

35 mm

35 mm

75 mm

30 mm

30 mm

30 mm

[Trebuchet MS Bold 16 pt]

**TUGAS AKHIR – MN 184802**

**ANALISIS *VISCOUS RESISTANCE* KAPAL SELAM MINI**

**DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS***

**DAN PENGUJIAN PADA *WIND TUNNEL***

[Trebuchet MS Bold 18 pt]

**Ardi Nugroho Yulianto**

**NRP 04110940000087**

**Dosen Pembimbing**

**Dr. Ir. I Ketut Suastika**

**Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc., Ph.D.**

[Trebuchet MS Bold14 pt]

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2021**

25 mm



30 mm

35 mm

35 mm

75 mm

30 mm

30 mm

[Trebuchet MS Bold 16 pt]

**TUGAS AKHIR – MN 184802**

**ANALISIS *VISCOUS RESISTANCE* KAPAL SELAM MINI**

**DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS***

**DAN PENGUJIAN PADA *WIND TUNNEL***

[Trebuchet MS Bold 18 pt]

**Ardi Nugroho Yulianto**

**NRP 04110940000087**

**Dosen Pembimbing**

**Dr. Ir. I Ketut Suastika**

[Trebuchet MS Bold 14 pt]

**Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2021**

25 mm



35 mm

30 mm

75 mm

30 mm

35 mm

30 mm

[Trebuchet MS Bold 16 pt]

**FINAL PROJECT – MN 184802**

**VISCOUS RESISTANCE ANALYSIS OF SMALL SUBMARINE**

**WITH COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS METHOD**

**AND WIND TUNNEL EXPERIMENTS**

[Trebuchet MS Bold 18 pt]

**Ardi Nugroho Yulianto**

**NRP 04110940000087**

**Supervisor**

**Dr. Ir. I Ketut Suastika**

**Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc., Ph.D.**

[Trebuchet MS Bold 14 pt]

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE**

**FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY**

**SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

**SURABAYA**

**2021**

25 mm

**LEMBAR PENGESAHAN**

[Jika 2 (dua) Dosen Pembimbing]

**ANALISIS *VISCOUS RESISTANCE* KAPAL SELAM MINI DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* DAN PENGUJIAN PADA *WIND TUNNEL***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ARDI NUGROHO YULIANTO**

NRP 04110940000087

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing II Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. I Ketut Suastika Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc., Ph.D.

NIP 19691231 200604 1 178 NIP 19710320 199512 1 002

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Perkapalan

[stempel Departemen]

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 3 JULI 2021

**LEMBAR PENGESAHAN**

[Jika 1 (satu) Dosen Pembimbing]

**ANALISIS *VISCOUS RESISTANCE* KAPAL SELAM MINI DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* DAN PENGUJIAN PADA *WIND TUNNEL***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ARDI NUGROHO YULIANTO**

NRP 04110940000087

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. I Ketut Suastika

NIP 19691231 200604 1 178

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Perkapalan

[stempel Departemen]

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 3 JULI 2021

# LEMBAR REVISI

**ANALISIS *VISCOUS RESISTANCE* KAPAL SELAM MINI DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* DAN PENGUJIAN PADA *WIND TUNNEL***

**TUGAS AKHIR**

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir

Tanggal 10 Juli 2016

Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ARDI NUGROHO YULIANTO**

NRP 04110940000087

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Septia Hardy Sujiatanti, S.T., M.T. ……..………………..…………………..
2. Ir. Murdijanto, M.Eng. ……..………………..…………………..
3. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. ……..………………..…………………..

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. I Ketut Suastika ……..………………..…………………..
2. Aries Sulisetyono S.T., MA.Sc., Ph.D. ……..………………..…………………..

SURABAYA, 10 JULI 2021

# HALAMAN PERUNTUKAN

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

# 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. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
3. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. *Lloyd’s Register of Shipping* yang telah memberikan perangkat lunak *Rulefinder* 9.13 untuk mempermudah pencarian dan pemakaian *Class rules* dan *statutory regulations*;
5. Dan seterusnya …

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, 1 Agustus 2021

Ardi Nugroho Yulianto

**ANALISIS *VISCOUS RESISTANCE* KAPAL SELAM MINI DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* DAN PENGUJIAN PADA *WIND TUNNEL***

Nama Mahasiswa : Ardi Nugroho Yulianto

NRP : 4109100087

Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. I Ketut Suastika

2. Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc., Ph.D.

# ABSTRAK

Pada proses desain kapal selam mini sangat diperhatikan masalah hambatan yang terjadi terutama *viscous resistance*. Dengan hambatan seminimal mungkin maka gaya dorong yang dibutuhkan menjadi lebih kecil, sehingga tenaga penggerak yang digunakan akan lebih kecil dan memiliki nilai ekonomis. Dalam perhitungan *viscous resistance* dapat dilakukan dengan pengujian pada wind tunnel dan simulasi CFD. … dst.

Kata kunci: *viscous resistance, CFD, dst.*

**VISCOUS RESISTANCE ANALYSIS OF SMALL SUBMARINE**

**WITH COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS METHOD**

**AND WIND TUNNEL EXPERIMENTS**

Author : Ardi Nugroho Yulianto

Student Number : 4109100087

Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology

Supervisor : Dr. Ir. I Ketut Suastika.

# ABSTRACT

In design of small submarine, the concern is on the resistance especially viscous resistance. With the minimum of drag, the thrust required to be smaller. Therefore the engine will be smaller and has economic value. Viscous resistance calculation can be done by wind tunnel experiments and CFD simulation. From the test result and CFD simulation, installation of vertical fin does not give significant effect for total of drag coefficient (CT). … etc.

Keywords: viscous resistance,CFD, etc.

# DAFTAR ISI

[LEMBAR PENGESAHAN v](#_Toc25088076)

[LEMBAR REVISI ix](#_Toc25088077)

[HALAMAN PERUNTUKAN xi](#_Toc25088078)

[KATA PENGANTAR xiii](#_Toc25088079)

[ABSTRAK xv](#_Toc25088080)

[ABSTRACT xvii](#_Toc25088081)

[DAFTAR ISI xix](#_Toc25088082)

[DAFTAR GAMBAR xxi](#_Toc25088083)

[DAFTAR TABEL xxiii](#_Toc25088084)

[DAFTAR SIMBOL xxv](#_Toc25088085)

[BAB 1 PENDAHULUAN 1](#_Toc25088086)

[1.1. Latar Belakang Masalah 1](#_Toc25088087)

[1.2. Perumusan Masalah 1](#_Toc25088088)

[1.3. Tujuan 1](#_Toc25088089)

[1.4. Batasan Masalah 1](#_Toc25088090)

[1.5. Manfaat 1](#_Toc25088091)

[1.6. Hipotesis 1](#_Toc25088092)

[BAB 2 STUDI LITERATUR 3](#_Toc25088093)

[2.1. Sub Bab 2 Bla Bla Bla ... 3](#_Toc25088094)

[2.1.1. SubBab2\_1\_1 3](#_Toc25088095)

[2.2. Sub Bab 2 Bla Bla Bla ... 4](#_Toc25088096)

[2.2.1. SubBab2\_2\_1 4](#_Toc25088097)

[2.2.2. SubBab2\_2\_2 4](#_Toc25088098)

[BAB 3 METODOLOGI 5](#_Toc25088099)

[3.1. Bagan Alir 5](#_Toc25088100)

[3.2. Sub Bab 3\_2 5](#_Toc25088101)

[3.3. Sub Bab 3\_3 5](#_Toc25088102)

[3.4. Sub Bab 3\_4 5](#_Toc25088103)

[3.5. Sub Bab 3\_4 5](#_Toc25088104)

[BAB 4 Judul\_Bab\_4 7](#_Toc25088105)

[4.1. SubBab4\_1 7](#_Toc25088106)

[4.1.1. SubBab4\_1\_1 7](#_Toc25088107)

[4.2. SubBab4\_2 7](#_Toc25088108)

[4.2.1. SubBab4\_2\_1 7](#_Toc25088109)

[BAB 5 Judul\_Bab\_5 9](#_Toc25088110)

[5.1. SubBab5\_1 9](#_Toc25088111)

[5.1.1. SubBab5\_1\_1 9](#_Toc25088112)

[5.2. SubBab5\_2 9](#_Toc25088113)

[5.2.1. SubBab5\_2\_1 10](#_Toc25088114)

[BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 11](#_Toc25088115)

[6.1. Kesimpulan 11](#_Toc25088116)

[6.2. Saran 11](#_Toc25088117)

[DAFTAR PUSTAKA 13](#_Toc25088118)

LAMPIRAN

LAMPIRAN A Hasil Pengukuran Deformasi Spesimen

LAMPIRAN B Komposisi Kimia Baja Karbon

dst.

BIODATA PENULIS

# DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2.1 Lokasi Pelabuhan Dalian, Cina 3](#_Toc25088119)

[Gambar 2.2 GunungBiru 4](#_Toc25088120)

[Gambar 2.3 Jumlah kapal di Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya tahun 1998-2008 (Sumber: Kurniawati, H.A., 2000) 4](#_Toc25088121)

[Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir 5](#_Toc25088122)

# DAFTAR TABEL

[Tabel 5.1. Susunan Perlengkapan Kapal 9](#_Toc25088123)

[Tabel 5.2. Jumlah Kapal Niaga yang Singgah di Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya 9](#_Toc25088124)

[Tabel 5.3. Susunan ABK 9](#_Toc25088125)

[Tabel 5.4. Perkembangan Penduduk di Kawasan Studi Tahun 1999-2003 10](#_Toc25088126)

# DAFTAR SIMBOL

Q = Heat input bersih (Watt)

ή = Koefisien dari efisiensi las

U = Tegangan yang digunakan pada saat pengelasan (Volt)

I = Besarnya arus listrik yang digunakan (Ampere)

 = Heat flux (Watt/m2)

Af = Luas area pembebanan yang dihasilkan dari proses pengelasan (m2)

Ae = Luas area elektroda yang digunakan (m2)

λ = Koefisien dari konduktifitas panas, (J.m-1.s-1.K-1)

q2= *Heat flow density* ( J.m-2.s-1 )

 = Gradien dari temperatur (K.m-1 )

C = Specific heat capacity (J.kg-1.K-1)

ρ = Massa jenis material (kg.m-3)

q3 = Volume jenis dari sumber panas (W.m-3)

α = Difusi termal, (m2.s)

J = Masukan panas =  (Joule/cm)

T = Suhu di daerah HAZ (oC)

T0 = Suhu mula material las (oC)

t = Tebal material las (mm)

*ε =* Regangan

E = Modulus Young

σI = Tegangan dalam orde 1

σII = Tegangan dalam orde 2

σIII = Tegangan dalam orde 3

* + = Tegangan sisa yang terjadi

σx = Tegangan tegak lurus garis las

σy = Tegangan searah garis las

εx = Regangan tegak lurus garis las

εy = Regangan searah garis las

ν = Angka perbandingan poison

τ = Tegangan geser

Fs = Gaya (N)

As = Luas bidang geser (m2)

G = Modulus geser

γ = Regangan geser

M0 = Momen bending

Qo = Gaya geser

Ω = Angular distortion

w = Distorsi

σy = Tegangan yield

# PENDAHULUAN

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

## Latar Belakang Masalah

## Perumusan Masalah

## Tujuan

## Batasan Masalah

## Manfaat

## Hipotesis

Perbedaan koefisien muai panas antara baja karbon (*basemetal*) dengan *stainless steels* (*cladding*) pada pelat *claddingstainless steels-*baja karbon dapat memperbesar deformasi setelah *Postweld Heat Treatment* (PWHT).

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

Halaman ini sengaja dikosongkan

# STUDI LITERATUR

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

## Sub Bab 2 Bla Bla Bla ...

Persamaan (2.3) dan (2.4) adalah persamaan yang dipakai untuk menghitung luas permukaan basah dari model yang telah dibuat. Tetapi persamaan (2.2), bla bla bla ...

 (2.1)

Z = X2 (2.2)

 (2.3)

 (2.4)

Persamaan (2.3) dan (2.4) adalah persamaan yang dipakai untuk menghitung luas permukaan basah dari model yang telah dibuat. Tetapi persamaan (2.2), bla bla bla ...

A = b+c (2.5)

Fenomena tersebut dapat digambarkan dengan jelas seperti yang ditunjukkan oleh persamaan (2.5).

### SubBab2\_1\_1

Pelabuhan Dalian di Cina mempunyai lokasi yang sangat strategis karena dekat dengan Beijing dan Tianjin, seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Lokasi Pelabuhan Dalian, Cina



[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

Gambar 2.2 GunungBiru

Gambar 2.2 menunjukkan kondisi Gunung Biru di daerah X dan sekitarnya (Rawson, K.J. and Tupper, E.C., 2001). Bla bla bla …

## Sub Bab 2 Bla Bla Bla ...

Gambar 2.3 Jumlah kapal di Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya tahun 1998-2008  
(Sumber: Kurniawati, H.A., 2000)

Pada Gambar 2.3 terlihat bahwa jumlah kapal yang berkunjung ke Pelabuhan Tanjung Perak dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (1998-2008) menunjukkan kecenderungan naik (Clarke, D. and Kurniawati, H.A., 2000).

### SubBab2\_2\_1

### SubBab2\_2\_2

Bla...bla...bla...

# METODOLOGI

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

## Bagan Alir

Secara umum metodologi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini blab la bla …

GAMBAR BAGAN ALIR

Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir

## Sub Bab 3\_2

## Sub Bab 3\_3

## Sub Bab 3\_4

## Sub Bab 3\_4

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

Halaman ini sengaja dikosongkan

# Judul\_Bab\_4

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

## SubBab4\_1

### SubBab4\_1\_1

## SubBab4\_2

### SubBab4\_2\_1

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

Halaman ini sengaja dikosongkan

# Judul\_Bab\_5

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

## SubBab5\_1

### SubBab5\_1\_1

Sesuai dengan *Global Maritime Distress and Safety System* (GMDSS), peralatan radio komunikasi yang harus dibawa oleh sebuah kapal bukan ditentukan oleh ukuran dari kapal tersebut melainkan ditentukan oleh daerah pelayarannya (Kurniawati, H.A., 2009). Hal ini dijabarkan dalam SOLAS Chapter IV: Radiocommunications.

Tabel 5.1. Susunan Perlengkapan Kapal

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Tabel 5.1 menunjukkan bla bla bla …

## SubBab5\_2

Jenis kapal yang sering berkunjung ke Pelabuhan Tanjung Perak ada 3 (tiga) macam (lihat Tabel 5.1,Tabel 5.2, dan Tabel 5.3).

Tabel 5.2. Jumlah Kapal Niaga yang Singgah di Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Terlihat pada Jenis kapal yang sering berkunjung ke Pelabuhan Tanjung Perak ada 3 (tiga) macam (lihat Tabel 5.1,Tabel 5.2, dan Tabel 5.3).

Tabel 5.2 menyatakan bahwa bla bla bla …

Tabel 5.3. Susunan ABK

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Tabel 5.1, Tabel 5.2, daan Tabel 5.3 menggambarkan situasi permintaan terhadap 3 (tiga) jenis kapal yang sering singgah di Pelabuhan Tanjung Perak dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir.

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

### SubBab5\_2\_1

Tabel 5.4. Perkembangan Penduduk di Kawasan Studi Tahun 1999-2003

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Kelurahan/ Desa** | **Jumlah Penduduk (Jiwa)** | | | | | **Pertumbuhan (%)** |
| **1999** | **2000** | **2001** | **2002** | **2003** |
| 1 | Kelurahan Banyuanyar | 5826 | 5840 | 5987 | 6051 | 6395 | 0.024 |
| 2 | Kelurahan Dalpenang | 5376 | 5335 | 5380 | 5417 | 5546 | 0.008 |
| 3 | Kelurahan Gunungsari | 10428 | 10506 | 10836 | 11050 | 12001 | 0.029 |
| 4 | Kelurahan Karangdalem | 4548 | 4578 | 4713 | 4830 | 5601 | 0.043 |
| 5 | Kelurahan Ronglengah | 6428 | 6513 | 6671 | 6789 | 7295 | 0.026 |
| 6 | Kelurahan Polagan | 3084 | 3130 | 3367 | 3534 | 3945 | 0.05 |
| 7 | Desa Tanggumong | 4424 | 4456 | 4878 | 5143 | 6427 | 0.079 |
| Jumlah | | 40114 | 40358 | 41832 | 42814 | 47210 | 0.033 |

Sumber: Sidoarjo Dalam Angka, 2004

# KESIMPULAN DAN SARAN

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

## Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dst. …

## Saran

`

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

Halaman ini sengaja dikosongkan

# DAFTAR PUSTAKA

[Margin mengikuti SOP TA Bab 6.1 nomor 2]

[Penulisan Referensi Sesuai SOP Bab 6.2.3 “Bagian Akhir Laporan Tugas Akhir”]

Aryawan, W.D. (2003). Ph.D. Thesis. *An Investigation into the Potential of Multiple Rows Ducted Propellers for Marine Applications*. Newcastle upon Tyne, UK: University of Newcastle upon Tyne.

ASTM A370. (2004). *Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products*. New York: American Society for Testing and Materials (ASTM).

Clarke, D. and Kurniawati, H.A. (2000). “Can Ship Manoeuvring be Chaotic?”. In M. Blanke (Ed.), *Proceedings of 5th IFAC Conference on Manoeuvring and Control of Marine Crafts 2000*, (pp. 339-344). Aalborg, Denmark.

Harvald, S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships.* New York: John Wiley and Sons.

Ikehata, M., and Chandra, S. (1989). Theoritical Calculation of Propulsive Performances of Stator-Propeller in Uniform Flow by Vortex Lattice Method. *Journal of the Society of Naval Architects of Japan, 166*, 17-25.

International Maritime Organization (IMO). (2012, April 12). *Titanic Remembered by IMO Secretary-General*. Retrieved May 4, 2012, from IMO web site: http://www.imo.org

International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974).* London: IMO Publishing.

Japan Radio Co. (JRC). (2009). Catalogue. *Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)*. Tokyo.

Kurniawati, H.A. (2009). Lecture Handout. *Ship Outfitting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Linde, H. (2004). Multipurpose Cargo Ships. In T. Lamb (Ed.), *Ship Design and Construction* (Vol. 2, pp. 27-35). New Jersey.

Rawson, K.J. and Tupper, E.C. (2001). *Basic Ship Theory* (5th ed., Vol. 1). Oxford: Butterworth-Heinemann.

Sjahrir, A. (1993, Maret 22). Prospek Ekonomi Indonesia. *Jawa Pos*. Surabaya.

van Dokkum, K. (2005). *Ship Knowledge.* Enkhuizen, The Netherlands: Dokmar.

Watson, D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. 1). (R. Bhattacharyya, Ed.) Oxford: Elsevier.

Weber, B. (1985, October 20). The Myth Maker: The Creative Mind. *New York Times Magazines, 42*. New York.

LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Pengukuran Deformasi Spesimen

Lampiran B Komposisi Kimia Baja Karbon

LAMPIRAN A  
HASIL PENGUKURAN DEFORMASI SPESIMEN

1. **TEBAL 14 mm**
2. *Single V*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Before PWHT | | | | | | | | | | | | |
| x/y | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 |
| 0 | 0.50 | 0.92 | 2.43 | 4.57 | 7.85 | 11.25 | 17.45 | 19.78 | 22.00 | 26.17 | 30.84 | 34.40 |
| 25 | 0.20 | 0.85 | 1.94 | 4.12 | 7.52 | 11.10 | 17.12 | 19.34 | 22.08 | 26.28 | 30.99 | 34.76 |
| 50 | 0.00 | 0.70 | 1.65 | 3.75 | 7.15 | 11.00 | 16.46 | 18.66 | 21.27 | 25.36 | 30.12 | 34.03 |
| 75 | 0.20 | 0.55 | 1.52 | 3.51 | 6.95 | 10.95 | 16.30 | 18.51 | 20.95 | 25.06 | 29.75 | 33.41 |
| 100 | -0.50 | 0.37 | 1.21 | 3.25 | 6.25 | 10.85 | 16.31 | 18.46 | 20.82 | 24.65 | 29.18 | 32.75 |
| **rata-rata** | **0.08** | **0.68** | **1.75** | **3.84** | **7.14** | **11.03** | **16.73** | **18.95** | **21.42** | **25.50** | **30.18** | **33.87** |
| After PWHT | | | | | | | | | | | | |
| x/y | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 |
| 0 | 0.10 | 0.95 | 2.01 | 4.75 | 7.67 | 11.10 | 17.37 | 19.50 | 22.85 | 25.50 | 30.85 | 34.46 |
| 25 | 0.05 | 0.84 | 1.85 | 4.52 | 7.52 | 10.85 | 17.00 | 19.15 | 22.55 | 25.75 | 30.50 | 34.50 |
| 50 | 0.00 | 0.67 | 1.95 | 3.59 | 6.85 | 11.25 | 17.00 | 18.78 | 21.18 | 25.95 | 30.00 | 33.92 |
| 75 | -0.14 | 0.59 | 1.58 | 3.20 | 6.58 | 10.95 | 16.85 | 18.59 | 21.85 | 25.75 | 29.50 | 33.10 |
| 100 | -0.28 | 0.45 | 1.15 | 3.25 | 6.12 | 10.45 | 16.58 | 19.68 | 21.53 | 25.00 | 29.45 | 32.96 |
| **rata-rata** | **-0.05** | **0.70** | **1.71** | **3.86** | **6.95** | **10.92** | **16.96** | **19.14** | **21.99** | **25.59** | **30.06** | **33.79** |

1. *Double V*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Before PWHT | | | | | | | | | | | | |
| x/y | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 |
| 0 | 0.08 | -0.04 | 1.48 | 3.95 | 7.67 | 11.34 | 15.65 | 16.75 | 18.28 | 20.55 | 25.40 | 28.33 |
| 25 | 0.08 | -0.05 | 1.65 | 4.17 | 7.82 | 11.34 | 15.54 | 16.08 | 17.31 | 20.15 | 25.05 | 27.90 |
| 50 | 0.00 | 0.15 | 1.84 | 4.42 | 7.88 | 11.81 | 16.15 | 16.71 | 17.92 | 20.41 | 25.11 | 28.33 |
| 75 | -0.16 | 0.18 | 1.69 | 4.68 | 8.40 | 11.85 | 16.99 | 17.50 | 18.86 | 21.12 | 25.41 | 28.80 |
| 100 | -0.30 | 0.32 | 2.13 | 4.80 | 8.59 | 12.11 | 16.78 | 17.95 | 19.14 | 21.15 | 25.48 | 28.92 |
| **rata-rata** | **-0.06** | **0.11** | **1.76** | **4.40** | **8.07** | **11.69** | **16.22** | **17.00** | **18.30** | **20.68** | **25.29** | **28.46** |
|  | After PWHT | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| x/y | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 |
| 0 | -0.26 | 0.18 | 1.48 | 4.05 | 8.15 | 11.69 | 15.05 | 16.62 | 18.60 | 21.05 | 25.95 | 28.74 |
| 25 | -0.10 | 0.19 | 1.92 | 4.25 | 8.20 | 11.77 | 15.62 | 16.57 | 18.29 | 20.75 | 25.55 | 28.78 |
| 50 | 0.00 | 0.12 | 1.86 | 4.50 | 8.45 | 12.11 | 16.12 | 17.19 | 18.85 | 20.95 | 25.15 | 29.04 |
| 75 | -0.07 | 0.22 | 2.25 | 5.15 | 8.85 | 12.13 | 17.06 | 18.05 | 19.58 | 21.75 | 25.45 | 29.25 |
| 100 | -0.26 | 0.52 | 2.50 | 5.25 | 8.60 | 12.07 | 17.70 | 18.50 | 20.30 | 21.78 | 25.13 | 29.51 |
| **rata-rata** | **-0.14** | **0.25** | **2.00** | **4.64** | **8.45** | **11.95** | **16.31** | **17.39** | **19.12** | **21.26** | **25.45** | **29.06** |

1. **TEBAL 16 mm**
2. *Single V*

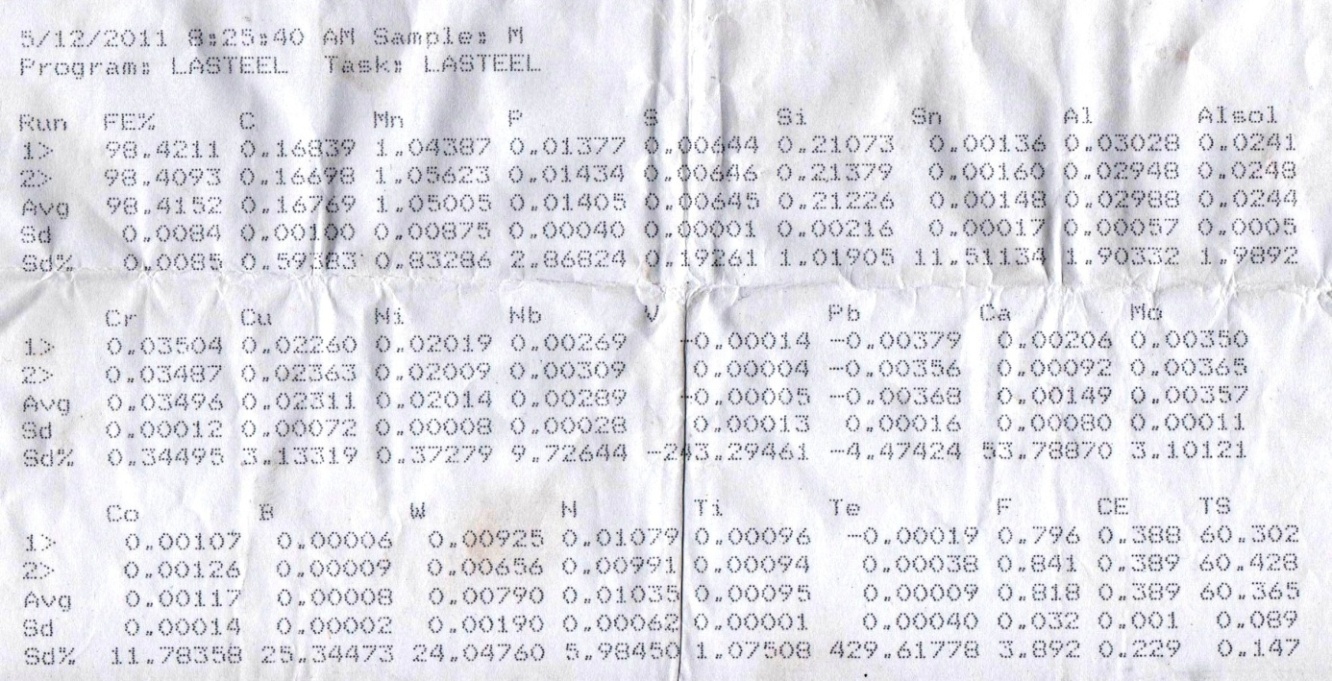
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Before PWHT | | | | | | | | | | | | |
| x/y | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 |
| 0 | 0.10 | 0.92 | 1.91 | 3.45 | 5.55 | 7.78 | 11.45 | 12.78 | 14.00 | 16.17 | 18.84 | 21.30 |
| 25 | 0.00 | 0.80 | 1.67 | 2.91 | 5.00 | 7.33 | 11.12 | 12.34 | 14.08 | 16.28 | 18.99 | 21.76 |
| 50 | 0.00 | 0.67 | 1.47 | 2.47 | 4.70 | 6.88 | 10.46 | 11.66 | 13.27 | 15.36 | 18.12 | 21.03 |
| 75 | -0.22 | 0.53 | 1.06 | 2.12 | 4.15 | 6.40 | 10.30 | 11.51 | 12.95 | 15.06 | 17.75 | 20.41 |
| 100 | -0.35 | 0.37 | 0.78 | 1.57 | 3.65 | 5.94 | 10.31 | 11.46 | 13.82 | 14.65 | 17.18 | 19.78 |
| **rata-rata** | **-0.09** | **0.66** | **1.38** | **2.50** | **4.61** | **6.87** | **10.73** | **11.95** | **13.62** | **15.50** | **18.18** | **20.86** |
|  | | | | | | | | | | | | |
| After PWHT | | | | | | | | | | | | |
| x/y | -90 | -75 | -60 | -45 | -30 | -15 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 |
| 0 | 0.20 | 0.91 | 1.89 | 3.54 | 5.67 | 7.79 | 11.37 | 12.50 | 13.94 | 16.09 | 18.80 | 21.46 |
| 25 | 0.15 | 0.84 | 1.73 | 3.04 | 5.04 | 7.47 | 11.00 | 12.15 | 13.69 | 15.80 | 18.75 | 21.20 |
| 50 | 0.00 | 0.67 | 1.42 | 2.59 | 4.58 | 6.56 | 10.49 | 11.78 | 13.18 | 15.52 | 18.25 | 20.92 |
| 75 | -0.14 | 0.50 | 1.08 | 2.12 | 4.05 | 6.42 | 10.38 | 11.59 | 12.96 | 15.14 | 17.79 | 20.48 |
| 100 | -0.28 | 0.31 | 0.78 | 1.52 | 3.49 | 5.82 | 10.39 | 11.68 | 12.53 | 14.99 | 17.42 | 19.96 |
| **rata-rata** | **-0.01** | **0.65** | **1.38** | **2.56** | **4.57** | **6.81** | **10.73** | **11.94** | **13.26** | **15.51** | **18.20** | **20.80** |

1. *Double V*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Before PWHT | | | | | | | | | | | | |
| x/y | -90 | -75 | -60 | -45 | -30 | -15 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 |
| 0 | 0.66 | 0.75 | 1.10 | 2.35 | 4.01 | 5.55 | 7.54 | 7.22 | 7.44 | 8.09 | 9.61 | 11.59 |
| 25 | 0.29 | 0.60 | 1.22 | 2.34 | 3.80 | 5.55 | 7.14 | 7.02 | 7.41 | 8.24 | 9.32 | 11.07 |
| 50 | 0.00 | 0.37 | 0.98 | 2.05 | 3.49 | 5.59 | 6.02 | 6.93 | 7.08 | 7.90 | 9.19 | 11.75 |
| 75 | 0.25 | 0.43 | 1.13 | 2.24 | 3.70 | 5.73 | 7.44 | 7.37 | 7.67 | 8.37 | 9.34 | 11.19 |
| 100 | 0.58 | 0.78 | 1.50 | 2.48 | 4.28 | 6.42 | 7.84 | 7.86 | 8.00 | 8.61 | 9.56 | 11.28 |
| **rata-rata** | **0.36** | **0.59** | **1.19** | **2.29** | **3.86** | **5.77** | **7.20** | **7.28** | **7.52** | **8.24** | **9.40** | **11.38** |
|  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| After PWHT | | | | | | | | | | | | |
| x/y | -90 | -75 | -60 | -45 | -30 | -15 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 |
| 0 | 0.61 | 0.78 | 1.20 | 2.45 | 4.91 | 5.78 | 7.85 | 7.58 | 7.90 | 8.78 | 10.21 | 12.24 |
| 25 | 0.37 | 0.68 | 1.37 | 2.62 | 4.08 | 5.75 | 7.51 | 7.50 | 7.94 | 8.89 | 10.11 | 12.02 |
| 50 | 0.00 | 0.49 | 1.25 | 2.31 | 3.92 | 5.92 | 7.40 | 7.48 | 7.78 | 8.48 | 9.82 | 11.89 |
| 75 | 0.46 | 0.71 | 1.49 | 2.65 | 4.10 | 6.28 | 7.93 | 7.93 | 8.28 | 9.05 | 10.27 | 12.00 |
| 100 | 0.70 | 0.96 | 1.78 | 2.82 | 4.53 | 6.82 | 8.45 | 8.34 | 8.67 | 9.25 | 10.45 | 12.24 |
| **rata-rata** | **0.43** | **0.72** | **1.42** | **2.57** | **4.31** | **6.11** | **7.83** | **7.77** | **8.11** | **8.89** | **10.17** | **12.08** |

LAMPIRAN B  
KOMPOSISI KIMIA BAJA KARBON

**Hasil Uji Komposisi Kimia Baja Karbon**



**Data Perbandingan Komposisi Kimia Baja Karbon Hasil Uji Laboratorium dan Standar ASTM A36**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kandungan (%) | Carbon (C) | Mangan (Mn) | Phosphorus (P) | Sulfur  (S) | Silicon  (Si) | Copper  (Co) |
| **Hasil uji laboratorium** | 0.16769 | 1.05005 | 0.01405 | 0.00645 | 0.21226 | 0.00117 |
| **Standard ASTM A36** | **0.26 (max)** | (no requirement) | 0.04 (max) | 0.05 (max) | 0.40 (max) | 0.20 (min) \* when copper steel is specified |

BIODATA PENULIS

Ardi Nugroho Yulianto, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Sukoharjo pada 9 Juli 1991 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Aisyah, kemudian melanjutkan ke SDN Bakipandeyan I, SMPN 9 Surakarta dan SMAN 1 Surakarta. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2009 melalui jalur SNMPTN tulis.

Foto Berwarna

4x6 cm

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Hidrodinamika Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen Kewirausahaan BEM FTK ITS 2010/2011 serta *staff* Departemen Riset dan Teknologi Himatekpal 2011/2012. Selan itu, Penulis juga pernah menjadi peserta PKM Tingkat ITS dan beberapa penulisan ilmiah lain.

Penulis tercatat pernah menjadi *grader* untuk mata kuliah Teori Bangunan Kapal II, Permesinan Kapal, dan Sistem Perkapalan.

Email: ardi09@mhs.na.its.ac.id/ardi.naval@gmail.com