

BAB 5

Kesimpulan dan Saran

Bab ini memuat elaborasi dan rincian kesimpulan terhadap hasil penelitian. Saran untuk riset lanjutan serta *practical implication* dari penelitian ini juga dapat dituliskan pada bab ini.

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis strategi keberlanjutan sistem pembangkit listrik hybrid berbasis Surya-Biomassa di Pulau Kundur, Kepulauan Riau. Berdasarkan kajian teknis, sosial, kelembagaan, dan kebijakan, dapat disimpulkan bahwa pendekatan hybrid ini menunjukkan tingkat kelayakan yang tinggi dan mampu menjawab tantangan elektrifikasi daerah kepulauan secara terpadu dan berkelanjutan.

Dari sisi teknis dan ekonomi, sistem yang dirancang dengan konfigurasi panel surya, pembangkit biomassa gasifikasi, baterai penyimpanan, dan sistem manajemen energi, mampu menurunkan biaya produksi listrik (LCOE) menjadi Rp 1.500–1.800/kWh. Angka ini jauh lebih kompetitif dibandingkan sistem PLTD konvensional yang mahal dan tidak ramah lingkungan.

Lebih luas, sistem ini tidak hanya memberikan solusi energi yang terjangkau dan bersih, tetapi juga mendorong munculnya ekonomi energi lokal melalui rantai pasok biomassa dan keterlibatan komunitas dalam pengoperasian dan pemeliharaan. Partisipasi masyarakat, pembentukan kelembagaan energi lokal, serta dukungan pihak akademik seperti Universitas Darma Persada menunjukkan bahwa proyek ini telah berhasil memposisikan energi sebagai alat transformasi sosial, bukan sekadar infrastruktur teknis. Model ini mendorong perubahan dalam struktur ekonomi di Kepulauan, meningkatkan kapasitas sumber daya manusia, dan memperkuat struktur sosial melalui koperasi atau BUMDes pengelola energi.

Selain itu, penelitian ini secara nyata telah menerapkan prinsip-prinsip *Environmental, Social, and Governance* (ESG) dalam seluruh tahapan pelaksanaannya, serta mendukung pencapaian enam target utama dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), yaitu SDG 7 (energi bersih dan terjangkau),

SDG 8 (pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi), SDG 12 (konsumsi dan produksi berkelanjutan), SDG 13 (aksi iklim), SDG 16 (lembaga yang efektif dan transparan), dan SDG 17 (kemitraan untuk tujuan). Hal ini menunjukkan bahwa penelitian tidak hanya berdampak lokal, tetapi juga sejalan dengan komitmen pembangunan nasional dan global.

Salah satu capaian strategis dari penelitian ini adalah kemampuan untuk menjadi model keberlanjutan komunitas energi di Indonesia. Sistem ini menunjukkan bahwa pendekatan hybrid berbasis potensi lokal dapat dioperasikan oleh masyarakat dengan dukungan teknis, selama ada pendampingan awal dan sistem kelembagaan yang kuat. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa Jika proyek serupa direplikasi secara sistematis di 10 hingga 20 pulau kecil lainnya di Indonesia, maka kontribusinya terhadap transisi energi nasional akan sangat berarti, bukan sekadar simbolik tetapi substantif dalam mencapai target bauran energi 23% dan elektrifikasi nasional secara adil dan merata. Selain itu, replikasi penelitian ini juga akan berdampak signifikan terhadap penurunan emisi karbon secara nasional. Berdasarkan estimasi, satu pulau dengan sistem PLTD mengkonsumsi sekitar 5.000 liter solar per hari, yang ekuivalen dengan ± 4.891 ton CO₂ per tahun. Artinya, penggantian PLTD dengan sistem hybrid di 10 pulau dapat mengurangi emisi hingga ± 48.910 ton CO₂ per tahun, dan pada 20 pulau, penurunan emisi dapat mencapai ± 97.820 ton CO₂ per tahun. Angka ini menunjukkan kontribusi nyata terhadap komitmen Indonesia dalam Perjanjian Paris serta target Net Zero Emission 2060, menjadikan sistem hybrid tidak hanya sebagai solusi lokal tetapi juga sebagai instrumen mitigasi perubahan iklim yang relevan secara nasional.

Dengan demikian, sistem hybrid Surya-Biomassa yang dikembangkan di Pulau Kundur tidak hanya layak secara teknis dan ekonomis, tetapi juga menjadi pendekatan holistik yang memperkuat ketahanan energi, meningkatkan kesejahteraan sosial, dan mendorong transformasi kelembagaan desa menuju kemandirian energi yang berkelanjutan. Penelitian ini layak diangkat sebagai model nasional dan direkomendasikan untuk didorong dalam skala yang lebih luas oleh Pemerintah dan daerah lainnya.

5.2 Saran

Penelitian ini merancang strategi keberlanjutan sistem pembangkit listrik hybrid Surya–Biomassa di Pulau Kundur secara teknis, sosial, ekonomi, dan kelembagaan.

Dari sisi teknis, perlu disiapkan strategi adaptif terhadap dinamika pasokan biomassa yang bersifat musiman. Diversifikasi bahan baku biomassa, pengelolaan logistik komunitas, dan sistem penyimpanan perlu dikembangkan agar keberlanjutan pasokan energi biomassa tetap terjaga sepanjang tahun. Di sisi kelembagaan, keberadaan unit pengelola berbasis komunitas seperti koperasi atau BUMDes sangat penting, namun perlu didukung dengan pelatihan manajerial dan teknis berkelanjutan agar struktur kelembagaan ini mampu beroperasi secara mandiri dan akuntabel.

Selain itu, penelitian ini juga memiliki keterbatasan dalam hal simulasi teknis jangka panjang dan validasi data lapangan, mengingat sebagian besar data masih bersifat proyeksi berbasis studi literatur dan simulasi. Oleh karena itu, pada tahap implementasi nyata di lapangan, diperlukan pengumpulan data lanjutan untuk menguji keakuratan desain sistem serta kelayakan finansialnya secara empiris. Potensi dampak lingkungan jangka panjang akibat eksploitasi biomassa juga belum dikaji secara mendalam, sehingga disarankan agar dilakukan studi lanjutan yang mengkaji aspek ekologis dan keberlanjutan rantai pasok biomassa secara spesifik.

Model sistem hybrid yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki potensi kuat untuk direplikasi di wilayah kepulauan lain di Indonesia. Namun demikian, generalisasi hasil tidak dapat dilakukan secara langsung tanpa mempertimbangkan kondisi lokal yang unik. Oleh karena itu, setiap replikasi proyek perlu diawali dengan studi kelayakan lokal yang menyeluruh. Penelitian ini dapat dijadikan kerangka dasar (baseline framework) yang fleksibel namun tetap perlu adaptasi terhadap konteks wilayah yang akan direalisasikan.

Akhirnya, perlu ditekankan bahwa keberhasilan sistem hybrid tidak hanya bergantung pada teknologi dan pembiayaan, tetapi juga pada pendampingan

jangka panjang. Oleh karena itu, peran akademik dan lembaga riset perlu terus dikembangkan sebagai mitra strategis dalam desain, pelatihan teknis, evaluasi sosial, dan penguatan kelembagaan energi lokal. Kemitraan transdisipliner yang melibatkan akademisi, komunitas lokal, dan sektor energi menjadi fondasi penting bagi keberlanjutan energi di wilayah kepulauan Indonesia..

