

INTISARI

Pemasangan *anti-wear beam* pada dinding dapat mengganggu aliran fluidisasi *bed material*. Simulasi CFD dilakukan untuk mempelajari pengaruh variasi *beam* terhadap fenomena aliran fluidisasi *bed material* di sekitar *anti-wear beam*, memperoleh data persebaran kecepatan *bed material* selama proses fluidisasi berlangsung, serta menentukan model *anti-wear beam* terbaik dari tiga bentuk variasi *beam* (*trapezoidal*, *fully trapezoidal*, dan *half-circular*) sebagai peredam laju erosi dinding. Simulasi menggunakan metode *eulerian granular multiphase* dimana fluida terdiri dari udara dan *bed material* yang terfluidisasi (*solid-fluid*) dengan rata-rata diameter partikel 200 μm . Kecepatan udara dari posisi *inlet* adalah sebesar 4,65 m/s untuk *primary air* dan 2,96 m/s untuk keempat *inlet secondary air*. Saluran outlet memiliki tekanan gauge 0 Pa. Pemasangan ketiga model *anti-wear beam* terletak pada posisi 1,49 m dari dasar.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa *flow separation bed material* pada *trapezoidal anti-wear beam* terbentuk dengan aliran *circular* dan turbulensi yang tinggi pada permukaan sisi *beam* yang tegak lurus dengan dinding *furnace*. Pola aliran *bed material* terlihat lebih halus dan mengalami perubahan arah saat melewati sisi *anti-wear beam* berbentuk *fully trapezoidal*, dengan adanya transisi gradien kecepatan *bed material* yang lebih bertahap. Perubahan kecepatan yang tersebar di sepanjang permukaan sisi miring terlihat dapat mengurangi intensitas tekanan di kedua sisi miring dikarenakan *impingement force bed material* yang lebih terdistribusi merata. Pola aliran *bed material* (*streamline*) pada *half-circular anti-wear beam* merupakan yang paling halus dan terdistribusi lebih merata di sekitar permukaan sisi lengkung *beam*. *Flow separation* dapat terjadi lebih jelas tetapi kecepatan *bed material* yang menumbuk permukaan *beam* paling rendah diantara ketiga *beam*. Desain *anti-wear beam* dengan bentuk *half-circular* secara efektif mampu mengubah energi kinetik *bed material* yang mengenai dinding dengan perubahan arah yang lebih lembut, sehingga dapat meminimalkan efek tumbukan secara langsung.

Kecepatan *magnitude bed material* tertinggi dan rata-rata pada variasi bentuk *trapezoidal anti-wear beam* sebesar 24,39 m/s dan 3,17 m/s sedangkan kecepatan maksimum dan minimum pada sumbu Y adalah sebesar 14,75 m/s dan -11,31 m/s. Kecepatan *magnitude bed material* tertinggi dan rata-rata pada variasi bentuk *fully trapezoidal anti-wear beam* sebesar 24,83 m/s dan 3,15 m/s sedangkan kecepatan maksimum dan minimum pada sumbu Y adalah sebesar 17,16 m/s dan -12,05 m/s. Kecepatan *magnitude bed material* tertinggi dan rata-rata pada variasi bentuk *half-circular anti-wear beam* sebesar 24,43 m/s dan 3,21 m/s sedangkan kecepatan maksimum dan minimum pada sumbu Y adalah sebesar 15,08 m/s dan -11,52 m/s. Berdasarkan hasil simulasi yang terlihat pada vektor kecepatan *bed material* dan *streamline* ketiga variasi, maka bentuk *anti-wear beam half-circular* memiliki pola yang paling renggang di sekitar area *beam*. Hal ini dapat menandakan adanya gradien kecepatan yang bernilai paling rendah di permukaan *beam*, dan merupakan indikasi utama erosi yang paling minimum. Desain *anti-wear beam* dengan bentuk *half-circular* secara efektif mampu mengubah energi kinetik *bed material* yang mengenai dinding dengan perubahan arah yang lebih lembut, sehingga dapat meminimalkan efek tumbukan secara langsung.

Kata kunci: CFB Boiler, simulasi CFD, fluidisasi *bed material*, *eulerian granular multiphase* geometri *anti-wear beam*.

ABSTRACT

The installation of anti-wear beams on the furnace wall inherently disrupts the bed material fluidization flow. Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations were conducted to investigate the effects of beam geometry on the fluidized bed flow characteristics in the vicinity of anti-wear beams, to analyze the velocity distribution of bed materials during fluidization, and to identify the most effective anti-wear beam configuration for mitigating wall erosion. The simulation utilized the Eulerian granular multiphase model, treating the system as air and fluidized bed material (solid-fluid) with an average particle diameter of 200 μm . Inlet air velocities were set at 4.65 m/s for the primary air and 2.96 m/s for the four secondary air inlets, with the outlet boundary condition specified as 0 Pa gauge pressure. All three anti-wear beam models were positioned at 1.49 m above the base.

Simulation results show that flow separation of the bed material forms on the trapezoidal anti-wear beam, characterized by high circular flow and turbulence on the beam surface perpendicular to the furnace wall. The flow pattern of the bed material appears smoother and changes direction when passing the fully trapezoidal anti-wear beam, with a more gradual transition in the bed material velocity gradient. The velocity changes distributed along the inclined surfaces are seen to reduce pressure intensity on both inclined sides due to more evenly distributed bed material impingement force. The bed material flow pattern (streamline) around the half-circular anti-wear beam is the smoothest and most evenly distributed around the curved surface. Although flow separation is clearer, the bed material velocity striking the beam surface is the lowest among the three beams. The half-circular anti-wear beam design is most effective in altering the kinetic energy of the bed material hitting the wall with a gentler change in direction, thereby minimizing the effect of direct impact.

The highest and average bed material magnitude velocity for the trapezoidal anti-wear beam variation were 24.39 m/s and 3.17 m/s, respectively, while the maximum and minimum velocity in the Y-axis was 14.75 m/s and -11.31 m/s. For the fully trapezoidal anti-wear beam, these were 24.83 m/s and 3.15 m/s, with maximum and minimum Y-axis velocities of 17.16 m/s and -12.05 m/s. For the half-circular anti-wear beam, they were 24.43 m/s and 3.21 m/s, with maximum and minimum Y-axis velocities of 15.08 m/s and -11.52 m/s. Based on the simulation results visualized through the bed material velocity vector and streamline for the three variations, the half-circular anti-wear beam shape shows the loosest pattern around the beam area. This indicates the lowest velocity gradient on the beam surface, which is the primary indication of minimum erosion.

Keywords: CFB Boiler, CFD simulation, bed material fluidization, eulerian granular multiphase, geometry anti-wear beam.