

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi model optimasi, dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan untuk menjawab perumusan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini mengevaluasi bauran bahan bakar di kiln Indarung IV, V, dan VI menggunakan model berbasis Linear Programming dengan 432 variabel keputusan. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap seluruh batasan operasional aktual (pemenuhan energi, kapasitas feeding AF, storage AF, batas kimiawi klorin dan sulfur), diidentifikasi bahwa komposisi eksisting belum optimal. Berdasarkan penetapan target TSR sebesar 1,26%, implementasi model evaluasi berhasil meningkatkan capaian rata-rata TSR dari 2,07% menjadi 3,41% dan peningkatan pemanfaatan energi alternatif ini berdampak pada pengurangan total emisi sebesar 16.037.904,04 kg CO₂e.
2. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa model evaluasi bauran bahan bakar merespons secara dinamis terhadap perubahan biaya pengadaan bahan bakar. Model sangat sensitif terhadap kenaikan harga batu bara, yang secara langsung memicu peningkatan total biaya dan mendorong sistem melakukan mekanisme realokasi silang bahan bakar antar kiln untuk meminimalkan kenaikan biaya. Pada biomassa, model merespons kenaikan harga sekam padi dan serbuk gergaji secara sensitif dengan menurunkan penggunaannya secara drastis, lalu mensubstitusinya menggunakan bahan bakar lain yang lebih ekonomis. Sebaliknya, model bersifat sangat tidak sensitif terhadap fluktuasi harga fiber sawit, di mana rentang kenaikan harga hingga 10% nyaris tidak memengaruhi total biaya dan tidak merubah jumlah penggunaannya.

6.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan dan batasan dari penelitian ini, terdapat beberapa saran yang direkomendasikan, baik untuk kepentingan manajerial perusahaan maupun untuk pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Berdasarkan identifikasi *bottleneck* dari luaran model, perusahaan disarankan melakukan investasi peningkatan kapasitas *feeder* AF guna mengatasi hambatan mekanis yang membatasi efisiensi biaya.
2. Memperluas kemitraan pasokan limbah industri untuk efisiensi tinggi jangka pendek, sekaligus mengamankan pasokan biomassa lokal sebagai jaring pengaman jangka panjang yang kebal terhadap risiko kenaikan pajak karbon.
3. Mengembangkan model penelitian lanjutan menggunakan pendekatan *Multi-Objective Optimization* (MOO) dengan memformulasikan tiga fungsi tujuan secara simultan, yaitu memaksimalkan TSR, meminimalkan emisi karbon, serta meminimalkan biaya pengadaan bahan bakar. Pendekatan ini direkomendasikan untuk mengevaluasi *trade-off* secara lebih komprehensif dalam mencapai titik keseimbangan terbaik antara target keberlanjutan lingkungan dan efisiensi ekonomi.
4. Memperluas variabel pada penelitian selanjutnya dengan memasukkan parameter stokastik (fluktuasi kualitas bahan bakar), biaya logistik, biaya investasi infrastruktur, serta penerapan model pada rentang waktu yang lebih pendek (harian/mingguan) agar lebih responsif.

