

# PENGARUH VARIASI BEBAN GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO AXLE SHAFT HASIL SAMBUNGAN *FRICTION WELDING*

Ahmadil Amin

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Kotabaru  
Jl. Raya Stagen Km. 9,5 Kotabaru. Kalimantan Selatan  
Email: *ahmadil.poltek\_ktb@yahoo.co.id*

## ABSTRAK

Pengelasan gesek (*friction welding*) merupakan teknik pengelasan dengan memanfaatkan panas yang ditimbulkan oleh gesekan permukaan dua bahan yang akan disambung, salah satu berputar sedangkan yang lainnya diam. Pada permukaan kontak akan timbul panas, bahkan mendekati titik didih logamnya, sehingga permukaan logam didaerah tersebut menjadi plastis. Gaya penekanan diperlukan untuk meningkatkan gaya gesek. Semakin tinggi gaya tekan maka akan menimbulkan gaya gesek yang semakin besar. Dengan gaya gesek yang semakin besar maka akan menimbulkan panas yang semakin besar pula. Untuk mendapatkan gaya penekanan pada pengelasan gesek yang dilaksanakan di mesin bubut, diperlukan perlengkapan mekanisme pembebanan. Selama proses pengelasan berlangsung, logam las dan HAZ akan mengalami serangkaian siklus thermal berupa pemanasan sampai mencapai suhu maksimum dan diikuti dengan pendinginan. Panas akan mempengaruhi transformasi fasa yang selanjutnya berpengaruh pada struktur mikro, sifat fisik dan mekanik las. Hasil pengamatan terhadap foto mikrostruktur adalah bahwa peningkatan beban gesek terhadap struktur mikro memperlihatkan perbedaan bentuk dan ukuran butiran (*grain size*) pada logam las dan HAZ. Struktur mikro logam las dengan beban 6 kg banyak mengandung ferrit. Sedangkan struktur mikro logam las dengan beban 2 kg banyak mengandung perlit. Struktur mikro daerah HAZ dengan beban 6 kg banyak mengandung ferrit, sedangkan struktur mikro daerah HAZ dengan beban 2 kg banyak mengandung perlit.

**Kata kunci:** Variasi beban, Struktur mikro, Axle shaft, Friction Welding

## PENDAHULUAN

Pengelasan adalah proses penyambungan setempat antara dua bagian logam dengan cara memanaskannya hingga mencapai titik leleh dari logam tersebut dengan memanfaatkan energi panas yang berasal dari nyala busur ataupun gesekan. Pengelasan merupakan suatu proses penting dalam dunia industri dan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari pertumbuhan industri, karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam [1].

Pengelasan gesek (*friction welding*) merupakan teknik pengelasan dengan memanfaatkan panas yang ditimbulkan akibat gesekan permukaan dari dua bahan yang akan disambung, salah satu berputar sedang lainnya diam, dikontakkan oleh gaya tekan. Gesekan pada kedua permukaan kontak dilakukan secara kontinu sehingga panas yang ditimbulkan akan terus meningkat selama gaya penekanan terus dilakukan hingga mencapai suhu leleh (*melting temperature*) dan terjadi fusi pada kedua permukaan yang bergesekan.

Gaya penekanan diperlukan untuk meningkatkan gaya gesek. Semakin tinggi gaya tekan maka akan

menimbulkan gaya gesek yang semakin besar. Dengan gaya gesek yang semakin besar maka akan menimbulkan panas yang semakin besar pula. Disamping itu gaya tekan diperlukan untuk mendapatkan hasil penyambungan yang rapat dan kuat.

Selama proses pengelasan berlangsung, logam las dan HAZ akan mengalami serangkaian siklus thermal berupa pemanasan sampai mencapai suhu maksimum dan diikuti dengan pendinginan. Panas akan mempengaruhi transformasi fasa yang selanjutnya berpengaruh pada struktur mikro, sifat fisik dan mekanik las.

*Axle Shaft* atau poros penggerak roda adalah salah satu komponen dalam sistem pemindah tenaga dimana roda-roda dipasang. *Axle Shaft* berfungsi untuk meneruskan tenaga gerak dari differential ke roda-roda. Sfesifikasi standar material dari baja karbon sedang. Pengelasan pada baja karbon sedang dan karbon tinggi menjadi lebih sulit, karena mengandung banyak karbon dan unsur lain yang dapat memperkeras baja. Oleh karena itu daerah pengaruh panas atau HAZ pada baja ini mudah menjadi keras bila dibandingkan dengan baja karbon rendah. Sifatnya yang mudah menjadi keras ditambah dengan adanya hydrogen difusi menyebabkan baja ini sangat peka terhadap retak las.

Oleh karenanya kajian untuk mengetahui pengaruh variasi beban terhadap struktur mikro *axle shaft* hasil las gesek (*friction welding*) menjadi sangat penting untuk dipelajari.

**METODE PENELITIAN**

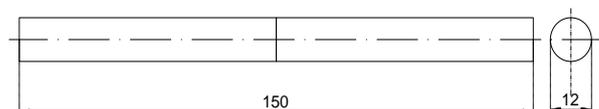
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah poros penggerak roda belakang (*Axle Shaft*) mobil truk. Specimens berbentuk silinder dengan ukuran diameter 12 mm dan panjang 75 mm. Mesin bubut yang sudah dimodifikasi digunakan untuk proses

pengelasan gesek (*friction welding*). Parameter pengelasan gesek (*friction welding*) adalah sebagai berikut: Variasi beban gesek : 2, 4, dan 6 Kg. Beban tempa: 8 Kg. Putaran 1600 Rpm. Waktu gesek 50 detik. Bentuk specimen dan pelaksanaan pengelasan gesek (*friction welding*) dapat dilihat pada gambar 8 dan 9.

Setelah pengelasan gesek selesai, kemudian dilanjutkan pemotongan specimen menggunakan mesin pemotong dengan media pendingin air (*coolant*). Permukaan specimen dihaluskan dengan kertas gosok dengan tingkatan yang berbeda. Natal digunakan sebagai bahan Etsa. Analisis data dilakukan melalui analisis struktur mikro (*metallografi*).



Gambar 8. Pengelasan gesek pada mesin bubut



Gambar 9. Bentuk specimen *friction welding*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada tabel 1 dapat dilihat hasil perhitungan tekanan gesek dan tekanan

tempa yang terjadi pada pengelasan gesek untuk masing-masing perlakuan. Modifikasi yang dilakukan pada bagian *tail stock* di mesin bubut memungkinkan terjadinya tekanan gesek sebesar 8,46 MPa dengan cara memberikan beban sebesar 2 kg. dengan beban 4 kg akan dihasilkan tekanan gesek sebesar 16,93 MPa, sedangkan beban 6 kg dapat menghasilkan tekanan gesek sebesar 25,40 MPa. Beban tempa pada pengelasan gesek dijaga konstan pada 8 kg dan menghasilkan tekanan tempa sebesar 33,87 MPa.

Tabel 1. Tekanan gesek dan tekanan tempa

Kode	Beban Gesek (kg)	Tekanan Gesek (MPa)	Tekanan Tempa (MPa)
P1	2	8,46	33,87
P2	4	16,93	33,87
P3	6	25,40	33,87



Gambar 10. Hasil sambungan *friction welding*

Pada gambar 10 dapat dilihat hasil sambungan las gesek (*friction welding*) dengan variasi beban gesek 2, 4, dan 6 kg. sedangkan beban tempa 8 kg. Tekanan tempa yang diberikan mengakibatkan deformasi plastis sehingga terjadi perubahan bentuk yaitu dengan adanya flash. Deformasi plastis yang terjadi diseperti sambungan nampak tidak terlalu banyak perbedaan, terlihat dari bentuk dan dimensi upset yang terjadi pada hasil sambungan las gesek. Efek tekanan tempa pada pengelasan gesek dapat menghasilkan

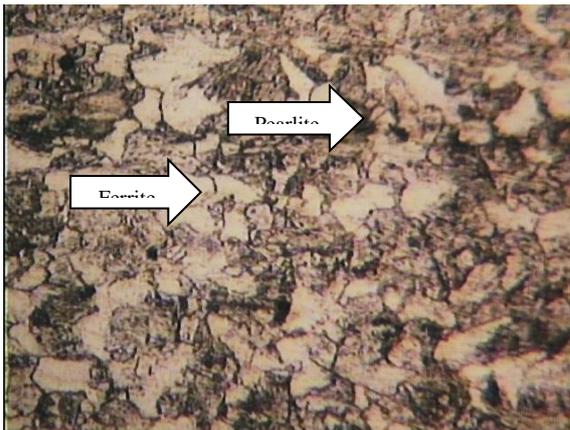
dimensi upset yang bervariasi. Dimensi upset yang semakin besar dapat menyebabkan berkurangnya panjang specimen. Perubahan panjang yang terjadi pada specimen las gesek untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada tabel 2. Pengurangan dimensi specimen paling kecil terjadi pada beban gesek 2 kg yaitu 0,29%, sedangkan pengurangan dimensi specimen paling besar terjadi pada beban gesek 6 kg yaitu sebesar 0,86%.

Tabel 2. Perubahan panjang spesimen

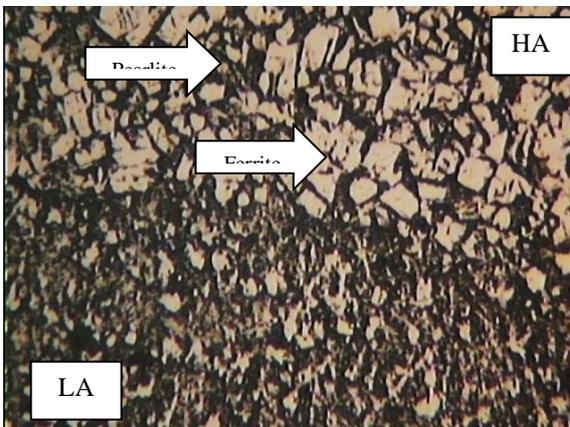
Kode	Beban (Kg)	Perubahan Panjang (mm)			
		Awal	Akhir	mm	%
P1	2	140	139,6	0,4	0,29
P2	4	140	139,2	0,8	0,57
P3	6	140	138,8	1,2	0,86

Kekuatan sambungan las gesek (*friction welding*) dapat mencapai nilai maksimum ketika temperatur siap tempanya optimal. Temperatur tersebut dicapai dengan cara mengatur variasi beban gesek dan durasi geseknya. Beban gesek yang diberikan dapat mempengaruhi temperatur yang dibangkitkan pada saat gesekan berlangsung. Semakin tinggi beban gesek maka tekanan gesek juga akan meningkat dan temperatur yang dibangkitkan juga semakin tinggi.

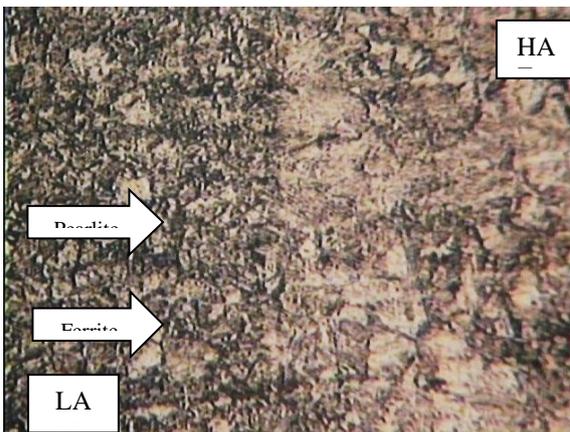
Kekuatan sambungan las ditentukan oleh struktur mikro yang terbentuk. Struktur mikro logam las, HAZ dan logam induk dapat dilihat pada gambar 10 – 12.



Gambar 10. Logam induk



Gambar 11. Beban Gesek 2 kg



Gambar 12. Beban Gesek 6 kg

Pada gambar 10 dapat dilihat struktur mikro logam induk (*base metal*). Struktur mikro logam induk (*base metal*) terdiri dari ferrit dan perlit. Logam induk (*base metal*) tidak mengalami efek panas yang dapat merubah struktur mikronya, karena struktur mikro dari

baja akan berubah apabila terpengaruh panas hingga diatas temperatur rekristalisasi.

Pada gambar 11 dan 12 dapat dilihat struktur mikro batas antara HAZ dan logam las pada beban gesek 2 kg dan 6 kg. Terlihat bahwa struktur mikro daerah logam las (*weld metal*) berupa ferrit dan perlit halus (ukuran butirnya kecil). Struktur mikro logam las memiliki butiran yang lebih halus dari pada logam induk dan HAZ. Menurut *Hall-Petch Relations*, besar butir yang lebih halus memiliki nilai kekerasan yang tinggi dari pada butiran yang lebih besar.

HAZ adalah subjek dengan pendinginan cepat karena terjadi perpindahan panas ke logam induk (*base metal*) yang dingin. Daerah HAZ yang berdekatan dengan logam las (*welding metal*) struktur mikronya berupa ferrit dan perlit dengan *grain size* yang halus. Hal ini terjadi karena daerah HAZ mendapat pengaruh panas selama proses pengelasan. Semakin dekat dengan logam las, maka ukuran butiran (*grain size*) semakin kecil. Daerah HAZ yang dekat dengan logam induk (*base metal*) hanya mendapat pengaruh panas yang kecil bila dibandingkan dengan daerah HAZ yang dekat dengan daerah logam las (*weld metal*).

Peningkatan beban gesek terhadap struktur mikro memperlihatkan perbedaan bentuk dan ukuran butiran (*grain size*) pada logam las dan HAZ. Struktur mikro logam las dengan beban gesek 6 kg banyak mengandung unsur terang (*ferrit*). Sedangkan struktur mikro logam las dengan beban gesek 2 kg banyak mengandung unsur gelap (*perlit*).

Perbandingan daerah HAZ pada P1 dan P3 dapat dilihat pada gambar 11 dan 12, dilihat dari struktur mikro daerah HAZ dengan beban gesek 6 kg banyak mengandung unsur terang (*ferrit*), sedangkan struktur mikro daerah HAZ dengan beban gesek 2 kg banyak mengandung unsur gelap (*perlit*).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Peningkatan beban gesek terhadap struktur mikro memperlihatkan perbedaan bentuk dan ukuran butiran (*grain size*) pada logam las dan HAZ.
2. Struktur mikro logam las dengan beban gesek 6 kg banyak mengandung unsur terang (*ferrit*). Sedangkan struktur mikro logam las dengan beban gesek 2 kg banyak mengandung unsur gelap (*perlit*).
3. Struktur mikro daerah HAZ dengan beban gesek 6 kg banyak mengandung unsur terang (*ferrit*), sedangkan struktur mikro daerah HAZ dengan beban gesek 2 kg banyak mengandung unsur gelap (*perlit*).

## REFERENSI

- [1] Budi Santoso, 2014. *Pengaruh variasi waktu gesekan awal solder terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan struktur makro Alumunium 5083 pada pengelasan friction stir welding*. Tugas Akhir. Universitas Lampung. Lampung.
- [2] Adhy, 2012. *Pengaruh Kecepatan Putar dan Tekanan Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Sambungan Friction Welding antara Bahan Paduan Tembaga dan Paduan Aluminium*.
- [3] Sigied, 2012. *Pengaruh Durasi Gesek, Tekanan Gesek dan Tekanan Tempa Terhadap Impact Strength Sambungan Lasan Gesek Langsung Pada Baja Karbon Aisi 1045*.
- [4] Tiwan, Ardian, 2005. *Penyambungan Baja Aisi 1040 Batang Silinder Pejal Dengan*

*FrictionWelding*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

- [5] Mikell, 2010. *Fundamental Of Modern Manufacturing Material Processes And Systems*.
- [6] Nicholas, E.D., 2003. *Friction Processing Technologies*. *Welding World*, 47: 2-9
- [7] Khurmi RS, Gupta JK, *Machine Design*, 2005, Ram Nagar, New Delhi.