

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh media pendingin dan posisi pengelasan terhadap kekerasan dan struktur mikro sambungan baja ASTM A36 dengan proses SMAW, dapat disimpulkan bahwa:

1. Zona pengelasan merupakan faktor paling dominan dalam menentukan distribusi kekerasan sambungan las, diikuti oleh media pendingin dan posisi pengelasan. Terdapat interaksi signifikan antara media pendingin dan zona pengelasan yang menunjukkan bahwa efektivitas media pendingin dalam meningkatkan kekerasan berbeda pada setiap zona. Posisi vertikal (3G) dengan media pendingin cepat (air) menghasilkan kekerasan tertinggi pada semua zona, sementara posisi datar (1G) dengan media pendingin lambat (semen abu) menghasilkan kekerasan terendah. Zona base metal tidak terpengaruh signifikan oleh variasi parameter pengelasan.
2. Laju pendinginan yang lebih cepat meningkatkan proporsi perlit dengan struktur yang lebih halus, menghasilkan peningkatan kekerasan secara signifikan. Posisi horizontal (2G) dengan media pendingin air menghasilkan proporsi perlit tertinggi namun tidak selalu menghasilkan kekerasan tertinggi, mengindikasikan pengaruh geometri kolam las dan distribusi panas. Terdapat korelasi positif yang konsisten antara proporsi perlit dan kekerasan material untuk semua kombinasi parameter yang diuji.
3. Berdasarkan kriteria homogenitas distribusi kekerasan antar zona sebagai indikator kualitas sambungan las dalam aplikasi struktural industri, kombinasi posisi 1G atau 2G dengan media pendingin udara merupakan kombinasi yang paling optimal. Kombinasi ini menghasilkan rasio WM/BM sebesar 1,27–1,32 dan gradien kekerasan antar zona paling kecil, mencerminkan distribusi sifat mekanik yang seragam dengan risiko konsentrasi tegangan yang rendah sehingga sesuai untuk aplikasi konstruksi bangunan, jembatan, maupun rangka mesin. Kombinasi posisi 3G dengan media pendingin air, meskipun menghasilkan kekerasan absolut tertinggi (195,19 HBN, proporsi perlit 51,78%), menghasilkan rasio WM/BM = 1,50 yang melampaui batas rekomendasi industri dan berpotensi meningkatkan kerapuhan (*brittleness*) serta tegangan sisa, sehingga hanya sesuai untuk aplikasi khusus yang

mengutamakan ketahanan aus seperti komponen alat berat atau peralatan pertambangan.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Perlu dilakukan pengujian mekanik tambahan seperti uji tarik, uji impak, dan uji lengkung untuk memperoleh karakterisasi sifat mekanik yang lebih komprehensif dalam mengevaluasi *trade-off* antara kekerasan tinggi dan ketangguhan material.
2. Analisis mikrostruktur perlu diperdalam dengan pengamatan morfologi perlit secara kuantitatif menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengukur *lamellar spacing* perlit. Penelitian ini menemukan bahwa proporsi perlit tidak selalu berkorelasi linear dengan kekerasan, sehingga analisis morfologi detail diperlukan untuk memahami hubungan struktur-sifat secara komprehensif.
3. Penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi pengaruh *Post-Weld Heat Treatment* (PWHT) untuk mengoptimalkan proporsi fasa perlit-ferit guna mencapai keseimbangan kekerasan dan ketangguhan yang diinginkan.
4. Perlu dilakukan studi tentang pengaruh parameter pengelasan tambahan seperti *heat input*, travel speed, dan jumlah *layer* terhadap proporsi fasa perlit-ferit dan sifat mekanik untuk optimasi prosedur pengelasan SMAW.
5. Disarankan mengevaluasi ketahanan korosi dan performa sambungan las dalam kondisi lingkungan spesifik untuk memvalidasi rekomendasi penggunaan kombinasi parameter dalam aplikasi praktis.
6. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan model prediktif berbasis machine learning untuk memprediksi distribusi kekerasan dan proporsi fasa berdasarkan kombinasi parameter pengelasan.