

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi, baik pada skala global maupun nasional, mengalami peningkatan yang signifikan seiring bertambahnya jumlah penduduk serta laju industrialisasi yang terus berkembang. Kondisi ini menempatkan sektor energi pada posisi strategis sekaligus menantang, terutama dalam menjamin ketersediaan energi yang berkelanjutan (Alfeuz dkk., 2024). Laporan dari *International Energy Agency* (IEA) menekankan bahwa ketersediaan energi yang bersih dan terjangkau masih menjadi persoalan krusial di berbagai negara, termasuk Indonesia yang hingga saat ini masih didominasi oleh pemanfaatan energi fosil sebagai sumber utama pasokan energi (Imaaduddiin dkk., 2023). Ketergantungan tersebut tidak hanya berdampak pada aspek lingkungan, tetapi juga pada ketahanan energi jangka panjang (Kogoya, 2024). Oleh karena itu, penguatan peran energi terbarukan menjadi kebutuhan yang tidak dapat ditunda, khususnya pengembangan energi mikrohidro yang dinilai mampu menjawab tantangan keterbatasan akses energi di wilayah pedesaan dan terpencil (Syafiudin dkk., 2025).

Energi mikrohidro memiliki posisi strategis dalam sistem energi lokal karena mampu memanfaatkan potensi sumber daya air yang tersedia di sekitar masyarakat (Yolanda, 2023). Pemanfaatan aliran sungai atau saluran air dengan skala kecil memungkinkan produksi listrik dengan biaya investasi dan operasional yang relatif rendah, serta dampak ekologis yang minimal dibandingkan pembangkit berskala besar (Damarian dkk., 2023). Karakteristik ini sangat sesuai dengan kondisi geografis Indonesia yang memiliki banyak daerah aliran sungai dengan debit yang memadai untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif (Lesnussa, 2023). Potensi tersebut membuka peluang besar bagi pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) sebagai solusi energi berkelanjutan di berbagai wilayah (Bujawan dkk., 2020). PLTMH dirancang untuk mengonversi energi potensial air, baik yang berasal dari aliran sungai maupun air terjun, menjadi energi listrik dengan kapasitas umumnya di bawah 100 kW (Wijaya dkk., 2020). Skala pembangkit ini menjadikannya sangat relevan bagi daerah yang belum terjangkau jaringan listrik konvensional. Selain itu, PLTMH dikenal memiliki keunggulan berupa sistem yang relatif sederhana, kemudahan dalam pemeliharaan, serta tingkat keberlanjutan yang tinggi (Effiandi dkk., 2023). Efisiensi pembangkit juga dapat dioptimalkan melalui pemilihan jenis turbin yang sesuai

dengan karakteristik debit dan *head*, salah satunya adalah turbin *crossflow* yang banyak digunakan pada sistem mikrohidro (Kasmoro dkk., 2024).

Turbin *crossflow* merupakan salah satu jenis turbin mikrohidro yang banyak diaplikasikan karena fleksibilitasnya terhadap variasi kondisi aliran (Ansory dkk., 2024). Turbin ini termasuk dalam kategori turbin impuls yang mampu bekerja secara optimal pada kondisi head dan debit yang relatif rendah, sehingga sesuai dengan karakteristik banyak sungai di Indonesia (Syafiudin dkk., 2025). Mekanisme kerja turbin *crossflow* melibatkan aliran air yang melintasi bilah turbin sebanyak dua kali, sehingga energi kinetik air dapat dikonversi menjadi energi mekanik secara lebih efektif sebelum akhirnya digunakan untuk menghasilkan energi listrik (Lapisa dkk., 2023), seperti contoh PLTMH Andung Biru yang telah menggunakan turbin air jenis *crossflow*.

PLTMH Andung Biru yang berlokasi di Kabupaten Probolinggo merupakan salah satu pembangkit yang memanfaatkan potensi air sebagai sumber energi listrik. Karakteristik lokasi ini ditandai oleh variasi debit dan *head* yang dipengaruhi oleh kondisi alam dan perubahan cuaca (Ramadhani dkk., 2020). Informasi mengenai debit air, tinggi jatuh air, serta kondisi operasional sistem menjadi aspek penting dalam menentukan kesesuaian jenis turbin yang digunakan sekaligus mengidentifikasi tantangan teknis yang dihadapi di lapangan, termasuk fluktuasi debit musiman.

Selain faktor hidrologi, aspek operasional lainnya seperti pemeliharaan sistem, keselamatan turbin, dan kestabilan daya listrik yang dihasilkan juga menjadi perhatian penting dalam pengelolaan PLTMH (Madi dkk., 2022). Pemahaman yang komprehensif terhadap kondisi ini akan memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai performa turbin *crossflow* ketika dioperasikan dalam konteks lokal yang memiliki karakteristik unik.

Kajian terkait kinerja turbin *crossflow* telah banyak dilakukan, namun sebagian besar masih berfokus pada simulasi numerik atau pengujian dalam kondisi terkontrol. Studi seperti yang dilakukan oleh Alfeuz dkk. (2024) lebih menekankan pada kinerja turbin dalam kondisi teoritis, sementara implementasi pada lokasi nyata dengan variabilitas lingkungan yang tinggi masih relatif terbatas. Di sisi lain, kajian yang cenderung menyoroati satu parameter kinerja secara terpisah, sehingga hubungan antarvariabel operasional belum banyak dibahas secara menyeluruh (Pirzada dkk., 2024). Kondisi ini menunjukkan adanya celah kajian yang perlu diisi untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.

Pengkajian kinerja turbin *crossflow* pada PLTMH Andung Biru memberikan kontribusi penting dalam memahami bagaimana teknologi mikrohidro beradaptasi terhadap kondisi lokal.

Hasil kajian ini berpotensi memberikan solusi yang lebih efisien dalam memenuhi kebutuhan energi masyarakat setempat, sekaligus mendukung upaya transisi menuju energi bersih di Indonesia (Putra dkk., 2023a). Selain manfaat teknis, penerapan teknologi mikrohidro juga menawarkan keuntungan jangka panjang dari sisi lingkungan dan sosial, terutama dalam meningkatkan kemandirian energi masyarakat (Yolanda, 2023).

Atas dasar pertimbangan tersebut, topik “*Evaluasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Unit 1 di Desa Andung Biru Kabupaten Probolinggo*” dipilih untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi serta stabilitas operasional sistem. Pemahaman ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengelolaan dan pengembangan PLTMH yang lebih optimal sehingga mampu mendukung kebutuhan energi masyarakat secara berkelanjutan.

Secara umum, tujuan kajian ini diarahkan untuk menganalisis kinerja turbin *crossflow* dengan meninjau berbagai faktor yang memengaruhi efisiensi dan kestabilan operasional PLTMH Andung Biru. Dengan demikian, hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang relevan dan aplikatif bagi pengelola pembangkit maupun pemangku kepentingan dalam pengembangan sistem mikrohidro di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana evaluasi kinerja operasional PLTMH Desa Andung Biru Unit 1 setelah 33 tahun beroperasi?
2. Bagaimana evaluasi pengaruh variasi beban listrik terhadap kinerja PLTMH Desa Andung Biru Unit 1?
3. Bagaimana evaluasi kinerja proses pendistribusian energi listrik dari PLTMH Unit 1 ke konsumen ditinjau dari kestabilan tegangan?

1.3 Tujuan

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi kinerja PLTMH Desa Andung Biru Unit 1 pada kondisi operasi aktual berdasarkan daya keluaran yang dihasilkan.
2. Mengevaluasi pengaruh variasi beban listrik terhadap kinerja PLTMH Desa Andung Biru Unit 1 selama proses pengoperasian.
3. Mengevaluasi kinerja sistem pendistribusian energi listrik dari PLTMH Desa Andung Biru Unit 1 ke konsumen ditinjau dari kestabilan tegangan.

1.4 Manfaat

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjadi bahan evaluasi teknis bagi pengelola PLTMH Desa Andung Biru Unit 1 dalam meningkatkan kinerja dan keandalan sistem pembangkitan.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh variasi beban terhadap kinerja PLTMH sebagai dasar pengambilan keputusan operasional.
3. Menjadi referensi dalam perbaikan sistem pendistribusian energi listrik untuk menjaga kestabilan tegangan.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, berikut merupakan batasan masalah pada penelitian ini:

1. Penelitian difokuskan pada PLTMH Desa Andung Biru Unit 1 saja.
2. Parameter yang dievaluasi meliputi kinerja operasional pembangkit, variasi beban listrik, dan kestabilan tegangan pada proses pendistribusian energi listrik.
3. Evaluasi terhadap aspek elektrikal dan mekanikal tidak dibahas secara detail