

**INVESTIGASI BENTUK VARIASI DRAFT TUBE PADA TURBIN
BANKI TERHADAP ALIRAN SUDU BERBASIS CFD**



*Mencerdaskan &
Memartabatkan Bangsa*

FADILAH CHAERUL IMAN

5315150975

SKRIPSI

**Skripsi Ini Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam Mendapatkan
Gelar Sarjana Pendidikan**

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2020



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
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 : Fadilah Chaerul Iman
NIM : 5315150975
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik / Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : fadilahchaeruliman090997@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 :

Investigasi Bentuk Variasi Draft Tube Pada Turbin Banki Terhadap
Aliran Sudu Runner Berbasis CFD

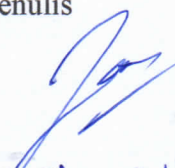
Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis 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, 7 Maret 2020


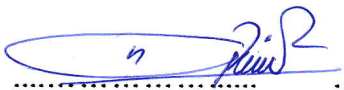
Penulis


(Fadilah Chaerul Iman)
nama dan tanda tangan

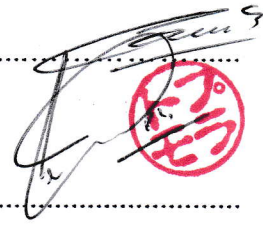

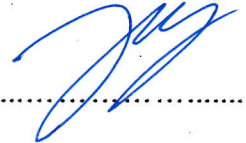
LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **Investigasi Bentuk Variasi Draft Tube Pada Turbin Banki Terhadap Aliran Sudu Berbasis CFD**
Nama : **Fadilah Chaerul Iman**
No. Registrasi : **5315150975**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Drs. H. Sirojuddin, M.T.</u> NIP. 196010271990031003 (Dosen Pembimbing I)		10/2/20
<u>Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.</u> NIP. 197604222006041001 (Dosen Pembimbing II)		10/2/20

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

<u>Dr. Catur Setyawan K., M.T.</u> NIP. 197102232006041001 (Ketua Penguji)		10/2/2020
<u>Pratomo Setyadi, S.T., M.T.</u> NIP. 198102222006041001 (Sekretaris Penguji)		10/2/2020
<u>Ir. Nugroho Gama Yoga, M.T.</u> NIP. 197602052006041001 (Dosen Ahli)		11/2/2020

Tanggal Lulus : 3 Februari 2020

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta



Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D.
NIP. 197110162008122001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Fadilah Chaerul Iman

No. Registrasi : 5315150975

Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 4 September 1997

Alamat : Jl. Pancawarga 4 No.4 RT 009 / RW 03, Kel. Cipinang Besar Selatan, Kecamatan Jatinegara, Kota Jakarta Timur 13410

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi dengan judul “**Investigasi Bentuk Variasi Draft Tube Pada Turbin Banki Terhadap Aliran Sudu Berbasis CFD**” adalah karya tulis ilmiah yang saya buat.
2. Karya tulis ilmiah ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing.
3. Karya tulis ilmiah ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Jakarta, Januari 2020

Yang Membuat Pernyataan



Fadilah Chaerul Iman

NIM. 5315150975

ABSTRAK

Fadilah Chaerul Iman. Investigasi Bentuk Variasi Draft Tube Pada Turbin Bankie Terhadap Aliran Sudu Runner Berbasis CFD : Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2020.

Peningkatan efisiensi merupakan hal yang sangat penting dalam turbin air Banki. Salah satu cara meningkatkan efisiensi adalah dengan memasang draft tube sehingga energi kinetik yang keluar dari turbin dapat diubah menjadi energi tekanan. Tujuan riset ini adalah untuk menginvestigasi variasi bentuk draft tube dari 5 varian. Mulai dari varian DT-1, DT-2, DT-3, DT-4 dan DT-5. Gambar dibuat dalam bentuk 2D menggunakan AutoCad dan gambar desain yang sudah di matangkan di software 2D di buat dalam bentuk 3D kemudian disimulasikan dalam software CFD. Debit air masuk yang digunakan adalah sebesar $0,0333 \text{ m}^3/\text{s}$, tinggi jatuh 5,5 m. Dari hasil simulasi CFD SolidWork Flow Simulation diperoleh varian DT-3 dan DT-5 yang terbaik dimana aliran pada sudu runner tingkat 1 dan tingkat 2 menghasilkan flow trajectory yang sangat baik dan tidak membentur poros Pada Varian DT-3 walau pada varian DT-5 masih membentur poros. Daya yang diperoleh berdasarkan gaya drag pada sudu berturut – turut adalah 87,1% dan 88,4%.

Kata kunci : variasi *draft tube*, *CFD simulation*, *flow trajectory*, aliran sudu, efisiensi.


ABSTRACT

Fadilah Chaerul Iman. The Investigation of Draft Tube Shape Against The Water In The Runner of Banki Turbine Based on CFD : Mechanical Engineering Education Study Program, Faculty of Engineering State University of Jakarta, 2020.

Improvement of efficiency performance is the particular thing in bankie turbine. One of many things to improving the efficiency is installing draft tube at the end of the conduit. Hence, the kinetic energy come out from runner of the turbine could be transform as pressure energy. The purpose of this research is investigating the varie of draft tube shape, research would be investigate 5 variance of draft tube shape. Here are DT-1, DT-2, DT-3, DT-4 and DT-5 variances. Design create in 2D mode with AutoCAD at first and then the optimized design built into 3D mode ready to simulate in CFD software. Inlet mass flow in this research is $0,0333 \text{ m}^3/\text{s}$, head is 5,5 m. Based on the result form the simulation with CFD SolidWorks Flow Simulation we discover that DT-3 and DT-5 is the best variance which is flow trajectories at the first stage and the second stage blade of runner reaching the best flow trajectory and didn't strike the shaft of the runner in the DT-3 variance while in the DT-5 variance still strike the shaft of the runner. Energy was gained based on the drag force on the surface of the blade of runner consecutively 87,1% and 88,4%.

Keywords : draft tube shape variance, CFD simulation, flow trajectory, blade flow trajectory, efficiency.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN



“Tidak ada orang bodoh, yang ada hanya orang malas. Allah SWT tidak menciptakan kekurangan melainkan hanya sebagai ujian, dengan perjuangan yang dilakukan semua hal akan menjadi mungkin dapat diwujudkan”

Karya Ilmiah ini saya persembahkan untuk,
Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
Seluruh dosen yang membantu dan membimbing saya.

Orang tua saya yang selalu memberikan motivasi serta doa – doa yang tiada henti-hentinya.

Kakak serta adik-adik saya yang selalu berupaya untuk menghibur saya di kala sulit.

Seluruh sahabat dan teman – teman yang selalu memberikan doa satu sama lain dan memberikan dukungan.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis berkesempatan untuk menyelesaikan penelitian yang berjudul **“INVESTIGASI BENTUK VARIASI DRAFT TUBE PADA TURBIN BANKI TERHADAP ALIRAN SUDU BERBASIS CFD”**. Penelitian ini tidak mungkin selesai tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, oleh sebab itu dengan rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya
2. Ibu Aam Amanningsih Jumhur, P.hD. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
3. Bapak Drs. Sirojuddin, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan motivasi, saran, dan bimbingan kepada penulis.
4. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini sekaligus sebagai Pembimbing Akademik saya
5. Kedua orang tua saya ; Ibu Susriyatmi dan Ayah Rukmaedi yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan.
6. Alumni, rekan, dan tim Hydropower yang selalu membantu dan memberi semangat.
7. Prima Chandra Utama sebagai satu-satunya teman satu tim Hydropower Jilid ke-dua yang telah memberikan banyak motivasi dan saran untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman – teman seperjuangan mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin, Angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
9. Teman – teman PTM S1 B yang selalu memberikan bantuan dan doa.

10. Teman – teman B10 ; Fariz, Reza Febriano, Irfan, Reza Pahlevi, Septian, Yogi Isroqi, Iyan, Fahri, dan Aldin yang telah ada di kala senang maupun sulit, dan selalu memberikan dukungan dan doa satu sama lain.
11. Mutiara Ayu Dewi, Syafa Reskia Chaerunisa dan Ratu Hafifah Chaerunisa yang selalu memberikan dukungan.
12. Dan seluruh pihak lain yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian serta dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, baik dalam sistematika penulisan maupun dalam isi materinya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, untuk penyempurnaan dalam penulisan dimasa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap kepada Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan membawa manfaat bagi semua orang.

Jakarta, 13 Januari 2020

Fadilah Chaerul Iman

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vii
MOTTO HIDUP DAN PERSEMBAHAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Pembatasan Masalah	6
1.4 Perumusan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Sumber Energi Baru dan Terbarukan	8
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	8
2.2.1 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)	9
2.3 Turbin Air	10
2.4 Klasifikasi Turbin Air	10
2.5 Turbin Crossflow.....	11
2.5.1 Prinsip Turbin Crossflow	12
2.5.2 Komponen Turbin Crossflow.....	13
2.6 Teori Dasar Perancangan Turbin Crossflow	14
2.7 Drag Force	18
2.8 Efisiensi Performa Turbin	20
2.9 AutoCAD	21
2.10 Solidworks	21
2.10.1 Kelebihan dan Kekurangan Solidworks	21
2.11 Governing Equation pada Solidworks.....	22
2.12 K - Epsilon.....	24
2.13 Draft Tube	25
2.13.1 Prinsip Draft Tube	25
2.13.2 Fungsi Utama Draft Tube	26
2.13.3 Jenis Bentuk Draft Tube Secara Umum	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	30
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	32

3.3.1 Uraian Diagram Alir Penelitian	33
3.4 Varian Model.....	55
BAB IV HASIL PENELITIAN.....	56
4.1 Validasi.....	56
4.2 Model Desain.....	63
4.3 Hasil Analisis Simulasi Aliran	67
4.4 Kesimpulan Hasil Simulasi Variasi Draft Tube	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN.....	88
RIWAYAT HIDUP	130



DAFTAR TABEL

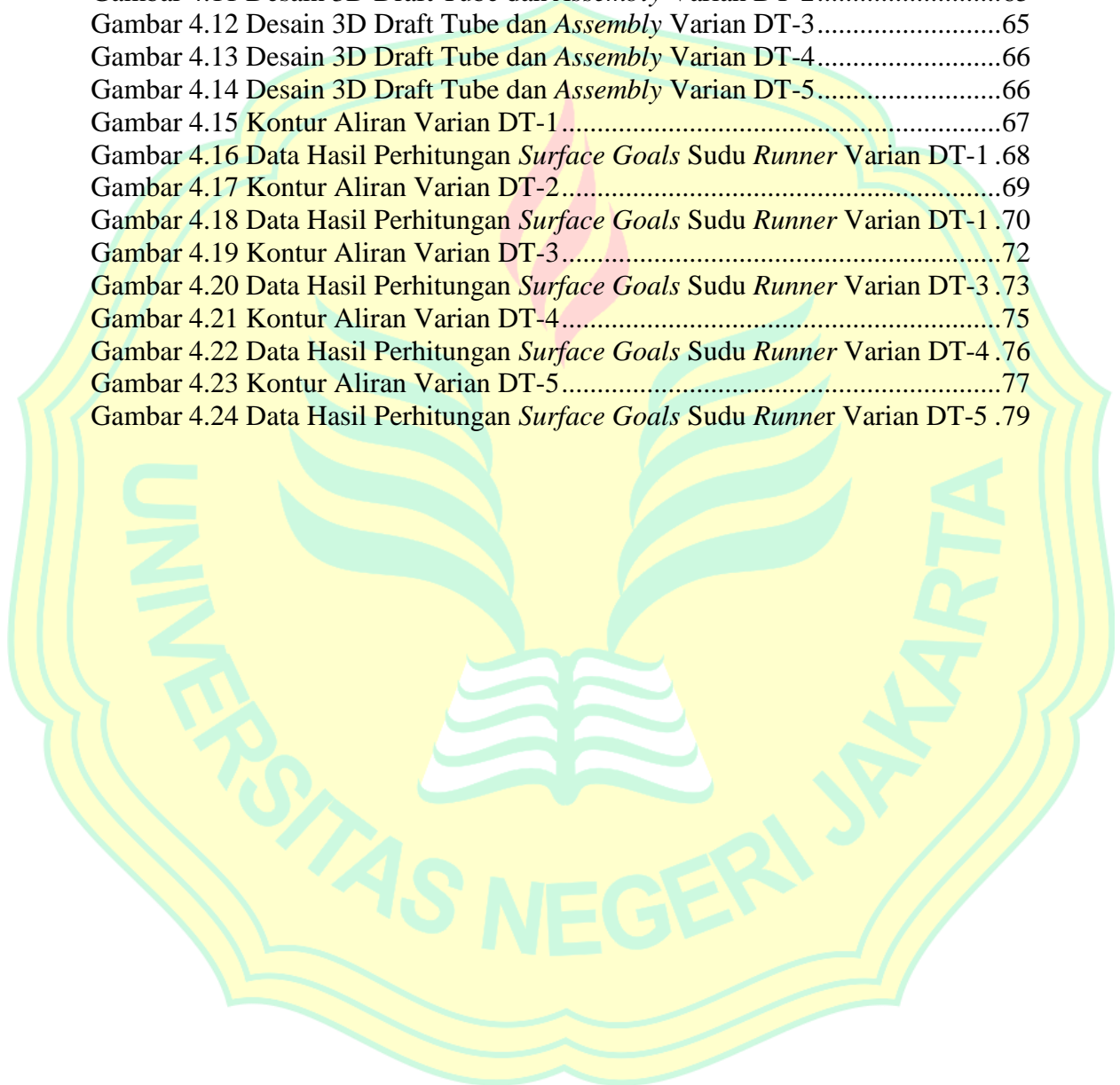
Tabel 3.1 Parameter Desain dan Data Turbin	35
Tabel 3.2 Ukuran Variasi Draft Tube	37
Tabel 3.3 Kondisi Batas	42
Tabel 4.1 Gaya Drag pada Sudu Tingkat Pertama dan Kedua	80
Tabel 4.2 Daya Turbine	81
Tabel 4.3 Efisiensi Turbine	81



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema PLTMH	9
Gambar 2.2 <i>Head-flow ranges of small hydro turbines</i>	11
Gambar 2.3 Turbin <i>Crossflow</i> Vertikal.....	13
Gambar 2.4 Komponen Turbin <i>Crossflow</i>	13
Gambar 2.5 Jalur Aliran Air di dalam Runner	16
Gambar 2.6 Segitiga Kecepatan	16
Gambar 2.7 Tekanan dan Gaya Gesek pada Permukaan dari Bagian Benda yang masuk dalam Aliran Air	19
Gambar 2.8 Draft Tube	25
Gambar 2.9 Simple Elbow Draft Tube	27
Gambar 2.10 Elbow Draft Tube With Varying Cross Section.....	28
Gambar 2.11 Moody Spreading Draft Tube	29
Gambar 2.12 Conical Diffuser Draft Tube	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.2 Bagian Utama Turbin Banki	33
Gambar 3.3 Dimensi Draft Tube.....	34
Gambar 3.4 Desain 2D Draft Tube	37
Gambar 3.5 Sketsa 2D Draft Tube pada <i>Software Solidworks</i>	38
Gambar 3.6 Sketsa 2D Turbin Bagian Atas pada <i>Software Solidworks</i>	39
Gambar 3.7 Desain 3D Model Draft Tube pada <i>Software Solidworks</i>	39
Gambar 3.8 Desain 3D Model Turbin Bagian Atas pada <i>Software Solidworks</i>	40
Gambar 3.9 Desain 3D Model Assembly Turbin Bagian Atas dan Draft Tube pada <i>Software Solidworks</i>	40
Gambar 3.10 <i>Meshing</i> pada <i>Solidworks</i>	41
Gambar 3.11 Sistem Unit	43
Gambar 3.12 Tipe Analisis dan Gravitasi Beserta Arahnya	44
Gambar 3.13 Jenis Fluida dan Karakteristiknya	45
Gambar 3.14 <i>Wall Conditions</i>	46
Gambar 3.15 <i>Initial Conditions</i>	47
Gambar 3.16 Pemberian Debit Aliran.....	48
Gambar 3.17 Pemberian Tekanan Lingkungan.....	48
Gambar 3.18 <i>Input Flow Trajectories</i>	49
Gambar 3.19 <i>Input Goals Drag Force</i> Sudu Tingkat Pertama <i>Runner</i>	50
Gambar 3.20 <i>Input Goals Drag Force</i> Sudu Tingkat Kedua <i>Runner</i>	51
Gambar 3.21 Proses Simulasi pada <i>Software Solidworks</i>	52
Gambar 3.22 Proses Kalkulasi pada <i>Software Solidworks</i>	52
Gambar 3.23 Hasil Simulasi Aliran	53
Gambar 3.24 Tabel Data Hasil <i>Drag Force</i>	54
Gambar 4.1 Tabel Parameter yang terdapat pada referensi jurnal	56
Gambar 4.2 Desain Turbin <i>Crossflow</i> yang terdapat pada referensi jurnal	57
Gambar 4.3 Simulasi yang terdapat pada referensi jurnal	57
Gambar 4.4 Tabel Hasil Simulasi Turbin <i>Crossflow</i> yang terdapat pada referensi jurnal.....	58
Gambar 4.5 Desain Turbin <i>Crossflow</i> yang dibuat dalam software yang digunakan pada penelitian ini.....	59

Gambar 4.6 Simulasi yang dilakukan dalam software yang digunakan pada penelitian ini	59
Gambar 4.7 Perhitungan Simulasi pada software yang digunakan pada penelitian ini	60
Gambar 4.8 Hasil simulasi dengan software yang digunakan pada penelitian ini.	61
Gambar 4.9 Desain 2D Draft Tube dan <i>Assembly</i>	63
Gambar 4.10 Desain 3D Draft Tube dan <i>Assembly</i> Varian DT-1	64
Gambar 4.11 Desain 3D Draft Tube dan <i>Assembly</i> Varian DT-2.....	65
Gambar 4.12 Desain 3D Draft Tube dan <i>Assembly</i> Varian DT-3.....	65
Gambar 4.13 Desain 3D Draft Tube dan <i>Assembly</i> Varian DT-4.....	66
Gambar 4.14 Desain 3D Draft Tube dan <i>Assembly</i> Varian DT-5.....	66
Gambar 4.15 Kontur Aliran Varian DT-1	67
Gambar 4.16 Data Hasil Perhitungan <i>Surface Goals</i> Sudu <i>Runner</i> Varian DT-1 .	68
Gambar 4.17 Kontur Aliran Varian DT-2.....	69
Gambar 4.18 Data Hasil Perhitungan <i>Surface Goals</i> Sudu <i>Runner</i> Varian DT-1 .	70
Gambar 4.19 Kontur Aliran Varian DT-3.....	72
Gambar 4.20 Data Hasil Perhitungan <i>Surface Goals</i> Sudu <i>Runner</i> Varian DT-3 .	73
Gambar 4.21 Kontur Aliran Varian DT-4.....	75
Gambar 4.22 Data Hasil Perhitungan <i>Surface Goals</i> Sudu <i>Runner</i> Varian DT-4 .	76
Gambar 4.23 Kontur Aliran Varian DT-5.....	77
Gambar 4.24 Data Hasil Perhitungan <i>Surface Goals</i> Sudu <i>Runner</i> Varian DT-5 .	79



DAFTAR LAMPIRAN

<i>Flow Simulation Report DT – 1 NH 200 mm</i>	87
<i>Flow Simulation Report DT – 2 NH 200 mm</i>	92
<i>Flow Simulation Report DT – 3 NH 200 mm</i>	97
<i>Flow Simulation Report DT – 4 NH 200 mm</i>	102
<i>Flow Simulation Report DT – 5 NH 200 mm</i>	107
Cover Prosiding Jurnal	112
Daftar Isi Prosiding Jurnal	113
Jurnal Prosiding.....	114
Sertifikat Seminar Nasional	127

