

implementasi sistem fotovoltaik. Ketiadaan shading serta kondisi iklim tropis dengan rata-rata harian penyinaran efektif yang tinggi memperkuat kelayakan teknis pembangunan PLTS di lokasi ini. Selain itu, dari sisi biomassa, potensi ketersediaan bahan baku lokal seperti limbah pertanian, residu kehutanan, atau biomassa tanaman energi perlu ditinjau lebih lanjut secara kuantitatif, namun secara umum wilayah ini memiliki ekosistem agrikultur yang aktif, yang dapat menjadi sumber pasokan biomassa berkelanjutan. Kombinasi dari kedua jenis sumber daya ini menunjukkan bahwa lokasi memiliki kelayakan teknis yang kuat dalam hal akses terhadap sumber energi primer, yang merupakan salah satu aspek fundamental dalam penilaian kelayakan pembangkit energi terbarukan.

BAB 5

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kelayakan teknis pembangunan pembangkit listrik hybrid surya-biomassa di Pulau Kundur, Kepulauan Riau, dapat disimpulkan dan menjawab rumusan masalah pada BAB I bahwa:

Pertama, dalam Potensi Energi Terbarukan, Pulau Kundur memiliki potensi energi surya melalui Global Horizontal Irradiation (GHI) yang cukup tinggi dengan rata-rata intensitas radiasi matahari harian mencapai 4,45 kWh/m²/hari, serta ketersediaan biomassa dari limbah pertanian dan perkebunan yang memadai untuk dikonversi menjadi energi listrik. Berdasarkan penelitian ini, didapat hasil perhitungan *Capacity Factor* (CF) sebesar 14,55% dan bauran energi PLTS + BESS sebesar 26,61%.

Kedua, studi ini mengidentifikasi tantangan teknis utama berupa keterbatasan PLTS dalam mengisi daya sistem penyimpanan energi (BESS) secara optimal, karena sebagian besar output energi digunakan langsung untuk memenuhi beban puncak harian sebesar 7.552 kW, sementara kapasitas puncak PLTS hanya 10,1 MWp. Akibatnya, energi berlebih yang tersedia untuk pengisian BESS terbatas, sehingga proses pengisian berjalan lambat dan mengurangi efektivitas BESS sebagai

cadangan energi. Untuk mengatasi hal ini, direkomendasikan peningkatan kapasitas PLTS guna memperbesar energi berlebih, mempercepat pengisian BESS, dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional, terutama dalam sistem off-grid atau hybrid. Langkah ini mendukung peningkatan kontribusi energi terbarukan dalam sistem kelistrikan nasional dan sejalan dengan target bauran energi terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 sesuai Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).

Ketiga, dalam aspek Kelayakan Teknis Terpenuhi, Studi kelayakan teknis memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan proyek pembangkit listrik hybrid. Aspek-aspek yang perlu dipertimbangkan meliputi pemilihan teknologi yang tepat, perhitungan kebutuhan energi, analisis potensi sumber daya, serta desain dan integrasi sistem. Infrastruktur yang ada dan aksesibilitas logistik memungkinkan pengangkutan peralatan dan bahan baku biomassa. Sistem penyimpanan energi dan integrasi sistem kontrol juga memungkinkan sinkronisasi beban dengan suplai dari kedua sumber. Sistem hybrid surya-biomassa menawarkan solusi yang lebih andal dan berkelanjutan dibandingkan hanya mengandalkan satu sumber energi terbarukan. Kombinasi ini dapat mengatasi sifat intermiten energi surya dengan biomassa sebagai sumber energi cadangan atau pelengkap.

Secara keseluruhan, kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa pembangunan sistem hybrid PLTS dan PLTBm di Pulau Kundur adalah layak baik dari segi teknis dengan catatan bahwa tantangan-tantangan yang ada perlu dikelola melalui pendekatan strategis dan kolaboratif. Proyek ini juga memiliki prospek untuk direplikasi di wilayah kepulauan lain di Provinsi Kepulauan Riau, sejalan dengan arah transisi energi nasional menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan, mandiri, dan berbasis sumber daya lokal.

5.1 Saran-saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran strategis untuk pengembangan lebih lanjut proyek energi terbarukan, khususnya sistem hybrid PLTS dan PLTBm di Pulau Kundur maupun di daerah terpencil lainnya di

Indonesia. Salah satu prioritas utama adalah perlunya pendekatan integratif antara aspek teknis, ekonomi, sosial dan lingkungan secara lebih menyeluruh. Penelitian ini telah mengkaji kelayakan ekonomi dan teknis secara mendasar, namun untuk pengembangan lebih lanjut, diperlukan riset yang lebih mendalam terkait aspek-aspek lain yang belum sepenuhnya tercakup.

Pertama, perlu dilakukan penelitian mendalam mengenai potensi energi surya dan biomassa di Pulau Kundur. Data yang akurat mengenai radiasi matahari, jenis dan jumlah biomassa yang tersedia, serta karakteristik lingkungan sangat penting untuk perencanaan dan desain sistem yang optimal.

Kedua, penting dilakukan riset mengenai kesiapan infrastruktur jaringan listrik di daerah terpencil dalam mengintegrasikan energi terbarukan skala besar, termasuk teknologi smart grid, microgrid, dan sistem penyimpanan energi skala komunitas (*community energy storage*).

Ketiga, dalam konteks keberlanjutan jangka panjang, perlu juga dilakukan analisis terkait adaptabilitas teknologi terhadap perubahan iklim dan perubahan pola cuaca, mengingat ketergantungan sistem PLTS pada radiasi matahari dan PLTBm pada ketersediaan bahan baku organik .

Keempat, dalam aspek monitoring dan evaluasi berkala setelah implementasi, sistem harus dievaluasi secara berkala untuk mengetahui performa, efisiensi, serta potensi pengembangan ke skala yang lebih besar atau ke wilayah lain di Kepulauan Riau.

Kelima, dalam konteks partisipasi masyarakat libatkan masyarakat setempat dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek. Dukungan masyarakat sangat penting untuk keberhasilan jangka panjang proyek ini. Selain itu, program edukasi dan pelatihan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai manfaat energi terbarukan dan memberikan keterampilan yang dibutuhkan untuk mengoperasikan dan memelihara pembangkit listrik hybrid.

Keenam, dalam hal konteks kerjasama dengan pihak pemerintah daerah, perusahaan listrik negara (PLN), lembaga penelitian, dan investor untuk

mendukung pengembangan proyek. Dukungan kebijakan, insentif keuangan, dan transfer teknologi dapat mempercepat implementasi pembangkit listrik hybrid di Pulau Kundur.

Menindaklanjuti tantangan yang dihadapi pada kajian teknis dari sistem PLTS Hybrid dan PLTBm di Pulau Kundur, diperlukan adanya implementasi kolaboratif oleh para stakeholder agar sistem pembangkit di Pulau Kundur ini dapat berjalan dengan optimal.

