

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Saat ini, kebutuhan listrik di pulau-pulau terpencil di Indonesia umumnya masih bergantung pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Penggunaan bahan bakar fosil seperti diesel memiliki berbagai kendala, termasuk biaya operasional yang tinggi, ketergantungan pada pasokan bahan bakar, serta dampak lingkungan yang signifikan berupa emisi karbon yang tinggi. Pulau Legundi di Provinsi Lampung, sebagai salah satu pulau kecil yang ada di Indonesia, juga menghadapi tantangan signifikan dalam penyediaan energi listrik yang andal dan berkelanjutan di wilayah tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif sistem pembangkitan listrik yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

Dalam penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem pembangkit listrik hybrid yang menggabungkan berbagai sumber energi dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Misalnya, studi terdahulu mengkaji perancangan sistem pembangkit listrik hybrid yang menggabungkan sel surya dan generator diesel pada kapal tanker PT. Pertamina. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem hybrid ini dapat mengurangi konsumsi bahan bakar generator sebesar 15,5% per tahun, dengan titik impas biaya investasi dan operasional tercapai pada tahun ke-3,69 [1].

Selain itu, penelitian lain menganalisis keekonomian dan optimasi biaya dari sistem Hybrid Renewable Energy System (HRES) di Pulau Sebesi, yang menggabungkan PLTD dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Hidrogen (PLTH2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa skema hybrid yang menggabungkan PLTD, PLTS 300 kW, dan PLTH2 150 kW memiliki Levelized Cost of Energy (LCOE) terendah sebesar \$0,247/kWh, pengurangan emisi CO₂ hingga 99,1%, serta Return on Investment (ROI) tertinggi sebesar 101,4% [2]. Selain itu dalam penelitian yang dilakukan di Pulau Nyamuk, Karimunjawa, mengenai optimasi sistem pembangkit listrik hybrid yang menggabungkan tenaga surya, angin, biomassa, dan diesel, menunjukkan bahwa integrasi berbagai sumber energi terbarukan dapat memenuhi

kebutuhan listrik masyarakat setempat dengan biaya produksi energi yang lebih rendah dan emisi CO₂ yang lebih sedikit [3].

Negara Indonesia sendiri memanfaatkan sistem pembangkit listrik *hybrid* yang terus mendapatkan perhatian, karena potensinya dalam menyediakan listrik bagi daerah terpencil. Sekitar 2.500 desa di Indonesia masih belum memiliki akses listrik yang memadai. Pembangkit listrik hybrid berbasis energi terbarukan menjadi solusi yang diusulkan untuk mengatasi masalah ketergantungan pada bahan bakar fosil, terutama di daerah kepulauan seperti Pulau Legundi [4].

Pulau Legundi memiliki potensi besar dalam pengembangan energi terbarukan. Berdasarkan data BMKG, daerah ini mendapatkan paparan radiasi matahari rata-rata sebesar 4,5-5,5 kWh/m² per hari, yang menjadikannya lokasi yang cocok untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) [5]. Selain itu, potensi pemanfaatan hidrogen sebagai penyimpan energi juga mulai berkembang sebagai alternatif untuk meningkatkan keandalan pasokan listrik di daerah terpencil.



Gambar 1. 1 Lokasi Pulau Legundi

Implementasi sistem pembangkit listrik hybrid di Pulau Legundi juga sejalan dengan upaya pemerintah Indonesia dalam meningkatkan rasio elektrifikasi nasional dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Penggunaan energi terbarukan

seperti tenaga surya dan hidrogen tidak hanya dapat mengurangi biaya operasional, tetapi juga mendukung target pemerintah untuk mencapai Net Zero Emission pada tahun 2060.

Genset Mobile Legundi berada di Kabupaten Pesawaran - Lampung yang melayani 313 pelanggan tersambung, dimana Genset Mobile Legundi saat ini rata-rata beroperasi dan mensuplai energi listrik ke pelanggan selama 24 jam yang dioperasikan secara bergiliran, mesin terdiri dari 2 x 50 kW dan 1 x 150 kW Total kapasitas 250 kW. dengan BPP tahun 2024 Rp 9.749/kWh. Genset Mobile Legundi berada di jaringan isolated Pulau Legundi dan tidak dapat terhubung ke jaringan sistem ketenagalistrikan lainnya karena jarak yang jauh antar pulau Sumatera ke Pulau Legundi, sehingga dalam upaya untuk menurunkan Biaya Pokok Produksi (BPP) di sistem kelistrikan Legundi dapat dilakukan dengan cara mengkonversi Genset Mobile dengan jenis pembangkit Energi Baru Terbarukan (EBT). Hal ini juga sebagai salah satu upaya untuk dapat mencapai target bauran Energi Baru Terbarukan (EBT) Nasional sebesar 23 % pada tahun 2025 [6]. Saat ini, Kapasitas terpasang dan daya mampu pembangkit untuk Genset Mobile Legundi (milik PLN) dengan kapasitas terpasang sebesar 250 kW, dan daya mampu 200 kW. Rincian kapasitas terpasang dan daya mampu mesin masing – masing sistem dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Data Kapasitas Terpasang, Daya Mampu dan Beban Puncak

URAIAN	MERK	DAYA TERPASANG (kW)	DAYA MAMPU (kW)	Tahun Operasi	Beban Puncak (kW)
GENSET MOBILE MOBILER PULAU LEGUNDI #01 (DEUTZ)	DEUTZ	50	40	1991	61,7
GENSET MOBILE MOBILER PULAU LEGUNDI #02 (DEUTZ)	DEUTZ	50	40	1987	
GENSET MOBILE MOBILER PULAU LEGUNDI	VOLVO	150	120	2018	
Total (kW)		250	200		

Dalam skenario ideal, sistem pembangkit listrik hybrid yang optimal di Pulau Legundi harus mempertimbangkan kombinasi yang tepat antara PLTD, PLTS, dan PLTH2. Dengan

mengoptimalkan pemodelan sistem ini, dapat dihasilkan sistem yang efisien dengan biaya yang lebih rendah dibandingkan PLTD konvensional. Optimalisasi ini juga bertujuan untuk meningkatkan akses listrik bagi masyarakat dengan stabilitas jaringan yang lebih baik.

Beberapa metode telah dikembangkan untuk menentukan kombinasi optimal sistem pembangkit listrik hybrid memungkinkan perhitungan keekonomian sistem serta simulasi berbagai skenario untuk mendapatkan konfigurasi yang paling efisien dalam hal biaya dan keandalan.

Selain aspek teknis dan keekonomian, faktor sosial juga berperan penting dalam keberhasilan implementasi sistem pembangkit listrik hybrid. Keberlanjutan proyek bergantung pada penerimaan masyarakat setempat terhadap teknologi yang digunakan, serta keterlibatan mereka dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem. Oleh karena itu, pendekatan berbasis komunitas dalam pengelolaan sistem energi hybrid juga menjadi faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam penelitian ini.

Dalam konteks regulasi, pemerintah Indonesia telah mendorong pemanfaatan energi terbarukan melalui berbagai kebijakan, seperti Peraturan Presiden No. 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik. Regulasi ini memberikan insentif bagi investasi di sektor energi terbarukan, termasuk pengembangan sistem pembangkit listrik hybrid di daerah terpencil [7].

Meskipun demikian, terdapat beberapa tantangan dalam implementasi sistem pembangkit listrik hybrid di daerah terpencil. Salah satunya adalah keterbatasan infrastruktur dan biaya awal investasi yang relatif tinggi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang cermat dalam perancangan dan pendanaan proyek agar sistem ini dapat beroperasi secara berkelanjutan dalam jangka panjang.

Berdasarkan studi-studi tersebut, analisis keekonomian dan optimalisasi pemodelan sistem pembangkit listrik hybrid berbasis tenaga diesel, surya, dan hidrogen menjadi penting untuk diterapkan di Pulau Legundi. Pendekatan ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat dengan biaya yang lebih rendah serta dampak lingkungan yang lebih kecil. Optimalisasi dilakukan dengan mempertimbangkan aspek teknis dan

ekonomi agar sistem yang dirancang dapat beroperasi secara efisien dan memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat setempat.

Dengan mempertimbangkan potensi energi terbarukan yang tersedia, serta peluang dan tantangan yang ada, penelitian ini akan berfokus pada analisis keekonomian dan optimasi pemodelan sistem pembangkit listrik hybrid di Pulau Legundi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang konkret dalam pengembangan sistem pembangkitan listrik yang lebih berkelanjutan dan ekonomis di wilayah kepulauan di Indonesia.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini merumuskan beberapa masalah utama sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis keekonomian sistem pembangkit listrik hybrid berbasis tenaga diesel, tenaga surya, dan tenaga hidrogen di Pulau Legundi?
2. Bagaimana skenario optimal dalam pemodelan sistem pembangkit listrik hybrid agar dapat menghasilkan sistem yang lebih efisien, andal, dan berkelanjutan?
3. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi efisiensi dan keberlanjutan sistem pembangkit listrik hybrid di Pulau Legundi?

1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis aspek keekonomian dari sistem pembangkit listrik hybrid berbasis tenaga diesel, tenaga surya, dan tenaga hidrogen di Pulau Legundi.
2. Mengoptimalkan pemodelan sistem pembangkit listrik hybrid agar dapat menghasilkan sistem yang efisien dan berkelanjutan.
3. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan implementasi sistem pembangkit listrik hybrid di daerah terpencil.

1.4 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademik: Menambah wawasan dan literatur dalam bidang pengembangan sistem pembangkit listrik hybrid, terutama di daerah terpencil.
2. Manfaat Praktis: Memberikan rekomendasi mengenai sistem pembangkit listrik hybrid yang optimal untuk diterapkan di Pulau Legundi.
3. Manfaat Lingkungan: Mendukung transisi energi yang lebih ramah lingkungan dengan mengurangi emisi karbon dari penggunaan bahan bakar fosil.
4. Manfaat Ekonomi: Menawarkan solusi pembangkitan listrik yang lebih hemat biaya dibandingkan dengan sistem konvensional berbasis diesel.

1.5 Ruang lingkup penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

1. Lokasi penelitian: Pulau Legundi, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.
2. Sumber energi yang dikaji: Tenaga diesel, tenaga surya, dan tenaga hidrogen.
3. Aspek yang dianalisis: Keekonomian sistem, optimalisasi pemodelan, dan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi sistem.
4. Metode yang digunakan: Simulasi dan pemodelan sistem pembangkit listrik hybrid menggunakan perhitungan analisis dengan skema paling optimal.
5. Rentang waktu: Analisis dilakukan dalam rentang waktu operasional jangka panjang untuk menilai kelayakan keekonomian dan keberlanjutan sistem.

1.6 Sistematika penelitian

Agar penelitian ini lebih terstruktur, sistematika dalam penulisan tesis ini terdiri dari beberapa bab sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penelitian.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori dan literatur yang mendukung penelitian, seperti konsep sistem pembangkit listrik hybrid, teknologi tenaga surya dan hidrogen, serta metode analisis keekonomian dan optimasi.

BAB III : Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi metode pengumpulan data, metode pemodelan dan simulasi, serta parameter yang dianalisis dalam penelitian ini.

BAB IV : Analisis dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil analisis keekonomian dan optimasi pemodelan sistem pembangkit listrik hybrid di Pulau Legundi, serta pembahasan mengenai hasil yang diperoleh.

BAB V : Kesimpulan dan Saran

Bab terakhir ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya maupun implementasi sistem di lapangan.

Dengan sistematika ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan sistem pembangkit listrik hybrid yang optimal untuk daerah terpencil seperti Pulau Legundi.