

STUDI PENGARUH *NORMALISING* TERHADAP KARAKTERISTIK DAN SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS SMAW PADA PLAT JIS SM 41B MENGGUNAKAN ELEKTRODA E 7016 DAN E 6013

Muhammad Romdhon, Solechan*, Samsudi Raharjo

Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang

Jl. Kasipah No.12, Semarang 50254

*Email: Solechan1981@gmail.com

Abstrak

Pengelasan adalah proses penyambungan logam menggunakan energi panas. Akibatnya sambungan las mengalami siklus termal cepat sehingga terjadi perubahan metalurgi, deformasi dan tegangan sisa. Hal ini erat kaitannya dengan ketangguhan, cacat las, retak dan sebagainya yang berpengaruh fatal terhadap keamanan konstruksi las. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi pola struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik sambungan las sebelum dan sesudah proses normalising untuk di analisa dan dibandingkan. Sehingga dapat diketahui pengaruh normalising terhadap karakteristik dan sifat mekanik daerah pengelasan dan holding time normalising yang efektif.

Metodologi yang dipakai adalah uji laboratorium terhadap sambungan las Shield Metal Arc Welding (SMAW) baja karbon rendah plat JIS SM 41B tebal 10 mm dengan elektroda E 6013 dan E 7016. Pengelasan menggunakan variasi arus 85, 95 dan 100 A. Temperatur normalising 925^oC dengan holding time 30, 60 dan 90 menit. Hasil penelitian struktur mikro sambungan las menjadi homogen dan berbutir kecil setelah normalising. Paling homogen pada arus 95 A holding time 60 menit. Struktur mikro HAZ sebelum normalising didominasi Widmanstatten Ferit berbentuk columnar dendrit rawan pada rambatan retak. Setelah normalising struktur didominasi Ferit dan Perlit dan beberapa Grand Boundary Ferit. Kekerasan dan kekuatan tarik sambungan las menurun. Terbesar pada logam las 100 A holding time 90 menit mencapai 11,72% dan 10 %. Daerah HAZ harga kekerasan rata – rata tertinggi 161,2 HVN pada Arus 95 A holding time 30 menit. Sedangkan harga kekerasan rata - rata terendah daerah HAZ 149,9 HVN pada arus 100 A holding time 90 menit.

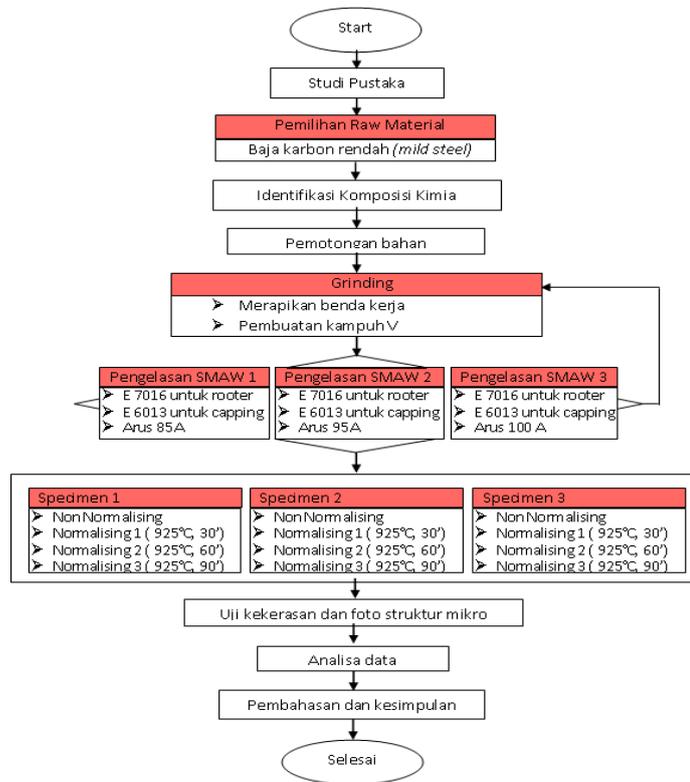
Kata kunci : SMAW, baja karbon rendah, normalising, arus, holding time.

1. PENDAHULUAN

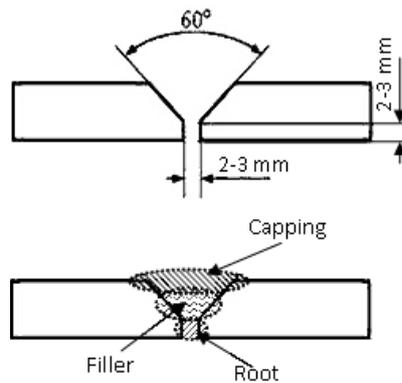
Besi dan baja merupakan logam paling banyak digunakan dunia industri karena ekonomis dan sifatnya yang bervariasi. Dalam produksi baja, baja karbon rendah adalah produk yang utama (Surdia.,2005). Penggunaan teknik pengelasan meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa saluran, kendaraan rel dan lain sebagainya. Menurut *Deutsche Industri Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer. Karena proses ini logam disekitar lasan mengalami siklus termal cepat yang mengakibatkan terjadinya perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan – tegangan termal (tegangan sisa). Pembebasan tegangan sisa paling banyak digunakan adalah cara termal (Wiriyosumarto., 2008). Cara termal dengan *Heat Treatment*, salah satunya normalising dengan tujuan peningkatan *machinability*, perbaikan butiran struktur, homogenisasi, menghilangkan / modifikasi tegangan sisa (ASM *Hand Book Heat Treating.*; 1991).

2. METODOLOGI

Diagram alir penelitian sebagai langkah kerja ditunjukkan pada **Gambar 1**. Material uji adalah JIS SM 41 B tebal 10 mm. Pengelasan dengan kampuh V tunggal terbuka (**Gambar 2**) dengan elektroda E 7016 untuk rooter dan filler kampuh. E 6013 untuk capping. Pengelasan menggunakan arus DC (-) karena *arc* lebih stabil dengan variasi arus las 85, 95 dan 100A (3 spesimen). Normalising *weld joint* pada suhu 925^oC (Shanping, 2010), *holding time* 30, 60 dan 90 menit. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian komposisi kimia, hardness dan metalografi sedangkan kekuatan tarik dari konversi nilai *hardnes*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Kampuh V tunggal dan step pengelasan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Komposisi Kimia

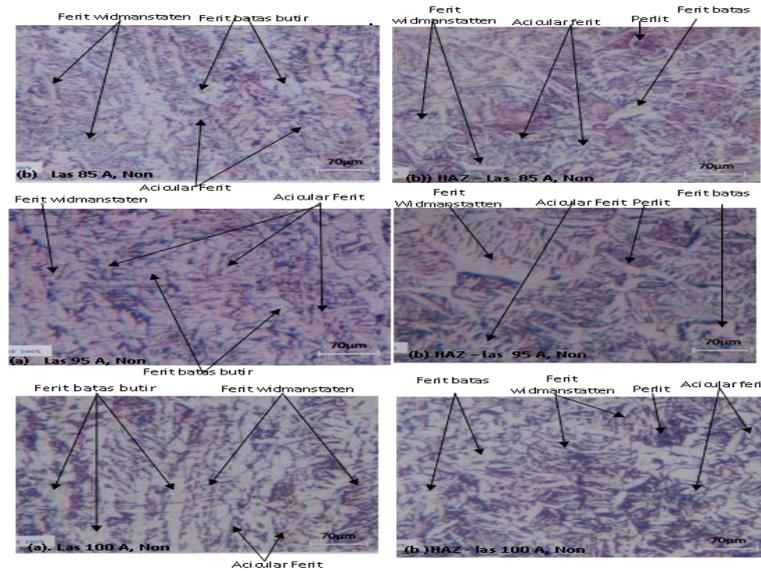
Tabel 1. Perbandingan komposisi kimia bahan uji dan bahan standar dalam % berat

Nama Bahan	Tebal plat	Unsur paduan (% wt)				
		C	Si	Mn	P	S
Bahan Uji	10 mm	0,199	0,337	0,56	0,0105	0,0169
JIS SM 41B	5 ≤ t ≤ 16	≤ 0,20	≤ 0,35	≤ 0,6	≤ 0,04	≤ 0,04

Komposisi kimia plat untuk pengelasan di tampilkan pada Tabel , termasuk baja rol panas untuk konstruksi las jenis baja JIS SM 41B. Kekuatan luluh kurang dari 25 kg/mm², kekuatan tarik antara 41–52 kg/mm². Termasuk baja hypoeutektoid karena kandungan karbonnya kurang dari 0,8% (Gambar 4).

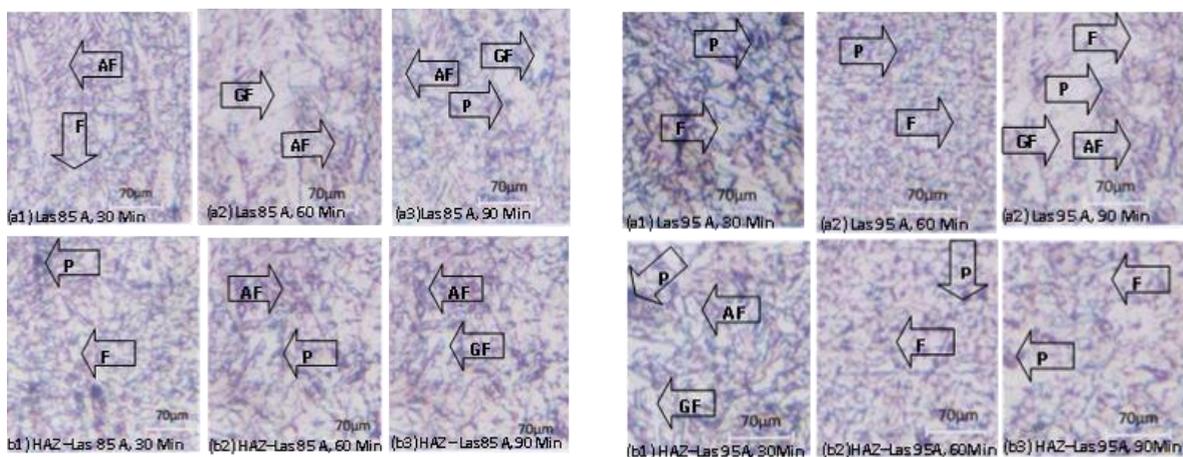
3.2 Hasil Uji Struktur Mikro

Struktur mikro daerah las-HAZ sebelum normalising (**Gambar 3**). Struktur mikro *fusion zone* adalah ferit acicular, ferit batas butir (*grand boundary ferrite*) dan widmanstatten ferit. Struktur ferit acicular saling berkaitan membentuk *interlocking structure*. Struktur ferit widmanstatten ini memiliki struktur berbutir panjang (*columnar grains*).



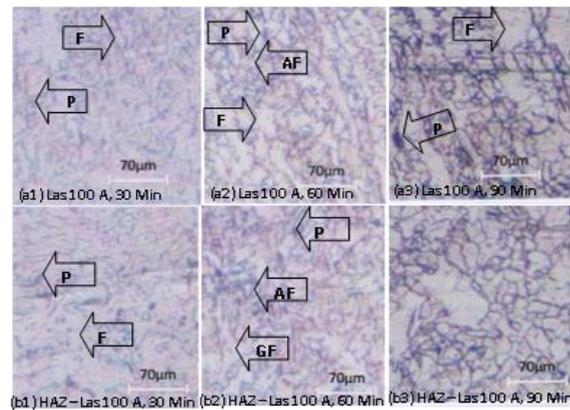
Gambar 3. Struktur mikro sebelum normalising

pertumbuhan kristal struktur pilar (*dendrit columnar*) arah anak panah, dari logam induk menuju cairan las. Pada garis lebur sebagian logam induk mencair dan selama pembekuan, logam las tumbuh pada butir-butir logam induk (Kou., 2003). Pada arus 100 A ferit widmanstatten lebih mendominasi, pada amper 85 A butiran ferit agak kecil karena masukan panas lebih kecil. Butiran yang terbentuk dalam logam las lebih kecil dan halus dibandingkan daerah HAZ, karena masukan panas berulang dari proses *multi pass weld*. Dengan pengelasan berlapis merupakan bentuk dari teknik normalising struktur las (Ahmadil., 2012). Pada suhu normal material berbutir halus lebih kuat dibandingkan material yang berbutir kasar (Van vlack., 2001). Struktur mikro setelah normalising pada temperatur 85, 95 dan 100 A ditampilkan **Gambar 4**, terdiri dari ferit, perlit dan acicular ferit. Normalising menjadikan struktur mikro sambungan las berubah maka sifat mekanik logam juga berubah. Struktur HAZ – las setelah normalising adalah ferit perlit dan ferit batas butir. Butir ferit bertambah besar dengan bertambahnya *holding time*. Struktur HAZ – las paling homogen pada 85 A *holding time* 30 menit, arus 95 A *holding time* 60 menit sedangkan untuk arus 100 A antara 60 dan 90 menit struktur mikronya identik.



Struktur mikro 85 A

Struktur mikro 95 A

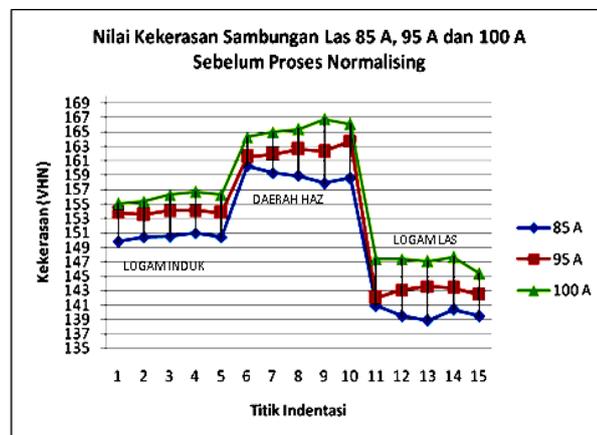


Struktur mikro 100 A

Gambar 4. Struktur mikro 85, 95 dan 100 A setelah normalising (140x)

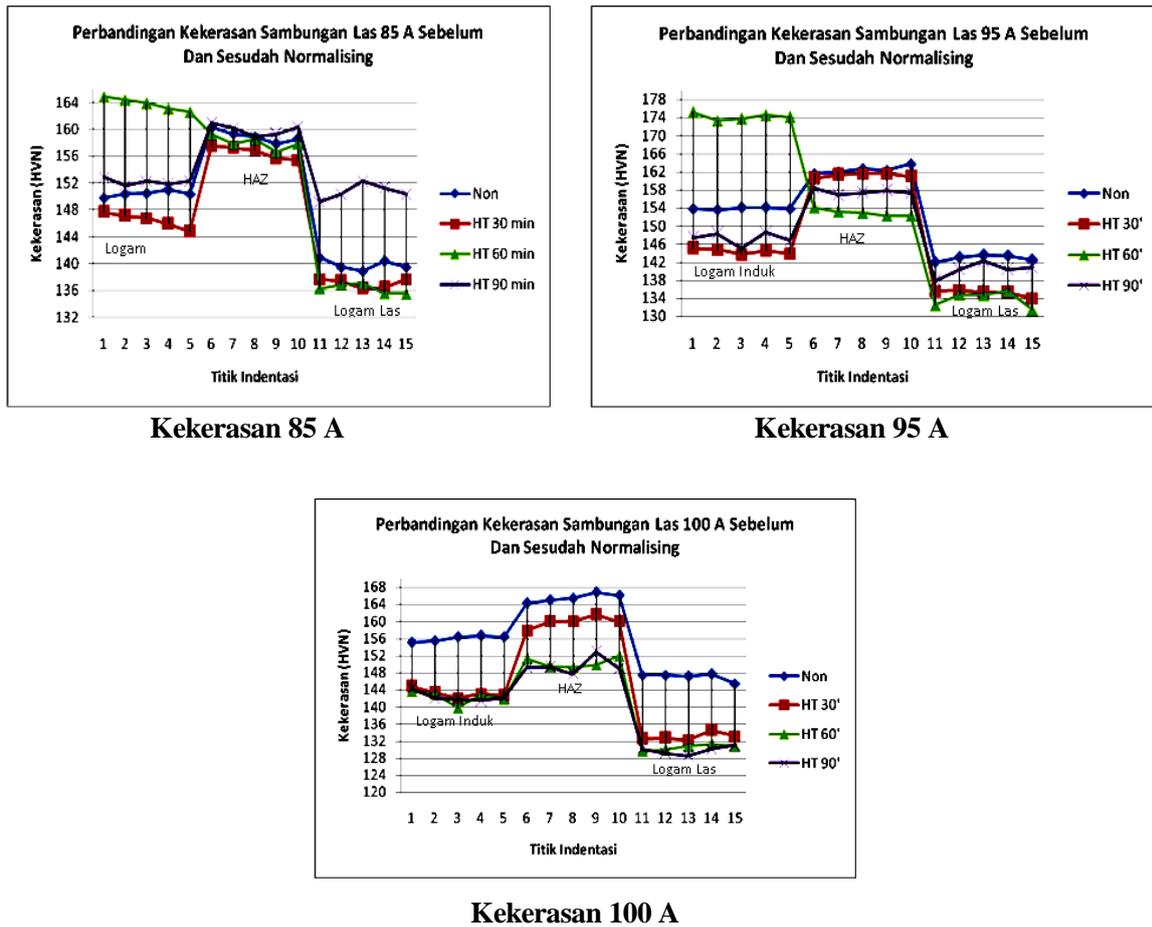
3.3. Hasil Uji Kekerasan

Pengambilan data kekerasan dilakukan pada 5 titik pada masing – masing daerah spesimen.



Gambar 6. Grafik Hardness sebelum normalising

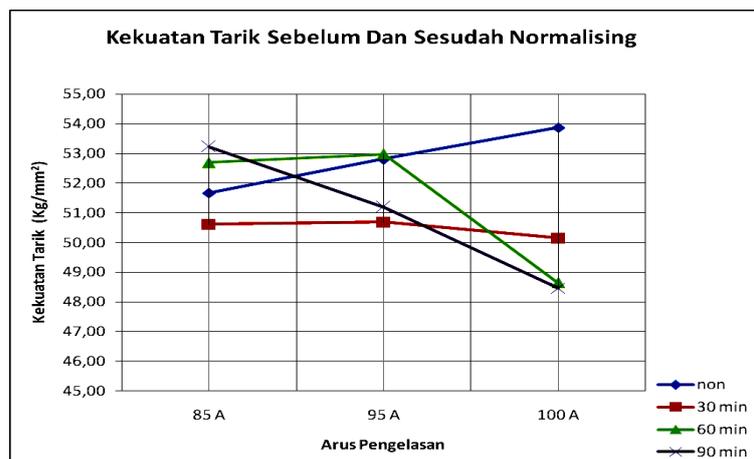
Tren kekerasan mirip, kekerasan meningkat pada HAZ dan menurun pada logam las (Gambar 6). Arus 100 A kekerasan rata-rata HAZ 165,52 HVN, logam las kekerasan rata – ratanya 147,01 HVN. Dengan meningkatnya arus pengelasan kekerasan logam las dan HAZ meningkat. Daerah logam las kekerasannya paling rendah disebabkan pengelasan berlapis sehingga merubah struktur logam las. Menurut Suharno (2008), jika masukan panas besar maka laju pendinginan proses pengelasan menjadi lambat, akibatnya struktur yang terbentuk didominasi oleh ferit batas butir yang bersifat lunak. Dari grafik pengujian kekerasan pengelasan 85, 95 dan 100 A Gambar 7, diketahui rata – rata nilai kekerasan HAZ dan logam las menurun dengan penambahan *holding time* normalising. Pada pengelasan arus 85 A *holding time* 90 menit *hardness* naik 0,5% daerah HAZ, 7,7 % daerah las dan 1,1 % logam induk. Kekerasan rata – rata tertinggi HAZ 161,2 HVN pada Arus 95 A *holding time* 30 menit. *Hardness* rata - rata terendah HAZ 149,9 HVN pada arus 100 A *holding time* 90 menit. Jika *Holding timenya* ditambah harga kekerasan sambungan las menurun. Hal ini dipengaruhi oleh masukan panas yang tinggi akibat waktu penahanan suhu yang lama sehingga pertumbuhan butir menjadi besar. Butir besar adalah salah satu penyebab turunnya harga kekerasan (Aisyah, 2010). Penurunan *hardness* terbesar pada logam las 100 A *holding time* 90 menit mencapai 11,72%.



Gambar 7. Grafik kekerasan 85, 95 dan 100 A setelah normalising

3.4. Tegangan Tarik

Menurut Callister (2007) nilai kekerasan suatu bahan sering dikaitkan dengan sifat mekanik lainnya seperti tegangan tarik. Sebelum proses normalising, kekuatan tarik meningkat dengan bertambahnya arus pengelasan, 51,67 Kg/mm² untuk arus 85 A dan 53,88 Kg/mm² untuk arus 100A. Dari grafik pada **Gambar 8** kekuatan tarik logam lasan cenderung menurun setelah proses normalising. Penurunan terbesar pada arus 100 A *holding time* 90 menit yaitu sebesar 10 %. Kekerasan turun berbanding lurus dengan kekuatan tarik, kekerasan turun kekuatan tarik juga menurun (Shanping., 2010)



Gambar 8. Grafik Kekuatan tarik sebelum dan setelah normalising

4. KESIMPULAN

1. Normalising 925°C sambungan las *plat* JIS SM 41B merubah struktur mikro dan menurunkan kekerasan logam las dan HAZ, penurunan terbesar pada 100 A *holding time* 90 menit mencapai 11,72%. Kekerasan HAZ tertinggi 161,2 HVN pada 95 A *holding time* 30 menit. terendah 149,9 HVN pada 100 A *holding time* 90 menit.
2. Struktur mikro HAZ didominasi struktur ferit widmanstatten berbentuk dendrit kolumnar butir panjang setelah normalising menjadi struktur berbutir lembut ferit – perlit, *grand boundary ferrite*, juga *acicular ferrite* yang bersifat tangguh.
3. Normalising menghasilkan struktur homogen mengindikasikan hilangnya tegangan sisa. Struktur paling homogen berbutir halus pada 95 A *holding time* 60 menit.
4. Kekuatan tarik menurun setelah normalising, terbesar pada 100 A *holding time* 90 menit sebesar 10%.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Handbook., (1991), *Heat Treating*, Vol. 4.
- Aisyah, (2010), *Perubahan Struktur Mikro & Sifat Mekanik Pada Pengelasan Drum Baja Karbon Wadah Limbah Radioaktif*, ISSN 1410-6086
- Amin dan Ahmadil.,, 2012, *Pengaruh Besar Arus Temper Bead Welding Terhadap Ketangguhan Hasil Las Smaw Pada Baja St37*, Vol. 4, ISSN, 2085-3548
- Kou, S, (2003), *Welding Metallurgy*, 2nd Edition, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, USA
- Shanping LU, Shitong WEI, Zhiquan LIU, Dianzhong LI, Yiyi LI, (2010), *Effects of Normalizing Process on the Microstructural Evolution and Mechanical Properties of Low Carbon Steel Weld Metal with Niobium Addition*, Vol. 50, ISIJ International, No. 2, pp. 248–254
- Tata Surdia dan Shinroku Saito, 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cet. 6, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Van Vlack, Lawrence H. Terjemahan Djaprie, Sriati., (1985), *Ilmu Dan Teknologi Bahan*, Edisi 5, Erlangga, Jakarta
- Callister ,WD.,, 1990, *Materials Science And Engineering An Introduction, second edition*, New York
- Wirjosumarto, H.,Okumura T., (2008), *Teknologi Pengelasan Logam*, Cet. 10, PT. Pradnya Paramita, Jakarta