

STUDI PENYAMBUNGAN MATERIAL KATUP KENDARAAN MENJADI BIMETAL MENGUNAKAN METODE *Friction Welding*

Ahmad Kafrawi Nasution, Riski Ramadhan, Sunaryo

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia
ahmadkafrawi@umri.ac.id

Abstrak— Katup merupakan suatu komponen pengatur proses membuka-menutup pada saluran masuk dan buang sebuah motor bakar. Selama ini, komponen katup kendaraan terbuat dari logam baja yang memiliki massa jenis yang lebih besar jika dibandingkan dengan material aluminium. Penelitian ini bertujuan untuk mengganti sebagian material katup dengan material aluminium dengan harapan dapat meringankan kinerja putaran mesin kendaraan. Proses penyambungan dilakukan dengan metode *friction welding* yang menjadi tren metode penyambungan untuk material yang berbeda saat ini. Parameter pengelasan yang digunakan untuk *friction welding* seperti *friction time*, *friction pressure*, *forging pressure* dan *burn off* berdasarkan parameter penelitian terdahulu. Hasil sambungan las nantinya dilakukan pengujian mekanik mengikuti standar ASTM E8 dan ASTM E290. Distribusi kekerasan pada daerah lasan juga dilakukan evaluasi menggunakan standar ASTM E10-15a. Hasil percobaan akan menampilkan sifat mekanik sambungan las dan pengurangan massa jenis dari komponen katup yang dikembangkan.

Kata kunci: *Friction welding*, *Parameter pengelasan*, *Katup kendaraan*, *Massa jenis*

I. PENDAHULUAN

Katup merupakan suatu komponen pengatur proses membuka-menutup pada saluran masuk dan buang sebuah motor bakar (*internal combustion engine*). Selama ini, komponen katup kendaraan terbuat dari logam baja tahan panas (*heat-resistant steels*)[1] yang memiliki massa jenis yang lebih besar jika dibandingkan dengan material aluminium A390[2] (material piston). Dasar pemikirannya bahwa kedua jenis material di atas merupakan material yang bekerja pada ruang motor bakar (*internal combustion engine*). Oleh karena itu dilakukan usaha mengganti sebagian material katup dengan material aluminium, dengan harapan dapat meringankan kerja dari putaran mesin kendaraan. Pada akhirnya usaha ini dapat berkontribusi meningkatkan daya mesin dari kendaraan.

Material aluminium yang akan digunakan untuk mengganti sebagian katup berasal dari limbah aluminium (piston bekas). Limbah aluminium yang diperoleh akan didaur ulang melalui proses pengecoran guna mendapatkan material setengah jadi dalam bentuk batangan. Proses pengecoran untuk mendapatkan material setengah jadi tidak dibahas pada penelitian ini. Fokus dari penelitian ini adalah penyambungan material baja tahan panas (material dasar katup) dengan aluminium melalui proses pengelasan gesek (*friction welding*).

Pemilihan pengelasan gesek sebagai proses penyambungan yang digunakan memiliki beberapa pertimbangan diantaranya; masukan panas yang rendah, zona terpengaruh panas yang kecil dan tegangan sisa serta distorsi yang rendah [3, 4]. Pada literatur yang lain pengelasan gesek juga disebutkan sebagai proses penyambungan yang mudah dioperasikan, proses operasinya cepat, tidak memerlukan logam pengisi, tidak memerlukan bentuk *grooving* dan hasil penyambungan baik [5]. Adapun komposisi kimia material dasar dari material yang akan disambung ditampilkan pada tabel 1.

TABEL 1. KOMPOSISI KIMIA MATERIAL KATUP MASUK DAN BUANG SERTA MATERIAL PISTON

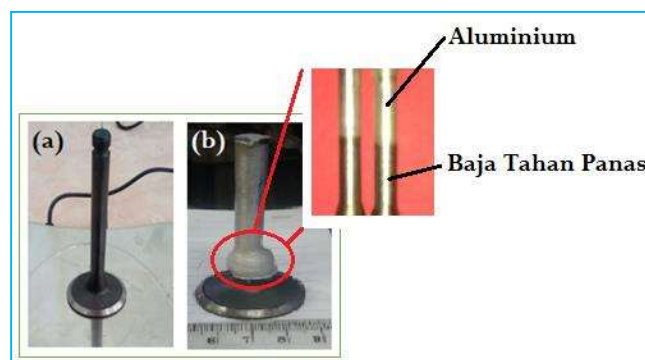
Material	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Cu	Mg	Al	Fe
Katup masuk dan buang[1]												
SUH 11	0.47-0.55	1-2	0.6	0.03	0.03	7.5-9.5	≤ 0.6	-	-	-	-	Balc.
SUH 35	0.48-0.58	0.35	8-10	0.04	0.03	20-22	3.25-4.5	0.35-0.5	-	-	-	Balc.
Piston[2]												
A390	-	16-18	Max 0.1	-	-	-	-	-	4-5	0.45-0.65	Balc.	Max 1.3

II. METODE PENELITIAN

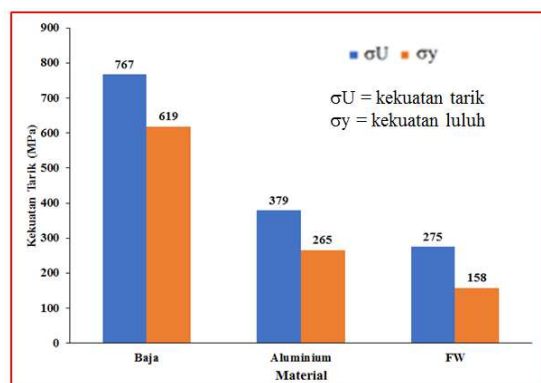
Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur hingga menetapkan jenis pengelasan yang digunakan adalah pengelasan gesek langsung (*direct-drive friction welding*). Parameter pengelasan yang digunakan berdasarkan hasil peneliti sebelumnya, yaitu dengan waktu gesek 50 s, *friction pressure* 3.1 kPa, *forging pressure* 9.3 kPa dan *burn-off* 12mm [6]. Selanjutnya dilakukan persiapan material pengelasan gesek dengan diameter batang logam 10 mm dan panjang 70 mm. Proses pengelasan dilakukan menggunakan sebuah modifikasi mesin bubut Knuht DM 1000A-5.7 kW, buatan Jerman dengan putaran spindel 1600 rpm. Spesimen hasil pengelasan dilanjutkan dengan pembuatan spesimen uji tarik dengan *gage length* 45 mm dan diameter 6 mm mengikuti standar ASTM E8 [7]. Uji mekanik lain yang dilakukan terhadap spesimen hasil pengelasan adalah uji keras dan uji bending dengan mengikuti standar ASTM E10-15a dan standar ASTM E290 [8, 9].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

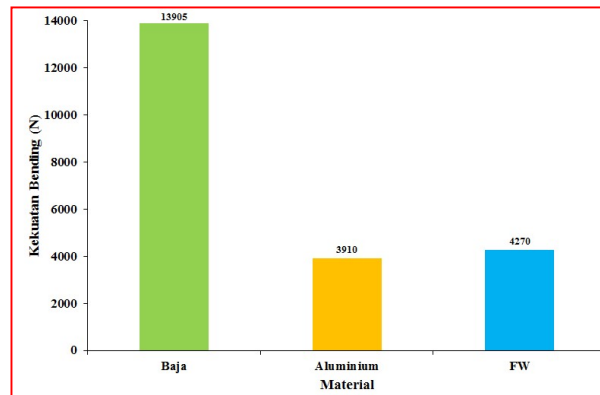
Hasil pengelasan gesek terhadap katup dengan material baja tahan panas dengan aluminium limbah ditampilkan pada gambar 1(b). Hasil uji tarik dari material dasar dan hasil pengelasan gesek dapat dilihat pada gambar 2. Kekuatan tarik material dasar baja tahan panas (*heat-resistant steels*) dihasilkan sebesar 767 MPa, sedangkan kekuatan tarik aluminium sebesar 379 MPa. Kekuatan tarik untuk hasil sambungan pengelasan gesek dihasilkan 275 MPa. Perbandingan kekuatan tarik antara material dasar dengan hasil sambungan pengelasan gesek terlihat lebih rendah. Rendahnya hasil kekuatan sambungan las ini juga terlihat dari patahan hasil uji tarik, dimana patahan terjadi pada daerah antarmuka las (*weld interface*). Sehingga mampu las (*weldability*) dari pengelasan gesek antara material baja tahan panas (*heat-resistant steels*) dengan material aluminium A390 tidak dapat diterima. Hal ini juga menunjukkan bahwa parameter pengelasan menjadi sangat penting karena untuk setiap proses pengelasan gesek dengan material yang berbeda harus ditentukan parameter pengelasan berdasarkan material tersebut [3, 10-13].



GAMBAR 1. (a) KATUP DENGAN KONDISI AWAL (b) KATUP SETELAH DILAKUKAN PROSES PENGELASAN GESEK

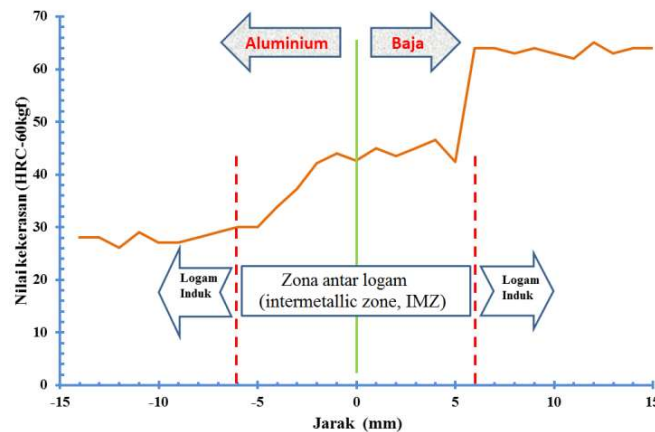


GAMBAR 2. PERBANDINGAN KEKUATAN TARIK MATERIAL DASAR DAN HASIL SAMBUNGAN LAS



GAMBAR 3. PERBANDINGAN HASIL UJI BENDING MATERIAL DASAR DAN HASIL SAMBUNGAN LAS

Untuk hasil uji bending terlihat hal yang berbeda dengan hasil uji tarik, dimana hasil uji bending dari sambungan pengelasan gesek terlihat lebih tinggi dari material dasar aluminium (gambar 3). Kekuatan bending untuk material baja tahan panas (*heat-resistant steels*) dihasilkan sebesar 13.9 kN dan untuk material aluminium sebesar 3.9 kN. Kekuatan bending untuk hasil sambungan pengelasan gesek dihasilkan 4.3 kN. Setelah dilakukan pemeriksaan pada spesimen uji bending, yang mana patahan juga terjadi pada daerah antarmuka las. Hal ini terlihat menunjukkan telah terjadinya interaksi ikatan secara difusi dari kedua material yang berbeda. Sathiya, Aravindan et al. 2005 juga mengatakan bahwa agar terbentuk ikatan logam yang baik tergantung pada parameter pengelasan [14].



GAMBAR 4. DISTRIBUSI KEKERASAN HASIL SAMBUNGAN LAS GESEK

Distribusi kekerasan dari hasil sambungan las diperlihatkan pada gambar 4. Distribusi kekerasan ini membuktikan bahwa telah terjadinya difusi atom antara kedua material. Difusi ini terjadi di daerah yang dikenal dengan istilah zona antar logam (*intermetallic zone, IMZ*). Berdasarkan distribusi kekerasan pada gambar 4, terlihat kenaikan kekerasan dari nilai kekerasan material aluminium menuju nilai kekerasan material baja tahan panas.

Daerah pengelasan pada hasil pengelasan gesek pada dasarnya sama dengan hasil sambungan las busur listrik. Daerah hasil sambungan las gesek di beberapa literatur dibagi menjadi lima zona yaitu (1) zona tanpa deformasi di material 1 (*undeformed zone of the material 1, UZ-1*), (2) zona tanpa deformasi di material 2 (*undeformed zone of the material 2, UZ-2*), (3) zona terdeformasi sebagian di material 1 (*partially deformed zone of the material 1, PDZ-1*), (4) zona terdeformasi sebagian di material 2 (*partially deformed zone of the material 2, PDZ-2*) dan (5) zona deformasi plastik (*plasticized zone, PZ*) [3, 4]. Sedangkan pada gambar 4

terbagi menjadi 3 zona, ini dikarenakan distribusi kekerasan tidak menggunakan pengujian kekerasan skala mikro.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Pengelasan gesek antara baja tahan panas dengan limbah aluminium berhasil dilaksanakan. Penentuan parameter pengelasan gesek yang optimum bergantung kepada material yang akan dilas dan tidak dapat menggunakan parameter pengelasan dari material lain. Kekuatan tarik dan kekuatan luluh hasil pengelasan antara baja tahan panas dengan limbah aluminium masing-masing sebesar 275 MPa dan 158 MPa. Kekuatan bending dari sambungan las sebesar 4.3 kN.

B. Saran

Untuk mendapatkan parameter pengelasan gesek yang optimum sebaiknya dilakukan terhadap material yang akan disambung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Jurusan Teknik Industri UIN SUSKA Riau melalui Laboratorium Sistem Produksi yang telah memberikan fasilitas pengelasan gesek pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. D. Yudisworo and J. Heri, "Karakterisasi Material Komponen Katup Hisap & Buang Original Dengan Lokal Sepeda Motor Honda Astrea Grand," *ENGINEERING*, vol. 9, 2014.
- [2] J. A. Lee, "Cast aluminum alloy for high temperature applications," 2003.
- [3] H. K. Rafi, G. D. J. Ram, G. Phanikumar, and K. P. Rao, "Microstructure and tensile properties of friction welded aluminum alloy AA7075-T6," *Materials & Design*, vol. 31, pp. 2375-2380, 2010.
- [4] A. K. Nasution, N. S. Murni, N. B. Sing, M. H. Idris, and H. Hermawan, "Partially degradable friction-welded pure iron-stainless steel 316L bone pin," *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, vol. 103, pp. 31-8, Jan 2015.
- [5] N. Husodo, B. L. Sanyoto, S. B. Setyawati, and M. Mursid, "Penerapan Teknologi Las Gesek (Friction Welding) dalam Rangka Penyambungan Dua Buah Logam Baja Karbon St41 pada Produk Back Spring Pin," *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, vol. 6, 2013.
- [6] A. Junaidi, "Pengaruh waktu gesek dan *forging pressure* pada sambungan las gesek material *stainless steel* 202 dan aluminium AA6103," Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru, 2013.
- [7] ASTM E8M, "Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials," ed. West Conshohocken-Philadelphia: ASTM International, 2009.
- [8] ASTM E10-15a, "Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials," ed. West Conshohocken-Philadelphia: ASTM International, 2015.
- [9] ASTM E290, "Standard Test Methods for Bend Testing of Material for Ductility," ed. West Conshohocken--Philadelphia: ASTM International, 2013.
- [10] H. C. Dey, M. Ashfaq, A. K. Bhaduri, and K. P. Rao, "Joining of titanium to 304L stainless steel by friction welding," *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 209, pp. 5862-5870, 9/19/ 2009.
- [11] R. Paventhan, P. R. Lakshminarayanan, and V. Balasubramanian, "Prediction and optimization of friction welding parameters for joining aluminium alloy and stainless steel," *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, vol. 21, pp. 1480-1485, 2011/07/01 2011.
- [12] Y.-l. Song, Y.-h. Liu, X.-y. Zhu, S.-r. Yu, and Y.-b. Zhang, "Strength distribution at interface of rotary-friction-welded aluminum to nodular cast iron," *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, vol. 18, pp. 14-18, 2008/02/01 2008.
- [13] Kurt A., Uygur I., and U. Paylasan, "Effect of Friction Welding Parameters on Mechanical and Microstructural Properties of Dissimilar AISI 1010-ASTM B22 Joints," *WJ Supplements*, vol. 90, pp. 102-s-106-s, 2011.
- [14] P. Sathiya, S. Aravindan, and A. Noorul Haq, "Mechanical and metallurgical properties of friction welded AISI 304 austenitic stainless steel," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 26, pp. 505-511, 2005/09/01 2005.