



**SISTEM PENGUKURAN *THRUST* DAN *VELOCITY*
BERBASIS MEKANISME UJI TARIK SKALA TERBATAS
UNTUK PENGUJIAN KAPAL MODEL**

SKRIPSI

CHOIRUL ANAM

2210313018

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2026**



**SISTEM PENGUKURAN *THRUST* DAN *VELOCITY*
BERBASIS MEKANISME UJI TARIK SKALA TERBATAS
UNTUK PENGUJIAN KAPAL MODEL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik

CHOIRUL ANAM

2210313018

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Choirul Anam

NIM : 2210313018

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : SISTEM PENGUKURAN *THRUST* DAN *VELOCITY*

BERBASIS MEKANISME UJI TARIK SKALA TERBATAS
UNTUK PENGUJIAN KAPAL MODEL

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.



Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., M.Sc.

Ketua Penguji



Fakhrul Akbar Ayub, S.T., M.Eng., Ph.D.

Penguji 2

Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T.,

M.T. IPM

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, S.T., M.T.

Penguji 1



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T.

Kepala Program Studi

Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal Ujian: 13 Juli 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

SISTEM PENGUKURAN *THRUST* DAN *VELOCITY* BERBASIS MEKANISME UJI TARIK SKALA TERBATAS UNTUK PENGUJIAN KAPAL MODEL

Disusun Oleh :

CHOIRUL ANAM

2210313018

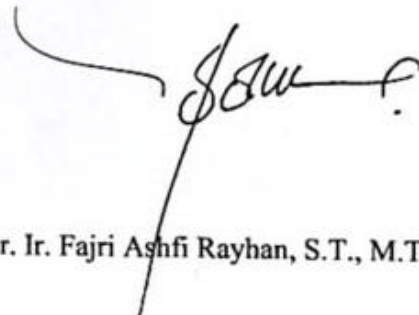
Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

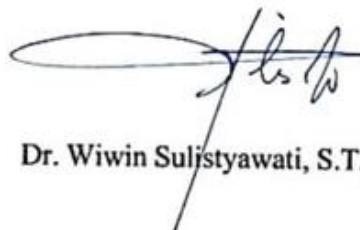


Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T.,
M.Sc



Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, S.T., M.T.

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip untuk dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Choirul Anam

NIM : 2210313018

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 13 Juli 2026

Yang menyatakan,



Choirul Anam

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta,
saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Choirul Anam

NIM : 2210313018

Program Studi : SI Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**”SISTEM PENGUKURAN *THRUST* DAN *VELOCITY*
BERBASIS MEKANISME UJI TARIK SKALA
TERBATAS UNTUK PENGUJIAN KAPAL MODEL”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta

Pada tanggal: 13 Juli 2026

Yang menyatakan,



Choirul Anam

SISTEM PENGUKURAN *THRUST* DAN *VELOCITY* BERBASIS MEKANISME UJI TARIK SKALA TERBATAS UNTUK PENGUJIAN KAPAL MODEL

Choirul Anam

ABSTRAK

Pengujian hidrodinamika kapal model secara konvensional umumnya bergantung pada fasilitas towing tank berskala besar yang mahal dan sulit diakses. Penelitian ini mengembangkan sistem pengukuran *thrust* dan *velocity* berbasis mekanisme uji tarik (pull test) skala terbatas untuk pengujian kapal model di perairan terbuka. Sistem yang dikembangkan terdiri atas subsistem penarik (motor DC RS795, drum, wire rope), subsistem akuisisi data *thrust* (load cell, modul HX711, dan mikrokontroler ESP32 dengan komunikasi WiFi), serta subsistem akuisisi data *velocity* berbasis *video tracking*. Pengujian dilakukan pada kombinasi tiga variasi putaran motor (300, 600, dan 1000 RPM) dan tiga variasi pembebanan (tanpa beban, 3 kg, dan 5 kg) di Waduk Brigif, Depok. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan RPM meningkatkan nilai *thrust* dan *velocity* pada seluruh kondisi pembebanan, sedangkan peningkatan pembebanan meningkatkan *thrust* namun menurunkan *velocity* akibat bertambahnya tahanan hidrodinamika. Evaluasi rasio kedalaman perairan terhadap draft (h/T) pada zona pengambilan data menunjukkan seluruh pengujian memenuhi kriteria air dalam sesuai standar ITTC. Analisis *Repeatability* dan sensitivitas sistem menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu menghasilkan data yang konsisten dan peka terhadap perubahan kondisi pengujian, sehingga berpotensi menjadi alternatif pengukuran *thrust* dan *velocity* kapal model yang lebih terjangkau.

Kata Kunci: Kapal Model, Uji Tarik, *Thrust*, *Velocity*, Skala Terbatas

THRUST AND VELOCITY MEASUREMENT SYSTEM BASED ON LIMITED-SCALE PULL TEST MECHANISM FOR MODEL SHIP TESTING

Choirul Anam

ABSTRACT

Conventional ship model hydrodynamic testing generally relies on large-scale towing tank facilities that are costly and difficult to access. This study develops a thrust and velocity measurement system based on a limited-scale pull-test towing mechanism for ship model testing in open water. The system consists of a pulling subsystem (RS795 DC motor, drum, wire rope), a thrust acquisition subsystem (load cell, HX711 module, and ESP32 microcontroller with WiFi communication), and a video-tracking-based velocity acquisition subsystem. Tests were conducted across combinations of three motor speed levels (300, 600, and 1000 RPM) and three loading conditions (no load, 3 kg, and 5 kg) at Brigif Reservoir, Depok. Results show that increasing RPM increases both thrust and velocity across all loading conditions, while increasing load raises thrust but reduces velocity due to greater hydrodynamic resistance. Evaluation of the water-depth-to-draft ratio (h/T) at the data collection zone confirms that all tests satisfy the ITTC deep-water criterion. Repeatability and sensitivity analyses show that the developed system produces consistent data and remains responsive to changes in test conditions, making it a potentially more affordable alternative for measuring ship model thrust and velocity.

Keywords: Ship Model, Pull Test, Thrust, Velocity, Limited Scale

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., yang telah memberikan berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Sistem Pengukuran *Thrust* Dan *Velocity* Berbasis Mekanisme Uji Tarik Skala Terbatas Untuk Pengujian Kapal Model”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Perkapalan di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa kelancaran dan penyelesaiannya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan moril, materil, serta doa yang tiada henti sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, yang telah banyak membantu memfasilitasi proses akademik selama masa perkuliahan.
3. Bapak Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah berbaik hati meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk membimbing, mengarahkan, dan memberikan masukan yang sangat berharga selama proses pengerjaan skripsi ini hingga selesai.
4. Mohammad Arbeel Falaah Nazhif, Alif Fatahillah Prakoso, dan Muhammad Akmal Apriansyah yang senantiasa membantu penulis selama melaksanakan penelitian.
5. Rekan Grup Baik Bu yang dengan ikhlas dan tulus untuk membantu, mengisi, menemani penulis selama masa perkuliahan.

6. Kepada Abang Angkatan 2021, yang selalu sabar untuk mengarahkan, menasehati, dan mendengarkan kesulitan penulis selama perkuliahan.
7. Pemilik NIM 2210313028, yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan untuk penulis selama masa penelitian.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik maupun saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis agar karya sederhana ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi nyata, baik bagi penulis secara pribadi maupun bagi pembaca pada umumnya. Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih dan berharap skripsi ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat, khususnya bagi civitas akademika Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Jakarta, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Hidrodinamika Kapal	7
2.1.1 Definisi Dan Peran Uji Hidrodinamika Pada Kapal Model.....	7
2.1.2 Parameter Hidrodinamika	7
2.1.3 Hambatan Kapal (<i>Ship Resistance</i>).....	7
2.1.4 Kondisi Pengujian Air Tenang (<i>Calm Water</i>)	8
2.2 <i>Towing Test</i> Dan Sistem <i>Pull Carriage</i> Kapal Model	8
2.2.1 Definisi <i>Towing Test</i> Pada Kapal Model	8
2.2.2 Sistem <i>Pull Carriage</i> Dan Prinsip Kerjanya.....	9
2.3 Pembebanan dan Kecepatan	10
2.3.1 Pengertian Pembebanan Model	10
2.3.2 Pengaruh Pembebanan Terhadap Respon Hidrodinamika.....	10
2.3.3 Pengertian Kecepatan	11

2.3.4 Pengaruh Kecepatan Terhadap Gaya Hidrodinamika.....	11
2.4 <i>Thrust</i> (Gaya Dorong)	12
2.4.1 Definisi <i>Thrust</i>	12
2.4.2 Persamaan <i>Thrust</i>	12
2.4.3 Pengukuran <i>Thrust</i> Menggunakan <i>Load Cell</i>	12
2.5 <i>Velocity</i> (Kecepatan)	13
2.5.1 Definisi <i>Velocity</i>	13
2.5.2 Persamaan <i>Velocity</i>	13
2.5.3 <i>Video tracking</i> Analysis untuk <i>Velocity</i>	14
2.6 Keterulangan (<i>Repeatability</i>) dan Presisi Pengukuran	15
2.7 Efek Kedalaman Air (<i>Deep and Shallow Water Effect</i>)	15
2.8 Simulasi Monte Carlo.....	17
2.8.1 Konsep Dasar Simulasi Monte Carlo.....	17
2.8.2 Distribusi Probabilitas dan Kurva Normal (<i>Gaussian</i>).....	17
2.9 <i>State of the art</i>	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alir.....	21
3.2 Objek dan Lokasi Penelitian.....	22
3.2.1 Objek Penelitian.....	22
3.2.2 Lokasi Penelitian.....	22
3.3 Arsitektur Sistem Pengujian	24
3.3.1 Konsep Sistem Pengujian	24
3.3.2 Diagram Arsitektur Sistem	25
3.3.3 Deskripsi Arsitektur Sistem.....	26
3.4 Prinsip Kerja Sistem	34
3.5 Peralatan Penelitian	37
3.6 Setup Eksperimen.....	40
3.6.1 Skema Sistem Pengujian Kapal Model.....	41
3.6.2 Skema Uji Kapal Model	41
3.6.3 Sistem pengambilan gambar	42
3.6.4 Kondisi Kedalaman Perairan pada Lintasan Uji.....	42
3.6.5 Sinkronisasi Akuisisi Data.....	44
3.7 Kalibrasi Instrumen Pengukuran	44
3.7.1 Kalibrasi Penambahan Load Pada Kapal Model	44

3.7.2 Kalibrasi Software Video Tracker Analysis	45
3.8 Prosedur Eksperimen.....	45
3.8.1 Pemasangan Penanda Pada Lintasan Uji	45
3.8.2 Instalasi beban pada kapal model	45
3.8.3 Pengukuran Draft Aktual Kapal Model	46
3.8.4 Instalasi Load Cell Pada Kapal Model	47
3.8.5 Instalasi tali penarik <i>winch</i> pada kapal model	48
3.8.6 Mengaktifkan kamera perekam	48
3.8.7 Menyalakan motor <i>winch</i>	49
3.9 Variabel Penelitian	49
3.10 Pengolahan Data.....	50
3.10.1 Pengolahan Data <i>Thrust</i>	50
3.10.2 Pengolahan Data <i>Velocity</i>	51
3.10.3 Penyajian Data	51
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Verifikasi Kelayakan Sistem Pengukuran	52
4.1.1 Hasil Kalibrasi <i>Load Cell</i>	52
4.1.2 Hasil Kalibrasi <i>Software</i> Video Tracker	53
4.1.3 Verifikasi Kondisi <i>Deep Water</i> Berdasarkan Rasio h/T	53
4.2 Hasil Pengujian <i>Thrust</i>	54
4.2.1 Rekapitulasi Data <i>Thrust</i>	54
4.2.2 Pengaruh Pembebanan Terhadap <i>Thrust</i>	54
4.2.3 Pengaruh RPM Terhadap <i>Thrust</i>	56
4.3 Hasil Pengujian <i>Velocity</i>	58
4.3.1 Rekapitulasi Hasil Pengukuran <i>Velocity</i>	58
4.3.2 Pengaruh RPM Terhadap <i>Velocity</i> <i>wei apous salah satu</i>	58
4.3.3 <i>Repeatability</i> Sistem Pengukuran <i>Thrust</i>	59
4.3.4 Presisi (<i>Repeatability</i>) pengukuran <i>Velocity</i>	60
4.3.5 Sensitivitas Menggunakan Simulasi Monte Carlo.....	61
BAB 5 PENUTUP.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA
RIWAYAT HIDUP
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi sebaran fasilitas Towing tank berstandarisasi ITTC.....	2
Gambar 1.2 Fasilitas Towing tank wilayah Asia sesuai ITTC	3
Gambar 2.1 sistem pengukuran pada towing test	9
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian ini	21
Gambar 3.2 3D kapal model penelitian	22
Gambar 3.3 Lokasi penelitian dengan trayek uji	23
Gambar 3.4 Arsitektur Sistem Pengujian Pull Test.....	25
Gambar 3.5 <i>Power Supply System</i>	27
Gambar 3.6 <i>Pulling & Transmission System</i>	28
Gambar 3.7 <i>Hull Model</i>	30
Gambar 3.8 RPM Verification.....	34
Gambar 3.9 Aki / Baterai.....	37
Gambar 3.10 <i>Speed Controller</i>	38
Gambar 3.11 Motor DC795.....	39
Gambar 3.12 Drum Penarik dari mesin Winch	40
Gambar 3.13 Load Cell	40
Gambar 3.14 Skema sistem pengujian kapal model,.....	41
Gambar 3.15 POV Kamera Perekam pada Lintasan Uji	42
Gambar 3.16 Kondisi Kedalaman Perairan pada Lintasan Uji.....	43
Gambar 3.17 Instalasi Beban Pada Kapal Model	46
Gambar 3.18 Pengukuran Draft Aktual Kapal model	46
Gambar 3.19 Instalasi Load Cell pada Kapal Model.....	48
Gambar 3.20 Instalasi Tali Penarik Winch pada Kapal Model	48
Gambar 4.1 Pengaruh <i>Load</i> Terhadap <i>Thrust</i>	55
Gambar 4.2 Pengaruh RPM terhadap <i>Thrust</i>	56
Gambar 4.3 Hubungan RPM terhadap <i>Velocity</i>	58
Gambar 4.4 Analisa Uji Presisi untuk <i>Thrust</i>	60
Gambar 4.5 Distribusi Monte Carlo Kecepatan (<i>v</i>).....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 State of the art.....	20
Tabel 3.1 Data ukuran utama kapal model.....	22
Tabel 3.2 Spesifikasi Aki	37
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Speed</i> Controller	38
Tabel 3.4 Spesifikasi Motor DC795.....	39
Tabel 3.5 Variasi variabel penelitian.....	49
Tabel 4.1 Hasil Kalibrasi Pembacaan Load Cell.....	52
Tabel 4.2 hasil kalibrasi software video tracker terhadap jarak aktual	53
Tabel 4.3 Rasio Kedalaman Terhadap Draft (h/T) pada Collecting Data Zone...	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Logbook Penelitian

Lampiran 2. Lembar Konsultasi Pembimbing 1

Lampiran 3. Lembar Konsultasi Pembimbing 2