

ABSTRAK

Pengeringan partikel biomassa kayu berdensitas tinggi dalam packed bed konvensional menghadapi kendala ketidakseragaman kadar air dan rendahnya efisiensi perpindahan konvektif, sementara fluidized bed membutuhkan laju aliran gas tinggi yang tidak ekonomis secara energi. Penelitian ini mengkaji kinerja sistem packed bed dengan agitasi mekanis menggunakan simulasi terkopel CFD–DEM beresolusi partikel pada tiga temperatur inlet, yaitu 333 K, 343 K, dan 353 K, untuk menganalisis hidrodinamika fluida–partikel, koefisien perpindahan panas konvektif, serta dinamika penurunan kadar air yang dipengaruhi oleh akumulasi uap. Model numerik divalidasi menggunakan data penurunan tekanan berdasarkan persamaan Ergun dengan deviasi sebesar 3% pada kecepatan superficial tinggi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa temperatur 343 K merupakan kondisi operasi optimal, menghasilkan penurunan kelembapan tertinggi sebesar 0,48125% setelah 40 detik dengan kadar air akhir 0,1592 g/g db. Kinerja ini dicapai melalui keseimbangan optimal antara intensitas perpindahan panas konvektif (HTC rata-rata 49,35 W/m²K, Nu 15,6) dan akumulasi uap yang terkendali. Sebaliknya, operasi pada 353 K hanya menghasilkan penurunan kadar air sebesar 0,2375% meskipun memiliki gaya penggerak termal yang tinggi, sedangkan pada 333 K penurunan kadar air sangat terbatas, yaitu sebesar 0,01485%. Pemetaan spasial HTC dan temperatur partikel menunjukkan kestabilan pola aliran pada 343 K tanpa zona resirkulasi uap yang menghambat perpindahan massa. Temuan ini memberikan pemahaman mekanistik mengenai keterbatasan transport yang bergantung pada temperatur serta panduan operasional bagi pengeringan biomassa skala industri.

Kata Kunci: CFD, DEM, Drying, Heat Transfer, Mass Transfer, Particles