

SKRIPSI

**KAJI EKSPERIMENTAL DIAMETER
RUNNER TERHADAP EFESIENSI DAN
DAYA YANG DIHASILKAN TURBIN
TURGO SKALA PIKO**



Oleh:

MUHAMMAD DAFFA R

03051382025109

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**KAJI EKSPERIMENTAL DIAMETER
RUNNER TERHADAP EFESIENSI DAN
DAYA YANG DIHASILKAN TURBIN
TURGO SKALA PIKO**

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



OLEH:

MUHAMMAD DAFFA R

03051382025109

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**KAJI EKSPERIMENTAL DIAMETER RUNNER TERHADAP
EFISIENSI DAN DAYA YANG DIHASILKAN TURBIN
TURGO SKALA PIKO**

SKRIPSI

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

Oleh:

MUHAMMAD DAFFA RAIS

03051382025109

Palembang, 24 November 2024

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
NIP. 197112251997021001**

**Dr. Dendy Adanta., S.Pd., M.T., IPP
NIP. 199306052019031016**

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf

: 25/TH/AK/2024
: 26 Agustus 2024



SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD DAFFA RAIS
NIM : 03051382025109
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : KAJI EKSPERIMENTAL DIAMETER
RUNNER TERHADAP EFESIENSI DAN
DAYA YANG DIHASILKAN TURBIN TURGO
SKALA PIKO
DIBUAT TANGGAL : 7 DESEMBER 2023
SELESAI TANGGAL : 12 JULI 2024

Palembang, Juli 2024

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
NIP. 197112251997021001



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "KAJI EKSPERIMENTAL DIAMETER RUNNER TERHADAP EFESIENSI DAN DAYA YANG DIHASILKAN TURBIN TURGO SKALA PIKO" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juli 2024.

Palembang, 24 Juli 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Proposal Skripsi

1. Ketua :

Prof. Dr. Ir. Kaprawi. DEA
NIP. 195701181985031004


(.....)

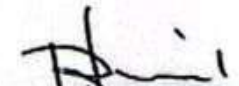
2. Sekretaris

Ellyanie, S.T, M.T
NIP. 196905011994122001


(.....)

3. Anggota

Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D
NIP. 195606041986021001


(.....)

Palembang, 24 Juli 2024

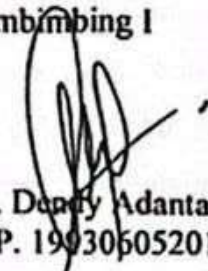
Diperiksa dan disetujui oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yam, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
NIP.197112251997021001

Pembimbing I


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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Sidang skripsi pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “KAJI EKSPERIMENTAL DIAMETER RUNNER TERHADAP EFESIENSI DAN DAYA YANG DIHASILKAN TURBIN TURGO SKALA PIKO”.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi ini kepada:

1. Ibu dan Ayah yang telah memberikan doa, dorongan, semangat, dan kasih sayang demi keberhasilan penulis.
2. Dr. Dendy Adanta, S.Pd., M.T., IPP. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan, saran serta nasihat dalam menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
3. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. IPP. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T. selaku Dosen Pembimbing akademik saya
6. Seluruh tenaga pendidik dan kependidikan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu dan pelajaran yang bermanfaat kepada Penulis selama masa perkuliahan.
7. Seluruh teman-teman angkatan yang telah mendukung Penulis dalam pembuatan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Penulisan Skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan wawasan Penulis. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan Skripsi ini akan sangat membantu. Akhir kata

Penulis berharap semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Palembang, 24 Juli 2024

Muhammad Daffa Rais
NIM. 03051382025109

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Daffa Rais

NIM : 0305138202509

Judul : Kaji Eksperimental Diameter Runner Terhadap Efisiensi Dan Daya Yang Dihasilkan 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, Juli 2024

Muhammad Daffa Rais
NIM: 0305138202509

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Daffa Rais

NIM : 0305138202509

Judul : Kaji Eksperimental Diameter Runner Terhadap Efesiensi Dan Daya Yang Dihasilkan Turbin Turgo Skala Piko

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

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

Palembang, Juli 2024



Muhammad Daffa Rais
NIM: 0305138202509

RINGKASAN

KAJI EKSPERIMENTAL DIAMETER RUNNER TERHADAP EFESIENSI DAN DAYA YANG DIHASILKAN TURBIN TURGO SKALA PIKO

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 06 Juli 2024

Muhammad Daffa Rais , dibimbing oleh Dr. Dendy Adanta., S.Pd., M.T., IPP

Xxvii+ 64 Halaman, 9 Tabel, 29 gambar, 8 lampiran

RINGKASAN

Saat ini pemerintah Indonesia masih berupaya untuk meningkatkan rasio elektrifikasi (RE) hingga 100% karena listrik telah menjadi kebutuhan utama masyarakat Indonesia. Pada tahun 2022 rasio elektrifikasi (RE) di Indonesia sebesar 99,63%, belum mencapai 100%. Namun, RE 2022 lebih baik daripada tahun 2021 sebesar 99,45%; 0,37% atau setara 175 desa yang belum di aliri listrik. Banyak sumber daya energi terbarukan di Indonesia seperti, energi angin, surya, dan energi air. Dengan banyaknya energi terbarukan seharusnya Indonesia bisa mencapai target 100% RE sejak lama. Contohnya energi air yang mengubah kecepatan air yang mengenai turbin air untuk menggerakkan generator dan di konversi menjadi energi listrik. Dengan keuntungan daerah di Indonesia yang memiliki banyak danau/waduk yang menjadi hulu aliran Sungai membuatnya memiliki potensi energi air yang besar dengan jumlah sebesar 75.091 MW . Hasil studi dari Ekspedisi Papua Terang yang dilakukan oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) merekomendasikan untuk menggunakan energi terbarukan dengan sistem off-grid di daerah-daerah yang tergolong terpencil, dari statement sebelumnya pikohidro adalah pilihan yang tepat untuk mengaliri listrik di daerah terpencil

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

Dari penjelasan latar belakang dan studi literatur, 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 runner dengan rasio D/d 20/8, menghasilkan efisiensi sebesar 10,8326081%. Sementara itu, untuk rasio diameter sudu terhadap diameter nosel, kombinasi 4/8 direkomendasikan. Konfigurasi ini memberikan efisiensi tertinggi pada beberapa variasi diameter runner, yakni D/d 20, 23, dan 27 dengan nilai efisiensi berturut-turut sebesar 10,8326081%, 9,01311302%, dan 9,024686156%.

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

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY OF RUNNER DIAMETER ON EFFICIENCY AND POWER PRODUCED BY PICO-SCALE TURBINE TURBINES

Scientific writing in the form of a thesis, 06 July 2024

Muhammad Daffa Rais, supervised by Dr. Dendy Adanta., S.Pd., M.T., IPP

Xxvii+ 64 Pages, 9 Tables, 29 figures, 8 attachments

SUMMARY

At present, the Indonesian government is still trying to raise the electrification ratio (RE) to 100% because electricity has become the primary need of Indonesians. By 2022, the electrification ratio in Indonesia was 99.63%, has not reached 100%. However, RE 2022 is better than 2021 by 99.45%; 0.37% or the equivalent of 175 villages that are not powered. With many renewable energy sources in Indonesia, such as wind, solar, and water energy, Indonesia should have reached its 100% RE target for a long time. An example is water energy that changes the speed of water that touches a water turbine to move a generator and is converted into electricity. With the advantage of the area in Indonesia that has many of its lakes / villages that become the head of the river flow makes it have a huge water energy potential with an amount of 75.091 MW. The results of the study of the Papua Terang Expedition conducted by PT. Electricity Company of the State (PLN) recommend to use renewable energy with off-grid system in remote areas belonging, from the previous statement picohydro is a suitable choice to flow electricity in the remote area.

Turgo turbines are a type of pulse turbine that can be used for small and medium-sized hydroelectric power plants, Turgo Turbines can be identified by looking at the nozzle that fires water towards the curved bowl, which produces the pulse which will rotate the turbo shaft and then generate electricity. The advantages of Turgo turbines are simple operation, easy maintenance, high efficiency at low to moderate water discharge, environmentally friendly, and economical. For the design and manufacture of Turgo turbines, many things were taken into account such as turbine diameter, geometry, ratio and efficiency. In addition, the selection

of materials should be estimated according to the field and speed of water the turbine faces, in order to estimate the durability, efficiency and performance of turbines.

From background explanations and literature studies, the problem formula of this study is whether the diameter of the turbine runner Turgo's peak scale has a significant influence on its effectiveness and how much the ratio of the runner's diameter to the correct nozzle diameter for Turgo turbines.

Analysis of the research data shows that the efficiency of the system reaches its peak at the runner diameter with a D/d ratio of $20/8$, resulting in an efficiency as high as 10,8326081%. Meanwhile, for a spoon diameter ratio to the nozzle diameter, a combination of $4/8$ is recommended. This configuration provides the highest efficiency on several runner diameter variations, namely D/d 20, 23, and 27 with successive efficiency values of 10,8326081%, 9,01311302%, and 9,024686156%.

Keywords: Pico Scale Turbine, Turbine Efficiency, Nozzle, Runner 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	2
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Turbin Air	7
2.1.1 Pengertian Turbin Air	7
2.1.2 Klasifikasi Turbin Air.....	7
2.1.2.1 Klasifikasi Berdasarkan Prinsip Kerja.....	7
2.2 Potensi Energi Air.....	8
2.2.1 Segitiga Kecepatan	8
2.2.2 Analisis Perubahan Momentum.....	12
2.2.3 Analisis Efisiensi dan Daya Mekanik	13
2.2.4 Analisis Geometri	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Kondisi Batas.....	15

3.2	Metode Analitik.....	15
3.3	Produksi Sudu Menggunakan 3D Printer.....	16
3.3.1	Desain Sudu Pada Solidworks.....	17
3.4	Metode Eksperimen.....	18
3.4.1	Prosedur Pengambilan Data	19
3.5	Teknik Pengambila Data	19
3.6	Verifikasi Alat Ukur.....	21
3.7	Hasil Verifikasi Alat Ukur	21
BAB 4 HASIL DAN DISKUSI.....		27
4.1	Hasil	27
4.1.1	Hasil data yang diambil.....	27
4.1.2	Perhitungan data.....	30
4.1.3	Data hasil perhitungan.....	32
4.1.4	Geometri Sudu.....	33
4.1.5	Hasil Eksperimental	34
4.1.5.1	Hubungan Ppot Terhadap Vjet.....	34
4.1.5.2	Hubungan V dan I terhadap n	35
4.1.5.3	Hubungan P _{gen} dan P _{pot} terhadap n.....	40
4.1.5.4	Hubungan η Terhadap n	44
4.2	Diskusi.....	46
4.2.1	Ringkasan Hasil Eksperimental	46
4.2.2	Hubungan η terhadap ns.....	47
4.2.3	Komparasi Terhadap Studi Sebelumnya	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Segitiga Kecepatan	9
Gambar 3.1 Flow Chart Perancangan Turbin Turgo.....	16
Gambar 3.2 Hasil Desain Sudu Menggunakan Aplikasi SolidWorks	17
Gambar 3.3 Set-Up Experimen	18
Gambar 3.4 Skematik Rangkaian Alat Ukur Berbasis Micro Controller 8-bit	20
Gambar 3.5 Verifikasi data tachometer arduino.....	24
Gambar 3.6 Voltase pada multimeter.....	26
Gambar 3.7 Arus pada Multimeter	26
Gambar 4.1 Proses manufaktur sudu dan hasil	34
Gambar 4.2 Hubungan Ppot terhadap Vjet	34
Gambar 4.3 Hubungan V terhadap n D _{20cm}	35
Gambar 4.4 Hubungan V terhadap n D _{23cm}	36
Gambar 4.5 Hubungan V dan n D _{27cm}	37
Gambar 4.6 Hubungan I terhadap n D _{20cm}	38
Gambar 4.7 Hubungan I dan n D _{23cm}	39
Gambar 4.8 Hubungan I dan n D _{27cm}	39
Gambar 4.9 Hubungan Pgen terhadap n D _{20cm}	40
Gambar 4.10 Hubungan Pgen terhadap n D _{23cm}	41
Gambar 4.11 Hubungan Pgen terhadap n D _{27cm}	41
Gambar 4.12 Hubungan Ppot terhadap n D _{20cm}	42
Gambar 4.13 Hubungan Ppot terhadap n D _{23cm}	43
Gambar 4.14 Hubungan Ppot terhadap n D _{27cm}	44
Gambar 4.15 Hubungan η terhadap n pada D _{20cm}	44
Gambar 4.16 Hubungan η terhadap n pada D _{23cm}	45
Gambar 4.17 Hubungan η terhadap n Pada D _{27cm}	46
Gambar 4.18 Hubungan η terhadap ns D _{20cm}	47
Gambar 4.19 Hubungan η terhadap ns D _{23cm}	48
Gambar 4.20 Hubungan η terhadap ns D _{27cm}	48
Gambar 4.21 komparasi hasil studi sebelumnya.....	49

Gambar 5.1 Komparasi hasil efisiensi (η) diameter runner..... 51

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Perbandingan Pengukuran Tachometer	23
Tabel 3.2 Data Verifikasi Flow meter	25
Tabel 4.1 Data pada diameter 20 cm	27
Tabel 4.2 Data pada diameter 23 cm	28
Tabel 4.3 Data pada diameter 27 cm	29
Tabel 4.4 Data perhitungan pada diameter 20 cm	32
Tabel 4.5 Data perhitungan pada diameter 23 cm	32
Tabel 4.6 Data perhitungan pada diameter 27 cm	32
Tabel 4.7 Data hasil eksperimental	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rumus yang Digunakan dalam Analitik.....	55
Lampiran 2 Dokumentasi	56
Lampiran 3 Daftar Simbol	58
Lampiran 4 Lembar Konsultasi Tugas Akhir.....	59
Lampiran 5 Hasil Akhir Similaritas (Turnitin)	60
Lampiran 6 Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme	62
Lampiran 7 Surat Keterangan Pengecekan Similaritas	63
Lampiran 8 Form Pengecekan Format Tugas Akhir.....	64

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini pemerintah Indonesia masih berupaya untuk meningkatkan rasio elektrifikasi (RE) hingga 100% karena listrik telah menjadi kebutuhan utama masyarakat Indonesia. Pada tahun 2022 rasio elektrifikasi (RE) di Indonesia sebesar 99,63%, belum mencapai 100%. Namun, RE 2022 lebih baik daripada tahun 2021 sebesar 99,45%; 0,37% atau setara 175 desa yang belum di aliri listrik(Kementerian energi dan sumber daya mineral, 2022).

Banyak sumber daya energi terbarukan di Indonesia seperti, energi angin, surya, dan energi air. Dengan banyaknya energi terbarukan seharusnya Indonesia bisa mencapai target 100% RE sejak lama. Contohnya energi air yang mengubah kecepatan air yang mengenai turbin air untuk menggerakkan generator dan di konversi menjadi energi listrik (Tsuanyo dkk., 2023).

Dengan keuntungan daerah di Indonesia yang memiliki banyaknya danau/waduk yang menjadi hulu aliran Sungai membuatnya memiliki potensi energi air yang besar dengan jumlah sebesar 75.091 MW (Taufiqurrahman dan Windarta, 2020). Hasil studi dari Ekspedisi Papua Terang yang dilakukan oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) merekomendasikan untuk menggunakan energi terbarukan dengan sistem off-grid di daerah-daerah yang tergolong terpencil, dari statement sebelumnya pikohidro adalah pilihan yang tepat untuk mengaliri listrik di daerah terpencil (Syofii dkk., 2022). Selain itu, turbin piko hidro memiliki biaya investasi dan operasional yang lebih rendah dari turbin angin atau solar PV yang sangat cocok untuk daerah terpencil (Tiwari, dkk., 2020). Pikohidro adalah pembangkit listrik tenaga air yang memiliki daya maksimum sebesar 5 kW; skala yang kecil membuat biaya pembuatan dan operasional menjadi lebih murah terutama untuk daerah terpencil (Scheffler, n.d.). Turbin pikohidro mempunyai tiga komponen yaitu turbin, transmisi, dan

generator. Pada umumnya turbin piko hidro memiliki 2 jenis yaitu: turbin reaksi seperti turbin Pompa, turbin Francis, turbin Kaplan, dan turbin Propeller lalu ada turbin impuls yang mana ada turbin Turgo, turbin Pelton dan turbin Crossflow (Faridz Athaya dkk., 2023).

Dari jenis-jenis turbin yang telah disebutkan, turbin Turgo adalah pilihan yang tepat dikarenakan biaya pembuatan yang relatif murah, daya tahan yang lama, dan cocok untuk head rendah (Yu dan Wang, 2020). Lalu rasio diameter runner terhadap diameter nozzle (D/d) memiliki pengaruh yang signifikan pada daya dan efisiensi turbin. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rasio D/d sebesar 22 menghasilkan efisiensi tertinggi, sehingga rasio D/d yang optimal untuk turbin Turgo dalam skala piko adalah 22. Dengan memvariasikan diameter runner dan nozzle kita bisa mendapatkan performa yang optimal (Budiarso dkk., 2020). Maka dari itu di penelitian ini akan berfokus pada diameter runner turbin Turgo skala piko, dengan variasi diameter runner 20 cm, 23 cm dan 27 cm serta dengan variasi katup 30° , 60° dan 90° untuk menganalisis diameter yang optimal.

Maka dari itu penulis menyimpulkan judul yang tepat untuk penelitian ini adalah “Kaji Eksperimental Pengaruh Diameter *Runner* terhadap Daya dan Efisiensi Turbin Turgo Skala Piko”.

1.2 Studi Literatur

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 (Quaranta dkk., 2023). Turbin Turgo mampu menghasilkan efisiensi dan kinerja yang tinggi dengan memperhatikan desain dan geometri dari turbin. Seperti diameter dari sudu, sudut masuk air

mengenai sudu, jumlah sudu, dan memperhatikan kecepatan, ketinggian, kekuatan, dan sudut masuk air (Lin dkk., 2022). 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 (Syofii dkk., 2022).

Variasi pada diameter dan nozzle mempengaruhi efisiensi hidrolis pada turbin Turgo. Perubahan jarak dan diameter nozzle pada sudu turbin membuat variasi diameter semprotan dan kecepatan aliran air yang masuk dalam turbin (Mizan dkk., 2022). Dalam penelitian yang dilakukan Mizan M dkk. efisiensi hidrolis terbaik di dapat dengan diameter nozzle sebesar 8 mm dengan jarak 100 mm, menghasilkan nilai terbaik sebesar 49%. Lalu pada diameter nozzle 10 mm menghasilkan nilai sebesar 37%, dan pada diameter nozzle 12 mm menghasilkan nilai terburuk sebesar 22%, karna diameter nozzle dapat membuat nilai efisiensi turun maka perlu dilakukan optimasi pada sudu yang diinginkan karena kecepatan air menurun secara signifikan jika diameter nozzle semakin besar (Mizan dkk., 2022). Turbin Turgo sangat cocok digunakan untuk pembangkit listrik skala piko < 5 kW, karna itu juga penggunaan turbin turgo cocok digunakan di daerah terpencil ataupun rumah dikarenakan manufaktur yang mudah dan ekonomis (Gallego dkk., 2021B). Untuk memperhitungkan parameter yang ada dalam proses manufaktur turbin Turgo maka digunakan metode Euler (Lajqi dkk., 2021). Lalu dengan melakukan simulasi fluid kita bisa tau tingkat efisiensi dari turbin, dengan riset yang dilakukan Butchers K dkk. menggunakan computational fluid dynamics (CFD) mampu menaikkan efisiensi dari 55% ke angka 81% (Butchers dkk., 2021). Rasio D/d adalah parameter yang penting dalam mendesain turbin Turgo. Desain runner yang optimum di angka $D/ratio$ 22 dan menghasilkan nilai efisiensi sebesar 34,97% (Budiarso dkk., 2020A).

Turbin air memiliki potensi menjadi energi terbarukan yang besar kapasitas energi air di seluruh dunia sebesar 1292 GW di tahun 2019, yang menghasilkan energi listrik sebesar 4200 TWh pada tahun 2018 (Chitrakar dkk., 2020). Energi air merupakan sumber energi terbarukan dan bersih, yang

memiliki banyak keuntungan dibanding sumber energi lainnya terutama memiliki biaya operasional dan perawatan yang ekonomis (Tiwari dkk., 2020).

1.3 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang dan studi literatur, 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?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui rasio diameter runner terhadap diameter nosel yang terbaik untuk turbin Turgo pada Head rendah.
- b. Mengetahui rasio diameter sudu terhadap diameter nosel yang terbaik untuk turbin Turgo pada Head rendah

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah:

- a. Memberikan penjelasan tentang turbin Turgo sebagai inovasi energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah – daerah terpencil.
- b. Mengetahui hal yang mempengaruhi performa turbin Turgo di skala piko
- c. Untuk menjadi bahan referensi yang akan datang dalam pembuatan turbin

Turgo skala piko

DAFTAR PUSTAKA

- Amandha Adistia, N., Aditya Nurdiansyah, R., Fariko, J., Welman Simatupang, J., n.d. potensi energi panas bumi, angin, dan biomassa menjadi energi listrik di indonesia.
- Budiarso, Febriansyah, D., Warjito, 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.
- Butchers, J., Benzon, S., Williamson, S., Booker, J., Aggidis, G., 2021. A rationalised cfd design methodology for turgo turbines to enable local manufacture in the global south. *Energies (Basel)* 14.
- Chitrakar, S., Solemslie, B.W., Neopane, H.P., Dahlhaug, O.G., 2020. Review on numerical techniques applied in impulse hydro turbines. *Renew Energy*.
- Faridz Athaya, M., Irwansyah, R., Fadhel, A., Mizan, M., 2023. Performance of pico-scale turgo turbine bucket using coconut shells spoons with variations inlet angle and nozzle distance to hydraulic efficiency, *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*.
- Gallego, E., Rubio-Clemente, A., Pineda, J., Velásquez, L., Chica, E., 2021a. Experimental analysis on the performance of a pico-hydro Turgo turbine. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences* 33, 266–275.
- Gallego, E., Rubio-Clemente, A., Pineda, J., Velásquez, L., Chica, E., 2021b. Experimental analysis on the performance of a pico-hydro Turgo turbine. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences* 33, 266 – 275.
- Indra Siswantara, A., Putro Prakoso, A., Gun Gunadi, G.R., Adanta, D., 2018. CFD Letters Assessment of Turbulence Model for Cross-Flow Pico Hydro Turbine Numerical Simulation. *CFD Letters* 10, 38–48.
- Kementerian energi dan sumber daya mineral, 2022. content-laporan-kinerja-kementerian-esdm-tahun-2022.
- Kumar Behura, A., Kumar, A., Kumar Rajak, D., Pruncu, C.I., Lamberti, L., 2021. Towards better performances for a novel rooftop solar PV system. *Solar Energy* 216, 518–529.
- Lajqi, S., Bresa, Q., Bresa, A., Doçi, I., Đurin, B., 2021. Design, implementation and analysis of the overall performance of a micro hydro turgo turbine. *Journal of Thermal Engineering* 7, 806 – 822.
- Lin, T.-Y., Ko, C.-Y., Chen, S.-J., Tsai, G.C., Tsai, H.-C., 2022. A novel total-flow geothermal power generator using Turgo turbine: Design and field tests. *Renew Energy* 186, 562 – 572.

- Mizan, M., Warjito, Budiarmo, Irwansyah, R., Kurnianto, M.A.F., Athaya, M.F., 2022. The Performance of the Pico Scale Turgo Water Turbine Coconut Shell Blade with Variations in Nozzle Diameter and Distance. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences* 100, 53 – 62.
- Quaranta, E., Pujol, T., Grano, M.C., 2023. The repowering of vertical axis water mills preserving their cultural heritage: techno-economic analysis with water wheels and Turgo turbines. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development* 13, 269–287.
- Scheffler, M., n.d. Low-Cost Hydropower Turbines for Developing Countries.
- Shaik, Y.P., Naidu, N.K., Yadavalli, V.R., Muthyala, M.R., 2023. The Comparison of the Mechanical Characteristics of ABS Using Three Different Plastic Production Techniques. *OALib* 10, 1–18.
- Syofii, I., Hidayatullah, A.B., Adanta, D., Sari, D.P., Burlian, F., Saputra, M.A.A., 2022. Pico Scale Turgo Turbine Design for Remote Areas Application Using Velocity Triangle Approach. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences* 97, 157–167.
- Taufiqurrahman, A., Windarta, J., 2020. Overview Potensi dan Perkembangan Pemanfaatan Energi Air di Indonesia. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan* 1, 124–132.
- Tiwari, G., Kumar, J., Prasad, V., Patel, V.K., 2020. Utility of CFD in the design and performance analysis of hydraulic turbines — A review. *Energy Reports*.
- Tsuanyo, D., Amougou, B., Aziz, A., Nka Nnomo, B., Fioriti, D., Kenfack, J., 2023. Design models for small run-of-river hydropower plants: a review. *Sustainable Energy Research* 10.
- Yu, J., Wang, J., 2020. Optimization design of a rain-power utilization system based on a siphon and its application in a high-rise building. *Energies (Basel)* 13.
- Židonis, A., Benzon, D.S., Aggidis, G.A., 2015. Development of hydro impulse turbines and new opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.