

BAB 5

Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini secara komprehensif telah menjawab tujuan penelitian dan pertanyaan riset yang telah dirumuskan terkait dengan kelayakan pembangunan sistem hybrid PLTS dan PLTBm di Pulau Kundur, Kepulauan Riau. Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini berhasil merangkum beberapa temuan yang mengacu pada tujuan penelitian dan pertanyaan riset yang telah ditetapkan.

Pertama, dalam aspek **kelayakan teknis**, hasil studi menunjukkan bahwa Pulau Kundur memiliki potensi energi surya yang tinggi dengan rata-rata intensitas radiasi harian yang memadai sepanjang tahun, serta ketersediaan bahan baku biomassa lokal yang stabil seperti kayu, limbah pertanian, dan residu industri kehutanan. Hal ini mendukung pengembangan sistem hybrid yang dapat beroperasi secara berkelanjutan. Desain sistem hybrid dengan kapasitas PLTS 10 MWp dan PLTBm 3 Mwe dinilai mampu memenuhi kebutuhan beban listrik Pulau Kundur dengan kombinasi optimal antara sumber energi surya, biomassa, dan pembangkit eksisting PLTD. Analisis teknis ini direncanakan akan diperdalam dalam tesis Saudara Muhammad Habibie yang secara khusus mengulas kelayakan teknis proyek ini.

Kedua, dari aspek **kelayakan ekonomi**, analisis finansial berdasarkan skenario menunjukkan bahwa proyek ini layak secara ekonomi. Dengan asumsi harga jual listrik sesuai proyeksi dan skema investasi yang konservatif, Analisis ekonomi menunjukkan bahwa investasi dalam sistem hibrid PLTS 10 MWp yang memiliki nilai NPV positif sebesar Rp 26.016.473.504, IRR yang menarik sebesar 13,43% WACC di 9,99%, yang tarif menghasilkan tarif listrik sebesar Rp 1.853/kWh pada tahun ke-1 hingga ke-10, dan turun menjadi Rp 1.111/kWh pada tahun ke-11 hingga ke-30 dan waktu pengembalian modal yang wajar 7,02 tahun.

PLTBM 3 MWe yang memiliki nilai NPV positif sebesar Rp 10.903.263.880, IRR yang menarik sebesar 12,50% WACC di 9,42%, dan waktu pengembalian modal yang wajar 13,69 tahun dengan menghasilkan tarif listrik sebesar Rp 1.032/kWh (tahun 1–10) dan Rp 691/kWh (tahun 11–25). Penyesuaian terhadap skenario kenaikan harga bahan baku biomassa dan penurunan harga jual listrik juga telah disimulasikan, yang menunjukkan bahwa proyek tetap layak dengan beberapa strategi mitigasi risiko, seperti optimalisasi pengelolaan bahan baku dan efisiensi operasional.

Ketiga, dalam konteks **tantangan implementasi**, penelitian ini mengidentifikasi beberapa hambatan utama, seperti ketergantungan terhadap stabilitas pasokan biomassa, kebutuhan investasi awal yang cukup besar, kesiapan teknologi penyimpanan energi, serta regulasi ketat di sektor energi terbarukan. Namun, melalui strategi penguatan kemitraan lokal, diversifikasi bahan baku, pengembangan kontrak jangka panjang (PPA) dengan tarif listrik yang adaptif terhadap inflasi, serta penerapan sistem kendali cerdas (smart grid), tantangan-tantangan ini dapat diantisipasi secara efektif.

Keempat, dari perspektif **dampak sosial-ekonomi**, implementasi proyek hybrid PLTS dan PLTBM di Pulau Kundur berpotensi memberikan kontribusi positif bagi perekonomian lokal. Proyek ini diperkirakan dapat menciptakan lapangan kerja di bidang konstruksi, operasi pembangkit, dan pengelolaan bahan baku biomassa. Selain itu, kehadiran sistem kelistrikan yang lebih handal dan ramah lingkungan diharapkan dapat meningkatkan produktivitas ekonomi masyarakat dan mendorong pertumbuhan sektor-sektor seperti pariwisata, industri kecil, dan layanan publik.

Secara keseluruhan, kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa pembangunan sistem hybrid PLTS dan PLTBM di Pulau Kundur adalah layak baik dari segi teknis maupun ekonomi, 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.

5.2 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, aspek **sosial dan budaya** masyarakat lokal perlu dianalisis secara komprehensif, khususnya terkait penerimaan teknologi baru, kesiapan masyarakat berpartisipasi dalam operasional sistem, serta dampak sosial-ekonomi jangka panjang terhadap perubahan pola kerja dan mata pencaharian. Riset lanjutan perlu mengkaji bagaimana program energi terbarukan ini dapat memberdayakan komunitas lokal secara berkelanjutan.

Kedua, aspek **lingkungan hidup** perlu diperhitungkan lebih rinci, termasuk analisis siklus hidup (Life Cycle Assesment/LCA) dari sistem hybrid, potensi dampak emisi dari penggunaan biomassa, serta strategi mitigasi dampak ekologis terhadap kawasan konservasi yang ada di sekitar Pulau Kundur dan Kepulauan Riau.

Ketiga, penelitian berikutnya juga sebaiknya memperdalam kajian pada **mekanisme pembiayaan inovatif**, seperti skema green financing, carbon credit, ataupun kerjasama dengan lembaga donor internasional. Studi kelayakan keuangan berbasis skenario pembiayaan alternatif dapat membuka peluang percepatan implementasi proyek di wilayah-wilayah terpencil lainnya.

Keempat, 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).

Kelima, 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.

Oleh karena itu, untuk mendukung perluasan implementasi sistem hybrid energi terbarukan di Pulau Kundur dan wilayah sejenis di Indonesia, perlu disusun roadmap riste berkelanjutan yang detail dan holistik, melibatkan berbagai disiplin ilmu serta kolaborasi antara pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan komunitas lokal.

