ABSTRAK

Vortex finder diidentifikasi sebagai komponen geometris kritis pada *cyclone separator* yang secara dominan mempengaruhi medan aliran dan kinerja pemisahan. Penelitian terdahulu umumnya mengkaji geometri *vortex finder* konvensional menggunakan metode *Discrete Phase Model* (DPM) yang tidak memperhitungkan interaksi antar-partikel secara eksplisit, sehingga fenomena *re-entrainment* dan akumulasi partikel di *dustbin* tidak dapat direpresentasikan secara akurat. Penelitian ini mengkaji secara numerik pengaruh variasi rasio panjang *tapered-straight vortex finder* (0,5D; 0,75D; D; dan 1,25D) terhadap medan aliran dan performa pemisahan pada *Stairmand cyclone separator*. Simulasi fase gas dilakukan menggunakan model turbulensi *Reynolds Stress Model* (RSM) dalam ANSYS Fluent, sementara dinamika fase partikel teh berdiameter 1–10 μm dimodelkan menggunakan Rocky-DEM melalui pendekatan *One-Way Coupling* CFD-DEM. Peningkatan panjang *vortex finder* secara konsisten memperkuat kecepatan tangensial dari 29,85 m/s hingga 31,56 m/s dan meningkatkan *pressure drop* dari 1.371,72 Pa hingga 1.567,76 Pa. Analisis *exergy destruction* menunjukkan bahwa konsumsi energi meningkat sebesar 14,53% seiring penambahan panjang *vortex finder*, sejalan dengan kenaikan *pressure drop* yang didominasi oleh disipasi turbulen dan gesekan dinding. *Overall collection efficiency* seluruh variasi berada pada kisaran sempit 77,3–77,9%, dengan variabilitas yang lebih dipengaruhi oleh mekanisme *short-circuiting* dan *re-entrainment* daripada intensitas gaya sentrifugal. Variasi V3 (Hb = D) ditetapkan sebagai desain optimal dengan *overall collection efficiency* 77,8%, *pressure drop* 1.491,23 Pa, dan *cut-off diameter* d_{50} = 2,41 μm, karena menghasilkan eliminasi *short-circuiting*, minimisasi *re-entrainment*, dan kualitas pemisahan terbaik di seluruh rentang diameter partikel yang dikaji.

Kata Kunci: *Cyclone separator*; CFD-DEM; *grade efficiency*; *pressure drop*; *collection efficiency*