BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada mesin pirolisis sampah plastik dengan sistem pemanas tempurung kelapa, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin pirolisis yang dirancang dapat beroperasi sesuai fungsi mekanisnya. Komponen utama seperti tungku pembakaran, blower, tabung pirolisis, sistem perpipaan, dan kondensor dapat bekerja dengan baik selama proses pengujian tanpa mengalami kerusakan maupun indikasi kebocoran yang terlihat secara visual
2. Tempurung kelapa sebagai bahan bakar biomassa mampu menghasilkan panas yang cukup tinggi. Suhu maksimum tungku pembakaran yang diperoleh pada pengujian keempat mencapai sekitar 505°C, sehingga menunjukkan bahwa tempurung kelapa memiliki potensi sebagai sumber panas alternatif untuk proses pirolisis.
3. Efektivitas perpindahan panas dari tungku pembakaran menuju tabung pirolisis masih rendah. Hal ini ditunjukkan oleh perbedaan suhu yang cukup besar antara suhu tungku dan suhu tabung pirolisis. Meskipun suhu

tungku mencapai 505°C, suhu maksimum tabung pirolisis hanya mencapai sekitar 210°C.

4. Suhu tabung pirolisis yang dicapai selama pengujian belum memenuhi suhu minimum pirolisis plastik HDPE yang umumnya berada pada rentang 300–400°C. Akibatnya plastik yang berada di dalam tabung hanya mengalami pelelehan dan belum mengalami dekomposisi termal secara sempurna.
5. Tidak terbentuknya minyak pirolisis pada seluruh pengujian menunjukkan bahwa proses pirolisis belum berlangsung secara optimal. Kegagalan menghasilkan minyak pirolisis bukan disebabkan oleh rendahnya kemampuan pembakaran tempurung kelapa maupun kerusakan komponen alat, tetapi disebabkan oleh belum efektifnya sistem perpindahan panas dari tungku pembakaran ke tabung pirolisis.
6. Berdasarkan hasil penelitian, fungsi mesin pirolisis sampah plastik dengan sistem pemanas tempurung kelapa masih belum optimal untuk menghasilkan minyak pirolisis karena suhu operasi pada tabung pirolisis belum mencapai suhu yang dibutuhkan untuk proses perengkahan termal plastik

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan, permasalahan utama yang menyebabkan mesin pirolisis belum mampu

menghasilkan minyak pirolisis terletak pada rendahnya efektivitas perpindahan panas dari tungku pembakaran menuju tabung pirolisis, bukan pada kemampuan pembakaran tempurung kelapa maupun kerusakan komponen alat. Oleh karena itu, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penyempurnaan alat maupun penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perbaikan desain tungku pembakaran. Dimensi ruang bakar tungku perlu direduksi dan disesuaikan dengan geometri tabung pirolisis agar distribusi panas hasil pembakaran tempurung kelapa lebih terkonsentrasi pada permukaan tabung pirolisis, sehingga kehilangan panas (*heat loss*) ke lingkungan sekitar dapat diminimalkan.
2. Penambahan isolasi termal. Pemasangan material isolator panas, seperti *glass wool* atau bata tahan api (*firebrick*), pada dinding tungku dan jalur perpindahan panas diperlukan untuk menekan laju kehilangan kalor ke lingkungan, sehingga suhu tabung pirolisis dapat ditingkatkan hingga mencapai rentang suhu operasi yang disyaratkan, yaitu 300–400°C.
3. Reduksi Jarak antara Sumber Api dan Tabung Pirolisis. Konfigurasi jarak antara sumber api dan dinding tabung reaktor perlu dirancang ulang agar posisinya lebih dekat atau bersinggungan langsung, sehingga mekanisme transfer panas dari tungku menuju tabung berlangsung lebih efisien.
4. Optimasi sistem sirkulasi panas. Perlu dipertimbangkan penambahan komponen tambahan seperti sirip pengarah panas (*heat fin*) atau jaket pemanas (*heating jacket*) di sekeliling tabung reaktor guna memperluas

bidang kontak antara sumber panas dan reaktor, sehingga distribusi panas pada permukaan tabung menjadi lebih merata.

5. Penggunaan Instrumen Pengukuran Suhu yang Lebih Akurat dan Kontinu Pemasangan termokopel secara permanen pada titik-titik kritis (tungku dan tabung reaktor) yang terintegrasi dengan *data logger* disarankan untuk melengkapi penggunaan *thermo gun*, sehingga data suhu dapat terekam secara kontinu dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi sepanjang proses pengujian berlangsung.
6. Penelitian lanjutan hingga tercapainya suhu operasi pirolisis**.** Setelah implementasi perbaikan desain tersebut, pengujian perlu dilanjutkan hingga suhu tabung pirolisis mencapai rentang operasional 300–400°C, sehingga analisis lebih lanjut terhadap volume, karakteristik fisikokimia, dan nilai kalor minyak pirolisis yang dihasilkan dapat dilakukan secara representatif.
7. Variasi parameter pengujian. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji pengaruh variasi massa tempurung kelapa, kecepatan udara blower, dan durasi pembakaran terhadap suhu pirolisis yang dicapai, guna memperoleh kombinasi parameter optimal dalam proses konversi termal tersebut.
8. Aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Mengingat pengoperasian alat pirolisis melibatkan suhu tinggi serta gas yang berpotensi mudah terbakar, penerapan alat pelindung diri (APD) seperti sarung tangan tahan panas dan kacamata pelindung, serta penyediaan sistem ventilasi area kerja

yang memadai, perlu menjadi perhatian utama pada penelitian dan pengoperasian alat selanjutnya.

9. Evaluasi efisiensi bahan bakar. Diperlukan kajian lebih lanjut mengenai rasio antara massa tempurung kelapa yang digunakan dengan energi panas yang berhasil dimanfaatkan oleh tabung pirolisis, sebagai basis evaluasi kelayakan teknis dan ekonomis sistem pemanas ini untuk aplikasi pada skala yang lebih besar

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
UNIMED
THE Character Building UNIVERSITY