

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kehidupan manusia modern. Ketersediaan energi listrik tidak hanya berdampak langsung terhadap aktivitas rumah tangga, tetapi juga terhadap pertumbuhan sektor industri, pendidikan, dan ekonomi secara keseluruhan [1]. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan pesatnya pembangunan, permintaan terhadap energi listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan signifikan dari tahun ke tahun. Data dari Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) menunjukkan bahwa permintaan energi listrik pada tahun 2050 diproyeksikan mencapai hingga 2.214 TWh dalam skenario Business as Usual (BaU), hampir sembilan kali lipat dibandingkan konsumsi listrik pada tahun 2018. Peningkatan permintaan ini mendorong perlunya inovasi dan diversifikasi dalam sumber-sumber pembangkitan energi [2].

Namun, ketergantungan terhadap pembangkit listrik berbasis bahan bakar fosil seperti batubara dan minyak bumi menimbulkan berbagai permasalahan. Selain berdampak negatif terhadap lingkungan, penggunaan energi fosil juga menghadapi keterbatasan dari sisi ketersediaan sumber daya alam. Hal ini mendorong Indonesia untuk mulai beralih ke energi baru dan terbarukan (EBT) yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu potensi energi terbarukan yang belum dimanfaatkan secara maksimal adalah energi air berskala kecil, khususnya energi dari aliran sungai atau bendungan irigasi yang dapat dikembangkan melalui teknologi pembangkit listrik mikrohidro [3].

Pembangkit listrik mikrohidro adalah sistem pembangkitan listrik skala kecil yang umumnya memiliki kapasitas di bawah 1 MW dan memanfaatkan aliran air dengan debit serta ketinggian rendah. Teknologi ini sangat cocok diterapkan di daerah pedesaan yang memiliki sumber air alami namun belum terjangkau jaringan listrik dari PLN [4]. Di Indonesia, potensi aliran sungai kecil maupun saluran irigasi untuk pembangkit mikrohidro cukup besar, mengingat

kondisi geografis dan iklim tropis yang mendukung ketersediaan air sepanjang tahun. Sayangnya, potensi ini masih belum tergarap secara optimal, terutama di daerah-daerah seperti Aceh yang memiliki banyak bendungan irigasi namun belum dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik [5].

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan yang kaya akan sumber daya alam, termasuk potensi energi terbarukan seperti air. Namun, hingga saat ini pemanfaatan energi air secara optimal masih menghadapi tantangan besar, terutama di daerah-daerah pedesaan dan terpencil. Salah satu permasalahan yang mencolok adalah belum meratanya distribusi listrik nasional, yang menyebabkan banyak wilayah tertinggal dari segi pembangunan infrastruktur energi. Banyak desa di Indonesia, khususnya di Aceh, seperti Kecamatan Juli di Kabupaten Bireuen, masih belum sepenuhnya mendapatkan aliran listrik dari jaringan PLN. Kondisi ini memperkuat ketimpangan pembangunan antara daerah perkotaan dan pedesaan, serta menghambat pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) di sektor energi [6].

Salah satu wilayah yang memiliki potensi besar untuk pemanfaatan energi air adalah Kecamatan Juli. Wilayah ini memiliki sejumlah bendungan irigasi yang selama ini hanya digunakan untuk kebutuhan pertanian. Namun, potensi aliran air dari bendungan-bendungan tersebut sesungguhnya sangat layak untuk dikembangkan menjadi sumber energi alternatif. Hal ini belum dimanfaatkan karena belum adanya pendekatan teknologi tepat guna yang dapat mengonversi energi kinetik air menjadi energi listrik. Potensi inilah yang membuka peluang besar untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air skala kecil, seperti sistem mikrohidro, yang dapat berfungsi sebagai solusi alternatif untuk mengatasi kekurangan pasokan listrik di daerah tersebut .

Permasalahan kekurangan listrik tidak hanya berdampak pada kenyamanan hidup masyarakat, tetapi juga berimbas pada aspek sosial dan ekonomi. Keterbatasan akses listrik menyebabkan terhambatnya kegiatan pendidikan di malam hari, menurunnya produktivitas usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM), serta berkurangnya kesempatan masyarakat untuk mengakses informasi dan teknologi digital. Tanpa pasokan listrik yang stabil, desa-desa di Kecamatan

Juli sulit berkembang secara mandiri. Ketergantungan yang tinggi terhadap PLN yang jangkauannya terbatas, memperpanjang siklus kemiskinan karena akses terhadap teknologi dan infrastruktur ekonomi menjadi tidak maksimal.

Pembangkit mikrohidro dapat menjadi solusi praktis yang relevan dan kontekstual bagi masyarakat di Kecamatan Juli. Mikrohidro adalah sistem pembangkit listrik tenaga air skala kecil dengan kapasitas di bawah 1 MW, yang cocok digunakan di aliran sungai atau bendungan irigasi dengan debit air rendah. Sistem ini tidak memerlukan pembangunan infrastruktur besar seperti bendungan tinggi atau jaringan transmisi panjang, sehingga biayanya jauh lebih rendah dan efisien untuk daerah terpencil. Dengan memanfaatkan infrastruktur bendungan yang sudah ada, seperti di Kecamatan Juli, sistem mikrohidro dapat dibangun dan dioperasikan dengan lebih cepat dan terjangkau, tanpa membebani anggaran negara secara besar-besaran [7].

Selain itu, teknologi mikrohidro juga memiliki keunggulan dari segi lingkungan dan pemberdayaan masyarakat. Karena tidak menghasilkan polusi udara dan tidak mengganggu ekosistem sungai, sistem ini sangat ramah lingkungan. Teknologi ini juga dapat dikelola secara mandiri oleh masyarakat lokal setelah mendapatkan pelatihan dasar mengenai perawatan dan pengoperasian. Pendekatan ini sejalan dengan program nasional mengenai pengembangan desa mandiri energi yang berbasis pada potensi lokal, sekaligus memperkuat kapasitas masyarakat dalam pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan. Penggunaan energi mandiri juga menumbuhkan semangat gotong royong dan penguatan ekonomi lokal karena listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk kegiatan produktif seperti pengolahan hasil tani, usaha warung, dan pengembangan [8].

Dengan demikian, solusi berbasis mikrohidro merupakan pendekatan yang menjawab berbagai permasalahan yang dihadapi masyarakat Kecamatan Juli. Potensi alam berupa bendungan irigasi yang selama ini tidak dimanfaatkan secara maksimal dapat diubah menjadi pembangkit energi terbarukan yang berkelanjutan. Teknologi ini menawarkan solusi terintegrasi untuk permasalahan listrik, keterbelakangan ekonomi, hingga ketergantungan terhadap energi fosil. Penelitian terhadap potensi ini tidak hanya penting untuk pembangunan lokal, tetapi juga

menjadi model replikasi untuk daerah-daerah lain yang memiliki karakteristik serupa di Indonesia. Maka dari itu, eksplorasi potensi energi mikrohidro menjadi kebutuhan mendesak dalam upaya menciptakan akses energi yang inklusif dan berkelanjutan [8].

Lebih jauh, pengembangan pembangkit mikrohidro juga sejalan dengan agenda pemerintah dalam mencapai bauran energi terbarukan nasional sebesar 23% pada tahun 2025. Dalam konteks ini, eksplorasi potensi mikrohidro di bendungan irigasi menjadi salah satu langkah strategis yang dapat mendukung pencapaian target tersebut. Jika potensi ini dapat dimaksimalkan, maka tidak hanya permasalahan pasokan listrik di daerah terpencil yang dapat diatasi, tetapi juga mampu menciptakan nilai tambah ekonomi dan sosial bagi masyarakat lokal. Dalam jangka panjang, ini akan menciptakan efek domino positif terhadap kesejahteraan masyarakat dan pelestarian lingkungan [9].

Berdasarkan uraian tersebut, penting dilakukan penelitian mengenai potensi pemanfaatan sistem pembangkit listrik mikrohidro pada bendungan yang ada di Kecamatan Juli. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kapasitas debit air, head (ketinggian jatuhnya air), serta estimasi daya listrik yang dapat dihasilkan dari bendungan tersebut. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar rekomendasi dalam pengembangan pembangkit mikrohidro skala kecil sebagai solusi alternatif energi yang efisien, ekonomis, dan berkelanjutan bagi masyarakat Kecamatan Juli dan sekitarnya.

Dengan mengkaji potensi yang ada secara mendalam, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi terhadap pengembangan energi terbarukan di daerah dan mendukung perwujudan desa mandiri energi. Penerapan teknologi ini juga berpeluang menjadi model percontohan bagi daerah lain di Indonesia yang memiliki kondisi geografis serupa, sehingga manfaatnya dapat dirasakan secara lebih luas dan merata di masa depan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa potensi aliran air pada Bendungan di Kecamatan Juli dapat dianalisis untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik tenaga mikrohidro?
2. Bagaimana perhitungan teknis meliputi debit aliran, head, potensi daya, serta pemilihan turbin dan generator yang sesuai untuk sistem PLTMH di lokasi penelitian?
3. Bagaimana hasil simulasi menggunakan MATLAB GUI dapat memvalidasi perhitungan teoritis dan mendukung perancangan sistem pembangkit listrik tenaga mikrohidro di Bendungan Kecamatan Juli?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis potensi aliran air Bendungan Kecamatan Juli untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik berbasis sistem mikrohidro.
2. Melakukan perhitungan teknis meliputi luas penampang, kecepatan aliran, debit air, head, serta potensi daya listrik yang dapat dibangkitkan.
3. Menentukan jenis turbin dan generator yang sesuai dengan kondisi lapangan berdasarkan hasil perhitungan.
4. Membuat dan menguji simulasi perhitungan melalui MATLAB GUI sebagai validasi hasil analisis teoritis dan alat bantu perancangan sistem PLTMH.

1.4 Batasan Penelitian

Berdasarkan Batasan penelitian yang telah diuraikan, maka Batasan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Lokasi penelitian dibatasi pada Bendungan yang berada di Kecamatan Juli, Kabupaten Bireuen.
2. Data teknis yang digunakan meliputi tinggi bendungan, lebar bendungan, kedalaman hulu, kedalaman hilir, debit pengambilan, dan data pendukung lainnya dari hasil observasi serta instansi terkait.
3. Analisis difokuskan pada aspek potensi daya listrik, pemilihan turbin, pemilihan generator, serta simulasi perhitungan menggunakan MATLAB GUI.

4. Efisiensi sistem dihitung berdasarkan asumsi efisiensi turbin dan generator tanpa mempertimbangkan aspek biaya, sosial-ekonomi, maupun analisis lingkungan secara mendalam.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa kajian teknis dan simulasi MATLAB GUI yang dapat dijadikan referensi dalam bidang energi terbarukan, khususnya sistem PLTMH.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai potensi pemanfaatan bendungan sebagai sumber energi listrik alternatif untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat sekitar.
3. Penelitian ini dapat menjadi dasar atau rujukan dalam pengembangan riset lebih lanjut, baik dari segi desain teknis, simulasi lanjutan, maupun analisis kelayakan sosial dan ekonomi. Secara akademik, memperkaya kajian mengenai pemanfaatan energi terbarukan, khususnya sistem mikrohidro di wilayah pedesaan.