

Peningkatan Peran Teknologi Friction Welding Dalam Memproduksi As Sepeda Motor Produk Industri Kecil

Nur Husodo¹ dan Budi Luwar Sanyoto¹

¹D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Industri
Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

E-mail : nurhusodo@me.its.ac.id

ABSTRAK

Produk as sepeda motor diproduksi dengan metode tempa manual oleh industri kecil. Metode produksi ini memerlukan waktu proses yang lama dan hasilnya mempunyai nilai kekuatan puntir rendah. Salah satu alternatif produksi yaitu dengan metode las gesek (friction welding). Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi teknologi las gesek dalam memproduksi as sepeda motor. Mesin las gesek dioperasikan dengan memvariasi tekanan tempa sebesar 1040, 1127, 1214 dan 1300 kg/cm.² Pembuatan sampel uji dilakukan dengan kecepatan putar 4215 Rpm, waktu gesek 45 detik dan tekanan gesek 173 kg/cm². Sampel diuji sifat mekaniknya melalui uji kekerasan, uji tarik, uji puntir dan struktur mikro Selanjutnya hasil dari uji puntir dibandingkan dengan produk industri kecil. Semakin besar tekanan tempa maka semakin besar kekuatan sambungan. Hasil uji puntir tertinggi nilainya 150 N.m. Sedangkan produk as roda sepeda motor di industri kecil nilainya 20 N.m. Teknologi friction welding sangat baik digunakan untuk menghasilkan produk as sepeda motor.

Kata kunci: as roda sepeda motor, las gesek, tekanan gesek, waktu gesekan, tekanan tempa

ABSTRACT

Products the axle of motorcycles produced by the method of manual forging by small industries. This production method requires a long processing time and the result shave lower torque strength values. One alternative method of productionis by friction welding. The purpose of this research was to evaluate the friction welding technology in producing the axle of motorcycles. Friction welding machine is operated by varying the pressures forging by 1040, 1127, 1214 and 1300 kg/cm². Preparation of test samples made with 4215 rpm rotational speed, friction time is 45 seconds and. Friction pressure is 173 kg/cm². Samples test edits mechanical properties through hardness tests, tensile test, thetorque test and structure micro. Further results from torque test as compared with small industrial products. The results of this research is the greater forging pressure produce greater mechanical strength. Torque test results on the product of the friction welding is 150 Nm, while the axles motorcycle products in the small industry is 20 Nm. Excellent friction welding technology used to produce products as motorcycles.

Keywords: motorcycle axles, friction welding, friction pressure, friction time, forging spressure

PENDAHULUAN

Selama ini industri kecil di Pusuruan, produk as roda sepeda motor dibuat dengan metode tempa manual. Material baja St41 berbentuk silindris pejal dipasang di salah satu ujungnya dengan komponen mur. Ujung baja tersebut diproses tempa sehingga mur berubah fungsi menjadi kepala baut. Selanjutnya dilakukan proses facing dan pelapisan, jadilah produk as sepeda motor. Permasalahannya metode manufaktur yang dipakai di industri kecil tersebut memerlukan waktu proses, tenaga ahli dan kekuatan puntirnya lemah. Alternatifnya adalah dengan peningkatan peran teknologi friction welding dalam memproduksi as sepeda motor produk industri kecil.

Metode las gesek (friction welding) adalah metode penyambungan dua buah material logam. Dalam metode ini panas dihasilkan dari perubahan energi mekanik kedalam energi panas pada bidang interface benda kerja karena adanya gesekan selama gerak putar dibawah tekanan (gesekan). Kalpakjian [2001]. Beberapa keuntungan dari friction welding ini adalah penghematan material dan waktu untuk penyambungan dua material yang sama maupun berbeda. Sedangkan parameter proses yang penting adalah waktu gesekan, tekanan gesekan, waktu tempa, tekanan tempa dan kecepatan putar. Spindler [1994]. Proses ini melibatkan baik penggunaan deformasi atau difusi dan deformasi terbatas untuk menghasilkan sambungan yang berkualitas tinggi antara bahan serupa maupun berbeda.

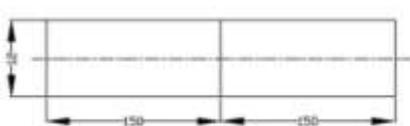
Dari hasil tinjauan pustaka didapatkan beberapa penelitian seputar las gesek antara lain. Motensen, Jensen, Conrad and Losee, [2001]., Bahan stainless 416 tidak direkomendasikan untuk di las dengan metode fusion welding, mengingat adanya peristiwa resulfurized, tetapi dengan metode las gesek maka bahan tersebut dapat dilas dengan baik. P.Sathiva, S., Aravindan dan A., Noorul Hag, [2004]. Sathiva melakukan penelitian friction welding dengan tekanan gesek sebesar 15-25 bar dan tekanan tempa sebesar 35-45 bar dan kecepatan poros utama sebesar 1125 rpm. Mumin sahin, [2005], dilakukan proses penyambungan dari dua buah logam yang tidak sama yaitu baja HSS dan baja karbon menengah. Akbari mousavi and Rahbar kelishami, [2008], adanya struktur mikro yang sangat halus didaerah tengah (weld zone) yang menyebabkan terjadinya nilai kekerasan yang tinggi sesuai dengan Hall-Petch relation. Sehingga kekuatan pada daerah tengah akan lebih tinggi. Juga didapatkan bahwa tekanan awal lebih efektif dibandingkan dengan tekanan akhir.

Ho-Seung Jeong dkk, [2010], Meneliti tentang aplikasi friction welding pada produk poros rotor pada kapal. Dengan mengevaluasi kekuatan tarik sambungan dan struktur mikro sambungan serta uji kekerasan ,uji kelelahan dapat disimpulkan bahwa dihasilkan kekuatan sambungan yang sangat baik. Berdasarkan penelitian Alfian Mahdi Raditya Firdaus [2010], yang menyimpulkan bahwa efek tekanan tempa pada pengelasan menghasilkan dimensi upset yang bervariasi. Wahyu Nugroho [2010] yang menyimpulkan bahwa pengaruh dari parameter tekanan gesek, tekanan tempa dan durasi gesekan dapat diketahui pada sifat mekanik dan struktur mikro. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Anggi Aditya dan Maulana Fajeri [2011] rancang bangun mesin *friction welding* menghasilkan produk as sepeda motor. Berdasarkan penelitian Eko Nur Cahyo dan Dimas Angga S [2010], menyimpulkan bahwa efek waktu gesekan pada pengelasan menghasilkan distribusi kekerasan dan kekuatan tarik yang bervariasi.

METODA

Material benda uji

Adapun benda ujinya adalah baja karbon rendah. Material ini mempunyai komposisi yaitu kandungan C = 0,06 – 0,09 %; Mn= 0,3-0,6%, Si = 0,1-0,25; P = 0,03 %; S = 0,035%. Benda uji yang digunakan untuk porosnya berbentuk silinder pejal Ø 12 mm dan kepala bautnya berbentuk segienam ukuran 14 mm.



Gambar 1. benda kerja awal 1



Gambar 2. benda kerja awal 2

Proses Pengelasan, proses *friction welding* dimulai dengan proses *friction phase* dan dilanjutkan *forging phase*.

Peralatan-peralatan yang digunakan

Adapun peralatan – peralatan yang digunakan untuk percobaan ini diantaranya adalah :

1. Mesin Las Gesek langsung (direct-drive friction welding)



Gambar 3. Mesin Las gesek langsung (direct drive friction welding)

2. **Infrared Thermograf**, alat untuk mendeteksi temperatur gesekan
3. **Peralatan pemotong**, untuk memotong sampel uji .
4. **Mesin uji tarik (Tensile Testing Machine)**, Proses pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik yang ada di lab. D3 Teknik mesin ITS Surabaya.
5. **Alat uji puntir**, Pengujian puntir dilakukan dengan menggunakan alat torsi meter yang ada di laboratorium D3 teknik mesin ITS Surabaya.
6. **Mesin uji kekerasan** , pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell skala A.
7. **Peralatan pengamatan struktur mikro (Uji Metallografi)**

PEMBAHASAN

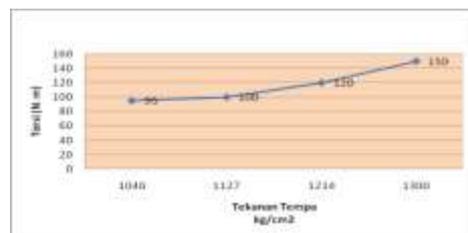
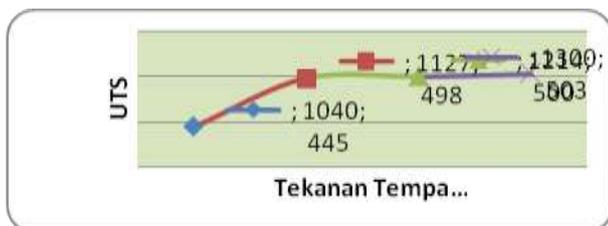
Analisa Data Hasil Pengujian

Hasil pengujian sifat mekanik dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian sifat mekanik

No	Friction		Forging	Temp (°C)	UTS N/mm ²	Torsi N.m	Titik Identasi HRA		
	Tekanan gesek kg/cm ²	Waktu gesek (dtk)	Tekanan tempa kg/cm ²				Loga m Induk	HA Z	Loga m Las
1	173	45	1040	829	95	445	48	42	41
2			1127	836	100	498	48	42	41,5
3			1214	838	120	500	48	42	43,5
4			1300	832	150	503	48	43	45

Grafik tekanan tempa terhadap kekuatan sambungan dapat dilihat pada gambar 4.



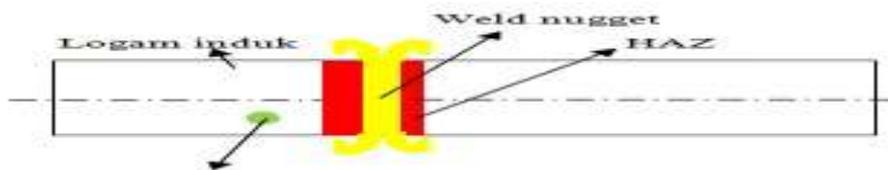
Gambar 4. Grafik UTS dengan tekanan tempa 1040, 1127, 1214 & 1300 kg/cm² terhadap waktu gesek 45

Gambar 5. Grafik tekanan tempa 1040, 1127, 1214 dan 1300 kg/cm² terhadap waktu gesek 45 detik.

Tabel 2. Memperlihatkan bahwa adanya perubahan tekanan tempa akan mempengaruhi sifat mekanik sambungan las gesek. Gambar 4. memperlihatkan bahwa semakin tinggi tekanan tempa semakin tinggi kekuatan sambungan. Gambar 5. memperlihatkan bahwa adanya tekanan tempa juga menunjukkan kekuatan puntir (torsi) akan semakin tinggi.

Analisa Struktur Mikro

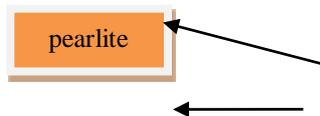
Hasil struktur mikro pada las gesek.



Gambar 6. belahan penampang spesimen uji



Daerah LAS perbesaran 100x



Gambar 7. Struktur mikro yang terbentuk pada specimen 4 di daerah HAZ dan LAS dengan perbesaran foto 100X dan 500X waktu gesekan 45 detik dan tekanan tempa 1300 kg/cm²

Dari gambar diatas dapat terlihat perubahan struktur mikro yang terjadi pada daerah HAZ dan daerah las (*weld nugget*). Hal ini sangat dipengaruhi oleh besarnya tekanan tempa, karena semakin tinggi tekanan tempa maka *diffusi integrannular* menjadi maksimal hal itu ditunjukkan dengan jumlah pearlite yang lebih mendominasi dibandingkan dengan ferrite sehingga kekuatan pada sambungan las menjadi bertambah kuat dibandingkan pada daerah HAZ.

Data hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa semakin besar tekanan tempa yang diberikan (1040, 1127, 1214 dan 1300) kg/cm² dengan pemberian nilai waktu gesekan yang sama (45 detik) maka nilai UTS yang dihasilkan akan semakin besar, nilai kekuatan puntir semakin tinggi juga nilai kekerasan pada logam las semakin tinggi hal ini dikarenakan adanya diffusi integrannular (perpindahan atom satu

ke atom lainnya) akan lebih maksimal. Keadaan ini didukung oleh adanya perubahan struktur mikro pada logam las. Perubahan ini terjadi karena adanya tekanan tempa, adanya proses mortal forming pada logam las.

Dari hasil pengujian puntir yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa specimen yang paling baik dan mempunyai kekuatan puntir paling tinggi adalah specimen dengan parameter tekanan tempa 1300 kg/cm² dan waktu gesek 45 detik yang mempunyai kekuatan puntir (torsi) sebesar 150 Nm, sedangkan hasil pengujian puntir pada as roda sepeda motor produk industri kecil Pasuruan hanya mempunyai kekuatan puntir (torsi) sebesar 20 Nm. Hasil pengujian puntir terhadap sambungan lasan yang dilas dengan metode *direct-drive friction welding* ini sangat baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian yang mempunyai kekuatan puntir (torsi) jauh lebih tinggi daripada kekuatan puntir as roda sepeda motor produk industri kecil Pasuruan. Kekuatan puntir yang besar ini sangat penting karena gaya utama yang dikenai pada as roda ketika terpasang pada sepeda motor adalah gaya puntir.

Dari hasil pengujian puntir yang mempunyai nilai torsi jauh lebih tinggi daripada as roda produk industri kecil pasuruan maka diharapkan metode *direct-drive friction welding* dapat menjadi alternative pengganti metode tempa manual pada proses penyambungan as roda sepeda motor di industri kecil Pasuruan. Yang perlu diperhatikan pada saat pemotongan poros yang akan digunakan untuk membuat as roda harus diberi toleransi sebesar $\pm 5,75$ mm. Nilai toleransi ini diberikan karena akan terjadi pengurangan panjang dari benda kerja ketika dilakukan penyambungan dengan metode *direct-drive friction welding* pada parameter yang baik yaitu tekanan tempa 1300 kg/cm² dan waktu gesekan 45 detik.

KESIMPULAN

Adanya perubahan proses operasional las gesek berupa tekanan tempa mengakibatkan perubahan sifat mekanik sambungan. Semakin tinggi tekanan tempa semakin tinggi kekuatan sambungan, semakin tinggi pula kekuatan puntir sambungan, perubahan ini selaras perubahan nilai kekerasan pada logam las dan perubahan stuktur mikro. Nilai kekuatan tertinggi terjadi pada proses operasioal tekanan tempa 1300 kg/cm², waktu gesek 45 detik dan tekanan gesek 173 kg/cm². Mesin las gesek langsung mampu menghasilkan kekuatan puntir hingga 150 *N.m* sedangkan produk industri kecil Pasuruan hanya 20 *N.m* sehingga sangat baik bila digunakan sebagai alternatif pembuatan produk as roda sepeda motor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan untuk Bp. Wahyudi pemilik IKM di Pasuruan, yang telah membantu dalam penelitian serta rekan2 mahasiswa yang bersinergi degan tugas akhir, Anggi Aditya, Maulana Fajeri, AH Fuad Efendi, Muhammad Husen Bahasa

DAFTAR PUSTAKA

Kalpakistan, Serope. [2001]. *Manufacturing Processes for Engineering Materials*, Fourth edition. Pearson Prentice Hall International.

Spinler, [1994], What Industry Needs to know about Friction Welding, *Welding Journal*, march, p. 37 – 42.

Motensen, Jensen, Conrad and Losee, [2001]., *Mechanical Properties and Microstructures of Inertia Friction Welded 416 Stainless Steel*, welding research supplement, November, p. 268-273.

P.Sathiva, S., Aravindan dan A., Noorrul Hag, [2004]. dengan judul penelitiannya : Friction welding of austenitic stainless steel and optimization of weld quality. *International Symposium of research student on Materials science and Engineering* < desember 20-22, Chennai India.

- Mumin Sahin, [2005], Joining with friction welding of high speed steel and medium carbon steel, *Journal of Materials Processing Technology* 168, halaman 201-210.
- Akbari mousavi and Rahbar kelishami, [2008], Experimental and Numerical Analysis of the Friction Welding Process for the 4340 Steel and Mild Steel Combinations, *Welding Research*, volume 87, July 2008, p.178-186.
- Ho Seung Jeong dkk. [2010], Inertia friction welding process analysis and mechanical properties evaluation of large rotor shaft in marine turbo charger, *International journal of precision engineering and manufacturing* volume 11, no.1 , page 83-88.
- Alfian Mahdi Raditya Firdous, [2010], Pengaruh tekanan tempa terhadap upset, Akurasi dimensi dan kekuatan sambungan lasan Pada baja karbon aisi 1045 dengan *Direct-drive friction welding*, D3 Teknik Mesin, FTI, ITS, Surabaya.
- Wahyu Nugroho, [2010], Pengaruh durasi gesekan, tekanan gesek dan tekanan tempa terhadap kekuatan sambungan las gesek langsung pada baja karbon aisi 1045, *Teknik Mesin*, FTI, ITS, Surabaya.
- Anggi Aditya dan Maulana Fajeri, [2011], Rancang bangun mesin friction welding yang menghasilkan produk as sepeda motor, D3 Teknik Mesin, FTI, ITS, Surabaya.
- Eko Nur Cahyo dan Dimas Angga S [2010], Analisa Pengaruh Waktu Gesekan Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik pada Pipa Baja ASTM A106 dengan Metode Friction Welding”, D3 Teknik Mesin, FTI, ITS, Surabaya.
- Muhammad Husen Bahasa, [2011], Analisa pengaruh waktu gesekan dengan metode direct drive friction welding terhadap struktur mikro dan sifat mekanik baja St 41 sebagai alternative pengganti proses produksi as roda sepeda motor. D3 Teknik Mesin, FTI, ITS, Surabaya.
- AH Fuad Efendi, [2011], Analisa pengaruh tekanan tempa dengan metode direct drive friction welding terhadap struktur mikro dan sifat mekanik baja St 41 sebagai alternative pengganti proses produksi as roda sepeda motor. D3 Teknik Mesin, FTI, ITS, Surabaya.