

SKRIPSI
RANCANG BANGUN TURBIN *PROTOTYPE CROSSFLOW*
100WATT SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
HIBRIDA DENGAN TENAGA PIKOHIDRO
DAN TENAGA SURYA



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar
Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

M. Fikri

132020009

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2025

SKRIPSI

RANCANG BANGUN TURBIN *PROTOTYPE CROSSFLOW* 100WATT SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA DENGAN TENAGA PIKOHIDRO DAN TENAGA SURYA



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
13 Mei 2025

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

M. FIKRI
132020009

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

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

Penguji 1

Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng
NIDN. 0212056402

Pembimbing 2

Fadilah, S.T., M.T.
NIDN. 0215089003

Penguji 2

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

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik

Ir. A. Junaidi, M.T.
NIDN. 0202026502

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

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

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 1 September 2025

Yang membuat pernyataan



M. Fikri

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Tidak ada mimpi yang gagal, yang ada hanyalah mimpi yang tertunda. cuma sekiranya kalau teman teman merasa gagal dalam mencapai mimpi. jangan khawatir mimpi-mimpi lain bisa di ciptakan”

(Winda Basudara)

“Masa lalu saya adalah milik saya, masa lalu kamu adalah milik kamu, tapi masa depan adalah milik kita.”

(B.J. Habibie)

PERSEMBAHAN

- Alhamdulillah, puja dan puji syukur kepada Allah SWT. Atas segala nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini, yang selalu memberikan kesehatan, perlindungan, rezeki, kemudahan, dan pertolongan yang tiada henti-hentinya.
- Kepada kedua orang tua saya, Bapak Nyono dan Ibu Ana yang aku cinta dan sangat aku sayang. Kupersembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibu, terima kasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan doa-doa, bantuan, dan semangat, serta kasih sayang yang tulus.
- Kepada dosen pembimbing I Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs. dan dosen pembimbing II Ibu Fadilah, S.T., M.T. yang telah dengan sabar membimbing penulis skripsi ini.
- Kepada teman-teman yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan masukan sehingga bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini.
- Kepada bapak dan ibu dosen mata kuliah yang telah menyalurkan ilmunya kepada penulis.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya juaah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “RANCANG BANGUN TURBIN *PROTOTYPE CROSSFLOW* 100WATT SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA DENGAN TENAGA PIKOHIDRO DAN TENAGA SURYA” 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 Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs., selaku Pembimbing I
- Ibu Fadilah, S.T., M.T., selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Muhammad Hurairah, 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. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara moral maupun material, dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat diharapkan. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat, khususnya bagi penulis sendiri dan secara umum bagi rekan-rekan di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 07 Maret 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized representation of the name M. Fikri.

M. Fikri

ABSTRAK

Penelitian ini membahas perancangan dan pengujian prototipe turbin *crossflow* berkapasitas 100 Watt yang dikombinasikan dalam sistem pembangkit listrik hibrida berbasis energi *pikohidro* dan tenaga surya. Sistem ini dirancang sebagai alternatif penyediaan energi di daerah terpencil dengan memanfaatkan potensi aliran air serta energi matahari. Hasil uji menunjukkan bahwa turbin berdiameter 117 mm dengan 12 sudu dapat beroperasi stabil pada debit rata-rata 2,38 L/s dan ketinggian jatuh air (*head*) 4,53 m. Efisiensi maksimum turbin mencapai 48,47% dengan daya mekanik tertinggi sebesar 49,91 Watt. Generator arus searah (DC) menghasilkan daya maksimum 38,9 Watt, sedangkan panel surya mampu menyuplai hingga 62,31 Watt pada intensitas cahaya optimal. Integrasi kedua sumber energi terbarukan ini terbukti meningkatkan keandalan pasokan listrik sehingga berpotensi menjadi solusi energi berkelanjutan bagi wilayah terpencil.

Kata kunci: Turbin *Crossflow*, *Pikohidro*, energi surya, pembangkit listrik *Hybrida*.

ABSTRACT

This study discusses the design and testing of a 100 Watt crossflow turbine prototype combined in a hybrid power generation system based on picohydro energy and solar power. This system is designed as an alternative energy supply in remote areas by utilizing the potential of water flow and solar energy. The test results show that the 117 mm diameter turbine with 12 blades can operate stably at an average flow rate of 2.38 L/s and a water fall height (head) of 4.53 m. The maximum efficiency of the turbine reaches 48.47% with the highest mechanical power of 49.91 Watts. The direct current (DC) generator produces a maximum power of 38.9 Watts, while the solar panel is capable of supplying up to 62.31 Watts at optimal light intensity. The integration of these two renewable energy sources has been proven to increase the reliability of electricity supply so that it has the potential to be a sustainable energy solution for remote areas.

Keywords: *Turbin Crossflow, Piko hidro, energi surya, pembangkit listrik Hybrida.*

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 PLTH (Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida)	4
2.1.1. Prinsip kerja PLTH (Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida)	4
2.2 Turbin Air.....	5
2.3 Turbin <i>Crossflow</i>	7
2.3.1 Karakteristik Turbin <i>Crossflow</i>	8
2.4 Tinggi Jatuh Air (<i>Head</i>)	9
2.5 Daya	9
2.5.1 Daya <i>Available</i>	9
2.5.2 Daya Turbin dan efisiensi turbin.....	10
2.6 Debit Air.....	10
2.7 Sudu Turbin <i>Crossflow</i>	11
2.7.1 Karakteristik Sudu Turbin <i>Crossflow</i>	13
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu Dan Pelaksanaan	14
3.2 Diagram Penelitian	14
3.3 Mekanisme Penelitian	15

3.4 Alat Dan Bahan	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Data	20
4.1.1 Dimensi Dan Karakteristik Sudu Turbin	20
4.1.2 Spesifikasi Komponen Utama Turbin.....	20
4.1.3 Dimensi dan Volume Bak Penampungan Air.....	22
4.1.4 Hasil pengukuran panel surya.....	22
4.1.5 Pengukuran Generator	24
4.1.6 Pengukuran Debit Air Dan rpm	26
4.2 Perhitungan.....	27
4.2.1 Perhitungan Kecepatan Aliran Air	27
4.2.2 Daya <i>available</i> (daya teoritis)	29
4.2.3 Putaran Turbin Dan Kecepatan Sudu	30
4.2.4 Perhitungan Torsi Pada Poros	31
4.2.5 Daya Mekanik Turbin Dan Efisiensi.....	32
4.2.6 Gaya Hidrodinamis Air Pada Sudu	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2. Diagram Klasifikasi Turbin Air	5
Gambar 2.3. Desain Turbin Air <i>Crossflow</i>	7
Gambar 3.1. Diagram alur penelitian	15
Gambar 3.2. Desain mekanis Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida.....	16
Gambar 3.3. Generator DC	18
Gambar 3.4. Turbin Crossflow.....	19
Gambar 3.5. Rumah Turbin Crossflow	19

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Dimensi Dan Karakteristik Sudu Turbin Crossflow	20
Tabel 4.2 Spesifikasi Komponen Utama Turbin.....	21
Tabel 4.3 Dimensi Dan Volume Bak Penampungan Air	22
Tabel 4.4 Data Panel Per 1 Jam Selama 1 Hari.....	23
Tabel 4.5 Pengukuran Daya Generator	24
Tabel 4.6 Pengukuran Debit Air Dan rpm	26
Tabel 4.7 Perhitungan kecepatan Aliran	28
Tabel 4.8 Daya Available.....	29
Tabel 4.9 kecepatan Sudu Turbin.....	30
Tabel 4.10 Perhitungan Torsi Pada Poros	32
Tabel 4.11 Daya Mekanik Turbin Dan Efisiensi	33
Tabel 4.12 Perhitungan Gaya Hidrodinamis.....	34

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Daya Panel Per1 Jam Selama 1Hari	23
Grafik 4.2 Pengukuran Daya Generator	25

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan sumber daya air di destinasi wisata seperti air terjun, bendungan, bendung, dan sistem drainase dapat mengatasi tantangan transisi energi untuk memperoleh listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara). Lokasi wisata sangat penting untuk memasok listrik, sehingga menarik bagi pengunjung yang sering kesulitan menemukan sumber daya untuk mengisi daya perangkat portabel mereka, terutama di daerah terpencil. Daerah yang dicirikan oleh topografi yang beragam dan sumber daya air yang melimpah menandakan bahwa Indonesia memiliki potensi yang signifikan untuk memanfaatkan air untuk pembangkitan energi. Transisi energi tetap menjadi topik yang lazim, dan lembaga pemerintah, bersama dengan LSM (Lembaga Swadaya Masyarakat), telah dengan giat mempromosikan inisiatif yang bertujuan untuk beralih dari sumber energi berbasis bahan bakar fosil ke energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang dipertimbangkan adalah sistem tenaga hidroelektrik, yang bergantung pada ketersediaan air dan dinamika aliran air (Triyono et al., 2024).

Hidroelektrik merupakan pilihan terkini untuk memanfaatkan sumber energi namun, saat ini sebagian besar menggunakan teknologi dasar. Pembangkit listrik ini hemat biaya untuk diproduksi, tetapi beroperasi dalam skala terbatas. Akibatnya, fasilitas tersebut hanya dapat memenuhi kebutuhan listrik beberapa rumah tangga. Fasilitas hidroelektrik jenis ini sering disebut sebagai mikrohidro atau pikohidro, tergantung pada jumlah daya listrik yang dihasilkan. Teknologi ini terdiri dari elemen-elemen penting, termasuk turbin air dan generator listrik (Bono & Suwanti, 2019).

Turbin air mampu berfungsi berdasarkan desain sebelumnya, dan jika terdapat Daerah Aliran Sungai (DAS) yang sesuai untuk memasok air yang diperlukan guna mengoperasikan turbin, seluruh bentuk sekrup dipengaruhi oleh beberapa faktor eksternal, yang meliputi diameter bilah turbin, panjang sekrup, dan

kemiringan. Selain itu, aspek internal seperti lebar poros, jumlah bilah, dan jarak antar bilah juga memainkan peran penting. Faktor eksternal biasanya bergantung pada lokasi pemasangan sekrup dan volume air yang akan dinaikkan, sedangkan faktor internal dapat disesuaikan secara independen untuk meningkatkan efisiensi turbin. Dalam konteks ini, penting untuk menghitung aliran air yang akan diarahkan melalui pintu air untuk mendorong turbin, yang berfungsi sebagai sumber pembangkit listrik, guna memastikan pengelolaan air yang efektif (Suwoto et al., 2021).

Berdasarkan konteks dan temuan sebelumnya, penelitian ini berfokus pada arsitektur dan simulasi fasilitas energi *picohydro* (PLTPH) yang menggunakan turbin aliran silang. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi panduan untuk memanfaatkan sumber daya air untuk energi terbarukan yang sedang berkembang di pembangkit listrik mendatang.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Pikohidro* berbasis *Hybrid* (PLTPH) dengan menggunakan turbin *Crossflow*.
2. Mengukur dan menganalisis kinerja turbin *Crossflow* berdasarkan parameter debit air, *head*, putaran turbin, gaya hidrodinamis, torsi, dan daya mekanik yang dihasilkan

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini mempunyai arah tujuan yang jelas dan pasti, maka perlu adanya pembatas masalah. Penelitian ini hanya membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Sistem PLTPH dirancang untuk kebutuhan daya kecil (*pikohidro*), dengan kapasitas daya turbin di bawah 100 Watt.
2. Pengujian dilakukan dalam kondisi lingkungan terbatas, tanpa menggunakan aliran sungai alami (menggunakan bak penampungan dan pompa sirkulasi).

1.4 Sistematika Penulisan

Metode Penulisan dilakukan secara sistematis, logis dan konsisten agar dapat melihat dan mengkaji dari penelitian secara teratur dan sesuai metode, maka dibuatlah Metode Penulisan yang dianggap berkaitan antara sub bab dengan bab yang lainnya sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam bab ini yang akan diuraikan adalah Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Manfaat, dan Metode Penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini yang diuraikan adalah Tinjauan Pustaka Relevan, Landasan Teori, PLTPH, PLTS, Dan Hibrida.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang gambaran dan penjelasan metode yang digunakan untuk penelitian.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas data perhitungan pengujian alat dan menganalisa hasil percobaan dari alat tersebut.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan penulis tentang hasil “Rancang Bangun Turbin *Prototype Crossflow* 100 Watt Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida Dengan Tenaga *Pikohydro* Dan Tenaga Surya”.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, A. N., Purbawanto, S., Elektro, J. T., & Semarang, U. N. (2021). perencanaan pembangkit listrik tenaga hibrid (pv dan mikrohidro) terhubung grid (*Studi Kasus : Desa Merden , Kecamatan Padureso , Kebumen*). 2(1), 6–10.
- Birahmatihi, E., Natsir, A., & Muljono, A. B. (2021). *PERENCANAAN penyediaan daya listrik pembangkit listrik tenaga hibrida (pltmh dan plts) di desa kawinda to ' i menggunakan HOMER Planning of Electricity Supply of Hybrid Micro-Hydro and Photovoltaic Power Plant in Kawinda To ' i Village using Homer*. 8(1), 8–14.
- Bono, B., & Suwarti, S. (2019). Variasi Jumlah Sudu Dan Modifikasi Bentuk Nosel Pada Turbin Turgo Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Eksergi*, 15(2), 81. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v15i2.1510>
- Pendidikan, J., & Mesin, T. (2024). *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. 06, 67–72.
- Rahmawan, I., & Solehudin, A. (2024). *ANALISIS MEKANISME TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK*. 6(1), 25–30. <https://doi.org/10.32897/retims.2024.6.1.3494>
- Saleh, Z., Apriani, Y., Ardianto, F., Purwanto, R., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., Pendahuluan, I., Pltmh, A., & Air, B. T. (2019). *Page* 255. 3(2), 255–261.
- Salim, S. (n.d.). *Listrik Mikro Hidro Berdasarkan Potensi Debit Andalan Sungai*. 299–304.
- Suwoto, G., Bono, B., Dewantoro H, Y., Hamim S, A., & Mahfudz, Y. (2021). Karakteristik Turbin Ulir Pada Aliran Air Sungai Yang Memiliki Head Rendah Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik. *Eksergi*, 17(3), 213. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v17i03.2983>
- Triyono, B., Yudrika, M. A., & Setiawan, D. (2024). Simulasi Turbin Portabel Jenis Cross Flow Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH). *Jurnal Crankshaft*, 7(1), 45–55. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v7i1.11975>
- Yulanda, E. A., Susilo, J. T., Tama, A., Sunardi, S., Prakoso, D. A., & Yanuar, A. (2024). Perancangan Pembangkit Listrik Hybrid dengan Tenaga Surya dan Tenaga Mikrohidro. *EPIC Journal of Electrical Power Instrumentation and Control*, 7(1), 89–97. <https://doi.org/10.32493/epic.v7i1.39647>

- Birahmatihi, E., Natsir, A., & Muljono, A. B. (2021). perencanaan penyediaan daya listrik pembangkit listrik tenaga hibrida (pltmh dan plts) di desa kawinda to ' i menggunakan homer *Planning of Electricity Supply of Hybrid Micro-Hydro and Photovoltaic Power Plant in Kawinda To ' i Village using Homer*. 8(1), 8–14.
- Bono, B., & Suwarti, S. (2019). Variasi Jumlah Sudu Dan Modifikasi Bentuk Nosel Pada Turbin Turgo Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Eksergi*, 15(2), 81. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v15i2.1510>
- dari Koperasi Mekar Sari, B. (n.d.). pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh) sebuah pilihan.
- fluid-mechanics-fundamentals-and-applications-3rd-edition-cengel-and-cimbala-2014. (n.d.).
- Pengaruh, S. E., Sudu, K., Tunggal, M., Daya, T., Efisiensi, D., Pelton, T., Yosi, M., Wicaksana, A., & Adiwibowo, P. H. (n.d.). studi eksperimental pengaruh kedalaman sudu mangkuk tunggal terhadap daya dan efisiensi turbin pelton.
- Rahmawan, I., & Solehudin, A. (2024a). analisis mekanisme turbin pembangkit listrik. 6(1), 25–30. <https://doi.org/10.32897/retims.2024.6.1.3494>
- Rahmawan, I., & Solehudin, A. (2024b). Analisis Mekanisme Turbin Pembangkit Listrik Bertenagakan Air. *Rekayasa Industri Dan Mesin (ReTIMS)*, 6(1), 25–30. <https://doi.org/10.32897/retims.2024.6.1.3494>
- Saleh, Z., Apriani, Y., Ardianto, F., & Purwanto, R. (2019). ANALISIS KARAKTERISTIK TURBIN CROSSFLOW KAPASITAS 5 kW. *Jurnal Surya Energy*, 3(2).
- Saleh, Z., Apriani, Y., Ardianto, F., Purwanto, R., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., Pendahuluan, I., Pltmh, A., & Air, B. T. (2019). Page 255. 3(2), 255–261.
- Salim, S. (n.d.). *Listrik Mikro Hidro Berdasarkan Potensi Debit Andalan Sungai*. 299–304.
- Suwoto, G., Bono, B., Dewantoro H, Y., Hamim S, A., & Mahfudz, Y. (2021). Karakteristik Turbin Ulir Pada Aliran Air Sungai Yang Memiliki Head Rendah Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik. *Eksergi*, 17(3), 213. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v17i03.2983>
- Triyono, B., Yudrika, M. A., & Setiawan, D. (2024). Simulasi Turbin Portabel Jenis Cross Flow Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH). *Jurnal Crankshaft*, 7(1), 45–55. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v7i1.11975>
- Yulanda, E. A., Susilo, J. T., Tama, A., Sunardi, S., Prakoso, D. A., & Yanuar, A.

(2024). Perancangan Pembangkit Listrik Hybrid dengan Tenaga Surya dan Tenaga Mikrohidro. *EPIC Journal of Electrical Power Instrumentation and Control*, 7(1), 89–97. <https://doi.org/10.32493/epic.v7i1.39647>