



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH BILANGAN *REYNOLD* TERHADAP KECEPATAN
SUDUT TURBIN GORLOV *HYDROFOIL* NACA 0012-34 SUDUT
KEMIRINGAN 45°**

TUGAS AKHIR

ZEVO PRIORY SIBERO

L2E 006 096

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2011**

TUGAS SARJANA

Diberikan Kepada : Nama : Zevo Priory Sibero
NIM : L2E 006 096

Dosen Pembimbing : Ir. Sudargana, MT
NIP. 194811251986031002

Jangka Waktu : 6 Bulan

Judul : Pengaruh Bilangan *Reynold* Terhadap Kecepatan Sudut Turbin Gorlov *Hydrofoil* NACA 0012-34 Sudut Kemiringan 45°

Isi Tugas : Melakukan pengujian turbin Gorlov dengan *hydrofoil* NACA 0012-34 sudut kemiringan 45° pada kecepatan aliran yang bervariasi untuk mengetahui kecepatan turbin Gorlov tersebut.

Semarang, September 2011

Dosen 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 : Zevo Priory Sibero

NIM : L2E 006 096

Tanda Tangan : 

Tanggal : September 2011




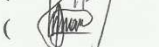
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Zevo Priory Sibero
NIM : L2E 006 096
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Bilangan *Reynold* Terhadap Kecepatan Sudut Turbin Gorlov *Hydrofoil* NACA 0012-34 Sudut Kemiringan 45°

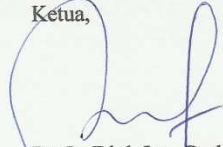
Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing	: Ir. Sudargana, MT	()
Penguji	: Dr. Ing. Ir. A. P. Bayuseno, MSc	()
Penguji	: Ir. Bambang Yunianto, MSc	()
Penguji	: Ir. Sumar Hadi Suryo	()

Semarang, September 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 : ZEVO PRIORY SIBERO
NIM : L2E 006 096
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:

Pengaruh Bilangan *Reynold* Terhadap Kecepatan Sudut Turbin Gorlov *Hydrofoil* NACA 0012-34 Sudut Kemiringan 45°

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 mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta beserta Ir. Sudargana, MT selaku pembimbing tugas akhir saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : September 2011

Yang menyatakan



Zevo Priory Sibero
NIM: L2E 006 096

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, dengan *blade* menggunakan NACA 0012-34 panjang *chord* 50 mm dan sudut 45° . Pengujian dilakukan pada sebuah saluran uji yang memiliki penampang persegi panjang 30 cm x 32 cm dengan variasi bilangan *Reynold* pada 11950, 13950, dan 16650 untuk menganalisis kecepatan yang dihasilkan turbin tersebut.

Dari hasil pengujian, kecepatan yang dihasilkan turbin Gorlov dengan variasi bilangan *Reynold* pada 11950, 13950, dan 16650 berturut-turut adalah 2,66 rad/s, 4,75 rad/s dan 6,47 rad/s.

Kata kunci : Turbin Gorlov, NACA 0012-34, Bilangan Reynold dan Kecepatan

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, with 50 mm chord length of NACA 0012-34 blade profile and 45° 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 11950, 13950 and 16650 to analyze the velocity of Gorlov turbine.

The resulting velocity of Gorlov turbine with Reynold number variation at 11950, 13950 and 16650 respectively are 2,66 rad/s, 4,75 rad/s and 6,47 rad/s.

Keywords : *Gorlov Turbine, NACA 0012-34, Reynold Number, Velocity*

MOTTO

Iman, Harapan dan Kasih

PERSEMBAHAN

Tugas Sarjana ini kupersembahkan kepada:

- Kedua orang tuaku tercinta Bapak dan Mamak, yang telah memberikan cinta, kasih dan sayangnya sepanjang masa serta doa dan dukungan yang selalu menyertaiku.
- Adik-adikku yang telah memberikan dukungan dan bantuan hingga selesainya Tugas Sarjana ini
- Nensy Julianti Pasaribu yang telah yang telah memberikan semangat dan doanya hingga selesainya Tugas Sarjana ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Tugas Sarjana yang berjudul “Pengaruh Bilangan *Reynold* Terhadap Kecepatan Sudut Turbin Gorlov *Hydrofoil* NACA 0012-34 Sudut Kemiringan 45°” ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama penulisan Tugas Sarjana ini, antara lain:

1. Ir. Sudargana, MT selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan, pengarahan dan masukan kepada penulis sehingga Tugas Sarjana ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.
2. Ir. Sutarto Edhisono, Dipl. HE, MT selaku Kepala Laboratorium Pengaliran Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memberikan izin melakukan pengujian.
3. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut membantu dalam pelaksanaan dan penulisan Tugas Sarjana ini.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki sehingga tentu saja penulisan Tugas Sarjana ini jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kemajuan penulis untuk masa yang akan datang.

Semarang, September 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN 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	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Metode Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Dasar Mekanika Fluida.....	5
2.1.1 Klasifikasi Aliran Fluida.....	5
2.1.2 Aliran <i>Inviscid</i> dan <i>Viscous</i>	5
2.1.3 Aliran Laminar dan Turbulen.....	6
2.1.3.1 Aliran Laminar.....	6
2.1.3.2 Aliran Turbulen.....	6
2.1.3.3 Aliran Transisi.....	7
2.1.4 Aliran <i>Compressible</i> dan <i>Incompressible</i>	7

2.1.5	Aliran <i>Internal</i> dan <i>External</i>	8
2.2	Klasifikasi Sistem Konversi Energi Arus Air.....	8
2.2.1	Turbin Aksial	9
2.2.2	Turbin <i>Cross Flow</i>	10
2.3	Turbin Gorlov	11
2.4	<i>Hydrofoil</i>	12
2.5	Gaya-gaya Pada Airfoil	16
2.5.1	Gaya Hambat (<i>Drag</i>).....	18
2.5.2	Gaya Angkat (<i>Lift</i>)	18
2.6	Dasar Perhitungan Mekanika Turbin.....	18
2.6.1	Rotasi Benda Tegar	18
2.6.2	Kecepatan Sudut.....	20
2.7	Konsep Dasar Sistem Konversi Energi Arus Air	21
2.8	Teori Momentum Elementer Betz	22
2.9	Perhitungan Energi Turbin Gorlov	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		30
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	30
3.2	Peralatan Pengujian	32
3.2.1	Turbin Gorlov	32
3.2.2	Saluran Pengujian.....	32
3.2.3	Mesin Diesel	33
3.2.4	Pompa Sentrifugal.....	33
3.2.5	Beban.....	34
3.2.6	<i>Tachometer</i>	34
3.2.7	Currentmeter	35
3.2.8	Stopwatch.....	35
3.2.9	Dudukan Turbin	36
3.2.10	Timbangan Digital	36
3.3	Langkah-langkah Pengujian	36
3.4	Skema Pengujian	37
3.5	Metodologi Pengolahan Data	38
BAB IV DATA DAN ANALISA.....		42
4.1	Data Hasil Pengujian	42
4.2	Analisa	43
4.2.1	Pengukuran pada Kecepatan Aliran $v = 0,239$ m/s	43

4.2.2 Pengukuran pada Kecepatan Aliran $v = 0,279$ m/s	47
4.2.3 Pengukuran pada Kecepatan Aliran $v = 0,333$ m/s	51
4.3 Pembahasan	56
BAB V PENUTUP.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi aliran fluida	5
Gambar 2.2	Contoh aliran eksternal.....	8
Gambar 2.3	Klasifikasi turbin arus air berdasarkan posisi sumbu rotor terhadap arah aliran air	9
Gambar 2.4	Turbin aksial.....	10
Gambar 2.5	Turbin <i>cross flow</i>	11
Gambar 2.6	Turbin arus air Gorlov	11
Gambar 2.7	Bentuk profil dari <i>hydrofoil</i>	13
Gambar 2.8	Gaya aerodinamik pada airfoil	16
Gambar 2.9	(a) Distribusi tekanan pada suatu airfoil ;.....	16
	(b) Distribusi tegangan geser pada airfoil	17
Gambar 2.10	Resultan gaya aerodinamik pada airfoil	17
Gambar 2.11	Sebuah benda tegar berotasi pada sumbu tetap yang melalui o dan tegak lurus bidang gambar.....	19
Gambar 2.12	Sebuah partikel pada benda tegar berotasi dari titik p ke q	20
Gambar 2.13	Kondisi aliran fluida sebelum dan setelah melewati mesin konversi energi fluida sesuai dengan teori momentum Betz.....	23
Gambar 2.14	Grafik perbandingan faktor daya dengan rasio kecepatan	26
Gambar 2.15	Arah aliran serta diagram gaya pada turbin Gorlov	27
Gambar 3.1	Diagram alir pengujian	30
Gambar 3.2	<i>Prototype</i> Gorlov 3 blade <i>hydrofoil</i> NACA 0012-34.....	32
Gambar 3.3	Saluran pengujian pada laboratorium Teknik Sipil Undip.....	32
Gambar 3.4	Mesin diesel.....	33
Gambar 3.5	Pompa sentrifugal.....	33
Gambar 3.6	Dudukan beban dan ring pembebanan	34
Gambar 3.7	<i>Tachometer</i>	34
Gambar 3.8	<i>Current</i> meter	35
Gambar 3.9	<i>Stopwatch</i>	35
Gambar 3.10	Dudukan turbin.....	36
Gambar 3.11	Timbangan digital.....	36

Gambar 3.12	Skema pengujian	37
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara kecepatan sudut (rad/s) dengan waktu (sekon) pada kecepatan 0,239 m/s dengan 5 pengukuran	44
Gambar 4.2	Grafik hubungan kecepatan sudut dan waktu pada kecepatan $v = 0,239$ m/s.....	47
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara kecepatan sudut (rad/s) dengan waktu (sekon) pada kecepatan 0,279 m/s dengan 5 pengukuran	48
Gambar 4.4	Grafik hubungan kecepatan sudut dan waktu pada kecepatan $v = 0,279$ m/s.....	51
Gambar 4.5	Grafik hubungan antara kecepatan sudut (rad/s) dengan waktu (sekon) pada kecepatan 0,333 m/s dengan 5 pengukuran	53
Gambar 4.6	Grafik hubungan kecepatan sudut dan waktu pada kecepatan $v = 0,333$ m/s.....	55
Gambar 4.7	Grafik hubungan perbandingan kecepatan sudut turbin dan waktu pada 3 variasi kecepatan aliran.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Seri <i>Airfoil</i> NACA.....	15
Tabel 4.1	Tabel Hasil Pengujian pada Kecepatan $v = 0,239$ M/S.....	42
Tabel 4.2	Tabel Hasil Pengujian pada Kecepatan $v = 0,279$ M/S.....	42
Tabel 4.3	Tabel Hasil Pengujian pada Kecepatan $v = 0,333$ M/S.....	42
Tabel 4.4	Data Kecepatan Sudut Perkiraan pada $v = 0,239$ M/S	46
Tabel 4.5	Data Kecepatan Sudut Perkiraan pada $v = 0,279$ M/S	50
Tabel 4.6	Data Kecepatan Sudut Perkiraan pada $v = 0,333$ M/S	54

NOMENKLATUR

A	Luas rotor	m^2
c	Panjang <i>chord</i>	m
L	Panjang karakteristik	m
m	Massa	kg
I	Momen inersia	$kg\ m^2$
P	Daya	Watt
P_a	Daya air	Watt
M	Bilangan Mach	-
Re	Bilangan Reynold	-
r	Radius	m
v	Kecepatan aliran fluida	m/s
τ	Tegangan geser	N
ρ	Massa jenis	kg/m^3
μ	Viskositas dinamik	$N.s/m^2$
ν	Viskositas kinematik	m^2/s
α	Percepatan sudut	rad/s^2
ω	Kecepatan sudut	rad/s