

**ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKROHIDRO (PLTMH) DI SUNGAI WAY JELAY DESA
KEDAMAIAN KECAMATAN KOTAAGUNG KABUPATEN
TANGGAMUS PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

Muhamad Rizki Fadillah

2115021038



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

**ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKROHIDRO (PLTMH) DI SUNGAI WAY JELAY DESA
KEDAMAIAN KECAMATAN KOTAAGUNG KABUPATEN
TANGGAMUS PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

MUHAMAD RIZKI FADILLAH

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

Muhamad Rizki Fadillah

2115021038



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) DI SUNGAI WAY JELAY DESA KEDAMAIAAN KECAMATAN KOTAAGUNG KABUPATEN TANGGAMUS PROVINSI LAMPUNG

Oleh

MUHAMAD RIZKI FADILLAH

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Sungai Way Jelay, Desa Kedamaian, Kecamatan Kotaagung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Latar belakang penelitian didasari oleh kebutuhan energi listrik masyarakat yang belum sepenuhnya terpenuhi oleh PLN, serta kondisi topografi wilayah yang mendukung pembangunan PLTMH. Metode yang digunakan mencakup pengukuran debit aliran dengan metode benda apung, analisis data curah hujan tahun 2015–2024 dengan metode Flow Duration Curve (FDC) menggunakan rumus Weibull, serta perhitungan head efektif melalui survei topografi. Hasil penelitian menunjukkan debit rata-rata Sungai Way Jelay sebesar $0,9513 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan debit andalan probabilitas 80% sebesar $0,653 \text{ m}^3/\text{s}$. Ketinggian jatuh air (head) efektif yang diperoleh adalah 3,5 m. Berdasarkan hasil tersebut, turbin yang sesuai adalah turbin jenis crossflow dengan kecepatan spesifik 140,32 rpm. Perhitungan daya menghasilkan output turbin sebesar 16,63 kW dengan efisiensi turbin 70%, dan daya generator sebesar 12,6 kW dengan efisiensi 80%. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa Sungai Way Jelay memiliki potensi memadai untuk dikembangkan menjadi PLTMH sebagai sumber energi listrik alternatif yang ramah lingkungan dan dapat mendukung kebutuhan listrik masyarakat. Penelitian ini merekomendasikan studi lanjutan untuk optimalisasi desain dan peningkatan efisiensi sistem PLTMH.

Kata Kunci : PLTMH, Turbin *Crossflow*, Energi Terbarukan

***ANALYSIS OF THE POTENTIAL OF MICROHYDRO POWER PLANT
(PLTMH) IN THE WAY JELAY RIVER, KEDAMAIAAN VILLAGE,
KOTAAGUNG DISTRICT, TANGGAMUS REGENCY, LAMPUNG PROVINCE***

Oleh

MUHAMAD RIZKI FADILLAH

This study aims to analyze the potential of a Microhydro Power Plant (MHP) on the Way Jelay River, Kedamaian Village, Kotaagung District, Tanggamus Regency, Lampung Province. The research background is based on the community's electricity needs, which are not yet fully met by PLN (State Electricity Company), and the area's topography, which supports MHP development. The methods used include measuring flow rate using the floating object method, analyzing rainfall data from 2015–2024 using the Flow Duration Curve (FDC) method using the Weibull formula, and calculating effective head through a topographic survey. The results indicate an average discharge of the Way Jelay River of $0.9513 \text{ m}^3/\text{s}$, with an 80% probability of a reliable discharge of $0.653 \text{ m}^3/\text{s}$. The effective head obtained is 3.5 m. Based on these results, the appropriate turbine is a crossflow turbine with a specific speed of 140.32 rpm. Power calculations yielded a turbine output of 16.63 kW with a turbine efficiency of 70%, and a generator power of 12.6 kW with an efficiency of 80%. The analysis concludes that the Way Jelay River has sufficient potential to be developed into a microhydro power plant (MHP), an environmentally friendly alternative source of electrical energy that can support the community's electricity needs. This study recommends further study to optimize the design and improve the efficiency of the MHP system.

Keywords: Micro Hydro Power Plant, Crossflow Turbine, Renewable Energy

Judul Skripsi

: ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT

LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

(PLTMH) DI SUNGAI WAY JELAY DESA

KEDAMAIAN KECAMATAN KOTAAGUNG

KABUPATEN TANGGAMUS PROVINSI

LAMPUNG

Nama Mahasiwa

: Muhamad Rizki Fadillah

Nomor Pokok Mahasiswa

2115021038

Program Studi

: Teknik Mesin

Fakultas

: Teknik



Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Agus Sugiri, S.T., M.Eng.

NIP 197008041998031003

Pembimbing II

Ir. Akhmad Riszal, S.Pd., M.Eng.

NIP 199003272019031008

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ahmad Suudi, S.T., M.T.

NIP 197408162000121001

Ketua Program Studi SI

Dr. Ir. Martinus, S.T., M.Sc.

NIP 197908212003121003

1. Tim Penguji

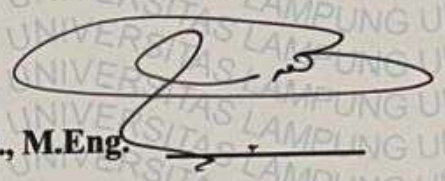
Ketua Penguji

: Agus Sugiri, S.T., M.Eng.



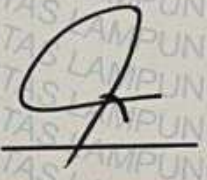
Anggota Penguji

: Ir. Akhmad Riszal, S.Pd., M.Eng.



Penguji Utama

: Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.



Dekan Fakultas Teknik



Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.

NIP. 196910302000031001

Tanggal lulus ujian skripsi: 13 Januari 2026

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain. Sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebut dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung,
13 Januari 2026



Muhamad Rizki Fadillah

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Kusa, Tanggamus pada 09 Januari 2003, merupakan anak kedua dari 4 bersaudara dari pasangan Ibu Dita Erlita dan Bapak Harjasa. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 4 Kuripan hingga tahun 2015, kemudian melanjutkan pendidikan tingkat menengah di MTsN 1 Tanggamus yang selesai pada tahun 2018, dan melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 1 Kotaagung dan lulus pada tahun 2021.

Pada tahun 2021, penulis melanjutkan studi S1 Teknik Mesin di Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama proses perkuliahan, penulis aktif tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai Anggota Tahun Periode 2023/2024. Penulis berkesempatan untuk melakukan Kerja Praktek (KP) pada tahun 2024 di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Pusat Riset Teknologi Tepat Guna (PRTTG), Cikadung, Subang, Jawa Barat dengan judul laporan **“Proses Pembuatan Shaft Bertingkat Dengan Menggunakan CAD, CAM Dan Machining CNC Turning Dipusat Riset Teknologi Tepat Guna Badan Riset Dan Inovasi Nasional (BRIN)”**.

Pada tahun 2026 penulis menyelesaikan program studi S1 Teknik Mesin dengan judul skripsi **“Anlisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Sungai Way Jelay Desa Kedamaian Kecamatan Kotaagung Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung”** di bawah bimbingan bapak Agus Sugiri, S.T., M.Eng. dan Bapak Akhmad Riszal ,S.Pd.,M.Eng. serta Bapak Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T., sebagai pembahas.

MOTTO

**“Bersungguh-sungguhlah terhadap apa yang bermanfaat bagimu
dan jangan lemah”
“HR. Muslim”**

**“Proses keras hari ini adalah cerita sukses di masa depan”
Muhamad Rizki Fadillah**

HALAMAN PERSEMBAHAN



Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, suri teladan sepanjang zaman.

KARYA TULIS INI PENULIS PERSEMBAHKAN KEPADA:

Ibu dan Papa Tercinta

Terima kasih telah memberikan dukungan moral maupun materi serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan saya, karna tiada kata seindah lantunan do'a dan tiada do'a yang paling khusyuk selain doa yang terucap dari orang tua. Ucapan terima kasih saja tak kan pernah cukup untuk membalas kebaikan orang tua karna itu terimalah persembahan bakti dan cintaku untuk kalian Papa dan Ibu.

Seluruh Keluarga Besar Teknik Mesin Angkatan 2021

Teman seperjuangan yang telah menemani dalam suka dan duka, berbagi ilmu, tawa, dan semangat selama masa perkuliahan hingga akhirnya kita sampai di titik ini.

Serta

Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Teknik Mesin

UCAPAN TERIMA KASI

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Segala puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allahu Subhanahu Wa Ta'ala atas segala Rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dalam keadaan sehat dan lancar dan dalam keadaan sehat. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita nabi besar Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wassalam, beserta keluarga dan para sahabatnya yang kita nanti-nantikan syafaatnya diakhir zaman kelak.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelas Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis mendapatkan pengalaman dan pembelajaran dari beberapa pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. Hi. Ahmad Herison, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ahmad Suudi, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ir. Martinus, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Lampung.
4. Bapak Agus Sugiri S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan waktu sehingga selesainya penulisan skripsi ini.
5. Bapak Akhmad Riszal ,S.Pd.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing II terimakasih atas bantuan dan saran yang telah diberikan sehingga selesainya penulisan skripsi ini.

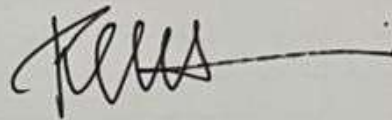
6. Bapak Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah berkenan dan memberikan koreksi dan arahan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Ibu Dr. Eng. Shirley Savet Lana, S.T., M.Met. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, mendampingi, dan memberikan arahan selama masa studi.
8. Seluruh Dosen, Staff dan Karyawan Teknik Mesin Universitas Lampung.
9. Terimakasih tak terhingga kepada Kedua Orang Tua tercinta yakni Ibu Dita Erlita dan Ayahanda Harjasa, yang selalu memberikan ruang berkembang sesuai dengan keinginan putranya, segala pengorbanan, kerja keras, serta kasih sayang tulusnya selalu mendukung saya dalam setiap langkah. Mereka tidak pernah lelah mengusahakan memberikan yang terbaik kepada putranya. Doa yang tak pernah putus dan tulus, motivasi, dan dukungan mereka menjadi kekuatan terbesar hingga saya berhasil menyelesaikan skripsi ini dan meraih gelar Sarjana Teknik. Terimakasih sudah membersamai saya sampai berada di tempat ini.
10. Kepada Marza Haditya Indillah, seseorang yang menjadikan salah satu alasan tetap kuat dan sanggup, terimakasih yang tak terhingga untuk kakak saya.
11. Tim seperjuangan saya yang juga sangat banyak membantu selama ini Santri Adi dan Anggita Dwi Marshanda, rekan PKKMM saya yakni Muhammad Hamim Mihada, Bagus Dita, dan Gunawan Afif Fudin, beserta keluarga besar Desa Pesawaran Indah.
12. Rekan-rekan Teknik Mesin Angkatan 2021 yang telah membersamai, memberi dukungan dan semangat selama perkuliahan.
13. Serta seluruh pihak yang tak dapat saya sebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kemajuan ilmu pengetahuan di masa mendatang dari semua pihak. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bandar Lampung, 13 Januari 2026

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rizki', with a long horizontal stroke extending to the right.

Muhamad Rizki Fadillah

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Sistematika Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).....	7
2.2 Hidrologi.....	12
2.3 Turbin Air.....	14
2.4 Kriteria Pemilihan Turbin.....	22
2.5 Diameter pipa penstock.....	31
2.6 Metode FDC (<i>Flow Duration Curve</i>).....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Tempat penelitian.....	34
3.2 Model PLTMH.....	34
3.3 Alat dan Bahan.....	35
3.4 Metode Pengolahan data.....	37
3.4 Potensi Daya Terbangkitkan dan Kriteria Jenis Turbin.....	41
3.5 Flowchart Mengetahui Alur Data Dan Analisis.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Analisis Iklim.....	43
4.2 Perhitungan debit dan <i>head</i>	46
4.3 Analisis Data Spasial.....	51
4.4 Perhitungan Debit Rancangan dengan Metode FDC.....	53
4.5 Perbandingan Debit Air Metode FDC dengan Debit Air Terukur.....	57
4.6 Kriteria Jenis Turbin.....	58
4.7 Analisis Potensi PLTMH.....	60
V. PENUTUP	62
5.1 Simpulan.....	62
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kecepatan Spesifik Turbin Konvensional	24
Tabel 2. 2 Aplikasi penggunaan turbin berdasarkan head.....	26
Tabel 2. 3 Klasifikasi iklim	30
Tabel 3. 1 Kecepatan benda apung.....	39
Tabel 4. 1 Data curah hujan bulanan (BBWS Way Sekampung, 205).....	43
Tabel 4. 2 Hasil perhitungan klasifikasi iklim.....	45
Tabel 4. 3 Karakteristik curah hujan (hasil perhitungan)	45
Tabel 4. 4 Kecepatan benda apung.....	47
Tabel 4. 5 Head Gross	48
Tabel 4. 6 Data Rata-Rata Curah Hujan.....	54
Tabel 4. 7 Data Debit DAS Sungai Way Jelay.....	55
Tabel 4. 8 Flow Duration Curve Sungai Way Jelay	55
Tabel 4. 9 Flow Duration Curve Way Semaka.....	56
Tabel 4. 10 Perbandingan Debit Terukur dan FDC.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Sungai way jelay, Desa Kedamaian	4
Gambar 2. 1 Komponen penyusun PLTMH.....	12
Gambar 2. 2 Konseptual Eenergi	13
Gambar 2. 3 Turbin Pelton.....	18
Gambar 2. 4 Turbin Cross Flow.....	19
Gambar 2. 5 Turbin Kaplan.....	21
Gambar 2. 6 Klasifikasi Turbin Mikro Hidro.....	22
Gambar 3. 1 Model PLTMH.....	34
Gambar 3. 2 Tongkat ukur	35
Gambar 3. 3 Altimeter.....	35
Gambar 3. 4 Meteran.....	36
Gambar 3. 5 Stopwatch	36
Gambar 3. 6 Benang nilon.....	37
Gambar 3. 7 Botol	37
Gambar 3. 8 Topografi tanah pada tinggi jatuh air (head)	39
Gambar 3. 9 Pemilihan Jenis Turbin	40
Gambar 3. 10 Diagram Alur Penelitian	42
Gambar 4. 1 Saluran pembawa	47
Gambar 4. 2 DAS Sungai Way Jelay	52
Gambar 4. 3 DAS Way Semaka.....	53
Gambar 4. 4 Flow Duration Curve DAS Way Jelay.....	56
Gambar 4. 5 Flow Duration Curve DAS Way Semaka	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber energi yang murah dan relatif mudah didapat. Air mempunyai energi potensial pada saat air jatuh dan energi kinetik pada saat air mengalir. Energi tersebut dapat diubah menjadi bentuk energi lain. Salah satu bentuk ubahan dari energi tersebut adalah energi listrik. Pengubahan energi dari energi air menjadi energi listrik, dibutuhkan suatu perencanaan yang baik. Selain itu harus didukung oleh instalasi pembangkit listrik yang memadai (Hendrasari,2024).

Energi listrik merupakan energi utama masyarakat pada era globalisasi. Peningkatan kebutuhan energi listrik meningkat sejalan dengan meningkatnya perkembangan teknologi. Ada banyak jenis sumber energi yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat seperti bahan bakar fosil (solar, minyak gas alam, batu bara dll) atau memanfaatkan energi baru dan terbarukan (surya biomassa, dan air). Umumnya penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi dikelola oleh Perusahaan Listrik Nasional (PLN) yang belum bisa menjangkau daerah – daerah terpencil. Masalah ini dapat diselesaikan dengan membangun sumber energi listrik sederhana seperti Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) (Romadhoni,2021).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik yang menggunakan air sebagai tenaga penggerak dengan memanfaatkan ketinggian dan debit air dalam skala kecil. Sebagai contoh saluran irigasi, sungai ataupun air terjun. PLTMH cocok diterapkan di Indonesia dengan pertimbangan sumber daya air yang tersedia cukup banyak.

Manfaat yang diperoleh dari PLTMH adalah dapat menghasilkan listrik dan merupakan teknologi yang ramah lingkungan (Azizah, 2021).

Keuntungan PLTMH dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis yang lain, biaya pengoperasian dan pemeliharaan PLTMH ini cukup murah karena menggunakan energi alam. Konstruksi yang sederhana dan dapat dioperasikan di daerah terpencil oleh tenaga terlatih dengan pelatihan singkat pengoperasian. PLTMH tidak menimbulkan pencemaran dan dapat disinergikan dengan program lainnya seperti irigasi dan perikanan, serta tidak berdampak pada ekologi di sekitarnya. Keterbatasan PLTMH diantaranya adalah kapasitas listrik yang dapat dihasilkan tergantung dari debit aliran dan ketinggian air, sehingga dapat terjadi penurunan saat musim kemarau; kapasitas pengguna listrik tergantung kapasitas PLTMH; dan jarak pengguna terhadap PLTMH tidak boleh terlalu jauh maksimal 2 km karena akan kehilangan banyak daya transfer akibat rugi-rugi penghantar (Wiwaha, 2021).

Di Provinsi Lampung terdapat banyak sungai yang memiliki potensi energi air cukup besar namun dalam pemanfaatannya belum maksimal dikarenakan kurangnya pengetahuan dan kemauan dari masyarakat sekitar. Maka dari itu, sudah selayaknya sungai dikembangkan untuk memenuhi energi listrik yang murah dan ramah lingkungan serta energinya tidak akan habis seperti yang terdapat di Sungai Way Jelay Desa Kedamaian Kecamatan Kotaagung Kabupaten Tanggamus Lampung.

Penelitian yang dilakukan oleh Unggah Rizki Harto Jawadz, Hari Prasetyo dan Widhiatmoko Herry Purnomo tentang potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di aliran sungai desa Kejawar Banyumas. Hasil penelitian tersebut di peroleh head efektif setinggi 3,08 m dan debit andalan 0,05 m³/s dapat membangkitkan daya 1,36 kW. Total investasi yang dibutuhkan dalam perencanaan Pembangunan PLTMH sebesar Rp.31,699,531 dengan umur proyek selama 10 tahun. Dari hasil tersebut dapat dikatakan perencanaan pembangunan PLTMH di aliran sungai Desa Kejawar layak dilakukan.

Penelitian yang dilakukan oleh Sinaga dan prayogi tentang pembuatan turbin mikrohidro tipe crossflow sebagai pembangkit listrik di desa Bumi Nabung Timur, memiliki debit air rata-rata 0,04 m³/s dan head 2 m. Turbin crossflow memiliki spesifikasi lebar runner 0,1524 m, diameter luar runner 0,48 m, diameter dalam runner 0,32 m, jarak antar sudu 0,083 m, tebal nozzle 0,04 m, jari-jari sudu 0,078 m dan jumlah sudu 20. Hasil dari pengujian tersebut diperoleh daya turbin 236,82 watt, efisiensi mekanik turbin 30% dan daya listrik 162 watt (Sinaga, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, dalam penelitian ini ingin memberikan gambaran dan informasi awal mengenai potensi tenaga air yang ada di Kecamatan Kotaagung, Kabupaten Tanggamus yang memiliki beberapa Daerah Aliran Sungai. Topografi wilayah berbentuk perbukitan dan aliran sungai yang deras berpotensi dapat menghasilkan energi listrik. Salah satu daerah di Kecamatan kotaagung yang memiliki potensi sumber daya air yang melimpah adalah sungai wai jelay di desa kedamaian.

Disamping itu masalah yang terdapat di desa ini yang bertepatan Dusun Lamuran yaitu kurangnya lampu penerangan di setiap jalan yang belum terjangkau oleh PLN. Diharapkan, sumber daya ini dapat dikembangkan potensi lainnya yang salah satunya untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang menggunakan sistem aliran sungai, dan hanya akan memproduksi listrik jika air tersedia, sehingga keberadaan debit sungai akan mempengaruhi terhadap keberlanjutan produksi listrik.



Gambar 1. 1 Sungai Way Jelay, Desa Kedamaian

Berdasarkan deskripsi yang dikemukakan di atas, maka perlu adanya pemecahan masalah terkait pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang dimulai dari studi terkait potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Aliran Sungai Wai Jelay Desa Kedamaian, Kecamatan Kotaagung, Kabupaten Tanggamus. Diharapkan, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) ini mampu membuat potensi energi air termanfaatkan.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Menghitung debit aliran pada Sungai Way Jelay di Desa Kedamaian Kecamatan Kotaagung.
2. Menghitung (*head*) ketinggian pada Sungai Way Jelay di Desa Kedamaian Kecamatan Kotaagung.
3. Merekomendasikan jenis turbin berdasarkan daya yang dibangkitkan.
4. Menentukan Potensi daya yang didapatkan pada Sungai Way Jelay di Desa Kedamaian Kecamatan Kotaagung.

1.3 Manfaat

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui potensi aliran Sungai di Desa Kedamaian sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).
2. Mengetahui besar daya yang bisa dibangkitkan (PLTMH).
3. Mengetahui bagaimana cara merencanakan dalam analisis pembuatan (PLTMH).

1.4 Batasan Masalah

1. Pengambilan data dilakukan secara langsung dengan ketersediaan aliran dan debit yang berada disungai Wai Jelay Pekon Kedamaian.
2. Gesekan air untuk ditepi sungai pada pengukuran kecepatan laju aliran air diabaikan
3. Tidak membahas pemilihan jenis material dalam perancangan turbin

1.5 Sistematika Penelitian

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

I. PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan latar belakang, tujuan, batasan masalah dan sistematika penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan tinjauan pustaka atau rujukan yang akan dijadikan sebagai landasan teori dan memperdalam pemahaman masalah dalam melakukan penelitian.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang langkah alat dan bahan apa saja yang akan digunakan dalam penelitian ini yang berguna untuk mendapatkan hasil yang diharapkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menguraikan hasil dan pembahasan yang diperoleh selama melakukan penelitian,

V. PENUTUP

Pada bab ini berisikan hal hal yang dapat disimpulkan dan saran saran yang disampaikan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air. Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (head). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Di samping faktor geografis (tata letak sungai), tinggi jatuhnya air dapat pula diperoleh dengan membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi. Air dialirkan melalui sebuah pipa pesat kedalam rumah pembangkit yang pada umumnya dibangun di bagian tepi sungai untuk menggerakkan turbin atau kincir air mikrohidro (Anam, 2022).

1. Keuntungan PLTMH

Dari pengembangan serta riset yang dilakukan terhadap PLTMH, terdapat beberapa keunggulan yang dimilikinya. Tentu keunggulan tersebut dapat menjadi salah satu acuan mengapa teknologi seperti itu harus lebih dikembangkan lagi. Secara umum, keunggulan dari pembangkit ini adalah bisa menggunakan sumber daya air alam Indonesia yang melimpah. Selain hal tersebut, berikut adalah berbagai macam keunggulan dari sistem pembangkit listrik tersebut.

Selain hal tersebut, berikut adalah berbagai macam keunggulan dari sistem pembangkit listrik tersebut.

a. Tidak mempunyai limbah

Keunggulan pertama adalah teknologi ini tidak menghasilkan emisi gas dan juga limbah yang bisa memberikan dampak buruk pada lingkungan. Berdasarkan International Energy Agency, kebutuhan pembangkit tersebut dinilai cukup murah dan tidak mencemari lingkungan sekitar. Bahkan, dilihat dari tingkat efisiensinya, PLTMH mempunyai efisiensi produksi mulai dari 75% sampai 80%. Jumlah tersebut tentu sudah dapat menggambarkan betapa ramah lingkungannya inovasi sumber listrik tersebut.

b. Tidak menghasilkan polusi

Selain tidak memiliki limbah, ternyata PLTMH juga diklaim tidak menghasilkan berbagai polusi dan pencemaran lainnya. Bisa dibandingkan, pembangkit listrik dengan tenaga fosil bisa menghasilkan polusi yang dapat mencemari lingkungan secara masif.

c. Dapat menyentuh daerah plosok

Masalah listrik di daerah pelosok Indonesia sampai sekarang masih menjadi pekerjaan rumah. Namun, adanya PLTMH ini bisa menjadi salah satu solusi dalam pemerataan listrik terutama di daerah pelosok yang belum bisa terjangkau PLN.

2. Kelemahan PLTMH

Selain mempunyai banyak keunggulan, pastinya juga terdapat kekurangan yang mengiringi kehadiran dari PLTMH. Dengan adanya kekurangan tersebut nantinya bisa dijadikan sebagai evaluasi untuk mengembangkan teknologi ini lebih baik lagi. Berikut adalah beberapa kelemahan yang dimiliki oleh PLTMH:

a. Butuh biaya investasi besar

Kekurangan pertama dari proyek pembangkit listrik ini adalah dalam hal pembiayaan. Pasalnya, untuk dapat mewujudkan sumber tenaga tersebut dibutuhkan dana investasi sangat tinggi meskipun

untuk biaya perawatan dan operasional termasuk murah. Dana investasi tersebut lebih dialokasikan sebagai langkah pembangunan pembangkit. Pasalnya, dalam pembangunannya diperlukan berbagai macam komponen dan suku cadang dengan harga yang tidak murah.

b. Kapasitas listrik tergantung ketersediaan air

Pada pembangkit ini sumber energi bergantung pada ketinggian dan aliran air yang dihasilkan. Oleh karena itu, besar dan rendahnya kapasitas energi yang dihasilkan semuanya dipengaruhi oleh ketersediaan air. Mengingat Indonesia punya dua musim, yakni musim hujan dan kemarau, pasti akan terjadi naik turunnya sumber air. Terutama pada saat musim kemarau di mana intensitas hujannya akan turun sehingga membuat pasokan air juga menurun.

c. Daya listrik tidak sebesar PLTA

Kekurangan berikutnya dari PLTMH adalah besar daya yang dihasilkan belum sebesar dari PLTA. Artinya, itu juga menyebabkan proses distribusi listrik ke para pelanggan jumlahnya menjadi lebih terbatas. Apabila dipaksakan untuk memberikan pelayanan ke semua pelanggan, tentu akan menyebabkan kualitas listrik jadi turun. Oleh karena itu, diperlukan adanya penyesuaian dalam pengalokasian kebutuhan listrik masyarakat dari sumber PLTMH.

d. Penentuan tarif listrik sulit

Berikutnya, dalam penerapan teknologi PLTMH akan cukup sulit untuk menentukan tarif listriknya. Pasalnya, sumber daya air yang didapatkan untuk menghasilkan listrik semuanya gratis dari alam. Hal tersebut membuat pihak pengembang kesulitan dalam menentukan tarifnya. Padahal, jika dilihat-lihat lagi, penentuan tarif tersebut harus tepat mengingat nilai investasi dan perawatan alatnya tidaklah sedikit.

3. Prinsip kerja PLTMH

Secara umum, prinsip kerja dari pembangkit listrik ini tidak jauh berbeda dengan PLTA. Nantinya, energi potensial dari air akan diubah menjadi energi listrik namun dengan menggunakan peralatan yang berbeda. Adapun cara kerjanya adalah sebagai berikut (La elo dkk, 2023) :

- a. Cara kerjanya akan dimulai dari sumber air sebagai energi potensial. Air akan turun dipengaruhi oleh gravitasi dan ketinggian untuk kemudian mengenai bagian turbin yang telah dilengkapi dengan penutup.
- b. Selanjutnya, air akan mengarah ke bagian baling-baling yang sudah tersambung ke 2 piringan sejajar berbahan baja untuk menyeimbangkan. Kemudian, bagian poros turbin berputar yang menyebabkan energi kinetik air berubah jadi energi mekanik.
- c. Putaran tersebut selanjutnya disambungkan memakai kopling supaya dapat tersambung ke bagian generator. Untuk itulah, peranan aliran air pada PLTMH merupakan faktor utama dan krusial dalam pembuatan energi listrik.

Letak dari turbin air dan generator biasanya akan dipisahkan di rumah berbeda. Hal itu karena jika tidak dipisah dikhawatirkan bisa menyebabkan masalah akibat getaran dari kedua alat tersebut. Untuk generator yang dipakai adalah generator Induksi dan sinkron. Sementara pada sistem transmisi memakai transmisi langsung namun dalam beberapa kasus penggunaan transmisi tidak langsung juga bisa diterapkan.

4. Komponen penyusunan PLTMH

Berikut adalah beberapa komponen penting dalam pembuatannya:

a. Bendungan

Komponen penting pertama adalah bendungan. Bendungan memiliki fungsi untuk mengalirkan air menuju pembuka bagian sisi sungai untuk kemudian air akan dilanjutkan ke tempat bak pengendapan .

b. Bak pengendap

Bak pengendap merupakan tempat untuk penampungan air yang difungsikan sebagai pemisah pasir yang terdapat di air. Pasir yang tidak dipisahkan akan membuat masalah pada bagian komponen lainnya.

c. Saluran air

Untuk saluran air terbuka mempunyai fungsi untuk mengalirkan air ke bagian bak penenang. Pada saluran tersebut akan membuat debit air menjadi lebih stabil sehingga harus dibuat menggunakan konstruksi bangunan yang bagus.

d. Bak penenang

Pada sebuah bak penenang berguna untuk mengatur perbedaan air yang dari saluran pembawa dan pipa pesat. Bak tersebut juga ikut berperan dalam pemisahan air dengan berbagai kotoran lainnya.

e. Pipa sesat

Pipa pesat berguna dalam mengalirkan air dari bak penenang ke turbin dengan posisi lebih rendah.

f. Turbin pembangkit listrik

Turbin berperan dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Aliran air akan membuat turbin berputar dan putarannya tersebut akan dilanjutkan ke generator.

g. Pipa hisap

Pipa hisap berfungsi mengatur dan menghisap tekanan air yang tinggi agar kembali normal.

h. Generator

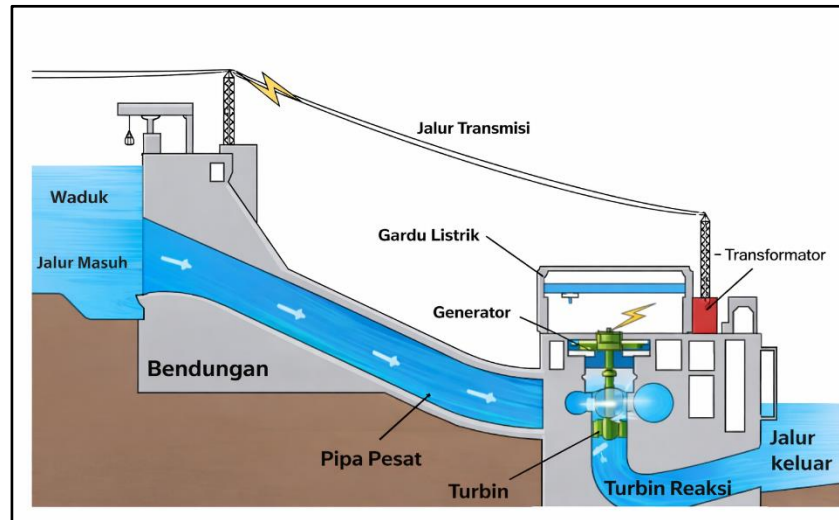
Generator berguna dalam proses perubahan energi mekanik dari turbin menjadi listrik.

i. Panel control

Komponen tersebut berfungsi sebagai pusat kontrol untuk menjaga mesin tetap bekerja sesuai keinginan.

j. Pengalih beban

Pengalihan beban dioperasikan oleh panel kontrol dan berfungsi mengalihkan beban saat beban mengalami penurunan.



Gambar 2. 1 Komponen penyusun PLTMH

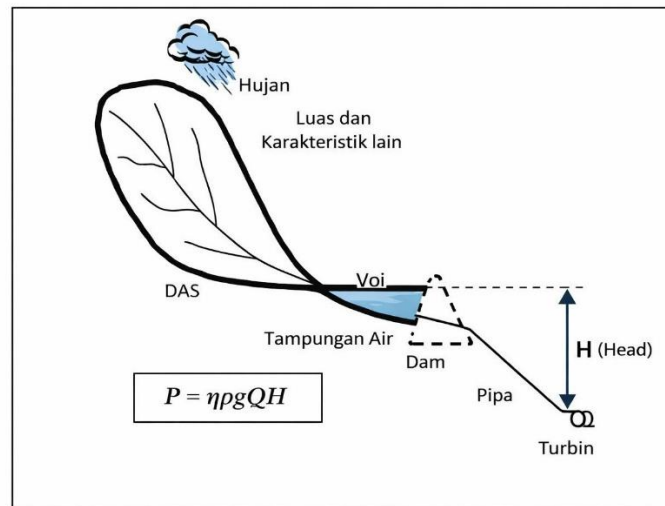
(Sumber : Jawadz , 2019)

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro PLTMH sangat potensial dikembangkan di Indonesia. Namun, selain punya kelebihan, masih terdapat beberapa kekurangan PLMTH yang perlu dipikirkan supaya bisa diterapkan secara efektif.

2.2 Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari perilaku air, proses terjadinya, irkulasi dan distribusi, sifat kimia dan fisika, dan reaksinya dengan lingkungan termasuk hubungannya dengan kehidupan. Siklus hidrologi adalah proses yang diawali oleh evaporasi atau penguapan kemudian terjadinya

kondensasi dari awan hasil evaporasi, awan terus terproses sehingga terjadilah hujan yang jatuh ke tanah, kemudian air yang jatuh terbagi ada yang *run off* dan ada yang mengalami infiltrasi atau meresap ke dalam lapisan tanah, kemudian air mengalir ke laut, danau, sungai, dan kembali terjadi lagi proses penguapan



Gambar 2. 2 Konseptual Eenergi
(Sumber : Rustini 2022)

Ketersediaan data hidrologi yang kontinyu dan berkualitas baik sangat diperlukan dalam pengelolaan SDA dan analisis hidrologi lebih lanjut. Ketidaktepatan data dan informasi hidrologi akan berakibat tidak efektif dan efisiennya perencanaan dan pengelolaan sumber daya air. Oleh karena itu para pemangku kepentingan dalam pengelolaan data hidrologi harus mampu meningkatkan kualitas data hidrologi melalui peningkatan kinerja semua komponen sistem monitoring. Hal tersebut hanya dapat diterapkan jika terlebih dahulu dilakukan kajian pengukuran mutu data melalui model *Quality Control* (Mamahit, 2021).

2.3 Turbin Air

Turbin adalah mekanisme dinamis yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Salah satu bentuk tenaga ini dimanfaatkan menggunakan turbin air, yang memanfaatkan kombinasi sabuk, katrol, dan kotak roda gigi untuk menggerakkan runner melalui gaya aliran air, mengubahnya menjadi energi kinetik. Runner ini kemudian dihubungkan ke generator, yang mengubah energi putar turbin menjadi tenaga listrik. Proses ini pada akhirnya berasal dari tenaga air, yang dimanfaatkan melalui penggunaan turbin air. Operasi dasar turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi tenaga listrik mengkategorikan turbin air menjadi dua kelompok berbeda: turbin impuls dan turbin reaksi (Irianto, 2024).

Pemilihan turbin air untuk setiap lokasi bergantung pada karakteristik spesifiknya. Faktor utama dalam memilih turbin air meliputi head yang tersedia dan kebutuhan energi, serta kecepatan yang diinginkan untuk menyalakan generator. Setiap turbin air memiliki kualitas yang berbeda dalam hal kecepatan energi dan efisiensi, dengan jenis yang paling sesuai biasanya digunakan untuk efektivitas maksimum pada tingkat head serta membutuhkan laju aliran tertentu (Irianto, 2024).

1. Prinsip Kerja Turbin

Sebuah turbin impuls dapat berputar karena mendapat gaya dorong dari air. Dimana gaya dorong air diperoleh dari perubahan momentum air setelah menumbuk bagian sudu turbin. Besarnya momentum air sangat dipengaruhi oleh besarnya kecepatan dan laju aliran massa air. Untuk memperoleh daya turbin yang maksimal maka desain sudu harus didesain sedemikian rupa sehingga terjadinya perubahan momentum dapat maksimal. Sedangkan kecepatan fluida air dipengaruhi oleh tinggi jatuh air. Sehingga daya yang dihasilkan turbin akan sangat bergantung pada besarnya head dan debit air. Turbin air berperan sebagai mesin konversi

2. Komponen Turbin Air

Turbin air memiliki dua komponen utama yang mempunyai fungsi dan tugas masing-masing, komponen utama tersebut yaitu rotor dan stator.

a. Rotor

Rotor merupakan bagian dari turbin yang bergerak memutar dan berfungsi menerima tekanan atau momentum dari air. Rotor terdiri dari beberapa bagian diantaranya:

1). Sudu-sudu turbin

Merupakan bagian dari turbin yang berfungsi menerima beban semburan atau momentum dari air yang dikeluarkan oleh nosel.

2). Poros turbin

Poros turbin merupakan bagian turbin yang berfungsi menyalurkan aliran tenaga atau energy mekanik yang dihasilkan oleh sudu turbin.

3). Bantalan

Bantalan merupakan bagian turbin yang berfungsi sebagai penutup komponen-komponen turbin dengan tujuan agar tidak mengalami kebocoran pada turbin. Bantalan juga berfungsi mengurangi gesekan antara komponen poros dengan rumah turbin.

b. Stator

Stator merupakan bagian dari turbin yang diam pada sistem. Stator terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1). Nosel

Nosel yang berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehingga kecepatan fluida air sebelum masuk kedalam turbin menjadi lebih besar. Nosel juga berfungsi sebagai pengarah aliran air.

2). Rumah turbin

Rumah turbin berfungsi sebagai tempat atau dudukan dari komponen turbin seperti rotor dan lainlain.

3). Rumah turbin

Rumah turbin berfungsi sebagai tempat atau dudukan dari komponen turbin seperti rotor dan lainlain.

3. Jenis-Jenis Turbin

Berdasarkan mekanika dasar pengubahan energi potensial air menjadi energi mekanik, turbin dikategorikan ke dalam dua kelompok berbeda yaitu turbin impuls dan turbin reaksi. Dari kategori ini telah berkembang turbin Pelton dan Crossflow (tipe impuls), selain turbin Francis dan Kaplan (tipe reaksi) yang lazim dalam aplikasi modern. Lebih jauh lagi, iterasi turbin sebelumnya dengan desain yang lebih sederhana menjadi dasar bagi pengembangan ini. Selain itu, penyempurnaan berkelanjutan telah dilakukan untuk menyempurnakan desain turbin Pelton, Crossflow, Francis, dan Kaplan yang ada. Berikut merupakan jenis- jenis turbin air yang perlu diketahui (Muhandis, 2024) :

a. Turbin Impuls

Turbin impuls adalah mekanisme yang mengubah banyaknya energi dalam air - potensi, kecepatan, dan tekanannya menjadi energi kinetik yang diperlukan untuk menggerakkan turbin. Proses ini dimulai dengan mengubah energi potensial menjadi energi kinetik dalam nosel turbin. Selanjutnya, air keluar dari nosel dengan tekanan yang lebih tinggi, menghantam bilah turbin dengan kuat. Tabrakan antara air dan bilah ini berfungsi untuk mengubah arah dan momentum aliran air, sehingga menghasilkan impuls. Contoh menonjol dari turbin impuls tersebut meliputi jenis Pelton dan jenis aliran silang.

b. Turbin Pelton

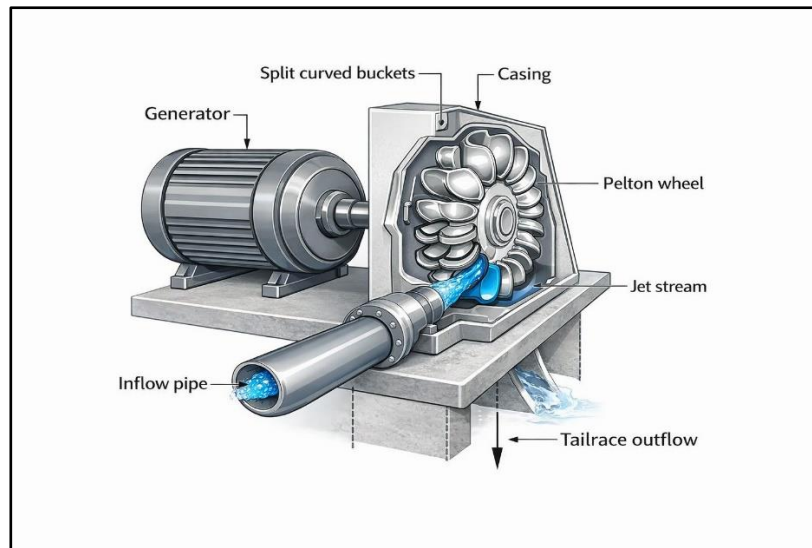
Turbin Pelton, turbin impuls, terdiri dari serangkaian bilah dayung yang digerakkan oleh semburan air dahsyat yang dikeluarkan dari satu atau lebih nosel. Terkenal karena efisiensinya yang luar biasa, turbin ini sangat cocok untuk aplikasi dengan head tinggi. Bilah yang dirancang dengan cermat, yang menampilkan konfigurasi dua bagian yang simetris, secara khusus direkayasa untuk memastikan bahwa semburan air yang menghantam mengenai bagian tengah bilah.

Akibatnya, semburan air diarahkan secara efisien ke dua arah yang berlawanan, secara efektif mengurangi gaya lateral apa pun dan memungkinkan konversi energi kinetik menjadi energi mekanis dengan efisiensi maksimal. Sementara pembangkit listrik skala besar memerlukan head sekitar 150 meter, operasi skala mikro dapat berhasil mencukupi dengan head 20 meter. Keuntungan turbin pelton:

- a. Daya yang dihasilkan besar.
- b. Konstruksi yang sederhana.
- c. Mudah dalam perawatan.
- d. Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir.

Kerugian turbin pelton:

Karena sumber aliran air berada di atas, biasanya dikaitkan dengan waduk atau bendungan air, sehingga memerlukan investasi yang lebih besar. Turbin Pelton dikategorikan sebagai turbin impuls atau turbin tekanan sama. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa tidak ada pengurangan tekanan selama aliran di sepanjang bilah turbin, dengan seluruh perubahan terjadi pada pemandu jet atau nosel. Energi yang disalurkan ke roda jalan adalah dalam bentuk energi kinetik. Saat melintasi roda turbin, energi kinetik ini diubah menjadi kerja poros, dengan sebagian energi dilepaskan dan sebagian digunakan untuk melawan gesekan terhadap bilah turbin. Turbin pelton dapat dilihat pada Gambar 2.3

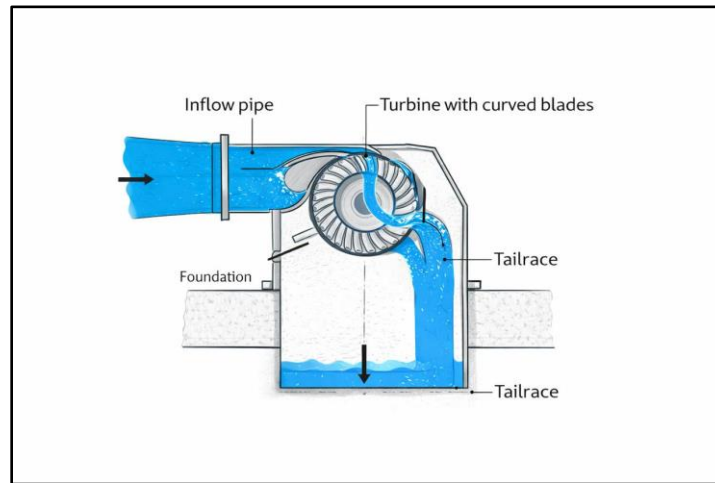


Gambar 2. 3 Turbin Pelton

(Sumber : Muhandis, 2024)

c. Turbin Cross flow

Turbin Crossflow Turbin aliran silang memiliki kemampuan untuk berfungsi dalam rentang aliran 20 liter/detik hingga 10 m³/detik, dan dapat mengakomodasi rentang muka air 1 m hingga 200 m. Turbin ini dilengkapi dengan nosel persegi panjang yang sejajar dengan lebar runner. Saat jet air memasuki turbin, ia menyatu dengan bilah, sehingga mengubah energi kinetik menjadi energi mekanis. Saat keluar, air memberikan energi yang berkurang ke bilah sebelum meninggalkan turbin. Runner turbin dibangun dari beberapa bilah yang dipasang pada satu set cakram paralel. Prinsip kerja turbin Crossflow adalah air yang keluar dari nozzle masuk ke runner lalu membentuk sudu-sudu tingkat pertama dan kemudian air tersebut keluar dari lorong. Sudu-sudu tingkat pertama dan kemudian air tersebut keluar dari lorong. Sudu-sudu tingkat pertama kemudian melewati ruang kosong di dalam runner yang selanjutnya akan menumbuk sudu-sudu tingkat kedua air tersebut akan keluar dari lorong sudu-sudu menuju kolam bawah pembuangan. Turbin crossflow dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2. 4 Turbin Cross Flow
(Sumber : Muhandis, 2024)

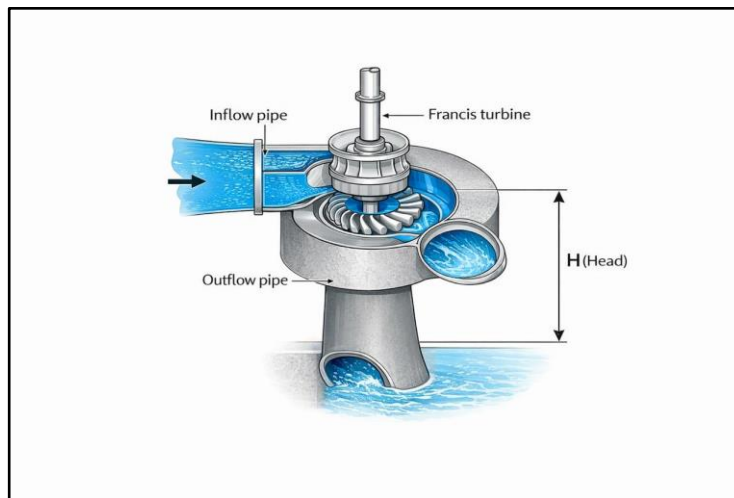
d. Turbin Reaksi

Turbin reaksi adalah perangkat yang berfungsi dengan memanfaatkan energi laten air dan mengubahnya menjadi energi dinamis. Ini adalah jenis turbin yang paling banyak digunakan. Dilengkapi dengan bilah yang dirancang khusus, turbin reaksi menyebabkan penurunan tekanan air saat melintasi bilah. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya yang sangat kuat pada bilah, yang memudahkan putaran runner, komponen yang bertanggung jawab atas gerakan turbin. Turbin yang beroperasi berdasarkan prinsip ini termasuk dalam kategori turbin reaksi, di mana runner sepenuhnya terbenam dalam air dan ditempatkan di dalam turbin. Turbin reaksi, yang juga dikenal sebagai turbin tekanan berlebih, mendapatkan namanya dari fenomena tekanan air sebelum memasuki roda turbin yang melampaui tekanan saat keluar. Secara konseptual, seseorang dapat menduga bahwa aliran air yang memasuki roda turbin memiliki energi yang tidak berkurang, yang kemudian dimanfaatkan untuk mendorong roda turbin dan mengeluarkan sebagian air ke

saluran pembuangan. Iterasi turbin reaksi yang umum mencakup turbin Francis, propeller atau Kaplan, dan Vortex.

e. Turbin Francis

Diciptakan oleh James Francis Bichens dari Inggris, turbin inovatif ini memiliki arah aliran aksial-radial dan mampu beroperasi pada ketinggian 10 - 650 meter, menghasilkan daya 10 - 750 MW pada kecepatan spesifik 83 – 1000 rpm. Posisi poros vertikal memastikan bahwa rumah generator dan peralatan tambahan terlindungi dari kerusakan akibat air, sementara turbin ditempatkan secara strategis di antara sumber air bertekanan tinggi di saluran masuk dan air bertekanan rendah di saluran keluar. Selain itu, baling-baling pemandu pada turbin Francis dapat dipasang atau disesuaikan sudutnya. Turbin Francis dapat dilihat pada gambar 2.5



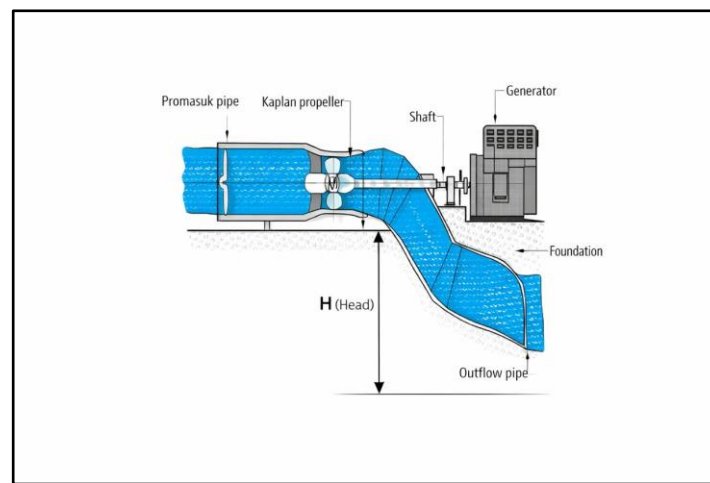
Gambar 2.4 Turbin Francis

(Sumber : Muhandis, 2024)

f. Turbin Kaplan

Turbin Kaplan termasuk dalam kategori turbin air reaksi tipe propeller. Yang membedakannya adalah kemampuannya untuk beradaptasi dengan kondisi aliran saat ini dengan menyesuaikan sudut bilah penggeraknya, yang juga dikenal sebagai runner. Fitur ini dapat

memungkinkannya untuk mengakomodasi perubahan debit air. Beroperasi dalam rentang head 10 hingga 70 meter, turbin ini mampu menghasilkan daya 5 hingga 120 MW, dengan kecepatan spesifik (N_s) berkisar antara 79 hingga 429 rpm. Pemilihan turbin terutama ditentukan oleh kecepatan spesifiknya, dan turbin Kaplan dibedakan berdasarkan kecepatan spesifiknya yang tinggi. Dirancang khusus untuk kondisi head rendah dengan debit besar, turbin Kaplan unggul dalam pengaturan yang menantang ini. Contoh dari turbin Kaplan dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2. 5 Turbin Kaplan

(Sumber : Muhandis, 2024)

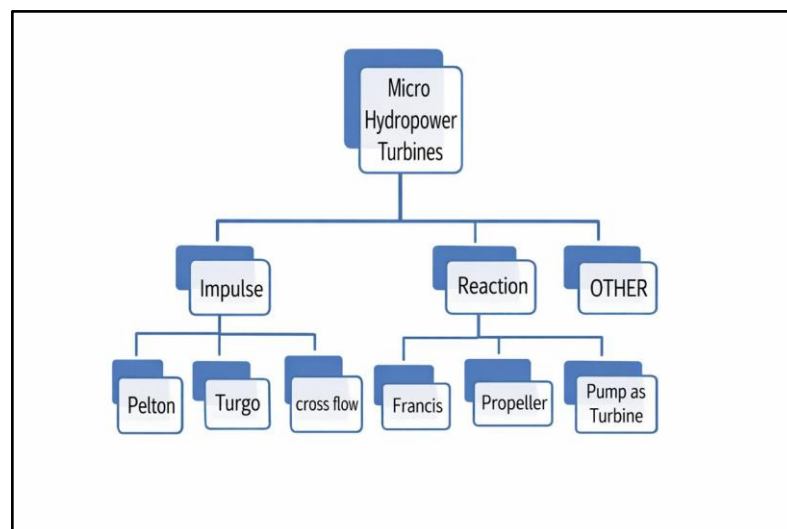
g. Turbin Vortex

Turbin yang dikembangkan oleh Frans Zotleterer dari Austria telah ditetapkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air Gravitasi (GWVPP). Akan tetapi, turbin ini sering dikenal sebagai turbin pusaran atau turbin pusaran air. Penamaan turbin ini mencerminkan prinsip kerja pengoperasiannya, karena turbin ini berfungsi dengan memanfaatkan energi pusaran air buatan untuk menghasilkan putaran pada bilahnya. Proses ini memerlukan penyaluran air sungai ke dalam saluran masuk yang mengarahkannya ke tangki turbin melingkar, dengan saluran keluar melingkar kecil yang diposisikan di tengah dasar tangki. Saluran pembuangan ini menyebabkan aliran air menciptakan efek

pusaran air. Turbin ini dicirikan oleh kesederhanaannya, kemudahan perawatannya, ukurannya yang kecil, kuat, dan tahan lama.

4. Klasifikasi Turbin Air

Turbin air berperan dalam mengubah atau mengkonversi energi kinetik air menjadi energi mekanis (putaran). Untuk menghasilkan listrik maka energi mekanis dari turbin dikonversi dengan generator listrik menjadi energi listrik. Berdasarkan prinsip kerja turbin atau momentum fluida kerjanya dalam mengubah dan mengkonversi energi kinetik air menjadi energi mekanis maka turbin air dibedakan turbin impuls dan turbin reaksi. Dalam aplikasi dan penerapannya pada sumber daya air setiap masing-masing turbin memiliki head tertentu. Gambar dibawah ini menjelaskan tentang pengelompokan (klasifikasi) berbagai macam jenis turbin air yang diterapkan dalam suatu pembangkit listrik tenaga air seperti PLTMH (Irawan, 2020).



Gambar 2. 6 Klasifikasi Turbin Mikro Hidro

(Sumber : Irianto, 2024)

2.4 Kriteria Pemilihan Turbin

Ada beberapa faktor yang mendasari perencanaan dan pemilihan suatu turbin air. Faktor-faktor tersebut antara lain: debit aliran air, head atau tinggi

jatuh air, kecepatan spesifik, putaran turbin, putaran pesawat yang digerakkan, posisi poros turbin, biaya pembangunan instalasi. Dari sekian banyak faktor di atas, yang paling menentukan adalah debit dan head aliran air. Ukuran atau dimensi turbinair sangat tergantung kepada debit dan head air ini. Debit air yang besar pada head tertentu akan memerlukan turbin air ukuran besar, sedangkan untuk head air yang besar untuk debit tertentu, dimensi turbin air cenderung lebih kecil. Dengan demikian head dan debit air secara tidak langsung akan menentukan biaya pembuatan turbin air berikut pembangkitnya (Sofyan, 2022)

1. Berdasarkan arah aliran air masuk keluar *runner*

Berdasarkan arah aliran air masuk dan keluar *runner* kita dapat memilih jenis turbinnya yaitu : Turbin aliran tangensial, Turbin aliran aksial dan juga Turbin aliran aksial sampai radial.

2. Berdasarkan kecepatan spesifik (Ns)

Kecepatan spesifik (Ns) adalah kecepatan (putaran) turbin yang akan ditransmisikan ke generator. Adapun penentuan dalam perhitungan untuk kecepatan spesifik (Ns) dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$Ns = \frac{N\sqrt{P}}{H^{5/4}} \quad (2.1)$$

Dimana :

Ns = Kecepatan spesifik turbin (rpm)

N = Kecepatan putran turbin (rpm)

Hefs = Tinggi jatuh efektif (m)

P = Daya turbin (Hp)

Output turbin ditentukan dengan persamaan

$$P = \rho \times Q \times g \times H \times \eta \quad (2.2)$$

Dimana :

P = daya turbin (Watt)

ρ = massa jenis air (kg/m^3)

Q = debit air (m^3/s)

g = gaya grafitasi (m/s^2)

H = *head* efektif (m)

η = efisiensi turbin

Kecepatan spesifik disetiap turbin memiliki kisaran (*range*) tertentu berdasarkan data eksperimen. Setiap turbin memiliki nilai kecepatan spesifik yang masing-masing. Dapat kita lihat pada Tabel 2.1 menjelaskan batasan-batasan kecepatan spesifik untuk beberapa turbin konvensional.

Tabel 2. 1 Kecepatan Spesifik Turbin Konvensional

No	Jenis Turbin	Kecepatan Spesifikasi
1	Pelton dan kincir air	$10 \leq N_s \leq 35$
2	Francis	$60 \leq N_s \leq 300$
3	<i>Cross-flow</i>	$40 \leq N_s \leq 200$
4	Kaplan dan Propeller	$250 \leq N_s \leq 1000$

(Sumber : Wiwaha dkk, 2021)

Dengan mengetahui kecepatan spesifikasi pada turbin, perencanaan dan pemilihan jenis turbin yang tepat akan menjadi lebih mudah dan akurat. Kecepatan spesifikasi memberikan informasi penting yang memungkinkan para insinyur dan perancang untuk menentukan jenis turbin yang paling efisien dan sesuai dengan kondisi aliran air yang ada. Selain itu, dengan memahami besaran pada kecepatan spesifikasi, dimensi dasar turbin, seperti diameter roda turbin, panjang bilah, dan bentuk keseluruhan, dapat diperkirakan dengan lebih tepat. Hal ini memastikan bahwa turbin yang dipilih tidak hanya sesuai dengan kebutuhan energi, tetapi juga optimal dalam hal efisiensi dan kinerja operasional.

1. Berdasarkan *Net Head* dan Debit

Dalam pemilihan jenis turbin, hal-hal spesifikasi yang harus diperhatikan adalah menentukan tingginya head bersih dan besar debitnya. Faktor yang mempengaruhi kehilangan tinggi pada saluran air adalah besarnya penampang saluran air, besarnya kemiringan saluran air, dan besarnya luas penampang pipa pesat. Berikut adalah pengertian tentang *head* dan debit.

a. *Head* bersih (*Net Head*)

Dalam pemilihan jenis turbin, hal spesifik yang perlu diperhatikan antara lain menentukan tinggi head bersihnya. Faktor yang mempengaruhi kehilangan tinggi pada saluran air adalah besar penampang saluran air, besar kemiringan saluran air dan besar luas penampang pipa pesat. Berikut adalah pengertian tentang head dan debit. Head bersih adalah selisih antara head ketinggian kotor dengan head kerugian di dalam sistem pemipaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro tersebut. Head kotor (*gross head*) adalah jarak vertikal antara permukaan sumber air dengan ketinggian air keluar saluran turbin (*tail race*) untuk turbin reaksi dan keluar nozel untuk turbin impuls. Kerugian head di dalam sistem pemipaan yaitu berupa head kerugian di dalam pipa dan head kerugian pada kelengkapan perpipaan sambungan. Namun karena *head* kerugian pada kelengkapan pipa kecil maka dari itu kerugian ini dapat diabaikan. Untuk menghitung *head* efektif dapat menggunakan persamaan yaitu :

Friction Loss (h_f)

Kehilangan akibat gesekan di dalam pipa *penstock*

$$h_f = f \left(\frac{L_p \cdot V_p^2}{D_p \cdot 2g} \right) \quad (2.3)$$

Dimana :

f = Koefisien pada diameter pipa *penstock*

$$h_e = \frac{f_e \cdot V_p^2}{2 \cdot g} \quad (2.4)$$

Dimana :

f_e = koefisien bentuk inlet (0,2)

V_p = koefisien kekasaran pipa PVC

$$h_v = \frac{f_v \cdot V_p^2}{2 \cdot g} \quad (2.5)$$

Dimana :

f_v = koefisien jenis katup (0,05) katup bola

Bend Loss (h_o)

$$h_o = 10\% (h_f + h_e + h_v)$$

$$h_{\text{loss total}} = h_f + h_e + h_v + h_o$$

$$h_{\text{efketif}} = H_{\text{gross}} - H_{\text{loss}}$$

Tabel 2. 2 Aplikasi penggunaan turbin berdasarkan head

Jenis Turbin	Variasi Head m
Kaplan dan Propeller	2 < H < 20
Francis	10 < H < 350
Pelton	50 < H < 1000
<i>Crossflow</i>	6 < H < 100
Turgo	50 < H < 250

(Sumber : Wiwaha dkk, 2021)

b.) Debit air

Debit air adalah kuantitas volume cairan yang mengalir melalui suatu penampang dalam interval waktu tertentu. Biasanya, pengukuran debit aliran sungai dilakukan dengan menghitung kecepatan rata-rata aliran pada bagian tertentu dari penampang, dan dikalikan luas penampang tersebut. Untuk menghitung nilai debit air, dapat digunakan persamaan berikut (Murtadlo, 2021) :

$$Q=v \times A \text{ (3)}$$

Keterangan:

Q = Debit Aliran (m^3/s).

A = Luas penampang sungai (m^2)

v = Kecepatan aliran air (m/s).

Dalam pemilihan jenis turbin, hal spesifik yang perlu diperhatikan antara lain menentukan tinggi head bersihnya. Faktor yang mempengaruhi kehilangan tinggi pada saluran air adalah besar penampang saluran air, besar kemiringan saluran air dan besar luas penampang pipa pesat. Berikut adalah pengertian tentang head dan debit. Head bersih adalah selisih antara head ketinggian kotor dengan head kerugian di dalam sistem pemipaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro tersebut. Head kotor (gross head) adalah jarak vertikal antara permukaan sumber air dengan ketinggian air keluar saluran turbin (tail race) untuk turbin reaksi dan keluar nozel untuk turbin impuls. Kerugian head di dalam sistem pemipaan yaitu berupa head kerugian di dalam pipa dan head kerugian pada kelengkapan perpipaan sambungan.

3. Generator

Generator merupakan salah satu komponen terpenting pada instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) karena mampu mengubah energi mekanis menjadi energi. Generator pada energi

PLTMH yang sering digunakan biasanya jenis arus bolak balik (AC) dengan frekuensi 50 Hz pada putaran 1500 rpm. Energi listrik yang diperoleh dapat berupa 1 fasa (2 kabel) atau bisa 3 fasa (4 kabel) dengan tegangan 220/380. Generator PLTMH diputar oleh turbin dengan bantuan kopel langsung atau melalui mekanisme sabuk. Terdapat dua jenis generator yang umumnya digunakan dalam PLTMH yaitu generator sinkron dan generator induksi (Ointu, 2020).

Generator yang digunakan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro adalah generator sinkron dan generator induksi. Pada generator, sistem transmisi daya yang digunakan dapat berupa sistem transmisi langsung yang daya poros langsung dihubungkan dengan poros generator dengan bantuan kopling atau juga dapat menggunakan sistem transmisi daya tidak langsung, yaitu dengan menggunakan sabut atau V-belt untuk memindahkan daya secara tidak langsung antara dua poros yang sejajar. Jenis sabuk yang biasa digunakan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) skala besar adalah jenis flat belt, sedangkan V-belt digunakan untuk skala dibawah 20 kW. Daya yang akan di transmisikan ke generator ditentukan dengan menggunakan persamaan Daya yang akan di transmisikan ke generator ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.6

$$P_{trans} = 9.81 \times Q \times H \times \eta_t \times \eta_{gen} \quad (2.6)$$

Daya yang dibangkitkan turbin dan generator menggunakan belt.

Dengan persamaan 2.7

$$P_{\sim} = 9.81 \times Q \times H \times \eta_t \times \eta_{belt} \times \eta_{gen} \quad (2.7)$$

Dimana :

Q = debit air (m³/s)

H = head efektif (m)

η_t = efisiensi turbin

= 0.8 – 0.85 untuk turbin pelton

= 0.8 – 0.9 untuk turbin Francis

= 0.7 – 0.8 untuk turbin Crossflow

= 0.8 – 0.9 untuk turbin Propeller atau Kaplan

η_{belt} = 0.98 untuk flat belt, 0.95 untuk V-belt

η_{gen} = efisiensi generator (Murni & Suryanto, 2021).

4. Iklim

Iklim merupakan kondisi atau keadaan rata-rata cuaca disuatu wilayah dalam jangka waktu yang panjang. Unsur iklim yang terpenting salah satunya yaitu curah hujan. Curah hujan merupakan banyaknya hujan yang terjadi pada suatu daerah tertentu yang memiliki satuan mm (milimeter). Data curah hujan dan juga frekuensinya di suatu daerah berguna untuk merencanakan berbagai kegiatan pemerintah. Dengan menggunakan data curah hujan bulanan tersebut dapat diketahui curah hujan maksimal bulanan dan juga curah hujan minimal bulanan serta bulan-bulan kering di suatu tempat, hal tersebut erat kaitannya dengan periode fase pertumbuhan berbagai jenis tanaman pertanian (Yuningsih, 2019).

Untuk menentukan tipe iklim dapat menggunakan klasifikasi Schmidt dan Ferguson karena perhitungannya yang sederhana dan cocok untuk bidang pertanian di daerah tropis. Schmidt dan Ferguson mengemukakan nilai Q iklim untuk membedakan tipe curah hujan di Indonesia. Rumus curah hujan menurut Schmidt dan Ferguson dapat dihitung menggunakan persamaan

$$Q_{iklim} = \frac{\text{Jumlah rata-rata kering}}{\text{Jumlah rata-rata basah}} \times 100\% \quad (2.8)$$

Tabel 2. 3 Klasifikasi iklim

Tipe	Nilai Q_{iklim} (%)	Kondisi iklim
A	$0 \leq Q_{iklim} < 14,3$	Sangat basah
B	$14,3 \leq Q_{iklim} < 33,3$	Basah
C	$33,3 \leq Q_{iklim} < 60$	Agak basah
D	$60 \leq Q_{iklim} < 100$	Sedang
E	$100 \leq Q_{iklim} < 167$	Agak kering
F	$167 \leq Q_{iklim} < 300$	Kering
G	$300 \leq Q_{iklim} < 700$	Sangat Kering
H	$700 \leq Q_{iklim}$	Luar biasa kering

Klasifikasi iklim menurut Schmidt dan Ferguson berdasarkan jumlah rata-rata bulan basah dan juga bulan kering adalah:

1. Bulan kering (BK) yaitu bulan dengan presipitasi total curah hujan dibawah 60 mm.
2. Bulan lembab (BL) yaitu bulan dengan presipitasi total curah hujan antara 60 mm – 100 mm.
3. Bulan basah (BB) yaitu bulan dengan presipitasi total curah hujan di atas 100 mm.

5 Perhitungan Potensi Daya Yang Di Bangkitkan

Dari pengukuran debit air dan head nett yang dihasilkan maka dapat dihitung perkiraan atau potensi daya listrik yang dihasilkan dengan menggunakan persamaan berikut:

Daya potensi air:

$$P_{air} = g \times Q \times H_n \quad (2.9)$$

Daya pada turbin:

$$P_{turbin} = g \times Q \times H_n \times Eff_{turbin} \quad (2.10)$$

Daya transmisi mekanik:

$$P_{transmisi} = g \times Q \times H_n \times \text{Eff}_{turbin} \times \text{Eff}_{transmisi} \quad (2.11)$$

$$P_{transmisi} = P_{turbin} \times \text{Eff}_{transmisi} \quad (2.12)$$

Daya output generator:

$$P_{generator} = g \times \rho \times Q \times H_n \times \text{Eff}_t \times \text{Eff}_{gen} \quad (2.13)$$

$$P_{generator} = P_{transmisi} \times \text{Eff}_{generator}$$

Dengan : P_{air} = daya potensi air (kW)

P_{turbin} = daya pada turbin (kW)

$P_{transmisi}$ = daya transmisi mekanik (kW)

$P_{generator}$ = daya output generator (kW)

g = gravitasi (9.81 m/s)

Q = debit air (m³/s)

H_n = head nett (m)

ρ = massa jenis air (1000 kg/m³)

Eff_{turbin} = efisiensi turbin (0.8 – 0.95)

$\text{Eff}_{transmisi}$ = efisiensi transmisi (0.95 = v belt)

$\text{Eff}_{generator}$ = efisiensi generator (0.8 – 0.95)

2.5 Diameter pipa penstock

Adapun cara untuk mengetahui ukuran ataupun diameter pipa penstock yang optimal dapat diketahui dengan menggunakan rumus.

$$Dp = 2,69 \left(\frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot Lp}{H} \right)^{0,1875} \quad (2.15)$$

Dimana :

Dp = diameter pipa *penstock*

n = koefisien kekasaran material, untuk bahan PVC $n = 0,009$

Q = kapasitas aliran

Lp = Panjang pipa pesat

H = tinggi jatuh air

Ks = Jarak sumber air ke turbin

2.6 Metode FDC (*Flow Duration Curve*)

Metode FDC adalah sebuah cara yang mudah untuk mempelajari karakteristik aliran sungai dengan cara membandingkan suatu DAS (Daerah Aliran Sungai) dengan DAS (Daerah Aliran Sungai) yang lainnya . Metode *Flow Duration Curve* merupakan sebuah ringkasan dari data rata-rata debit sungai harian yang menghubungkan aliran dengan persentase dari waktu yang sudah dilakukan dalam pengukuran. FDC dapat diplotkan dengan menggunakan data aliran atau debit pada skala logaritmik sebagai sumbu y dan pada persentase waktu debit yang sudah dilakukan pada skala peluang sebagai sumbu x. Analisis FDC merupakan sebuah teknik plot yang menunjukkan hubungan antara nilai dari sebuah besaran dengan frekuensi terjadinya.

FDC sering digunakan dalam perencanaan sumberdaya air, analisis hidrologi , dan desain sistem pengolahan air. Grafik FDC dibuat dengan mengurutkan semua data debit dari yang terbesar sampai dengan debit yang terkecil kemudian dicari persentasenya dengan menggunakan rumus probabilitas weibull yang ada didalam rentang waktu tersebut lalu memplotkannya dengan nilai persentase kemunculannya dari 0% sampai dengan 100%. Metode Weibull digunakan untuk menghitung probabilitas atau periode ulang dari suatu data. Rumus metode Weibull menurut (Ilmi, 2022) adalah :

$$P(x) = \frac{m}{n+1} \times 100 \% \quad (2.16)$$

Dengan:

$P(x)$ = Nilai peluang (%)

m = Nomor urut data

n = Jumlah data

Tahapan untuk menghitung metode Weibull adalah mengurutkan data debit dari terbesar ke yang terkecil, kemudian setelah menghitung probabilitas dengan Weibull dan telah menentukan probabilitas andalan yang diinginkan maka data debit dengan keandalan tertentu dapat diketahui (Ilmi, 2022).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat penelitian

Adapun tempat dan waktu penelitian adalah sebagai berikut :

1. Tempat

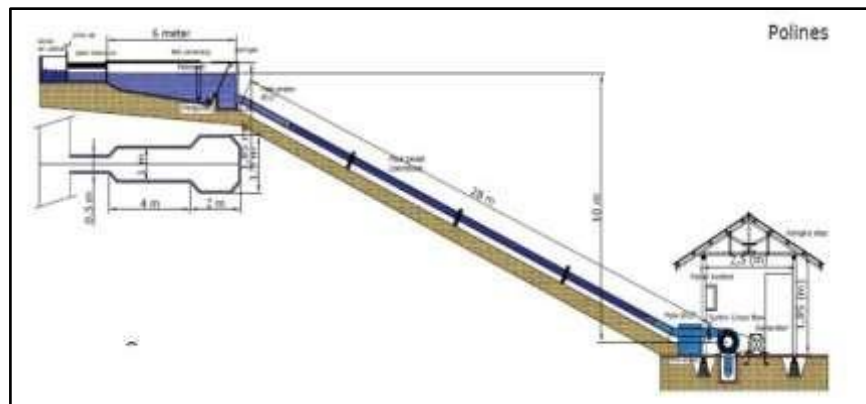
Adapun tempat penelitian ini dilaksanakan yaitu di sungai wai jelay Desa Kedamaian, Kecamatan Kotaagung, Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung.

2. Waktu

Waktu penelitian ini berlangsung kurang lebih selama empat bulan (Januari-April 2025).

3.2 Model PLTMH

Adapun jadwal penelitian dapat dilihat pada tabel Model PLTMH yang akan direncanakan yaitu terdapat pada gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Model PLTMH

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang akan direncanakan meliputi dam atau bendungan, pintu air, bak penenang, pipa pesat, *power house* yang berisi turbin dan generator.

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut :

1. Tongkat ukur

Tongkat ukur digunakan dalam pengukuran Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro untuk ementukan tinggi muka air.

Tongkat ukur digunakan dalam pengukuran Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro untuk ementukan tinggi muka air.



Gambar 3. 2 Tongkat ukur

2. Altimeter

Altimeter digunakan untuk mengukur ketinggian suatu lokasi (*head*) atau tinggi jatuh air yang akan digunakan untuk PLTMH.



Gambar 3. 3 Altimeter

3. Meteran

Alat ukur meteran digunakan untuk mengukur luas penampang sungai dan mengukur dimensi lainnya.



Gambar 3. 4 Meteran

4. Stopwatch

Stopwatch alat ukur ini digunakan untuk menentukan kecepatan benda apung yang dialirkan disungai.



Gambar 3. 5 Stopwatch

5. Benang nilon

Benang nilon digunakan untuk alat bantu mengukur luas penampang sungai dan ketinggian *head*.



Gambar 3. 6 Benang nilon

6. Botol

Botol digunakan sebagai benda apung untuk mengukur debit menggunakan metode benda apung.



Gambar 3. 7 Botol

3.4 Metode Pengolahan data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung. Sedangkan data sekunder diperoleh dari berbagai literatur, lembaga terkait atau pun instansi pemerintah seperti halnya Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS). Data-data yang telah diperoleh

dimasukkan kedalam rumus metode *weibull* yang selanjutnya data-data tersebut dihitung, kemudian hasil dari perhitungan tersebut dapat diketahui potensi yang dapat digunakan dalam pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Sungai Air Way Jelay, Desa Kedamaian, Kecamatan Kotaagung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung.

1. Studi Literatur dan Survey Lokasi

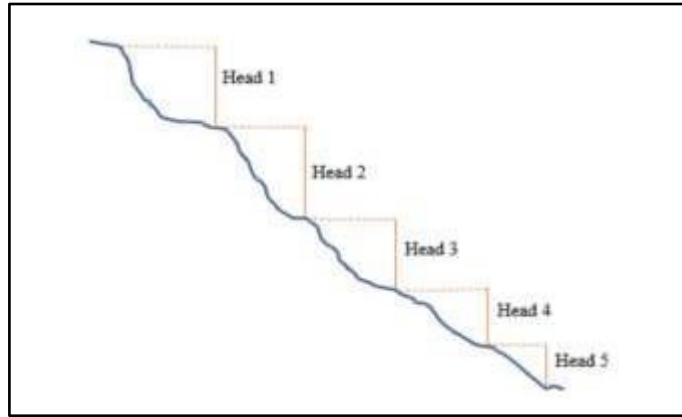
Studi literatur yang dilakukan adalah mempelajari mengenai PLTMH, Turbin air, Debit aliran air, Ketinggian (head), dan daya yang dapat dibangkitkan oleh sebuah turbin. Kemudian survey lokasi ini bertujuan untuk mengetahui potensi dan menentukan gambaran Pembangkit Listrik Mikro Hidro.

2. Pengukuran luas penampang

dengan memanfaatkan pengukuran dimensi fisik seperti lebar, kedalaman, dan bentuk penampang aliran air. Pengukuran ini dilakukan secara manual dengan alat sederhana menggunakan meteran, tongkat ukur, atau alat bantu lainnya untuk menghitung luas penampang saluran atau sungai yang akan digunakan sebagai sumber energi.

3. Pengukuran tinggi head

Pengukuran tinggi head menggunakan alat ukur altimeter atau dengan alat ukur sederhana yaitu benang nilon dan selang plastik. Pengukuran tinggi head menggunakan metode sederhana penting dalam perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Cara kerjanya jika menggunakan alat ukur sederhana adalah pengukuran dimulai diatas elevasi perkiraan permukaan air pada posisi forebay yang telah ditentukan. Pengukuran kedua dan selanjutnya dengan melanjutkan pada titik yang lebih rendah dari pengukuran sebelumnya. Pengukuran di lanjutkan sampai di lokasi turbin yang akan di tempatkan. Jumlahkan seluruh hasil pengukuran untuk mendapatkan total *head*.



Gambar 3. 8 Topografi tanah pada tinggi jatuh air (*head*)

4. Pengukuran debit air

Pengukuran debit air dilakukan di beberapa titik sungai, dan disetiap titik dilakukan beberapa kali percobaan yang kemudian akan diambil rata-rata dari keseluruhan. Pengukuran debit menggunakan satu metode yaitu :

- Metode benda apung

Metode ini mengukur kecepatan permukaan air dengan melacak waktu tempuh benda apung di atas permukaan air dalam jarak tertentu. Kecepatan permukaan ini kemudian dikoreksi menjadi kecepatan rata-rata aliran untuk menghitung debit.

Tabel 3. 1 Kecepatan benda apung

Jarak laju benda apung (m)	Waktu (s)	$v_f = \frac{l}{t}$ (m/s)
----------------------------	-----------	------------------------------

$$Q = V_a \cdot A \quad (3.1)$$

$$V_a = V_f \cdot c \quad (3.2)$$

$$V_f = l/t \quad (3.3)$$

Dengan : Q = debit air (m³/s)

V_a = kecepatan aliran sungai (m/s)

c = faktor koreksi ($c < 0,5$ $m = 0,45$)

A = luas penampang basah (m²)

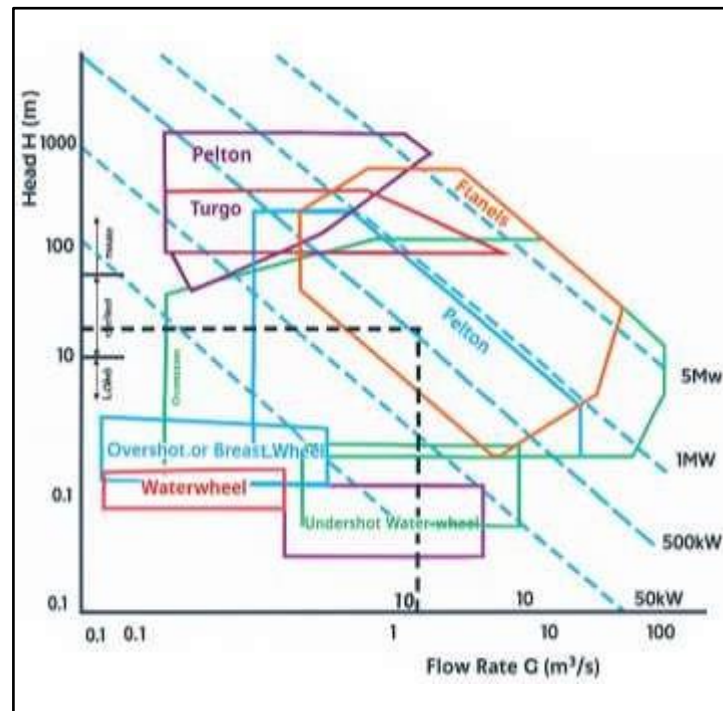
l = jarak benda apung (m)

- Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang di dapatkan dari instansi instansi ataupun institusi-institusi yang terkait dengan rencana penelitian. Adapum data sekunder yaitu yang didapatkan melalui debit tahunan dari instansi Badan Wilayah Sungai (BWS) dan data curah hujan dari 2014 – 2024 di Kabupaten Tanggamus yang diperoleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

5. Rekomendasi jenis turbin yang digunakan

Jenis turbin ditentukan oleh dua parameter utama yaitu tinggi *head* (ketinggian jatuh air) dan debit air (volume air) yang mengalir persatuan waktu. Selain itu, faktor seperti efisiensi.



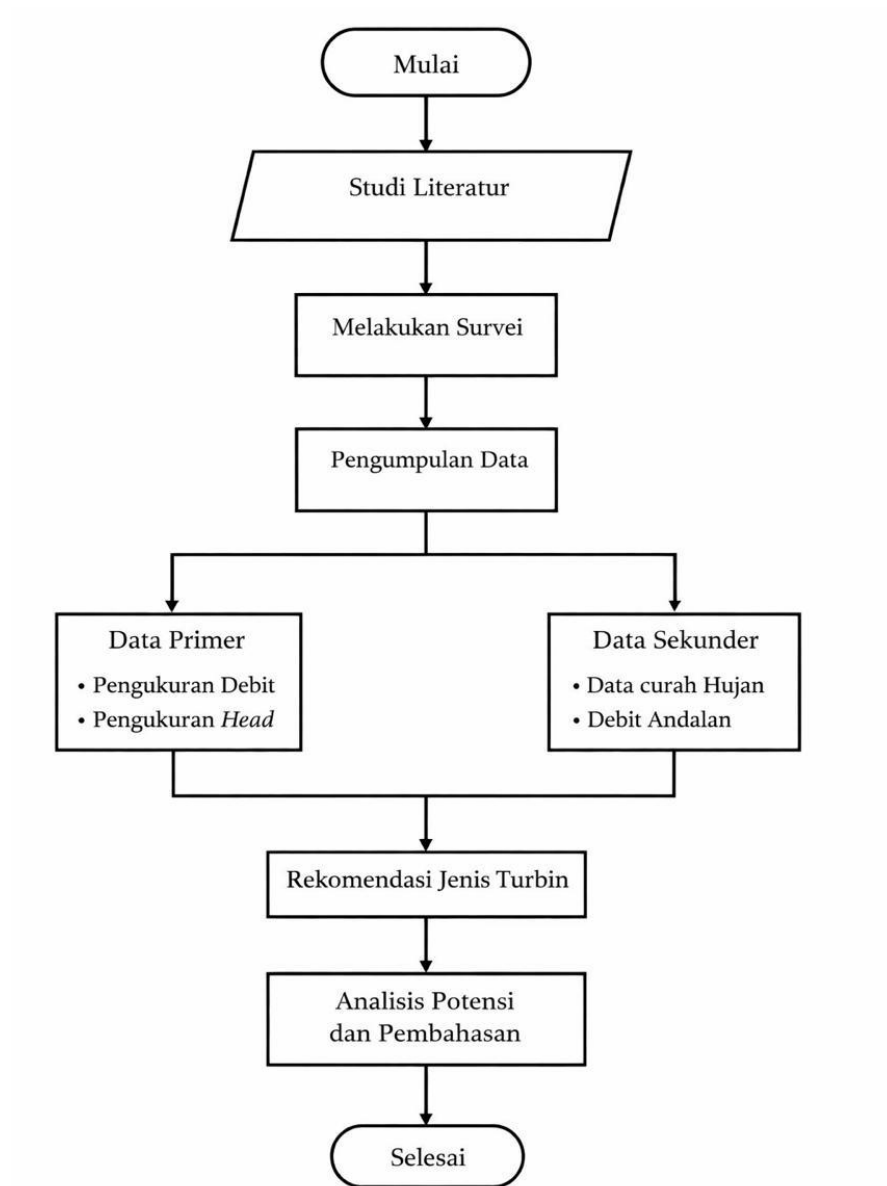
Gambar 3. 9 Pemilihan Jenis Turbin

Sumber : (Bayu dkk.,2024)

3.4 Potensi Daya Terbangkitkan dan Kriteria Jenis Turbin

Perhitungan potensi daya yang terbangkitkan dilakukan setelah pengolahan seluruh data selesai dilakukan. Perhitungan daya terbangkitkan yaitu daya yang dihasilkan oleh turbin dan Output daya dari generator. Kriteria Jenis turbin berdasarkan daya, head dan putaran spesifik turbin.

3.5 Flowchart Mengetahui Alur Data Dan Analisis



Gambar 3. 10 Diagram Alur Penelitia

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Adapun simpulan yang diperoleh pada penelitian analisis potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (PLTMH) di Sungai Way Jelay Desa Kedamaian Kecamatan Kotaagung Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan debit yang didapatkan pada aliran Sungai Way Jelay Desa Kedamaian Kecamatan Kotaagung, diperoleh debit terukur sebesar $0,9513 \text{ m}^3/\text{s}$ dan debit andalan dengan probabilitas 80% sebesar $0,653 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Hasil perhitungan ketinggian (*head*) pada Sungai Way Jelay Desa Kedamaian Kecamatan Kotaagung didapatkan sebesar 3,71 m dari perencanaan bak penenang ke perencanaan posisi turbin.
3. Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah didapatkan dalam pemilihan jenis turbin yang sesuai pada aliran Sungai Way Jelay Desa Kedamaian Kecamatan Kotaagung yaitu jenis turbin crossflow dan memiliki kecepatan spesifik turbin sebesar 140,32 rpm.
4. Berdasarkan hasil perhitungan daya yang dibangkitkan turbin sebesar 16,63 kW dengan efisiensi turbin crossflow 70% dan daya yang dibangkitkan oleh generator sebesar 12,6 kW dengan efisiensi generator 80%.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dalam penelitian study potensi ini adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya dilakukan studi lanjutan terhadap alternatif sebagai optimalisasi PLTMH sehingga dapat diketahui efisiensi dari alternatif optimalisasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhwan, A., Gunari, B., Sunardi, S., & Wirawan, W. A. (2021). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun. *Eksergi: Jurnal Teknik Energi*, 17(1), 15-24.
- Anam, M. S. U., Sunaryantiningsih, I., & Yuniahastuti, I. T. (2022). Analisa Potensi Sumber Daya Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh). *Jurnal Electra: Electrical Engineering Articles*, 3(1).
- Azizah, A. N., & Purbawanto, S. (2021). Perencanaan pembangkit listrik tenaga hibrid (PV dan Mikrohidro) terhubung grid (Studi kasus desa Merden, Kecamatan Padureso, Kebumen). *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, 2(1).
- Hendrasari, R. S., & Nurlaeli, M. (2024). Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Ciseel. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, 7(2), 145-152.
- Irianto, Y. A. A., Bahri, M. H., & Abidin, A. (2024). Pengaruh Variasi Sudu Datar, Lengkung dan Sudu L Terhadap Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex. *Jurnal Smart Teknologi*, 5(5), 630-644.
- Ilmi, M. K. (2022). Penentuan Debit Lingkungan Di DAS Dodokan Berdasarkan Metode Tennant Dan Flow Duration Curve (FDC): Determination Of Environmental Flow In Dodokan Watershed Based On Tennant And Flow Duration Curve (FDC) Method. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 10(2), 115-123.
- Jawadz, U. H., Prasetijo, H., & Purnomo, W. H. (2019). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Di Aliran Sungai Desa Kejawar Banyumas. *Dinamika Rekayasa*, 15(1), 11-24.
- Japan International Cooperation Agency (JICA). (2013). Manual Pembangunan PLTMH. Jakarta : IBEKA (Institut Bisnis dan Ekonomi Kerakyatan).
- Kusumaastuti, D. I., Winarno, D. J., & Humaidi, H. (2015). Studi Potensi Sumber Daya Air Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Pekon Tugu Ratu Kecamatan Suoh Kabupaten Lampung Barat Propinsi Lampung. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Lampung*, 19(3), 140825.
- La Elo, Y., Rusliadi, R., Moka, M., & Febriyan, F. (2023). Studi Potensi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Kampung Ubadari Kabupaten Fakfak. *Jurnal Jeetech*, 4(2), 109-115.
- Mamahit, C., & Ponto, H. (2021). Analisis Potensi Energi Listrik Ditinjau dari Energi Hidro di Minahasa Selatan. *Jurnal Edunitro Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 1(1), 37-42.

- Muhandis, I. D., Basuki, B., Pramitasari, R. E., & Rosadi, M. M. (2024). Analisis Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Pelton Terhadap Daya Generator Pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Jurnal Ilmiah Nusantara*, 1(5), 136-141.
- Murni, S. S., & Suryanto, A. (2021). Analisis efisiensi daya pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan Homer (Studi kasus PLTMH Parakandowo Kabupaten Pekalongan). *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, 1(2).
- Murtadlo, I., & Wrahatnolo, T. (2021). Analisis Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Embung Kuniran Kecamatan Sine Kabupaten Ngawi. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(3), 783-791.
- Ointu, S., Surusa, F. E. P., & Zainuddin, M. (2020). Studi Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Potensi Air yang Ada di Desa Pinogu. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 2(2), 30-38.
- Penche, C. (2004). Layman's guidebook on how to develop a small hydro site,(1998). Brussels: Published by European Small Hydropower Association.
- Putra, W. E., Sukerayasa, I. W., & Giriantari, I. A. D. (2023). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PTMH) Di Sungai Yeh Dikis Banjar Lebah Kabupaten Tabangan. *Jurnal Spektrum Vol*, 10(2).
- Romadhoni, W., Sulaiman, D., & Purnama, P. (2021). Analisis potensi pembangkit listrik tenaga mikro hydro pada anak sungai di Bulungan. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(1), 61-66.
- Rustini, A., & Permana, S. (2022). Analisis Hidrologi Perencanaan Embung Bratayudha. *Jurnal Konstruksi*, 20(2), 339-347.
- Sinaga, L. A. G., & Prayogi, E. (2022). Proses Praktikan Dengan Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Turbin Crossflow. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 10(2), 67-73.
- Sugiri, A., & Risano, A. Y. E. (2013). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Sungai Cikawat Desa Talang Mulia Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Propinsi Lampung. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(1).
- Wiwaha, S. S., Ronilaya, F., Ulhaq, F. D., Muhfid, M. N. F., Setyawan, R., & Dali, S. W. (2021). Rancang Bangun Turbin Crossflow Pada Spiral Vortex Turbine House Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 8(3).
- Yuningsih, S. M. (2019). Kondisi Kualitas Data Debit Sungai Tahun 2015-2016 di Indonesia. *Jurnal Sumber Daya Air*, 15(1), 39-54.