

# PENGARUH ARUS DAN WAKTU *SPOT WELDING* TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN *DISSIMILAR* AISI 1003 DENGAN AISI 1025

Mustakim<sup>1</sup>, Ratna Kartikasari<sup>2</sup>, Bima Wedar Permana<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta<sup>123</sup>  
Jl. Babarsari No.1 Caturtunggal, Depok, Sleman.  
e-mail: bimawedar@gmail.com

## Abstrak

Salah satu metode pengelasan yang banyak digunakan di industri adalah pengelasan dengan metode *Resistance Spot Welding* (lastitik). Namun masih ditemui kendala utama pada proses pengelasan, yakni benda kerja yang dilas sering kali tidak menempel dengan kuat, pada kasus ini adalah plat SPCC-SD 1,8 (AISI 1003) dan nut weld M6 (AISI 1025). Pada penelitian ini akan dicoba mengkombinasikan waktu dalam rentang 14, 17, 20, 23, 26 *cycle* dan arus listrik sebesar 49, 52, 55, 58, 61 ampere. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab perilaku kegagalan *IF* (*interfacial fracture*) dan *PF* (*pullout fracture*) dalam pengelasan titik logam tak sejenis (*dissimilar*). Hasil penelitian ini selanjutnya akan digunakan sebagai parameter utama dalam pengelasan di industri yang hingga saat ini belum ditemukan pengaturan yang tepat. Karakterisasi yang dilakukan adalah uji komposisi, uji struktur mikro, uji kekerasan dan uji tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi arus dan waktu berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan. Semakin tinggi arus dan waktu pengelasan maka kekuatan tarik semakin tinggi.

**Kata Kunci:** *Resistance Spot Welding*, AISI 1003, AISI 1025, lastitik, fotomikro, kekuatantarik.

## 1. Pendahuluan

Metode pengelasan *Resistance Spot Welding* (lastitik) muncul seiring dengan energi listrik yang semakin mudah dan murah dipergunakan. Pengelasan titik (*resistance spot welding*) adalah suatu bentuk pengelasan tahanan dimana suatu las dihasilkan pada suatu titik ada benda kerja diantara elektroda-elektroda pembawa arus, lasakan mempunyai luas yang kira-kira sama dengan ujung elektroda, atau sekecil ujung elektroda dari ukuran yang berbeda-beda (Kenyon, 1985). Dalam lastitik, pelat yang dilas dijepit pada tempat sambungan dengan sepasang elektroda dari paduan tembaga dan kemudian dialiri arus listrik yang besar dalam waktu yang singkat (Wirjosumarto & Okumura, 1996). Sejauh ini penggunaan las titik dapat ditemui di dunia industri, diantaranya seperti industri otomotif, peralatan rumah tangga, kerajinan, rekayasa pesawat ruang angkasa *auto-body*, truck kabin, dan *hospital equipment*.

Metode pengelasan titik (*spot welding*) digunakan dengan alasan memiliki kelebihan mudah dioperasikan karena tidak dibutuhkan keahlian khusus seperti metode pengelasan lainnya, waktu lebih singkat, sehingga akan meningkatkan kecepatan produksi yang berdampak pada efisiensi waktu.

Namun dibalik kelebihan ada kendala utama pada proses pengelasan ini yang masih ditemui, yakni benda kerja yang dilas sering kali tidak menempel dengan kuat, kasus ini dialami pada plat AISI 1003 dan *nut weld* AISI 1025. Hal ini bisa disebabkan karena variasi waktu penekanan dan arus listrik belum mendapatkan pengaturan yang sesuai. Variasi arus dan waktu yang dipilih mungkin terlalu kecil, atau mungkin terlalu besar. Kondisi ini menyebabkan sambungan las titik mempunyai kekuatan terlalu rendah sehingga terjadi kegagalan antar muka (*interfacial fracture/IF*) atau terlalu kuat melebihi kekuatan plat yang disambung sehingga terjadi kegagalan pada plat yang disambung (*pullout fracture/PF*). Selain itu faktor baja karbon rendah yang sangat rawan korosi juga mempengaruhi kekuatan sambungan. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti perilaku kegagalan antar muka *IF* (*interfacial fracture*) dan kegagalan pada pelat *PF* (*pullout fracture*) dalam pengelasan titik logam tak sejenis (*dissimilar*), dan rawan korosi yang selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan arus listrik dan waktu pengelasan optimum yang selanjutnya bisa digunakan sebagai parameter utama dalam pengelasan di perusahaan yang hingga saat ini belum ditemukan standarisasinya.

## 2. Metode Penelitian

Pengelasan menggunakan mesin las spot welding UTO CHUO SPOT WELDER milik PT. Mega Andalan Kalasan Yogyakarta. Bahan baku pengelasan menggunakan plat SPCC-SD 1,8 (AISI 1003) dan nut weld M6 (AISI 1025). Perhitungan

komposisi dilakukan dengan alat di PT. Itokoh Ceperindo, Klaten, Jawa Tengah. Selanjutnya spesimen dipotong menjadi 2 bagian dengan gergaji manual dan selanjutnya dilakukan pengamplasan, pemolesan, dan etsa untuk selanjutnya dilakukan pengujian struktur mikro (mikroskop optik dan SEM-EDX), pengujian kekerasan, dan uji ketahanan korosi. Foto mikro menggunakan mikroskop optik merk Olympus milik Laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin Program D3 UGM serta menggunakan mikroskop electron (SEM) milik LPPT UGM. Uji kekerasan (mikrovickers) dengan alat KARL FRANK GMBH, WIENHEIM – BIRKENAU type : 38505 milik Laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin Program D3 UGM. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan tarik sambungan dissimilar plat SPCC-SD 1,8 (AISI 1003) dengan nut weld M6 (AISI 1025) dengan menggunakan alat uji tarik merk Controlab model TM-MD (MOTORIZED) milik Laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin Program D3 UGM.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur pada spesimen plat SPCC-SD 1,8 dan nut weld M6 (Tabel 1).

Tabel 1 menunjukkan bahwa plat mempunyai komposisi karbon (C) sebesar 0,03%, Mn sebesar 0,21%, Si sebesar 0,01%, S sebesar 0,01%, dan P sebesar 0,01%. maka plat ini termasuk dalam klasifikasi baja karbon karena dalam proses pembuatannya unsur seperti Mn, Si, S, P tidak mungkin dihilangkan. Kandungan karbon (C) sebesar 0,03% menunjukkan bahwa plat ini termasuk dalam klasifikasi baja karbon rendah karena menurut (Wirjosumarto, 2008) dikatakan baja karbon rendah bila baja tersebut memiliki kandungan kadar karbon kurang dari 0,30%.

Sedangkan pada mur terdapat kandungan unsur karbon (C) sebesar 0,25%, Mn sebesar 0,49%, Si sebesar 0,18%, S sebesar 0,01%, P sebesar 0,02% maka ini termasuk dalam klasifikasi baja karbon karena dalam proses pembuatannya unsur seperti Mn, Si, S, P tidak mungkin dihilangkan. Sama halnya dengan plat kandungan karbon (C) pada mur sebesar 0,25% yang mana lebih kecil dari ketentuan bahwa baja karbon rendah adalah baja dengan kandungan kadar karbon dibawah 0,30% maka mur termasuk dalam klasifikasi baja karbon rendah. Dari klasifikasinya baja karbon rendah memiliki struktur kristal BCC yang diharapkan memiliki ketangguhan yang tinggi karena struktur

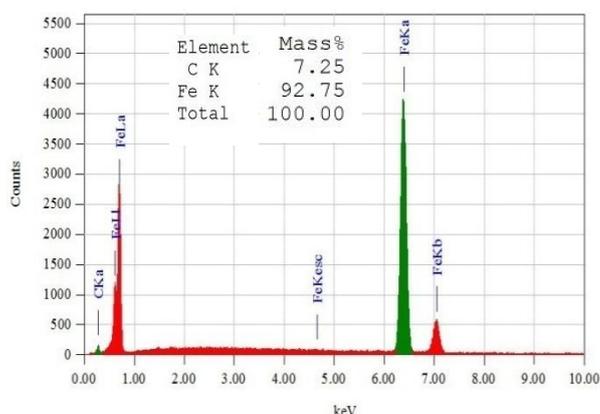
mikro yang terbentuk akan didominasi oleh struktur ferit dan perlit.

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi

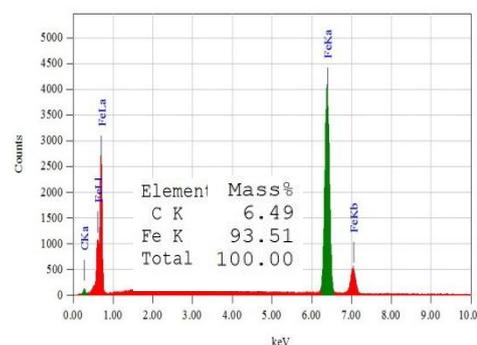
No	UNSUR	Wt (%)	
		Pelat	Mur
1	Fe	99.63	98.83
2	S	0.01	0.01
3	Al	0.02	0.02
4	C	0.03	0.25
5	Si	0.01	0.18
6	Cr	0.02	0.03
7	Mn	0.21	0.49
8	P	0.01	0.02
9	N	0.02	0.08

Sumber: PT. ITOKOH CEPERINDO, Klaten

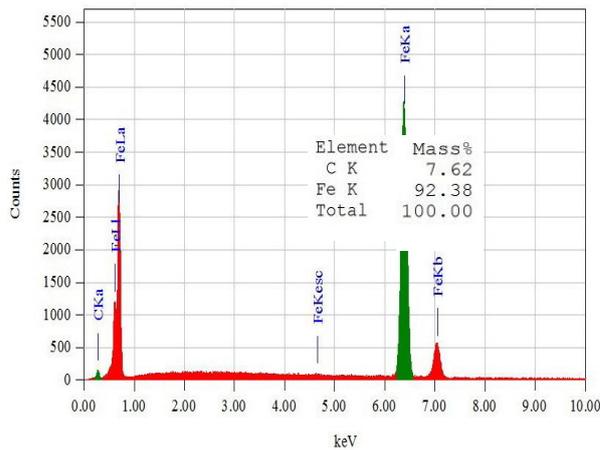
### Analisis uji komposisi EDX



Gambar 1. Komposisi Kimia Weld zone Arus 61 Ampere dengan Waktu 14 Cycle.



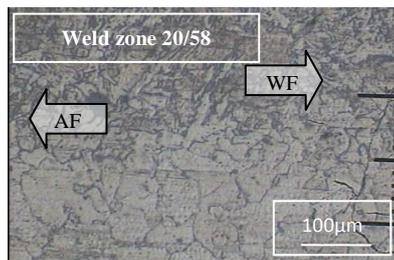
Gambar 2. Komposisi Kimia HAZ Arus 61 Ampere dengan Waktu 14 Cycle.



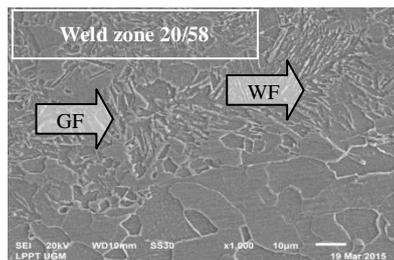
Gambar 3. Komposisi Kimia Base metal Arus 61 Ampere dengan Waktu 14 Cycle.

Dari Gambar 1 – 3 dapat diketahui hasil pengujian EDX (*Energy Dispersive X-ray Spectrometer*) untuk sampel *spot welding* sambungan *dissimilar* variasi arus 61 Ampere dan waktu 14 cycle terlihat bahwa pada *weld zone* terlihat struktur ferit batas butir, *ferit acicular*, serta juga terdapat ferit memiliki kandungan karbon (C) sebesar 7,25% massa, pada daerah *HAZ* yang didominasi ferit batas butir dan ferit memiliki kandungan karbon (C) 6,49% massa, serta daerah *base metal* yang didominasi oleh fasa ferit memiliki kandungan kadar karbon (C) 7,62% massa.

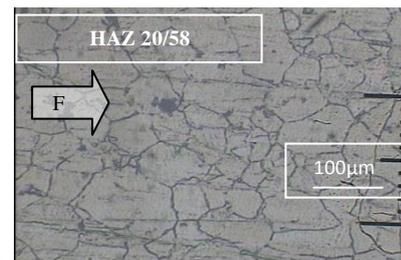
### Hasil analisis strukturmikro



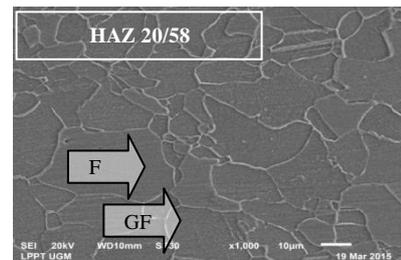
Gambar 4. Komposisi Kimia HAZ Arus 61 Ampere dengan Waktu 14 Cycle.



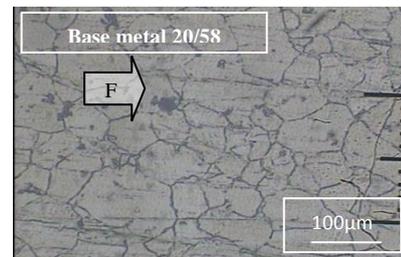
Gambar 5. Komposisi Kimia HAZ Arus 61 Ampere dengan Waktu 14 Cycle.



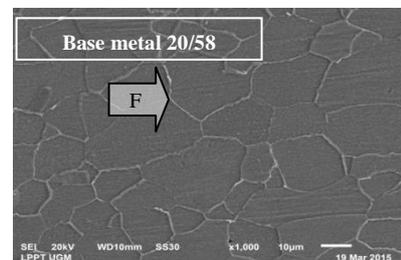
Gambar 6. Komposisi Kimia HAZ Arus 61 Ampere dengan Waktu 14 Cycle.



Gambar 7. Komposisi Kimia HAZ Arus 61 Ampere dengan Waktu 14 Cycle.



Gambar 8. Komposisi Kimia HAZ Arus 61 Ampere dengan Waktu 14 Cycle.



Gambar 9. Komposisi Kimia HAZ Arus 61 Ampere dengan Waktu 14 Cycle.

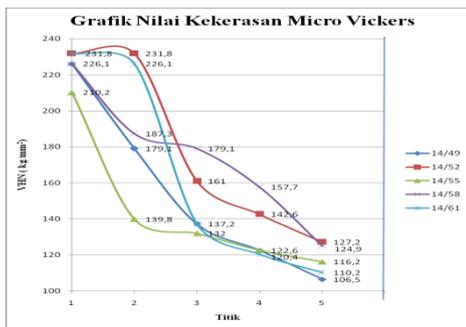
Keterangan :

- Af = Acicular ferrite
- Wf = Widmanstätten ferrite
- Gf = Grain Boundary Ferrite

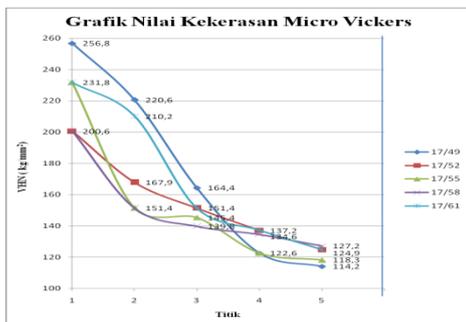
Pada peningkatan cycle dan ampere struktur mikro *weld zone* butiran Ferrite semakin mengecil terlihat pada Gambar 4.4. dengan penyebaran

yang merata pada baja AISI 1025, sedangkan daerah *weld zone* AISI 1003 berbentuk butiran ferit yang besar dengan penyebaran merata. Jumlah *Acicular ferrite* dan *Widmanstatten ferrite* semakin berkurang seiring peningkatan *cycle* dan *ampere* yang tinggi terlihat pada Gambar 4.4. pada baja AISI 1025. Pada pengaturan *cycle* dan *ampere* maksimal sampai logam mur meleh semua struktur mikro yang terbentuk butiran *Ferrite* mengecil berbentuk memanjang pada daerah *weld zone* terlihat pada Gambar 4.4. AISI 1025, daerah *weld zone* baja AISI 1003 didominasi sedikit *Acicular ferrite* dan *Grain boundary ferrite* pada tengah sambungan antara baja AISI 1025 dan baja AISI 1003 terlihat pada Gambar 4.4. penyebaran butiran tidak merata. Pada daerah *HAZ* didominasi *Ferrite* sedikit *Acicular ferrite* dan *Grain Boundary Ferrite* dengan penyebaran tidak merata. Pada daerah *base metal* didominasi *Ferrite* dengan butiran yang merata, karena daerah ini tidak terpengaruh panas saat pengelasan.

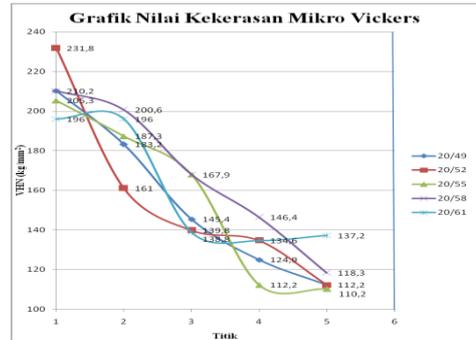
### Analisis Hasil Kekerasan



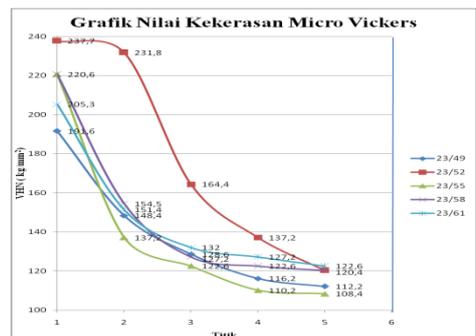
Gambar 10. Nilai kekerasan micro vickers variasi 14 cycle.



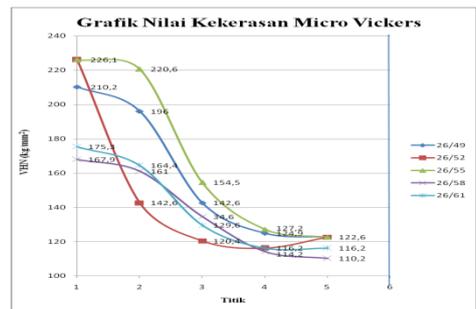
Gambar 11. Nilai kekerasan micro vickers variasi 17 cycle.



Gambar 12. Nilai kekerasan micro vickers variasi 20 cycle.



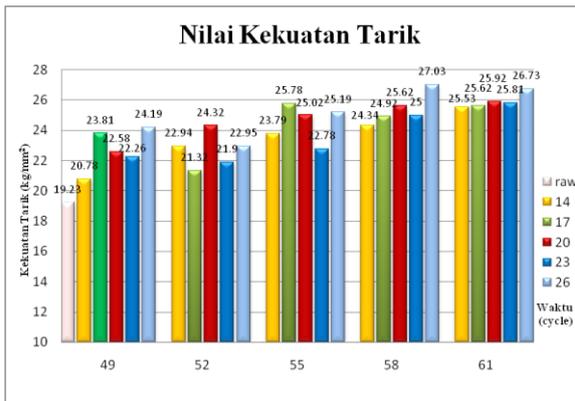
Gambar 13. Nilai kekerasan micro vickers variasi 23 cycle.



Gambar 14. Nilai kekerasan micro vickers variasi 26 cycle.

Gambar 10, 11, 12, 13, 14 menunjukkan bahwa pada sambungan dissimilar AISI 1003 dengan AISI 1025 nilai kekerasan tertinggi terjadi pada variasi waktu 23 cycle dan arus 52 ampere sebesar 237,7 VHN. Nilai rata-rata kekerasan akan semakin meningkat seiring meningkatnya waktu penekanan (cycle).

## Analisis Uji Tarik



Gambar 14. Nilai kekerasan micro vickers variasi 26 cycle.

Hasil uji kekuatan tarik menunjukkan bahwa variasi 26 cycle 58 ampere mempunyai nilai kekuatan tarik sebesar 27,03kg/mm<sup>2</sup> nilai kekuatan tarik ini cukup tinggi jika dibandingkan tarik variasi lainnya. Hal ini disebabkan menyatunya semua mur keplat sampai menyebabkan alir rusak. Semakin tinggi cycle dan ampere menyebabkan kemungkinan mur rusak sangat tinggi.

## Kesimpulan

1. Logam induk mempunyai struktur mikro ferit, pada daerah HAZ struktur yang terbentuk juga ferit namun terlihat lebih halus dibandingkan dengan logam induk, pada weld zone terdapat struktur acicular ferrite, widmenstatten ferrite, grain boundary ferrite dan semakin tinggi waktu serta arus pengelasan struktur *grainboundary* semakin mendominasi dan spesimen cenderung terlihat feritik.
2. Nilai kekerasan tertinggi daerah las terjadi pada variasi waktu 23 cycle dan arus 52 ampere.
3. Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat variasi 26 cycle 58 ampere dengan nilai kekuatan tarik sebesar 27,03 kg/mm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anon., Handbook for Resistance Spot Welding, Miller, Appleton, Wisconsin, 2005, p.6.
- ASTM Internasional, 2004, ASTM G31-72: Standart Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. United State.
- Fontana, Mars, 1987, "Corrosion Engineering", 3<sup>rd</sup> ed, Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Haikal dan Triyono, 2013, Studi Literatur Pengaruh Parameter Pengelasan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik pada Las Titik (*resistance*

*spotwelding*), Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Kenyon, W., 1985, "Dasar – dasar pengelasan", Penerbit Erlangga, Jakarta.

Kou, S., 1987, "Welding Metallurgy", John Wiles & Sons, Singapore.

Tata Surdia, Saito.S., 1999, "Pengetahuan Bahan Teknik", Pradnya Paramita, Jakarta.

Trethewey, K. R., 1991, "Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan", PT. Gramedia, Jakarta

Wiryo Sumarto, Okumura, H. T., 1996, "Teknik Pengelasan Logam", Pradnya Paramitha, Jakarta.

Yudhyadi, 2007, Karakteristik Hasil Las Titik Berdasarkan Pemilihan Variabel Arus Pada Pengelasan Plat Baja Karbon Rendah, Universitas Mataram, Mataram.

Yustiasih Purwaningrum, Pengaruh Tebal Plat dan Tegangan Listrik Terhadap Mode Patah Sambungan *Dissimilar* Las Titik, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.