

**SKRIPSI**

**ANALISA PENGGUNAAN NACA 4312  
PADA SUDU TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL  
DENGAN VARIASI SUDUT PENGARAH**



**Disusun oleh:**

**I GUSTI NYOMAN SUTABAGIA**

**NIM. 2111915**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2023**

# LEMBAR PERSETUJUAN

## SKRIPSI

### ANALISA PENGGUNAAN NACA 4312

### PADA SUDU TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL

### DENGAN VARIASI SUDUT PENGARAH

Disusun Oleh :

Nama : I Gusti Nyoman Sutabagia

Nim : 2111915

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Fakultas : Teknologi Industri

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



**Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT**  
NIP. Y. 1030400405

Diperiksa / Disetujui  
Dosen Pembimbing

**Ir. Soeparno Djiwo, MT**  
NIP. Y. 1018600128



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

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

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 : I Gusti Nyoman Sutabagia  
NIM : 2111915  
Program studi : Teknik Mesin S-1  
Judul : ANALISA PENGGUNAAN NACA 4312 PADA SUDU  
TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL DENGAN  
VARIASI SUDUT PENGARAH  
Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)  
Hari/Tanggal : Selasa / 31 Januari 2023  
Tempat : Gedung Kuliah 1, Lantai 2, Ruang 1  
Dengan Nilai : 82

**PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI**

**KETUA**

**Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT**  
**NIP.Y. 1030400405**

**SEKRETARIS**

**Febi Rahmadiano, ST., MT**  
**NIP. P.1031500490**

**ANGGOTA PENGUJI**

**PENGUJI I**

**Febi Rahmadiano, ST., MT**  
**NIP. P.1031500490**

**PENGUJI II**

**Arif Kurniawan, ST., MT**  
**NIP.P. 1031500491**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

**Nama : I Gusti Noman Sutabagia**

**NIM : 2111915**

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

### Menyatakan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi Skripsi yang berjudul **“ANALISA PENGGUNAAN NACA 4312 PADA SUDU TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL DENGAN VARIASI SUDUT PENGARAH”** adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumber aslinya.

Demikian surat pernyataan keaslian saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 1 Oktober 2022  
Yang membuat pernyataan



I Gusti Nyoman Sutabagia  
2111915

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : I Gusti Nyoman Sutabagia







Nim : 2111915







Program Studi : Teknik Mesin S-1


Fakultas : Teknologi Industri

Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT

Judul Skripsi : ANALISA PENGGUNAAN NACA 4312 PADA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL DENGAN VARIASI SUDUT PENGARAH

| NO | Tanggal              | Kegiatan   | Paraf Dosen   |
|----|----------------------|--|---|
| 1  | Selasa<br>04-10-2022 | - Pengajuan Judul Proposal Skripsi<br>- Surat Keputusan Bimbingan  |    |
| 2  | Sabtu<br>08-10-2022  | - Perbaiki Batasan Masalah<br>- Menambahkan Tempat Pengujian<br>- Turbin Yang Digunakan  |  |
| 3  | Rabu<br>12-10-2022   | - Perbaiki Lembar Pengesahan ( Biaya Kegiatan dan jangka Waktu Pelaksanaan)<br>- Perbaiki Batasan Masalah<br>- Perbaiki Tujuan Penelitian  |  |
| 4  | Selasa<br>18-10-2022 | - Perbaiki Diagram Alir<br>- Menambahkan Road Map Diagram<br>- Mengulas Penelitian Terdahulu (Sub BAB 2.1)<br>- Memperbaiki Urutan Sub BAB Pada BAB 2  |  |
| 5  | Rabu<br>19-10-2022   | - Perbaiki Penjelasan Diagram Alir<br>- Menambahkan Metode Pengolahan Data yang Digunakan Pada Diagram Alir<br>- Menambahkan Cara Pembuatan Prototipe Turbin Angin<br>- Menambahkan Tabel Anggaran Biaya |  |
| 6  | Senin<br>24-10-2022  | - Menambahkan Daftar Riwayat Hidup Pada Lampiran<br>- Perbaiki Penulisan Daftar Pustaka  |  |

|    |                      |  |   |
|----|----------------------|--|---|
| 7  | Selasa<br>22-11-2022 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Semua penulisan jurusan di ganti menjadi program Studi</li> <li>- Perbaiki sumber gambar 3.2 menjadi Laboratorium Energi Program Studi Teknik Mesin ITN Malang, 2022</li> </ul>   |    |
| 8  | Selasa<br>29-11-2022 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki Sub BAB 3.2.5 Pengambilan Data Penambahan berapa kali pengambilan data pada setiap sudut</li> <li>- Perbaiki Sub BAB 3.2.6 pada pengolahan data, ditulis dengan jelas metode pengolahan data dan jabarkan setiap pengolahan data</li> </ul>  |    |
| 9  | Selasa<br>06-12-2022 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki Sub BAB 4.1.1 data hasil pengujian, Penambahan dasar penetapan sudut sudu, kecepatan angin, dan beban</li> <li>- Perbaiki Sub BAB 4.3.1 Penambahan minimal tiga perbandingan pada pengujian sebelumnya untuk membuktikan kebenaran pengujian</li> <li>- Perbaiki Sub BAB 4.3.2 Penambahan perbedaan daya turbin dan daya generator turbin angin</li> </ul> |   |
| 10 | Selasa<br>13-12-2022 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki Sub BAB 4.3.2 Penambahan perbedaan daya turbin dan daya generator turbin angin</li> <li>- Perbaiki Sub BAB 4.3.2 Penambahan berapa besar daya turbin berdasarkan referensi buku dan pada turbin angin yang digunakan</li> </ul>  |  |
| 11 | Selasa<br>20-12-2022 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki Sub BAB 4.3.3 Penambahan analisa efisiensi</li> <li>- Penambahan analisa mengapa daya turbin angin rendah</li> <li>- Solusi agar efisiensi turbin bisa mencapai diatas 50%</li> </ul>  |  |
| 12 | Selasa<br>10-12-2022 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki Sub BAB 4.3.4 penyesuaian analisa sesuai konsep konversi energi</li> <li>- Pembahasan daya output generator dengan daya turbin angin</li> </ul>  |  |

|    |                      |   |   |
|----|----------------------|---|---|
|    |                      | - Menghubungkan pembahasan analisa daya output generator dengan daya turbin sesuai dasar teori yang ada di BAB 2  |   |
| 13 | Selasa<br>17-01-2023 | - Perbaiki BAB V Kesimpulan<br>- Susunan Lampiran<br>- Lampiran I Daftar Riwayat Hidup<br>- Lampiran II Surat Bimbingan<br>- Lampiran III Data Hasil Pengujian<br>- Lampiran IV Data Hasil Analisa Perhitungan<br>- Lampiran V Dokumentasi Kegiatan |  |

Diperiksa dan disetujui  
Dosen Pembimbing



Ir. Soeparno Djiwo, MT.  
NIP. Y. 1018600128

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : I Gusti Nyoman Sutabagia  
Nim : 2111915  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : **ANALISA PENGGUNAAN NACA 4312 PADA SUDU  
TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL DENGAN  
VARIASI SUDUT PENGARAH**  
Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT  
  
Tanggal Pengajuan Skripsi : 15 September 2022  
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 15 Februari 2023  
Telah Diselesaikan Dengan Nilai : 85

Disetujui,  
Dosen Pembimbing



Ir. Soeparno Djiwo, MT  
NIP. Y. 1018600128



## ABSTRAK

I Gusti Nyoman Sutabagia (2111915)

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri –  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Raya Karanglo KM.2 Malang (Jawa Timur)  
Email : [suthahappy01@gmail.com](mailto:suthahappy01@gmail.com)

Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE). Sumber daya energi di Indonesia juga dunia semakin menipis, dengan kondisi seperti ini dimana energi menjadi semakin langka dan semakin mahal, pertumbuhan konsumsi energi yang semakin tinggi dengan rata-rata 7% per tahun. maka peneliti mencoba untuk melakukan beberapa inovasi pada turbin angin yang diharapkan mendapatkan hasil yang lebih optimal, salah satunya yaitu mencoba untuk melakukan analisa penggunaan NACA 4312 pada sudu turbin angin sumbu horizontal dengan variasi sudut pengarah 55°, 65°, 75°, 85°, 90° dan diuji menggunakan turbin angin tipe *propeller* dengan terowongan angin (*wind tunnel*). Dalam membuat sudu *airfoil* NACA 4312 ini, peneliti menggunakan alat 3D Printing dengan material plastik. Pengujian NACA 4312 pada sudu turbin angin range sudu antara 55° sampai 90°, kecepatan angin ditetapkan pada nilai 6 m/s dan pembebanan menggunakan *prony brake* sebesar 0,02 kg sehingga dari hasil perhitungan torsi didapatkan sebesar 0,00638 Nm. Dari pengelolaan data pada sudu pengarah 90° diperoleh hasil daya turbin angin 0,418 Watt, kecepatan putaran poros 1.256 Rpm, Daya output generator 0,083 Watt, dan Efisiensi turbin 6,616 %.

**Kata kunci:** *Airfoil* NACA 4312, Turbin Angin, Kecepatan Putar Turbin, Daya Turbin, Daya Generator, Efisiensi.

**ANALYSIS OF USING NACA 4312  
ON HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE WITH  
VARIATION OF STEERING ANGLE**

**ABSTRACT**

I Gusti Nyoman Sutabagia (2111915)

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri –  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Raya Karanglo KM.2 Malang (Jawa Timur)  
Email : [suthahappy01@gmail.com](mailto:suthahappy01@gmail.com)

*According to the Ministry of Energy and Mineral Resources, Directorate General of New, Renewable Energy and Energy Conservation (EBTKE). Due to conditions where energy is becoming more expensive and scarcer, both in Indonesia and around the world, energy resources are becoming depleted. As a result, energy consumption is increasing by an average of 7% annually. So the researchers tried to make several innovations on wind turbines which are expected to get more optimal results, one of which is to try to analyze the use of NACA 4312 on horizontal axis wind turbine blades with variations in the pilot angle of 55°, 65°, 75°, 85°, 90° and tested using a propeller type wind turbine with a wind tunnel. In making the NACA 4312 airfoil blades, the researchers used a 3D printing tool with plastic material. The wind speed is set at 6 m/s for NACA 4312 testing on wind turbine blades with a blade range of 55° to 90°, and the loading with the prony brake is 0.02 kg, resulting in a torque calculation result of 0.00638 Nm. From the management of the data on the 90° guide blade, the results obtained are wind turbine power of 0.418 Watt, shaft rotation speed of 1,256 Rpm, generator output power of 0.083 Watt, and turbine efficiency of 6.616%.*

**Keywords:** *NACA 4312 Airfoil, Wind Turbine, Turbine Speed, Power Turbine, Generator Power, Efficiency.*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya. Saya sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1 yang menempuh tugas akhir atau skripsi di Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam melaksanakan tugas skripsi ini, penulis banyak mengalami hambatan-hambatan dalam proses penyusunannya. Oleh karena itu, penulis banyak mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan dan bimbingan dari:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Dosen Pembimbing Skripsi, Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Dosen Penguji I dan Penguji II Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Kedua orang tua yang selalu mendukung penuh atas kelancaran proses penyusunan Skripsi ini baik melalui doa maupun *financial* yang dibutuhkan penulis.
7. Dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri yang telah membantu *support* dalam penyusunan skripsi ini.

Saya berharap dengan membaca skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, dalam hal ini yang dapat menambah wawasan kita mengenai ilmu pengetahuan bagaimana berproses pada saat melaksanakan tugas akhir. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka penulis mengharapkan kritik dan saran dari Bapak/Ibu Dosen demi kebaikan menuju ke arah yang lebih baik.

Malang, 01 Oktober 2022

I Gusti Nyoman Sutabagia

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>HALAMAN SAMPUL</b> .....                     | <b>o</b>    |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....                 | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</b> .....  | <b>ii</b>   |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> ..... | <b>iii</b>  |
| <b>LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI</b> .....   | <b>iv</b>   |
| <b>LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI</b> .....           | <b>vii</b>  |
| <b>ABSTRAK</b> .....                            | <b>viii</b> |
| <b>ABSTRACT</b> .....                           | <b>ix</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                     | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                         | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                      | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                       | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                    | <b>xv</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                  | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                        | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                       | 2           |
| 1.3 Batasan Masalah.....                        | 2           |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                      | 3           |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                     | 3           |
| 1.6 Metode Penelitian.....                      | 4           |
| 1.7 Sistematika Penulisan.....                  | 4           |
| 1.8 Road Map Diagram .....                      | 6           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....            | <b>7</b>    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu.....                   | 7           |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.2 Turbin Angin .....                                     | 11        |
| 2.2.1 Pengertian Turbin Angin.....                         | 11        |
| 2.2.2 Potensi Tenaga Angin .....                           | 11        |
| 2.2.3 Jenis-jenis Turbin Angin.....                        | 13        |
| 2.3 Pengertian Turbin Dan Macam-Macam Turbin .....         | 16        |
| 2.4 Energi Angin .....                                     | 19        |
| 2.5 Trowongan Angin.....                                   | 19        |
| 2.6 Karakteristik <i>Airfoil</i> .....                     | 21        |
| 2.6.1 NACA Seri 4 Digit.....                               | 23        |
| 2.6.2 Penomoran NACA .....                                 | 23        |
| 2.6.3 NACA 4312 .....                                      | 23        |
| 2.7 Konsep Dasar Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) ..... | 24        |
| 2.7.1 Daya Turbin Angin .....                              | 25        |
| 2.7.2 <i>Tip Speed Ratio</i> .....                         | 25        |
| 2.7.3 Daya Output Turbin .....                             | 25        |
| 2.7.4 Efisiensi Turbin.....                                | 25        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                 | <b>26</b> |
| 3.1 Diagram Alir.....                                      | 26        |
| 3.2 Penjelasan Diagram Alir .....                          | 27        |
| 3.2.1 Studi Literatur .....                                | 27        |
| 3.2.2 Pembuatan Prototipe NACA 4312.....                   | 27        |
| 3.2.3 Pembuatan Sudu NACA 4312 .....                       | 28        |
| 3.2.4 Pengujian Variasi Sudut.....                         | 29        |
| 3.2.5 Pengambilan Data .....                               | 29        |
| 3.2.6 Pengolahan Data .....                                | 33        |
| 3.2.7 Pembahasan.....                                      | 34        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.2.8 Kesimpulan .....   | 34        |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>                       | <b>35</b> |
| 4.1 Data Hasil Pengujian .....   | 35        |
| 4.1.1 Data Hasil Pengujian Variasi Sudut Pengarah.....                   | 35        |
| 4.1.2 Data Hasil Pengujian Kecepatan Putar Turbin .....                  | 35        |
| 4.1.3 Data Hasil Pengujian Daya Turbin Angin .....                       | 37        |
| 4.1.4 Data Hasil Pengujian EfisiensiTurbin Angin.....                    | 40        |
| 4.1.5 Data Hasil Pengujian Daya Output Generator .....                   | 42        |
| 4.2 Analisa dan Pembahasan .....   | 44        |
| 4.2.1 Pengaruh Sudu Pengarah Terhadap Kecepatan, Daya, dan Efisiensi ... | 47        |
| 4.2.2 Penjelasan Grafik Hubungan Meningkat .....                         | 47        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                  | <b>48</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 48        |
| 5.2 Saran .....  | 48        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>  | <b>49</b> |
| <b>LAMPIRAN I DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>                              | <b>51</b> |
| <b>LAMPIRAN II SURAT BIMBINGAN SKRIPSI.....</b>                          | <b>52</b> |
| <b>LAMPIRAN III DATA HASIL PENGUJIAN.....</b>                            | <b>53</b> |
| <b>LAMPIRAN IV DOKUMENTASI KEGIATAN.....</b>                             | <b>54</b> |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Variasi Sudu NACA 4312..... | 35 |
| Tabel 4.2 Pengujian Kecepatan Putar Turbin.....            | 36 |
| Tabel 4.3 Pengujian Daya Turbin Angin.....                 | 38 |
| Tabel 4.4 Pengujian Efisiensi Turbin Angin .....           | 41 |
| Tabel 4.5 Pengujian Daya Output Generator .....            | 43 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 1.1 Road Map Diagram .....                              | 6  |
| Gambar 2.1 Turbin Angin .....                                  | 11 |
| Gambar 2.2 Turbin Angin Sumbu Horizontal Dan Kombinasinya..... | 14 |
| Gambar 2.3 Turbin Angin Sumbu Vertikal Dan Kombinasinya.....   | 16 |
| Gambar 2.4 Wind Tunnel Terbuka.....                            | 20 |
| Gambar 2.5 Wind Tunnel Tertutup .....                          | 21 |
| Gambar 2.6 <i>Airfoil</i> .....                                | 21 |
| Gambar 2.7 Berbagai Bentuk <i>Airfoil</i> .....                | 22 |
| Gambar 2.8 <i>Airfoil</i> NACA 4312 .....                      | 23 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir.....                                   | 26 |
| Gambar 3.2 Prototipe Turbin Angin.....                         | 27 |
| Gambar 3.3 Sudu NACA 4312.....                                 | 29 |
| Gambar 3.4 <i>Prony Brake</i> .....                            | 30 |
| Gambar 3.5 Saklar .....  | 30 |
| Gambar 3.6 GUI Trainer Turbin .....                            | 30 |
| Gambar 3.7 <i>Port Receiver</i> .....                          | 31 |
| Gambar 3.8 <i>logger Trainer</i> .....                         | 31 |
| Gambar 3.9 Knob Pengatur Kecepatan Angin .....                 | 31 |
| Gambar 3.10 Range Nilai Sudu .....                             | 32 |
| Gambar 3.11 Komputer .....                                     | 32 |