
Analisa Komposisi Kimia, Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan pada Daerah Metalurgi Las Hasil *Friction Welding*

¹Deny Poniman Kosasih, ²Hari Din Nugraha, ³Dicky Prayoga

¹Universitas Subang Jalan R.A Kartini No 3. Subang 41285

² Universitas Subang Jalan R.A Kartini No 3. Subang 41285

³ Universitas Subang Jalan R.A Kartini No 3. Subang 41285

e-mail: denyponiman@gmail.com

Abstract

This study aims to conduct tests in reviewing changes in mechanical properties and microstructures that occur in the metallurgical area of steel pipe material welds. Tests conducted using Chemical Spectro composition tests, Microstructure Analysis with Metallography and hardness testing using Vickers method. Friction welding process used using lathe. The results showed the test sample material is low carbon steel has a carbon content of 0.193%. violence showed an increase in hardness in haz and weld metal areas compared to base metal (parent metal), the hardness price in BM was 161.3 VHN, at HAZ 164.1 VHN and WM 167.6 VHN. In addition, in the testing of microstructure metallography there was a change in the diameter of grains in the welding metallurgical area as well as welding friction welding with lathes can change the mechanical properties of the welding metallurgical area.

Keywords: *friction welding, microstructure, hardness value, steel*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian dalam meninjau perubahan sifat mekanik dan struktur mikro yang terjadi pada daerah metalurgi las material pipa baja. Pengujian yang dilakukan menggunakan uji komposisi Spektro Kimia, Analisa Struktur Mikro dengan Metalografi dan pengujian kekerasan menggunakan metode Vickers. Proses friction welding yang digunakan menggunakan mesin bubut. Hasil menunjukkan material sampel uji adalah baja karbon rendah memiliki kandungan karbon sebesar 0,193%. kekerasan menunjukkan peningkatan kekerasan di daerah HAZ dan Weld Metal (logam lasan) dibanding dengan base metal (logam induk), harga kekerasan pada BM adalah 161,3 VHN, pada HAZ 164,1 VHN serta WM 167,6 VHN. Selain itu, pada pengujian metalografi struktur mikro terjadi perubahan diameter butir pada daerah metalurgi las serta pengelasan friction welding dengan mesin bubut dapat merubah sifat mekanik pada daerah metalurgi las.

Kata Kunci: *friction welding, struktur mikro, nilai kekerasan, baja*

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Karena proses ini maka didaerah sekitar lasan mengalami siklus termal cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal. Pada umumnya struktur mikro dari baja tergantung pada kecepatan pendinginannya dari suhu daerah austenite sampai ke suhu kamar. Akibat terjadinya perubahan struktur maka sifat mekanik yang dimilikinya akan berubah juga (Kosasih et. al 2014).

Teknologi secara proses banyak digunakan dalam proses penyambungan logam karena relatif fleksibilitas yang tinggi dan proses yang mudah (Kosasih et. Al, 2020). Namun, prosedur pengelasan nampak sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam penelitian dan pengujian agar di dapat pengetahuan yang lebih luas, Karena itu didalam pengelasan, perancangan kontruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus memahami tentang cara-cara pengelasan. Cara ini pemeriksaan, bahan las, dan jenis las yang akan digunakan, berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang.

Berdasarkan definisi dari DIN (Deutch Industrie Normen) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat

dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pada waktu ini telah dipergunakan lebih dari 40 jenis pengelasan termasuk pengelasan yang dilaksanakan dengan cara menekan dua logam yang disambung sehingga terjadi ikatan antara atom-atom molekul dari logam yang disambungkan. klasifikasi dari cara-cara pengelasan ini akan di bahas pada bab berikutnya.

Pada saat ini pengelasan dan pemotongan merupakan pengelasan pengerjaan yang amat penting dalam teknologi produksi dengan bahan baku logam, dari pertama perkembangannya sangat pesat telah banyak teknologi baru yang ditemukan. Sehingga boleh dikatakan hampir tidak ada logam yang dapat dipotong dan di las dengan cara-cara yang ada pada saat ini.

Cara pengklasifikasian yang digunakan dalam bidang las, ini disebabkan karena perlu adanya kesepakatan dalam hal-hal tersebut. Secara konvensional cara-cara pengklasifikasi tersebut pada saat ini dapat dibagi dua golongan, yaitu klasifikasi berdasarkan kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan.

Klasifikasi pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri dan lain-lainnya. Sedangkan klasifikasi yang kedua membedakan adanya kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan seterusnya. Bila diadakan pengklasifikasian yang lebih terperinci lagi, maka kedua klasifikasi tersebut diatas dibaur dan akan terbentuk kelompok-kelompok yang banyak sekali.

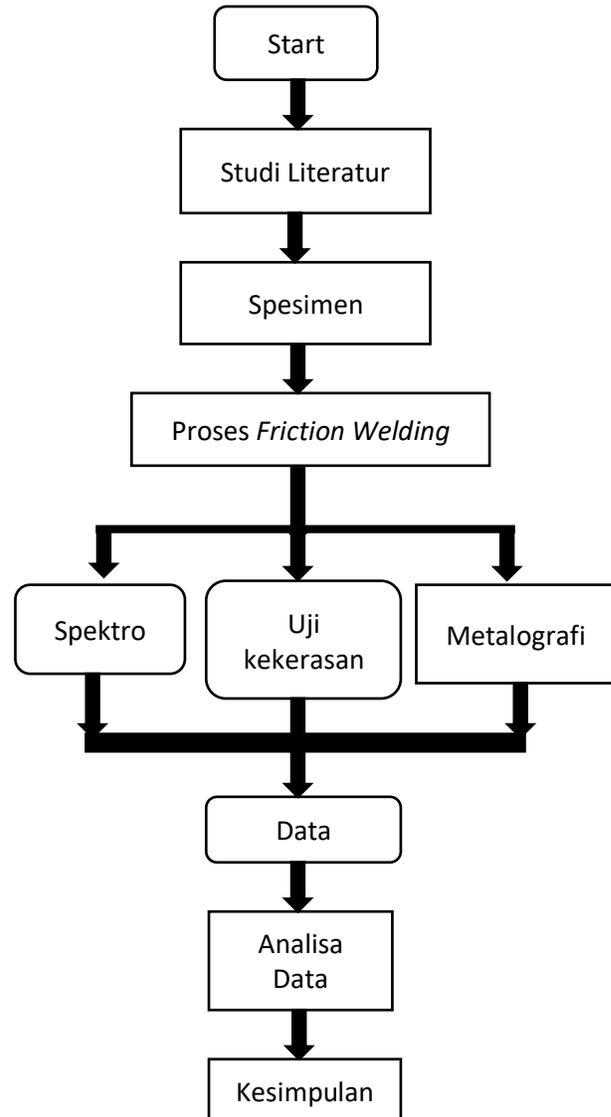
Diantara kedua cara klasifikasi tersebut diatas kelihatannya klasifikasi cara kerja lebih banyak digunakan karena itu

pengklasifikasian yang diterangkan dalam bab ini juga berdasarkan cara kerja. Berdasarkan klasifikasi ini pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu: pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian.

Penelitian ini bertujuan menguji dan Analisa Struktur Mikro Dan Kekerasan daerah Metalurgi Las Hasil *Friction Welding*. Pengelasan *friction welding* adalah pengelasan yang memanfaatkan energy panas yang diakibatkan karena adanya gesekan dari dua material yang akan disambung, *Friction welding* memiliki keunggulan dibanding pengelasan lainnya karena tidak memerlukan fluks/selaput las, bahan pengisi/elektroda ataupun gas dalam proses pengelasannya.

METODE PENELITIAN

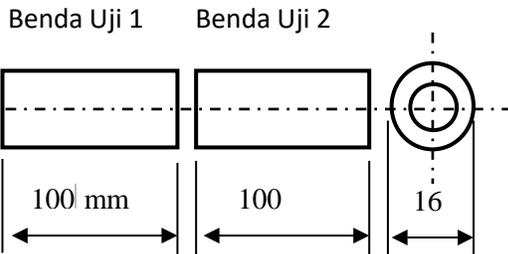
Prosedur pengujian dimulai dari awal *start* awal mulai dengan mengkaji literatur dari berbagai referensi. Kemudian pemilihan spesimen uji yang sesuai dan dilanjutkan dengan proses *friction welding*. Hasil dari *friction welding* kemudian di uji menggunakan spektro, uji kekerasan dan metalografi. Hasil pengujian kemudian dianalisa dan ditarik sebuah kesimpulan. Secara lebih rinci prosedur penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1 Prosedur Penelitian

Material yang digunakan yaitu Baja Carbon Rendah berbentuk silinder pipa. Benda kerja yang digunakan dalam proses *friction welding* berbentuk silinder atau bulat pada kedua ujung permukaan benda, kemudian dilakukan pemotongan spesimen dengan menggunakan mesin gergaji. Pada saat proses pemotongan benda kerja dialiri *coolant* agar terjadi proses pendinginan pada spesimen, karena adanya panas yang

ditimbulkan dari gesekan antara benda kerja dan mesin gergaji. Selanjutnya, proses *finishing* spesimen dilakukan agar permukaan ujung pada silinder menjadi halus dan rata, dengan menggunakan amplas grit ukuran numb.1000 dan mesin bubut dengan 800 rpm selama 30 detik. Detail spesimen silinder dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 2 Dimensi benda uji

Proses pengelasan *friction welding* menggunakan mesin bubut. Rpm yang digunakan adalah 2000 rpm sesuai dengan perhitungan diameter benda kerja. Alat bantu pada mesin bubut pendukung dalam melakukan proses pengelasan ini. Alat bantu yang digunakan *chuck bor* yang sudah terpasang pada *tail stock* mesin bubut. *Chuck* digunakan sebagai pencengkaman bahan pengelasan yang sifatnya statis (diam).

Proses penyetingan benda kerja dilakukan untuk dilakukan pengujian data. Benda kerja yang dipasang yaitu pipa baja dan pipa aluminium dengan diameter 16 mm ke dalam *chuck bor* dan juga ke *spindle* mesin bubut. Gambar di bawah ini proses pemasangan benda kerja ke dalam mesin bubut.



Gambar 3 Spesimen uji baja karbon

Proses selanjutnya adalah mengatur putaran mesin bubut. berputar konstan. Putaran yang digunakan adalah 2000 RPM. *Tachometer* digunakan untuk memastikan kecepatan putar yang sebenarnya. Kecepatan yang ditunjukkan *tachometer* pada saat putaran konstan tanpa adanya penekanan/ beban adalah 2000 RPM. Pada saat putaran *spindle* sudah konstan barulah dilakukan pergerakan maju untuk menekankan bahan statis terhadap bahan yang berputar, penekanan yang dilakukan ini memberikan pembebanan yang mengakibatkan perubahan kecepatan putar *spindle* dari 2000 RPM menjadi 1977,7 RPM dan juga terjadi gesekan antara material yang saling ditekan.

Proses *friction welding* secara teknis dilakukan dengan menggerakkan *tail stock* maju dan juga di berikan jarak 1mm terhadap bahan dinamis dan bahan statis. Pemberian jarak 1 mm ini bertujuan untuk menghindari gesekan yang terjadi. Gesekan yang terjadi dapat menimbulkan panas sehingga pada kedua ujung bahan yang saling bergesek tersebut panas dan dapat membentuk suatu sambungan karena adanya jarak penekanan yang diberikan. Jarak penekanan yang diberikan yaitu 6mm pada saat kecepatan putaran konstan, dan 4mm pada saat kecepatan putar *spindle* mulai di hentikan.

Pemberian jarak penekanan dilakukan dengan cara memutar tuas pada tail stock.



Gambar 4 Proses *friction welding* dengan mesin bubut

Proses pengujian hasil lasan menggunakan tiga metode pengujian, yaitu uji spektro, uji kekerasan dan uji metalografi. Pada pengujian spektroskopi emisi atom plasma induktif ditambah (ICP-AES), juga disebut sebagai spektrometri emisi optik plasma berpasangan induktif (ICP-OES), adalah teknik analitik yang digunakan untuk mendeteksi elemen kimia. Pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan vickers menggunakan indenter piramida intan, besar sudut antar permukaan piramida intan yang saling berhadapan adalah 136 derajat. Pengujian terakhir yaitu pengujian Metalografi untuk mengukur, dengan secara kuantitatif maupun kualitatif dari segala hal yang terdapat dalam material yang dapat diamati tersebut, seperti fasa, butir, komposisi kimia, orientasi butir, jarak atom, dislokasi, topografi dan sebagainya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di bawah ini merupakan hasil pengujian *friction welding* pada material baja. Selanjutnya hasil pengelasan akan dilihat dan diuji dengan pengujian spektro, pengujian vickers dan metalografi.



Gambar 5 Hasil *friction Welding* pipa baja

a. Hasil pengujian spektro

Pada Tabel 1 di bawah ini merupakan hasil uji komposisi kimia baja karbon rendah menggunakan uji spektroskopi emisi atom plasma sehingga dapat terlihat komposisi kandungan kimia pada material dasar.

Tabel 1 Uji komposisi Analisis Kimia baja dari Contoh Asli dalam berat %

Parameter	Result	Testing Method
Karbon (C)	0.193	
Silicon (Si)	0.253	In House PU-402-01 (Emmission Spectrume)
Mangan (Mn)	0.709	
Pospor (P)	0.0410	
Sulfur (S)	0.0494	

Tabel 1 menunjukkan komposisi kimia baja dalam conto asli berat dalam %. Baja karbon terbentuk dari beberapa komposisi kimia seperti karbon, silicon, mangan, pospor dan sulfur. Analisa Hasil Uji Komposisi Kimia

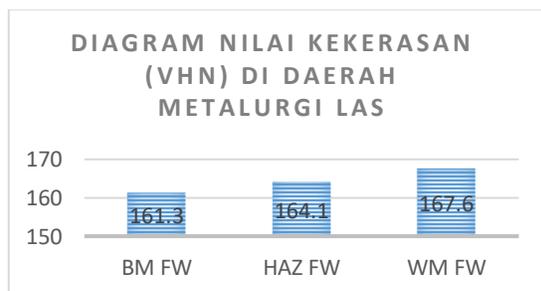
menunjukkan bahwa baja karbon terbentuk dari komposisi kimia karbon (C) paling tinggi sebesar 0.193 %. Kemudian komposisi kedua paling tinggi adalah silicon (S) sebesar 0.253%, mangan (Mn) 0.709%. Selanjutnya pospor (P) 0.0410 dan kandungan paling rendah adalah sulfur (S) sebesar 0.0494 %. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa baja karbon rendah memiliki kandungan karbon %C < 0.2 %.

b. Hasil pengujian kekerasan vickers

Pada pengujian kekerasan menggunakan metode vickers. Pada uji mikro vickers menggunakan 3 titik sampel yaitu weld metal (WM), HAZ dan Weld metal (WM). Pengujian dilakukan dengan 5 kali percobaan kekerasan. Hasil uji kekerasan tersebut kemudian diambil nilai rata-rata kekerasannya. Hasil uji kekerasan pada dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kekerasan

No	BM FW	HAZ FW	WM FW
1	162	164	168.0
2	160	163	168.5
3	161	165	167.0
4	161.5	164.5	166.5
5	162	164	168.0
VHN	161.3	164.1	167.6
Rata-rata			



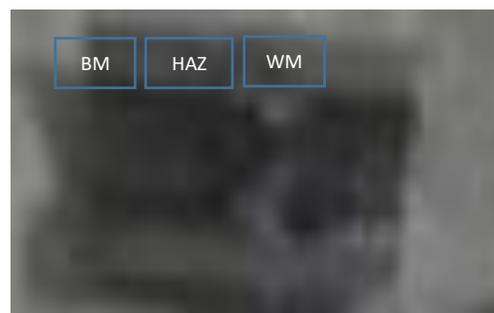
Gambar 6 Diagram nilai kekerasan (VHN) di Daerah Metalurgi Las

Pada tabel 2 merupakan nilai kekerasan dan gambar 6 merupakan grafik nilai kekerasan dengan pengujian micro vickers. Kekerasan material pada material terjadi pada daerah Weld metal (WM) yaitu sebesar 167.6 VHN. Kekerasan material terkeras kedua yaitu terjadi pada daerah pada HAZ sebesar 164.1 dan terakhir kekerasan paling rendah yaitu berada pada daerah Base metal (BM) sebesar 161.3. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan peningkatan kekerasan di daerah HAZ dan Weld Metal (logam lasan) dibanding dengan Base Metal (logam induk).

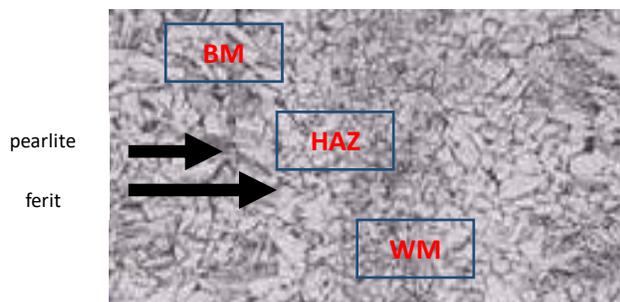
Berdasarkan dari analisis data bahwa terjadi peningkatan harga kekerasan walaupun Presentase peningkatan harga kekerasan tersebut tidak terlalu besar, hal ini diakibatkan oleh proses pengelasannya dilakukan pada mesin bubut dengan putaran yang terbatas.

c. Hasil pengujian metalografi

Berdasarkan hasil pengujian metalografi terlihat pada gambar 7 merupakan gambar material baja karbon dan gambar 8 struktur mikro di bawah ini.



Gambar 7 hasil pengujian baja karbon



Gambar 8 struktur mikro material dasar baja karbon rendah

Foto Analisa Struktur mikro menunjukkan fasa yang terjadi pada material baja adalah ferit dan pearlit pada ketiga daerah tersebut. Walaupun pada ketiga daerah BM, HAZ dan WM terdapat kristal ferit dan pearlite, tapi ada perbedaan butir. Perbedaan butir tersebut yang semakin mengecil yaitu pada daerah BM dibandingkan pada daerah HAZ dan WM.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Balai Bahan dan Barang Teknik yang telah menyediakan tempat sebagai pengujian penelitian. Terimakasih juga kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Subang yang telah mendukung penelitian ini.

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian dalam meninjau perubahan sifat mekanik dan struktur mikro yang terjadi pada daerah metalurgi las material pipa baja. Pengujian yang dilakukan menggunakan uji komposisi Spektro Kimia, Analisa Struktur Mikro dengan Metalografi dan pengujian kekerasan menggunakan

metoda Vickers. Hasil menunjukkan material sampel uji adalah baja karbon rendah memiliki kandungan karbon sebesar 0,193%. kekerasan menunjukkan peningkatan kekerasan di daerah HAZ dan Weld Metal (logam lasan) dibanding dengan base metal (logam induk), harga kekerasan pada BM adalah 161,3 VHN, pada HAZ 164,1 VHN serta WM 167,6 VHN. Selain itu, pada pengujian metalografi struktur mikro terjadi perubahan diameter butir pada daerah metalurgi las serta pengelasan *friction welding* dengan mesin bubut dapat merubah sifat mekanik pada daerah metalurgi las.

DAFTAR PUSTAKA

- Deutsche Industrie Normen (DIN). 2008. Pengelasan. Germany: Deutsche Industrie Normen.(Online). <https://www.din.de/de>. Diakses pada 20 May. 2018.
- Kosasih, D. P., Nurramadhan, F. & Hakim, A. R (2014) Analisa Perbandingan Pengaruh Welding Repair Pada Pengelasan SMAW Dengan Menggunakan Elektroda RB-26 Kobe Steel dan RD-260 Nikko Steel Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah. *MESA (Teknik Mesin, Tek. Elektro, Tek. Sipil, Tek. Arsitektur)* 1, 26–33.
- Kosasih, D. P., Nugraha, H. D., & Susanto, H. (2020). Analisis Kekuatan Tarik dan Cacat Porositas pada Friction Welding Logam (FE, AL & FE-AL). *Jurnal Mettek: Jurnal Ilmiah Nasional dalam Bidang Ilmu Teknik Mesin*, 6(2), 93-102.