

**DESAIN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
PIKOHIDRO DENGAN MEMVARIASIKAN TINGGI JATUH
AIR DAN DEBIT AIR**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

MAUTIA AZIMA WIDIASTY

03041381722101

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO
DENGAN MEMVARIASIKAN TINGGI JATUH AIR DAN DEBIT AIR**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

MAUTIA AZIMA WIDIASTY

03041381722101

Palembang, Juli 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Menyetujui,


Pembimbing Utama

Ike Bayusari, S.T., M.T.

NIP. 197010181997022001

LEMBAR PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (SI)

Tanda Tangan : 
Pembimbing Utama : Ike Bayusari , S.T., M.T.
Tanggal : 25 / 07 / 2021

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mautia Azima Widiasty
NIM : 03041381722101
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**DESAIN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO
DENGAN MEMVARIASIKAN TINGGI JATUH AIR DAN DEBIT AIR**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang

Pada tanggal: 25 Juli 2021



Mautia Azima Widiasty

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Mautia Azima Widiasty
NIM : 03041381722101
Fakultas : Teknik
Jurusan/ Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil pengecekan software *iThenticate/ Turnitin*: 12 %

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Desain *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Dengan Memvariasikan Tinggi Jatuh Air Dan Debit Air” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/Plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 25 Juli 2021



Mautia Azima Widiasty

NIM. 03041381722101

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *DESAIN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO DENGAN MEMVARIASIKAN TINGGI JATUH AIR DAN DEBIT AIR*. Serta shalawat serta salam selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga, para sahaat beserta pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang tak henti hentinya melimpahkan berkah dan karunia-Nya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S. T., M. Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Hj. Ike Bayusari, S. T., M. T. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan serta arahan selalu dengan tulus.
5. Seluruh dosen yang telah banyak memberikan ilmu yang bermanfaat dan Staf Jurusan Teknik Elektro Unsri.
6. Kedua orang tuaku Ir. Diponegoro dan Adjung Hartiwy, B. Sc yang tak pernah berhenti mendoakan serta mendukung disetiap kesempatan, beserta kedua kakakku, Arif Patti Nasrulah, S. E., M. Si dan Mariska Widiasty, S. H yang menjadi motivasi serta selalu memberikan semangat dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Sahabat seperjuangan yang sudah mendukung dan membantu dalam perkuliahan hingga skripsi ini selesai dan pihak-pihak yang yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang luas kepada pembaca, walaupun dalam penulisannya skripsi ini masih terdapat kekurangan karena keterbatasan Penulis. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Terima Kasih.

Palembang, Mei 2020

Penulis

ABSTRAK

DESAIN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO DENGAN MEMVARIASIKAN TINGGI JATUH AIR DAN DEBIT AIR

(Mautia Azima Widiasty, 03041381722101, 2021, 64 Halaman)

Potensi energi air di Indonesia sangat besar sehingga berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian desain *prototype* pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan memvariasikan tinggi jatuh air dan debit air untuk memenuhi konsumsi daya listrik dengan skala yang sangat kecil. Pada penelitian ini, pembangkit listrik tenaga pikohidro yang dirancang menggunakan kincir horizontal yang berjumlah 8 kincir, dengan komponen utama yakni adanya pompa air, kincir, *pulley*, dan generator. Dalam pengukuran debit air digunakan mikrokontroler arduino uno dengan melakukan variasi pada bukaan kran yakni full, 2/3, 1/3 serta variasi pada tinggi jatuh air sebesar 18 cm, 22,5 cm, dan 27 cm dengan menggunakan panjang pipa yang bervariasi sebesar 20 cm, 25 cm dan 30 cm serta menggunakan beban lampu LED 220 volt 3 watt. Semakin besar debit air yang digunakan maka semakin besar tegangan dan arus yang dihasilkan, hal ini dipengaruhi oleh energi kinetik dan semakin besar debit air yang keluar dari nozzle maka semakin banyak air yang menekan sudu setiap kincir air, sehingga air semakin kuat mendorong kincir untuk berputar lebih cepat. Lalu Semakin besar tinggi jatuh air yang digunakan maka semakin besar daya yang dihasilkan, hal ini dipengaruhi oleh energi potensial karena tinggi jatuh air berbanding lurus dengan energi potensial. Sehingga dapat dilihat perbedaan nilai tegangan, arus, daya dan efisiensi yang dihasilkan yakni tegangan dan arus terbesar terdapat pada tinggi jatuh tertinggi pada percobaan yakni sebesar 27 cm dengan debit air terbesar pada percobaan sebesar 24 l / min yakni dengan nilai sebesar 163 Volt dan Arus sebesar 0,0195 Ampere. Daya dan efisiensi terbesar terdapat pada tinggi jatuh tertinggi pada percobaan yakni sebesar 27 cm dengan debit air terbesar pada percobaan sebesar 24 l / min yakni dengan nilai sebesar 2,54 Watt serta efisiensi sebesar 39,3%.

Kata Kunci—Pikohidro, Daya, Kincir, Pembangkit Listrik

ABSTRACT

DESIGN PROTOTYPE OF PICOHYDRO POWER PLANT WITH VARIATION OF WATER FALL HEIGHT AND WATER DISCUSSION

(Mautia Azima Widiasty, 03041381722101, 2021, 64 pages)

The potential for water energy in Indonesia is very large, so based on this, a research on the design prototype was of a pico-hydro power plant carried out by varying the height of the water fall and water discharge to meet the consumption of electric power on a very small scale. In this study, a pico-hydro power plant was designed using 8 horizontal turbines, with the main components being water pumps, windmills, pulleys, and generators. In measuring the water discharge, an Arduino Uno microcontroller is used by varying the faucet openings, namely full, 2/3, 1/3 and variations in the height of the water fall by 18 cm, 22.5 cm, and 27 cm by using a pipe length that varies by 20 cm, 25 cm and 30 cm and uses a 220 volt 3 watt LED lamp load. The greater the flow of water used, the greater the voltage and current generated, this is influenced by kinetic energy and the greater the discharge of water that comes out of the nozzle, the more water that presses the blades of each waterwheel, so the water is getting stronger pushing the wheel to spin more fast. Then the greater the height of the water used, the greater the power generated, this is influenced by potential energy because the height of the water fall is directly proportional to the potential energy. So that it can be seen that the difference in the value of voltage, current, power and efficiency produced, namely the largest voltage and current is found in the highest water drop height in the experiment, which is 27 cm with the largest water discharge in the experiment of 24 l / min, namely with a value of 163 Volts and Current of 0.0195 Ampere. The greatest power and efficiency are found in the highest water drop height in the experiment, which is 27 cm with the largest water discharge in the experiment at 24 l / min, with a value of 2.54 Watt and an efficiency of 39.3%.

Keywords —Pikohidro, Power, Windmills, Power Plants

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
BAB I	16
PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Rumusan Masalah	17
1.3 Tujuan.....	17
1.4 Batasan Masalah.....	17
1.5 Sistematika Penulisan.....	18
BAB II	20
TINJAUAN PUSTAKA	20
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro.....	20
2.2 Bagian-bagian Alat Dasar dan Mekanik Simulator PLTPH.....	21
2.2.1 Bak penampung.....	21
2.2.2 Penstok	21
2.2.3 Turbin Air.....	21
2.2.4 Tinggi Jatuh Air (Head Sistem)	22
2.2.5 Katup.....	22
2.2.6 Kemampuan Kapasitas Aliran.....	22
2.3 Macam–macam Turbin Air	23
2.3.1 Turbin Kaplan	23
2.3.2 Turbin Francis	23
2.3.3 Turbin Pelton.....	23
2.4 Fungsi Arduino Uno.....	25

2.5	Generator	25
2.6	Daya Listrik	25
2.7	Daya Semu	26
2.8	Daya Aktif	26
2.9	Daya Reaktif.....	26
2.10	Efisiensi Daya	26
2.11	Energi Potensial.....	27
2.12	Energi Kinetik	27
2.13	Debit Air.....	28
2.14	Tinggi Jatuh Air	28
BAB II.....		30
METODE PENELITIAN		30
3.1	Lokasi Penelitian	30
3.2	Waktu Penelitian	30
3.3	Metode Penelitian.....	31
3.3.1	Studi Literature/ referensi.....	31
3.3.2	Metode Bimbingan atau diskusi	31
3.3.3	Pengambilan Data	31
3.4	Tahapan Penelitian	31
3.4.1	Perancangan dan Pembuatan <i>Prototype</i>	31
3.4.2	Pengujian Alat	31
3.4.3	Pengambilan Data.....	32
3.5	Alat dan Bahan	32
3.6	Konstruksi dan Dimensi Alat.....	34
3.7	Langkah-langkah Penelitian	36
3.8	Pengukuran Arus dan Tegangan Listrik.....	37
3.8.1	Pengukuran Arus	37

3.8.2 Pengukuran Tegangan	37
3.9 Flowchart.....	38
BAB IV	39
HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Tinggi Jatuh Air	39
4.2 Menghitung Tinggi Jatuh Air	39
4.3 Debit Aliran Air	40
4.4 Menghitung Daya dan Efisiensi	43
4.5 Pembahasan dan Analisa.....	44
BAB V.....	47
PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peletakan Sistem PLTPH	17
Gambar 2.2. Turbin Kaplan	20
Gambar 2.3. Turbin Francis	20
Gambar 2.4. Turbin Pelton.....	20
Gambar 3.1. Generator AC.....	29
Gambar 3.2. Pipa PVC	30
Gambar 3.3. Turbin Air	30
Gambar 3.4. Papan Kayu.....	30
Gambar 3.5. Mesin Pompa Air	30
Gambar 3.6. Kontruksi Alat	31
Gambar 3.7. Mengukur Arus Listrik.....	32
Gambar 3.8. Mengukur Tegangan	33
Gambar 3.9. Flowchart penelitian.....	34
Gambar 4.1. Tampilan Program Debit Aliran air.....	38
Gambar 4.2 Grafik Tegangan.....	39
Gambar 4.3 Grafik Arus.....	40
Gambar 4.4 Grafik Efisiensi	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi PLTA	16
Tabel 2.2 Petunjuk Pemilihan Turbin Berdasarkan Head	18
Tabel 2.3 Pemilihan jenis turbin kecepatan spesifik N_s (rpm).....	19
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	26
Tabel 3.2 kapasitas serta ukuran alat dan bahan	28
Tabel 4.1 Pengambilan Data Tanpa Beban.....	36
Tabel 4.2 Pengambilan Data Menggunakan Beban	37

DAFTAR RUMUS

Rumus 1. (2.1).....	22
Rumus 2. (2.2).....	22
Rumus 3. (2.3).....	22
Rumus 4. (2.4).....	22
Rumus 5. (2.5).....	24
Rumus 6. (2.6).....	24
Rumus 7. (2.7).....	24
Rumus 8. (2.8).....	24
Rumus 9. (2.9).....	25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meskipun pada zaman sekarang teknologi sudah semakin canggih namun masih banyaknya daerah terpencil yang belum mendapat pasokan listrik. Untuk itu tentu diperlukanya suatu solusi agar dapat mengatasi permasalahan tersebut, mengingat pentingnya listrik untuk kehidupan sehari-hari. Energi alternatif merupakan salah satu solusi pada permasalahan ini, biasanya sumber berasal dari alam seperti udara, panas, air dan sebagainya sehingga dapat dimanfaatkan untuk membangun pembangkit sesuai dengan potensi alam pada tempat tersebut.

Seperti yang kita ketahui bahwa Indonesia kaya akan energi terbarukan salah satunya air. Oleh sebab itu pilihan mengembangkan pembangkit listrik tenaga air sangat berpotensi karena selain energi air tidak akan habis, penggunaan energi air juga memiliki kelebihan seperti tidak mengakibatkan polusi gas rumah kaca, bebas emisi karbon dan sebagainya. Pembangkit listrik tenaga air dapat dibagi beberapa jenis berdasarkan kapasitas daya yang dihasilkan salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga pikohidro. Secara singkatnya proses pembangkit listrik tenaga pikohidro dapat bekerja dimulai dari aliran air yang mengakibatkan kincir berputar lalu menghasilkan energi mekanik dan akan dikonversi melalui generator menjadi energi listrik. Tentunya perputaran kincir tersebut dipengaruhi oleh debit air serta ketinggian jatuh air. Bahkan debit air dan ketinggian jatuh air sangat mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit [1].

Pada penelitian sebelumnya sudah terdapat pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan variasi debit air yang memiliki hasil penelitian, semakin besar debit air maka akan semakin besar tegangan yang dihasilkan [2]. Lalu terdapat juga pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan variasi dari jumlah kincir 8,10 dan 12 yang memiliki hasil penelitian, semakin banyaknya jumlah kincir yang digunakan semakin besar tegangan yang dihasilkan hal ini disebabkan debit air yang masuk pada setiap sudu kincir meningkat. Semakin tinggi tegangan sehingga daya yang dihasilkan juga semakin besar dan efisiensi yang dihasilkan juga

semakin besar [3]. Sehingga penulis akan melakukan penelitian dengan variasi pada tinggi jatuh air dan debit air, untuk mengetahui apakah tinggi jatuh air dan debit air pada suatu pembangkit listrik tenaga pikohidro akan mempengaruhi daya yang dihasilkan, oleh sebab itu penulis membuat tugas akhir dengan latar belakang tersebut, dalam tugas akhir ini penulis menentukan judul “DESAIN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO DENGAN MEMVARIASIKAN TINGGI JATUH AIR DAN DEBIT AIR”

1.2 Rumusan Masalah

Ketinggian jatuh air sangat mempengaruhi daya listrik. Semakin tinggi jatuh air maka semakin besar juga daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit[4]. Oleh sebab itu pada penelitian ini penulis akan mencoba memvariasikan tinggi jatuh air dan debit air untuk membuktikan apakah dengan penambahan atau pengurangan tinggi jatuh air dan debit air dapat mempengaruhi kerja dan menghasilkan daya yang lebih kecil atau lebih besar seperti pada pembangkit listrik tenaga air maupun pembangkit listrik tenaga mikrohidro.

1.3 Tujuan

Tujuan yang diinginkan penulis pada penelitian tugas akhir ini, yaitu:

1. Merancang sebuah desain *prototype* pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan memvariasikan tinggi jatuh air dan debit air.
2. Mengukur dan menganalisa tegangan dan arus *prototype* pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan memvariasikan tinggi jatuh air dan debit air.
3. Menghitung serta menganalisa daya dan efisiensi pada pembangkit listrik tenaga pikohidro pada variasi tinggi jatuh air dan variasi debit air.

1.4 Batasan Masalah

Terdapat batasan masalah pada penelitian sebagai berikut:

1. Pengujian *prototype* dalam mengukur tegangan arus dan menghitung daya serta efisiensi saat dipasang beban dengan panjang pipa 20 cm,

- 25 cm, 30 cm.
2. Mengukur debit air yang keluar diukur dengan menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno.
 3. Pengujian *prototype* menggunakan kincir air horizontal dengan jumlah kincir air 8.
 4. Mengabaikan pengaruh lingkungan seperti tempat, cuaca, suhu dan lainnya.
 5. Menggunakan beban berupa lampu LED 220 volt 3 watt.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai landasan teori dasar yang berhubungan dengan perancangan *prototype* pembangkit listrik tenaga pikohidro.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas mengenai prosedur dan metode yang digunakan dalam pengambilan data dan pengumpulan data saat melakukan pengujian *prototype* pembangkit listrik tenaga pikohidro.

BAB IV HASIL PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas data hasil pengujian, perhitungan dan analisa data dihasilkan pada *prototype* pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan variasi jatuh air dan debit air.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membahas kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini serta saran berdasarkan pengujian yang telah dilakukan oleh penulis terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N.- -, “Studi Analisis Pengaruh Debit Air Terhadap Daya yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Kecamatan IV Nagari Bayang Utara,” *J. Ilm. Poli Rekayasa*, vol. 11, no. 2, p. 53, 2016, doi: 10.30630/jipr.11.2.27.
- [2] U. Sriwijaya, “Abdul Halim . DESAIN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO MENGGUNAKANN FLYWHEEL DENGAN MEMVARIASIKAN JUMLAH KINCIR,” *DESAIN PROTOTYPE PEMBANGKIT List. TENAGA PIKOHIDRO MENGGUNAKANN FLYWHEEL DENGAN MEMVARIASIKAN JUMLAH KINCIR*, p. 35, 2019, [Online]. Available: <http://mpoc.org.my/malaysian-palm-oil-industry/>.
- [3] D. Prototype *et al.*, “Desain prototype pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan menambahkan flywheel dan variasi aliran air menggunakan program arduino uno,” 2018.
- [4] P. N. Sriwijaya and J. Kinetika, “Sumber Daya Head Potensial Performance Analysis Prototype of Micro Hydro Power Plant Pelton Turbine,” vol. 10, no. 02, pp. 1–8, 2019.
- [5] P. Studi, T. Mesin, D. Itn, J. L. Raya, K. Km, and T. Madu, “SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK TERBARUKAN M . Shofiyul Qolbi , Aladin Eko Purkuncoro,” 2019.
- [6] P. Studi, T. Elektro, and J. Teknik, “BERBANTUAN PROGRAM TURBNPRO DI DESA SINAR PEKAYAU KECAMATAN SEPAUK KABUPATEN SINTANG Firman Jamali,” pp. 2–7.
- [7] O. Y. Leman, R. Wulandari, and R. D. Bintara, “Optimization of Nozzle Number, Nozzle Diameter and Number of Bucket of Pelton Turbine using Computational Fluid Dynamics and Taguchi Methods,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 694, no. 1, pp. 9–10, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/694/1/012017.

- [8] A. Multi, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Piko Hidro 1000 VA Dengan Memanfaatkan Pembuangan Air Limbah Pada Gedung Pakarti Centre,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. November, pp. 1–2, 2017.
- [9] R. Pietersz, R. Soenoko, and S. Wahyudi, “Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Optimalisasi Kinerja Turbin Kinetik Roda Tunggal,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 3, pp. 220–226, 2013.
- [10] . A. and E. Yudiyanto, “Perencanaan Turbin Air Kapasitas 2 x 1 MW di PLTM Cianten 1 Kabupaten Bogor,” *J. Energi dan Teknol. Manufaktur*, vol. 1, no. 01, pp. 31–39, 2018, doi: 10.33795/jetm.v1i01.4.
- [11] M. Mafruddin and D. Irawan, “Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-Flow Sebagai Pembangkit Listrik Di Desa Bumi Nabung Timur,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 7–12, 2014, doi: 10.24127/trb.v3i2.12.
- [12] Z. Saleh *et al.*, “Page 255,” vol. 3, no. 2, pp. 255–261, 2019.
- [13] M. A. Fajri, T. Elektro, and U. Sriwijaya, “Desain Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Menggunakan Program Arduino Uno Pada Penambahan Variasi Aliran Air Dan,” pp. 23–24, 2019.
- [14] D. Prihatmoko, “Perancangan Dan Implementasi Pengontrol Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 1, p. 117, 2016, doi: 10.24176/simet.v7i1.495.
- [15] M. Adam, P. Harahap, and M. R. Nasution, “Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 30–36, 2019, doi: 10.30596/rele.v2i1.3648.
- [16] P. Vokasional, T. Elektro, and S. A. Tirtayasa, “Supplay Eksitasi Output

Generator 300 Mw Menggunakan,” vol. 5, no. 1, pp. 11–20, 2020.

- [17] R. A. Shavira, E. Wahyu, and M. Si, “Rangkaian segitiga daya,” no. 1.
- [18] S. T. Mesin, F. Teknik, U. N. Surabaya, J. T. Mesin, F. Teknik, and U. N. Surabaya, “STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI JUMLAH SUDU BERPENAMPANG V TERHADAP DAYA DAN EFISIENSI TURBIN CROSSFLOW POROS HORIZONTAL Gigga Ryan Priambodho Priyo Heru Adiwibowo,” 2017.
- [19] R. B. Astro, H. Doa, and H. Hendro, “Fisika Kontekstual Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro,” *ORBITA J. Kajian, Inov. dan Apl. Pendidik. Fis.*, vol. 6, no. 1, p. 142, 2020, doi: 10.31764/orbita.v6i1.1858.
- [20] A. P. Damastuti, “Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro,” *Wacana*, vol. 7, no. 8, pp. 11–12, 1997.
- [21] I. P. Juliana, A. I. Weking, and L. Jasa, “Pengaruh Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir Terhadap Daya Putar Turbin Ulir Dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 3, p. 393, 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i03.p14.
- [22] S. B. Liem, “Analisis Pengaruh Tinggi Jatuhnya Air (Head) Terhadap Daya Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hydro Tipe Turbin Pelton,” *J. Voering*, vol. 2, no. 1, p. 53, 2017, doi: 10.32531/jvoe.v2i1.64.
- [23] W. Martiningsih, H. Herudin, and A. B. Rifa’i, “Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Sungai Ciliman Kabupaten Pandeglang,” *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. V, no. 1, p. 113, 2019, doi: 10.36055/fwl.v0i0.5841.