



UNIVERSITAS DIPONEGORO

TUGAS AKHIR

KAJI AWAL TURBIN AIR GORLOV 3 *BLADE HYDROFOIL* NACA 64₃-018

SUDUT 37° PADA VARIASI *REYNOLD NUMBER*

HELMY REZA ALFADILA

L2E 006 052

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

SEMARANG

JUNI 2011

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Helmy Reza Alfadila

NIM : L2E 006 052

Dosen Pembimbing : Ir. Sudargana, MT

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : Kaji Awal Turbin Air Gorlov 3 *Blade Hydrofoil* NACA 64₃-018 Sudut 37° pada Variasi *Reynold Number*

Isi Tugas : Melakukan pengujian turbin air Gorlov 3 *Blade Hydrofoil* NACA 64₃-018 dengan variasi bilangan *Reynold* untuk mengetahui karakteristik turbin Gorlov 3 *Blade Hydrofoil* NACA 64₃-018 dengan sudut kemiringan 37°.

Semarang, 24 Juni 2011

Menyetujui

Pembimbing




Ir. Sudargana, MT
NIP. 194811251986031002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Desertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
Telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Helmy Reza A.

NIM : L2E 006 052

Tanda Tangan : 

Tanggal : 24 Juni 2011

HALAMAN PENGESAHAN

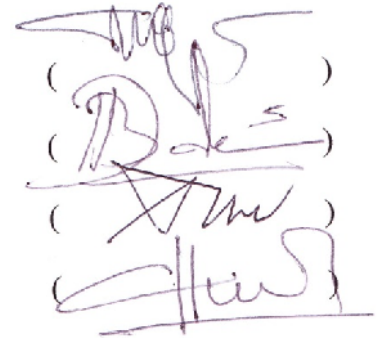
Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Helmy Reza Alfadila
NIM : L2E006052
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Kaji Awal Turbin Air Gorlov 3 *Blade Hydrofoil* NACA
64₃-018 Sudut 37° pada Variasi *Reynold Number*

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

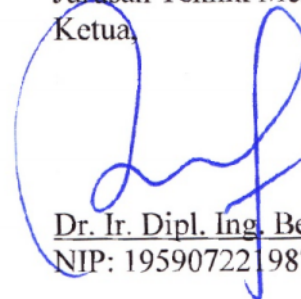
TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Sudargana, MT
Penguji : Ir. Dwi Basuki Wibowo, MS
Penguji : Ir. Sugeng Tirta Atmaja, MT
Penguji : Muchammad, ST, MT



Semarang, 6 Juli 2011

Jurusan Teknik Mesin
Ketua



Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK
NIP: 19590722 9870310003

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : HELMY REZA ALFADILA
NIM : L2E006052
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**KAJI AWAL TURBIN AIR GORLOV 3 *BLADE* HYDROFOIL NACA 64₃-018
SUDUT 37° PADA VARIASI *REYNOLD NUMBER***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 24 Juni 2011

Yang menyatakan



Helmy Reza Alfadila
NIM: L2E006052

ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik serta menipisnya cadangan bahan bakar fosil, maka dibutuhkanlah suatu alternatif sumber energi terbarukan. Salah satu energi alternatif yang bisa digunakan adalah berasal dari arus air. Indonesia yang sebagian besar wilayahnya berupa perairan menyimpan potensi energi arus air yang sangat besar.

Pada Tugas Akhir ini terdiri dari persiapan dan pengujian terhadap turbin Gorlov dengan pemodelan, yaitu dengan diameter 17 cm, tinggi turbin 13 cm, dengan *blade* menggunakan NACA 64₃-018 panjang *chord* 50 mm dan sudut 37°. Pengujian dilakukan pada sebuah saluran uji yang memiliki penampang persegi panjang 30 cm x 32 cm dengan variasi bilangan *Reynold* pada 5150, 9150 dan 13550 untuk menganalisis daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin tersebut.

Dari hasil pengujian, efisiensi yang dihasilkan turbin Gorlov dengan variasi bilangan *Reynold* pada 5150, 9150 dan 13550 berturut-turut adalah 0 %, 5,35 % dan 6,19 %.

Kata kunci : Turbin Gorlov, NACA 64₃-018, Bilangan Reynold dan Efisiensi

ABSTRACT

As the world faces fossil fuel shortage and increasing demand for electricity, the need for renewable energy sources becomes greater than ever. One of the alternative energy that can be used is derived from water current. Indonesia, which most of its territory consist of water, and therefore has abundant water current potential energy.

In this final task, consist of preparation and testing of Gorlov turbine, that is 17 cm in diameter turbine, turbine height 13 cm, with 50 mm chord length of NACA 64₃-018 blade profile and 37° of angle. Tests performed on a open test channel that has a rectangular cross section 30 cm x 32 cm with variations of Reynold at 5150, 9150 and 13550 to analyze the resulting power and efficiency of Gorlov turbine.

The resulting efficiency of Gorlov turbine with Reynold number variation at 5150, 9150 and 13550 respectively are 0 %, 5,35 % dan 6,19 %.

Keywords : *Gorlov Turbine, NACA 64₃-018, Reynold Number, Efficiency*

MOTTO

"Hal kecil membentuk kesempurnaan, namun kesempurnaan bukanlah hal yang kecil"

Dalam masalah hati nurani, pikiran pertamalah yang terbaik. Dalam masalah kebijaksanaan, pemikiran terakhirlah yang paling baik.

- Robert Hall -

Kebanyakan dari kita tidak mensyukuri apa yang sudah kita miliki, tetapi kita selalu menyesali apa yang belum kita capai.

- Schopenhauer -

Bagian terbaik dari hidup seseorang adalah perbuatan-perbuatan baiknya dan kasihnya yang tidak diketahui orang lain.

- William Wordsworth -

Semua orang tidak perlu menjadi malu karena pernah berbuat kesalahan, selama ia menjadi lebih bijaksana daripada sebelumnya.

- Alexander Pope -

Temannya sejati adalah ia yang meraih tangan anda dan menyentuh hati anda.

- Heather Pryor -

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada :

- ❖ Kedua orang tuaku tercinta, yang telah memberikan cinta, kasih dan sayangnya sepanjang masa serta doa restunya yang selalu menyertaiku.
- ❖ Sahabat-sahabat yang selalu ada di setiap suka dan duka, selalu memberi semangat yang tiada henti
- ❖ Kekasihku tercinta yang setia menemani dalam suka dan duka perjalanan kita

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufik, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penyusun selama penyusunan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Ir. Sudargana, MT selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan-pengarahan dan masukan-masukan kepada penyusun hingga terselesainya Tugas Akhir ini.
2. Ir. Sutarto Edhisono, Dipl. HE, MT selaku Kepala Laboratorium Pengaliran Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memberikan izin melakukan pengujian.
3. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu baik secara langsung maupun tidak langsung, telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.

Dengan penuh kerendahan hati, penyusun menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penyusun miliki, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Juni 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
NOMENKLATUR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Metodologi.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	4

BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Klasifikasi Sistem Energi Arus Air.....	5
2.1.1 Turbin Aksial	5
2.1.2 Turbin <i>Cross Flow</i>	6
2.2 Turbin Gorlov	7
2.3 <i>Hydrofoil</i>	9
2.4 Dasar Perhitungan Mekanika Turbin	15
2.4.1 Rotasi Benda Tegar	15
2.4.2 Kecepatan Sudut.....	16
2.4.3 Percepatan Sudut.....	17
2.4.4 Momen Inersia.....	18
2.4.4.1 Pusat Massa	18
2.4.4.2 Momen Inersia <i>Blade</i>	19
2.4.4.3 Momen Inersia Silinder	20
2.4.5 Torsi	21
2.4.6 Daya Turbin	22
2.4.7 Efisiensi Turbin.....	22
2.5 Konsep Dasar Sistem Konversi Energi Arus Air.....	22
2.6 Dasar Mekanika Fluida.....	24
2.6.1 Klasifikasi Aliran Fluida.....	24
2.6.2 Aliran <i>Inviscid</i> dan <i>Viscous</i>	24
2.6.3 Aliran Laminar dan Turbulen	24
2.6.3.1 Aliran Laminar.....	25
2.6.3.2 Aliran Turbulen.....	25
2.6.3.3 Aliran Transisi	26
2.6.4 Aliran <i>Compressible</i> dan <i>Incompressible</i>	26
2.6.5 Aliran <i>Internal</i> dan <i>External</i>	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Diagram Alir Pengujian	28
3.2 Peralatan Pengujian.....	30
3.2.1 Turbin Gorlov 3 Blade <i>Hydrofoil</i> NACA 64 ₃ -018	30
3.2.2 <i>Currentmeter</i>	31
3.2.3 <i>Stopwatch</i>	31
3.2.4 <i>Tachometer</i>	32
3.2.5 Timbangan Digital	32
3.2.6 Beban	33
3.2.7 Mesin Diesel	33
3.2.8 Pompa Sentrifugal.....	34
3.2.9 Saluran Uji	34
3.3 Langkah-langkah Pengujian.....	35
3.4 Gambar Skematis Pengujian Turbin Gorlov.....	36
BAB IV DATA DAN ANALISA.....	37
4.1 Data Hasil Pengujian.....	37
4.2 Analisa	38
4.2.1 Inersia Turbin.....	38
4.2.2 Perhitungan Data.....	44
4.2.3 Pembahasan.....	51
BAB V PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Turbin Arus Air Berdasarkan Posisi Sumbu Rotor Terhadap Arah Aliran Air	5
Gambar 2.2 Turbin Aksial	6
Gambar 2.3 Turbin <i>Cross Flow</i>	7
Gambar 2.4 Perbandingan Efisiensi Beberapa Turbin Air	8
Gambar 2.5 Rotor Heliks Turbin Gorlov	9
Gambar 2.6 Bentuk profil <i>hydrofoil</i>	10
Gambar 2.7 Sebuah benda tegar berotasi pada sumbu tetap yang melalui O dan tegak lurus bidang gambar	15
Gambar 2.8 Sebuah partikel pada benda tegar berotasi dari titik P ke Q	16
Gambar 2.9 Hydrofoil 64 ₃ -018	18
Gambar 2.10 Silinder Pejal dengan Jari-Jari r	21
Gambar 2.11 Klasifikasi Aliran Fluida	24
Gambar 2.12 Contoh Aliran Eksternal.....	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengujian	28
Gambar 3.2 Turbin Gorlov 3 Blade <i>Hydrofoil</i> NACA 64 ₃ -018	30
Gambar 3.3 Currentmeter	31
Gambar 3.4 Stopwatch.....	31
Gambar 3.5 Tachometer.....	32

Gambar 3.6 Timbangan digital	32
Gambar 3.7 Beban	33
Gambar 3.8 Mesin diesel	33
Gambar 3.9 Pompa Sentrifugal.....	34
Gambar 3.10 Saluran uji	34
Gambar 3.11 Gambar Skematis Pengujian Turbin Gorlov.....	36
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Putaran Turbin (rpm) dengan Waktu (sekon) pada Kecepatan 0,183 m/s dengan 5 Pengukuran.....	46
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Kecepatan Sudut (rad/s) dengan Waktu (sekon) pada Kecepatan 0,183 m/s.....	47
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Putaran Turbin (rpm) dengan Waktu (sekon) pada Kecepatan 0,271 m/s dengan 5 Pengukuran.....	49
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Kecepatan Sudut (rad/s) dengan Waktu (sekon) pada Kecepatan 0,271 m/s.....	50
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara daya turbin dengan bilangan <i>Reynold</i>	51
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara efisiensi dengan bilangan <i>Reynold</i>	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Potensi sumber daya energi di Indonesia.....	1
Tabel 2.1 Perbandingan antara seri hydrofoil.....	14
Tabel 4.1 Tabel hasil pengujian pada kecepatan $v = 0,183$ m/s	37
Tabel 4.2 Tabel hasil pengujian pada kecepatan $v = 0,271$ m/s	38
Tabel 4.3 Nilai Pendekatan Inersia <i>Blade</i>	38
Tabel 4.4 Perhitungan Sampel Data pada Kecepatan $0,183$ m/s	46
Tabel 4.5 Perhitungan Sampel Data pada Kecepatan $0,271$ m/s	49
Tabel 4.6 Perbandingan Efisiensi pada Variasi Kecepatan	51

NOMENKLATUR

A	Luas penampang	m^2
L	Panjang <i>blade</i>	m
ρ_b	Massa jenis <i>blade</i>	kg/m^3
c	Panjang <i>chord</i>	m
I	Momen inersia	$kg\ m^2$
P	Daya	Watt
P_t	Daya turbin	Watt
P_a	Daya air	Watt
Vol	Volume	m^3
M	Bilangan Mach	-
Re	Bilangan Reynold	-
r	Radius	m
T	Torsi	N
V	Kecepatan aliran fluida	m/s
τ	Tegangan geser	N
ρ	Massa jenis	kg/m^3
μ	Viskositas dinamik	$N.s/m^2$
α	Percepatan sudut	rad/s^2
ω	Kecepatan sudut	rad/s

η	Efisiensi	%
E	Energi kinetik	Joule
\dot{V}	Volume per satuan waktu	m ³ /s