



UNIVERSITAS DIPONEGORO

TUGAS AKHIR

**KAJI AWAL TURBIN AIR DARRIEUS 3 *BLADE HYDROFOIL* NACA 0018
PADA VARIASI BILANGAN REYNOLD**

FATHURROHMAN

L2E 006 038

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

SEMARANG

JUNI 2011

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Fathurrohman

NIM : L2E 006 038

Dosen Pembimbing : Ir. Sudargana, MT

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : Kaji Awal Turbin Air Darrieus 3 *Blade Hydrofoil*
NACA 0018 pada Variasi Bilangan Reynold

Isi Tugas : Melakukan pengujian turbin air Darrieus 3 *Blade Hydrofoil*
NACA 0018 pada variasi bilangan Reynold untuk mengetahui
karakteristik turbin Darrieus tersebut.

Semarang, 23 Juni 2011

Menyetujui

Pembimbing

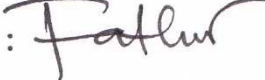


Ir. Sudargana, MT

NIP. 194811251986031002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Fathurrohman
NIM : L2E 006 038
Tanda Tangan : 
Tanggal : 23 Juni 2011

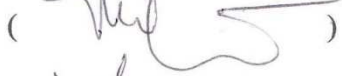
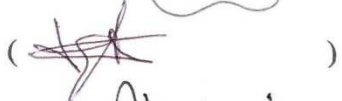
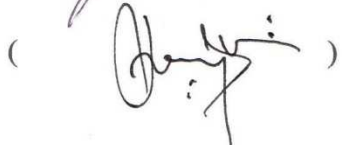
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Fathurrohman
NIM : L2E 006 038
Jurusan/ Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Kaji Awal Turbin Air Darrieus 3 *Blade Hydrofoil*
NACA 0018 pada Variasi Bilangan Reynold

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

TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Sudargana, MT ()
Penguji : Ir. Sugiyanto, DEA ()
Penguji : Dr. MSK. Tony Suryo Utomo ()

Semarang, 23 Juni 2011
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK.
NIP. 195907221987031003

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

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

Nama : Fathurrohman
NIM : L2E 006 038
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 DARRIEUS 3 BLADE HYDROFOIL NACA 0018 PADA VARIASI BILANGAN REYNOLD”

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 mempublikasikan 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 : 23 Juni 2011

Yang menyatakan



(Fathurrohman)

ABSTRAK

Kebutuhan akan energi dari tahun ke tahun semakin meningkat sementara cadangan energi yang berasal dari fosil seperti minyak bumi dan batu bara semakin menipis. Hal ini akan menyebabkan terjadinya krisis energi karena sumber energi tersebut adalah sumber energi yang tak terbarukan. Untuk mengatasi permasalahan energi ini perlu dicari sumber-sumber energi baru yang terbarukan, sehingga tidak akan terjadi krisis energi di masa yang akan datang. Indonesia memiliki lautan yang sangat luas, sehingga potensi arus lautnya dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif.

Penelitian ini adalah melakukan pengujian terhadap turbin Darrieus. Turbin ini memiliki diameter 20 cm dan tinggi 20 cm, *blade* yang digunakan adalah *hydrofoil* NACA 0018 dengan panjang *chord* 6,5 cm. Pengujian dilakukan pada sebuah saluran uji yang memiliki penampang persegi panjang 30 x 32 cm dengan variasi bilangan Reynold 6370, 11980 dan 17615 untuk mencari daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin tersebut.

Dari hasil pengujian, daya yang dihasilkan turbin Darrieus tersebut pada bilangan Reynold 6370, 11980 dan 17615 berturut-turut adalah 0,00339 Watt, 0,009 Watt dan 0,018 Watt sedangkan efisiensinya 21,95 %, 7,37 % dan 4,52 %.

Kata kunci: Turbin Darrieus, NACA 0018, bilangan Reynold dan efisiensi

ABSTRACT

Energy needs increases every year, but energy source from fossil such as petroleum and coal more decrease. It will cause an energy crisis because the energy source isn't renewable energy source. To solve this problem, needed to find new energy source that can be renewable. So it is impossible the energy crisis can occur in future. Indonesia has broad sea, so that the potential of sea currents can be used as an alternative energy.

This research is an experiment on Darrieus water turbine. This turbine is 20 cm in diameter and 20 cm in height, the blade used hydrofoil NACA 0018 with chord length of 6,5 cm. The experiment is done on an open water channel which 30x32 cm in size in various Reynold number i.e. 6370, 11980 and 17615 to find the power and the efficiency were generated by the turbine.

From the experiment result, the power was generated by the turbine at Reynold number 6370, 11980 and 17615 respectively were 0.00339 Watt, 0.009 Watt and 0.018 Watt, where its efficiency was 21.95 %, 7.37 % and 4.34 %.

Keywords: Darrieus Turbine, renewable energy, power and efficiency

MOTTO

- ❖ Hidup itu anugerah, jadi janganlah pernah menyerah karena kesuksesan tidak datang dengan mudah, berusahalah dengan tidak mengenal lelah, meski harus bersusah payah.
- ❖ Janganlah kita membuang-buang waktu atau waktu akan membuang kita.

PERSEMBAHAN

Tugas Sarjana ini kupersembahkan kepada:

- ✚ Kedua orang tuaku tercinta Bapak Sahudi dan Ibu Fatimah, yang telah memberikan cinta, kasih dan sayanginya sepanjang masa serta doa restunya yang selalu menyertaiku.
- ✚ Kakak-kakakku yang telah memberikan dukungan dan bantuan hingga selesainya Tugas Sarjana ini
- ✚ Susilo Dewi Mulyati yang telah memberikan semangat dan doanya hingga selesainya Tugas Sarjana ini.

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 yang berjudul **“Kaji Awal Turbin Air Darrieus 3 Blade Hydrofoil NACA 0018 pada Variasi Bilangan Reynold”** ini dimaksudkan untuk memenuhi 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 Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memberikan ijin melakukan pengujian.
3. Semua pihak yang telah membantu penulis, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

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, 23 Juni 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	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 Alasan Pemilihan Judul.....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Hydrofoil</i>	5
2.1.1 Pengertian <i>Hydrofoil</i>	5
2.1.2 Terminologi <i>Hydrofoil</i>	5
2.1.3 Tipe-Tipe <i>Hydrofoil</i>	6
2.2 Klasifikasi Turbin Arus Air.....	10
2.2.1 Turbin Aksial	10
2.2.2 Turbin <i>Cross Flow</i>	11
2.3 Turbin Darrieus	12
2.3.1 Pengertian Turbin Darrieus	12
2.3.2 Prinsip Kerja Turbin Darrieus.....	14
2.3.3 Keuntungan dan Kekurangan Turbin Darrieus	15
2.4 Klasifikasi Aliran Fluida	16
2.3.1 Aliran <i>Inviscid</i> dan <i>Viscous</i>	16
2.3.2 Aliran Laminar dan Turbulen.....	18
2.3.3 Aliran <i>Compressible</i> dan <i>Incompressible</i>	18
2.3.4 Aliran <i>Internal</i> dan <i>External</i>	19
2.5 Bilangan Reynold.....	20
2.6 Rotasi Benda Tegar	20
2.6.1 Kecepatan Sudut.....	22
2.6.2 Percepatan Sudut.....	23
2.6.3 Momen Inersia	24
2.6.4 Torsi	25
2.6.5 Daya Turbin	26
2.7 Konsep Dasar Sistem Konversi Energi Arus Air.....	26
2.8 Efisiensi Turbin.....	27
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	 28
3.1 Diagram Alir Penelitian	28
3.2 Peralatan Pengujian.....	31

3.2.1	Turbin Darrieus NACA 0018.....	31
3.2.2	Beban.....	31
3.2.3	Timbangan Digital	32
3.2.4	Currentmeter	32
3.2.5	Stopwatch.....	33
3.2.6	Tachometer Digital.....	33
3.2.7	Mesin Diesel	34
3.2.8	Pompa Sentrifugal.....	34
3.2.9	Saluran Uji	35
3.3	Langkah-langkah Pengujian.....	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 Efisiensi Turbin.....	44
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 Gambar 2.8 Bentuk profil <i>hydrofoil</i>	5
Gambar 2.2 Klasifikasi Turbin Arus Air.....	10
Gambar 2.3 Turbin Aksial.....	11
Gambar 2.4 Turbin <i>Cross Flow</i>	12
Gambar 2.5 Tipe <i>blade</i> turbin air	13
Gambar 2.6 Perbandingan efisiensi beberapa turbin air	13
Gambar 2.7 Prinsip kerja turbin Darrieus	14
Gambar 2.8 Grafik performa turbin terhadap <i>tip speed ratio</i>	15
Gambar 2.9 Klasifikasi aliran fluida	16
Gambar 2.10 Daerah lapisan batas di atas plat datar	17
Gambar 2.11 Variasi kecepatan fluida terhadap waktu	18
Gambar 2.12 Contoh aliran eksternal.....	19
Gambar 2.13 Sebuah benda tegar berotasi pada sumbu tetap yang melalui <i>O</i> dan tegak lurus bidang gambar.....	21
Gambar 2.14 Sebuah partikel pada benda tegar berotasi dari titik <i>P</i> ke <i>Q</i>	22
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	29
Gambar 3.2 Turbin Darrieus NACA 0018.....	31
Gambar 3.3 Beban.....	31
Gambar 3.4 Timbangan Digital	32

Gambar 3.5 Currentmeter.....	32
Gambar 3.6 Stopwatch	33
Gambar 3.7 Tachometer digital	33
Gambar 3.8 Mesin diesel.....	34
Gambar 3.9 Pompa Sentrifugal	34
Gambar 3.10 Saluran uji	35
Gambar 4.1 Skema pendekatan inersia <i>blade</i>	38
Gambar 4.2 Susunan <i>blade</i> pada turbin	42
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara kecepatan sudut dengan waktu pada $v = 0,098$ m/s.....	45
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara kecepatan sudut dengan waktu pada $v = 0,183$ m/s.....	48
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara kecepatan sudut dengan waktu pada $v = 0,271$ m/s.....	51
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara daya turbin dengan bilangan Reynold.....	53
Gambar 4.7 Grafik hubungan antara efisiensi dengan bilangan Reynold.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Potensi sumber daya energi di Indonesia.....	1
Tabel 2.1 Perbandingan seri <i>hydrofoil</i>	9
Tabel 2.2 Momen inersia beberapa benda.....	25
Tabel 4.1 Tabel hasil pengujian pada kecepatan $v = 0,098$ m/s.....	37
Tabel 4.2 Tabel hasil pengujian pada kecepatan $v = 0,183$ m/s.....	37
Tabel 4.3 Tabel hasil pengujian pada kecepatan $v = 0,271$ m/s.....	38
Tabel 4.4 Nilai Pendekatan Inersia <i>Blade</i>	39
Tabel 4.5 Tabel kecepatan sudut turbin pada kecepatan aliran $v = 0,098$ m/s.....	45
Tabel 4.6 Nilai kecepatan sudut dan percepatan sudut hasil regresi pada $v = 0.098$ m/s.....	46
Tabel 4.7 Tabel kecepatan sudut turbin pada kecepatan aliran $v = 0,183$ m/s.....	48
Tabel 4.8 Nilai kecepatan sudut dan percepatan sudut hasil regresi pada $v = 0,183$ m/s.....	49
Tabel 4.9 Tabel kecepatan sudut turbin pada kecepatan aliran $v = 0,271$ m/s.....	50
Tabel 4.10 Nilai kecepatan sudut dan percepatan sudut hasil regresi pada $v = 0,271$ m/s.....	52
Tabel 4.11 Perbandingan efisiensi pada variasi bilangan Reynold.....	52

NOMENKLATUR

A	Luas rotor	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	N m
V	Volume	m^3
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
η	Efisiensi	%