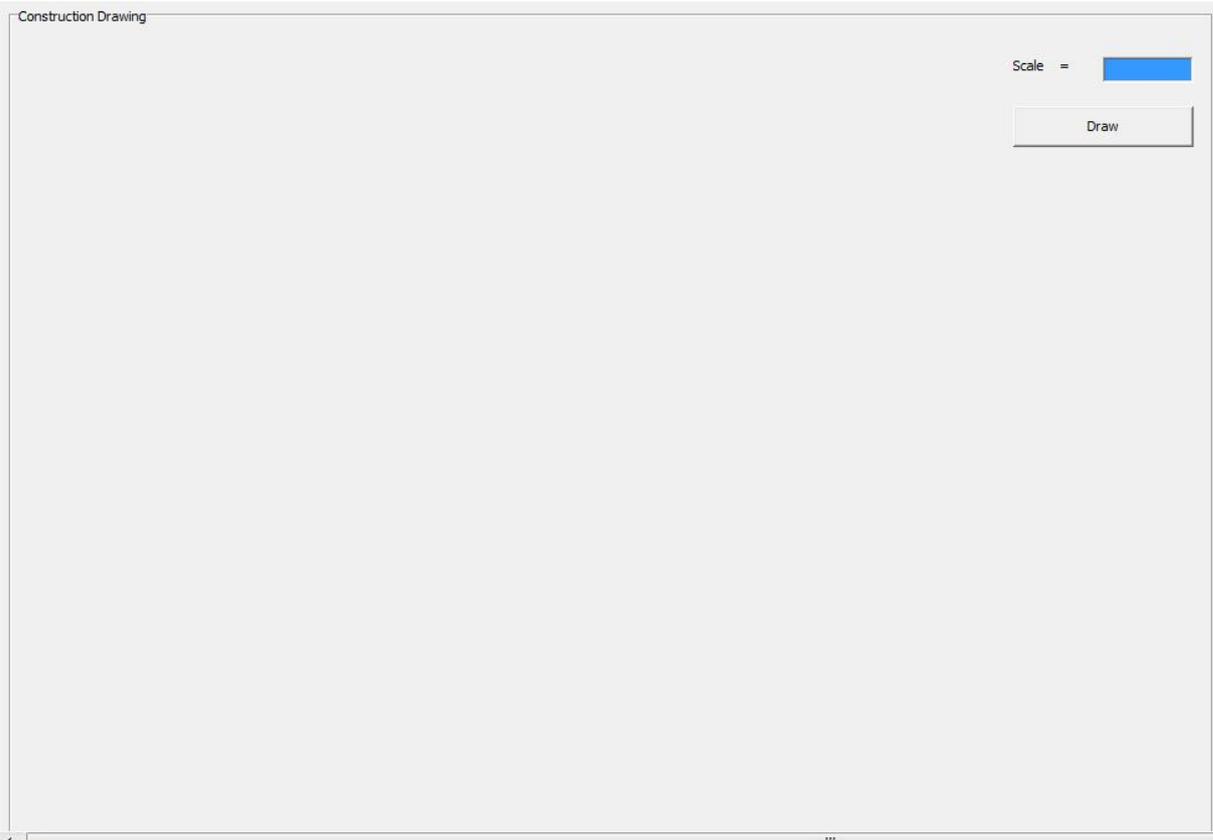
Thickness and Modulus each Plate

Plate Width = 1500 mm

Draw

	z (mm)	t (mm)	W (cm ³)	
1	1300.000	8	1541.893	
2	2800.000	7	1438.112	
3	4300.000	7	1323.844	
4	5800.000	6	1208.620	
5	7300.000	6	1208.620	
6	8800.000	6	1208.620	
7	0	0	0	
8	0	0	0	
9	0	0	0	
10	0	0	0	
11	0	0	0	
12	0	0	0	
13	0	0	0	
14	0	0	0	

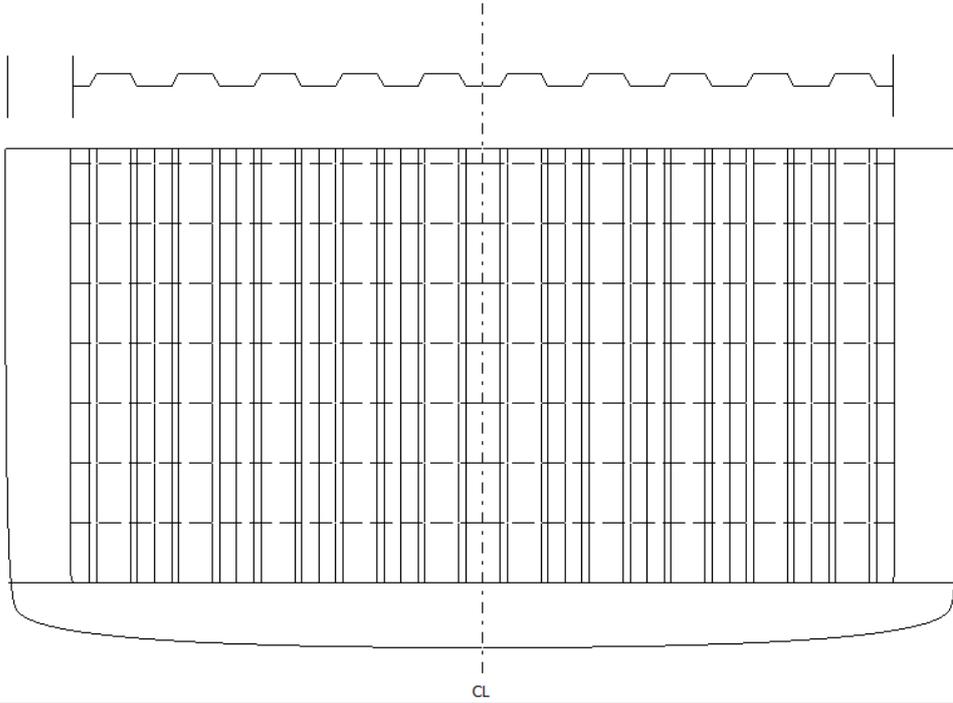
Show Plate Thickness and Modulus



Construction Drawing

Scale = 0.4

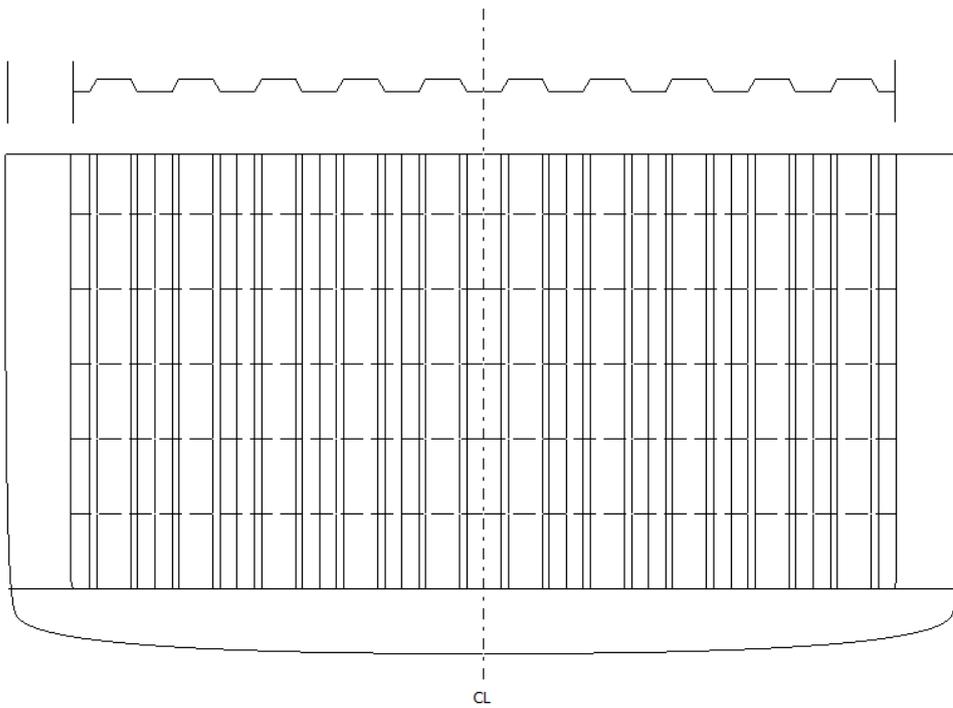
Draw



Construction Drawing

Scale = 0.4

Draw



Panel

Scale of View

=

Draw Panel

Panel



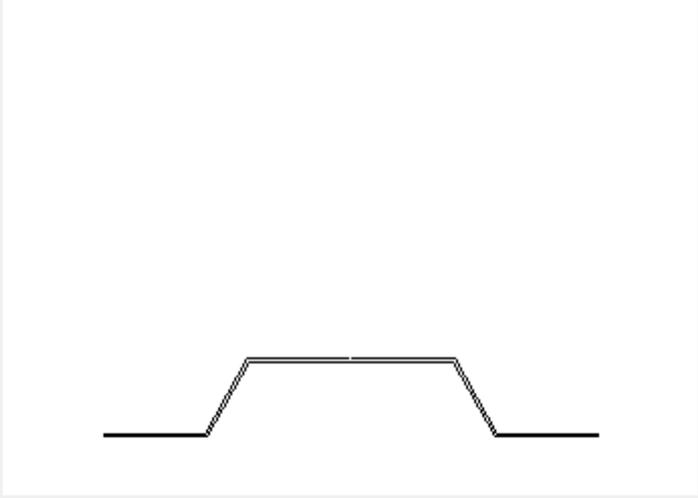
Scale of View

=

1.5

Draw Panel

Panel



Scale of View = 1.5

Draw Panel

111

Detailed description: The image shows a software interface window titled "Panel". Inside the window, there is a large white rectangular area containing a technical drawing of a trapezoidal shape. Below this area, there is a control panel. On the left of the control panel is a button labeled "Draw Panel" with a dotted border. To the right of the button is a label "Scale of View" followed by an equals sign and a blue rectangular input field containing the number "1.5". On the right side of the window, there is a vertical scrollbar with the number "111" positioned below it.

BIODATA PENULIS



Syahadi Saputra itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Gresik pada 1 Oktober 1993 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Dharma Wanita, kemudian melanjutkan ke SDN Lowayu I, SMPN 1 Dukun dan SMAN 1 Sidayu. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2011 melalui jalur SNMPTN tulis.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Konstruksi Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi Kepala Divisi Analisa Data Departemen PSDM Himatekpal 2013/2014. Selan itu, Penulis juga aktif jadi panitia lomba Nasional seperti SAMPAN.

Email: saputrasyahadi@gmail.com