

SKRIPSI
ANALISIS KETERHUBUNGAN DAYA *AVAILABLE* DAN
DAYA TERBANGKITKAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MIKRO HIDRO KARYATANI 1 KAPASITAS 10 kW



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

Dipersiapkan dan disusun Oleh
MUHAMMAD AKBAR RIZKY
132021024

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2025

SKRIPSI
ANALISIS KETERHUBUNGAN DAYA *AVAILABLE* DAN DAYA
TERBANGKITKAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKRO HIDRO KARYATANI 1 KAPASITAS 10 kW



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
21 Agustus 2025

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
MUHAMMAD AKBAR RIZKY
132021024

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Muhammad Hurairah, S.T., M.T
NIDN. 0228098702

Penguji 1

Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T
NIDN. 0205118504

Pembimbing 2

Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng
NIDN. 0212056402

Penguji 2

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik Elektro

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

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

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

PERNYATAAN

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

Palembang, 21 Agustus 2025

Penulis,

Muhammad Akbar Rizky

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, keberhasilan adalah milik mereka yang senantiasia berusaha.

(BJ Habibie)

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

(Windah Basudara).

PERSEMBAHAN

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dalam pengerjaan skripsi saya ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kepada Ayahanda tercinta yaitu Alm. Sikop Leonard, ayahanda yang penulis rindukan dan cintai. Terimakasih untuk perjuangan dan pengorbanan ayah dalam membesarkan penulis, namun penulis sadar, meski tanpa ayah penulis harus menyelesaikan perjalanan ini dan ayah adalah kebanggaan di setiap cerita penulis.
3. Untuk pintu surgaku, ibu Sofia Suryati sosok perempuan yang sangat tangguh, perempuan yang tidak mengenal rasa lelah, yang sudah melahirkan, membesarkan, merawat dan menjaga penulis setelah tiadanya Ayah, entah berapa tetesan air mata yang jatuh di atas sajadah dalam melangitkan nama penulis dalam merayu Tuhan hingga penulis sampai di titik ini. Terimakasih atas kepercayaan yang selalu diberikan, atas didikan, motivasi, arahan, serta selalu berusaha memberikan yang terbaik. Semoga Allah SWT senantiasia melimpahkan kesehatan dan keberkahan dalam hidup ibu.
4. Kepada saudara kandung penulis yang sangat penulis sayangi, yaitu Johannas Hymbertus, S.Kom, Merry Febiana S.Pd, dan Sheila Vereira, S.E yang telah menjadi motivasi, sehingga penulis memiliki semangat yang tinggi dan pantang menyerah dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih untuk semua do'a, dukungan, dan arahnya selama proses di bangku perkuliahan ini.
5. Kepada Dosen Pembimbing I Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T dan Dosen Pembimbing II Bapak Ir. Zulkiffli Saleh, M. Eng, yang dengan kesabaran dan ketelitian telah memberikan masukan dan arahan berharga selama proses penyusunan skripsi ini.

6. Kepada teman seperjuangan di Program Studi Teknik Elektro angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat, berbagi pengetahuan, dan menemani dalam suka maupun duka selama perkuliahan hingga proses akhir penyusunan skripsi.
7. Serta tim Semende Renewable Energy Team yang telah membantu dalam penyusunan dalam skripsi ini.
8. *Last but not least, i wanna thank me i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for having no days off, i wanna thank me for never quitting, i wanna thank me for always being a giver and trying give more than i receive, i wanna thank me for trying to do more right than wrong, i wanna thank me for just being me at all times.*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur atas kehadiran Allah SWT. Atas Rahmat dan hidayahnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **ANALISIS KETERHUBUNGAN DAYA *AVAILABLE* DAN DAYA TERBANGKITKAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO KARYATANI 1 KAPASITAS 10 kW**. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulisan secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, Selaku Dosen Pembimbing I
- Bapak Ir. Zulkifli Shaleh, M. Eng, Selaku Dosen Pembimbing II

Tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof. Dr. Abid Dzajuli, SE., M.M, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T, M.Cs , Selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Staff Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Bapak dan Ibu Staff Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Dan Kepada Orang tuaku yang sudah memberikan do'a dan dukungan kepada penulis, serta saudara/i dan keluargaku

Penulis ini menyadari, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini, penulis berharap semoga Allah SWT. Berkenan membalas segala kebaikan

semua pihak yang telah membantu dan semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembang ilmu.

Palembang, 21 Agustus 2025

Penulis

Muhammad Akbar Rizky

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterhubungan antara daya available, yaitu daya potensial yang dihitung berdasarkan debit dan tinggi jatuh air (head), dengan daya terbangkitkan atau daya listrik aktual yang dihasilkan oleh generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Karyatani 1 berkapasitas 10 kW. Melalui pengukuran parameter mekanis dan listrik secara langsung di lapangan, ditemukan bahwa dari total daya available sebesar 14,508 kW, hanya 6,12 kW yang berhasil dikonversi menjadi listrik, dengan efisiensi bertingkat dari turbin dan generator yang masing-masing sebesar 65%. Ketidaksesuaian tersebut disebabkan oleh faktor-faktor teknis seperti kehilangan energi mekanis, variasi kecepatan aliran sungai, serta performa komponen sistem yang belum optimal. Hasil ini menegaskan pentingnya pengembangan sistem monitoring dan evaluasi efisiensi berbasis data agar PLTMH dapat menghasilkan daya yang lebih maksimal dan stabil, terutama pada daerah terpencil yang bergantung pada pembangkit energi terbarukan berskala kecil seperti PLTMH.

Kata Kunci: PLTMH, daya available, daya terbangkitkan, efisiensi, debit air

ABSTRACT

This study aims to analyze the correlation between available power—calculated based on water discharge and effective head—and the actual power generated by the generator in the Karyatani 1 Micro Hydro Power Plant (PLTMH) with a capacity of 10 kW. Field measurements of both mechanical and electrical parameters revealed that from a theoretical available power of 14.508 kW, only 6.12 kW was successfully converted into electrical output. This significant discrepancy is mainly caused by mechanical losses, inconsistent water flow velocity, and suboptimal performance of the turbine and generator components, each with an efficiency of approximately 65%. These findings highlight the need for integrated monitoring and efficiency evaluation systems to optimize performance and minimize energy losses. Such improvements are crucial for ensuring stable and sustainable electricity supply in remote areas that rely on small-scale renewable energy systems like PLTMH.

Keywords: Micro Hydro Power Plant, available power, generated power, efficiency, water discharge

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembangkit Listrik Mikro Hidro.....	5
2.1.1 Komponen PLTMH	7
2.1.2 Prinsip Kerja PLTMH.....	7
2.1.3 Klasifikasi PLTMH.....	8
2.1.4 Kelebihan PLTMH.....	9
2.1.5 Kekurangan PLTMH	10
2.2 Generator.....	10
2.2.1 Prinsip Kerja Generator	11
2.3 Turbin Air	12
2.3.1 Prinsip Kerja Turbin Air	13
2.3.2 Klasifikasi Turbin Air	14
2.3.3 <i>Daya available</i>	14
2.4 Parameter Elektris PLTMH	15
2.5 Parameter Mekanis PLTMH	16
2.6 Efisiensi PLTMH	17

2.6.1 Metode Pengukuran Efisiensi.....	18
2.7 Matlab (Matrix Laboratory)	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	20
3.1 Diagram <i>Fishbone</i>	20
3.2 Tempat dan Waktu	20
3.3 Alat dan Bahan.....	21
BAB 4 DATA, PERHITUNGAN, DAN ANALISIS.....	23
4.1 Data Sistem PLTMH Karyatani 1	23
4.1.1 Data PLTMH	23
4.2 Parameter Elektris	23
4.3 Parameter Mekanis.....	26
4.3.1 Kecepatan Turbin (rpm).....	26
4.3.2 Kecepatan generator (rpm)	28
4.3.3 Kecepatan aliran sungai PLTMH Karyatani 1	29
4.3.4 Pengukuran kecepatan aliran menggunakan Aplikasi Matlab	31
4.3.5 Perhitungan melalui Aplikasi Matlab	31
4.4 Efisiensi Daya Pada PLTMH Karyatani 1	33
4.5 Analisis	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja PLTMH	8
Gambar 2. 3 Generator (dokumentasi penelitian)	11
Gambar 2. 4 Prinsip kerja Generator.....	12
Gambar 2. 5 Prinsip kerja turbin air	14
Gambar 2.6 Diagram klasifikasi turbin air.....	15
Gambar 3. 1 Diagram Fishbone	20
Gambar 4. 1 Kurva Tegangan PLTMH Karyatani 1	25
Gambar 4. 2 Kurva Arus PLTMH Karyatani 1	25
Gambar 4. 3 Frekuensi PLTMH Karyatani 1	26
Gambar 4. 4 Kurva pengukuran kecepatan turbin	27
Gambar 4. 5 Kecepatan generator PLTMH Karyatani 1.....	28
Gambar 4. 6 Kurva kecepatan aliran sungai kanan atas.....	30
Gambar 4. 7 Kurva kecepatan aliran sungai tengah-tengah.....	30
Gambar 4. 8 Kurva kecepatan aliran kiri atas	31
Gambar 4. 9 Perhitungan Aplikasi Matlab.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data PLTMH.....	23
Tabel 4. 2 Pengukuran Parameter Elektris pada PLTMH Karyatani 1	24
Tabel 4. 3 Pengukuran Tegangan.....	24
Tabel 4. 4 Pengukuran kecepatan turbin (rpm)	27
Tabel 4. 5 Pengukuran kecepatan generator (rpm)	28
Tabel 4. 6 Pengukuran kecepatan aliran sungai Karyatani 1	29
Tabel 4. 7 Pengukuran kecepatan aliran menggunakan aplikasi Matlab	31
Tabel 4. 8 Hasil pengukuran dan perhitungan tampang lintang saluran	33

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia menghadapi tantangan besar dalam menjamin ketersediaan energi yang bersih, terjangkau, dan berkelanjutan bagi seluruh penduduknya di tengah meningkatnya krisis energi global dan tekanan yang ditimbulkan oleh perubahan iklim. Sementara akses energi modern tidak merata, kita masih bergantung pada bahan bakar fosil. Data dari Kementerian ESDM (2023) menunjukkan bahwa sekitar 7% wilayah terpencil di Indonesia masih belum terhubung ke jaringan listrik nasional secara optimal. Solusi alternatif untuk ketidaksesuaian ini diperlukan. Solusi ini tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga dapat dilaksanakan secara lokal dengan biaya yang terjangkau dan teknologi yang sesuai dengan karakteristik geografis setempat. Dalam situasi seperti ini, PLTMH adalah pilihan yang masuk akal untuk mengatasi masalah elektrifikasi desa dan mendorong transisi ke energi yang lebih hijau di daerah terisolasi.

Dengan kapasitas maksimum 100 kW, PLTMH dapat memanfaatkan energi potensial aliran air dalam skala kecil. Ini membuatnya ideal untuk digunakan di daerah pedesaan terpencil seperti Karyatani. Kontur alam di daerah-daerah ini biasanya memungkinkan penggunaan aliran sungai kecil atau anak sungai. Menurut (Sofyan and Sudana 2022), Meskipun Indonesia memiliki potensi mikrohidro yang sangat besar, hanya sepuluh persen yang telah digunakan. Keterbatasan data, kurangnya teknologi pemantauan yang tepat, dan kurangnya pengelolaan berbasis data yang dapat meningkatkan kinerja sistem adalah beberapa penyebab rendahnya pemanfaatan ini. Oleh karena itu, pengembangan PLTMH tidak hanya harus berkonsentrasi pada pembangunan infrastruktur, tetapi juga pada optimalisasi daya guna dan efisiensi sistem yang telah ada.

Terdapat perbedaan antara daya teoritis yang dihitung dari debit aliran dan tinggi jatuh air (*head*) dengan daya nyata yang dihasilkan oleh generator. Selisih ini dapat menimbulkan deviasi yang cukup besar serta berpengaruh

langsung terhadap tingkat efisiensi operasi sistem. Studi oleh (Abdillah and Haddin 2025) menunjukkan adanya perbedaan hingga sekitar 20% antara daya teoritis yang tersedia dan daya aktual yang dihasilkan. Perbedaan tersebut umumnya dipicu oleh berbagai faktor teknis, seperti kerugian mekanis, proses konversi energi yang kurang optimal, serta fluktuasi debit air yang sulit di prediksi. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam terhadap mendapatkan perbedaan ini sangat penting agar perencanaan dan pengelolaan sistem PLTMH dapat dilakukan secara lebih tepat dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

Terdapat peluang besar untuk melakukan kajian mendalam tentang efisiensi sistem di lokasi PLTMH Karyatani 1, yang memiliki kapasitas 10 kW dan berada di daerah dengan debit air relatif stabil sepanjang tahun. Namun, hingga saat ini belum ada penelitian akademik yang secara menyeluruh dan kuantitatif mempelajari hubungan antara daya yang tersedia berdasarkan potensi air dan daya yang benar-benar terbangkitkan oleh generator di lokasi tersebut. Seiring dengan kemajuan teknologi, pendekatan monitoring dan otomatisasi dalam sistem PLTMH mulai dikembangkan. Teknologi Internet of Things (IoT), sensor aliran, serta pengendalian berbasis mikroprosesor telah memungkinkan pengukuran debit air dan daya keluaran secara real-time, sehingga potensi peningkatan efisiensi dapat dimaksimalkan. (Molanda et al. 2022) mengembangkan prototipe sistem PLTMH dengan kontrol otomatis yang dapat meningkatkan efisiensi pembangkitan energi hingga 18%. Namun, sayangnya, teknologi ini masih sangat jarang digunakan, terutama pada unit kecil seperti PLTMH Karyatani 1, yang biasanya dikelola oleh komunitas lokal karena mereka kekurangan sumber daya dan tidak memiliki akses ke teknologi modern.

Tinjauan terhadap literatur sebelumnya menunjukkan bahwa fokus utama penelitian masih terbatas pada aspek teknis awal seperti potensi energi dan desain sistem, tanpa menyentuh aspek evaluasi performa aktual secara terus-menerus. Penelitian oleh (Ummah 2019), misalnya, lebih menekankan pada estimasi potensi energi dan rancangan teknis PLTMH, namun belum menjawab pertanyaan kritis terkait efisiensi jangka panjang dan akurasi prediksi daya. Dalam konteks ini, kebutuhan akan penelitian yang bersifat komparatif, berbasis data aktual dan

mempertimbangkan kondisi geografis serta operasional yang unik di tiap lokasi menjadi sangat mendesak. Hanya dengan pendekatan seperti inilah, pengembangan energi terbarukan di tingkat desa dapat mencapai hasil yang berkelanjutan dan efisien.

Mengembangkan model analisis hubungan antara daya teoritis dan daya nyata (PLTMH) dapat berdampak besar pada efisiensi sistem secara keseluruhan. Pengelola PLTMH dapat menerapkan strategi optimasi teknis yang lebih baik, mengurangi kehilangan energi, dan mengurangi biaya operasional. (Sofyan and Sudana 2022) mencatat bahwa manajemen daya yang efektif dapat menurunkan biaya produksi energi hingga 25%. Pada akhirnya, inisiatif ini akan meningkatkan daya saing energi lokal dan memperkuat ketahanan energi komunitas di tengah krisis global. Inisiatif ini juga dapat mendorong partisipasi masyarakat dalam menjaga keberlanjutan infrastruktur energi lokal yang dimiliki bersama.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas operasional PLTMH dalam menyediakan pasokan energi listrik secara berkelanjutan kepada masyarakat, khususnya di daerah terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik utama.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis keterhubungan antara daya available dan daya terbangkitkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Karyatani 1 kapasitas 10 kW, guna mengidentifikasi tingkat efisiensi konversi energi dari potensi aliran air yang tersedia menjadi energi listrik aktual yang dihasilkan. Melalui pendekatan berbasis pengukuran debit air, tinggi jatuh (head), dan keluaran daya generator, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model evaluasi yang mampu menggambarkan faktor-faktor teknis penyebab ketidaksesuaian daya tersebut. Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi praktis dalam optimalisasi sistem PLTMH serupa di daerah lain, serta memperkaya literatur teknik energi terbarukan terkait efisiensi pembangkitan skala kecil.

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah penelitian ini menganalisis keterhubungan daya available dan daya terbangkitkan pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro karyatani 1 kapasitas 10 kW

1.4 Sistematika Penulisan

Secara sistematis penulisan skripsi ini akan ditulis sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, tujuan, dan batasan masalah.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas mengenai landasan teori yang berisikan dasar pemikiran teoritis dan secara umum antara lain tentang PLTMH, Turbin air.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas secara rinci mengenai tempat, mekanisme, alat dan bahan.

BAB 4 DATA, PERHITUNGAN, PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Pada bab ini berisi tentang data-data yang didapatkan melalui pengukuran dan perhitungan parameter elektrik dan parameter mekanis pada sistem PLTMH Karyatani 1 kapasitas 10 kW.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari pembahasan bab diatas