

SKRIPSI

ANALISA KINERJA TURBIN SAVONIUS MENGGUNAKAN SISTEM PROTOTYPE DENGAN VARIASI SUDU 7, 9, DAN 11 PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG AIR



Oleh :

NAMA : Rafael Octavianus Bima Wicaksana

NIM 1911148

PROGAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2023

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISA KINERJA TURBIN SAVONIUS MENGGUNAKAN SISTEM PROTOTYPE DENGAN VARIASI SUDU 7, 9, DAN 11 PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG AIR

Disusun Oleh :

Nama : Rafael Octavianus Bima Wicaksana

Nim : 1911148

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP. Y. 1030400405

Diperiksa/Disetujui

Dosen Pembimbing



Ir. I Wayan Sujana, MT.

NIP. 195812311989031012



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Rafael Octavianus Bima Wicaksana
NIM : 1911148
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : ANALISA KINERJA TURBIN SAVONIUS
MENGUNAKAN SISTEM PROTOTYPE DENGAN
VARIASI SUDU 7, 9, DAN 11 PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA GELOMBANG AIR
Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)
Pada Hari : Rabu
Tanggal : 30 Agustus 2023
Dengan Nilai : 80,75 A

PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI

KETUA

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP.P. 1030400405

SEKRETARIS

Febi Rahmadiano, ST., MT.
NIP.Y. 1031500490

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI I

Sibut, ST., MT.
NIP.Y. 1030300379

PENGUJI II

Bagus Setyo Widodo ST., M.MT
NIP.P.1032100599

ANALISA KINERJA TURBIN SAVONIUS MENGGUNAKAN SISTEM PROTOTYPE DENGAN VARIASI SUDU 7, 9, DAN 11 PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG AIR

ABSTRAK

Rafael Octavianus Bima Wicaksana (1911148)

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : rafaeloctavianus007@gmail.com

Pada saat ini dengan majunya perkembangan teknologi dan informasi, penggunaan energi khususnya energi listrik terus meningkat. Di Indonesia, energi potensial atau sumber daya yang digunakan masih banyak menggunakan energi tak terbarukan yang berasal dari batu bara dan fosil. Fenomena ini mengakibatkan ketersediaan sumber daya tak terbarukan akan menipis dan lama kelamaan akan habis. Dengan itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dan memanfaatkan energi terbarukan khususnya pada sumber daya atau energi potensial dari gelombang air. Penelitian ini menggunakan alat pembangkit listrik tenaga gelombang air laut dengan skala kecil (laboratorium) dan menggunakan turbin savonius yang terbuat dari bahan polylactid acid (PLA) dengan menggunakan variasi sudu 7, 9, dan 11. Dengan berlangsungnya penelitian ini, mendapatkan hasil nilai besar torsi, kecepatan putar, daya listrik, daya turbin dan efisiensinya. Besar torsi tertinggi yaitu dihasilkan pada turbin dengan sudu 11 yaitu sebesar 0,95 (Nm). Kemudian nilai kecepatan putar tertinggi yaitu pada turbin dengan menggunakan 9 sudu sebesar 9,8 (rad/s). Setelah itu nilai tertinggi daya turbin yang dihasilkan melalui besar torsi yang ada yaitu pada turbin dengan sudu 11 sebesar 0,01197 (HP). Daya listrik tertinggi yang dihasilkan yaitu pada turbin dengan sudu 9 yaitu sebesar 0,017 (HP). Dan untuk nilai efisiensi terbesar yaitu pada turbin dengan sudu 11 sebesar 138,3 (%). Dengan itu, disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah sudu yang digunakan pada turbin maka efisiensinya akan semakin meningkat juga.

Kata kunci : Energi Terbarukan, Turbin Savonius, Pengaruh Variasi Sudu

ANALISA KINERJA TURBIN SAVONIUS MENGGUNAKAN SISTEM PROTOTYPE DENGAN VARIASI SUDU 7, 9, DAN 11 PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG AIR

ABSTRACT

Rafael Octavianus Bima Wicaksana (1911148)

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : rafaeloctavianus007@gmail.com

At this time with the advancement of technology and information, the use of energy, especially electrical energy, continues to increase. In Indonesia, the potential energy or resources used still use a lot of non-renewable energy derived from coal and fossils. This phenomenon causes the availability of non-renewable resources to be depleted and will eventually run out. With that in mind, this study aims to analyze and utilize renewable energy, especially in potential energy sources or energy from water waves. This study uses a seawater wave power generator on a small scale (laboratory) and uses a savonius turbine made of polylactid acid (PLA) using a variety of blades 7, 9 and 11. With the ongoing research, the results obtained for the large torque values , rotating speed, electric power, turbine power and efficiency. The highest torque is produced in a turbine with 11 blades which is 0.95 Nm. Then the value of the highest rotational speed is the turbine using 9 blades of 9.8 rad/s. After that, the highest value of turbine power generated through the amount of torque that is in the turbine with 11 blades is 0.01197 HP. The highest electric power produced is the turbine with 9 blades which is equal to 0.017 HP. And for the greatest efficiency value, namely the turbine with 11 blades of 138.3%. With that, it is concluded that the more the number of blades used in the turbine, the efficiency will also increase

Keywords : Renewable Energy, Savonius Turbine, Effect of Blade Variation

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan baik dan dalam keadaan yang sehat. Skripsi disusun berdasarkan dari data – data yang diperoleh selama proses penelitian untuk memenuhi persyaratan dalam studi S-1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan langsung maupun secara tidak langsung dari berbagai pihak. Maka dari itu penyusun mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. Selaku Rektor ITN Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST. MT Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST. MT. Sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
4. Bapak Ir. I Wayan Sujana, MT. Selaku Dosen Pembimbing Penyusunan Skripsi.
5. Bapak Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T. Sebagai Kepala Laboratorium Konversi Energi.
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan restu untuk kelancaran skripsi ini hingga bisa terselesaikan.
7. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Mesin S-1 yang selalu membantu dan memberi motivasi dan semangat. Sehingga skripsi ini bisa terselesaikan tepat pada waktunya.

Penyusun menyadari bahwa laporan skripsi yang telah dibuat ini belum sempurna dan masih banyak kekurangannya. Untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca agar laporan skripsi ini dapat terbentuk dengan sebaik-baiknya. Dengan ini penyusun memohon maaf untuk kekurangan yang telah

disadari maupun yang tidak tersadari. Semoga penyusunan laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun para pembaca.

Malang, 29 Agustus 2023
Malang, Agustus 2023



Rafael Octavianus Bima Wicaksana
Rafael Octavianus Bima Wicaksana

PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama: Rafael Octavianus Bima Wicaksana

Nim : 1911148

Jurusan : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sungguh-sungguhnya bahwa skripsi yang saya buat dengan judul “Analisa Kinerja Turbin Savonius Menggunakan Sistem Prototype Dengan Variasi Sudu 7, 9, dan 11 Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air” merupakan skripsi yang telah saya susun sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip sepenuhnya dari hasil karya orang lain terkecuali yang telah disebutkan sumber kutipan aslinya.

Malang, 29 Agustus 2023


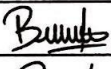

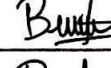

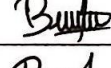

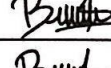

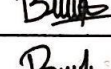

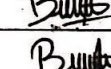

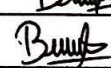

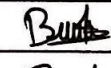



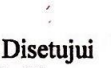
Yang Membuat Pernyataan



Rafael Octavianus Bima Wicaksana

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : RAFAEL OCTAVIANUS BIMA WICAKSANA
Nim : 1911148
Jurusan : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Dosen Pembimbing : Ir. I Wayan Sujana, MT.
Judul Skripsi : Analisis Kinerja Turbin Savonius Menggunakan Sistem Prototype Dengan Variasi Sudu 7, 9, dan 11 Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air
Nilai : 80 (A)

No.	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen Bimbingan	Paraf Mahasiswa
1	10 Maret 2023	Diskusi Pengajuan Judul		
2	20 Maret 2023	Persetujuan Oleh Kordinator Bidang Ilmu dan Dosen Pembimbing		
3	23 Maret 2023	Penyusunan Proposal Skripsi BAB I,II, dan III		
4	27 Maret 2023	Perbaikan Proposal Skripsi BAB I,II, dan III		
5	18 Maret 2023	Persetujuan Proposal Skripsi BAB I,II, dan III		
6	20 April 2023	Seminar Proposal Skripsi BAB I,II, dan III		
7	19 Juni 2023	Penyusunan Skripsi BAB IV dan V		
8	25 Juli 2023	Penyusunan Skripsi BAB IV dan V		
9	09 Agustus 2023	Penyusunan Skripsi BAB IV dan V		
10	05 Agustus 2023	Seminar Hasil Skripsi BAB I, II, III, IV, dan V		

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing



Ir. I Wayan Sujana, MT.
NIP. 1958812311989031012

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GRAFIK.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelusuran Penelitian Terdahulu.....	4
2.1.1 Penelitian (Fahrudin Arazi, 2020).....	4
2.1.2 Penelitian (Muhammad Fikry Syach, 2020).....	4
2.1.3 Penelitian (S. Sapri 2019).....	5
2.1.4 Penelitian (Muhamad Azhar, 2018).....	5

2.1.5	Penelitian (Hakim, 2020)	6
2.1.6	Penelitian (Agustha, Jasa, & Suartika, 2022).....	6
2.1.7	Penelitian (Karnowo & Pranio, 2020).....	7
2.1.8	Penelitian (Rachmanto, Sahlan, & Nurpatria).....	8
2.2	Pembangkit Listrik Tenaga Air	9
2.3	Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air Laut	10
2.3.1	Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air Laut (PLTG) 10	
2.4	Gelombang Air Laut.....	11
2.5	Potensi Gelombang Air Laut Sebagai Sumber Energi	12
2.6	Turbin Air	14
2.6.1	Klasifikasi Turbin Air	14
2.6.2	Turbin Air Berdasarkan Arah Aliran	17
2.7	Pengaruh Bentuk dan Jumlah Sudu pada Turbin Air	17
2.8	Turbin Air Savonius	19
2.9	Perumusan Perhitungan Turbin Air.....	20
2.10	3D painting	22
2.11	Polylactic Acid (PLA).....	23
2.11.1	Keunggulan Polylactic Acid.....	24
2.11.2	Kekurangan Polylactic Acid.....	25
BAB 3 RANCANGAN PENELITIAN.....		26
3.1	Diagram Alir.....	26
3.2	Metode Penelitian.....	27
3.3	Alat dan Bahan.....	27
3.3.1	Alat yang digunakan	27

3.3.2	Bahan yang digunakan	35
3.4	Waktu dan Tempat Penelitian.....	46
3.3.1	Waktu Penelitian	46
3.3.2	Tempat Penelitian.....	46
3.5	Prosedur Penelitian	47
3.6	Variable Penelitian.....	47
3.7	Proses Penelitian.....	49
3.7.1	Proses Pembuatan Aquarium.....	49
3.7.2	Desain Aquarium.....	53
3.7.3	Proses Pembuatan Turbin Savonius Menggunakan Mesin 3D Painting 53	
3.7.4	Desain Turbin Savonius Dengan Jumlah 7, 9, dan 11 Sudu Menggunakan Mesin 3D Painting	55
3.8	Proses Pengambilan Data.....	57
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		61
4.1	Data Hasil Penelitian	61
4.1.1	Data Hasil Penelitian Turbin Savonius Menggunakan 7 Sudu	61
4.1.2	Data Hasil Pengujian Turbin Savonius Menggunakan 9 Sudu.....	65
4.1.3	Data Hasil Pengujian Turbin Savonius Menggunakan 11 Sudu.....	68
4.2	Pembahasan	71
4.2.1	Data Hasil Pembahasan Turbin Savonius Dengan 7 Sudu	71
4.2.2	Data Hasil Pembahasan Turbin Savonius Dengan 9 Sudu	72
4.2.3	Data Hasil Pembahasan Turbin Savonius Dengan 11 Sudu	72
4.2.4	Grafik Perubahan Hasil Perhitungan.....	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		81

5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran	81
	DAFTAR PUSTAKA	83
	LAMPIRAN I.....	85
	LAMPIRAN II	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Proses Kinerja PLTA secara umum.....	9
Gambar 2. 2	Skema pembangkit listrik tenaga gelombang air laut.....	11
Gambar 2. 3	Pergerakan Gelombang Air Laut.....	12
Gambar 2. 4	Potensi Lautan Indonesia.....	13
Gambar 2. 5	Turbin Pelton	15
Gambar 2. 6	Turbin Cross - Flow	15
Gambar 2. 7	Turbin Kaplan.....	16
Gambar 2. 8	Turbin Francis	17
Gambar 2. 9	Grafik Efisiensi Bentuk Sudu.....	18
Gambar 2. 10	Turbin Savonius dengan 4 Sudu.....	19
Gambar 2. 11	Polylactid Acid	23
Gambar 3. 1	Avometer	27
Gambar 3. 2	Las Asitelin	28
Gambar 3. 3	Tachometer (sensor rpm).....	28
Gambar 3. 4	Meteran	29
Gambar 3. 5	Gerinda	29
Gambar 3. 6	Mesin Bor Tangan.....	30
Gambar 3. 7	Gergaji Besi	30
Gambar 3. 8	Hydraulic Pneumatic.....	31
Gambar 3. 9	Generator Motor DC 12 volt.....	31
Gambar 3. 10	Pompa Air.....	32
Gambar 3. 11	Sensor Pelampung Air	32
Gambar 3. 12	Pelampung Styrofoam	33
Gambar 3. 13	Pulley dan V-belt	33
Gambar 3. 14	Cutter	34
Gambar 3. 15	Solder.....	34
Gambar 3. 16	Kunci inggris dan kunci pas.....	35
Gambar 3. 17	Driver Motor BTS 7960	35
Gambar 3. 18	FTDI USB to TTL.....	36

Gambar 3. 19 LCD TFT	36
Gambar 3. 20 Arduino Mega.....	37
Gambar 3. 21 Sensor Arus ACS 712.....	37
Gambar 3. 22 USB Expender	38
Gambar 3. 23 Rotary Encoder Module.....	38
Gambar 3. 24 Box Panel Listrik	39
Gambar 3. 25 Arduino Uno.....	39
Gambar 3. 26 Akrilik.....	40
Gambar 3. 27 Besi Siku	40
Gambar 3. 28 Besi UNP	41
Gambar 3. 29 Plat Besi.....	41
Gambar 3. 30 Mur, Ring, dan Baut	42
Gambar 3. 31 Elektroda.....	42
Gambar 3. 32 Pipa	43
Gambar 3. 33 Polyurethana	43
Gambar 3. 34 Bearing.....	44
Gambar 3. 35 Glass Sealant.....	44
Gambar 3. 36 Poros (As besi).....	45
Gambar 3. 37 Lem G	45
Gambar 3. 38 Pylox	46
Gambar 3. 39 Aquarium PLTG	49
Gambar 3. 40 Desain Aquarium.....	53
Gambar 3. 41 Desain Turbin Savonius 7 Sudu	55
Gambar 3. 42 Desain Turbin Savonius 9 Sudu	56
Gambar 3. 43 Desain Turbin Savonius 11 Sudu	56
Gambar 3. 44 Menyalakan komputer	57
Gambar 3. 45 Menyalakan pompa.....	57
Gambar 3. 46 Memasang turbin, pully, dan V-belt.....	58
Gambar 3. 47 Memasang dudukan turbin	58
Gambar 3. 48 Memasang Sensor RPM	59
Gambar 3. 49 Memasang generator.....	59

Gambar 3. 50 Mengatur kontrol modul.....	59
Gambar 3. 51 Mengambil dan merekam data	60

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Turbin Savonius Menggunakan 7 Sudu.....	61
Tabel 4. 2 Data Rata - Rata Pengujian Turbin Savonius Menggunakan 7 Sudu...	62
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Turbin Savonius Menggunakan 9 Sudu.....	65
Tabel 4. 4 Data Rata - Rata Pengujian Turbin Savonius Menggunakan 9 Sudu...	66
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Turbin Savonius Menggunakan 11 Sudu.....	68
Tabel 4. 6 Data Rata - Rata Pengujian Turbin Savonius Menggunakan 11 Sudu...	69
Tabel 4. 7 Rata Rata Data Turbin Savonius dengan variasi 3 jumlah sudu.....	73

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1	Grafik Perubahan Torsi Berdasarkan Variasi Jumlah Sudu.....	75
Grafik 4. 2	Grafik Perubahan Kecepatan Putar Dengan Variasi Jumlah Sudu...	76
Grafik 4. 3	Grafik Perubahan Daya Turbin Dengan Variasi Jumlah Sudu.....	77
Grafik 4. 4	Grafik Perubahan Daya Listrik Dengan Variasi Jumlah Sudu.....	78
Grafik 4. 5	Grafik Perubahan Efeisiensi Dengan Variasi Jumlah Sudu.....	79