

SKRIPSI

OPTIMASI PROTOTIPE DAN APLIKASI TURBIN ULIR ARCHIMEDES KAPASITAS 5 kW



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Strata Satu pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh:
MUHAMMAD AULIA RAHMAN
13 2016 109

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2021

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI PROTOTIPE DAN APLIKASI TURBIN ULR ARCHIMEDES KAPASITAS 5 KW



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan didepan dewan penguji

24 Agustus 2021

Dipersiapkan dan disusun oleh
Muhammad Aulia Rahman
132016109

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng.
NIDN: 0212056402

Pembimbing 2

Yosi Apriani, S.T., M.T.
NIDN: 0213048201

Penguji 1

Ir. Eliza, M.T.
NIDN : 0209026201

Penguji 2

Muhammad Hurairah, S.T., M.T.
NIDN: 0228098702

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T. IPM
NIDN: 0227077004

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Taufik Bahari, S.T., M.Eng.
NIDN: 0318017202

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi. Sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang di acu dalam naskah dan ditentukan dari daftar pustaka.

Palembang, 24 Agustus 2021

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Aulia Rahman

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- ❖ Berdo'a dan berusaha
- ❖ Kepuasan pada keberhasilan yang telah diperoleh tergantung seberapa besar usaha yang telah dilakukan
- ❖ Jangan pernah takut mencoba hanya karena pernah gagal
- ❖ Bersyukurlah, maka Allah akan menambahkan nikmatmu
- ❖ Tetap kuat untuk mencapai puncak yang cerah.
- ❖ Usaha tidak akan pernah mengkhianati hasil.

Kupersembahkan skripsi kepada :

- ❖ ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.
- ❖ Kepada Kedua Orang Tuaku Bapak Drs. Suhaili dan Ibu Yelvi yang sangat aku cinta dan sangat aku sayang, terimakasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan Doa-doa, bantuan, dan semangat, kupersembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik.
- ❖ Kepada semua keluarga besarku yang selalu mengerti keadaan dan membuat saya untuk bersemangat dalam mengerjakan skripsi ini.
- ❖ Kepada Pembimbing Skripsi I saya Bapak Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng. yang telah membimbing penulisan skripsi ini dan sekaligus telah menjadi ayah dikampus dan dilapangan. Serta Pembimbing II saya Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T. yang sudah sabar membimbing penyelesaian penulisan skripsi ini
- ❖ Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang

- ❖ Team Sarwan *Microhydro Power Plant* serta team Base Camp Muhammad Rudini, S.T., Nanang Irawan Sadewo, S.T., Yodi Febritama, S.T., Juniko Firmansyah, S.T., Muhammad Hafidz Pratama Putra, S.T., Diky Pradana Putra, S.T., Denny Adrian, S.T., Priyodwi Marwanto, S.T., Muhammad Ibrahim Romadan Saputra, S.T., Muhammad Nurhafiddin, S.T., M. Andre Triana, S.T., M. Haikal Aldrin, S.T, yang selalu bersama menghibur dan bersemangat dikampus bimbingan serta dilapangan.
- ❖ Team PLTS Atar Badak yang selalu membantu dilapangan.
- ❖ Dan terima kasih untuk team miko kuy (ejak batak, botok, ali, dimas, chandra lelek, rizki pakwo, aji pren, marco, mandruk, andibo), yang selalu memberi support dan bantuan.
- ❖ Teman-teman satu angkatan 2016 yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **OPTIMASI PROTOTIPE DAN APLIKASI TURBIN ULR ARCHIMEDES KAPASITAS 5 kW** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Bapak Ir. Zulkifli Saleh., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing I
- Ibu Yosi Apriani, S.T, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E.,M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Feby Ardianto, S.T, MCs, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Orangtuaku yang tak pernah lelah memberikan dukungan dan do'a yang terbaik, serta kakak dan keluargaku.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Angkatan 2016 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 12 Agustus 2021
Penulis,

Muhammad Aulia Rahman

ABSTRAK

OPTIMASI PROTOTIPE DAN APLIKASI PADA TURBIN ULR ARCHIMEDES KAPASITAS 5 kW

Muhammad Aulia Rahman*

*Email : rahmanmaulia92@gmail.com

Indonesia adalah negara yang cukup kaya dengan potensi energi terbarukan seperti energi air skala mini/mikrohidro, energi biomassa, energi surya, energi angin, energi panas bumi, energi laut, dan energi nuklir. Khusus untuk PLTMH, pengembangannya biasanya memanfaatkan potensi aliran air dengan tinggi jatuh fluida dan debit tertentu yang akan menjadi energi listrik melalui turbin dan generator. Pada kenyataannya, di Indonesia rata-rata menunjukkan bahwa potensi sumber daya airnya memiliki debit yang besar dan tinggi jatuh fluida yang rendah. Jadi, pengembangan turbin dengan tinggi jatuh air yang rendah sangat cocok dikembangkan di Indonesia. Metode penelitian ini menggunakan 4 tahapan yaitu Pengambilan data, Alat dan bahan, Perhitungan, dan Analisis, Hasil perhitungan kecepatan aliran didapatkan nilai tertinggi yaitu terletak pada titik $V_{12} = 0,46674 \text{ m/dt}$, dan nilai terendah terletak pada titik $V_{434} = 0,28931 \text{ m/dt}$, dan nilai rata-rata pada kecepatan aliran pada penampang saluran adalah $9,644 \text{ m/dt}$. Analisis dimensi model-prototipe dilakukan dengan menerapkan teorema *Buckingham-Pi*. Analisis dilakukan pada kedua sisi yaitu turbin dan fluida.

Kata kunci: PLTMH, kecepatan aliran, daya available, analisis dimensi.

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF PROTOTYPES AND APPLICATIONS ON ARCHIMEDES THREAD TURBINE CAPACITY OF 5 kW

Muhammad Aulia Rahman*

*Email : rahmanmaulia92@gmail.com

Indonesia is a country that is quite rich with renewable energy potential such as mini/microhydro scale water energy, biomass energy, solar energy, wind energy, geothermal energy, marine energy, and nuclear energy. Especially for PLTMH, its development usually utilizes the potential of water flow with high falling fluid and certain discharges that will become electrical energy through turbines and generators. In fact, in Indonesia the average shows that the potential of its water resources has a large discharge and high low fluid fall. So, the development of turbines with low water fall height is very suitable to be developed in Indonesia. This research method uses 4 stages, namely data retrieval, tools and materials, calculations, and analysis, The highest value is located at point V12 = 0.46674 m/st, and the lowest value is at point V434 = 0.28931 m/s, and the average value at flow speed at the cross-section of the channel is 9.644 m/s. Analysis of the dimensions of the prototype-model is performed by applying the Buckingham-Pi theorem. Analysis is performed on both sides, namely turbines and fluids.

Keywords: PLTMH, flow speed, available power, dimension analysis.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1Latar Belakang	1
1.2Tujuan Penelitian.....	2
1.3Batasan masalah	2
1.4Sistematika Penulisan.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Saluran Terbuka (<i>Open Channel</i>).....	3
2.1.1 Klasifikasi aliran	3
2.1.2 Karakteristik saluran	4
2.1.3 Distribusi kecepatan.....	5
2.1.4 Kecepatan aliran	6
2.1.5 Geometri saluran.....	6
2.2 Turbin Ulir Archimedes	7
2.2.1 Prinsip Kerja turbin ulir Archimedes	9
2.2.2 Karakteristik turbin ulir Archimedes	10
2.3 Analisis Dimensi	11
2.4 Metoda Analisis Dimensi	13
2.4.1 Metoda Rayleigh.....	13
2.4.2 Metoda Buckingham.....	13
2.5 Metode Beda Hingga.....	15
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	16

3.1 Diagram <i>Fishbone</i>	16
3.2 Mekanisme Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.3 Alat dan Bahan	17
BAB 4 DATA DAN ANALISIS.....	23
4.1 Data dan hasil penelitian	23
4.4.1 Data penampang saluran.....	23
4.2 Data kecepatan aliran melalui Program matlab.....	23
4.3 Analisis Dimensi	24
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran seragam	4
Gambar 2.2 Aliran tidak seragam	4
Gambar 2.3 Distribusi kecepatan pada saluran terbuka	5
Gambar 2.4 Penampang basah saluran berbentuk persegi	6
Gambar 2.5 Penampang basah saluran berbentuk trapezium.....	7
Gambar 2.6 Skema turbin ulir Archimedes.....	8
Gambar 2.7 Kurva turbin ulir Archimedes	8
Gambar 2.8 Klasifikasi turbin	9
Gambar 2.9 Prinsip kerja turbin Archimedes.....	10
Gambar 3.1 Diagram fishbone	16
Gambar 4.1 Penampang Saluran	23
Gambar 4.2 Ilustrasi kecepatan aliran.....	24

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dimensi dari berbagai besaran fisik	12
Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	17
Tabel 4.1 Pengukuran kecepatan aliran pada saluran	24

DAFTAR LAMPIRAN

L1. Hasil perhitungan kecepatan aliran dengan menggunakan program Matlab..	36
L2. Perbaruan pada komponen-komponen turbin.....	37
L3. Proses pengangkutan turbin ke lokasi.....	37
L4. Proses pembuatan bendungan air.....	38
L5. Proses pembuatan bendungan air.....	38
L6. Proses pembersihan aliran air	39
L7. Proses Pemasangan pipa aliran air.....	39
L8. Proses Pemasangan turbin ulir Archimedes	40
L9. Proses Pemasangan turbin turbin ulir Archimedes	40
L10. Proses Pemasangan turbin ulir Archimedes	41
L11. Turbin ulir Archimedes.....	41
L12. Bola ping pong.....	42
L13. Rotor turbin ulir	42
L14. Casing turbin.....	42
L15. Poros Dan bearing.....	43
L16. Tachometer	43
L17. Jangka Sorong.....	43
L18. Multimeter	44
L19. Tang ampere	44
L20. Pita ukur.....	44
L21. Busur	45
L22. Water Pass	45
L23. Generator	45
L24. Saringan saluran air	46
L25. Stopwatch	46

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan energi listrik semakin besar seiring bertambahnya pertumbuhan jumlah penduduk dan penggunaan berbagai fasilitas yang memanfaatkan energi listrik. Namun ketersediaan energi listrik dari PLN belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia. Proyeksi ketercapaian rasio elektrifikasi Indonesia pada tahun 2025 diharapkan mencapai 100%. Karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan potensi sumber-sumber energi terbarukan (*renewable energy*) yang banyak Indonesia salah satunya adalah aliran sungai dan saluran irigasi. Potensi aliran sungai/saluran irigasi dapat dibuat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) (Tineke, Adelbert, & Mekel, 2017).

Indonesia adalah negara yang cukup kaya dengan potensi energi terbarukan seperti energi air skala mini/mikrohidro, energi biomassa, energi surya, energi angin, energi panas bumi, energi laut, dan energi nuklir. Khusus untuk PLTMH, pengembangannya biasanya memanfaatkan potensi aliran air dengan tinggi jatuh fluida dan debit tertentu yang akan menjadi energi listrik melalui turbin dan generator. Pada kenyataannya, di Indonesia rata-rata menunjukkan bahwa potensi sumber daya airnya memiliki debit yang besar dan tinggi jatuh fluida yang rendah. Jadi, pengembangan turbin dengan tinggi jatuh air yang rendah sangat cocok dikembangkan di Indonesia (Yul, Bambang, & Suryo, 2017).

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk memanfaatkan potensi energi air yang terbatas sehingga mampu menghasilkan energi listrik melalui pengembangan prototipe PLTMH menggunakan turbin ulir serta aplikasinya (Syahputra, Syukri, & Sara, 2017).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi prototipe dan aplikasi pada turbin ulir Archimedes.

1.3 Batasan masalah

Optimasi prototipe dengan tinjauan panjang poros pada turbin ulir Archimedes dan pengaplikasiannya.

1.4 Sistematika Penulisan

- | | | |
|----------------------------|---|---|
| BAB 1 | : | Menjelaskan mengenai latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan |
| PENDAHULUAN | | |
| BAB 2 TINJAUAN | : | Menjelaskan mengenai teori tentang Saluran Terbuka (<i>Open Channel</i>) Turbin Ulir Archimedes, dan Analisis Dimensi. |
| PUSTAKA | | |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | : | Metode pengambilan data, metode perancangan alat, <i>fishbone</i> diagram, alat dan bahan yang digunakan, tempat dan waktu penelitian |
| BAB 4 DATA DAN ANALISIS | : | Data pengukuran , data percobaan, analisis data |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | : | Kesimpulan dan saran |
| DAFTAR PUSTAKA | : | |
| LAMPIRAN | : | |

DAFTAR PUSTAKA

- Krisnayanti, D., Hunggurami, E., & N. Dhima-Wea, K. (2017). Perencanaan Drainase Kota SEBA . *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. VI, No. 1, 89-100.
- Rauf, R., & Nur M, S. (2019). Analisis Perubahan Dasar Saluran Terbuka Akibat Variasi Debit pada Tingkat Aliran Kritis dan Super Kritis. *Jurnal Teknik Hidro* Vol. 12 No. 1, 25-33.
- Akhmad, N., & Dw, A. (2018). Kajian Teoritas Uji Kerja Turbin Archimedes Screw. *Jurnal SIMETRIS*, 783-796.
- Ali, M. Y., Husaiman, & Nur, M. I. (2018). Karakteristik AliranPada Bangunan PelimpahTipe OGEE. *Jurnal Teknik Hidro* Vol. 11. No. 1, 72-82.
- Apriani, Y., Saleh, Z., Dillah, R. K., & Mochamad, I. S. (2020). Analysis of the Local Energy Potential Connection with Power Plants Based on Archimedes Turbine 10 kW. *Journal of Robotics and Control (JRC)* Volume 1, 162-166.
- Ceran, B., Jurasz, J., Wróblewski, R., Guderski, A., Złotecka, D., & ka'zmierczak, Ł. (2020). Impact of the Minimum Head on Low-Head Hydropower Plants Energy Production and Profitability. *Energies*, 1-22.
- Chow, V. T. (1997). *Open Channel Hydraulics*. Tokyo, Japan: KOGAKUSHA·COMPANY, LTD.
- Durmin. (2013). Studi Perbandingan Perpindahan Panas Menggunakan Metode Beda Hingga dan Crank-Nicholson. *Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Harja, H. B., Abdurrahim, H., Yoewono, S., & Riyanto, H. (2017). Penentuan Dimensi Sudu Turbin dan Sudut Kemiringan Poros Turbin Pada Turbin Ulir Archimedes. *Metal Indonesia*, 26-33.
- Harseno, E., & Jonas V.L, S. (2007). Studi Eksperimental Aliran Berubah beraturan pada Saluaran Terbuka Bentuk Prismatis. *Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 2/th XI*, 1-26.
- Khan, I., & R. , O. (1999). Closed form expressions for the finite difference approximations of first and higher derivatives based on Taylor series. *J. Comput. Appl.*, 107: 179-193.
- Kreyszig, E. (2011). *ADVANCED ENGINEERING MATHEMATICS*. Boston: JOHN WILEY & SONS, INC.

- Norhadi, A., Marzuki, A., Wicaksono, L., & Yacob, R. A. (2015). Studi Debit Aliran Pada Sungai Antasan Kelurahan Sungai Andai Banjarmasin Utara. *Jurnal POROS TEKNIK Volume 7 No. 1*, 7-14.
- Nur Karim, M. W., Widjartono, M., Hermawan, A. C., & Haryudo, S. I. (2021). Kajian Kemiringan Blade dan Head Turbin ArchimedesScrew Terhadap Daya Keluaran Generator AC 1 Phase 3 kW. *Jurnal Teknik Elektro Volume 10 Nomor 01 Tahun 2021*, 219-229.
- Pangestu, A. D., & Astuti, S. A. (2018). STUDI GERUSAN DI HILIR BENDUNG KOLAM OLAK TIPE VLUGHTER DENGAN PERLINDUNGAN GROUNDSILL. *Jurnal Teknisia, Volume XXIII, No 1*, 463-473.
- Purbaningtyas, D. (2013). Kapasitas Saluran Drainase di Jalan P. Suryanata Samarinda . *Jurnal Inersia Vol. V No. 1*, 37-48.
- Putra, F. A., Basyirun, & Saputra, D. D. (2019). Pengaruh Variasi Kemiringan Propeller Terhadap Efisiensi. *Jurnal Inovasi Mesin*, 06-09.
- Putra, F. A., Basyirun, & Saputra, D. D. (2019). PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN PROPELLER TERHADAP EFISIENSI TURBIN ULR . *Jurnal Inovasi Mesin*, 6-9.
- Rainarli, E. (2012). SIMULASI PERANCANGAN BEJANA TEKAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE BEDA HINGGA. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, 31-34.
- Saleh, Z., Apriyani, Y., Ardianto, F., & Purwanto, R. (2019). Analisis Karakteristik Turbin Crossflow Kapasitas 5 kw. *Jurnal Surya Energy Vol. 3 No. 2*, 255-261.
- Sudrajad, W. F., Rahmanto, R. H., & Handoyo, Y. (2019). Uji Eksperimen Efisiensi Turbin Reaksi Aliran Vortexinletinvolut Dengan Variasi Diameter Impeller. *Sinergi Energi & Teknologi*, 165-174.
- Syahputra, T., Syukri, M., & Sara, I. (2017). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro Dengan Menggunakan Turbin Ulir. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 16-22.
- Taflove, A., & Hagness, S. (2005). Computational electrodynamics: the finite-difference time-domain method. *Artech house*.
- Tepića, H. M. (2017). *ARCHIMEDEAN HYDRODYNAMIC SCREW TURBINES*. Diambil kembali dari CAN ELECTRO: <https://www.can-electro.com/archimedean-screw-turbines>

- Tineke, S., Adelbert, T., & Mekel, A. (2017). Desain dan Pembuatan Turbin Ulir Archimedes untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Prosiding Sentrinov*, 159-169.
- Triatmodjo, B. (1993). *HIROLIKA II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Yul, H., Bambang, Y., & Suryo, D. (2017). Rancang Bangun dan Studi Eksperimental Pengaruh Perbedaan pitch dan Kemiringan Poros terhadap Kinerja Mekanik Model Turbin Ulir 2 Blade Pada aliran Head Rendah. *Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*, 27-34.
- Yulistiyanto, B., Hizhar, Y., & Lisdiyanti. (2012). Effect Of Flow Discharge And Shaft Slope Of Archimedes(Screw) Turbin On The Micro-Hydro Power Plant. *Dinamika TEKNIK SIPIL*, 1-5.