

SKRIPSI

**KAJIAN NUMERIK UNTUK ROTOR TURBIN DAN ANALISIS DIMENSI
PADA SISTEM PLTMH SARWAN BERBASIS TURBIN ULIR
ARCHIMEDES**



**Merupakan Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Telah Dipertahankan Didepan Dewan
21 Agustus 2021**

**Dipersiapkan dan Disusun Oleh
DENNY ADRIAN
132017048**

**PROGRAM STUDI ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN NUMERIK UNTUK ROTOR TURBIN DAN ANALISIS DIMENSI
PADA SISTEM PLTMH SARWAN BERBASIS TURBIN ULIR
ARCHIMEDES



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan didepan dewan penguji
24 Agustus 2021

Dipersiapkan dan disusun oleh
Denny Adrian
132017048

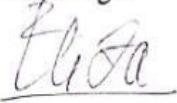
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1


Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng.

NIDN: 0212056402

Pembimbing 2


Ir. Eliza, M.T.

NIDN: 0209026201

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T., IPM.

NIDN: 0227077004

Penguji 1


Yosi Apriani, S.T., M.T.

NIDN : 0213048201

Penguji 2


Muhammad Hurairah, S.T., M.T.

NIDN: 0228098702

Mengetahui,
Ketua Program Studi


Pambak Barlian, S.T., M.Eng.

NIDN: 0218017202

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



Denny Adrian

MOTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- ❖ Berdo'a dan berusaha
- ❖ Perbanyak tindakan dari pada tidur
- ❖ Jangan pernah takut mencoba hanya karena pernah gagal
- ❖ Bersyukurlah, maka Allah akan menambahkan nikmatmu
- ❖ Pantang menyerah untuk mencapai suatu tujuan
- ❖ 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 Syopian Dika dan Ibu Suka Eni 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 adikku tercinta M. Irham Dika Satheo yang selalu memberi dukungan selama pembuatan skripsi ini.
- ❖ Kepada semua keluarga besarku yang selalu mengerti keadaan dan membuat saya untuk bersemangat dalam mengerjakan skripsi ini.
- ❖ Untuk Wanita terhebat ke dua setelah ibu, Maya Sartika, S.Kep, Ners yang selalu setia menemani serta menyemangati dalam pembuatan skripsi ini.
- ❖ Kepada Pembimbing I Skripsi saya Bapak Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng. yang telah membimbing penulisan skripsi ini dan sekaligus telah menjadi ayah dikampus dan dilapangan. Serta Pembimbing II saya Ibu Ir. Eliza, 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 Squad, Muhammad Rudini, S.T., Priyodwi Marwanto, S.T., Yodi Febritama, S.T., Juniko Firmansyah, S.T., Muhammad Hafidz Pratama Putra, S.T., Diky Pradana Putra, S.T., Nanang Irawan Sadewo, S.T., Muhammad Aulia Rahman, 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.
- ❖ Untuk anak lab Team Sarwan Zamza Satria, S.T. yang selalu menghibur dan memberi semangat.
- ❖ Teman-teman satu angkatan 2017 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 **KAJIAN NUMERIK UNTUK ROTOR TURBIN DAN ANALISIS DIMENSI PADA SISTEM PLTMH SARWAN BERBASIS TURBIN ULIR ARCHIMEDES** 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 Ir. Eliza, 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 2017 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moral 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, 24 Agustus 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Denny Adrian', with a horizontal line drawn underneath the name.

Denny Adrian

ABSTRAK

KAJIAN NUMERIK UNTUK ROTOR TURBIN DAN ANALISIS DIMENSI PADA SISTEM PLTMH SARWAN BERBASIS TURBIN ULIR ARCHIMEDES

Denny Adrian*

*Email : denny.adrian2712@gmail.com

Pemanfaatan sumber energi berbasis konvensional untuk pembangkitan daya listrik di Indonesia hingga saat ini masih sangat signifikan, dominasi bentuk sumber energi tersebut beriringan dengan jumlah cadangan seperti batubara dan minyak bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji numerikal rotor turbin dan analisis dimensi pada sistem PLTMH sarwan berbasis turbin ulir Archimedes. Metode penelitian ini menggunakan 4 (empat) tahapan yaitu: studi literatur, pengambilan data, perhitungan dan analisis. Dari hasil pengukuran dan perhitungan data yang dilakukan pada dusun Sarwan desa Merbau kabupaten OKU Selatan. Hasil penelitian berupa kecepatan aliran diatas didapatkan nilai tertinggi yaitu terletak pada titik $V_8 = 6,9669$ m/dt, nilai terendah terletak pada titik $V_{477} = 1,5193$ m/dt, dan nilai rata-rata pada kecepatan aliran pada penampang saluran adalah 4,19 m/dt.. Kecepatan putaran pada rotor turbin ulir Archimedes adalah 11,474 rpm. Sudut kemiringan rotor didapatkan melalui pengukuran lapangan yaitu 41° . Sudu rotor yang di dapat pada perhitungan yaitu 72.819 cm dan mempunyai 7 pitch serta jarak antar pitch adalah 9,694 cm. Dan dari analisis dimensi turbin ulir Archimedes dengan menggunakan metode Buckingham-Pi di dapatkan parameter turbin prototipe yang ditinjau adalah sebesar 1500 rpm.

Kata kunci : PLTMH, Rotor Turbin, Analisis Dimensi

ABSTRACT

NUMERICAL STUDY FOR TURBINE ROTORS AND DIMENSIONAL ANALYSIS ON THE SARWAN PLTMH SYSTEM BASED ON ARCHIMEDES SCREW TURBINE

Denny Adrian*

*Email : denny.adrian2712@gmail.com

utilization of conventional-based energy sources for electricity generation in Indonesia is still very significant, the dominance of these forms of energy sources is in tandem with the amount of reserves such as coal and oil. This study aims to study the numerical analysis of the turbine rotor and dimensional analysis on the Sarwan PLTMH system based on the Archimedes screw turbine. This research method uses 4 (four) stages, namely: literature study, data collection, calculation and analysis. From the results of measurements and data calculations carried out in the Sarwan hamlet, Merbau village, OKU Selatan district. The results of the study in the form of the flow velocity above obtained the highest value, which is located at point V8 = 6.9669 m/s, the lowest value lies at point V477 = 1.5193 m/s, and the average value of the flow velocity on the channel cross section is 4,19 m/s.. The rotational speed of the Archimedes screw turbine rotor is 11,474 rpm. The tilt angle of the rotor is obtained through field measurements, which is 41°. The rotor blades obtained in the calculation are 72,819 cm and have 7 pitches and the distance between pitches is 9,694 cm. And from the analysis of the dimensions of the Archimedes screw turbine using the Buckingham-Pi method, the parameters of the prototype turbine that are reviewed are 1500 rpm.

Key words : PLTMH, Turbine Rotor, Dimensional Analysis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).....	4
2.1.1 Prinsip kerja PLTMH	4
2.2 Turbin Air.....	4
2.2.1 Komponen turbin.....	5
2.2.2 Jenis-jenis turbin.....	6
2.2.3 Klasifikasi turbin air	6
2.3 Turbin Ulir Arcimedes	8
2.3.1 Prinsip kerja turbin ulir Archimedes	8
2.3.2 Jenis-jenis turbin ulir Archimedes	9
2.3.3 Kelebihan turbin Archimedes <i>screw</i>	10
2.4 Beda Hingga	10
2.5 Kajian Numerik Untuk Rotor Turbin	11
2.5.1 Kecepatan putaran rotor.....	11
2.5.2 Sudut kemiringan rotor	12
2.5.3 Sudu rotor	12

2.6	Analisis Dimensi	13
2.7	Metoda Analisis Dimensi	15
2.6.1	Metoda Rayleigh.....	15
2.6.2	Metoda Buckingham.....	15
BAB 3 METODE PENELITIAN		17
3.1	Diagram <i>Fishbone</i>	17
3.2	Mekanisme Pelaksanaan Penelitian.....	17
3.3	Alat dan Bahan	18
BAB 4 DATA DAN ANALISIS.....		19
4.1	Data Pengukuran	19
4.1.1	Data aliran.....	19
4.2	Data Kecepatan Aliran Melalui Program Matlab.....	19
4.3	Kecepatan Putaran Turbin	23
4.4	Sudut Kemiringan Rotor	24
4.5	Sudu Rotor.....	24
4.5.1	Jarak antar <i>pitch</i>	24
4.6	Analisis Dimensi	25
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran	33
DAFTAR PUSTAKA		34
LAMPIRAN.....		36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip kerja PLTMH	5
Gambar 2.2 Klasifikasi Turbin.....	7
Gambar 2.3 Turbin Ulir Archimedes	8
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Turbin <i>Screw</i>	9
Gambar 2.5 (a) <i>Type Steel Trough</i> dan (b) <i>Type Closed Compact Installation</i>	9
Gambar 3.1 Diagram <i>Fishbone</i>	17
Gambar 4.1 Penampang Saluran	19
Gambar 4.2 Ilustrasi Kecepatan Aliran	20
Gambar 4.3 Kecepatan Aliran Tertinggi.....	22
Gambar 4.4 Kecepatan Aliran Terendah.....	22

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Turbin Berdasarkan Jenis Pembangkit dan Head	7
Tabel 2.2 Dimensi dari Berbagai Besaran Fisik.....	14
Tabel 4.1 Pengukuran Kecepatan Aliran Pada Saluran	20
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Aliran Atas	21
Tabel 4.3 Putaran Rotor Poros Atas	23
Tabel 4.4 Putaran Rotor Poros Bawah	23
Tabel 4.5 Data Pengukuran Panjang Antar <i>Pitch</i>	25
Tabel 4.6 Jari – Jari Sudu.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

L1. Hasil Perhitungan Matlab Ordo 22	36
L2. Pengukuran Panjang Rotor Turbin	37
L3. Pengukuran Jarak Antar <i>Pitch</i>	37
L4. Pengukuran Lebar <i>Casing</i> Turbin.....	38
L5. Pengukuran Ketebalan Sudu.....	38
L6. Proses Pemindahan Turbin Kelokasi Pemasangan	39
L7. Pengukuran Kedalaman Air.....	39
L8. Proses Membuat Bendungan	40
L9. Proses Pemasangan Pipa.....	40
L10. Proses Pemindahan Turbin	41
L11. Proses Pemasangan Turbin	41
L12. Pengukuran Kecepatan Putaran Rotor	42
L13. Turbin Ulir Archimedes.....	42
L14. Rotor Turbin Archimedes	43
L15. Casing Turbin Archimedes	43
L16. Poros Turbin Archimedes	44
L17. Bantalan (<i>bearing</i>)	44
L18. Tachometer	45
L19. Jangka Sorong.....	45
L20. Multimeter	46
L21. <i>Clamp Ampere</i> meter	46
L22. <i>Stop Watch</i> Turbin	47
L23. <i>Tape Measure</i>	47
L24. Bola Ping Pong	48
L25. Busur.....	48
L26. <i>Spirit Water</i>	49
L27. Generator	49
L28. <i>Water Control</i>	50
L29. Pipa	50

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan sumber energi berbasis konvensional untuk pembangkitan daya listrik di Indonesia hingga saat ini masih sangat signifikan, dominasi bentuk sumber energi tersebut beriringan dengan jumlah cadangan seperti batubara dan minyak bumi. Dampak negatif secara global pada penggunaan yang terjadi adalah meningkatkan efek gas rumah kaca yang selanjutnya menaikkan temperatur bumi. Upaya untuk meminimalisir dampak yang terjadi adalah dengan menurunkan peran penggunaan sumber energi berbahan bakar fosil dengan menggalakkan kemampuan sistem pembangkitan melalui pemanfaatan sumber energi berkelanjutan dalam konteks sumber Energi Baru dan Terbarukan (EBT). Air yang merupakan sub segmen EBT dengan jenis dan kapasitas yang beragam dan tersebar luas di Indonesia sangat berpotensi dikembangkan lebih lanjut untuk pembangkitan daya listrik (Supu, et al., 2016).

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari sumber menuju muara. Manfaat terbesar dari sungai adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, bahkan potensial untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air. Air merupakan salah satu sumber energi, karena pada air tersimpan energi potensial untuk kondisi air jatuh dan energi kinetik untuk kondisi air yang mengalir. Jatuhan air pada ketinggian tertentu didalamnya terkandung energi potensial yang merupakan proses alami jika dimanfaatkan untuk memutar turbin air maka dapat diubah menjadi energi mekanik dan elektrik. Tenaga air merupakan sumber energi yang bersifat *non-depletable* (tidak dapat habis) namun sumber air bisa mengalami kekurangan intensitas hal ini dipengaruhi oleh iklim yang menyebabkan angka curah hujan serta kerusakan alam seperti penggundulan hutan dan perusakan struktur tanah (Yandra & Djufri, 2019).

Aplikasi turbin air dalam skala kecil seterusnya disebut sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dipilih sebagai salah satu sistem pembangkitan daya listrik berbasis energi alternatif yang ramah lingkungan, dapat diperbaharui, tidak konsumtif terhadap pemakaian air, berkelanjutan dan biaya

operasinya kecil sesuai dengan daerah terpencil. PLTMH mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Energi tersebut dimanfaatkan untuk memutar turbin yang dihubungkan dengan generator listrik. PLTMH memiliki tiga komponen utama yaitu air (sumber energi), turbin dan generator (Suparjo, Balaka, & Kadir, 2020).

Turbin ulir merupakan jenis turbin air yang baru diteliti satu decade ini, diadopsi dari teori Archimedean *screw*. Turbin ulir dikategorikan jenis turbin reaksi yang bisa dipakai pada *head* rendah. Kajian turbin ulir secara eksperimental masih perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi *real* agar turbin ulir dapat diaplikasikan secara optimal (Saroinsong, Thomas, & Mekel, 2017).

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji numerikal rotor turbin dan analisis dimensi pada sistem PLTMH sarwan berbasis turbin ulir Archimedes

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah ini mengkaji numerikal untuk rotor turbin yang berhubungan dengan panjang *blade* dan analisis dimensi pada sistem pltmh sarwan berbasis turbin ulir Archimedes

1.4 Sistematika Penulisan

Penelitian ini masing-masing ditulis dalam beberapa bagian untuk mempermudah dalam penyusunan. Secara sistematika penulisan skripsi ini akan ditulis sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN : Berisi tentang latar belakang judul, tujuan penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA : Membahas mengenai landasan teori yang berisikan dasar pemikiran secara teoritis dan secara umum antara lain tentang PLTMH, turbin air, turbin ulir

Archimedes. Kajian numerik rotor, dan analisis dimensi.

BAB 3 METODE PENELITIAN : Pada bab ini akan dibahas secara rinci mengenai metode pengerjaan skripsi.

BAB 4 DATA DAN ANALISIS : Pada bab ini menguraikan tentang kajian numerik untuk rotor turbin dan menganalisis dimensi pada sistem PLTMH sarwan berbasis turbin ulir Archimedes.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN: Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari pembahasan pada bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- Saefudin, E., Kristyadi, T., Rifki, M., & Arifin, S. (2017, Oktober). Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 1(3), 233-244.
- Ardika, I. A., Weking, A. I., & Jasa, L. (2019, Mei). Analisa Pengaruh Jarak Sudu Terhadap Putaran Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(2), 217.
- Dewanto, H. P., Himawanto, D. A., Danardono, D., & Sukmaji. (2017, Oktober). Pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air piko hidro (PLTA-PH) dengan variasi debit aliran. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 12(2), 54-62.
- Dorsey, A. (2017). Dimensional Analysis. *American Institute of*, 1-12.
- Dwiyanto, V., K., D. I., & Tugiono, S. (2016, September). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai). *JRSDD*, IV(3), 407-422.
- Ellanda, R. K., Juwono, P. T., & Asmaranto, R. (2018, Mei). Kajian optimasi energi pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro kanzy I di kabupaten Pasuruan. *Jurnal Teknik Pengairan*, 9(1), 29-36.
- Harja, H. B., Abdurrahim, H., Yoewono, S., & Riyanto, H. (2016, Juni 1). Penentuan Dimensi Sudu Turbin Dan Sudut Kemiringan Poros Turbin Pada Turbin Ulir Archimedes. *Metal Indonesia*, 36(1), 26-33.
- Islam, M. (2016, Oktober). Perbandingan analisis kolom dengan metode analitis dan metode beda hingga (kasus kolom dengan dimensi 300x300 mm², $f_c = 20$ MPa, $f_y = 400$ MPa, $A_s + A_s' = 1\%$ Ag). *Jurnal Inersia*, 8(2), 55-66.
- Jamaludin. (2018). Analisa Daya Listrik Optimum Model Screw Turbine 2 Blade Sebagai Penggerak Generator Listrik. *Jurnal Teknik Mesin*, 1-11.
- Juliana, I., Weking, A. I., & Jasa, L. (2017). Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir dan Daya Putar Turbin Ulir dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3), 393-400.
- Kurniady, I., Amirsyam, & Amrinsyah. (2019, Februari). Kapasitas Aliran Terhadap Daya Turbin. *JESCE (Journal of Electrical and System Control Engineering)*, 2(2), 98-115.
- Misbachudin, M., Subang, D., Widagdo, T., & Yunus, M. (2016, Oktober). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Desa Kayuni Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat. *Jurnal Austenit*, VIII(2), 2085-1286.
- Pereiras, B., Lopez, I., Castro, F., & Iglesias, G. (2015). Non-dimensional analysis for matching an impulse turbine to an OWC (oscillating water column) with an optimum energy transfer. *Energy*, 87, 481- 489.
- Platonov, D., Minakov, A., Dekterev, D., Dekterev, A., A Dekterev, A., & Lobasov, A. (2019). Numerical study of the screw rotors for small scale . *ournal of Physics: Conference Series*, 1-6.

- Putra, I. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018, Seotember). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3), hal. 385-392.
- Saroinsong, T., Thomas, A., & Mekel, A. N. (2017). Desain Dan Pembuatan Turbin Ulir Archimedes Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Prosiding Sentrinov, III*, 2477-2097.
- Slameto, Suharto, B., & Becti, E. F. (2016). Pembuatan Dan Pengujian Ttrbin Ulir Dua Sudu. *Jurnul Teknik Energi*, 6(2), 547-550.
- Sudrajad, W. F., Rahmanto, R. H., & Handoyo, Y. (2018). Uji eksperimen efisiensi turbin reaksi aliran vortex inlet involut dengan variasi diameter impeller. *Sinergi energi & teknologi*, 165-174.
- Suparjo, M., Balaka, R., & Kadir. (2020, Juni). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Desa Masolo Raya Dalam Inovasi Turbin Pelton Dengan Sumbu Horizontal. *ETHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 5, 34-39.
- Supu, I., Jambonada, N., Hakim, Indirahasti, Sulastri, D., Jaya, I., & Hasrida. (2016, September). Prototipe Pembangkit Listrik Mikrohidro (Pltmh) Dengan Memanfaatkan Aliran Sungai Latuppa. *Jurnal Dinamika*, 7(2), 42-48.
- Triatmodjo, B. (2016). *HIDRAULIKA II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Utama, H. S., & Kusriyanto, M. (2018, Maret 1). Prototype Pembangkit Mikrohidro Terintegrasi Beban Komplemen. *Teknoin*, 24, 55-66.
- Weking, A. I., & Sudarmojo, Y. P. (2019). Prototype Design Of Micro Hydro Using Turbine Archimedes Screw For Simulation Of Hidropower Practical Of Electro Engineering Students. *Journal of Electrical, Electronics and Informatics*, 6-14.
- Wibowo, H., Daud, A., & Amin, M. A. (2015, Oktober 1). Kajian Teknis Dan Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). *Jurnal Penelitian dan kajian bidang teknik sipil*, 4, 34-41.
- Yandra, F. E., & Djufri, S. U. (2019, Juni). Studi Awal Pemanfaatan Turbin Screw pada Aliran Sungai Kecil di Kota Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation*, 29-32.
- Yulianto, Tarmukan, & Priyadi , B. (2017). Implementasi Turbin Rotor Sekrup Untuk Aliran Datar. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan*, 1-6.