

INTISARI

Beragam jenis dan bentuk material yang akan disambung menjadi tantangan dalam proses penyambungan *friction stir welding* (FSW), terutama pada konfigurasi seperti *butt joint*, *lap joint*, *multiple lap joint*, dan *fillet joint*. Oleh karena itu, analisis penggunaan pahat yang tepat, termasuk ukuran dan bentuk pin, diperlukan untuk menghasilkan sambungan berkualitas. Penelitian dilakukan untuk mengukur kekuatan sambungan FSW pada material *polylactic acid* yang dibuat dengan *fused deposition modelling* terhadap beban tarik dan untuk mengetahui pengaruh variasi diameter pin pahat terhadap kualitas sambungan.

Desain spesimen dibuat berdasarkan ASTM D638 – 14 tipe 1 untuk material polimer. Proses FSW dilakukan dengan kecepatan 20 mm/menit dan *rotational speed* 2000 rpm. Pengelasan menggunakan tiga variasi diameter pin pahat yaitu 2, 3 dan 4 mm.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kekuatan tarik terbesar pada sambungan dengan pin pahat berdiameter 3 mm sebesar 15,45 MPa (efisiensi pengelasan sebesar 13,27%) sedangkan kekuatan sambungan terendah sebesar 5,76 MPa (efisiensi pengelasan sebesar 35,52%) oleh sambungan yang dilas dengan pin pahat berdiameter 2 mm. Perbedaan kekuatan tarik pada spesimen 2, 3 dan 3 mm signifikan, hal ini didasarkan pada hasil uji *One Way ANOVA*. Berdasarkan pengamatan morfologi struktur makro didapatkan bahwa panas yang dihasilkan oleh diameter pahat yang berbeda mempengaruhi proses deformasi plastis dan kualitas sambungan. Perbandingan ukuran *shoulder* dan pin pahat juga mempengaruhi aliran material dalam proses pengelasan.

Kata Kunci: *Friction stir welding* (FSW), *polylactic acid* (PLA), *fused deposition modelling* (FDM), kekuatan tarik, morfologi struktur makro.

ABSTRACT

The various types and shapes of materials joining are a challenge in the friction stir welding (FSW) joining process, especially in configurations such as butt joints, lap joints, multiple lap joints, and fillet joints. Therefore, an analysis of proper tool usage, including pin size and shape, is required to produce quality joints. The research aimed to measure the strength of FSW joints in polylactic acid material made by fused deposition modelling under tensile load and to determine the effect of variations in tool pin diameter on joint quality.

The specimen was designed based on ASTM D638-14 type 1 for polymer materials. The FSW process runs at 20 mm/min and a rotational speed of 2000 rpm. The welding process used three variations of tool pin diameter, namely 2, 3 and 4 mm.

The results showed the highest average tensile strength in the connection with a 3 mm diameter tool pin of 15.45 MPa (welding efficiency of 13.27%) while the lowest connection strength of 5.76 MPa (welding efficiency of 35.52%) by the welded connection with a 2 mm diameter tool pin. The difference in tensile strength in specimens 2, 3 and 3 mm is significant, based on One Way ANOVA test results. Based on the morphological observation of the macrostructure, the heat generated by different tool diameters affects the plastic deformation process and joint quality. Comparison of tool shoulder and pin size also affects the material flow in the welding process.

Keywords: *Friction stir welding (FSW), polylactic acid (PLA), fused deposition modelling (FDM), tensile strength, macro structure morphology.*