

SKRIPSI

**KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH PANJANG SUDU TERHADAP
DAYA DAN EFISIENSI PADA TURBIN TURGO SKALA PIKO**



MUHAMMAT RISKY RAMADAN

03051382025101

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH PANJANG SUDU TERHADAP
DAYA DAN EFISIENSI PADA TURBIN TURGO SKALA PIKO**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH

MUHAMMAT RISKY RAMADAN

03051382025101

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH PANJANG SUDU TERHADAP
DAYA DAN EFISIENSI PADA TURBIN TURGO SKALA PIKO**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

MUHAMMAT RISKY RAMADAN

03051382025101

Mengetahui,



Prof. Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D. IPP.

NIP. 197909272003121004

Palembang, 11 Desember 2024

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi



Dr. Dedy Adanta, S.Pd., M.T., IPP.

NIP. 199306052019031016

JURUSAN TEKNIK MESIN	Agenda No.	:
FAKULTAS TEKNIK	Diterima Tanggal	:
UNIVERSITAS SRIWIJAYA	Paraf	:

SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAT RISKY RAMADAN

NIM : 03051382025101

JURUSAN : TEKNIK MESIN

JUDUL SKRIPSI : KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH PANJANG SUDU TERHADAP DAYA DAN EFISIENSI PADA TURBIN TURGO SKALA PIKO

DIBUAT TANGGAL : 22 NOVEMBER 2023

SELESAI TANGGAL : 21 OKTOBER 2024

Palembang, 11 Desember 2024

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Amir Arifin




JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK



Prof. Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D. IPP.
NIP. 197909272003121004



Dr. Dedy Adanta, S.Pd., M.T., IPP.
NIP. 199306052019031016

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Kaji Eksperimental Pengaruh Panjang Sudu Terhadap Daya Dan Efisiensi Pada Turbin Turgo Skala Piko” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Desember 2024.

Palembang, 11 Desember 2024

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

1. Ketua Penguji

Gunawan S.T., M.T.

NIP. 197705072001121001.

()

2. Anggota Penguji

Ir. Barlin S.T., M.Eng., Ph.D.


NIP. 198106302006041001

()

3. Anggota Penguji

Zulkarnain ST., M.Sc., Ph.D.

NIP. 198105102005011005

()

4. Anggota Penguji

Dr. H. Ismail Thamrin S.T., M.T.

NIP. 197209021997021001

()

Mengetahui,



Prof. Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D. IPP.
NIP. 197909272003121004

Palembang, 11 Desember 2024

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi

A handwritten signature in black ink, belonging to Dr. Dedy Adanta, is written over the text.

Dr. Dedy Adanta, S.Pd., M.T., IPP.
NIP. 199306052019031016

KATA PENGANTAR


Puji dan syukur atas rahmat Allah SWT, atas dengan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik yang berjudul “Kaji Eksperimental Pengaruh Panjang Sudu Terhadap Daya Dan Efisiensi Pada Turbin Turgo Skala Piko”

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendirian. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih pada pihak terkait antara lain:

1. Terima kasih kepada kedua orang tua saya dan adik, Bapak Rasyid Ibu Susan, dan kedua adik yang telah mendukung saya selama penyusunan skripsi ini.
2. Terima kasih kepada Ketua Jurusan Teknik Mesin Bapak Prof. Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D. IPP. dan dosen serta staf Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membekali saya dengan ilmu yang bermanfaat sebelum Menyusun skripsi ini.
3. Terima Kasih kepada Bapak Dr. Dendy Adanta, S.Pd., M.T., IPP. yang merupakan pengajar dan sekaligus dosen pembimbing saya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak sekali kekurangan karena adanya keterbatasan ilmu yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, saran dan juga kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini untuk kedepannya akan sangat membantu. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi didalam dunia pendidikan dan industri di kemudian hari.

Palembang, 11 Desember 2024



Muhammad Risky Ramadan

NIM. 03051182025011

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammat Risky Ramadan

NIM : 03051382025101

Judul : Kaji Eksperimental Pengaruh Panjang Sudu Terhadap Daya Dan Efisiensi Pada Turbin Turgo Skala Piko.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 11 Desember 2024



Muhammat Risky Ramadan

NIM. 03051382025101

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammat Risky Ramadan

Nim : 03051382025101

Judul : Kaji Eksperimental Pengaruh Panjang Sudu Terhadap Daya Dan Efisiensi Pada Turbin Turgo Skala Piko.

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 11 Desember 2024



Muhammat Risky Ramadan

NIM. 03051382025101

RINGKASAN

KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH PANJANG SUDU TERHADAP DAYA DAN EFISIENSI PADA TURBIN TURGO SKALA PIKO

Karya tulis ilmiah berupa skripsi,

Muhammat Risky Ramadan ; Dibimbing oleh Dr. Dendy Adanta, S.Pd., M.T.,
IPP.

xxix + 63 halaman, 28 gambar, 18 tabel

RINGKASAN

Turbin Turgo adalah jenis turbin impuls yang bisa digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air skala kecil dan menengah, turbin Turgo bisa diidentifikasi dengan melihat nozzle yang menembakan air ke arah sudu yang melengkung, yang menghasilkan impuls yang mana akan memutar poros turbin lalu menghasilkan listrik. Kelebihan turbin Turgo adalah pengoprasian yang sederhana, perawatan mudah, efisiensi yang tinggi di debit air rendah hingga sedang, ramah lingkungan, dan ekonomis. Untuk mendesain dan manufaktur turbin Turgo, banyak hal yang diperhatikan seperti diameter, geometri, rasio dan efisiensi turbin. Selain itu juga pemilihan bahan harus diperkirakan sesuai medan dan kecepatan air yang dihadapi turbin, untuk memperkirakan daya tahan, efisiensi dan performa turbin. Rumusan masalah dari studi ini adalah apakah diameter runner turbin Turgo skala piko memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensinya dan berapa rasio diameter runner terhadap diameter nozzle yang tepat untuk turbin Turgo skala piko. Analisis data penelitian menunjukkan bahwa efisiensi sistem mencapai puncaknya pada diameter sudu dengan rasio D/L 10/24, menghasilkan efisiensi sebesar 8,4%. Sementara itu, untuk rasio diameter sudu terhadap diameter nosel, kombinasi 6.5/24 direkomendasikan. Konfigurasi ini memberikan efisiensi tertinggi pada beberapa variasi diameter runner, yakni D/L sudu, 3 cm, 4cm, dan 5cm dengan nilai efisiensi berturut-turut sebesar 6,1%, 8,4%, dan 5,1%.

Kata Kunci : Turbin Turgo Skala Piko, Efisiensi Turbin, Nozzle, Diameter Sudu, Turbin Air.

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF BLADE LENGTH ON POWER AND EFFICIENCY IN PIKO SCALE TURGO TURBINES

Scientific Writing in the form of a Undergraduate Thesis, 22th November 2024

Muhammat Risky Ramadan ; Supervised of Dr. Dendy Adanta, S.Pd., M.T., IPP.
xxix + 63 pages, 28 figure, 18 tables

SUMMARY

The Turgo turbine is a type of impulse turbine that can be used for small and medium scale hydroelectric power plants. The Turgo turbine can be identified by looking at the nozzle which shoots water towards the curved blade, which produces an impulse which will rotate the turbine shaft and then produce electricity. The advantages of the Turgo turbine are simple operation, easy maintenance, high efficiency at low to medium water discharge, environmentally friendly and economical. To design and manufacture Turgo turbines, many things are considered such as diameter, geometry, ratio and turbine efficiency. Apart from that, the choice of materials must also be estimated according to the terrain and water speed faced by the turbine, to estimate the durability, efficiency and performance of the turbine. The formulation of the problem of this study is whether the runner diameter of a pico-scale Turgo turbine has a significant influence on its efficiency and what is the appropriate ratio of runner diameter to nozzle diameter for a pico-scale Turgo turbine. Analysis of research data shows that system efficiency reaches its peak at a blade diameter with a D/L ratio of 10/24, resulting in an efficiency of 8.4%. Meanwhile, for the ratio of blade diameter to nozzle diameter, a combination of 6.5/24 is recommended. This configuration provides the highest efficiency in

several runner diameter variations, namely blade D/L, 3 cm, 4cm, and 5cm with efficiency values of 6.1%, 8.4%, and 5.1% respectively.

Keywords : Pico Scale Turbine Turbine, Turbine Efficiency, Nozzle, Blade Diameter, Water Turbine.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR LAMPIRAN	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Studi Literatur	3
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Turbin Air.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Klasifikasi Turbin Air berdasarkan prinsip Kerja	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Klasifikasi Berdasarkan Daya Aliran (Kapasitas).....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Energi Potensial Air	Error! Bookmark not defined.
2.4 Segitiga Kecepatan.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Outlet.....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Analisis Perubahan Momentum ...	Error! Bookmark not defined.
2.7 Efisiensi dan Daya Mekanik	Error! Bookmark not defined.
2.8 Analisis Geometri Runner.....	Error! Bookmark not defined.
2.9 Sifat Mekanis PLA.....	Error! Bookmark not defined.

2.10	Sumber kegagalan PLA (Polylactic Acid) .	Error! Bookmark not defined.
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		Error! Bookmark not defined.
3.1	Kondisi geometri Sudu	Error! Bookmark not defined.
3.2	Metode Analitik.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Percetakan Sudu Turbin Dengan Printer 3D	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Percetakan Pada Printer 3D	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Desain Sudu pada Solidworks	Error! Bookmark not defined.
3.4	Metode Eksperimen.....	Error! Bookmark not defined.
3.5	Prosedur Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
3.6	Teknik Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
3.7	Verifikasi Alat Ukur	Error! Bookmark not defined.
3.8	Hasil verifikasi Alat Ukur	Error! Bookmark not defined.
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	Hasil	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Hasil data yang diambil	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Perhitungan data	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	Data hasil Perhitungan.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.4	Geometri Sudu	Error! Bookmark not defined.
4.1.5	Fungsi Linear Fit dan Parabola Fit dalam Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Hasil Eksperimental	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	Hubungan P_{pot} (W) Terhadap V_{jet}	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	Hubungan V dan I terhadap n.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.3	Hubungan P_{gen} terhadap n.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.4	Hubungan η Terhadap n	Error! Bookmark not defined.
4.3	Diskusi.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.1	Ringkasan Hasil Eksperimental..	Error! Bookmark not defined.
4.3.2	Hubungan η terhadap n_s	Error! Bookmark not defined.
4.3.3	Komparasi Terhadap Studi Sebelumnya....	Error! Bookmark not defined.
4.4	Hubungan efisiensi terhadap panjang sudu	Error! Bookmark not defined.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA.....	7
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1 Skema Segitiga Kecepatan **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 1 Diagram Alir..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 2 Spesifikasi 3D Printing **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 3 Sudu 3 cm , 4 cm, dan 5 cm..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 4 Eksperimen Setup **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 5 Skematik rangkaian alat ukur berbasis micro controller 8-bit
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 6 Verifikasi Data Tachometer Arduiono..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 7 Voltase Pada Multimeter **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 8 Arus pada Multimeter **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 1 Proses Manufaktur Sudu Dan Hasil..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 2 Hubungan P_{pot} terhadap V_{jet} **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 3 Hubungan V terhadap n Sudu 3cm..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 4 Hubungan V terhadap N Sudu 3cm..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 5 Hubungan V terhadap n Sudu 3cm..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 6 Hubungan V terhadap n Sudu 4cm..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 7 Hubungan V terhadap n Sudu 4cm..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 8 Hubungan V terhadap n Sudu 4cm..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 9 Hubungan V terhadap n Sudu 5cm..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 10 Hubungan V terhadap n Sudu 5cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 11 Hubungan V terhadap n Sudu 5cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 12 Hubungan I terhadap n Sudu 3cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 13 Hubungan I terhadap n Sudu 3cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 14 Hubungan I terhadap n Sudu 3cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 15 Hubungan I terhadap n Sudu 4cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 16 Hubungan I terhadap n Sudu 4cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 17 Hubungan I terhadap n Sudu 4cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 18 Hubungan I terhadap n Sudu 5cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 19 Hubungan I terhadap n Sudu 5cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 20 Hubungan I terhadap n Sudu 5cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 21 Hubungan P_{gen} terhadap n Sudu 3cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 22 Hubungan P_{gen} terhadap n Sudu 3cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 23 Hubungan P_{gen} terhadap n Sudu 3cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 24 Hubungan P_{gen} terhadap n Sudu 4cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 25 Hubungan P_{gen} terhadap n Sudu 4cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 26 Hubungan P_{gen} terhadap n Sudu 4cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 27 Hubungan P_{gen} terhadap n Sudu 5cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 28 Hubungan P_{gen} terhadap n Sudu 5cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 29 Hubungan P_{gen} terhadap n Sudu 3cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 30 Hubungan η terhadap n Sudu 3cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 31 Hubungan η terhadap n Sudu 4cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 32 Hubungan η terhadap n Sudu 5cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 33 Hubungan η terhadap N_s Sudu 3cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 34 Hubungan η terhadap N_s Sudu 3cm..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 35 Hubungan η terhadap N_s Sudu 3cm **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 36 Komparasi Hasil Studi Sebelumnya **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 37 Komparasi Hasil Studi Sebelumnya.....65

Gambar 5. 1 Komparasi hasil efisiensi (η) diameter runner...**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

- Tabel 2. 1 Sifat Mekanik PLA.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 1 Data Perbandingan Pengukuran Tachometer**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 2 Data Verifikasi Flow Meter.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 1 Data Pada Diameter Sudu 3 cm Pada Bukaannya Katup 30°, 60°, Dan 90°
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2 Data Pada Diameter Sudu 4 cm Pada Bukaannya Katup 30°, 60°, Dan 90°
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 3 Data Pada Diameter Sudu 5 cm Pada Bukaannya Katup 30°, 60°, Dan 90°
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 4 Data Perhitungan Pada Diameter Sudu 3 cm**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 5 Data Perhitungan Pada Diameter Sudu 4 cm**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 6 Data Perhitungan Pada Diameter Sudu 5 cm**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 7 Data Hasil Eksperimental.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rumus yang Digunakan dalam Analitik **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 2. Dokumentasi **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 3 Daftar Simbol..... **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 4. Lembar Konsultasi Tugas Akhir... **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 5. Hasil Akhir Similaritas (Turnitin). **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 6. Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 7. Surat Keterangan Pengecekan Similaritas **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 8. Form Pengecekan Format Tugas Akhir **Error! Bookmark not defined.**

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi yang pesat berdasarkan data PLN ada 0,37% atau setara dengan 175 rumah tanpa listrik (Lavinda, 2023). Dengan data di atas Indonesia berkomitmen untuk menyelesaikan permasalahan listrik yang ada di Indonesia. Ketergantungan pada sumber energi konvensional seperti batu bara dan minyak bumi dalam upaya pemenuhan kebutuhan energi memberikan banyak dampak yang buruk bagi lingkungan pencemaran lingkungan. Karena inilah yang mendorong transisi energi menggunakan energi baru terbarukan dalam upaya pemenuhan energi. Pengembangan dan penggunaan turbin Turgo untuk memanfaatkan sumber daya air skala rendah telah menjadi sangat populer karena dampak negatifnya terhadap lingkungan rendah.

Turbin Turgo adalah pilihan yang paling tepat dari banyak jenis turbin karena relatif murah, tahan lama, ramah lingkungan dan cocok untuk head rendah dan piko hidro dapat menghasilkan hingga 5 kW- 100 kW daya. Oleh karena itu, instalasi turbin air skala rendah menggunakan turbin Turgo adalah pilihan ekonomis untuk menghasilkan energi listrik low-head di Indonesia dan dapat dirancang dan dikaji untuk mengevaluasi efek dari beberapa parameter geometris yang terlibat dalam desain dan, selanjutnya, dalam efisiensi turbin. Secara umum, ada dua kategori turbin pikohidro yang pertama adalah turbin reaksi, seperti turbin Kaplan, turbin Francis, turbin Propeller, dan turbin pompa yang kedua adalah turbin impuls, seperti Pelton, Turgo, dan turbin crossflow (Syahputra, 2021). Beberapa variabel yang memengaruhi peningkatan kinerja turbin turgo skala piko seperti diameter runner, desain sudu turbin, dan panjang sudu turbin turgo.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Endarti dkk., 2022) dengan judul “Uji Eksperimental Pengaruh Variasi Rasio Panjang Sudu Pengganggu Dengan Sudu Utama Setengah Lingkaran Terhadap Kinerja Turbin Crossflow Poros Horizontal”. Dengan menggunakan debit aliran 9,572 L/s, 14,322 L/s, 16,152L/s, dan 18,113 L/s, dengan memvariasikan panjang sudu 1,5:4, 1:4, 2:4 dan memvariasikan pembebanan 500 gram, 1000 gram, 1500 gram, dan seterusnya sampai turbin berhenti berputar. Menunjukkan bahwa adanya perbedaan hasil dari daya dan efisiensi yang dihasilkan. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa turbin dengan rasio panjang sudu pengganggu 1,5:4 memiliki daya tertinggi dibandingkan dengan rasio panjang sudu pengganggu 1:4 dan 2:4 dan efisiensi yang di hasilkan sebesar 96,20%.

Pada penelitian ini berfokus kepada pengaruh panjang sudu turbin Turgo skala piko karena diduga panjang sudu memiliki pengaruh terhadap nilai yang dihasilkan. Serta belum ada penelitian yang membahas tentang pengaruh panjang sudu pada turbin Turgo skala piko terhadap nilai daya dan efisiensi yang dihasilkan.

Oleh karena itu, penelitian ini membahas mengenai pengaruh panjang sudu terhadap kinerja turbin untuk memahami bagaimana desain sudu dengan pemahaman yang lebih baik tentang pengaruh panjang sudu, dapat dikembangkan desain turbin yang lebih efisien dan dapat meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan. Perhitungan Panjang sudu menggunakan persamaan dari turbin pelton yang mana $L/d=2-3$.

Geometri turbin turgo dapat diklasifikasikan sebagai kompleks. Karena itu, manufaktur sudu turbin Turgo menggunakan teknologi printer 3 dimensi (3D) yang diusulkan. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa printer 3D dapat mencetak geometri kompleks dengan presisi yang tinggi. Selain itu, kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi telah menghasilkan printer 3D yang murah, mudah digunakan, dan presisi (Suproyadi, 2022).

1.2 Studi Literatur

Turbin Turgo diklasifikasikan sebagai turbin impulse karena menggunakan energi kinetik air untuk memutar porosnya. Ini adalah evolusi dari turbin Pelton, dan banyak analisis yang menggunakan konsep Pelton untuk merancang turbin Turgo (Gallego dkk., 2021). Turbin Turgo digunakan sebagai alternatif pembangkit listrik mandiri di daerah terpencil karena bentuknya yang sederhana dan mudah dirawat dan dioperasikan (Sakulphan dkk., 2018). Dengan mempertimbangkan desain dan geometri turbin pada instalasi turbin Turgo kinerja dan efektivitas tinggi dapat dicapai dilihat dari sudut masuk air ke dalam sudu, diameternya, dan jumlahnya, serta kecepatan, ketinggian, kekuatan, dan sudut masuk air (Ramaputra dkk., 2022).

Kinerja turbin Turgo yang optimal dapat dicapai dengan mengoptimalkan berbagai parameter desain. Peningkatan efisiensi turbin Turgo pada skala pico menunjukkan bahwa efisiensi turbin pulsa Turgo menunjukkan efisiensi sebesar 91% dan 87% untuk turbin yang ditempatkan pada ketinggian masing-masing 3,5 m dan 1 m. Diketahui turbin Turgo mencapai efisiensi maksimum sebesar 93,7% dengan efisiensi maksimum dicapai pada sudut 30° dan rasio kecepatan 0,567. Ditemukan bahwa sudut masuk pancaran air mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap distribusi torsi dan efisiensi turbin. Studi ini menyoroti pentingnya memilih sudut semprotan dan rasio kecepatan yang tepat untuk kinerja optimal (Gallego dkk., 2021). Selain itu, (Pett dkk., 2018) menunjukkan bahwa pada saat merancang turbin Turgo, untuk mendapatkan nilai maksimal perlu dilakukan evaluasi sudut serang nosel pada roda. Metode komputasi yang sangat efektif untuk analisis data berdasarkan metode Lagrange dikembangkan dan ditetapkan untuk simulasi dan analisis terperinci, parameterisasi bentuk bilah dan memperoleh model rinci permukaan sayap dan struktur sinar aliran atas (Anagnostopoulos dkk., 2007).

Variasi panjang sudu pada turbin crossflow poros horizontal memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja turbin, terutama dalam hal daya dan efisiensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa turbin dengan rasio panjang sudu pengganggu 1,5:4 memiliki daya tertinggi dan efisiensi paling optimal. Variasi

panjang sudu pengganggu juga mempengaruhi daya turbin pada berbagai kapasitas aliran air (Endarti dkk., 2022).

Uji kinerja turbin Turgo dilakukan dengan menggunakan metode analisis eksperimental. Pada turbin Turgo pertama yang dikembangkan, sudut tumbukan antara roda dan jet diuji pada 20° dan kecepatan perifer tepi saluran masuk adalah 0,45 hingga 0,47 dari kecepatan jet ideal (Crewdson, 1922). Williamson mengevaluasi dampak perubahan ketinggian (ketinggian) air terjun pada rentang 1 hingga 3,5 m, menemukan efisiensi sebesar 87% hingga 91% (S J Williamson dkk., 2013). Hasil yang diperoleh Williamson dkk., 2013 sesuai dengan teori (Gallego et al., 2021).

(Anagnostopoulos dkk., 2012) melakukan penelitian tentang optimalisasi desain dan validasi eksperimental turbin Turgo dengan metode Fast Langrangian Simulation (FLS) yang dikembangkan untuk yang dikembangkan untuk optimasi desain numerik runner turbin impuls.

Terdapat tantangan penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam mengembangkan turbin impuls, yaitu Optimalisasi desain 3D blades, desain pabrikan turbin turgo, pengurangan lebar blades seminimal mungkin, Peningkatan desain blades dengan mengurangi lebar dan mengoptimalkan distribusi sudut saluran masuk.

Geometri yang digunakan oleh Kyle Gaiser dkk. dengan daya mekanik (*Pmech*) sebesar 83 W menghasilkan efisiensi 90%, Youssef Aaraj dkk. dengan *Pmech* sebesar 85,98 W menghasilkan efisiensi 83% dan S.J. Williamson dengan *Pmech* sebesar 89,69 W menghasilkan efisiensi 91%. Belum ada keputusan akhir mengenai parameter sudut jet dan sudut sudu yang optimal pada turbin Turgo berukuran pico.

Pembuatan bilah turbin Turgo secara presisi dan presisi dapat dilakukan dengan menggunakan printer tiga dimensi (printer 3D). Oleh karena itu, penelitian ini menyelidiki secara analitis sudut reaksi dan bentuk bilah turbin Turgo pada skala pico dan desain yang dihasilkan dicetak menggunakan pencetakan tiga dimensi.

Dalam Penelitian menggunakan PLA (Polylactic Acid) sebagai bahan 3D Printer karena memiliki karakteristik yang cocok untuk digunakan dalam

pencetakan 3D, seperti tidak beracun, biodegradable, dan memiliki aroma yang menyenangkan. Selain itu, PLA juga memiliki kemampuan untuk mengalami degradasi atau pelapukan dalam rentang waktu tertentu, sehingga cocok digunakan untuk aplikasi pencetakan 3D. Sertar PLA juga memiliki kelebihan dalam hal biodegradabilitas dan bioaktifitas, serta berasal dari sumber terbarukan yang ramah lingkungan (Charpy dkk., 2021).

Terdapat tantangan penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam mengembangkan turbin impuls, yaitu Optimalisasi desain 3D blades, desain pabrikan turbin turgo, pengurangan lebar blades seminimal mungkin, Peningkatan desain blades dengan mengurangi lebar dan mengoptimalkan distribusi sudut saluran masuk. Studi ini berfokus kepada desain sudu turbin Turgo skala piko. Oleh karena ini studi ini bertujuan menginvestigasi panjang sudu turbin Turgo berbahan PLA untuk di implementasi skala piko.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang maka rumusan masalah studi ini adalah apakah panjang sudu memiliki pengaruh signifikan terhadap performa turbin Turgo skala piko dan berapa ukuran panjang sudu turbin Turgo skala piko yang direkomendasikan untuk turbin skala piko.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Perancangan turbin Turgo dalam skala piko (< 5 kW);
2. Panjang sudu yang akan diuji dalam penelitian ini dibatasi pada rentang 3 cm, 4 cm dan 5 cm.

3. Rasio diameter sudu terhadap diameter nozzle yang akan dianalisis dibatasi pada rasio 6,5 mm, 8 mm, 9 mm, 10 mm;
4. Beban daya lampu DC adalah 3, 5, dan 9 W.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas sarjana ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh panjang sudu turbin Turgo skala piko terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan.
2. Menganalisis serta merekomendasikan ukuran panjang sudu yang optimal untuk turbin Turgo skala piko, guna meningkatkan efisiensi dan daya yang dihasilkan.

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan, penelitian ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang komponen yang mempengaruhi performa turbin Turgo skala piko, khususnya terkait dengan panjang sudu, sehingga dapat digunakan sebagai referensi dalam desain turbin yang lebih efisien.
2. Menyediakan informasi yang berguna bagi pengembangan teknologi turbin Turgo sebagai sumber energi terbarukan, yang dapat membantu memenuhi kebutuhan listrik di daerah terpencil dan meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam.
3. Menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam bidang rekayasa energi terbarukan, dengan fokus pada optimasi desain turbin untuk meningkatkan efisiensi dan daya yang dihasilkan.
4. Untuk menambah wawasan penulis tentang turbin turgo.

DAFTAR PUSTAKA

- Anagnostopoulos, J.S., Koukouvini, P.K., Stamatelos, F.G., Papantonis, D.E., 2012. Optimal design and experimental validation of a turgo model hydro turbine. *ASME 2012 11th Bienn. Conf. Eng. Syst. Des. Anal. ESDA 2012* 2, 157–166.
- Anagnostopoulos, J.S., Papantonis, D.E., 2007. Flow Modeling and Runner Design Optimization in Turgo Water Turbines. *Int. J. Mech. Aerospace, Ind. Mechatronics Eng.* 1, 204–209.
- Andre hb., Koukouvini, P. K., Stamatelos, F. G., & Papantonis, D. E. (2012). Optimal design and experimental validation of a turgo model hydro turbine. *ASME 2012 11th Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis, ESDA 2012*, 2(July 2012), 157–166.
- Budiarso, Warjito, Febriansyah, D., Adanta, D., 2020. The effect of wheel and nozzle diameter ratio on the performance of a Turgo turbine with pico scale. *Energy Reports* 6, 601–605.
- Endarti, Hindriani, and Priyo Adiwibowo. "Uji eksperimental pengaruh variasi rasio panjang sudu pengganggu dengan sudu utama setengah lingkaran terhadap kinerja turbin crossflow poros horizontal." *Jurnal Teknik Mesin* 10.01 (2022): 87-98.
- Gallego, E., Rubio-Clemente, A., Pineda, J., Velásquez, L., Chica, E., 2021. Experimental analysis on the performance of a pico-hydro Turgo turbine. *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.* 33, 266–275.
- Ilham, Akbar. *Analisis Proses 3D Printing terhadap Pengujian Impak Metode Charpy Pada Material PLA+*. Diss. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2021.
- Jeong, Jae Sung, Sok Kyu Lim, and Sang Woo Lee. "Aerodynamic performance of suction-side squealer tip in impulse/reaction turbine blade rows." *Experimental Thermal and Fluid Science* 136 (2022): 110666.
- Lavinda, 2023. PLN: Rasio Elektrifikasi Indonesia [WWW Document]. <https://katadata.co.id/URLhttps://katadata.co.id/lavinda/berita/64e45f36bc727/pln-rasio-elektrifikasi-indonesia-capai-99-72-per-juni-2023?page=all>

(accessed 11.15.23).

- Mosbahi, M., Ayadi, A., Chouaibi, Y., Driss, Z., Tucciarelli, T., 2020. Performance improvement of a novel combined water turbine. *Energy Convers. Manag.* 205, 112473.
- Neupane, S., 2015. an Analysis of Important Policies for Accelerating Development in Nepal. *Tataloka* 17, 1.
- Ningsih, D.S., 2022. Lengkung Terhadap Kinerja Turbin Reaksi Crossflow Poros Horizontal. *J. Tek. Mesin* 10, 93–104.
- Pett, W., In, D., Faculty, E., 2018. Investigation of a Pico Turgo Turbine for High-Rise Buildings Using Computational Fluid Dynamics 11, 13.
- Ramaputra, Dharmacakra, and Jusuf Haurissa. "Analisa Kinerja Turbin Turgo dan Turbin Pelton Skala Laboratorium." *Dinamis* 19.1 (2019): 28-34.
- Sakulphan, K., & Bohez, E. L. (2018). A new optimal selection method with seasonal flow and irrigation variability for hydro turbine type and size. *Energies*, 11(11), 3212.
- Sengpanich, K., Bohez, E.L.J., Thongkruer, P., Sakulphan, K., 2019. New mode to operate centrifugal pump as impulse turbine. *Renew. Energy* 140, 983–993.
- Subagyo, R., 2017. Kaji Eksperimental Koefisien Kerugian Pada Percabangan Pipa 144–150.
- Suproyadi, 2022. Turgo, Metode Manufaktur Sudu Turbin. "Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya."
- Syahputra, R., 2021. Pembangkit Listrik Piko Hidro Inovasi Dosen UMY, Portabel dan Ramah Lingkungan [WWW Document]. [lri.umy.ac.id](https://lri.umy.ac.id/pembangkit-listrik-pikohidro-inovasi-dosen-umy-portabel-dan-ramah-lingkungan/). URL <https://lri.umy.ac.id/pembangkit-listrik-pikohidro-inovasi-dosen-umy-portabel-dan-ramah-lingkungan/> (accessed 11.15.23).
- Syofii, I., Hidayatullah, A.B., Adanta, D., Sari, D.P., Amsal, M., Saputra, A., 2022. Pico Scale Turgo Turbine Design for Remote Areas Application Using Velocity Triangle Approach 1, 157–167.

