

**ANALISA KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT SKALA  
PIKOHIDRO MENGGUNAKAN SUDU NACA 6414 DENGAN  
VARIASI JUMLAH SUDU 5, 7, DAN 9**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : Arya Nendra Nico Firmansyah**

**NIM : 1911079**

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

**2023**

**ANALISA KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT SKALA  
PIKOHIDRO MENGGUNAKAN SUDU NACA 6414 DENGAN  
VARIASI JUMLAH SUDU 5, 7, DAN 9**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

**Disusun Oleh :**

**NAMA : Arya Nendra Nico Firmansyah**

**NIM : 1911079**

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

**2023**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul :

**ANALISA KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT SKALA  
PIKOHIDRO MENGGUNAKAN SUDU NACA 6414 DENGAN VARIASI  
JUMLAH SUDU 5, 7, DAN 9**



Disusun Oleh :

Nama : Arya Nendra Nico Firmansyah  
NIM : 1911079  
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1

Diperiksa Dan Disetujui

Dosen Pembimbing



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

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.  
NIP.P 1031400477



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Nama : Arya Nendra Nico Firmansyah  
NIM : 1911079  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : *Analisa Kinerja Kincir Air Tipe Undershot Skala  
Pikohidro Menggunakan Sudu Naca 6414 Dengan  
Variasi Jumlah Sudu 5, 7, dan 9*

Dipertahankan Di Hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata 1 (S-1) Pada :

Hari : Jum'at  
Tanggal : 3 Februari  
Dengan Nilai : B+

**Panitia Majelis Penguji Skripsi**

KETUA

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

SEKRETARIS

Febi Rahmadianto, ST., MT.  
NIP. P. 1031500490

**Anggota Penguji**

PENGUJI 1

Gerald Adityo Pohar, ST., M.Eng  
NIP. P. 1031500492

PENGUJI 2

Arif Kurniawan, ST., MT  
NIP. P. 1031800551

## PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arya Nendra Nico Firmansyah  
NIM : 1911079  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Fakultas : Teknologi Industri  
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang  
Judul : Analisa Kinerja Kincir Air Tipe Undershot Skala  
Pikohidro Menggunakan Sudu Naca 6414 Dengan Variasi  
Jumlah Sudu 5, 7, dan 9

### Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain serta tidak mengutip atau menyadur Sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.


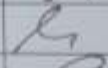
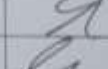
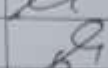

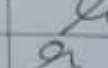




Malang, 27 Januari 2022

Penulis  


Arya Nendra Nico Firmansyah  
NIM. 1911079

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Arya Nendra Nico Firmansyah  
NIM : 1911079  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Fakultas : Teknologi Industri  
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang  
Judul Skripsi : Analisa Kinerja Kincir Air Tipe Undershot Skala  
Pikohidro Menggunakan Sudu Naca 6414 Dengan Variasi  
Jumlah Sudu 5, 7, dan 9  
Dosen Pembimbing : Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T

No	Materi	Waktu Bimbingan	Paraf
1	Pengajuan Judul Skripsi	3 Oktober 2022	
2	ACC Judul Skripsi	4 Oktober 2022	
3	Konsultasi BAB I	12 Oktober 2022	
4	Konsultasi BAB I - BAB II	17 Oktober 2022	
5	Konsultasi BAB I - BAB III	26 Oktober 2022	
6	Seminar Proposal	4 November 2022	
6	Konsultasi Pengambilan Data	22 Desember 2022	
7	Seminar Hasil	19 Januari 2023	
8	Konsultasi BAB IV - V	24 Januari 2023	
9	Ujian Skripsi	3 Februari 2023	
10	Konsultasi Dan Revisi BAB I - V	6 Februari 2023	
11	ACC Laporan Skripsi	10 Februari 2023	

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Arya Nendra Nico Firmansyah  
NIM : 1911079  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Fakultas : Teknologi Industri  
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang  
Judul Skripsi : Analisa Kinerja Kincir Air Tipe Undershot Skala  
Pikohidro Menggunakan Sudu Naca 6414 Dengan Variasi  
Jumlah Sudu 5, 7, dan 9  
Dosen Pembimbing : Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T.

Tanggal Pengajuan Skripsi : 3 November 2022

Tanggal Penyelesaian Skripsi : 31 Januari 2022

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 80

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing



Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T.  
NIP. P. 1031400477

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penyusun, sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data yang diperoleh selama penelitian untuk memenuhi persyaratan dalam perkuliahan pada Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Atas dukungan yang diberikan dalam penyelesaian Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih yang terhormat:

1. Prof Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE., selaku Rektor ITN Malang.
2. Dr. Ellysa Nursanti, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
4. Dr. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T., selaku Dosen Teknik Mesin S-1 ITN Malang, dan juga sebagai dosen pembimbing skripsi.
5. Kedua orang tua beserta keluarga, terima kasih atas doa dan dukungan demi terselesaikannya skripsi ini.
6. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Mesin S-1 yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis selalu menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih sangat jauh dari kata kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis. Semoga skripsi dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Atas perhatiannya, penulis ucapkan terima kasih.

Malang, 31 Januari 2023

Penulis



# **ANALISA KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT SKALA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN SUDU NACA 6414 DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU 5, 7, DAN 9**

Arya Nendra Nico Firmansyah  
Departmen of Mechanical Engineering, National Institute Technology Nasional Malang, Indonesia  
Email : [Aryanendra25@gmail.com](mailto:Aryanendra25@gmail.com)

## **Abstrak**

Pembangkit listrik tenaga pikohidro merupakan salah satu energy alternatif dalam skala kecil dimana cukup dengan sungai yang memiliki debit air yang kontinu dan tinggi jatuhnya air yang cukup rendah untuk bisa menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan sumber daya listrik. Dapat di lihat pada grafik diatas bahwa pengaruh variasi jumlah sudu dapat mempengaruhi efisiensi yang dihasilkan, seperti pada jumlah sudu 5 menghasilkan efisiensi sebesar 2,2 %, untuk jumlah sudu 7 mendapatkan efisiensi paling besar yaitu 3,74 % dan pada jumlah sudu 9 mengalami penurunan yaitu menghasilkan efisiensi sebesar 1,92 %. Akan tetapi pada penelitian kali ini terdapat penurunan pada jumlah sudu 9 yang mengakibatkan Daya Turbin dan Daya Air Yang berarti jumlah sudu mempengaruhi nilai efisiensi, karena pengaruh dari Daya Air (Pa) dan pengaruh dari nilai daya turbin (Pt). Akan tetapi dalam pengujian penelitian ini ada penurunan pada jumlah sudu 7 yang diakibatkan dari Daya turbin dan daya air dengan beberapa kendala pada waktu pengujian, seperti penggunaan model sudu NACA 6414 kurang efisiensi pada penggunaan Turbin Tipe Undershot. Hasil data dari pengujian turbin type undershot dengan menggunakan sudu Naca 6414 ini yang paling optimal pada turbin ini menggunakan sudu 7 dengan torsi sebesar 1,8417 Nm, Daya Air 0,00121 Hp, Kecepatan Putar 1,834 rad/s, Daya Turbin 0,00453 Hp, dan Efisiensi sebesar 3,74%. Perbedaan daya yang dihasilkan turbin type undershot menggunakan beberapa variasi jumlah sudu dipengaruhi oleh beberapa factor seperti flowrate air yang cenderung tidak stabil, dan pada berat sudu yang mempengaruhi gerakan putar turbin, yang mana pada saat menggunakan 5 sudu turbin cenderung tidak berputar dengan maksimal dikarenakan pemasangan antar sudu yang jauh. Optimalnya nilai kinerja turbin type undershot ini yang menggunakan sudu Naca 6414 memiliki efisiensi tertinggi pada penggunaan sudu 7 dengan nilai efisiensi sebesar 3,74%, sedangkan efisiensi terendah terdapat pada penggunaan sudu 9 dengan nilai efisiensi 1,92 %.

**Kata kunci : PLTH, Kincir Air, Pikohidro, Undershot**

# **Analysis Performance of Undershot Picohydro Scale Water Type Using Naca 6414 Blades With Variation in the Number of Blades 5, 7, and 9**

Arya Nendra Nico Firmansyah  
Department of Mechanical Engineering, National Institute Technology Nasional Malang, Indonesia  
Email : [Aryanendra25@gmail.com](mailto:Aryanendra25@gmail.com)

## **Abstract**

A pico-hydro power plant is an alternative energy on a small scale where it is sufficient for a river to have a continuous flow of water and a low fall height to be able to drive a turbine which can produce electricity. It can be seen in the graph above that the effect of variations in the number of blades can affect the efficiency produced, as in the number of blades 5 produces an efficiency of 2.2%, for the number of blades 7 the greatest efficiency is 3.74% and the number of blades 9 has decreased which produces an efficiency of 1.92%. However, in this study there was a decrease in the number of blades 9 which resulted in Turbine Power and Water Power. Which means the number of blades affects the efficiency value, due to the influence of Water Power (Pa) and the influence of the value of turbine power (Pt). However, in this research test there was a decrease in the number of 7 blades resulting from turbine power and water power with several constraints during the test, such as the use of the NACA 6414 blade model which was less efficient in using the Undershot Type Turbine. The data results from testing the undershot type turbine using Naca 6414 blades are the most optimal in this turbine using 7 blades with a torque of 1.8417 Nm, Water Power 0.00121 Hp, Rotational Speed 1.834 rad/s, Turbine Power 0.00453 Hp , and Efficiency of 3.74%. The difference in power produced by the undershot type turbine using several variations in the number of blades is influenced by several factors such as the water flow rate which tends to be unstable, and the weight of the blade which affects the rotary motion of the turbine, which when using 5 blades the turbine tends not to rotate optimally due to the installation between distant blade. The optimum value for the performance of this type of undershot turbine using Naca 6414 blades has the highest efficiency when using 7 blades with an efficiency value of 3.74%, while the lowest efficiency is found in using 9 blades with an efficiency value of 1.92%.

**Keywords : PLTH, Waterwheel, Picohydro, Undershot**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI</b> .....	iv
<b>LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	15
1.1 Latar Belakang .....	15
1.2 Rumusan Masalah .....	16
1.3 Batasan Masalah .....	16
1.4 Tujuan Penelitian .....	17
1.5 Manfaat Penelitian .....	17
1.6 Metode Penelitian .....	18
1.7 Sistematika Penulisan .....	18
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	20
2.1 Penelitian Terdahulu .....	20
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air .....	22
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro .....	23
2.4 Jenis Jenis Kincir Air .....	24
2.4.1 Kincir Horizontal .....	25
2.4.2 Kincir Air Vertikal .....	26
2.5 Jenis-Jenis Turbin Air .....	29
2.5.1 Turbin Impuls .....	30
2.5.2 Turbin Reaksi .....	31
2.6 Transmisi Sabuk / Belt .....	32
2.7 Pully .....	32

2.8 SUDU NACA.....	34
2.8.1 Bentuk – Bentuk NACA .....	34
2.8.2 NACA Seri “Empat Digit” .....	35
2.8.3 NACA 6414.....	36
2.9 Perhitungan Pada Kincir Air .....	36
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
3.1 Diagram Alir.....	40
3.2 Metode Penelitian.....	41
3.3 Variabel Penelitian .....	41
3.4 Alat dan Bahan .....	41
3.4.1 Bahan yang Digunakan .....	41
3.4.2 Alat yang Digunakan.....	45
3.5 Waktu dan Tempat Penelitian .....	49
3.5.1 Waktu Penelitian .....	49
3.5.2 Tempat Penelitian.....	49
3.6 Desain Turbin Air Tipe Undershot.....	49
3.7 Desain Sudu Naca 6414 .....	51
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1 Analisa Pengujian Turbin Air Undershot .....	53
4.1.1 Data Hasil Pengujian Turbin Air Dengan Menggunakan 5 Sudu ....	53
4.1.2 Data Hasil Pengujian Turbin Air Dengan Menggunakan 7 sudu .....	56
4.1.3 Data Hasil Pengujian Turbin Air Dengan Menggunakan 9 Sudu ....	58
4.2 Analisa Dan Pembahasan Hasil Pengujian Turbin Air Undershot.....	61
4.2.1 Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Turbin dengan Menggunakan Jumlah 5 Sudu Naca 6414 .....	61
4.2.2 Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Turbin dengan Menggunakan Jumlah 7 Sudu Naca 6414 .....	61
4.2.3 Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Turbin dengan Menggunakan Jumlah 9 Sudu .....	62
4.2.4 Pengaruh Torsi (Nm) Terhadap Jumlah Sudu .....	63
4.2.5 Grafik Pengaruh Kecepatan Putar (Rad/s) Terhadap Jumlah Sudu .	64
4.2.6 Grafik Pengaruh Daya Turbin (Hp) Terhadap Jumlah Sudu.....	65
4.2.7 Grafik Pengaruh Daya Air (Hp) Terhadap Jumlah Sudu .....	66

4.2.8 Grafik Pengaruh Efisiensi (%) Terhadap Variasi Jumlah Sudu .....	67
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	68
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	69
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> .....	71
Lampiran 1. Biodata Penulis .....	71
Lampiran 2. Surat Bimbingan Skripsi .....	72
Lampiran 3. Data Hasil Pengujian Turbin Air Tipe Undershot .....	74
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian .....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kincir Air Horizontal .....	25
Gambar 2. 2 Kincir Air Undershot.....	26
Gambar 2. 3 Kincir Air Breastshot .....	27
Gambar 2. 4 Kincir Air Overshot.....	28
Gambar 2. 5 Turbin Air Tub .....	28
Gambar 2. 6 Turbin Application Chart .....	29
Gambar 2. 7 Turbin Impuls.....	31
Gambar 2. 8 Turbin Reaksi .....	31
Gambar 2. 9 V-Belt .....	32
Gambar 2. 10 Pully .....	33
Gambar 2. 11 Jenis dan Bentuk NACA seri 4 Digit .....	34
Gambar 2. 12 Bagian - bagian Dari Airfoil .....	35
Gambar 2. 13 NACA Seri 4 Digit.....	36
Gambar 3. 1 Diagram Alir .....	40
Gambar 3. 2 Plat Galvanis .....	42
Gambar 3. 3 Baja Siku .....	42
Gambar 3. 4 Poros .....	43
Gambar 3. 5 Bearing .....	43
Gambar 3. 6 Baut dan Mur .....	44
Gambar 3. 7 Pulley .....	44
Gambar 3. 8 Belt .....	45
Gambar 3. 9 Mesin Las Listrik .....	45
Gambar 3. 10 Prony Break .....	46
Gambar 3. 11 Generator.....	46
Gambar 3. 12 Meteran .....	47
Gambar 3. 13 Gerinda .....	47
Gambar 3. 14 Flowmeter .....	48
Gambar 3. 15 Avometer .....	48
Gambar 3. 16 Mesin Bor Tangan .....	49
Gambar 3. 17 Tampak tiga dimensi turbin air tipe undershot.....	49
Gambar 3. 18 Tampak atas turbin air tipe undershot.....	50
Gambar 3. 19 Tampak samping turbin air tipe undershot.....	50
Gambar 3. 20 Tampak depan turbin air tipe undershot.....	50
Gambar 3. 21 Desain Sudu Naca 6414 .....	51
Gambar 3. 22 Desain 2D Sudu Naca 6414 .....	51
Gambar 3. 23 Desain 3D Sudu Naca 6414 .....	51
Gambar 3. 24 Tampak Bawah 3D Sudu Naca 6414 .....	52
Gambar 4. 1 Pengaruh Torsi (Nm) Terhadap Jumlah Sudu.....	63
Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Kecepatan (Rad/s) Terhadap Jumlah Sudu.....	64
Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Daya Turbin (Hp) Terhadap Jumlah Sudu.....	65
Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Daya Air (Hp) Terhadap Jumlah Sudu .....	66
Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Efisiensi (%) Terhadap Variasi Jumlah Sudu .....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kisaran Spesifik Beberapa Kincir Air .....	30
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Turbin Air Undershot dengan Menggunakan 5 Sudu .....	53
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Turbin Air Undershot dengan Menggunakan 7 sudu .....	56
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Turbin Air Undershot dengan Menggunakan 9 Sudu .....	58
Tabel 4. 4 Tabel Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Turbin dengan Menggunakan Jumlah 5 Sudu .....	61
Tabel 4. 5 Tabel Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Turbin dengan Menggunakan Jumlah 7 Sudu .....	61
Tabel 4. 6 Tabel Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Turbin dengan Menggunakan Jumlah 9 Sudu .....	62