

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE TURBIN ANGIN GUNA MENENTUKAN
PERBANDINGAN EFISIENSI YANG DIHASILKAN DARI JUMLAH BLADE 8
DAN JUMLAH BLADE 4**

**TUGAS AKHIR
DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI PERSYARATAN GUNA MEMPEROLEH
GELAR SARJANA TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN TEKNIK ENERGI LISTRIK**

Oleh:

SIRDO CIPTO HASIBUAN

1352050002



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2019**

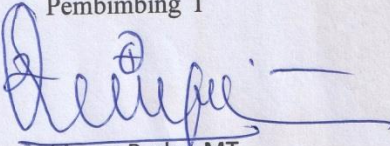
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE TURBIN ANGIN GUNA
MENENTUKAN PERBANDINGAN EFISIENSI YANG
DIHASILKAN DARI JUMLAH BLADE 8 DAN JUMLAH BLADE 4**

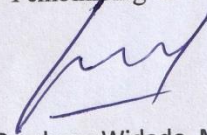
Jakarta, 05 AGUSTUS 2019

Menyetujui,

Pembimbing I


Ir. Robinson Purba, MT

Pembimbing II

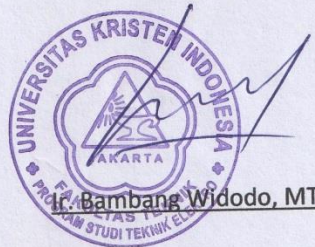

Ir. Bambang Widodo, MT

Mengetahui,

FAKULTAS TEKNIK UKI

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Ketua


Ir. Bambang Widodo, MT

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan hasil penelitian kincir angin poros vertikal Savonius. Dalam penelitian ini dirancang satu turbin dengan mengamati perbandingan jumlah sudu pada turbin terhadap ujuk kerja turbin seperti; daya dan efisiensi. Turbin terdiri dari blade dengan bentuk setengah silinder dengan luas penampang $A = 0,246176 \text{ m}^2$. Kincir angin savonius dengan jumlah sudu 4 menghasilkan efisiensi paling tinggi sebesar 5% dan kincir angin savonius dengan jumlah sudu 8 menghasilkan efisiensi paling tinggi sebesar 10%. Pada kincir Angin Savonius sudu 4 tidak dapat berputar pada kecepatan angin rendah, hanya mampu berputar pada kecepatan angin $\pm 4 \text{ m/s}$. Daya Mekanik tertinggi Turbin angin savonius 8 sudu adalah 162, 85 watt dengan kecepatan angin 5,13 m/s pada percobaan tanpa beban dan daya mekanik terendah turbin angin savonius terjadi pada 4 bilah dengan beban sebesar 30,80 watt dengan kecepatan angin 3,71 m/s.

Kata Kunci : Turbin Angin, Savonius, Kecepatan, Daya dan Efisiensi

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa, sejauh yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah pernah di publikasikan atau yang sudah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana lainnya di Universitas yang lain, kecuali pada bagian-bagian dimana sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Jakarta, 05 Agustus 2019



Sirdo Cipto Hasibuan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas penyertaan dan anugerah-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul:

“RANCANG BANGUN PROTOTYPE TURBIN ANGIN GUNA MENENTUKAN PERBANDINGAN EFISIENSI YANG DIHASILKAN DARI JUMLAH BLADE 8 DAN JUMLAH BLADE 4” dengan baik. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, penulis telah banyak menerima dukungan baik secara moral maupun materiil serta semangat dan kepercayaan yang tidak akan pernah penulis lupakan. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana pada fakultas teknik elektro universitas kristen indonesia.

Dalam kesempatan ini dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Robinson Purba, MT selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Bambang Widodo, MT selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Bambang Widodo, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia.
3. Bapak Susilo S.Kom, MT selaku dosen pembimbing akademik yang ikut membantu menyediakan peralatan turbin angin
4. S. Hasibuan dan H. Nainggolan selaku orang tua penulis serta adik-adik Meri Hasibuan dan Erpin Hasibuan yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada Penulis selama ini.
5. Keluarga P. Hasibuan dan M. Samosir yang memberikan tempat tinggal kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Bapak Dwi Sunarto yang membantu membuat pembangkit listrik tenaga angin sehingga dapat digunakan.
7. Alsensius Malau, Putra Sitorus, Rukun Sidauruk, Irvan Ambarita, Erlangga, Daniel Siahaan, Cristian Sinaga yang telah mendukung dan membantu pengambilan data tugas akhir penulis.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PENYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Permasalahan	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Energi Angin	6
2.2 Gaya Hambat (Drag) dan Gaya Hambat (lift)	11
2.3 Turbin Angin	12
2.3.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal	12
2.3.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal	13
2.3.2.1 Turbin Darrieus	15
2.3.2.2 Savonius	15
2.3.3 Gerak Kincir	17
2.4 Torsi, Daya dan Kecepatan	18
2.5 Generator DC	19
2.5.1 Konstruksi Generator DC	19
2.5.2 Prinsip Kerja Generator DC	26
2.5.3 Karakteristik Generator DC	28
2.5.4 Generator Berpenguatan Magnet	30
2.5.5 Efisiensi Generator DC	31
2.6 Transmisi	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Umum	35
3.2 Pembuatan Turbin Angin Savonius	35

3.3 Pengambilan Data	36
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian	36
3.5 Alat dan Bahan	36
3.6 Diagram Alir Penelitian	39
3.7 Langkah-Langkah Penelitian	41
3.7.1 Persiapan Alat dan Bahan	41
3.7.2 Pembuatan Kerangka dan Kincir Angin Savonius	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Pendahuluan	43
4.2 Tahap Pengujian.....	43
4.3 Hasil Pengujian (Pengukuran)	44
4.4 Analisa Perhitungan	46
4.4.1 Perhitungan Daya Angin	46
4.4.2 Perhitungan Tip Speed Ratio	47
4.4.3 Kinerja Turbin Angin	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
4.1 Kesimpulan	57
4.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan Carbon Footprint dari beberapa sumber energi.....	6
Gambar 2.2. Data Kecepatan Angin Rata-rata Indonesia	7
Gambar 2.3. Grafik Hubungan C_p dan λ dengan Batas Betz (Betz Limit)	9
Gambar 2.4. Turbin Angin Sumbu Horizontal (Olson dan Visser,2008.....	13
Gambar 2.5. Turbin Darrieus (Olson dan Visser, 2008	15
Gambar 2.6. Tipe Turbin Savonius	16
Gambar 2.7 Tipe Rotor Savonius (Sadaaki, Isao and T. Jiro, 2003)	16
Gambar 2.8. Arah Putaran Angin	17
Gambar 2.9. Konstruksi Generator Searah	20
Gambar 2.10. Rangka Generator Searah.....	20
Gambar 2.11 Konstruksi Kutub dan penempatannya	22
Gambar 2.12 konstruksi Sikat.....	22
Gambar 2.13 Konstruksi Komutator.....	23
Gambar 2,14 Konstruksi Jangkar Generator Searah.....	24
Gambar 2.15 Bentuk Umum Belitan Jangkar	24
Gambar 2.16 Kumputan Progresif dan Kumputan Retrogesif.....	25
Gambar 2.17 Suatu Penghantar yang Diputar dalam Medan Magnet	26
Gambar 2.18 Bentuk Gelombang Tegangan yang Dihasilkan.....	26
Gambar 2.19 Suatu Penghantar yang Ditembus oleh Fluksi	28
Gambar 2.20 Ilustrasi Proses Penyearahan	29
Gambar 2.21 Bentuk Gelombang Tegangan Hasil dari Proses Penyearahan	30
Gambar 2.22 Perhitungan Sabuk V	34
Gambar 3.1 Anemometer Digital.....	36
Gambar 3.2 Multimeter Digital.....	37
Gambar 3.3 Pulley Pada Generator.....	38
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian.....	39
Gambar 3.5 Flowchart Penelitian.....	40
Gambar 3.6 Turbin Savonius 4 Bilah	42
Gambar 3.7 Turbin Savonius 8 Bilah	42
Gambar 4.1 Dimensi Blade.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.4 Pemilihan Rasio (i)	32
Tabel 4.1 Hasil pengujian jumlah sudu 8 bilah, tanpa menggunakan beban	44
Tabel 4.2 Hasil pengujian jumlah sudu 8 bilah, dengan menggunakan beban lampu DC 12 volt, 3 watt	44
Tabel 4.3. Hasil pengujian jumlah sudu 4 bilah, tanpa menggunakan beban	45
Tabel 4.4 Hasil pengujian jumlah sudu 4 bilah, dengan menggunakan beban lampu DC 12 V, 3 watt	45
Tabel 4.5 Hasil perhitungan untuk turbin dengan jumlah sudu 8 bilah, tanpa menggunakan beban	48
Tabel 4.6 Hasil perhitungan untuk turbin dengan jumlah sudu 8 bilah, dengan menggunakan beban lampu DC 12 volt, 3 watt	48
Tabel 4.7 Hasil perhitungan Untuk Turbin dengan jumlah sudu 4 bilah, tanpa menggunakan beban lampu	49
Tabel 4.8 Hasil perhitungan untuk turbin dengan jumlah sudu 4 bilah, dengan menggunakan beban lampu DC 12 V, 3 watt	49
Tabel 4.9 Tabel rerataan hasil perhitungan pada turbin dengan jumlah blade 8 dan 4	54