



UNIVERSITAS DIPONEGORO

TUGAS AKHIR

***PRELIMINARY STUDY* TURBIN GORLOV PROFIL 64₃-018 SUDUT 45°
DENGAN VARIASI *REYNOLD NUMBER***

**YUKE ADETYA ASMARA
L2E 006 092**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

SEMARANG

2011

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Yuke Adetya Asmara

NIM : L2E 006 092

Dosen Pembimbing : Ir. Sudargana, MT

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : *Preliminary Study* Turbin Gorlov Profil 64₃-018 Sudut 45° dengan Variasi *Reynold Number*

Isi Tugas : Melakukan pengujian turbin air Gorlov 3 *Blade Hydrofoil* NACA 64₃-018 sudut 45° pada variasi bilangan *Reynold* sebagai studi awal turbin Gorlov 3 *Blade Hydrofoil* NACA 64₃-018 dengan sudut 45° dengan pemodelan.

Semarang, 5 Juli 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 : Yuke Adetya A.

NIM : L2E006092

Tanda Tangan : 

Tanggal : 30 Juni 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Yuke Adetya Asmara
NIM : L2E006092
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : *Preliminary Study* Turbin Gorlov Profil 64₃-018 Sudut 45° dengan 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. Djoeli Satridjo, MT

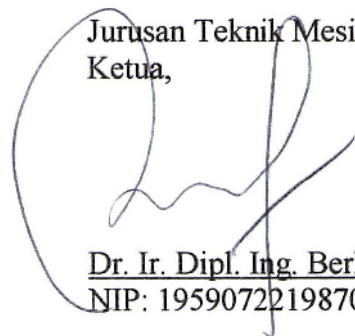
Penguji : Dr. Jamari, ST, MT

Penguji : Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK

()
()
()
()

Semarang, 5 Juli 2011

Jurusan Teknik Mesin
Ketua,



Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK
NIP: 1959072219870310003

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

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

Nama : YUKE ADETYA ASMARA
NIM : L2E006092
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

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

Preliminary Study Turbin Gorlov Profil 64₃-018 Sudut 45° dengan Variasi Reynold Number

berserta 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 : 30 Juni 2011

Yang menyatakan



Yuke Adetya Asmara
NIM: L2E006092

***PRELIMINARY STUDY TURBIN GORLOV PROFIL 64₃-018 SUDUT 45°
DENGAN VARIASI REYNOLD NUMBER***

Yuke Adetya Asmara

*Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro
Semarang, Indonesia*

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 turbin 17 cm, tinggi turbin 15 cm, dengan *blade* menggunakan NACA 64₃-018, panjang *chord* 50 mm, sudut 45°. Pengujian dilakukan pada sebuah saluran uji yang memiliki penampang persegi panjang 30 x 32 cm² dengan variasi bilangan *Reynold* yang berbeda dengan mengatur kecepatan arus air pada 0,103 m/s, 0,183 m/s dan 0,270 m/s untuk menganalisis daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin tersebut.

Dari hasil pengujian, efisiensi yang dihasilkan turbin Gorlov pada kecepatan 0,103 m/s, 0,183 m/s, dan 0,270 m/s berturut-turut adalah 0 %, 5,91 %, dan 6,40 %.

Kata Kunci: Turbin Gorlov, NACA 64₃-018, Bilangan *Reynold*, Efisiensi

***PRELIMINARY STUDY OF 45° ANGLE GORLOV TURBINE 64₃-018 PROFILE
WITH REYNOLD NUMBER VARIATION***

Yuke Adetya Asmara

*Department of Mechanical Engineering Diponegoro University
Semarang, Indonesia*

ABSTRACT

As the increasing of electricity energy requirement and decreasing of fossil fuel, alternative renewable energy already needed. One of the alternative energy that can be used is derived from water flow. Indonesia, which most of its territory consists of water, has great potential water flow energy.

This final task consists of preparation and testing of Gorlov turbine, that is 17 cm in diameter turbine, 15 cm of turbine height, with 50 mm chord length of NACA 64₃-018 blade profile, 45° angle. Tests performed on a open test line that has a rectangular cross section 30 x 32 cm² with variations of Reynolds number by adjusting the velocity of water flow on 0,103 m/s, 0,183 m/s, and 0,270 m/s to analyze the resulting power and efficiency of Gorlov turbine.

The resulting efficiency of Gorlov turbine from the tests on 0,103 m/s, 0,183 m/s, and 0,270 m/s respectively are 0 %, 5,91 %, and 6,40 %.

Keywords: Gorlov turbine, NACA 64₃-018, Reynolds Number, Efficiency

MOTTO

1. Keberuntungan adalah sesuatu dimana persiapan bertemu dengan kesempatan. (Oprah Winfrey)
2. Percaya diri adalah rahasia pertama sebuah kesuksesan. (Ralph Waldo Emerson)
3. Orang yang kuat bukanlah orang yang mampu menjatuhkan atau berkelahi dengan orang, tetapi orang yang kuat adalah orang yang mampu menahan amarahnya.
4. Kehidupan adalah berkah, karenanya nikmatilah. Jangan menyesal akan masa lalu dan takut akan masa depan.
5. Hidup adalah kegelapan jika tanpa hasrat dan keinginan. Dan semua hasrat & keinginan adalah buta, jika tidak disertai pengetahuan. Sedangkan pengetahuan adalah hampa jika tidak diikuti pelajaran. Dan setiap pelajaran akan sia-sia jika tidak disertai cinta.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang telah mencurahkan kasih sayang, waktu, daya, dan upaya saat penyusunan skripsi ini.
2. Kakak penulis yang banyak memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Teman-teman yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufik, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan 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:

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 Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memberikan ijin 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, oleh karenanya kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi

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 (IND)	vi
ABSTRACT (ENG).....	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 Metode Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	3

BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Klasifikasi Sistem Konversi 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	17
2.4.1. Rotasi Benda Tegar.....	17
2.4.2. Kecepatan Sudut	18
2.4.3. Percepatan Sudut.....	19
2.4.4. Momen Inersia	19
2.4.4.1. Pusat Massa.....	19
2.4.4.2. Momen Inersia <i>Blade</i>	21
2.4.4.3. Momen Inersia Silinder.....	22
2.4.5. Torsi	23
2.4.6. Daya Turbin	23
2.4.7. Efisiensi Turbin.....	24
2.4.8. Similaritas	24
2.5 Konsep Dasar Sistem Konversi Energi Arus Air.....	24
2.6 Dasar Mekanika Fluida	26
2.6.1. Klasifikasi Aliran Fluida.....	26
2.6.2. Aliran <i>Inviscid</i> dan <i>Viscous</i>	26
2.6.3. Aliran Laminar dan Turbulen	26
2.6.3.1. Aliran Laminar	27
2.6.3.2. Aliran Turbulen.....	27
2.6.3.3. Aliran Transisi.....	28
2.6.4. Aliran <i>Compressible</i> dan <i>Incompressible</i>	28
2.6.5. Aliran <i>Internal</i> dan <i>External</i>	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Diagram Alir Penelitian	30
3.2 Peralatan Pengujian.....	31
3.2.1 Turbin Gorlov	31
3.2.2 Saluran Pengujian	32
3.2.3 Mesin Diesel	32
3.2.4 Pompa Sentrifugal.....	33
3.2.5 Beban	33
3.2.6 <i>Tachometer</i>	34
3.2.7 <i>Current meter</i>	34
3.2.8 <i>Stopwatch</i>	35
3.2.9 Timbangan Digital	35
3.3 Langkah Pengujian.....	36
3.4 Skema Pengujian.....	37
BAB IV DATA DAN ANALISA.....	38
4.1 Data Hasil Pengujian.....	38
4.2 Analisa	39
4.2.1 Inersia Turbin.....	39
4.2.2 Perhitungan Efisiensi Turbin	45
4.2.3 Pembahasan.....	52
BAB V PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
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 Rotor Heliks Turbin Gorlov	8
Gambar 2.5 a). Perbandingan efisiensi Turbin Aksial dan Turbin <i>Cross Flow</i>	8
b). Perbandingan Kinerja Beberapa Turbin	9
Gambar 2.6 Bentuk Profil <i>Hydrofoil</i>	10
Gambar 2.7 Parameter Geometri <i>Hydrofoil</i> NACA	11
Gambar 2.8 Geometri <i>Basic</i> NACA 64 ₃ -018	15
Gambar 2.9 Resultan Gaya <i>Lift</i> dan Gaya <i>Drag</i> pada <i>Hydrofoil</i>	16
Gambar 2.10 Sebuah Benda Tegar Berotasi pada Sumbu Tetap yang	
Melalui <i>O</i> dan Tegak Lurus Bidang Gambar	17
Gambar 2.11 Sebuah Partikel pada Benda Tegar Berotasi dari Titik <i>P</i> ke <i>Q</i>	18
Gambar 2.12 <i>Hydrofoil</i> 64 ₃ -018	20
Gambar 2.13 Silinder Pejal dengan Jari-jari <i>r</i>	22
Gambar 2.14 Klasifikasi Aliran Fluida	26
Gambar 2.15 Contoh Aliran Eksternal	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	30

Gambar 3.2 Turbin Gorlov	31
Gambar 3.3 Saluran Pengujian	32
Gambar 3.4 Mesin Diesel	32
Gambar 3.5 Pompa Sentrifugal.....	33
Gambar 3.6 Beban	33
Gambar 3.7 <i>Tachometer</i>	34
Gambar 3.8 <i>Current</i> meter	34
Gambar 3.9 <i>Stopwatch</i>	35
Gambar 3.10 Timbangan Digital	35
Gambar 3.11 Skema Pengujian.....	37
Gambar 4.1 Grafik Hubungan antara Putaran (rpm) dengan Waktu (sekon)	
pada Kecepatan 0,183 m/s dengan 5 Pengukuran	47
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kecepatan Sudut (rad/s) dengan Waktu (sekon)	
pada Kecepatan 0,183 m/s	48
Gambar 4.3 Grafik Hubungan antara Putaran (rpm) dengan Waktu (sekon)	
pada Kecepatan 0,270 m/s dengan 5 Pengukuran	50
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kecepatan Sudut (rad/s) dengan Waktu (sekon)	
pada Kecepatan 0,270 m/s	51
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Bilangan <i>Reynold</i> dengan Efisiensi (%)	53

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Potensi Sumber Energi yang Dapat Diperbaharui	1
Tabel 2.1 Perbandingan Seri <i>Hydrofoil</i>	14
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian pada Kecepatan $v = 0,103$ m/s	38
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian pada Kecepatan $v = 0,183$ m/s	38
Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengujian pada Kecepatan $v = 0,270$ m/s	39
Tabel 4.4 Nilai Pendekatan Inersia per 1 mm.....	39
Tabel 4.5. Perhitungan Sampel Data pada Kecepatan 0,183 m/s	48
Tabel 4.6. Perhitungan Sampel Data pada Kecepatan 0,270 m/s	51
Tabel 4.5 Perbandingan Efisiensi pada Variasi Kecepatan	53

NOMENKLATUR

A	Luas penampang	m^2
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
M	Bilangan Mach	-
Re	Bilangan Reynold	-
r	Radius	m
T	Torsi	Nm
v	Kecepatan aliran fluida	m/s
τ	Tegangan geser	N/m^2
ρ	Massa jenis	kg/m^3
μ	Viskositas fluida	N.s/m^2
m	Massa	kg
α	Percepatan sudut	rad/s^2
ω	Kecepatan sudut	rad/s
η	Efisiensi	%
L	Panjang karakteristik	m
E	Energi kinetik	Joule
V	Volume	m^3
$\dot{V}$	Volume per satuan waktu	m^3/s