

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis mengenai pengaruh kecepatan tool 1500/1500 rpm dan variasi offset 4–0 mm pada proses One Step Double Acting Friction Stir Welding (OSDA-FSW) terhadap sifat fisik dan mekanik sambungan aluminium AA6061, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

Kombinasi kecepatan tool 1500/1500 rpm dengan offset 4-0 mm menghasilkan kekuatan tarik dan kekerasan yang cukup tinggi meskipun masih kalah dengan variasi dengan offset 8-0,5 mm. Offset yang lebih besar mampu mendukung aliran material dan distribusi panas lebih merata, sehingga stir zone terbentuk dengan ukuran butir mikro yang lebih halus serta risiko cacat berkurang. Pola distribusi kekerasan menunjukkan bentuk “W”, di mana kekerasan tertinggi berada pada base metal dan weld nugget, sedangkan HAZ dan TMAZ mengalami penurunan akibat pengaruh siklus termal.

Stir zone (weld nugget) menjadi faktor utama penentu kekuatan mekanik karena rekristalisasi dinamis menghasilkan struktur mikro yang halus dan homogen. Sebaliknya, daerah TMAZ dan HAZ cenderung mengalami penurunan kekuatan dan kekerasan akibat pertumbuhan butir dan pelarutan fasa penguat selama proses pengelasan. Namun, penggunaan offset yang sesuai dapat memperbaiki mikrostruktur di area tersebut. Base metal tetap memiliki sifat mekanik paling baik karena tidak terpengaruh panas las.

Variasi offset 4-0 mm mampu menghasilkan kekuatan tarik dan kekerasan yang cukup baik, tetapi masih lebih rendah dibanding offset 8-0,5 mm. Kekuatan tarik yang diperoleh pada offset 4-0 mm sekitar 158 MPa dengan elongasi rendah (sekitar 4,4%), yang menunjukkan adanya pengerasan di stir zone. Distribusi panas yang dihasilkan cukup merata, namun tingkat homogenitas material dan pencampuran di stir zone lebih baik pada offset yang lebih besar.

Peningkatan kecepatan putar tool berkontribusi pada naiknya input panas dan intensitas adukan, yang menghasilkan struktur mikro lebih halus serta peningkatan kekuatan tarik dan kekerasan stir zone. Offset yang lebih besar

meningkatkan penetrasi dan pencampuran material, sehingga nilai kekerasan dan kekuatan tarik lebih tinggi dengan distribusi kekerasan yang lebih ideal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan masukan untuk penelitian selanjutnya:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi offset dan kecepatan tool yang lebih beragam, sehingga parameter OSDA-FSW dapat dioptimalkan secara lebih akurat untuk berbagai ketebalan material.
2. Pengujian sifat mekanik sambungan sebaiknya diperluas, misalnya dengan uji fatigue, ketahanan termal, dan korosi, agar hasil penelitian lebih aplikatif pada kondisi nyata.
3. Disarankan menggunakan teknik analisis mikrostruktur yang lebih detail, seperti SEM, untuk memahami lebih jauh mekanisme rekristalisasi dan distribusi fasa pada weld nugget dan daerah sekitarnya.
4. Pengembangan model numerik dan simulasi OSDA-FSW penting dilakukan untuk memprediksi distribusi suhu, aliran material, serta sifat mekanik sambungan, sehingga dapat mengurangi kebutuhan eksperimen langsung.
5. Penelitian juga perlu mencakup pengaruh profil tool, tekanan aksial, serta jenis paduan aluminium lain secara bersamaan dengan variasi kecepatan dan offset, guna memberikan gambaran menyeluruh tentang mekanisme pembentukan sambungan dan optimasi proses.