

ANALISA FLUIDA PENDINGIN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA MATERIAL STAINLESS STEEL 304

Tumpal Ojahan R, Yusup Hendronursito, Arif Hidayat

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati

Jl. Pramuka No 27 Kemiling, Bandar Lampung, Lampung, Telp/Fax. (0721) 271112 – (0721) 27119

Balai Penelitian Teknologi Mineral (BPTM) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Jl. Ir. Sutami Km.15 Tanjung Bintang, Lampung Selatan, Lampung.

email :

yusup.vina@gmail.com, tumpal-ojahan@yahoo.com

ABSTRAK

Material *stainless steel* banyak digunakan di dunia industri dan alat-alat kesehatan karena memiliki sifat korosif yang baik, mampu mencegah kontaminasi, dapat didaur ulang, dekoratif dan mudah dibersihkan. Penggunaan *stainless steel* tidak lepas dari proses pengelasan, oleh karena itu penulis melakukan penelitian dengan memvariasikan Fluida Pendingin (Air, Oli dan Udara) menggunakan las GTAW dengan parameter debit aliran gas 17 liter/menit, arus 130 Amper dan Elektroda EWTh-2. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pendinginan terhadap sifat mekanik dan struktur mikro. Hasil Pengujian Tarik nilai rata-rata $\sigma_y = 374,0$ MPa, $\sigma_{max} = 626,0$ MPa, $\Delta L = 27,5$ mm dan $\epsilon = 54,8$ % fluida air. Nilai rata-rata $\sigma_y = 335,3$ MPa, $\sigma_{max} = 543,7$ MPa, $\Delta L = 22,1$ mm dan $\epsilon = 44,2$ % fluida oli. Nilai rata-rata $\sigma_y = 299,3$ MPa, $\sigma_{max} = 481,3$ MPa, $\Delta L = 19,4$ mm dan $\epsilon = 38,8$ % fluida udara. Hasil Pengujian Kekerasan nilai rata-rata fluida air daerah weld = 74,93 HRb, HAZ = 75,50 HRb. Nilai rata-rata fluida oli daerah weld = 74,77 HRb, HAZ = 74,60 HRb. Nilai rata-rata fluida udara daerah weld = 73,40 HRb, HAZ = 74,43 HRb. Fasa yang terbentuk sebelum pengelasan adalah fasa austenite, setelah dilakukan pengelasan terdapat penambahan fasa karbida crom. Dari hasil pengujian sifat mekanik yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa untuk pengelasan GTAW dengan material *stainless steel* jenis 304 fluida pendingin yang terbaik adalah dengan menggunakan fluida pendingin air.

Kata Kunci: GTAW, fluida pendingin, *stainless steel* 304, sifat mekanik, struktur mikro.

ABSTRACT

Cooling fluid analysis of mechanical properties and micro structure on stainless steel 304 material. Stainless steel materials widely used in the industrial and medical equipment because having the nature of corrosive, capable of preventing contamination, can be recycled, decorative and easily cleared. The use of stainless steel can't be separated from the process of welding, writer do research by varying fluid cooling (Water, Oli and Air) using GTAW welding with discharge of the parameters a stream of gas 17 liters per minute, the current 130 Ampere and Electrodes EWTh-2. The purpose of this research to know the cooling influence against mechanical properties and micro structure. The results of tensile test value is $\sigma_y = 374,0$ MPa, $\sigma_{max} = 626,0$ MPa, $\Delta L = 27,5$ mm and $\epsilon = 54,8$ % water fluid. The value is $\sigma_y = 335,3$ MPa, $\sigma_{max} = 543,7$ MPa, $\Delta L = 22,1$ mm and $\epsilon = 44,2$ % oil fluid. The value is $\sigma_y = 299,3$ MPa, $\sigma_{max} = 481,3$ MPa, $\Delta L = 19,4$ mm and $\epsilon = 38,8$ % air fluid. The results of hardness test value of water fluid in welding area = 74,93 HRb, HAZ = 75,50 HRb. The results value of oil fluid in welding area = 74,77 HRb, HAZ = 74,60 HRb. The results value of air fluid in welding area = 73,40 HRb, HAZ = 74,43 HRb. The phase that is formed before welding is the austenite phase, through welding there are adding the phase carbide crom. From the

testing mechanical properties that has been in conclusion that for GTAW welding with the material stainless steel 304 cooling kind of fluid the list is water cooling fluid.

Keywords: GTAW, cooling fluid, stainless steel 304, mechanical properties, micro structure.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan dunia industri makanan dan kesehatan/ medis sekarang ini mengakibatkan kebutuhan material semakin meningkat. Oleh karena itu dunia perindustrian saat ini mulai melirik pada penggunaan bahan *stainless steel* sebagai bahan baku utama dalam produksinya, karena paduan *stainless steel* termasuk logam yang berpenampilan menarik (*attractive*), tahan korosi (*corrosion resistance*), berkekuatan tinggi (*high strength*) dan rendah perawatan (*low maintenance*) berbeda dengan besi atau baja. Penggunaan di bidang medis yaitu sebagai bahan plat penyambung tulang yang harus mempunyai ketahanan korosi yang tinggi dan mampu menahan beban dinamis yang berulang-ulang. Alasan peneliti memilih bahan *stainless steel 304* karena lebih banyak dari bahan *stainless steel 304* serta ketersediaan dalam jumlah banyak, mudah diperoleh dipasaran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) adalah pengelasan dengan menggunakan busur nyala yang dihasilkan oleh elektroda tetap terbuat dari tungsten. Sedangkan sebagai bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang dilas dan terpisah dari tang las (Widharto, 2013).

Pengertian perlakuan panas atau *heat treatment* ialah suatu cara yang mengakibatkan perubahan struktur bahan melalui penyerapan panas. Struktur adalah susunan dalam logam, menjadi dapat dilihat jika sekeping logam yang terasah dan teretsa (asam salpeter) diamati dibawah mikroskop. Dalam pengelasan terjadi proses pemanasan dan juga pendinginan maka dapat dikatakan proses las juga proses *heat treatment* hanya saja terjadinya lokal, tidak seperti proses *heat treatment* pada umumnya (Harsono, 2008).

Salah satu tujuan dari proses pendinginan agar memperoleh struktur martensit yang keras, sekurang-kurangnya dipermukaan baja. Hal ini hanya dapat dicapai jika menggunakan medium *quenching* yang efektif sehingga baja didinginkan pada suatu laju yang dapat mencegah terbentuknya struktur yang lebih lunak seperti perlit atau bainit. Pemilihan medium *quenching* untuk mengeraskan baja tergantung pada laju pendinginan yang diinginkan agar dicapai kekerasan tertentu (Tumpal, 2011).

Normalizing adalah suatu proses pemanasan logam di atas suhu kritis atas kemudian

didinginkan secara perlahan-lahan dan dibiarkan dingin di udara terbuka. Prinsip dari proses *normalizing* adalah untuk melunakkan logam. Namun pada baja karbon tinggi atau baja paduan tertentu dengan proses ini belum tentu memperoleh baja yang lunak. Mungkin berupa pengerasan dan ini tergantung dari kadar karbon.

Menurut hasil pengujian kekerasan brinell pada penelitian lain dapat disimpulkan bahwa material dengan menggunakan pendinginan udara maka kekerasan akan berkurang. Hasil kekerasan yang baik yaitu dengan pendinginan fluida air (Purboputro dan Sudibyo, 2013).

3. METODE PENELITIAN

Persiapan alat dan bahan untuk pembuatan spesimen masing-masing pengujian yaitu spesimen uji tarik, spesimen uji kekerasan rockwell, dan komposisi kimia dilaksanakan di Balai Penelitian Teknologi Mineral (BPTM-LIPI), Tanjung Bintang Lampung. Pengujian Kekerasan rockwell dan struktur mikro dilakukan di LAB Balai Penelitian Teknologi Mineral (BPTM-LIPI), Tanjung Bintang Lampung. Pengujian tarik, dilakukan di LAB B4T (Balai Besar Bahan dan Barang Teknik) Bandung.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan adalah:

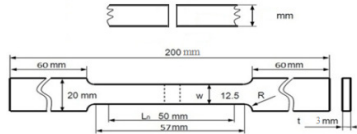
1. Mempersiapkan mesin las GTAW menggunakan gas argon DC sesuai dengan pemasangan polaritas terbalik.
2. Mempersiapkan benda kerja yang akan dilas pada meja las.
3. Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi mendatar atau bawah tangan.



Gambar 1. Posisi Pengelasan BPTM-LIPI Lampung Tanjung Bintang (01 Agustus 2016)



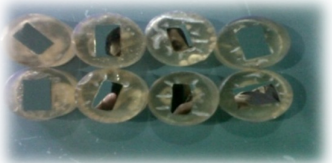
Gambar 2. Hasil pengelasan BPTM-LIPI Lampung Tanjung Bintang (01 Agustus 2016)



Gambar 3. Sampel Uji Tarik (ASTM E8/E8M-9)[1]



Gambar 4. Spesimen Uji Tarik Siap Uji Tarik



Gambar 5. Spesimen Yang Siap di Etsa



Gambar 6. Cairan etsa FeCl (5gr FeCl₃, 50ml HCl dan 100gr H₂O)[2].

Cairan etsa yang digunakan merupakan cairan yang khusus untuk material *stainless steel*, untuk melihat struktur mikro.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia

Unsur	Lambang	Kadar %
Besi	Fe	71,3
Crom	Cr	17,42
Nikel	Ni	8,37
Mangan	Mn	1,61
Silikon	Si	0,447
Kobalt	Co	0,313
Karbon	C	0,0637
Tembaga	Cu	0,0277
Fospor	P	0,0225
Molibden	Mo	0,0141
Timah	Ti	0,0084
Aluminium	Al	0,0079
Mangan	Mg	0,0068

Hasil Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari spesimen *stainless steel 304* sebagai material uji dalam penelitian ini. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik UPM 1000 dengan standar ASTM E8/8M-09.



Gambar 7. Patahan Spesimen Uji

Tabel 2. Hasil Uji Tarik

Fluida	Hasil Uji Tarik			
	σ_{Yield} MPa	σ_{Maks} MPa	ΔL mm	ϵ %
Base	382	647	23,6	47,2
Air	367	645	28,45	56,9
Oli	340,5	620,5	28,05	56,1
Udara	359	613	26,4	52,7

Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell

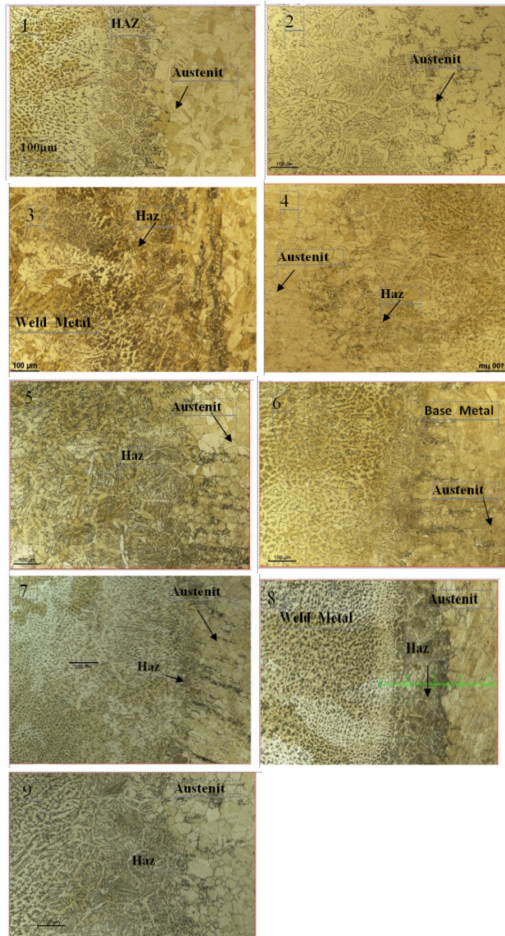
Pengujian kekerasan rockwell dilakukan untuk mendapatkan data kekerasan. Pengujian dilakukan pada daerah las (*weld metd*) daerah *heat affected zone* (HAZ) dan pada logam induk (*base metal*), pada material yang sudah dilakukan pengelasan dilakukan 15 titik pengujian, jarak antara titik yaitu 0,5 cm hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat. Pengujian kekerasan rockwell bahan menggunakan indenter intan (HRB) dengan beban minor 10 kgf dan beban mayor 90 kgf.

Tabel 3. Hasil Kekerasan

Sampel	Fluida pendingin	WM	HAZ
	Base Metal	81	81
1	Air	75	74.8
2	Air	75	75.7
3	Air	74.3	73.3
4	Udara	74.9	75.5
5	Udara	74.9	75
6	Udara	75	76
7	Oli	74.7	75
8	Oli	74.3	74.8
9	Oli	71.2	73.5

Hasil Struktur Mikro

Uji struktur mikro bertujuan untuk mengetahui bentuk, susunan, dan ukuran butir pada material secara mikro. Struktur mikro ini akan menggunakan pengamatan dengan pembesaran 10X. Pengamatan foto dilakukan pada daerah logam induk (*Base Metal*), daerah pengaruh panas (*Heat Affected Zone*) dan daerah pengelasan (*Weld Metal*). Pada hasil pengamatan Struktur mikro ini terlihat perbedaan yang jelas antara *weld metal*, HAZ dan *base metal*.



Gambar 8. Hasil Foto Struktur Mikro Perbesaran 10 kali

5. SIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa fluida pendingin berpengaruh terhadap sifat mekanik dan struktur mikro. Berikut adalah poin dari hasil kesimpulan penelitian yang dilakukan :

1. Dari hasil pengujian kekuatan tarik pada stainless steel type 304 hasil pengelasan GTAW, didapatkan nilai tegangan dan nilai modulus tertinggi menggunakan fluida Air.
2. Uji kekerasan *Rock well* yang tertinggi terdapat di daerah *Heat Affective Zone* (HAZ) dengan menggunakan media pendingin Air.
3. Pada struktur mikro, perubahan pada setiap jenis pendinginan sama, yaitu terdapat fasa *Austenite* dan pada daerah HAZ mulai terbentuk Karbida.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Metals Handbook. (2005). *Properties and Selection, Irons, Steels and High Performing Alloy*. Vol 01.
- Manual Book of ASTM Standards, ASTM E8/E8M-9. (2001). *Standard Test Methods For Tension Testing Of Metallic Materials*.
- Modul Training. (2015). Departemen Teknik Metalurgy dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat, Indonesia.
- Sri Widharto. (2013). *Welding Inspection*. ISBN 978-602-7523-52-4. Mitra Wacana Media : Jakarta.
- Sudibyo, Agus., Purboputro, Pramuko Ilmu. (2013). Pengaruh Pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) Dengan Variasi Pendinginan Air dan Udara Pada *Stainliss Steel 304* Terhadap Uji Komposisi Kimia, Struktur Mikro, Kekerasan Dan Impack. *Simposium Nasional RAPI XII*, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Tumpal OR. (2011). *Perlakuan Panas Dan Permukaan*. Diklat Teknik Mesin, Universitas Malahayati, Bandar Lampung.
- Wiryosumarto, Harsono. (2008). *Teknologi Pengelasan Logam*. PT. Pradya Paramita : Jakarta. Edisi kesepuluh.