

SKRIPSI
KOMPARASI ROTOR TURBIN CROSSFLOW DENGAN TURBIN
LOKAL PADA KAPASITAS 10 kW



Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Program
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Disusun oleh :
MUHAMMAD ALIF IRWANTO
132019147

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2023

LEMBAR PENGESAHAN
KOMPARASI ROTOR TURBIN CROSSFLOW DENGAN TURBIN LOKAL PADA
KAPASITAS 10 kW




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

Dipersiapkan dan disusun oleh:
MUHAMMAD ALIF IRWANTO
132019147

Susunan Dewan Penguji


Pembimbing 1


Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng
NIDN: 0212056402

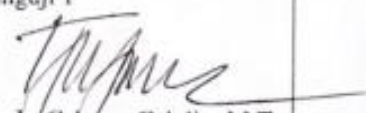
Pembimbing 2


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

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik


Prof. Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng
NIDN: 0227077004

Penguji 1


Dr. Ir. Cekmas Cekdin, M.T
NIDN: 010046301

Penguji 2


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

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik
Elektro


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

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya buat ini tidak ada karya yang pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi atau universitas manapun, sepanjang pengetahuan saya dan tidak terdapat karya atau susulan yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis di acu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar Pustaka

Palembang, 22 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



M. Alif Irwanto

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- ❖ Berikanlah yang terbaik orang-orang hanya menilai dirimu yang menjalankan.
- ❖ Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu memaklumkan, “Sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya Aku akan menambah (nikmat) kepadamu, tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka pasti azab-Ku sangat berat.”(QS. Ibrahim. Ayat 7)

Kupersembahkan skripsi ini kepada :

- ❖ Allah Subhanahuwataalla, atas segala nikmat dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis dan menyelesaikan skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, perlindungan, kemudahan, rezeki, dan pertolongan.
- ❖ Dua orang hebat dalam hidup saya, Ayahandaku Bambang Diswanto dan Ibundaku Irma Yulaini. Keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap di mana skripsi ini akhirnya selesai.
- ❖ Kakak saya tercinta yaitu Merista Desiliani
- ❖ Bapak Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng., selaku pembimbing 1 saya yang telah memberi masukan dan saran dan menjadi ayah kedua di kampus, Serta ibu Yosi Apriani, S.T., M.T., selaku pembimbing 2 saya.
- ❖ Bapak Feby Ardianto, ST., M.Cs selaku ketua program studi teknik elektro yang telah membimbing saya selama perkuliahan.
- ❖ Serta rekan-rekan *Electrical Engineering* angkatan 2019, *Sarwan Renewable Energy Team*, yang tak henti-hentinya memberikan semangat.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunianya jugalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **KOMPARASI ROTOR TURBIN CROSSFLOW DENGAN TURBIN LOKAL PADA KAPASITAS 10 kW** yang disusun 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 1
- Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2

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 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 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Huraiah, S.T., M.T. 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. Orangtua dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan penuh.
8. Badiyahul Hidayah sebagai support system dan selalu menemani penulis memberikan motivasi dan doa.
9. Rekan-rekan Sarwan *Renewable energy team* yang sudah membantu menyelesaikan skripsi ini.

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, 22 Juli 2023

Penulis,

M. Alif Irwanto

ABSTRAK

Fokus kajian penelitian ini diarahkan pada analisis perbandingan daya turbin dan generator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi turbin sebesar 65% dan generator sinkron 65%. Diameter *pulley* turbin crossflow sebesar 0.34 m dan turbin lokal 0.24 m. Nilai debit air $0.204 \text{ m}^3/\text{det}$ dan *head* sebesar 10.7. Daya *available* pada saluran adalah 21.41 kW. Hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk mendapatkan perbandingan rotor turbin crossflow dengan turbin lokal berdasarkan parameter-parameter jenis turbin crossflow, head, debit, dan didapat putaran turbin crossflow sebesar 423.9 rpm dan turbin lokal sebesar 277 rpm. Untuk perbandingan rotor turbin crossflow dengan turbin lokal yang dihasilkan maka dibutuhkan putaran pada turbin tersebut. Sehingga didapatkan perbandingan turbin crossflow dengan nilai Tegangan 218 V, Arus 7.65 A dan Daya 1667.69 Watt Sedangkan pada turbin lokal didapatkan nilai tegangan 217.4 V, Arus 6.58 A dan Daya 1469.62 watt yang dihasilkan pada generator.

Kata kunci : PLTMH, putaran, daya

ABSTRACT

The focus of this research study is directed at comparative analysis of turbine and generator power. The research results show that the turbine efficiency is 65% and the synchronous generator is 65%. The pulley diameter of the crossflow turbine is 0.34 m and the local turbine is 0.24 m. The water discharge value is 0.204 m³/sec and the head is 10.7. The available power on the line is 21.41 kW. The results of calculations have been carried out to obtain a comparison of the crossflow turbine rotor with the local turbine based on the parameters of the crossflow turbine type, head, discharge, and obtained a crossflow turbine rotation of 423.9 rpm and a local turbine of 277 rpm. To compare the crossflow turbine rotor with the locally produced turbine, rotation of the turbine is required. So we get a comparison of the crossflow turbine with a voltage value of 218 V, a current of 7.65 A and a power of 1667.69 Watts. Meanwhile, in the local turbine we get a voltage value of 217.4 V, a current of 6.58 A and a power of 1469.62 watts produced by the generator.

Kata kunci : PLTMH, rotation, power

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)	5
2.1.1 Karakteristik PLTMH.....	6
2.1.2 Komponen PLTMH.....	8
2.1.3 Kelebihan PLTMH	9
2.1.4 Kekurangan PLTMH	10
2.2 Turbin Air	11
2.2.1 Klasifikasi turbin air	11
2.2.2 Komponen turbin air.....	12
2.3 Jenis – jenis Turbin.....	12
2.3.1 Turbin crossflow	12
2.3.2 Turbin <i>Archimedes screw</i>	13
2.3.3 Turbin kaplan.....	14
2.3.4 Turbin pelton	14
2.3.5 Turbin francis	15

2.4 Turbin Crossflow	16
2.4.1 Komponen turbin crossflow	17
2.4.2 Karakteristik turbin crossflow	18
2.5 Generator	19
2.5.1 Komponen generator sinkron	20
2.5.2 Prinsip kerja generator.....	21
2.5.3 Daya generator.....	22
2.6 Torsi	22
2.7 Putaran Spesifik	22
2.8 Putaran Turbin Crossflow.....	23
BAB 3 METODE PENELITIAN	24
3.1 Diagram Alir.....	24
3.2 Bahan dan Alat	24
3.3 Mekanisme Penelitian	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Data dan Hasil Penelitian	27
4.1.1 Kapasitas debit air	27
4.1.2 Kecepatan aliran sungai	29
4.1.3 Metode beda hingga menggunakan aplikasi matlab	30
4.1.4 <i>Head</i> atau tinggi jatuh air	32
4.1.5 Daya yang tersedia / daya <i>available</i>	34
4.1.6 Daya terbangkitkan	34
4.2 Data Spesifikasi Generator	35
4.3 Data Perbandingan Spesifikasi Turbin	35
4.3.1 Diameter <i>pulley</i> turbin	36
4.3.2 Diameter turbin	37
4.3.3 Data putaran <i>pulley</i> turbin	38
4.4 Data Parameter Elektris PLTMH	39
4.5 Analisis	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43

5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema PLTMH	5
Gambar 2.2 Metode water pas dan papan kayu	7
Gambar 2.3 Turbin crossflow	13
Gambar 2.4 Turbin <i>Archimedes crew</i>	13
Gambar 2.5 Komponen turbin kaplan	14
Gambar 2.6 Turbin pelton	15
Gambar 2.7 Turbin francis	16
Gambar 2.8 Komponen turbin crossflow	17
Gambar 2.9 Konstruksi generator sinkron	19
Gambar 2.10 Konstruksi stator	20
Gambar 2.11 Konstruksi rotor	21
Gambar 3.1 Diagram <i>fishbone</i>	24
Gambar 4.1 Penampang saluran	27
Gambar 4.2 Grafik kecepatan aliran sungai	30
Gambar 4.3 Grafik kecepatan aliran tertinggi	31
Gambar 4.4 Grafik kecepatan terendah	32
Gambar 4.5 Metode <i>waterpass</i> atau papan kayu	33
Gambar 4.6 Grafik diameter <i>pulley</i> turbin	37
Gambar 4.7 Grafik diameter turbin	38
Gambar 4.8 Grafik kecepatan putaran	39
Gambar 4.9 Grafik tegangan pada PLTMH	40
Gambar 4.10 Grafik arus pada PLTMH	41

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat dan bahan	25
Tabel 4.1 Hasil pengukuran lebar penampang dan tinggi penampang	28
Tabel 4.2 Kecepatan aliran sungai	29
Tabel 4.3 Hasil pengukuran aliran menggunakan <i>current meter</i>	30
Tabel 4.4 Kecepatan aliran tertinggi dan terendah	31
Tabel 4.5 Hasil perhitungan matlab	32
Tabel 4.6 Hasil pengukuran <i>head</i> atau tinggi jatuh air	33
Tabel 4.7 Hasil perhitungan mencari debit	34
Tabel 4.8 Spesifikasi generator	35
Tabel 4.9 Spesifikasi turbin lokal	35
Tabel 4.10 Spesifikasi turbin crossflow	36
Tabel 4.11 Diameter <i>pulley</i> turbin	36
Tabel 4.12 Diameter turbin	37
Tabel 4.13 Hasil pengukuran <i>pulley</i> turbin	38
Tabel 4.14 Hasil pengukuran tegangan pada PLTMH.....	39
Tabel 4.15 Hasil pengukuran arus pada PLTMH	40
Tabel 4.16 Perhitungan nilai daya turbin lokal	41
Tabel 4.17 Perhitungan nilai daya turbin crossflow	42

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat untuk melangsungkan aktifitas keseharian. Pemerataan suplai daya listrik sejauh ini terus diupayakan untuk memperbesar rasio elektrifikasi secara nasional. Cakupan distribusi daya listrik sebagian besar masih terkonsentrasi pada kawasan industri yang seterusnya pada beban heterogen. Konsumsi daya listrik pada daerah dengan jangkauan jauh dari pusat pembangkitan lebih sulit dilakukan disebabkan oleh beberapa hal antara lain: (1) kondisi topografi berundak dengan ketinggian beragam, (2) sebaran daerah kepulauan, (3) titik-titik beban dengan koordinat menjauh dari *feeder* jaringan, (4) minim tingkat keekonomian.

Peranan Sumber Energi Setempat (SES) untuk mereduksi jumlah konsumen yang belum menikmati suplai daya listrik selaras dengan peningkatan rasio elektrifikasi secara nasional. Indonesia merupakan negara yang mempunyai iklim tropis dan berada pada garis khatulistiwa dengan banyak Energi Baru Terbarukan (EBT) (Murtadlo, 2016). Pembangkit listrik tenaga air adalah sumber energi terbarukan yang dapat digunakan. Pembangkit listrik tenaga air merupakan energi yang menggunakan air yang dapat dimanfaatkan dan diubah menjadi listrik. Selain itu, PLTA juga merupakan sumber energi yang ramah lingkungan dan bahan bakunya mudah didapat. Dengan memanfaatkan tenaga air sebagai sumber energi, peluang untuk keluar dari krisis energi yang terjadi saat ini akan lebih besar.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik skala kecil yang sumber energinya adalah pembangkit listrik tenaga air, seperti sungai atau saluran irigasi, dimana energi tersebut dihasilkan dengan menggunakan ketinggian air yang jatuh (*head*) dan intensitas aliran air. Mikrohidro merupakan nama yang terdiri dari dua kata, mikro yang berarti kecil dan hidrogen yang berarti air. Secara teknis, pembangkit listrik tenaga mikrohidro terdiri dari

beberapa komponen utama, antara lain air, generator, dan turbin. Pada pembangkit listrik, energi air digunakan untuk menjalankan turbin dan generator yang dapat menghasilkan listrik. Hujan yang jatuh ke permukaan bumi mempunyai energi potensial yang sesuai dengan tempat air mengalir. Daerah pegunungan merupakan daerah yang potensial untuk pengembangan PLTMH dan lebih cocok dibandingkan daerah dataran karena di daerah pegunungan sumber air hampir selalu tersedia dan mengalir melalui banyak sungai sepanjang tahun, jarang sekali mengalami kekeringan. Aliran sungai di dataran tinggi juga dapat dimanfaatkan sebagai PLTMH.

Turbin secara umum dapat diartikan sebagai mesin penggerak mula di mana energi fluida kerja yang digunakan langsung memutar roda turbin, fluida kerjanya yaitu berupa air, uap air dan gas. Dengan demikian turbin air dapat diartikan sebagai suatu mesin penggerak mula yang fluida kerjanya adalah air. (Lewerissa & Matapere, 2020) Turbin aliran silang merupakan turbin aktif (turbin impuls). Keuntungan menggunakan turbin aliran silang adalah membantu mengurangi biaya namun tetap menghasilkan listrik dalam jumlah besar. Hal ini karena turbin aliran silang lebih kecil dan kompak dibandingkan turbin pembangkit listrik tenaga angin. Diameter roda turbin angin biasanya 2 meter atau lebih, namun diameter turbin aliran silang bisa mencapai 15 cm sehingga bahan yang dibutuhkan jauh lebih sedikit sehingga bisa lebih murah. Hasil lain yang membuktikan keunggulan turbin aliran horizontal adalah pengujian yang dilakukan oleh Ossberger, pabrik pembuat turbin di Jerman, menunjukkan bahwa efisiensi energi turbin aliran horizontal 82% lebih tinggi dibandingkan turbin aliran horizontal. turbin. , meskipun mereka yang terbaik.(Basya et al., 2022).

Generator merupakan sumber energi listrik utama pada sistem kelistrikan, sehingga kinerjanya mempengaruhi pengoperasian jaringan listrik. Generator adalah salah satu jenis mesin listrik berputar yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui induksi magnet. Generator sinkron (disebut juga alternator) terdiri dari dua bagian utama: stator dan rotor. Stator adalah bagian diam dari generator sinkron tempat tegangan induksi dihasilkan. Sedangkan rotor adalah bagian mekanis yang berputar pada generator sinkron yang berfungsi untuk

menciptakan medan magnet dan tegangan induksi di sekitar kumparan stator. (Sidabutar et al., n.d.)

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Lewerissa & Matapere, 2020) dengan judul “Analisis Ukuran Sabuk Untuk Turbin Cross Flow pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) 30 kVA” dari hasil penelitian tersebut dilakukan investigasi mengetahui data putaran poros turbin untuk generator 30 kVA dan jarak sumbu poros dari turbin ke generator. Kemudian ukuran sabuk yang akan digunakan dianalisis secara teoritis.

Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh (T. D. Putra & Prasetyo, 2018) dengan judul “Pengaruh Sudu Hydrofoil Naca 9407 Terhadap Efisiensi Turbin Aliran Silang (Cross-Flow) Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)” dari hasil penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui bahwa turbin cross flow mempunyai pengaruh yang besar terhadap efisiensinya. Hal-hal yang harus dipertimbangkan dalam perancangan dan konstruksi roda jalan turbin aliran silang diantaranya adalah jumlah sudu, ketebalan sudu, kelengkungan sudu dan bentuk profil sudu. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Priambodho & Adiwibowo, 2020) dengan judul “Studi Analisis Pengaruh Model Sudu Turbin Terhadap Putaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)” dari hasil penelitian Turbin crossflow dipilih karena dirasa lebih unggul dalam kriteria pemilihan turbin serta lebih mudah dalam pembuatan dan pengaplikasiannya.

Hal inilah yang melatarbelakangi saya untuk mengkomparasi rotor turbin crossflow dengan turbin lokal 10 kW. Sebagai tugas akhir saya dengan judul penelitian

“Komparasi Rotor Turbin Crossflow Dengan Turbin Lokal Pada Kapasitas 10 kW”

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil perbandingan rotor turbin crossflow dengan rotor turbin lokal berkapasitas 10 kW

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini ialah memfokuskan pada komparasi rotor turbin crossflow dengan turbin lokal berkapasitas 10 kW.

1.4 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, tujuan dan pembatasan masalah.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan tentang teori pendukung yang digunakan untuk pembahasan dan cara kerja dari alat dan bahan pendukung, serta karakteristik dari komponen-komponen pendukung.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode yang digunakan, alat dan bahan yang digunakan, serta diagram yang menjelaskan tahap – tahap melakukan penelitian dari awal sampai dengan selesai.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan mengenai hasil analisis debit dan head, daya yang di hasilkan, analisis daerah tangkapan air dan penentuan lokasi.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian parameter listrik PLTMH yang telah di uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahmansyah, I. (2018). Rancang Bangun Prototipe Instalasi Pltmh Untuk Mengetahui Unjuk Kerja Alternator Dengan Variasi Debit Aliran Pada Pengaturan Katup Terhadap Output Daya.
- Basya, M. F., Santoso, B., & Ekayuliana, A. (2022). *Pengaruh Debit Air Terhadap Putaran Runner Turbin Crossflow Pada PLTMH*. 1045–1049.
- Insanto, P. H. A. & M. W. (2017). Eksperimental Pengaruh Variasi Rasio Sudu Berpenampang Datar Terhadap Daya Dan Efisiensi Turbin Reaksi Crossflow Poros Horizontal. 93–101.
- Lewerissa, Y. J., & Matapere, R. O. Y. (2020). *Jurnal Voering Vol. 5 No. 1 Juli 2020*. 5(1), 7–14.
- Mafruddin, M., & Irawan, D. (2014). Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-Flow Sebagai Pembangkit Listrik Di Desa Bumi Nabung Timur. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 3(2), 7–12. <https://doi.org/10.24127/trb.v3i2.12>
- Murtadlo, I. (2016). Analisis Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Di Embung Kuniran Kecamatan Sine Kabupaten Ngawi. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 152(3), 28. file:///Users/andreaataquez/Downloads/guia-plan-de-mejora-institucional.pdf%0Ahttp://salud.tabasco.gob.mx/content/revista%0Ahttp://www.revistaalad.com/pdfs/Guias_ALAD_11_Nov_2013.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v66n3.60060.%0Ahttp://www.cenetec.
- Nurdin, A., Azis, A., & Rozal, R. A. (2018). Peranan Automatic Voltage Regulator Sebagai Pengendali Tegangan Generator Sinkron. *Jurnal Ampere*, 3(1), 163. <https://doi.org/10.31851/ampere.v3i1.2144>
- Priambodho, G. R., & Adiwibowo, P. H. (2020). Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Berpenampang V Terhadap Daya Dan Efisiensi Turbin Crossflow Poros Horizontal Gigga Ryan Priambodho Priyo Heru Adiwibowo. *Jurnal Teknik Mesin UNESA*, 8(2), 19–30.

- Program, D., Teknik, S., Teknik, F., & Jimbaran, K. B. (2020). Output Pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Dengan Menggunakan Turbin Crossflow. *7*(3).
- Putra, I. G. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). *dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw*. *17*(3), 641–657.
- Putra, T. D., & Prasetyo, A. (2018). Pengaruh Sudu Hydrofoil Naca 9407 Terhadap Efisiensi Turbin Aliransilang (Cross-Flow) Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh). *Proton*, *10*(2), 12–19.
- Sahbana, M. A., & Anam, S. K. (2018). Pengaruh Jenis Sudu terhadap Daya dan Efisiensi Turbin Air Kinetik Poros Horizontal. *Proton*, *10*(2), 20–24.
- Saputra, I. G. N., Jasa, L., & Wijaya, I. W. A. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Pada Prototype Pltmh. *Jurnal SPEKTRUM*, *7*(4), 161–172.
- Sidabutar, A. K., Ontowirjo, A. H. J., & Mangindaan, G. M. C. (n.d.). Pengaturan Pencegahan Over-eksitasi Pada Generator Sinkron 20MW Menggunakan Distributed Control System Di PLTP Lahendong Unit 2. *Repo.Unsrat.Ac.Id*, 1–12.
http://repo.unsrat.ac.id/id/eprint/2926%0Ahttp://repo.unsrat.ac.id/2926/1/Repository_AaronKevinSidabutar_15021103062.pdf
- Sitompul, T., & Setiawan, D. (2021). *Pengontrolan Tegangan Medan Generator Sinkron Terhadap Perubahan Beban Menggunakan Programmable Logic Controller (Plc)*. *15*(April), 66–75.
- Tobi, M. D., Katolik, P., Paul, S., Harling, V. N. Van, & Paul, P. Saint. (2017). Studi Perencanaan Pembangunan Pltmh Di Kampung Sasnek Distrik. *July*.
<https://doi.org/10.32531/jelekn.v3i1.63>