

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO
(PLTMh) DI TALAGAKULON KABUPATEN MAJALENGKA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi S1 Teknik Elektro



Oleh:

Angga Adytya

E.5051.1802007

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2022

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO
(PLTMh) DI TALAGAKULON KABUPATEN MAJALENGKA**

Oleh
Angga Adytya

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Angga Adytya
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2022

Hak Cipta dilindungi Undang - Undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lain tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

ANGGA ADYTYA

E.5051.1802007

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO
(PLTMh) DI TALAGAKULON KABUPATEN MAJALENGKA**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing I



Dr. I Wayan Ratnata, S.T, M.Pd.

NIP. 19580214 198603 1 002

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T.

NIP. 1972119 200112 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. Yadi Mulyadi, M.T.

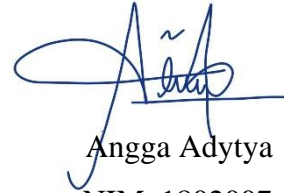
NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) di Talagakulon Kabupaten Majalengka” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 3 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Angga Adytya

NIM. 1802007

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhnahu Wa Ta'ala* karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Di Talagakulon Kabupaten Majalengka”. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi S1 Teknik Elektro.

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu dengan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, diskusi, bantuan informasi dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terimakasih tersebut ditujukan kepada:

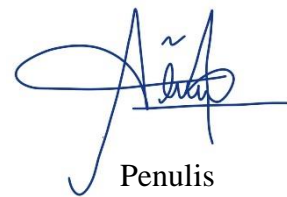
1. Bapak Agus Sholeh dan Ibu Eni Rochaeni selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan dalam bentuk doa, moral serta materil selama menjalani masa kuliah terkhusus dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Bapak Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Dr. I Wayan Ratnata, ST. M.Pd. selaku dosen pembimbing I selama penyusunan skripsi telah memberikan keluasaan waktu, ilmu dan wawasan dalam membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing II dan selaku dosen wali yang telah memberikan keluasaan waktu, ilmu dan wawasan dalam membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi serta selalu memberikan arahan, bimbingan serta masukan kepada penulis selama menjalani perkuliahan di semester akhir.

6. Seluruh staff dosen dan administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan.
7. Rekan-rekan angkatan 2018 yang selalu memberikan dukungan serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Himpunan Mahasiswa Elektro yang telah membentuk dan menjadikan penulis menjadi orang yang bertanggung jawab dalam menjalankan segala hal dalam melakukan apapun terkhusus dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Fauziah Nurhaliza sebagai teman dekat penulis yang selalu mendengarkan, menemani, memahami dan memberikan dukungan, semangat dan kebahagiaan kepada penulis selama proses perkuliahan sampai menyelesaikan skripsi ini.
10. Milzam Hindami Fauzan sebagai teman penulis yang selalu membantu, menemani, mendengarkan dan memahami penulis selama proses perkuliahan sampai menyelesaikan penulisan skripsi ini.
11. Sigit Tri Kusuma sebagai teman penulis yang selalu mendengarkan keluhan penulis dan selalu berbagi cerita selama proses bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Zacky Wardana sebagai teman penulis yang selalu memberikan saran dan motivasi selama penulis menempuh proses perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
13. M. Kiki Jarkasih sebagai teman penulis yang selalu memberikan waktu dan ruang kepada penulis dan teman berdiskusi selama menempuh proses perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
14. Fauzi Nur R. sebagai teman penulis yang selalu menasehati dan memberikan dukungan materi selama proses perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
15. Novan Melandi S. sebagai mentor penulis yang selalu memberikan masukan serta contoh yang baik selama proses perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
16. Rama, Reihan, Agung, Guruh, Lutpi, Noval, Rio dan Iksan sebagai teman penulis yang selalu menemani penulis serta membantu penulis selama proses perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.

17. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah *Subhnanu Wa Ta'ala* membalas kebaikan semua pihak yang membantu dalam proses menyelesaikan skripsi ini. Dalam penelitian ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi pengembangan penelitian lebih lanjut. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, terkhusus untuk ilmu pengetahuan bidang terkait.

Bandung, 3 Agustus 2022



Penulis

ABSTRAK

Produksi energi fosil semakin berkurang dari waktu ke waktu terutama minyak bumi. Total potensi energi terbarukan di Indonesia mencapai 441.7 GW sedangkan yang baru terelisasikan baru sebesar 9.07 GW. Salah satu pemanfaatan potensi energi terbarukan adalah dengan memanfaatkan sungai serta dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) dengan memanfaatkan energi potensi aliran sungai untuk menggerakkan turbin guna menghasilkan energi listrik dari generator. Penelitian ini merupakan sebuah perancangan pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan memanfaatkan aliran sungai curug Cilutung, Kecamatan Talagakulon, Kabupaten Majalengka untuk mengetahui potensi daya listrik yang mampu dibangkitkan. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dengan menggunakan beberapa perhitungan matematis. Adapun faktor utama yang mempengaruhi besarnya energi listrik yang mampu dibangkitkan oleh pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah debit air sungai curug Cilutung, persentase debit air yang mampu dimanfaatkan, tinggi jatuh air, efisiensi turbin, efisiensi transmisi dan efisiensi generator. Hasil dari penelitian ini adalah meliputi perancangan komponen hidrolis dan elektromekanik pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Komponen yang dirancang meliputi bangunan pengambilan (*intake*), saluran pembawa (*headrace*), bak penenang, pipa *penstock*, pemilihan jenis turbin, kapasitas generator dan *pulley*. Pada penelitian ini didapatkan potensi hidrolis sungai adalah 334.54 kW, namun karena hanya memanfaatkan 20% energi potensial sungai sehingga didapatkan total potensi daya listrik yang dibangkitkan adalah 52.429 kW. Diharapkan dari penelitian ini dapat menjadi bahan literasi atau rujukan untuk penelitian selanjutnya dalam perancangan PLTMh.

Kata Kunci: PLTMH, Komponen Hidrolis, Komponen Elektromagnetik, Potensi Daya

ABSTRACT

Energy production is decreasing from time to time, especially petroleum. The total potential of renewable energy in Indonesia reaches 441.7 GW, while only 9.07 GW has been realized. One of the potential uses of renewable energy is to utilize rivers and build a Micro Hydro Power Plant (MHPP) by utilizing the potential of river flows to drive turbines to produce electrical energy from generators. This research is a design of a micro-hydro power plant by utilizing the flow of the Curug Cilutung river, Talagakulon District, Majalengka Regency to determine the potential for electrical power that can be generated. This research uses descriptive analysis method using several mathematical calculations. The main factors that influence the amount of electrical energy that can be generated by a micro-hydro power plant are the water flow of the Curug Cilutung river, the proportion of water discharge that can be utilized, falls, turbine efficiency and generator efficiency. The results of this study include the design of hydraulic and electromechanical components in a micro hydro power plant. The components designed include intake buildings, headraces, tranquilizer tanks, penstock pipes, turbine type selection, generator capacity and pulleys. In this study, the hydraulic potential of the river was 334.54 kW, but only utilized 20% of the river's energy potential so that the total potential of the electricity generated was 52.429 kW. It is hoped that this research can become literacy material or a reference for further research in the design of MHPP.

Key Word: *MHPP, Hydraulic Components, Electromechanical Components, Power Potential*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Struktur Organisasi Penulisan Skripsi	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh).....	5
2.3 Diagram Skematis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh)	6
2.3.1 Waduk.....	6
2.3.2 <i>Main Gate</i>	7
2.3.3 Bendungan	7
2.3.4 <i>Penstock</i> (Pipa Pesat).....	7
2.3.5 Turbin.....	8
2.3.6 Generator.....	11

2.3.7 <i>Tailrace</i> (Pipa Pembuangan).....	18
2.3.8 Transformator	18
2.4 Analisis dan Perhitungan PLTMh	18
2.4.1 Perhitungan Potensi Daya Listrik	18
2.4.2 Pengukuran Debit Air	20
2.4.3 Perancangan Saluran <i>Intake</i>	22
2.4.4 Perancangan Saluran Pembawa (<i>Headrace</i>).....	22
2.4.5 Perancangan Bak Penenang	23
2.4.6 Perancangan Pipa <i>Penstock</i>	24
2.4.7 Pengukuran Tinggi Jatuh Air	25
2.4.8 Perancangan Turbin	25
2.4.9 Penentuan Kapasitas Generator	28
2.4.10 Perancangan <i>Pulley</i>	28
2.5 Penelitian Yang Relevan.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Alur Penelitian	31
3.2 Lokasi Penelitian	33
3.3 Metode Pengumpulan Data	33
3.4 Data Penunjang Penelitian.....	34
3.4.1 Data Ukuran Lebar Sungai.....	35
3.4.2 Data Ukuran Kedalaman Sungai.....	35
3.4.3 Data Kecepatan Aliran Sungai.....	36
3.5 Perangkat Penunjang Penelitian	36
3.6 Metode Pengolahan Data.....	37
3.7 Analisis Data.....	38
3.7.1 Pengukuran Kedalaman Sungai	38

3.7.2 Pengukuran Luas Penampang Sungai.....	39
3.7.3 Perhitungan Rata-Rata Waktu Tempuh Aliran Sungai.....	39
3.7.4 Perhitungan Rata-Rata Kecepatan Aliran Sungai.....	40
3.7.5 Perhitungan Debit Air Sungai Curug Cilutung.....	41
3.7.6 Perhitungan Potensi Daya Hidrolik Sungai.....	42
3.7.7 Perhitungan Debit Air Sungai Yang Dimanfaatkan.....	43
3.7.8 Perancangan Saluran <i>Intake</i>	45
3.7.9 Perancangan Saluran Pembawa (<i>Headrace</i>).....	45
3.7.10 Perancangan Bak Penenang.....	47
3.7.11 Perancangan Pipa <i>Penstock</i>	48
3.7.12 Perancangan Turbin.....	49
3.7.13 Menentukan Generator.....	50
3.7.14 Perancangan <i>Pulley</i>	54
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1 Temuan Hasil Penelitian.....	55
4.1.1 Potensi Sungai.....	55
4.1.2 Bangunan Hidrolik.....	56
4.1.3 Komponen Elektromekanik.....	57
4.1.4 Potensi Daya Yang Dibangkitkan.....	58
4.2 Pembahasan.....	59
4.2.1 Nilai Debit Air.....	59
4.2.2 Bangunan Hidrolik.....	60
4.2.3 Komponen Elektromekanik.....	66
4.2.4 Potensi Daya yang Dapat Dibangkitkan.....	69
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	72
5.1 Simpulan.....	72

5.2 Implikasi	73
5.3 Rekomendasi	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	77

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Kecepatan Sungai	36
Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Kedalaman Sungai	38
Tabel 3.3 Pengukuran Rata-Rata Waktu Tempuh.....	39
Tabel 3.4 Data Perhitungan Debit Air.....	41
Tabel 3.5 Potensi Hidrolik Sungai Curug Cilutung	43
Tabel 3.6 Debit Air Sungai Dimanfaatkan.....	44
Tabel 3.7 Kecepatan Aliran Saluran Pembawa (Headrace)	46
Tabel 3.8 Potensi Daya Yang Dibangkitkan	51
Tabel 3.9 Potensi Daya Melewati Turbin	52
Tabel 3.10 Total Potensi Daya Terbangkit	53
Tabel 4.1 Temuan Nilai Potensi Sungai.....	56
Tabel 4.2 Spesifikasi Saluran <i>Intake</i>	56
Tabel 4.3 Spesifikasi Saluran Pembawa	56
Tabel 4.4 Spesifikasi Bak Penenang	57
Tabel 4.5 Spesifikasi Pipa <i>Penstock</i>	57
Tabel 4.6 Spesifikasi Turbin	58
Tabel 4.7 Spesifikasi <i>Pulley</i>	58
Tabel 4.8 Nilai Potensi Daya	58
Tabel 4.9 Perbandingan Data Spesifikasi Bak Penenang	64
Tabel 4.10 Spesifikasi Generator Merk OEM	68
Tabel 4.12 Rancangan Komponen Hidrolik dan Elektromekanik Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Talagakulon.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Skematis PLTMh.....	6
Gambar 2.2 Waduk	6
Gambar 2.3 <i>Main Gate</i>	7
Gambar 2.4 Bendungan.....	7
Gambar 2.5 <i>Penstock</i>	8
Gambar 2.6 Turbin <i>Francis</i>	9
Gambar 2.7 Turbin <i>Kaplan</i>	9
Gambar 2.8 Turbin <i>Crossflow</i>	10
Gambar 2.9 Turbin <i>Pelton</i>	10
Gambar 2.10 Diagram Pemilihan Turbin.....	11
Gambar 2.11 Konstruksi Alternator	13
Gambar 2.12 Konstruksi Rotor	14
Gambar 2.13 <i>Salient Pole Rotor</i> Dan <i>Non Salient Pole Rotor</i>	15
Gambar 2.14 Generator Dengan 4 Kutub	16
Gambar 2.15 Gelombang Sinusoidal 3 Phasa	17
Gambar 2.16 <i>Draft Tube</i>	18
Gambar 2.17 Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai.....	21
Gambar 2.18 Diagram Pemilihan Turbin.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	31
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian	33
Gambar 3.3 Pengukuran Lebar Sungai Curug Cilutung	35
Gambar 3.4 Pengukuran Kedalaman Sungai	35
Gambar 3.5 Diagram Metode Penelitian.....	37
Gambar 4.1 Kurva Debit Air.....	60
Gambar 4.2 Visualisasi Saluran <i>Intake</i>	61
Gambar 4.3 Denah Perancangan Saluran <i>Intake</i>	62
Gambar 4.4 Visualisasi Saluran Pembawa.....	63
Gambar 4.5 Visualisasi Perancangan Bak Penenang	64
Gambar 4.6 Denah Perancangan Bak Penenang	65
Gambar 4.7 Visualisasi Perancangan Pipa <i>Penstock</i>	66

Gambar 4.8 Ukuran Perancangan Pipa <i>Penstock</i>	66
Gambar 4.9 Visualisasi Perancangan Turbin	67
Gambar 4.10 Visualisasi Perangan <i>Pulley</i>	69
Gambar 4.11 Denah Perancangan PLTMh	69
Gambar 4.12 Kurva Perbandingan Daya	70

DAFTAR PUSTAKA

- Albastomiroji. (2018). Studi Kelayakan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Bendung Traini Kali Samin/Gembong Di Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Ilmiah*, 1(5).
- Anthony, Z. (2018). *Mesin Listrik Dasar* (A. Premadi (ed.); 1st ed.). ITP Press.
- Ardo, B., Edmidiana, & Perwati. (2022). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Desa Tanjung Raman Talang Air Selepah Kecamatan Pendopo Kabupaten Empat Lawang. *Jtekn*, 19(1), 81–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.33557/jtekn.v19i1.1665>
- Chapman, S. J. (2005). *Electric Machinery Fundamentals* (C. Paulson (ed.); 4th ed.). Elizabeth A. Jones.
- Clemen, D. M. (1999). *Hydro Plant Electrical System*.
- Dimiyati, A. . (2015). Studi Kelayakan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Desa Setren Kecamatan Slogoimo Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Emiter*, 15(2).
- DOE. (2009). *Energy Utilization Management Bureau Micro-hydropower Development in Rural Electrification*. Bureau: Jica.
- Fatahudin, D., & Kurniawan, I. H. (2019). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Kapasitas Daya 50 KW. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 1(2), 100–109.
- Harvey, A. (1993). *Micro-hydro Design Manual: A Guide To Small-scale Water Power Schemes*. Intermediate Technology Publication.
- Haryani, T., Wardoyo, W., & Hidayat, A. (2015). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Saluran Irigasi Mataram. *Jurnal Hidroteknik*, 1(2).
- Hermawan, M. F. (2021). *Analisis Peningkatan Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) Cihanjuang Cimahi Dengan Mendesain Ulang Pltph Existing*.
- IMIDAP. (2010). *Modul Pelatihan Studi Kelayakan Pembangunan Mikrohidro* (1st ed.). Direktorat Jendral Listrik dan Pemanfaatan Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kementerian ESDM RI. (2013). *Pelaksanaan Pembangunan Instalasi*

Pemanfaatan Energi Terbarukan Yang Dibiayai Dari Dak Bidang Energi Pedesaan. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral.

- KESDM. (2018). *Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) Indonesia.* Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/potensi-energi-baru-terbarukan-ebt-indonesia>
- Kusnandi, Mulyono, A., Pakki, G., & Gunarko. (2018). Rancang Bangun dan Uji Performansi Turbin Air Jenis Kaplan Skala Mikrohidro. *TURBO*, 7(2), 207–213. <https://doi.org/10.24127/trb.v7i2.817>
- Lasina, A. U. R., Adiyasa, I., & Mashabal, I. (2021). Analisis Kerusakan Pada Mesin Ger Alsthof FR di PLTM Bambalo PT. PLN (Persero) ULP Poso Menggunakan Tree Diagram dan Corrective Maintenance. *Jurnal Industri Dan Teknologi Samawa*, 2(2), 64–68.
- Lesmana, R. L., Rohi, D., & Tumbelaka, H. H. (2018). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dengan tegangan 220 VAC, daya 1 kW di desa Jembul, kecamatan Jatirejo, kabupaten Mojokerto. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(2), 41–45.
- Leyland, B. (2014). *Small Hydroelectric Engeneering Practice.* CRC Press.
- Lukas, Rohi, D., & Tumbelaka, H. K. (2017). Studi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 17–23. <https://doi.org/10.9744/jte.10.1.17-23>
- Mafrudin. (2012). Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Crossflow Sebagai Pembangkit Listrik di Desa Bumi Nabung Timur. *Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro*, 7–12.
- Meccalte. (2022). *Ratings Book Technical Guide.* www.meccalte.com.
- Mihdar, Y. A., & Erianto, R. (2016). Pengaruh Variasi Benduk Sudu Terhadap Kinerja Air Turbin Kinetik (Sebagai Pembangkit Listrik Daerah Pedesaan). *TURBO*, 5(3).
- Mockmore, C. A. (1949). *The Banki Water Turbine.* Oregon Stage Collage.
- Mulyawan, A., & Yani, A. (2016). Analisis Daya dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner. *Jurnal of Sainstek*, 8(1), 1–9.
- Napitupulu, J. (2012). Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) dalam Pengelolaan Energi Hijau. *Jurnal Darma Agung*, 21–25.

- Nugroho, H. Y. S. ., & Sallata, K. (2015). *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. ANDI.
- Ratnata, I. W., S, W. S., & Somantri, M. (2013). Analisis Potensi Daya Pembangkit Energi Listrik Tenaga Air di Saluran Air Sekitar Univeritas Pendidikan Indonesia. *FPTK Expo 2013*, 254–261.
- Sani, A. (2008). Analisis Kapasitas Waduk Dengan Metode Ripple dan Behaviour (Studi Kasus Pada Waduk Mamak Sumbawa). *Jurnal Yogyakarta: Univeritas Muhammadiyah Yogyakarta*, 5(2).
- Silalahi, M., & Giawa, D. (2021). Persepsi Masyarakat Terhadap Kualitas Layanan Listrik PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN). *Jurnal Governance Opinion*, 6(2), 187–198.
- Sirojuddin, & Iman, F. C. (2019). Pengaruh Variasi Bentuk Draft Tube Jenis Elbow Terhadap Nilai Gaya Drag Sudu Runner Turbin Crossflow Berbasis CFD. *Seminar Nasional - XVIII*, 28–39.
- Suharyati, Pambudi, S. H., Wibow, J. L., & Pratiwi, N. I. (2019). *Indonesia Energy Outlook* (S. Abdurrahman, M. Pertiwi, & Walujanto (eds.)). OEI.
- Sukanta, S., & Kusmantoro, A. (2013). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Elektro Unnes*, 5(2), 58–63.
- Syahputra, R., Yusmartato, Nasution, R., & Yusnianti. (2019). Pengoperasian Transformator Dengan Menggunakan Changer Aplikasi Gardu Induk Denai. *Journal of Electrical Technology*, 3(1), 53–59.
- Taylor. (2006). *Shynchronous Generators* (L. L. Grigsby (ed.); 1st ed.). LLC.
- Theraja, B. L. (1997). *Electrical Technology*.
- Wibawa, U. (2006). *Perancangan Dasar PLTMh*.
- Wiranto, B. S. (2021). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Studi Kasus Di Curug Cigeuntis, Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Karawang, Jawa Barat). *Journal of Electrical Vocational*, 6(1).