

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PEMODELAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKROHIDRO (PLTMH) *OFF-GRID* MENGGUNAKAN KINCIR *OVERSHOT*
*WHEEL***



OLEH:

**I GEDE PUTU PRIYA MANASAPUTRA
2215313030**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PEMODELAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKROHIDRO (PLTMH) *OFF-GRID* MENGGUNAKAN KINCIR *OVERSHOT*
*WHEEL***



OLEH:

**I GEDE PUTU PRIYA MANASAPUTRA
2215313030**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) *Off-Grid* Menggunakan Kincir *Overshot Wheel*” tepat pada waktunya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak memperoleh bimbingan dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulisan mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE.,M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, ST.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Purbhawa, ST.,M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, ST.,M.T., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
5. Bapak Drs. I Nyoman Sugiarta, MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan masukan dan bimbingan dalam menyusun Tugas Akhir ini.
6. Bapak I Gusti Ketut Abasana, SST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan memberikan masukan dan bimbingan dalam menyusun Tugas Akhir ini.
7. Bapak/Ibu Dosen serta Staf Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
8. Keluarga, orang terdekat, serta teman – teman yang senantiasa memberi semangat, dukungan dan ide dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, apabila masih terdapat banyak kesalahan dalam penulisan Tugas Akhir ini, semua kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima demi perbaikan untuk waktu yang akan datang.

Bukit Jimbaran, 28 Juni 2025

I Gede Putu Priya Manasaputa
NIM. 2215313030

I GEDE PUTU PRIYA MANASAPUTRA

RANCANG BANGUN PEMODELAN *PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) OFF-GRID* MENGGUNAKAN KINCIR *OVERSHOT WHEEL*

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan energi listrik seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk menimbulkan tantangan besar, terutama di daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), yang memanfaatkan aliran air untuk menghasilkan energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji kinerja efisiensi PLTMH dengan menggunakan kincir *Overshot Wheel* dalam skala laboratorium, memanfaatkan sistem sirkulasi air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kincir *Overshot Wheel* tipe Pelton berdiameter 25 cm dengan 12 sudu mampu menghasilkan tegangan dan putaran yang berbeda pada variasi debit air. Pada kondisi tanpa beban, debit 0,000401 m³/s menghasilkan tegangan 4,84 V dan 186,88 rpm, sedangkan debit 0,00015 m³/s dengan *nozzel* menghasilkan 13,02 V dan 437,5 rpm. Pada kondisi berbeban, debit 0,00015 m³/s menghasilkan daya keluaran rata-rata 0,31 W, sedangkan debit 0,000401 m³/s hanya menghasilkan 0,025 W. Efisiensi tertinggi diperoleh saat menggunakan *nozzel* sebesar 42,17%, sementara tanpa *nozzel* hanya mencapai 1,27%.

Kata Kunci : PLTMH, Kincir *Overshot Wheel*, Generator DC, *Nozzel*.

I GEDE PUTU PRIYA MANASAPUTRA

RANCANG BANGUN PEMODELAN *PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) OFF-GRID* MENGGUNAKAN KINCIR *OVERSHOT WHEEL*

ABSTRACT

The increasing demand for electrical energy along with the growing population poses a major challenge, especially in remote areas that are difficult to reach by conventional electricity networks. One solution that can be implemented is a Microhydro Power Plant (PLTMH), which utilizes water flow to generate electrical energy. This study aims to design and test the efficiency performance of a Microhydro Power Plant (PLTMH) using an Overshot Wheel on a laboratory scale, utilizing a water circulation system. The results show that the use of a 25 cm diameter Pelton type Overshot Wheel with 12 blades is able to produce different voltages and rotations at various water discharges. Under no-load conditions, a discharge of 0.000401 m³/s produces a voltage of 4.84 V and 186.88 rpm, while a discharge of 0.00015 m³/s with a nozzle produces 13.02 V and 437.5 rpm. Under loaded conditions, a discharge of 0.00015 m³/s produces an average output power of 0.31 W, while a discharge of 0.000401 m³/s only produces 0.025 W. The highest efficiency is obtained when using a nozzle of 42.17%, while without a nozzle it only reaches 1.27%.

Keywords : PLTMH, *Overshot Wheel*, DC Generator, *Nozzel*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-2
1.4 Tujuan	I-2
1.5 Manfaat	I-2
1.5.1 Manfaat bagi penulis (<i>Intern</i>).....	I-2
1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali	I-3
1.5.3 Manfaat bagi masyarakat.....	I-3
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)	II-1
2.2 Bagian-Bagian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).....	II-2
2.3 Energi yang dihasilkan dan Efisiensi	II-6
2.4 Jenis Kincir.....	II-9
2.5 Kincir Air	II-9
2.7 Kriteria Pemilihan Jenis Kincir	II-12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Jenis Penelitian.....	III-1
3.2 Metode Pengambilan Data	III-1
3.3 Jenis Data	III-2
3.4 Sumber Data.....	III-2
3.5 Waktu dan Tempat Penelitian	III-2
3.6 Diagram Alir/Tahapan Penelitian	III-3
3.7 Perencanaan Sistem.....	III-4
3.7.1 Desain Proyek PLTMH	III-4
3.7.2 Perhitungan Sistem PLTMH	III-5
3.8 Hasil Rancangan PLTMH	III-7
3.9 Rincian Anggaran Biaya	III-7
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1 Realisasi Hasil Perancangan	IV-1
4.2 Tahapan Pembuatan Alat	IV-1
4.2.1 Alat Dan Bahan Yang Digunakan	IV-2
4.2.1 Proses Pembuatan Alat.....	IV-3
4.3 Prinsip Kerja Alat.....	IV-12
4.4 Pengujian.....	IV-12
4.5 Pembahasan.....	IV-16
BAB V PENUTUP	V-1

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rincian Anggaran Biaya.....	III-7
Tabel 4.1 Spesifikasi Generator.....	IV-5
Tabel 4.2 Spesifikasi Baterai Lifepo4	IV-5
Tabel 4.3 Spesifikasi Alat Ukur DC	IV-7
Tabel 4.4 Spesifikasi MCB DC.....	IV-7
Tabel 4.5 Spesifikasi SCC (<i>Solar Charge Controller</i>).....	IV-7
Tabel 4.6 Spesifikasi Alat Ukur Kapasitas Baterai.....	IV-8
Tabel 4.7 Spesifikasi Pompa Air	IV-8
Tabel 4.8 Spesifikasi Alat Ukur Debit Air.....	IV-9
Tabel 4.9 Spesifikasi Pipa	IV-9
Tabel 4.10 Spesifikasi Kabel.....	IV-9
Tabel 4.11 Spesifikasi alat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) <i>Off-Grid</i> Menggunakan Kincir <i>Overshot Wheel</i>	IV-10
Tabel 4.12 Pengukuran tanpa <i>nozzel</i>	IV-12
Tabel 4.13 Pengukuran memakai <i>nozzel</i>	IV-13
Tabel 4.14 Pengujian PLTMH saat terhubung dengan beban (tanpa <i>nozzel</i>).....	IV-14
Tabel 4.15 Pengujian PLTMH saat terhubung dengan beban (memakai <i>nozzel</i>).....	IV-14

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) [2].	II-1
Gambar 2.2 Bak Penampung.	II-2
Gambar 2.3 Pipa Pesat.	II-2
Gambar 2.4 Kincir Air [5].	II-3
Gambar 2.5 <i>Nozzel</i> Air.	II-3
Gambar 2.6 Gambar Generator.	II-3
Gambar 2.7 Pompa Air.	II-4
Gambar 2.8 SCC (<i>Solar Charge Controller</i>).	II-4
Gambar 2.9 MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>).	II-4
Gambar 2.10 Baterai.	II-5
Gambar 2.11 Alat Ukur Energi Listrik.	II-5
Gambar 2.12 Alat Ukur Debit Air.	II-5
Gambar 2.13 Kabel/Penghantar.	II-6
Gambar 2.14 Kincir Pelton.	II-9
Gambar 2.15 Karakteristik Turbin [13].	II-10
Gambar 2.16 Kincir <i>Overshot Wheel</i> [15].	II-10
Gambar 2.17 Kincir <i>Breastshot Wheel</i> [15].	II-10
Gambar 2.18 Kincir <i>Undershot Wheel</i> [15].	II-11
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian prototipe PLTMH.	III- 3
Gambar 3.2 Gambar Desain Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).	III-4
Gambar 3.3 Gambar Rancangan Alur Kerja Alat.	III-4
Gambar 4.1 Realisasi Hasil Rancangan.	IV-1
Gambar 4.2 Gerinda Tangan.	IV-2
Gambar 4.3 Bor Tangan	IV-2
Gambar 4.4 Mesin Las Dexwe 450 Watt.	IV-3
Gambar 4.5 Proses Pemotongan Besi.	IV-3
Gambar 4.6 Proses Pengelasan.	IV-4
Gambar 4.7 Pemasangan <i>Bearing</i>	IV-4
Gambar 4.8 Pemasangan Kincir.	IV-4
Gambar 4.9 Generator	IV-5
Gambar 4.10 Baterai Lifepo4.	IV-5
Gambar 4.11 <i>Bearing</i> .	IV-6
Gambar 4.12 Komponen dalam Box Panel.	IV-6
Gambar 4.13 Alat Ukur DC.	IV-6
Gambar 4.14 MCB DC.	IV-7
Gambar 4.15 SCC (<i>Solar Charge Controller</i>).	IV-7
Gambar 4.16 Alat Ukur Kapasitas Baterai.	IV-8
Gambar 4.17 Pompa Air.	IV-8
Gambar 4.18 Alat Ukur Debit Air	IV-8
Gambar 4.19 Pipa.	IV-9
Gambar 4.20 Kabel.	IV-9

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain PLTMH.....	L-1
Lampiran 2. <i>Name Plate</i> Pompa dan Baterai.....	L-2
Lampiran 3. Dokumentasi Pengerjaan Alat	L-3
Lampiran 4. Pengukuran Data PLTMH	L-4

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan pada saat ini. Kebutuhan energi semakin meningkat sejalan dengan kemajuan zaman. Salah satu bentuk energi yang tidak dapat terlepas dari kehidupan manusia adalah energi listrik. Sumber energi listrik yang sudah lazim dipergunakan adalah sumber energi minyak bumi, gas alam, dan batu bara sedangkan sumber energi air, panas bumi, panas matahari, dan nuklir masih terus dikembangkan. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa persediaan sumber energi minyak bumi, gas alam, dan batu bara sangat terbatas dan apabila digunakan secara terus-menerus maka suatu saat sumber energi tersebut akan habis [1].

Air merupakan sumber energi terbarukan yang memiliki potensi yang sangat besar. Potensi air yang sangat besar ini dapat dikembangkan untuk menciptakan energi yang diubah menjadi sebuah energi listrik yaitu dengan membuat Pembangkit Listrik dengan sumber energi kinetik berupa aliran air. Namun di kampus Politeknik Negeri Bali tidak ada aliran air alami yang bisa dimanfaatkan untuk dijadikan sumber energi listrik. Oleh karena itu pada Tugas Akhir ini dibuat Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro sebagai cara untuk mengembangkan pemanfaatan energi air dan mahasiswa juga dapat melihat serta mempelajari kinerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro tanpa harus menggunakan aliran air alami.

Rancangan yang penulis buat adalah Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) *Off-Grid* dengan kincir tipe *Overshot Wheel* diameter 25 cm dan 12 sudu. Karena di kampus tidak ada aliran air alami, sistem dibuat dengan sirkulasi air buatan yaitu dengan menggunakan pompa, pipa, dan *nozzel*. Kincir ini dihubungkan dengan generator DC 0–24 V, kemudian listrik disalurkan melalui rangkaian (SCC, MCB, alat ukur) dan disimpan dalam baterai LiFePo4 9,6 V. Alat ini dirancang ringan, mudah dipindahkan, dan bisa digunakan untuk charging baterai. Pengujian ini mendapatkan daya keluaran rata-rata 0,025 W, serta efisiensi sangat rendah yaitu 1,15% (tanpa *nozzel*). Sebaliknya, (dengan *nozzel*) mampu menghasilkan daya keluaran rata-rata 0,31 W, serta efisiensi yang dicapai pada kondisi ini jauh lebih tinggi, yaitu sebesar 38,32%.

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa rancangan PLTMH *Off-Grid* dengan kincir *Overshot Wheel* telah berhasil bekerja sesuai fungsinya, Walaupun kapasitas daya yang dihasilkan belum optimal untuk aplikasi skala besar, *prototipe* ini

dapat menjadi media pembelajaran yang efektif serta pijakan awal untuk pengembangan teknologi mikrohidro yang lebih efisien dan aplikatif di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang Pemodelan PLTMH *Off-Grid* Menggunakan Kincir *Overshot Wheel*?
2. Bagaimana pengaruh Debit air terhadap Daya yang dihasilkan?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas masalah yang akan dibahas dan agar tidak terjadi permasalahan yang meluas dan menyimpang, maka penulis menetapkan suatu batasan masalah. Sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya membahas perancangan sistem Pemodelan PLTMH *Off-Grid* Menggunakan Kincir *Overshot Wheel*.
2. Kajian hanya dilakukan pada pengaruh Debit air terhadap Daya yang dihasilkan.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulis melaksanakan penelitian ini dengan rumusan masalah diatas yaitu :

1. Dapat merancang suatu Pemodelan PLTMH *Off-Grid* Menggunakan Kincir *Overshot Wheel* tanpa sistem sirkulasi air alami.
2. Dapat mengetahui bagaimana pengaruh Debit Air terhadap Daya yang dihasilkan.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) *Off-Grid* menggunakan Kincir *Overshot Wheel* adalah sebagai berikut :

1.5.1 Manfaat bagi penulis (*Intern*)

Melatih keterampilan merancang dan sebagai sarana untuk menerapkan ilmu-ilmu yang didapatkan selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktik.

1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai bahan pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang kelistrikan dan perancangan di kemudian hari, dan sebagai salah satu pertimbangan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

1.5.3 Manfaat bagi masyarakat

Menambah wawasan dan referensi bagi pengembangan teknologi mikrohidro, khususnya yang menggunakan kincir tipe *Overshot Wheel* dalam sistem siklus air tertutup (*Off-Grid*).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa sistem PLTMH, disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Off-Grid dengan menggunakan kincir *Overshot Wheel* berhasil dibuat dan dapat berfungsi sesuai dengan prinsip kerjanya. Pemodelan ini terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu kincir *Overshot Wheel* tipe Pelton berdiameter 25 cm dengan 12 sudu, generator DC 0-24 Volt dengan daya maksimum 150 Watt, pompa air AC 220 Volt sebagai sumber aliran air, pipa PVC berdiameter 1 inch dengan panjang 2,68 m, serta tambahan *nozzel* untuk meningkatkan kecepatan semburan air. Rangka PLTMH dibuat menggunakan besi *hollow* berukuran 3x3 mm sehingga bersifat kokoh namun tetap ringan dan mudah dipindahkan. Kincir dipasang dengan poros berdiameter 15 mm dan panjang 25cm yang ditopang *bearing* agar menghasilkan putaran yang stabil, kemudian dihubungkan langsung dengan generator untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Dari sisi kelistrikan, sistem ini dilengkapi dengan *Solar Charge Controller* (SCC) sebagai pengatur pengisian baterai, MCB DC sebagai pengaman, dioda block untuk mencegah arus balik, serta baterai LiFePo4 berkapasitas 9,6V 30Ah sebagai penyimpan energi listrik. Aliran air dari pompa diarahkan melalui pipa menuju kincir bagian atas sesuai prinsip kerja *Overshot Wheel*. Penggunaan *nozzel* terbukti mampu meningkatkan kecepatan semburan air sehingga putaran kincir lebih optimal walaupun debit air yang digunakan lebih kecil. Dengan demikian, pemodelan PLTMH yang dirancang ini bersifat *portable*, mudah diuji di laboratorium tanpa memerlukan aliran air alami, serta dapat menyimpan energi listrik untuk keperluan sederhana seperti pengisian daya baterai.
2. Sistem Rancang Bangun Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Off-Grid Menggunakan Kincir *Overshot Wheel* kincir tipe Pelton dengan 12 sudu, dan diameter 25 cm saat diberi beban. Kincir tipe Pelton ini dengan debit air sebesar $0,00015 \text{ m}^3/\text{s}$ dapat menghasilkan rata-rata daya 0,31 Watt (memakai *nozzel*) dan debit air sebesar $0,000401 \text{ m}^3/\text{s}$ dapat menghasilkan rata-rata daya 0,025 Watt (tanpa *nozzel*).

5.2 Saran

Beberapa saran untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut antar lain :

1. Penulis tidak memakai baterai 12 V, karena ketika PLTMH ini dihubungkan dengan baterai 12 V tidak ada arus maupun daya yang masuk ke baterai, maka dari itu penulis memakai baterai 9,6 V agar tegangan output dari generator lebih besar dari tegangan baterai dan menghasilkan arus maupun daya yang masuk ke baterai. Oleh karena itu, pemasangan generator disarankan menggunakan *pulley* dan *v-belt* agar mendapatkan putaran yang lebih cepat sesuai dengan putaran nominal generator dan mendapatkan tegangan output generator yang jauh lebih besar.
2. Pembuatan desain disesuaikan dan di perhitungkan lagi jika ingin menambahkan *pulley* dan *v-belt*.
3. Pemasangan poros juga perlu dilakukan dengan lebih presisi agar putaran yang dihasilkan lebih optimal dan stabil.
4. Menggunakan pompa yang memiliki spesifikasi lebih maksimal dari Pompa Internasional DB 125 sehingga *head* yang dihasilkan lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Puspita Ayu Armi, "Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro," *ELTI Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan*, no. 1, pp. 28-32, Juli 2019.
- [2] S. Ramazan, "PLTMH Nisam Antara Kabupaten Aceh Utara, Provinsi Aceh," [Online].
- [3] K. H. K. R. K. Fahri, "Studi Identifikasi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Desa Ambawang Kecamatan Kubu Kabupaten Kubu Raya," *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak*, pp. 1-9, 2015.
- [4] A. H. Y. R. K. H. K. Kiki Firmanto, "Studi Evaluasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Dusun Km.44 Kecamatan Sayan Kabupaten Meawi," *Jurnal Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura*, pp. 1-9, 2022.
- [5] F. A. Teka, "Rancang Bangun Alat Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Turbin Pelton," Makassar, 2023.
- [6] W. C. P. Rifaldi Alkautsar, "Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) AC Mikrogrid dengan Sistem Off-Grid," repository poliupg, Makassar, 2022.
- [7] N. A. M. Fiqi Alfiansyah Paembonan, "Rancang Bangun Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Kebutuhan Energi Listrik Gazebo Objek Wisata Benteng Alla Kabupaten Enrekang," Repository Poliupg, Makassar, 2022.
- [8] P. A. Andika Hamsah, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berbasis Digital," Repository Poliupg, Surakarta, 2023.
- [9] A. P. Dely, "Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Menggunakan Turbin Cross Flow Kapasitas 2x10 Watt," <http://eprints.umsb.ac.id/2269/1/191000221201012%20ARIJUL%20PAJRI%20DELY.pdf>, Sumatera Barat, 2023.
- [10] I. N. S. K. W. G. A. D P D Suparyawan, "Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Mikrohidro Di Desa Sambangan Kabupaten Buleleng Bali," *Jurnal Tekonoli Elektro*, pp. 1-8, Juli - Desember 2013.
- [11] W. Paryatmo, *Turbin Air*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007.
- [12] A. I. W. L. J. I Wayan Budiarsana Saputra, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Kincir Overshot Wheel," *Teknologi Elektro*, no. Vol. 16, No, 02, pp. 48-54, 2017.
- [13] L. Jasa, "Investigasi sudut Nozzle dan sudut kelengkungan sudu turbin air untuk peningkatan efisiensi mikro hidro," no. Surabaya : ITS, 2015.
- [14] A. F. I. L. O. M. S. Massugianto, "RANCANG BANGUN DAN ANALISA KINERJA RODA TURBIN UNDERSHOT DENGAN MEMANFAATKAN AIR BUANGAN TURBIN PLTMH," *Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Padang*, pp. 47-60, 2015.
- [15] A. Zalfin, "Studi Pengaruh Lekukan Kabel Terhadap Arus Listrik," Repository Poliupg, Makassar, 2021.