

ABSTRAK

STUDI DINAMIKA FLUIDA KOMPUTASIONAL PADA PEMBENTUKAN MORFOLOGI PARTIKEL INCONEL 625 DALAM PROSES GAS ATOMISASI

Oleh
Nixon Carlotta
NIM: 116210042
(Program Studi Sarjana Teknik Metalurgi)

Kualitas serbuk logam untuk aplikasi *additive manufacturing* dipengaruhi oleh ukuran, distribusi ukuran, dan morfologi partikel yang terbentuk selama proses atomisasi. *Droplet* yang terbentuk selama tahap *primary atomization* merupakan tahap awal pembentukan serbuk logam sehingga karakteristik *droplet* dapat digunakan untuk mengevaluasi kecenderungan kualitas serbuk yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh tekanan dan jenis gas atomisasi terhadap karakteristik *droplet* Inconel 625 menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) berbasis *Volume of Fluid* (VOF). Simulasi dilakukan pada *close-coupled gas atomizer* dua dimensi dengan variasi tekanan 4,5; 6; 7,5; dan 9 MPa menggunakan gas argon (Ar) dan helium (He). Analisis morfologi dilakukan pada daerah *downstream* berdasarkan parameter diameter, *circularity*, distribusi ukuran, dan kontur fraksi volume. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan tekanan meningkatkan kecepatan aliran, *Turbulent Kinetic Energy* (TKE), dan intensitas *breakup* selama proses atomisasi. Hasil *Two-Way ANOVA* menunjukkan bahwa tekanan dan jenis gas memberikan pengaruh signifikan terhadap *circularity droplet* ($p < 0,001$). Pada diameter *droplet*, tekanan dan jenis gas secara individual tidak berpengaruh signifikan ($p > 0,05$), namun interaksi antara tekanan dan jenis gas berpengaruh signifikan ($p = 0,044$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa respons morfologi *droplet* terhadap perubahan tekanan bergantung pada jenis gas atomisasi yang digunakan. Secara umum, penggunaan argon menghasilkan *droplet* yang lebih homogen dan memiliki *circularity* yang lebih tinggi dibandingkan helium. Kondisi atomisasi menggunakan gas argon pada tekanan 7,5 MPa menghasilkan distribusi ukuran dan bentuk *droplet* yang paling homogen sehingga berpotensi menghasilkan kualitas serbuk yang lebih baik untuk aplikasi *additive manufacturing*.

Kata kunci: *Gas atomization*, Inconel 625, *Computational Fluid Dynamics*, *Volume of Fluid*, *droplet*, *additive manufacturing*.

ABSTRACT

COMPUTATIPNAL FLUID DYNAMICS STUDY OF INCONEL 625 PARTICLE MORPHOLOGY FORMATION IN THE GAS ATOMIZATION PROCESS

By
Nixon Carlotta
NIM: 116210042
(Metallurgical Engineering Undergraduated Program)

The quality of metal powders for additive manufacturing applications is influenced by particle size, size distribution, and morphology developed during the atomization process. Droplets formed during the primary atomization stage represent the initial phase of metal powder formation; therefore, their characteristics can be used to evaluate the potential quality of the resulting powder. This study aims to investigate the effects of atomization pressure and gas type on the characteristics of Inconel 625 droplets using a Computational Fluid Dynamics (CFD) approach based on the Volume of Fluid (VOF) method. Simulations were conducted using a two-dimensional close-coupled gas atomizer with pressure variations of 4,5, 6, 7,5, and 9 MPa employing argon (Ar) and helium (He) as atomizing gases. Morphological analysis was performed in the downstream region based on droplet diameter, circularity, size distribution, and volume fraction contours. The simulation results showed that increasing gas pressure enhanced flow velocity, Turbulent Kinetic Energy (TKE), and breakup intensity during the atomization process. Two-Way ANOVA results indicated that pressure and gas type significantly affected droplet circularity ($p < 0.001$). For droplet diameter, pressure and gas type individually showed no significant effect ($p > 0.05$); however, their interaction was statistically significant ($p = 0.044$). These findings indicate that the morphological response of droplets to pressure variations depends on the type of atomizing gas used. In general, argon produced more homogeneous droplets with higher circularity than helium. The argon atomization condition at 7,5 MPa yielded the most homogeneous droplet size and shape distribution, indicating its potential to produce higher-quality metal powders for additive manufacturing applications.

Keywords: Gas atomization, Inconel 625, Computational Fluid Dynamics, Volume of Fluid, droplet, additive manufacturing