

SKRIPSI
TINJAUAN PARAMETER MEKANIS PADA SISTEM PLTMH
KARYATANI 1 KAPASITAS 10 kW BERKAITAN DENGAN
PERUBAHAN PONDASI TURBIN



Disusun oleh:

MUHAMMAD FARHAN NASUTION

132019153

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2023

LEMBAR PENGESAHAN
TINJAUAN PARAMETER MEKANIS PADA SISTEM PLTMH KARYATANI I
KAPASITAS 10 KW BERKAITAN DENGAN PERUBAHAN PONDASI TURBIN




Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
07 Agustus 2023

Dipersiapkan dan disusun oleh:
MUHAMMAD FARHAN NST
132019153

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1


Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng
NIDN: 0212056402


Pembimbing 2


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

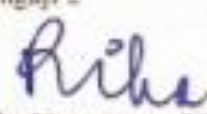
Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik


Prof. Dr. Ir. Kusnanto Romi, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng
NIDN: 0227077014


Penguji 1


Dr. Ir. Cekmas Cekdin, M.T
NIDN: 016046301

Penguji 2


Rika Noverianty, S.T., M.T
NIDN: 0214117504

Mengetahui
Ketia Program Studi Teknik
Elektra


Febri Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN: 0207038101

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- ❖ Karyamu akan menempatkan tempat yang khusus dalam hidupmu.
- ❖ Tetap bersabar dan bersyukur dalam keadaan apapun, yakin ada jalannya.
- ❖ Tidak ada hal yang sia-sia dalam belajar karena ilmu akan bermanfaat pada waktunya, jika kita malas belajar maka masa tuamu akan menelan pahitnya kebodohan.
- ❖ Selama ada niat dan keyakinan yang tidak mungkin akan menjadi mungkin.

Kupersembahkan skripsi kepada:

- ❖ Saya berhasil menyelesaikan skripsi ini karena berkat anugrah, karunia, dan keberkatan dari Allah SWT. Saya selalu diberikan kesehatan, perlindungan, kemudahan, rezeki, dan bantuan-Nya.
- ❖ Kepada Kedua Orang Tuaku Andriansyah dan Meryanti, terima kasih atas dukungan penuh dan do'a kalian yang selalu menyertaiku.
- ❖ Terima kasih kepada Pembimbing Skripsi I, Bapak Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng., yang telah membimbing saya dalam penulisan skripsi ini dan sekaligus menjadi figur yang seperti ayah dikampus dan dilapangan. Serta rasa terima kasih kepada Pembimbing Skripsi II saya, Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T., yang telah bersabar dan membimbing saya dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
- ❖ Kepada semua keluarga besarku yang selalu mengerti keadaan dan membuat saya untuk bersemangat dalam mengerjakan skripsi ini.
- ❖ Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
- ❖ Team *sarwan renewable energy*.

PERNYATAAN

Dengan ini, saya ingin menyatakan bahwa skripsi yang saya hasilkan adalah karya asli saya sendiri dan belum pernah diserahkan untuk tujuan pemberian gelar sarjana di institusi pendidikan manapun, sepanjang sepengetahuan saya. Selain itu, saya juga menegaskan bahwa tidak ada karya atau proposal yang pernah saya buat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali jika karya tersebut diacu dalam teks ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Palembang, 07 Agustus 2023
Yang Membuat Pernyataan,



Muhammad Farhan Nst

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jugalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **TINJAUAN PARAMETER MEKANIS PADA SISTEM PLTMH KARYATANI 1 KAPASITAS 10 kW BERKAITAN DENGAN PERUBAHAN PONDASI TURBIN** yang disusun untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sukses berkat bimbingan, arahan, dan nasehat yang sangat berharga. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dan selesainya skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

1. Bapak Ir. Zulkifli Saleh., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing 1
2. Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T. Selaku Dosen pembimbing 2

Dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Dr. Abid Dzajuli, S.E., M.M., Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs., Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T., Selaku Sekertaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Kedua orang tuaku Drs. H. Mursyid dan Hj. Rahma Latipah serta keluarga yang tak kenal lelah memberikan do'a dan dukungan penuh.

7. Sarwan Renewable Energi Team, rekan yang selalu memberi dukungan dan motivasi.
8. Teman-teman Mahasiswa Angkatan 2019 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

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

Palembang, 29 Juli 2023

Penulis,

Muhammad Farhan Nst

ABSTRAK

Kebutuhan listrik kian meningkat, berbagai upaya terus dilakukan baik mencari potensi baru atau pun dengan mengembangkan teknologinya. Selain dari kebutuhan listrik meningkat, juga terdapat daerah yang kondisi geografisnya tidak memungkinkan jaringan listrik kepada konsumen. Maka dari permasalahan tersebut dilakukan suatu upaya untuk menyuplai kebutuhan energi listrik dengan memanfaatkan kondisi dan potensi ada pada daerah tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk membuat tegangan listrik dan arus dapat tetap stabil yang dihasilkan oleh sistem PLTMH. Metode penelitian pada penelitian ini dimulai dengan pencarian referensi yang dapat ditulis dalam studi literatur yang akan digunakan sebagai rujukan dalam penelitian dan dilanjutkan dengan survey lapangan untuk melengkapi data yang diperlukan. Pengujian dan analisa yang dilakukan pada PLTMH 10 kW. Tinjauan Parameter Mekanis Pada Sistem Pltmh Karyatani 1 Kapasitas 10 Kw Berkaitan Dengan Perubahan Pondasi Turbin.

Kata Kunci : PLTMH, ELC, Generator

ABSTRACT

The need for electricity is increasing, various efforts are being made either to find new potential or to develop the technology. Apart from the increasing demand for electricity, there are also areas where geographical conditions do not allow the electricity network to consumers. So from these problems an effort is made to supply the needs of electrical energy by utilizing the conditions and potential that exist in the area. The purpose of this research is to stabilize the electric voltage and current generated by the MHP system. The research method in this study begins with a search for references that can be written in a literature study that will be used as a reference in research and is continued with a field survey to complete the required data. Tests and analysis carried out on a 10 kW MHP. From the results of moving the generator and turbine to the concrete holder, it shows that there are more stable voltage, current and frequency values using the ELC and Dummy Load.

Keywords : PLTMH, ELC, Generator

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTARCK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Miko Hidro (PLMTH)	5
2.1.1. Klasifikasi PLTMH	5
2.1.2. Prinsip Kerja PLTMH.....	8
2.1.3. Karakteristik PLTMH.....	9
2.1.4. Komponen PLTMH.....	12
2.1.5. Daya PLTMH	13
2.2. Debit Air.....	15
2.3. Tinggi Jatuh Air.....	15

2.4. Pipa Pesat (Penstock)	17
2.5. Turbin Air	18
2.6. Klasifikasi Turbin Air	19
2.7. Komponen Turbin Air	19
2.8. Turbin Crossflow	20
2.9. Karakteristik Turbin Crossflow	21
2.10. Generator	22
BAB 3 METODE PENELITIAN	27
3.1. Diagram Fishbone	27
3.2. Alat dan Bahan	27
3.3. Mekanisme Pelaksanaan Penelitian.....	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. Data	30
4.1.1. Penampang Saluran	30
4.1.2. Kecepatan Aliran Air Sungai Menggunakan Aplikasi Matlab	33
4.1.2. Head Atau Tinggi Jatuh Air.....	36
4.1.3. Kecepatan Aliran Air Sungai.....	38
4.2. Daya Available	39
4.3. Daya Turbin.....	40
4.4. Daya Generator.....	40
4.5. Rpm Putaran Turbin	40
4.6. Rpm Generator	42
4.7. Analisis Tinjauan Parameter Mekanik dengan Perubahan Pondasi	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1. Kesimpulan.....	44
5.2. Saran.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Pembangkit Listrik Tenaga Air Kecil	5
Gambar 2.2. Skema Pembangkit Listrik Tenaga Mikohidro	6
Gambar 2.3. Prinsip Kerja PLTMH	10
Gambar 2.4. Tinggi Jatuh (head) PLTMH	16
Gambar 2.5. Lintas Air Melalui Turbin	20
Gambar 2.6. Generator a) Salient-pole Rotor. (b) Cylindrical-rotor.....	22
Gambar 3.1. Diagram fishbone	27
Gambar 4.1. Penampang Saluran	30
Gambar 4.2. Kurva Lebar Penampang Saluran.....	33
Gambar 4.3. Kurva Tinggi Penampang Saluran Turbin 1	33
Gambar 4.4. Kurva Kecepatan Aliran Tertinggi	35
Gambar 4.5 Kurva Kecepatan Aliran Terendah.....	36
Gambar 4.6. Ilustrasi Kecepatan Aliran Air Sungai	36
Gambar 4.7. Metode Waterpass dan Papan Kayu.....	37
Gambar 4.8. Diagram Kecepatan Aliran.....	38
Gambar 4.9. Rpm Turbin Sebelum dan Sesudah	41
Gambar 4.10. Grafik Putaran Generator	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kategori PLTA berdasarkan Hasil Produksi Listrik	5
Tabel 2.2. Putaran Generator Sinkron Rpm	25
Tabel 3.1. Alat dan Bahan yang Digunakan	28
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Lebar Penampang Saluran	31
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Tinggi Penampang Saluran	32
Tabel 4.3. Pengukuran Kecepatan Aliran Air Sungai	34
Tabel 4.4. Kecepatan Aliran Tertinggi dan Terendah.....	35
Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Tinggi Jatuh Air.....	37
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran Air Sungai	38
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Debit Air.....	39
Tabel 4.8. Rpm Putaran Turbin dengan Perubahan Pondasi.....	40
Tabel 4.9. Perhitungan Rpm Generator	42

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan sumber energi paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dipedesaan ataupun diperkotaan. Sumber daya alam di daerah pedesaan bisa dijadikan sumber energi berupa energi listrik karena sumber daya alam pedesaan memiliki potensi sumber energi alternatif yang bersifat tidak akan habis dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi berkelanjutan. Sumber daya alam pedesaan yang bisa dimanfaatkan yaitu energi angin, energi air, dan energi cahaya matahari (Ramadhan et al., 2020). Kemampuan pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) di Indonesia mencapai 443.208 MW, tetapi pemanfaatannya baru mencapai sekitar 1,9% dari total potensi kapasitas yang mampu dibangkitkan (Dinata et al., 2020). Kapasitas PLTMH yang terpasang di Indonesia saat ini baru mencapai 197,4 MW atau sekitar 1,0% dari potensi kapasitas yang mampu dibangkitkan. Energi air memiliki potensi pada daerah perbukitan maupun pegunungan karena faktor vegetasi yang masih lebat sehingga air yang dihasilkan tidak akan terputus, selain itu sangat cocok untuk mendirikan pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yang dimana pada sistem pembangkitan memerlukan tinggi jatuh air yang menjadi syarat pada PLTMH tersebut.

PLTMH merupakan pembangkit ramah lingkungan dan mampu menjadi pemicu pertumbuhan ekonomi pedesaan, karena merupakan sinergi dari menjaga lingkungan, melestarikan hutan dan daerah tangkapan air (catchment area), sehingga sepantasnya potensi mikro hidro ini dimanfaatkan seoptimal mungkin dengan mempertimbangkan beberapa aspek, antara lain aspek teknis, lingkungan, ekonomi dan sosial guna mewujudkan pemerataan energi listrik di desa tertinggal dan terpencil (Anton, Yuliarman, & Amraini 2019).

Pergerakan air menghasilkan energi pembangkit listrik. Tenaga air (hydropower) adalah istilah untuk ini. Saat ini, sebagian besar energi terbarukan berasal dari tenaga Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), juga dikenal sebagai Mikro Hidro, adalah salah satu jenis tenaga air. Untuk menghasilkan tenaga yang berguna, skema hidro membutuhkan dua hal, aliran air dan ketinggian jatuh, juga dikenal sebagai “kepala.” Ini adalah sistem konversi daya yang mentransmisikan daya listrik atau daya poros mekanis sementara menyerap energi dari ketinggian dan aliran. (Buyung 2019).

Torsi merupakan suatu gerakan berupa dorongan yang terjadi antara sudu dan poros engkol. Jika terjadi dorongan pada kedua bagian tersebut, maka akan menghasilkan suatu perputaran gerakan atau torsi. Gerakan ini sering terjadi pada turbin, sehingga turbin tersebut bisa berfungsi dengan maksimal.

Turbin air adalah mesin konversi energi yang berfungsi untuk merubah/mengkonversi energi potensial (head) yang dimiliki oleh air ke bentuk energi mekanik pada poros turbin (Mafruddin & Irawan, 2019). Turbin Crossflow merupakan salah satu jenis turbin implus yang paling umum digunakan dalam pembangkit listrik tenaga air seperti pembangkit listrik tenaga pikohidro. Pemilihan ini didasarkan pada tingginya efisiensi dari turbin Crossflow diperoleh karena pemanfaatan energi air dilakukan dengan dua tahap sehingga menghasilkan efisiensi yang tinggi (Mafruddin & Marsuki, 2018).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Sola Fide Krisnanda 2020). Dengan judul “Perancangan PLTMH Di Bendung Kadisoka”. Dari hasil penelitian tersebut dilakukan evaluasi desain dasar Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH) dengan mengacu pada sistem sejenis yang sudah terpasang di daerah lain.

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Buyung, 2018) telah dilakukan analisis besaran tinggi jatuh air terhadap besaran daya terbangkitkan pada turbin jenis pelton dari hasil penelitian tersebut didapatkan daya turbin sebesar 27,499 Watt dan 24,385 Watt. Berdasarkan penelitian sebelumnya tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran daya

terbangkitkan pada PLTMH turbin dengan jenis crossflow berbeda dengan penelitian sebelumnya turbin jenis pelton.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Donny Christiawan , Lie Jasa, Yanu Prpto Sudarmojo, 2018) dengan judul “Studi Analisis Pengaruh Model Sudu Turbin Terhadap Putaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)” dari hasil penelitian tersebut dilakukan investigasi terhadap sudu turbin mikro hidro untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif dengan rpm yang lebih besar. Hasil pengukuran yang dilakukan, diperoleh rpm tertinggi sebesar 151,6 dan torsi tertinggi sebesar 0,017 Nm.

Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh (Purwanto, syahrul, A Juni, 2018) dengan judul “Pengaruh Perubahan Debit Aliran Terhadap Putaran Turbin Banki dan Kaplan” dari hasil penelitian tersebut bertujuan untuk mengamati pengaruh debit aliran terhadap putaran yang dihasilkan dari turbin. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh (J Lie, 2019) dengan judul “Analisa Pengaruh Jarak Sudu Terhadap Putaran Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)” dari hasil penelitian tersebut dilakukan investigasi terhadap jarak sudu turbin ulir, untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif dengan rpm yang lebih.

Hal ini lah yang melatar belakangi saya untuk menganalisa bagaimana parameter mekanis sistem PLTMH dengan perubahan pondasi turbin. Sebagai tugas akhir saya dengan judul penelitian “**TINJAUAN PARAMETER MEKANIS PADA SISTEM PLTMH KARYATANI 1 KAPASITAS 10 KW BERKAITAN DENGAN PERUBAHAN PONDASI TURBIN**”. Diharapkan dengan adanya energy alternative berbasis mikro hidro sebagai energy utama untuk menghidupkan tenaga listrik di lingkungan masyarakat yang belum terjangkau oleh listrik. Dan dapat mengedukasi masyarakat bagaimana pemanfaatan energy yang terbarukan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis parameter mekanis pada sistem PLTMH Karyatani 1 kapasitas 10 kW berkaitan dengan perubahan pondasi turbin.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini menganalisis parameter mekanis pada sistem PLTMH Karyatani 1 kapasitas 10 kW berkaitan dengan perubahan pondasi turbin.

1.4 Sistematika Penulisan

Secara sistematis penulisan skripsi ini akan ditulis sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi tentang Latar Belakang, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Dan 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.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas secara rinci mengenai metode pengerjaan skripsi.

BAB 4 DATA DAN ANALISIS

pada bab ini meninjau parameter mekanis pada sistem PLTMH Karyatani 1 kapasitas 10 kW berkaitan dengan perubahan pondasi turbin.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari pembahasan pada bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andianus, Darmawan S, Riza A. (2021). Rancang Bangun Prototype Hydro Turbin Jenis Cross Flow Untuk Perkotaan. *Program Studi Teknik Mesin*, 17, 43-50.
- Apriani Yosi, Saleh Zulkiffli, Dillah, Riyan Kurnia, Sofian, Ian Mochamad. (2020). Analysis Of The Local Energy Potential Connection With Power Plants Based On Archimedes Turbine 10 Kw. *Jurnal Of Robotics And Control (Jrc)*, 162 - 166.
- Bancin Jhon & Andika S. (2021). Uji Eksperimental Pada Turbin Kaplan Dan Analisa Performansi Dengan Variasi Jumlah Sudut Gerak Terhadap Sudut-Sudut Pengaruh 20o Dan Jarak Vertikal 20 Cm. *Jurnal Ilmiah Pendidikan, Vol.1*, 13-18.
- Darwito Lilik, Nurdin. H, Purwantono, Kurniawan. A. (2022). Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Cross Flow Akibat Perubahan Putaran Runner. *Journal Of Mechanical Electrical And Industrial Engineering, Volume : 4*, 9-16.
- Dede Furqon Nurjaman, S.T., M.T. (2019). Analisis Pengaruh Sistem Eksitasi Terhadap Tegangan Keluaran Generator Sinkron Mini Hydro. *Program Studi Teknik Elektro*, 85-88.
- Dinata.S, Et All. (2020). Effect Of Head Variations On Performance Four Size Of Blowers As Turbine (Bat). *Ternational Journal Of Renewable Energy Research, Vol.10*.
- Donny Christiawan , Lie Jasa, Yanu Prapto Sudarmojo. (2017). Studi Analisis Pengaruh Model Sudu Turbin Terhadap Putaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Teknologi Elektro*, 16, 104 - 111.
- Fachrudin., Et Al. (2021). Penerapan Sistem Perawatan Metode Ismo Pada Turbintipe Vertical Francis Kapasitas 35 Mw. *Jurnal Teknik Mesin, Vol.7*.
- Farhan Miftah, Hidayat. R, Saragih. Y. (2021). Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator Unit 2 Pltmh Curug. *Jurnal Simetrik, Vol 11*, 1.
- Firhan. (2022). Analisis Kinerja Pembangkit Tenaga Mikro Hidro Turbin Whirlpool Dengan Menggunakan 6 Sudu. *Program Studi Teknik Mesin*.

Hanggara I, Irvani H. (2017). Potensi Pltmh (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Jeka Buana*, 2, 149-155.

- Irawan.D, Mafruddin.M. (2018). Pengaruh Diameter Dan Jumlah Sudu Runner Terhadap Kinerja Turbin Cross-Flow. *Program Studi Teknik Mesin*.
- J Lie, E. A. (2019). Analisa Pengaruh Jarak Sudu Terhadap Putaran Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, 10*, 217-226.
- K. Umurani, A M Siregar, Surya Al-Amin. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirpool Terhadap Kinerja. *Program Studi Teknik Mesin, Vol. 3*, 103-111.
- Krisnanda. F. S. (2019). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Di Bendung Kadisoka. *Studi Teknik Sipil*.
- Manuaba, Jasa. L, Mastika. W. N. (2020). Karakteristik Kinerja Turbin Nest-Lie Pada Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Jurnal Spektrum, Volume 7*, 8-15.
- Micheal. P.A., Jawahar. C. (2017). Design Of 15 Kw Micro Hydro Power Plant For Rural Electrification At Valara. *Energy Procedia*, 163 - 171.
- Murtadho Ahmad & Yusiana Venny. (2019). Rancang Bangun Turbin Untuk Pltmh Di Jalan Bintara Sungai Duren Kecamatan Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Of Electrical Power Control And Automation*, 25-28.
- Nurhidayat M. (2021). Studi Percobaan Pengaruh Variasi Beban Kerja Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik (Jimt)*, 9.
- Pattiaapon. R., Et Al. (2019). Penggunaan Motor Sinkron Tiga Fasa Tipe Salient Pole Sebagai Generator Sinkron. *Jurnal Simetrik, Vol. 9*, 197-2017.
- Purwanto, Syahrul, A Juni. (2018). Pengaruh Perubahan Debit Aliran Terhadap Putaran Turbin Banki Dan Kaplan. *Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi, 18*, 13-18.
- S. Darmawan, Et All. (2018). Turbulent Flow Analysis In Auxiliary Cross-Flow Runner Of A Protox-3 Bioenergy Micro Gas Turbin Using Rng K Turbulance Model. *Aprn J. Eng. Appl. Sci, 10*, 7086 - 7091.
- Saleh. Z., Apriani. Y., Ardianto. F., Purwanto. R. (2019). Analisis Karakteristik Turbin Crossflow Kapasitas 5kw. *Program Studi Teknik Elektro, Vol.3*, 255-261.
- Sitompul, Atmam, Setiawan. (2021). Pengontrolan Tegangan Medan Generator Sinkron Terhadap Perubahan Beban Menggunakan Programmable Logic Controller (Plc). *Jurnal Teknik, Volume 15*, 66-75.

- Sunardiyo Said, Et Al. (2022). Pemodelan Sistem Pembangkit Hybrid Diesel Generator - Pv Microgrid Interaktif. *Program Studi Teknik Elektro*.
- Tirono Muhammad. (2019). Pemodelan Turbin Cross-Flow Untuk Diaplikasikan Pada Sumber Air Dengan Tinggi Jatuh Dan Debit Kecil. *Jurnal Neutrino, Vol.4, 2*.
- Wiranata Andrean.P.I, Et All. (2020). Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Cross Flow. *Jurnal Spektrum, Vol.7, 4*.
- Wiranata. A. P., Et Al. (2020). Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Cross Flow. *Jurnal Spektrum, Vol.7, 4*.
- Yanuar A. (N.D.). Perencanaan Low Head Mikro Hidro Di Dusun Iv Desa Walatana Kecamatan Dolo Selatan Kabupaten Sigi. *Media Litbang Sulteng, 2, 137-145*.