

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan dengan optimasi senyawa *ternary molten salt* yang diaplikasikan pada *Thermal Energy Storage* sistem *photovoltaic* kapal *ferry Ro-Ro* (Karatuğ and Durmuşoğlu, 2020), diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil mendapatkan keunggulan senyawa *ternary molten salt* baru berbasis $32.5\%\text{NaNO}_3\text{-}65\%\text{LiNO}_3\text{-}2.5\%\text{Na}_2\text{SO}_4$ (NLN-5). Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi komposisi ini memiliki karakteristik termofisika yang lebih baik dibandingkan eksperimen yang dilakukan oleh (Wang *et al.*, 2024), ditandai dengan hasil *melting point* yaitu 195.7 C dengan penurunan *melting point* sebesar 9.3°C dan hasil *decomposition temperature* yaitu 846.3 C dengan peningkatan sebesar 235.05°C. Perluasan rentang temperatur operasi ini tidak hanya meminimalkan risiko pembekuan fluida pada kondisi lingkungan ekstrem, tetapi juga meningkatkan stabilitas termal pada suhu tinggi, yang merupakan faktor fundamental dalam menjamin keamanan dan keberlanjutan siklus penyimpanan energi di atas kapal.
2. Dari aspek performa energi, integrasi sistem *Thermal Energy Storage* (TES) terbukti mampu mengatasi limitasi efisiensi sistem *standalone photovoltaic* yang diterapkan dalam studi (Karatuğ and Durmuşoğlu, 2020). Melalui mekanisme *waste heat recovery*, sistem hibrida ini secara efektif mengonversi energi termal yang sebelumnya terbuang menjadi energi listrik tambahan, sehingga meningkatkan efisiensi dari 7.76% menjadi 15.26%. Peningkatan kapasitas produksi daya ini terbukti signifikan, total energi listrik tahunan melonjak dari 334 MWh menjadi 657 MWh, yang secara drastis memperbesar kontribusi energi terbarukan di industri maritim.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu perlu banyaknya penelitian lebih lanjut yang harus dikembangkan. Adapun beberapa

saran yang dapat dilakukan pada penelitian ini di kemudian waktu adalah sebagai berikut :

1. Analisis korosi material dengan melakukan penelitian terhadap karakteristik korosif senyawa *molten salt*, khususnya akibat campuran kandungan LiNO_3 yang mencapai 65%, untuk memitigasi risiko degradasi komponen pada operasional jangka panjang.
2. Mengkaji lebih lanjut aspek biaya implementasi sistem TES dengan formulasi *ternary molten salt* berkandungan LiNO_3 tinggi, mengingat harga material yang relatif mahal, sehingga dapat diidentifikasi strategi pengurangan biaya atau alternatif komposisi garam dengan tetap mempertahankan performa termal namun lebih ekonomis.
3. Melakukan analisis lebih lanjut terhadap spesifikasi material tanki penyimpanan yang digunakan, agar memiliki ketahanan tinggi terhadap siklus termal dan reaksi kimia garam nitrat.
4. Melakukan analisis lebih lanjut terkait penentuan lokasi penempatan tank penyimpanan termal di atas kapal untuk meminimalkan panjang jalur distribusi dan kerugian panas, serta menjaga stabilitas kapal tanpa mengganggu operasional kargo dan penumpang.
5. Memperluas sumber energi termal dengan mengintegrasikan panas buangan dari sistem propulsi kapal ke dalam unit TES, untuk meningkatkan efisiensi total produksi listrik, terutama saat iradiasi matahari rendah.