



TUGAS AKHIR

**TEKNOLOGI REKAYASA KONTRUKSI PERKAPALAN
STUDI KOMPARATIF HAMBATAN TOTAL KAPAL NELAYAN PADA VARIASI KECEPATAN
DENGAN HALUAN ULSTEIN X-BOW**

Diajukan untuk memenuhi Sebagian persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Terapan

Disusun oleh:

RENDRA BAGUS SETIAWAN
NIM.40040422650067

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONTRUKSI PERKAPALAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS
DIPONEGORO SEMARANG
2026**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : RENDRA BAGUS SETIAWAN

Nim 40040422650067

Judul Skripsi : STUDI KOMPARATIF HAMBATAN TOTAL KAPAL NELAYAN
PADA VARIASI KECEPATAN DENGAN HALUAN ULSTEIN X-
BOW

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan rancang bangun yang tercantum sebagai bagian dari Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena Tugas Akhir ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Diponegoro.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Semarang
yang membuat
pernyataan



RENDRA BAGUS SETIAWAN

NIM.40040422650067

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

STUDI KOMPARATIF HAMBATAN TOTAL KAPAL NELAYAN PADA VARIASI
KECEPATAN DENGAN HALUAN *ULSTEIN X-BOW*

Oleh :

Rendra Bagus Setiawan 40040422650067

Diajukan pada Sidang Laporan Tugas Akhir

Dinyatakan Lulus/Tidak Lulus

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Dr. Mohd Ridwan, S.T., M.T. Pembimbing

Dr. Zulfaidah Ariany, S.T., M.T. Penguji 1

Dr. Ir. Bambang Sri Waluyo, M.Si. Penguji 2

Mengetahui, Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro


Dr. Mohd Ridwan, S.T., M.T.
NIP. 19700827199903100

ABSTRAK

Sektor perikanan tangkap merupakan salah satu pilar utama ketahanan pangan Indonesia, namun efisiensinya terhambat oleh tingginya biaya operasional bahan bakar minyak (BBM) yang mencapai 60% hingga 70% akibat hambatan total kapal konvensional yang besar saat menghadapi gelombang. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung, menganalisis, dan mengevaluasi karakteristik hidrodinamika serta nilai Hambatan Total (R_T) pada modifikasi desain lambung kapal nelayan *trawler* yang menggunakan haluan inovatif *Ulstein X-Bow* pada rentang kecepatan operasional bervariasi. Metode penelitian dilakukan melalui pendekatan simulasi komputasi numerik-empiris menggunakan perangkat lunak *Maxsurf Resistance* dengan algoritma *Holtrop & Mennen*, serta divalidasi melalui perhitungan manual berbasis standar *International Towing Tank Conference (ITTC) 1957*. Objek studi menggunakan kapal berdimensi Panjang garis air (LWL) 63,34 meter dan permukaan basah lambung (S) sebesar 1139,982 m² pada variasi kecepatan 10, 12, 14, 16, 18, dan 20 knot. Hasil analisis menunjukkan bahwa karakteristik pertumbuhan hambatan total bersifat eksponensial (non-linear) seiring meningkatnya bilangan Froude (Fn). Pada Rezim kecepatan rendah hingga sedang (10-14 knot), aliran fluida didominasi oleh gaya viskos (*Viscous-dominated flow*), dimana hambatan gesek (R_F) memegang porsi dominan hingga lebih dari 70% dari hambatan total. Berdasarkan verifikasi manual, pada kecepatan 10 knot ($V=5,144$ m/s) diperoleh bilangan Reynolds (Rn) sebesar $2,74 \times 10^8$, koefisien hambatan gesek (C_F) $-0,00181$, dan nilai R_F sebesar 28,01 kN. Pada kecepatan maksimum 20 knot ($V=10,288$ m/s), aliran mencapai angka turbulensi tertinggi dengan $Rn= 5,48 \times 10^8$, C_F menurun secara logaritmik menjadi 0,00165, namun gaya hambat gesek murni (R_F) mencapai titik tertinggi sebesar 102,11 Kn akibat pengaruh kuadrat kecepatan. Implementasi geometri Haluan terbalik (*Inverted bow*) dengan prinsip wave-piercing pada *Ulstein X-bow* terbukti secara efektif membelah gelombang secara pasif, meminimalkan separasi aliran (*flow separation*), dan mereduksi komponen hambatan gelombang (R_W) secara signifikan pada kecepatan tinggi (16-20 knot) dibandingkan dengan Haluan konvensional. Penelitian ini menyimpulkan bahwa karakteristik hambatan total (R_T) lambung *Ulstein X-Bow* memberikan landasan yang andal bagi estimasi daya efektif mesin (*Effective Horse Power/EHP*) guna meningkatkan efisiensi bahan bakar operasional kapal nelayan modern.

Kata Kunci: Kapal Nelayan, *Ulstein X-Bow*, Hambatan Total, *Maxsurf Resistance*, Metode *Holtrop, ITTC 1957*.

ABSTRACT

The capture fisheries sector is one of the main pillars of Indonesia's food security however, its efficiency is hampered by high fuel costs, which account for 60% to 70% of total operational expenses due to the high total resistance of conventional vessels when facing waves. This study aims to calculate, analyze, and evaluate the hydrodynamic characteristics and Total Resistance (*RT*) values of a modified *trawler* hull design incorporating the innovative *Ulstein X-Bow* bow across a range of operational speeds. The research method employed a numerical-empirical computational simulation approach using the *Maxsurf Resistance* software with the *Holtrop & Mennen* algorithm, and was validated through manual calculations based on the 1957 *International Towing Tank Conference* (ITTC) standards. The study object was a vessel with a waterline length (*LWL*) of 63.34 meters and a hull wetted area (*S*) of 1139.982m² at speed variations of 10, 12, 14, 16, 18, and 20 knots. The analysis results show that the total drag growth characteristics are exponential (nonlinear) as the *Froude number* (*Fn*) increases. In the low-to-moderate speed regime (10-14 knots), the fluid flow is dominated by viscous forces (*viscous-dominated flow*), where frictional drag (*R_F*) accounts for the dominant portion more than 70% of the total drag. Based on manual verification, at a speed of 10 knots (*V*=5.144 m/s), the Reynolds number (*Rn*) was 2.74×10^8 , the coefficient of friction (*CF*) was 0.00181, and the *R_F* value was 28.01 kN. At a maximum speed of 20 knots (*V*=10.288 m/s), the flow reached its highest level of turbulence with *Rn*= 5.48×10^8 , *CF* decreases logarithmically to 0.00165, but the pure drag force (*R_F*) reaches a peak of 102.11 kN due to the square of the velocity. The implementation of the *inverted bow* geometry with the wave-piercing principle on the *Ulstein X-Bow* has proven effective in passively cutting through waves, minimizing *flow separation*, and significantly reducing the wave resistance (*R_W*) component at high speeds (16-20 knots) compared to a conventional bow. This study concludes that the total resistance (*RT*) characteristics of the *Ulstein X-Bow* hull provide a reliable basis for estimating effective engine power (*Effective Horse Power/EHP*) to improve the operational fuel efficiency of modern fishing vessels.

Keywords: *Fishing Vessels, Ulstein X-Bow, Total Resistance, Maxsurf Resistance, Holtrop Method, ITTC 1957*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan berkah dan limpah rahmatnya sehingga penulis ini bisa dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “STUDI KOMPARATIF HAMBATAN TOTAL PADA VARIASI KECEPATAN DENGAN HALUAN ULSTEIN X-BOW”.

Tugas Akhir ini disusun dan diajukan kepada Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana terapan pada program studi D-IV Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini baik secara moral maupun spiritual. Ucapan Terimakasih oleh penulis ditunjukkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan pendidikan di Universitas Diponegoro dengan baik.
2. Bapak Dr. Mohd. Ridwan, S.T., M.T., Kaprodi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang yang selalu memberikan arahan dan dukungan.
3. Dosen Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan Universitas Diponegoro yang telah memberi banyak ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
4. Orang tua saya yang telah memberikan support dan cintanya yang luar biasa selama ini. Selalu memberikan semangat dan doa terbaik yang tiada hentinya untuk saya.
5. Keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan doa terbaik yang tiada hentinya selama ini.
6. Keluarga besar Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan angkatan 2022 “NASA” terimakasih atas segala kenangan yang telah dilewati selama ini

Penulis menyadari bahwa masih banyak sekali kekurangan dalam membuat penulisan tugas akhir ini, dikarenakan keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Untuk itu dengan tidak mengurangi rasa hormat, penulis mengharapkan saran dan kritikan untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Besar harapan penulis bahwa tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa mahasiswi, khususnya program studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.

Semarang



Rendra Bagus Setiawan
NIM.40040422650067

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR ISTILAH	x
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	2
1.5 Relevansi dan Manfaat Penelitian	2
1.6 Hipotesis	3
1.7 Luaran Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kapal Trawler Fishing Vessel (T 071)	4
2.2 Alat Tangkap Pukat Cincin	5
2.3 Haluan Pada Kapal	6
2.4 Bulbous Bow Tipe Nabla	6
2.5 Ulstein X-Bow	7
2.6 Hambatan Kapal	8
2.7 Hambatan Gesek (Frictional Resistance)	8
2.8 Hambatan Gelombang (Wave Making Resistance)	9
2.9 Hambatan Viskositas	10
2.10 Hambatan Tambahan (Added Resistance)	12
2.11 Hambatan Total	12
2.12 Metode Perhitungan Hambatan Kapal dengan Metode Empris (Maxsurf Resistance)	13
2.13 Formulasi Perhitungan Hambatan Berdasarkan Standar ITTC	14
2.14 Penerapan Metode Slender Body untuk Haluan Ulstein X-Bow	15

2.15	Perhitungan Daya Efektif Kapal (<i>Effective Horse Power/EHP</i>)	15
2.16	<i>Model Ship</i>	16
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1	Rencana Desain	17
3.2	Alat	17
3.3	Tempat Pelaksanaan	17
3.4	Metode	17
3.5	Variabel Penelitian	17
3.6	Output	18
3.7	Jadwal Kegiatan	18
3.8	<i>Flowchart</i> Penelitian	19
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1	Pemodelan Geometri Lambung Ulstein X-Bow	20
4.1.1	<i>Pemodelan Bangunan Atas Menggunakan SolidWorks</i>	22
4.2	Analisis Hambatan	24
4.2.1	<i>Simulasi Analisis Hambatan</i>	25
4.2.2	<i>Uji Perhitungan Manual Metode Holtrop</i>	33
4.2.3	<i>Analisis Hambatan pada kecepatan</i>	33
4.2.4	<i>Penerapan Perhitugan saat menarik Pukat cincin dengan Haluan X-Bow</i>	35
4.2.5	<i>Langkah-langkah perhitungan Mekanika Daya</i>	36
4.3	Hasil Analisis Hambatan	36
4.3.1	<i>Fenomena Kenaikan Hambatan Kapal pada Berbagai Variasi Kecepatan</i>	36
4.3.2	<i>Efek Keunggulan Geometri Haluan Ulstein X-Bow terhadap Hambatan Sisa</i>	37
4.3.3	<i>Kesimpulan Tingkat Validitas dan Keabsahan Data Perhitungan</i>	37
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1	Hasil Analisis Hambatan	36
5.2	Saran	39
	DAFTAR PUSTAKA	40
	LAMPIRAN	42
	BIODATA PENULIS	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Trawler fishing vessel (T 071)	4
Gambar 2.2 Kapal Trawler Fishing Vessel (T 071).....	5
Gambar 2.3 Jenis Tipe Bulbous	6
Gambar 2.4 Mekanisme Kinerja Bulbous Bow	7
Gambar 2.5 Kapal Ulstein X bow	7
Gambar 2.6 Gelombang Transver dan Divergen.....	10
Gambar 2.7 Coefficient of Viscous Resistance	12
Gambar 3.1 Bentuk Kapal Ikan lambung Ulstein X-Bow	17
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian.....	19
Gambar 4.1 Visualisasi Model Lambung Ulstein X-Bow	21
Gambar 4.2 Visualisasi Model Tiga Dimensi Kapal Trawler T 071 dengan Haluan Ulstein X-Bow Beserta Bangunan Atas pada SolidWorks.....	22
Gambar 4.3 Pemilihan Metode (Holtrop).....	24
Gambar 4.4 Input Speed Range	25
Gambar 4.5 Hasil Analisa dan Kalkulasi Model	25
Gambar 4.6 Grafik Nilai Hambatan pada tiap Kecepatan	27
Gambar 4.7 Proses Simulasi Analisa Hambatan Tampak Samping.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Ukuran Kapal Ikan.....	17
Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan.....	18
Tabel 4.1 Data Utama Kapal	20
Tabel 4.2 Data Hidrostatik Utama.....	20
Tabel 4.3 Hasil Analisa dan Kalkulasi Model	26
Tabel 4.4 Parameter Hambatan Total.....	32

DAFTAR ISTILAH

- 1 **Bottom Trawling** Metode penangkapan ikan menggunakan jaring pukat harimau yang dioperasikan dengan cara mengeruk dasar laut.
- 2 **Bulbous Bow Tipe Nabla** Desain haluan kapal berbentuk tonjolan di bawah garis air dengan profil menyerupai simbol Nabla berfungsi menciptakan interferensi gelombang destruktif guna mereduksi hambatan kapal.
- 3 **CFD (*Computational Fluid Dynamics*)** Metode simulasi berbasis komputer untuk menganalisis perilaku mekanika fluida, aliran udara, maupun interaksi hidrodinamika pada lambung kapal.
- 4 **Interferensi Destruktif** Fenomena saling meniadakan antara dua gelombang yang berlawanan fase, digunakan dalam prinsip kerja haluan *bulbous bow* untuk memperkecil tinggi gelombang haluan utama.
- 5 **Palka (*Hold / Hatch*)** Ruang di dalam lambung kapal yang dirancang khusus untuk menyimpan muatan, dalam konteks ini digunakan sebagai tempat penyimpanan hasil tangkapan ikan dengan sistem pendingin.
- 6 **Pitching** Gerakan olah gerak kapal berupa anggukan depan belakang (rotasi terhadap sumbu melintang kapal) akibat pengaruh gelombang laut.
- 7 **Pukat Cincin (*Purse Seine*)** Alat tangkap ikan berbentuk jaring raksasa yang dioperasikan dengan cara melingkari kawanan ikan pelagis di kolom perairan atas, kemudian menguncinya di bagian bawah seperti kantong mangkuk.
- 8 **Slamming** Fenomena hantaman keras antara struktur bagian bawah haluan kapal dengan permukaan air laut sesaat setelah kapal naik ke puncak gelombang dan jatuh kembali.
- 9 **Trawler Fishing Vessel** Kapal ikan komersial yang dirancang dan dilengkapi dengan peralatan mekanis khusus untuk menarik jaring pukat (trawl) di laut lepas.
- 10 **Trim** Perbedaan sarat air antara bagian haluan (depan) dan buritan (belakang) kapal yang menunjukkan kecondongan posisi kapal secara membujur.
- 11 **Ulstein X-Bow** Inovasi desain haluan kapal melengkung ke belakang (*inverted bow*) yang bekerja dengan prinsip menembus gelombang (*wave piercing*) untuk meningkatkan efisiensi hidrodinamika dan mengurangi *slamming*.
- 12 **Wave Piercing** Kemampuan geometri haluan kapal dalam membelah atau menembus gelombang air secara pasif, alih-alih menabrak atau menaikinya, guna menjaga kestabilan laju kapal.

DAFTAR NOTASI

<i>Simbol</i>	Arti / Keterangan	Satuan
<i>RT</i>	Hambatan Total Kapal (<i>Total Resistance</i>)	<i>N (Newton) / kN</i>
<i>RF</i>	Hambatan Gesek (<i>Frictional Resistance</i>)	<i>N (Newton)</i>
<i>RW</i>	Hambatan Gelombang (<i>Wave-Making Resistance</i>)	<i>N (Newton)</i>
<i>RV</i>	Hambatan Viskos (<i>Viscous Resistance</i>)	<i>N (Newton)</i>
<i>CT</i>	Koefisien Hambatan Total Kapal	-
<i>CF</i>	Koefisien Hambatan Gesek Kapal	-
<i>CW</i>	Koefisien Hambatan Gelombang	-
<i>CA</i>	Koefisien Hambatan Tambahan (<i>Correlation Allowance</i>)	-
<i>V / Vs</i>	Kecepatan Kapal (<i>Ship Speed</i>)	<i>m/s Knot</i>
<i>rho</i>	Massa Jenis Air Laut (<i>Fluid Density</i>)	<i>kg/m³</i>
<i>S</i>	Luas Permukaan Basah Lambung (<i>Wetted Surface Area</i>)	<i>m²</i>
<i>l + k</i>	Faktor Bentuk (<i>Form Factor</i>) Lambung Kapal	-
<i>Fn</i>	Bilangan Froude (<i>Froude Number</i>)	-
<i>Re</i>	Bilangan Reynolds (<i>Reynolds Number</i>)	-
<i>nabla</i>	Volume Displasemen Lambung Kapal	<i>m³</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Berita acara Serah terima barang	42
Lampiran 2. Bukti Pengajuan HAKI	43
Lampiran 3. Haki Poster.....	44
Lampiran 4. Luaran (jurnal Artikel).....	45
Lampiran 5. Jurnal Artikel	46
Lampiran 6. Hasil Turnitin.....	50
Lampiran 7. Bukti luaran Prototype Kapal Ulstein X-Bow	51