

## BAB 5 PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rancangan dan analisis SBS untuk memanfaatkan limbah panas dari *marine low-speed diesel engine* dengan fluida kerja  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ , dan  $\text{N}_2\text{O}$ , serta melalui 5 variasi tekanan dan temperatur, diperoleh data terkait kerja turbin (*work turbine*), kerja total kompresor (*work compressor total*), kalor yang masuk (*heat input*), efisiensi termal (*thermal efficiency*), serta kehilangan energi (*energy losses*).

Hasil analisis SBS menunjukkan variasi data kerja turbin yang bergantung pada perubahan temperatur dan tekanan. Pada fluida kerja  $\text{CO}_2$ , nilai kerja turbin tertinggi tercatat sebesar 194,47 kJ/kg. Sementara itu, untuk fluida kerja  $\text{C}_2\text{H}_6$ , nilai tertinggi mencapai 506,6 kJ/kg, dan pada fluida kerja  $\text{N}_2\text{O}$ , nilai maksimum yang diperoleh adalah 201,5 kJ/kg. Meskipun setiap fluida kerja menunjukkan nilai kerja turbin yang berbeda, secara umum terdapat peningkatan nilai kerja turbin pada setiap kondisi operasional yang dianalisis.

Pada analisis siklus ini ditemukan bahwa kerja total kompresor, yang merupakan gabungan dari kompresor utama dan rekompresor, bervariasi berdasarkan jenis fluida kerja serta 5 variasi temperatur dan tekanan yang digunakan. Untuk fluida kerja  $\text{CO}_2$ , nilai kerja total kompresor tertinggi mencapai 37,26 kJ/kg. Pada fluida kerja  $\text{C}_2\text{H}_6$ , nilai tertinggi mencapai 124,66 kJ/kg, sedangkan fluida kerja  $\text{N}_2\text{O}$  mencatat nilai kerja total kompresor sebesar 35,26 kJ/kg. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada nilai kerja total kompresor di antara ketiga fluida kerja, meskipun variasi tekanan dan temperatur yang digunakan sama. Selain itu, terdapat selisih atau rentang yang mencolok pada hasil kerja total kompresor untuk masing-masing fluida kerja.

Selanjutnya, diperoleh data mengenai nilai kalor masuk (*heat input*) untuk setiap fluida kerja. Pada fluida kerja  $\text{CO}_2$ , nilai kalor masuk tertinggi mencapai 301,46 kJ/kg. Sementara itu, untuk fluida kerja  $\text{C}_2\text{H}_6$ , nilai kalor masuk tertinggi tercatat sebesar 716,78 kJ/kg. Pada fluida kerja  $\text{N}_2\text{O}$ , nilai kalor masuk tertinggi adalah 311,1 kJ/kg. Meskipun nilai kalor masuk menunjukkan peningkatan pada

setiap kondisi operasional untuk semua fluida kerja, terdapat perbedaan signifikan pada selisih atau rentang nilai kalor masuk di antara ketiga fluida tersebut.

Analisis SBS juga menghasilkan data efisiensi termal yang menunjukkan variasi di antara fluida kerja. Nilai efisiensi termal tertinggi untuk masing-masing fluida adalah 64% pada kondisi ke-2 dengan fluida kerja  $\text{CO}_2$ , 63% pada kondisi ke-5 dengan fluida kerja  $\text{C}_2\text{H}_6$ , dan 64% pada kondisi ke-5 dengan fluida kerja  $\text{N}_2\text{O}$ . Sehingga, nilai keseluruhan efisiensi termal dari masing-masing fluida adalah 58% untuk fluida kerja  $\text{C}_2\text{H}_6$ , 59% untuk fluida kerja  $\text{CO}_2$ , dan 60% untuk fluida kerja  $\text{N}_2\text{O}$ . Hasil analisis ini juga mengungkapkan adanya perbedaan nilai efisiensi termal pada setiap fluida kerja, meskipun berada di bawah kondisi operasi yang sama.

Terakhir, penelitian ini juga menghasilkan analisis *energi losses* pada SBS dengan ketiga fluida kerja. Dapat disimpulkan bahwa meskipun nilai kerja turbin, kerja kompresor, dan kalor masuk dengan fluida kerja  $\text{C}_2\text{H}_6$  lebih besar, namun *energi losses* yang dihasilkan juga besar yaitu 258,93 kJ/kg pada kondisi ke lima. Sedangkan *energi losses* yang dihasilkan oleh fluida kerja  $\text{C}_2\text{H}_6$  dan  $\text{N}_2\text{O}$  hanya 115,21 kJ/kg dan 112,77 kJ/kg pada kondisi ke lima.

Analisis terhadap keseluruhan data tetap dapat dilakukan meskipun terdapat variasi pada hasil yang diperoleh. Analisis ini diperkuat oleh data pendukung dari penelitian sebelumnya. Berdasarkan hasil simulasi, perhitungan, dan analisis yang dilakukan, disimpulkan bahwa efisiensi termal tertinggi dicapai oleh fluida kerja  $\text{CO}_2$  pada kondisi ke-2 dan fluida kerja  $\text{N}_2\text{O}$  pada kondisi ke-5. Namun, jika ditinjau dari nilai efisiensi termal secara keseluruhan, fluida kerja  $\text{N}_2\text{O}$  menunjukkan keunggulan dengan rata-rata efisiensi termal sebesar 60%, sedangkan fluida kerja  $\text{CO}_2$  sebesar 59% dan fluida kerja  $\text{C}_2\text{H}_6$  sebesar 58%. Sehingga hasil penelitian ini sesuai dengan hipotesis.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas penelitian di masa mendatang. Saran tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan tiga jenis fluida kerja, yaitu  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ , dan  $\text{N}_2\text{O}$ . Oleh karena itu, disarankan agar penelitian selanjutnya menambahkan jenis fluida kerja lain untuk memperluas analisis.
2. Variasi temperatur dan tekanan yang digunakan masih terbatas pada ambang tertentu. Penelitian mendatang diharapkan dapat memperluas rentang variasi tekanan dan temperatur untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.
3. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak EES dan REFPROP untuk analisis. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk melibatkan perangkat lunak atau metode analisis lainnya guna meningkatkan keakuratan dan validitas hasil.
4. Selain efisiensi termal, penelitian mendatang sebaiknya mencakup aspek lain, seperti dampak lingkungan, analisis biaya, atau pemilihan jenis dan material komponen mesin untuk memberikan perspektif yang lebih menyeluruh.