

SKRIPSI
PENGEMBANGAN DESAIN TEROWONGAN AIR
MENGUNAKAN ANALISIS COMPUTATIONAL FLUID
DYNAMIC (CFD) DUALSPHYSIC



Disusun Oleh:

SYAUQY AHMAD NAIL

1520620017

Skripsi ini ditulis untuk memenuhi persyaratan dalam mendapatkan gelar Sarjana

Teknik

Intelligentia - Dignitas

TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025



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 : Syangy Ahmad Nail
NIM : 1520620017
Fakultas/Prodi : Teknik Teknik Mesin
Alamat email : syangyalfaralanni@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 :

Pengembangan Desain Terowongan Air Menggunakan Analisis
Computational Fluid Dynamic (CFD) Dualspheric.

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, 28 Agustus 2025

Penulis

(Syangy Ahmad Nail)
nama dan tanda tangan

LEMBAR 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 pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran, 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, 1 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Bayuqy Ahmad Nail
No. Reg. 1520620017

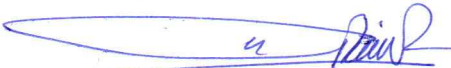
LEMBAR PERSETUJUAN SEMINAR SKRIPSI

Judul : PENGEMBANGAN DESAIN TEROWONGAN AIR
MENGUNAKAN ANALISIS
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)
DUALSPHYSIC
Penyusun : Syauqy Ahmad Nail
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Pembimbing I : Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.
Pembimbing II : Ragil Sukarno, S.T., M.T.

Disetujui Oleh

Pembimbing I

Pembimbing II



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



Ragil Sukarno, S.T., M.T.
NIP. 197902112012121001

Mengetahui

Koordinator Program Studi Pendidikan S1 Teknik Mesin



Ragil Sukarno, S.T., M.T.
NIP. 197902112012121001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : PENGEMBANGAN DESAIN TEROWONGAN AIR
MENGUNAKAN ANALISIS COMPUTATIONAL FLUID
DYNAMIC (CFD) DUALSFHYSIC

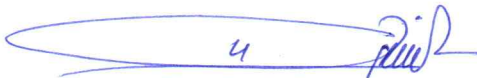
Penyusun : Syauqy Ahmad Nail

NIM : 1520620017

Tanggal Ujian : 30 – Juli – 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Dr. Ragil Sukarno, M.T
NIP. 197902112012121001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,



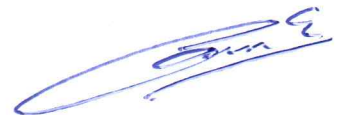
Dr. Eng. Agung Premono, M.T.
NIP. 197705012001121002

Anggota Penguji I,



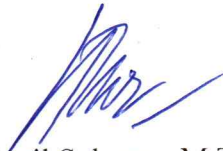
Dr. Ahmad Kholil, M.T.
NIP. 197908312005011001

Anggota Penguji II,



Catur Setyawan Kusumohadi, MT, PhD.
NIP. 197102232006041001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan S1 Teknik Mesin



Dr. Ragil Sukarno, M.T
NIP. 197902112012121001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini yang berjudul “Pengembangan Desain Terowongan Air Menggunakan Analisis Computational Fluid Dynamic (CFD) Dualsphysic”. Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Laporan skripsi ini dapat diselesaikan karena adanya bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Darwin Rio Budi Shaka, M.T., selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan dorongan semangat kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ragil Sukarno, M.T., selaku koordinator program studi S1 Teknik sekaligus Dosen Pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan dorongan semangat kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi ini
3. Bapak Boin, Bapak Sumardi, Bapak Minadi, Bapak Dani dan Bapak Dayat selaku teknisi dan laboran pada laboratorium otomotif dan laboratorium material atas bantuan dan dukungannya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dengan baik.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen pengampu mata kuliah di program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta, yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan sehingga penulis memiliki bekal untuk menyelesaikan laporan ini.
5. Seluruh Staff/Pegawai Administrasi di Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta, yang telah membantu dalam perihal administrasi sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
6. Orang tua penulis yang telah memberikan motivasi dan dukungannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.

7. Azrial Aryo Putra, Abizal Rafi Islami, Eldi Saputra, Amund Agus selaku partner penelitian atas dukungan, diskusi dan bantuan selama penulis melakukan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman mahasiswa program studi S1 Teknik Mesin yang telah menjadi sarana diskusi, dukungan dan teman dalam proses penyusunan laporan ini.

Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam laporan ini, karena penulis menyadari laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat sebagai bahan belajar mahasiswa program studi S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta kedepannya, dan juga penulis berharap kedepannya kekurangan laporan ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengembangan untuk mahasiswa program S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta



ABSTRAK

Terowongan air dipilih sebagai alternatif yang hemat biaya dan efektif untuk visualisasi aliran fluida. Penelitian ini berfokus pada pengembangan desain terowongan air kecepatan rendah menggunakan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) berbasis metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) dengan perangkat lunak DualSPHysics. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi karakteristik aliran dan perilaku berbagai desain terowongan air guna menemukan desain yang optimal dengan intensitas turbulensi terendah. Metodologi penelitian melibatkan simulasi numerik pada enam variasi desain (Desain 1 hingga 6), di mana data profil kecepatan dan *Root Mean Square Velocity* (RMSV) dianalisis untuk mengevaluasi kualitas aliran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Desain 5 memiliki karakteristik aliran terbaik dengan intensitas turbulensi paling rendah. Validasi Desain 5 menggunakan model *Ahmed Body* juga menunjukkan kesesuaian dengan data penelitian terdahulu. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa Desain 5 adalah desain terowongan air yang paling optimal untuk tujuan visualisasi aliran. Disarankan untuk penelitian lebih lanjut agar mempertimbangkan parameter seperti koefisien gaya angkat dan hambat serta penggunaan *solver* CFD yang lebih canggih seperti OpenFoam untuk analisis turbulensi yang lebih terperinci.

Kata Kunci : Terowongan Air, CFD, DualSPHysics, SPH, Visualisasi Aliran, Turbulensi.

Intelligentia - Dignitas

ABSTRACT

Water tunnels are chosen as a cost-effective and efficient alternative for fluid flow visualization. This research focuses on the development of a low-speed water tunnel design using *Computational Fluid Dynamics* (CFD) simulation based on the *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) method with the DualSPHysics software. The goal is to identify the flow characteristics and behavior of various water tunnel designs to find the optimal design with the lowest turbulence intensity. The research methodology involves numerical simulations on six design variations (Design 1 to 6), where velocity profile and *Root Mean Square Velocity* (RMSV) data are analyzed to evaluate flow quality. The results show that Design 5 has the best flow characteristics with the lowest turbulence intensity. The validation of Design 5 using the *Ahmed Body* model also demonstrates consistency with previous research data. Therefore, it can be concluded that Design 5 is the most optimal water tunnel design for the purpose of flow visualization. It is suggested that further research should consider parameters such as lift and drag coefficients and the use of more advanced CFD solvers like OpenFoam for a more detailed turbulence analysis.

Keywords : Water Tunnel, CFD, DualSPHysics, SPH, Flow Visualization, Turbulence.

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Pembatasan Masalah.....	5
1.4. Perumusan Masalah	7
1.5. Tujuan Penelitian	7
1.6. Manfaat Penelitian	8
BAB 2	9
2.1. Terowongan Air	9
2.1.1. Reynold Number	11
2.1.2. Fenomena Hidrostatis.....	12
2.1.3. Seksi Uji.....	13
2.1.4. Tanki Air	15
2.1.1. <i>Outlet Contraction</i>	15
2.1.5. Suplai Fluida Uji	18

2.1.6. Honeycomb.....	20
2.1.7. Seksi Kontraksi	21
2.2. CFD.....	22
2.2.1. DualSPHysic	24
2.2.2. Validasi Kasus CFD	31
2.2.3. Intensitas Turbulensi	32
2.2.4. Post Processing dengan ParaView	33
2.2.5. Profil Kecepatan Aliran (<i>Streamwise Velocity</i>)	33
2.2.6. Kestabilan Aliran Berdasarkan Root Mean Square Velocity (RMSV)...	34
BAB 3	36
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	36
3.2. Persiapan Bahan Penelitian.....	36
3.3. Langkah Penelitian.....	36
3.4. Variasi Penelitian	37
3.5. Metode Pengambilan Data	55
3.6. Diagram Alir Penelitian	56
BAB 4.....	58
4.1. Hasil Visual Simulasi dari Geometri & Karakteristik Aliran	58
4.2. Hasil Data Simulasi.....	96
4.3. Desain Akhir dan Validasi	102
BAB 5	113
5.1. Kesimpulan	113
5.2. Saran.....	114
DAFTAR PUSTAKA	116
LAMPIRAN.....	119
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	148

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Water Tunnel.....	10
Gambar 2.2 Grafik Nilai Reynold Number (PipeFlow, 2020).....	11
Gambar 2.3 Contoh Seksi Uji	14
Gambar 2.4 <i>Outlet Contraction</i> dengan pengecilan 200 mm ke 10 mm	18
Gambar 2.5 Skema Panjang Lebar dari Penyelaras Aliran (Cattafesta et al., 2010)	21
Gambar 2.6 Contoh seksi kontraksi (Gonzalez Hernandez et al., 2013)	21
Gambar 2.7 Pembagian Jenis-Jenis CFD (Tschirschnitz & Sabrowski, 2020).....	23
Gambar 2.8 Alur Kerja Dualsphysic	27
Gambar 2.9 Contoh Algoritma Gencase	28
Gambar 2.10 Output file dari Dualsphysic	29
Gambar 2.11 Detail Dimensi Geometri Ahmed Body (TCFD, 2021)	31
Gambar 2.12 Visual Geometri Ahmed Body yang telah divalidasi (TCFD, 2021)	31
Gambar 3.1 Tampak Isometri Gambar Geometri Terowongan Air Tanpa Perlakuan.....	41
Gambar 3.2 Tampak Detail Gambar Geometri Terowongan Air Tanpa Perlakuan	42
Gambar 3.3 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 1.....	42
Gambar 3.4 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 1 Isometrik	43
Gambar 3.5 Tampak Isometri Gambar Geometri Terowongan Air Desain 2.....	44
Gambar 3.6 Tampak Detail Gambar Geometri Terowongan Air Desain 2	44
Gambar 3.7 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 2 Isometrik	45
Gambar 3.8 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 2 Isometrik	45
Gambar 3.9 Tampak Isometri Gambar Geometri Terowongan Air Desain 3.....	46
Gambar 3.10 Tampak Detail Gambar Geometri Terowongan Air Desain 3	47
Gambar 3.11 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 3 Isometrik	47
Gambar 3.12 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 3.....	48
Gambar 3.13 Tampak Isometri Gambar Geometri Terowongan Air Desain 4.....	49
Gambar 3.14 Tampak Detail Gambar Geometri Terowongan Air Desain 4	49
Gambar 3.15 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 4 Isometrik	50

Gambar 3.16 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 4.....	50
Gambar 3.17 Tampak Isometri Gambar Geometri Terowongan Air Desain 5....	51
Gambar 3.18 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 5 Isometrik	52
Gambar 3.19 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 5 Isometrik	52
Gambar 3.20 Tampak Isometri Gambar Geometri Terowongan Air Desain 6.....	53
Gambar 3.21 Tampak Detail Gambar Geometri Terowongan Air Desain 6	53
Gambar 3.22 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 6 Isometrik	54
Gambar 3.23 Rincian Boundary Condition Simulasi Desain 6.....	54
Gambar 3.24 Tampak Contoh Pembagian Seksi Pengambilan Data pada CFD....	55
Gambar 3.25 Diagram Alir Validasi	57
Gambar 4.1 Tampak isometric visualisasi hasil CFD Desain 1	58
Gambar 4.2 Tampak Depan Potongan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 1	59
Gambar 4.3 Tampak Samping Salah Satu Section Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 1 menunjukkan orientasi aliran	59
Gambar 4.4 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 1 menunjukkan profil kecepatan pada bidang YZ berdasarkan warna	59
Gambar 4.5 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 1 menunjukkan profil kecepatan pada bidang XY berdasarkan warna	60
Gambar 4.6 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 1 menunjukkan profil kecepatan pada beberapa bagian seksi uji	60
Gambar 4.7 Rincian lokasi pengambilan data dari setiap section pada seksi uji..	61
Gambar 4.8 Grafik Karakteristik Perilaku Aliran (a) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil Z (b) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil X.....	62
Gambar 4.9 Grafik Deviasi Root Mean Square Velocity pada Profil (a) Deviasi RMS Profil Z (b) Deviasi RMS Profil X	63
Gambar 4.10 Tampak Potongan Depan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 2.....	64
Gambar 4.11 Tampak Samping Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 2	64
Gambar 4.12 Tampak isometric visualisasi hasil CFD Desain 2.....	65
Gambar 4.13 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 2 menunjukkan profil kecepatan pada bidang XY berdasarkan warna.....	65

Gambar 4.14 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 2 menunjukkan profil kecepatan pada bidang YZ berdasarkan warna	66
Gambar 4.15 Tampak Irisan visualisasi hasil CFD Desain 2 menunjukkan profil kecepatan pada beberapa bagian seksi uji	66
Gambar 4.16 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 1 menunjukkan profil kecepatan pada beberapa bagian seksi uji	66
Gambar 4.17 Rincian lokasi pengambilan data dari setiap section pada seksi uji	67
Gambar 4.18 Grafik Karakteristik Perilaku Aliran (a) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil Z (b) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil X.....	68
Gambar 4.19 Grafik Karakteristik Perilaku Aliran (a) Root Mean Velocity pada Profil Z (b) Root Mean Velocity pada Profil X	69
Gambar 4.20 Tampak Isometrik visualisasi CFD Desain 3	70
Gambar 4.21 Tampak Depan Potongan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 3.....	71
Gambar 4.22 Tampak Samping Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 3	71
Gambar 4.23 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 3 menunjukkan profil kecepatan pada beberapa bagian seksi uji	72
Gambar 4.24 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 3 menunjukkan profil kecepatan pada bidang XY berdasarkan warna.....	72
Gambar 4.25 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 3 menunjukkan profil kecepatan pada bidang YZ berdasarkan warna	72
Gambar 4.26 Tampak Samping visualisasi hasil CFD Desain 3	73
Gambar 4.27 Rincian lokasi pengambilan data dari setiap section pada seksi uji	73
Gambar 4.28 Grafik Karakteristik Perilaku Aliran (a) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil Z (b) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil X.....	74
Gambar 4.29 Grafik Karakteristik Perilaku Aliran (a) Root Mean Velocity pada Profil Z (b) Root Mean Velocity pada Profil X	75
Gambar 4.30 Tampak Potongan Depan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 4	77
Gambar 4.31 Tampak Samping Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 4	77
Gambar 4.32 Tampak Isometrik visualisasi CFD Desain 4.....	78
Gambar 4.33 Tampak visualisasi hasil CFD Desain 4.....	78

Gambar 4.34 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 4 menunjukkan profil kecepatan pada beberapa bagian seksi uji	78
Gambar 4.35 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 4 menunjukkan profil kecepatan pada bidang XY berdasarkan warna.....	79
Gambar 4.36 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 4 menunjukkan profil kecepatan pada bidang YZ berdasarkan warna	79
Gambar 4.37 Rincian lokasi pengambilan data dari setiap section pada seksi uji	80
Gambar 4.38 Grafik Karakteristik Perilaku Aliran (a) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil Z (b) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil X.....	81
Gambar 4.39 Tampak Isometrik visualisasi CFD Desain 4 Grafik Deviasi Root Mean Square Velocity pada Profil (a) Deviasi RMS Profil Z (b) Deviasi RMS Profil X.....	82
Gambar 4.40 Tampak Isometrik visualisasi CFD Desain 5	83
Gambar 4.41 Tampak Depan Potongan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 5	84
Gambar 4.42 Tampak Samping Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 5	84
Gambar 4.43 Tampak Samping Irisan visualisasi hasil CFD Desain 5	84
Gambar 4.44 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 5 menunjukkan profil kecepatan pada bidang YZ berdasarkan warna	85
Gambar 4.45 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 5 menunjukkan profil kecepatan pada bidang XY berdasarkan warna.....	85
Gambar 4.46 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 1 menunjukkan profil kecepatan pada beberapa bagian seksi uji	85
Gambar 4.47 Rincian lokasi pengambilan data dari setiap section pada seksi uji	86
Gambar 4.48 Grafik Karakteristik Perilaku Aliran (a) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil Z (b) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil X.....	87
Gambar 4.49 Grafik Deviasi Root Mean Square Velocity pada Profil (a) Deviasi RMS Profil Z (b) Deviasi RMS Profil X	88
Gambar 4.50 Tampak Samping Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 6	90
Gambar 4.51 Tampak Depan Potongan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 6	90
Gambar 4.52 Tampak Isometrik visualisasi CFD Desain 6.....	91

Gambar 4.53 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 1 menunjukkan profil kecepatan pada bidang YZ berdasarkan warna	91
Gambar 4.54 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 1 menunjukkan profil kecepatan pada bidang XY berdasarkan warna.....	91
Gambar 4.55 Tampak Irisan Seksi Uji visualisasi hasil CFD Desain 1 menunjukkan profil kecepatan pada beberapa bagian seksi uji	92
Gambar 4.56 Tampak Irisan visualisasi hasil CFD Desain 5.....	92
Gambar 4.57 Rincian lokasi pengambilan data dari setiap section pada seksi uji	93
Gambar 4.58 Grafik Karakteristik Perilaku Aliran (a) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil Z (b) Kecepatan Rata-rata berdasarkan profil X.....	94
Gambar 4.59 Grafik Deviasi Root Mean Square Velocity pada Profil (a) Deviasi RMS Profil Z (b) Deviasi RMS Profil X	95
Gambar 4.60 Grafik perbandingan kualitas aliran berdasarkan kecepatan rata-rata dan deviasi kecepatan berdasarkan r.m.s. velocity	100
Gambar 4.61 Grafik perbandingan kualitas aliran berdasarkan rata-rata intensitas turbulensi.....	101
Gambar 4.62 Tampak Isometrik Visualisasi CFD Desain 5 Dualsphysic	103
Gambar 4.63 Tampak Isometrik Visualisasi CFD Desain 5 OpenFoam	104
Gambar 4.64 Hasil Visualisasi Ahmed Body dari (Support, 2021).....	104
Gambar 4.65 Hasil Visualisasi Ahmed Body	105
Gambar 4.66 Visualisasi area pengambilan data validasi eksperimen outlet 5 cm.....	106
Gambar 4.67 Visualisasi area pengambilan data validasi eksperimen outlet 1.5 cm.....	107
Gambar 4.68 Kotak merah menunjukkan titik awal pengambilan data kecepatan.....	108
Gambar 4.69 Kotak merah menunjukkan titik awal pengambilan data kecepatan	108
Gambar 4.70 Kotak merah menunjukkan titik akhir pengambilan data kecepatan pada sample outlet 5cm.....	109
Gambar 4.71 Kotak merah menunjukkan titik akhir pengambilan data kecepatan pada sample outlet 1.5 cm.....	109

Gambar 4.72 Visualisasi aliran turbulan pada area pemisahan turbulensi.....	111
Gambar 4.73 Visualisasi aliran turbulan pada area kompresi.....	111



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Perbandingan Berbagai Metode CFD	30
Tabel 3.1 Variable Tetap Kondisi Penelitian	37
Tabel 3.2 Tabel Uji Non-Dimensional.....	39
Tabel 3.3 Tabel Penentuan Spesifikasi Desain	40
Tabel 3.4 Matrix Penelitian.....	40
Tabel 4.1 Rata-rata persebaran karakteristik aliran pada Desain 1	63
Tabel 4.2 Rata-rata persebaran karakteristik aliran pada Desain 2.....	69
Tabel 4.3 Rata-rata persebaran karakteristik aliran pada Desain 3.....	76
Tabel 4.4 Rata-rata persebaran karakteristik aliran pada Desain 4.....	82
Tabel 4.5 Rata-rata persebaran karakteristik aliran pada Desain 5.....	89
Tabel 4.6 Tampak Isometrik visualisasi CFD Desain 6.....	95
Tabel 4.7 Parameter Pengujian CFD dengan DualSPHysic	96
Tabel 4.8 Hasil kalkulasi data pengujian CFD.....	97
Tabel 4.9 Hasil uji non-dimensional pengujian CFD.....	101
Tabel 4.10 Parameter Pengujian CFD Kasus Validasi Desain dengan Ahmed Body	103
Tabel 4.11 Hasil validasi berdasarkan pelacakan kecepatan partikel	106
Tabel 4.12 Rincian Data Validasi Visualsasi CFD	107

Intelligentia - Dignitas