

SKRIPSI

**STUDI KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA
TEROWONGAN AIR DENGAN PENDEKATAN EKSPERIMEN
SEKALA MODEL**



Intelligentia - Dignitas

AZRIAL ARYO PUTRA

1520620011

**PROGRAM STUDI
S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

SKRIPSI

**STUDI KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA
TEROWONGAN AIR DENGAN PENDEKATAN EKSPERIMEN
SEKALA MODEL**



Intelligentia - Dignitas

AZRIAL ARYO PUTRA

1520620011

**PROGRAM STUDI
S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

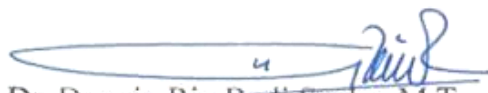
Judul : STUDI KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA
TEROWONGAN AIR DENGAN PENDEKATAN
EKSPERIMEN SEKALA MODEL

Penyusun : Azrial Aryo Putra

NIM : 1520620011

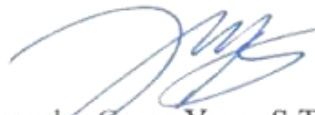
Disetujui oleh

Pembimbing I



Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.
NIP. 197604222006041001

Pembimbing II



Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T.
NIP. 197602052006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan S1 Teknik Mesin



Ragil Sukarno, S.T., M.T.
NIP. 197911022012121001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : STUDI KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA
TEROWONGAN AIR DENGAN PENDEKATAN
EKSPERIMEN SEKALA MODEL

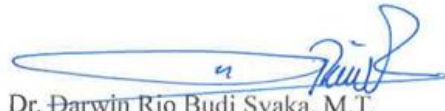
Penyusun : Azrial Aryo Putra

NIM : 1520620011

Tanggal Ujian : 30 – Juli – 2025

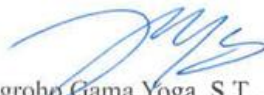
Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.
NIP. 197604222006041001

Pembimbing II,



Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T.
NIP. 197602052006041001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,



Dr. Ragil Sukarno, M.T
NIP. 197911022012121001

Anggota Penguji I,



Dr. Eng. Agung Premono, M.T.
NIP. 197705012001121002

Anggota Penguji II,



Dr. Ahmad Kholil, M.T.
NIP. 197908312005011001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan S1 Teknik Mesin



Dr. Ragil Sukarno, M.T
NIP. 197911022012121001

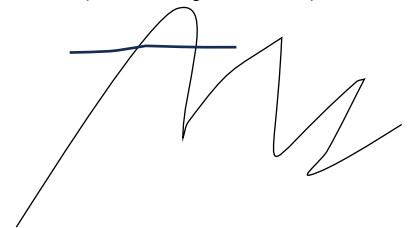
KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul **“Studi Karakteristik Hidrodinamika Terowongan Air dengan Pendekatan Eksperimen Sekala Model”** ini dengan baik dan tepat waktu.

Laporan ini disusun sebagai bagian dari kegiatan penelitian eksperimental dalam bidang mekanika fluida, khususnya dalam pengembangan metode pengujian karakteristik aliran air menggunakan terowongan air skala laboratorium. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperkaya wawasan ilmiah mengenai perilaku aliran fluida, serta menjadi referensi bagi pengembangan desain alat eksperimen hidrodinamika dengan pendekatan sederhana dan biaya terjangkau.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan ke depan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat menjadi referensi dalam bidang ilmu teknik, khususnya terkait studi aliran fluida dan pengembangan media eksperimen skala laboratorium.

(Jakarta, juli 2025)

A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of loops and strokes, positioned above the name.

(Azrial Aryo Putra)

LEMBARAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 01 – Agustus - 2025
Yang membuat



Azrial Aryo Putra
No.Reg. 1520620011



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Azrial Aryo Putra
NIM : 1520620011
Fakultas/Prodi : S1 Teknik Mesin
Alamat email : azrialaryoputra@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (... ..)

yang berjudul :

“STUDI KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA TEROWONGAN AIR DENGAN PENDEKATAN
EKSPERIMEN SEKALA MODEL”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 14 Agustus 2025

(Azrial Aryo Putra)

STUDI KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA TEROWONGAN AIR DENGAN PENDEKATAN EKSPERIMEN SEKALA MODEL

AZRIAL ARYO PUTRA

Dosen Pembimbing: Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T. dan Nugroho Gama
Yoga, S.T., M.T.

ABSTRAK

Seiring perkembangan zaman, kebutuhan akan kendaraan yang cepat serta bangunan tinggi dan besar semakin meningkat, untuk mendukung perancangan struktur dan desain aerodinamika tersebut, diperlukan uji aliran fluida guna mengetahui karakteristik laju aliran, distribusi tekanan, dan gaya hambat (*drag*) yang terjadi. Pengujian aliran fluida umumnya dilakukan melalui terowongan angin, terowongan air, atau simulasi komputasi fluida (CFD). Dalam penelitian ini, digunakan terowongan air karena kemampuannya mempermudah visualisasi aliran dan pengaturan kecepatan fluida. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung kecepatan aliran, nilai *Reynolds number*, dan jenis aliran (laminer atau turbulen) dari tiga variasi diameter outlet: 1 cm, 1,5 cm, dan 5 cm. Pengukuran dilakukan menggunakan metode debit aliran, motion tracker, dan simulasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada outlet 1 cm, kecepatan rata-rata sebesar 3,8 mm/s (debit), 3,36 mm/s (motion tracker), dan 3,4 mm/s (simulasi), dengan nilai *Reynolds number* berkisar antara 694,18 hingga 806,27 (laminer). Pada outlet 1,5 cm diperoleh kecepatan 16 mm/s (debit), 14,5 mm/s (motion tracker), dan 14,5 mm/s (simulasi), dengan *Reynolds number* antara 3090,7 hingga 3493,84 (turbulen). Sedangkan pada outlet 5 cm, kecepatan tercatat 67 mm/s (debit), 64,56 mm/s (motion tracker), dan 64 mm/s (simulasi), dengan *Reynolds number* 14378,49 hingga 14512,87 (turbulen).

Kata Kunci: Laminer dan turbulen, Motion tracker, *Reynold number*, Terowongan air, Visualisasi fluida.

STUDI KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA TEROWONGAN AIR DENGAN PENDEKATAN EKSPERIMEN SEKALA MODEL

AZRIAL ARYO PUTRA

Supervisor Lecturer : Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T. dan Nugroho Gama
Yoga, S.T., M.T.

ABSTRACT

As time progresses, the demand for high-speed vehicles as well as tall and large buildings continues to increase. To support the design of such structures and aerodynamic performance, fluid flow testing is essential to determine flow characteristics, pressure distribution, and drag forces. Fluid flow testing is generally conducted through wind tunnels, water tunnels, or computational fluid dynamics (CFD) simulations. In this study, a water tunnel is utilized due to its ability to simplify flow visualization and allow easier control of fluid velocity. The objective of this research is to calculate the flow velocity, *Reynolds number*, and flow type (laminar or turbulent) based on three variations of outlet diameter: 1 cm, 1.5 cm, and 5 cm. Measurements were performed using flow rate calculations, motion tracking, and simulations. The test results show that at the 1 cm outlet, the average velocity was 3.8 mm/s (flow rate), 3.36 mm/s (motion tracker), and 3.4 mm/s (simulation), with *Reynolds numbers* ranging from 694.18 to 806.27 (laminar). For the 1.5 cm outlet, the velocities were 16 mm/s (flow rate), 14.5 mm/s (motion tracker), and 14.5 mm/s (simulation), with *Reynolds numbers* between 3090.7 and 3493.84 (turbulent). Meanwhile, at the 5 cm outlet, recorded velocities reached 67 mm/s (flow rate), 64.56 mm/s (motion tracker), and 64 mm/s (simulation), with *Reynolds numbers* ranging from 14378.49 to 14512.87 (turbulent).

.Keywords: Flow visualization, Laminar flow, Motion tracker, *Reynolds number*, Turbulent flow, Water tunnel.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBARAN PERNYATAAN	iv
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi masalah	7
1.3 Pembatasan masalah.....	7
1.4 Perumusan masalah.....	7
1.5 Tujuan penelitian.....	7
1.6 Manfaat penelitian.....	8
1.6.1 Manfaat bagi penulis	8
1.6.2 Manfaat bagi pembaca	8
BAB II.....	9
2.1 Konsep Dasar Tes Uji Terowongan.....	9
2.2 Mendisain Terowongan Air.....	9
2.2.1 <i>Reynold Number</i>	10
2.2.2 Fenomena Siphon.....	11
2.2.3 CFD (Computational Fluid Dynamic)	13
2.3 Karakteristik Aliran Fluida.....	15
2.3.1 Aliran Laminer.....	15
2.3.2 Aliran Turbulen	16
2.3.3 Aliran Transisi.....	17
2.4 Benda Uji	18
2.4.1 Ahmed Body	19
2.5 Visualisasi aliran fluida	20

2.5.1 Tinta	20
2.5.2 Particle Image Velocimetry (PIV).....	22
2.6 Kerangka Berpikir.....	23
2.7 Penelitian Relevan.....	24
BAB III	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.2 Bahan dan Alat	26
3.3 Metode Penelitian.....	27
3.4 Desain Tes Uji Terowongan Air	31
3.5 Spesifikasi Bagian Terowongan Air	33
3.5.1 Spesifikasi Pipa PVC	33
3.5.2 Spesifikasi Fitting <i>Test Section</i>	34
3.5.3 Spesifikasi Reservoir Utama	35
3.5.4 Spesifikasi Fitting Reducer	37
3.5.5 Spesifikasi <i>Test Section</i>	38
3.5.6 Honeycomb	39
3.6 Tiga Bagian Terowongan Air	40
3.6.1 Pemasangan Bagian Inlet	41
3.6.2 Pemasangan Bagian <i>Test Section</i>	42
3.6.3 Pemasangan Bagian Outlet	43
3.7 Tempat Masuk Tinta.....	44
3.8 Melacak Partikel.....	45
3.8.1 Kdenlive	45
3.9 Variasi Penelitian.....	45
3.10 Menghitung Kecepatan Fluida	46
3.10.1 Perhitungan Debit.....	46
3.10.2 Perhitungan Motion Tracker	47
3.10.3 Perhitungan <i>Reynold Number</i>	48
3.10.3 Hasil Simulasi	49
3.11 Proses Persiapan Tes Uji Terowongan Air	49
3.12 Proses Pelaksanaan Tes Uji Terowongan Air	51
BAB IV	54

4.1	Hasil Pengujian	54
4.2	Pengunaan HoneyComb	54
4.3	Kecepatan Rata-Rata Dengan Debit	55
4.4	Kecepatan Aliran Dengan Motion Tracker	57
4.4.1	Motion Tracker Outlet Diameter 1 cm	58
4.4.2	Motion Tracker Outlet Diameter 1,5 cm	61
4.4.3	Motion Tracker Outlet Diameter 5 cm	64
4.5.	Perbandingan Hasil Aliran Air	68
4.6	Pengujian Perubahan Kecepatan Aliran Fluida Pada Benda Uji	72
4.6.1	Hasil Uji Outlet 1 cm	72
4.6.2	Hasil Uji Outlet 1,5 cm	73
4.6.3	Hasil Uji Outlet 5 cm	75
4.6.4	Kecepatan Aliran Fluida Sepanjang <i>Test Section</i>	76
4.7	Pembahasan	78
BAB V		80
5.1	Kesimpulan	80
5.2	Saran	81
REFERENSI		82

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Penggunaan CFD	14
Gambar 2. 2 Ahmed Body	19
Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir	23
Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian	27
Gambar 3. 2 Tampak Isometrik Tes Uji Terowongan Air	31
Gambar 3. 3 Tes Uji Terowongan Air	32
Gambar 3. 4 Desain Pipa	34
Gambar 3. 5 Desain Fitting <i>Test Section</i>	35
Gambar 3. 6 Desain Reservoir	36
Gambar 3. 7 Desain Fitting Reducer	37
Gambar 3. 8 Desain <i>Test Section</i>	38
Gambar 3. 9 HoneyComb (Surahmanto et al., 2023)	40
Gambar 3. 10 Bagian-Bagian Terowongan Air	40
Gambar 3. 11 Bagian Inlet	42
Gambar 3. 12 Bagian <i>Test Section</i>	42
Gambar 3. 13 Bagian Outlet	43
Gambar 3. 14 Jalur Masuk Tinta	44
Gambar 3. 15 Pemasangan AhmedBody	50
Gambar 3. 16 Pemasangan Bagian Inlet	50
Gambar 3. 17 Pemasangan bagian <i>Test Section</i>	51
Gambar 3. 18 Selesai Pemasangan Alat	51
Gambar 3. 19 Pengisian Air Pada Alat	52
Gambar 3. 20 Alirkan Tinta Ke Benda Uji	53
Gambar 4. 1 (a) Aliran Tanpa Menggunakan HoneyComb dan (b) Menggunakan HoneyComb	54
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Kecepatan Fluida Debit	56
Gambar 4. 3 (a) titik awal dari motion traker, (b) titik akhir dari motion traker Outlet Diameter 1 cm	58
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Motion Tracker Outlet Diameter 1 cm	59

Gambar 4. 5 Perbedaan Kecepatan Outlet Diameter 1 cm	60
Gambar 4. 6 (a) titik awal dari motion traker, (b) titik akhir dari motion traker Outlet Diameter 1,5 cm	61
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Motion Tracker Outlet Diameter 1,5 cm.....	62
Gambar 4. 8 Perbedaan Kecepatan Outlet Diameter 1,5 cm	62
Gambar 4. 9 (a) titik awal dari motion traker, (b) titik akhir dari motion traker Outlet Diameter 5 cm	64
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Motion Tracker Outlet Diameter 5 cm.....	65
Gambar 4. 11 Perbedaan Kecepatan Outlet 5 cm\.....	66
Gambar 4. 12 Hukum kontinuitas Pada Outlet Terowongan Air.....	67
Gambar 4. 13 Gambar Perbandingan Kecepatan Rata-Rata Aliran Air	68
Gambar 4. 14 Area Perhitungan Kecepatan Fluida Diameter Outlet 1 cm.....	72
Gambar 4. 15 Area Perhitungan Kecepatan Fluida Diameter Outlet 1,5 cm.....	73
Gambar 4. 16 Area Perhitungan Kecepatan Fluida Diameter Outlet 5 cm.....	75
Gambar 4. 17 Gambar Grafik Kecepatan Aliran Air di Test Section	76

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variasi Penelitian	45
Tabel 3. 2 Hasil Simulasi	49
Tabel 4. 1 Hasil Penelitian Kecepatan Fluida Debit.....	56
Tabel 4. 2 Hasil Motion Tracker Outlet Diameter 1 cm	58
Tabel 4. 3 Hasil Motion Tracker Outlet Diameter 1,5 cm	61
Tabel 4. 4 Hasil Motion Tracker Outlet Diameter 5 cm	64
Tabel 4. 5 Validasi Dan Presentase Hasil Pengujian.....	69
Tabel 4. 6 Kecepatan Seluruh Fluida 1 cm.....	73
Tabel 4. 7 Kecepatan Seluruh Fluida 1,5 cm.....	74
Tabel 4. 8 Kecepatan Seluruh Fluida 5 cmm.....	76



Intelligentia - Dignitas