

PERBANDINGAN SUHU PENYIMPANAN ELEKTRODA TERHADAP KEKERASAN BAJA KARBON

¹⁾Gumono, ²⁾Syamsul Hadi, dan ³⁾Bambang Irawan

^{1,2,3)} *Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang*

E-mail : ¹⁾gumono59@yahoo.com ²⁾syamsul.hadi@polinema.co.id

³⁾bambang.irawan@polinema.co.id

ABSTRACT

The welding is the process of connecting two metals, where factors that influence are current, voltage, plate thickness, gap shape and heating temperature of the electrode. The heating of this electrode aims to stabilize the arc arising during welding.

The objective of the study was to determine the maximum hardness of low carbon steel welding with E 7018, with temperature of electrode storage at temperature 50, 75 and 100 ° C. Determine the maximum change in the hardness of the welded by using heated electrodes preheated to an initial temperature of 50, 75 and 100 ° C. Compare its hardness to the standard. The specimen-making method is based on JIS Z 3121, further data are compared against the standard.

The result of maximum hardness value for slit I is 175HV and for slit V 264HV in weld area with temperature 75 ° C, hardness change of 33HV for temperature 100 °C.

Keywords: carbon steel, electrode, preheating, hardness, vickers test.

1. PENDAHULUAN

Klasifikasikan baja yang terdapat di pasaran berdasarkan komposisi kimianya ada 3 yaitu baja karbon rendah (baja karbon) sedang dan baja karbon tinggi. Unsur utama yang membentuk baja adalah besi, karbon, mangan, fosfor, sulfur, silikon dan lain lain (<https://id.wikipedia.org/wiki.com>). Kondisi ini berpengaruh terhadap kekerasan logam hasil pengelasan dan di daerah yang terpengaruh panas (*heat effected zone*), sebab daerah ini adalah daerah paling kritis. Selain itu kelenturan dan kemudahan untuk diproses las juga akan berpengaruh

Suhu penyimpanan, diameter dan jenis elektroda mempengaruhi kekerasan hasil pengelasan. Suhu penyimpanan yang tidak sesuai menyebabkan kandungan hidrogen dalam elektroda tersebut berubah. Kondisi ini menyebabkan *weldability* berubah, sebab menyatakan kemampuan logam untuk dapat dilakukan proses pengelasan atau tidak. Jenis proses pengelasan, lingkungan (*enviroment*) pengelasan, komposisi kimia elektroda, rancangan sambungan las, ukuran benda kerja, dan persyaratan lainnya.

Penyimpanan elektroda pada suhu rendah akan menyebabkan busur listrik tidak dapat terjadi, sedang saat suhu terlalu tinggi berpengaruh terhadap kekuatan sambungan las listrik (SMAW). Kondisi penyimpanan elektroda yang tidak sesuai mengakibatkan terjadinya proses oksidasi, sehingga terjadi perubahan sifat mekanik logam hasil pengelasan.

Penelitian pemanasan elektroda terhadap sifat mekanik baja karbon, diantaranya Femiana G (2007) menyimpulkan bahwa waktu penyimpanan elektroda diudara terbuka memberikan pengaruh signifikan terhadap porositas. Joko S (2006) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwasannya pemanasan elektroda yang dipanaskan sebelum pengelasan untuk menghilangkan hidrogen pada *flux* menyebabkan hasil lasan kualitasnya jelek. Heri Wibowo (2011) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa pengelasan yang menggunakan elektroda yang terpanaskan pada suhu 150°C menghasilkan kekuatan sambungan las yang optimum dan tidak menimbulkan retak. Saripuddin M dan Dedi U.L (2013) menyimpulkan bahwa kekerasan hasil pengelasan terdistribusi sesuai dengan jarak dari titik pusat las.

Tujuan penulisan ini untuk menentukan kekekerasan maksimum hasil pengelasan baja karbon rendah dengan E 7018, dengan suhu penyimpanan elektroda saat suhu 50°C, 75°C dan 100°C. Menentukan maksimum perubahan kekerasan hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda dipanaskan yang dipanaskan dengan suhu awal 50°C, 75°C dan 100°C. Membandingkan kekerasannya terhadap standar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Proses pengelasan logam adalah proses penggabungan antara dua buah logam padat dengan cara mencairkannya logam melalui pemanasan. Proses penyambungan logam tersebut berhasil jika (Okumura, 1981). Pada proses pengelasan SMAW adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda. Panas terjadi akibat lompatan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan spesimen).

Berdasarkan cara kerjanya proses pengelasan terbagi menjadi 3 (tiga) yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pengelasan cair adalah proses pengelasan yang dilakukan dengan cara memanaskan logam sampai mencair dengan sumber energi panas., contoh las busur listrik dan gas. Las busur listrik yaitu las busur dengan elektroda yang terbungkus, las busur gas (*TIG*, *MIG* dan busur CO_2), las busur tanpa gas, las busur rendam. Jenis dari las busur elektroda terbungkus adalah las SMAW.

2.1 Elektroda Las

Elektroda adalah bagian ujung dari suatu rangkaian penghantar arus listrik sebagai sumber panas (Alip,1989). Menurut AWS terdapat berbagai macam elektroda, diantaranya elektroda baja lunak dan baja paduan rendah. Notasi E XXXX, dimana huruf E menyatakan elektroda busur listrik, XX (dua angka) setelah E adalah kekuatan tarik lasan dalam lb/in^2 . Selanjutnya X pada angka ke tiga posisi pengelasan. Aerinya 1 untuk pengelasan segala posisi. angka 2 untuk pengelasan posisi datar di bawah tangan, sedang X (angka keempat) adalah jenis selaput dan jenis arus.

Pada elektroda mempunyai 2 (dua) bagian yaitu inti elektroda dan pembungkus elektroda (*fluks*). Inti elektroda merupakan logam pengisi yang mempunyai sifat mudah meleleh di dalam lengkung listrik bersama-sama dengan logam induk, selanjutnya membeku menjadi kampuh las. Bahan inti elektroda adalah logam *ferro* dan *non ferro*.

Fungsi sumbu elektroda sebagai penghantar arus listrik yang membentuk busur listrik, setelah bersentuhan dengan benda kerja dan sebagai bahan tambah. Sedang fungsi pembungkus elektroda (*fluks*) merupakan bagian yang mengurai

didalam lengkung listrik dan menghasilkan gas CO. Lapisan padat pada elektroda melindungi kampuh las terhadap pengaruh yang merusak dari udara sekelilingnya. Mencegah terbentuknya oksida dan nitrida logam, saat proses pengelasan. Melindungi terak sehingga kecepatan pendinginan turun. Menghasilkan lasan tidak getas dan rapuh. Menstabilkan busur api dan mengarahkan nyala busur api sehingga terkontrol. Membantu mengontrol ukuran dan frekuensi tetesan logam cair. Sebagai gas pelindung pada logam yang dilas, melindungi kontaminasi udara pada waktu logam dalam keadaan cair. Memudahkan penyalaan dan dapat digunakan untuk semua posisi pengelasan.

2.2 Mesin Las

Berdasarkan arusnya maka mesin *SMAW* terbagi menjadi tiga, yaitu mesin las arus searah (*DC*), mesin las arus *AC* atau bolak-balik dan mesin las arus ganda. Mesin arus *DC* digunakan dengan dua cara yaitu polaritas lurus dan polaritas terbalik. Mesin las polaritas lurus digunakan bila titik cair bahan induk tinggi dan kapasitas besar. Pemegang elektroda terhubung dengan kutub negatif dan logam induk terhubung dengan kutub positif. Sedang mesin las *DC* polaritas terbalik digunakan bila titik cair logam induk rendah dan kapasitas kecil. Pemegang elektrodanya terhubung dengan kutub positif dan logam induk terhubung dengan kutub negatif.

Pemilihan saat menggunakan mesin las *DC* polaritas negatif atau positif pada jenis elektroda yang digunakan. Beberapa elektroda *SMAW* digunakan hanya untuk polaritas searah. Elektroda lain dapat menggunakan polaritas searah atau bolak-balik. Menurut Wiryosumarto, H.2000. bahwa elektroda E7018 dapat digunakan untuk *DC* polaritas terbalik (*DC+*).

2.3 Transfer Panas

Saat menggunakan las *SMAW* logam induk akan mencair. Kondisi ini terjadi akibat pemanasan busur listrik antara ujung elektroda dan permukaan spesimen, di mana busur listrik dibangkitkan mesin las. Elektroda yang digunakan terbungkus dengan fluks. Elektroda selama pengelasan akan mencair bersama dengan logam induk. Selanjutnya membeku bersama menjadi bagian kampuh las. Proses pemindahan logam elektroda yang terjadi saat ujung

elektroda mencair, Butir-butir las yang terbentuk akan terbawa arus busur listrik yang terjadi. Untuk arus listrik besar maka butiran logam cair halus dan sebaliknya bila arus kecil butirannya menjadi besar.

Bentuk pemindahan logam cair pada lasan berpengaruh terhadap sifat mampu las dari logam. Logam dengan sifat mampu las yang tinggi akan menghasilkan butiran yang halus. Pola ini akibat pemindahan cairan akibat besar atau kecilnya arus dan komposisi bahan fluks yang digunakan (Sonawan, 2004). Bahan fluks pembungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak. Selanjutnya menutup logam cair pada sambungan sehingga berfungsi penghalang oksidasi.

3. METODOLOGI

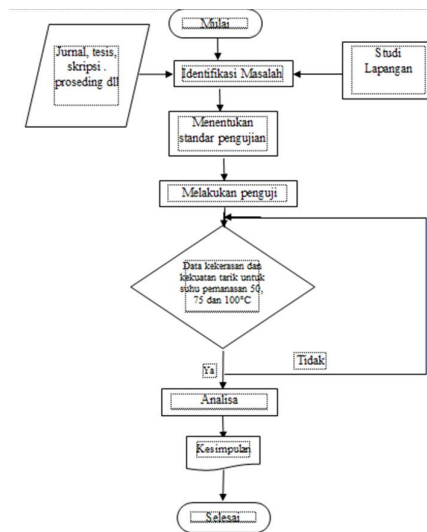
3.1 Pengelasan dan pengujian

1. Siapkan mesin las *DC* dengan polaritas terbalik.
2. Siapkan spesimen yang akan di las sesuai standar.
3. Posisi pengelasan mendatar.
4. Jenis kampuh V dan I.
5. Posisi lasan mendatar celah 2 mm.
6. Pilih jenis elektroda, diameter yang sesuai dan arus 110 ampere .
7. Atur hubungan penjepitnya kabel dan “on” kan tobolnya selanjutnya mulai dilakukan pengelasan untuk spesimen
8. Spesimen yang sudah dilas, selanjutnya ditandai dengan cara menggaris pada permukaan spesimen tersebut untuk daerah las, daerah terpengaruh panas dan logam induk.
9. Letakkan spesimen pada landasan mesin uji kekerasan.
10. Pasang indenter piramida intan dengan ujung sudutnya 136° pada tempat indenter mesin uji.
11. Kencangkan posisi indenter agar dapat menekan secara optimum.
12. Menentukan beban utama.
13. Menentukan titik yang akan diuji.
14. Putar handle sampai ujung indenter menekan spesimen dan menimbulkkan hasil peneraan.

15. Ukur penampang hasil peneraan dengan asumsi diameter lintangnya,

3.2 Variabel

Terdapat 2 (dua) jenis variabel yaitu variabel bebas dan terikat. Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi variabel terikat, yaitu hasil uji kekerasan. Variabel terikat adalah arus dan diameter elektroda.

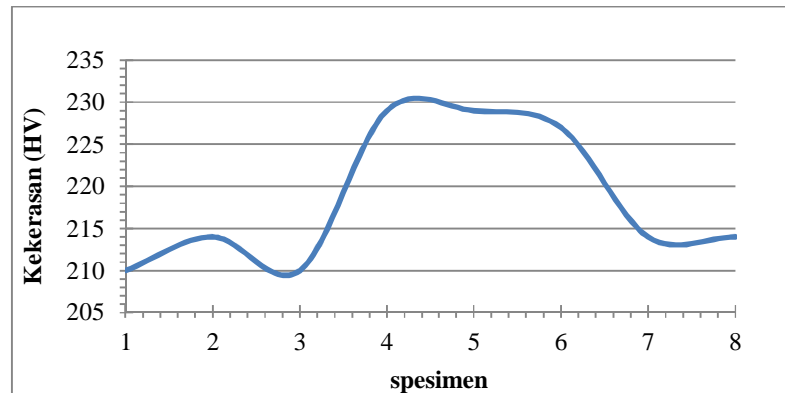


Gambar 1. Diagram pelaksanaan

4. HASIL

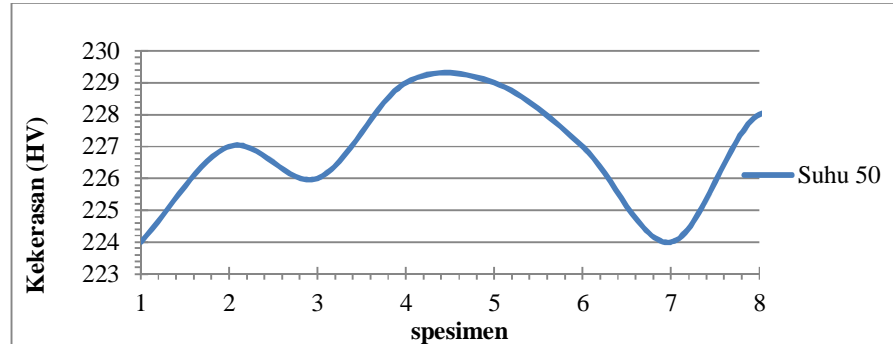
4.1 Daerah Logam Induk bentuk celah I

Pada logam induk saat suhu pemanasan elektroda 50°C, 75°C dan 100°C nilai kekerasan rerata spesimen ke 1 210HV, sedang spesimen ke 2 kekerasan rerata 214HV, spesimen ke 3 kekerasan reratanya 210HV, spesimen ke 4 kekerasannya 229HV dan spesimen ke 5 kekerasan reratanya 229HV. Spesimen ke 6 kekerasan reratanya 227HV, spesimen ke 7 kekerasan reratanya 214 dan spesimen ke 8 kekerasan reratanya 214 dari 5 (lima) kali peneraan. Jadi nilai hasil pengujian rerata dari 8 spesimen sebesar 213HV.



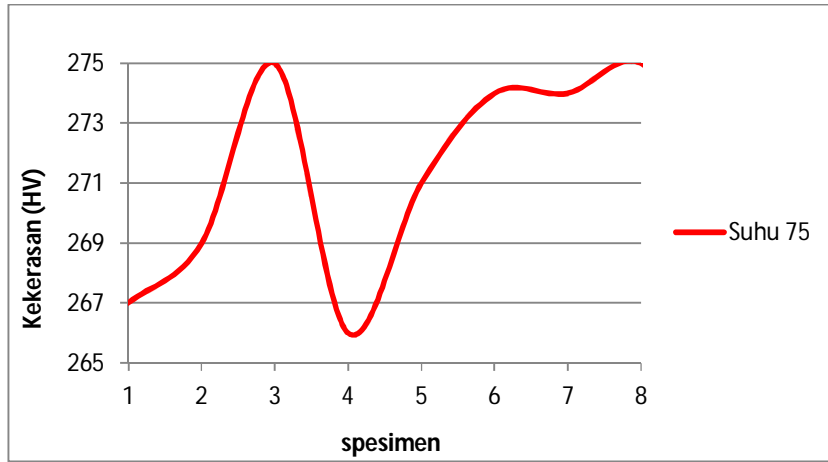
Gambar 2. Distribusi kekerasan logam induk

Kekerasan di daerah terpengaruh panas dengan bentuk celah I, suhu pemanasan elektroda 50°C. Spesimen ke 1 kekerasan rerata 224HV, sedang spesimen ke 2 nilai 227HV, spesimen ke 3 226HV, spesimen ke 4 nilainya 229HV, spesimen ke 5 kekerasannya 229HV, Hasil pengujian kekerasan spesimen ke 6 227HV, spesimen ke 7 224HV dan spesimen ke 8 nilainya 228HV. Rerata kekerasan dari delapan spesimen sebesar 227HV.



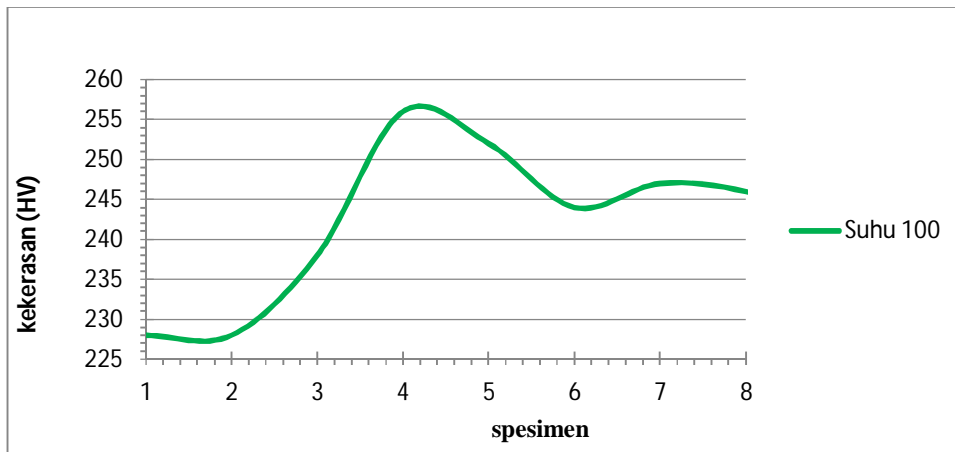
Gambar 3. Distribusi kekerasan HAZ suhu pemanasan awal 50°C untuk celah I

Pada suhu 75°C kekerasan spesimen ke 1 nilainya 628HV. untuk spesimen ke 2, spesimen ke 2 rerata kekerasan 265HV, spesimen ke 3 nilai kekerasannya 275HV, Spesimen ke 4 nilai rerata kekerasannya 266HV, sedang spesimen ke 5 nilainya 271HV, spesimen ke 6 nilainya 271HV, spesimen ke 7 kekerasannya 275HV dan untuk spesimen ke 8 nilai kekerasannya 266HV. Besar pengujian rerata 213HV.



Gambar 4. Distribusi kekerasan HAZ suhu pemanasan awal 75°C untuk celah I

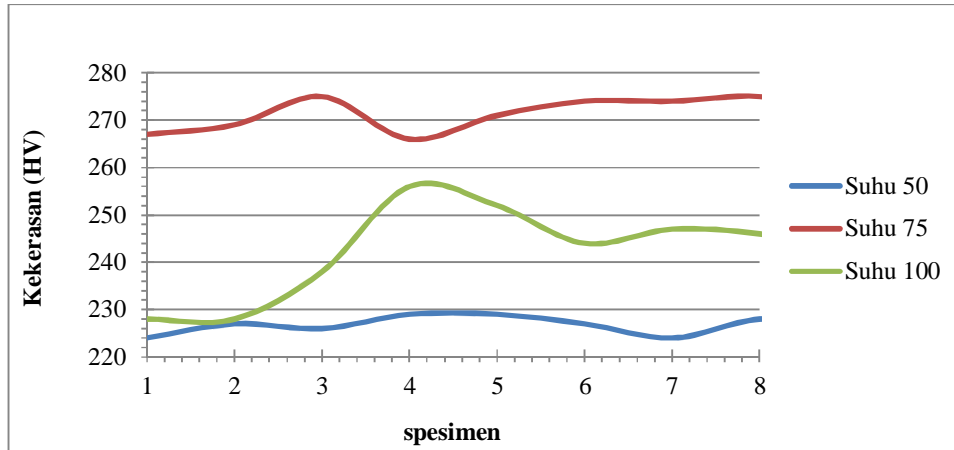
Suhu pemanasan 100°C, spesimen ke 1 nilainya 228HV, spesimen ke 2 kekerasannya 228HV, spesimen ke 3 menghasilkan kekerasan reratanya 238HV. Besar nilai kekerasan spesimen ke 4 adalah 256HV, spesimen ke 5 nilai kekerasannya 252HV. spesimen ke 6 nilainya 244HV, spesimen ke 7 nilai kekerasannya 247HV dan spesimen ke 8 kekerasan reratanya 246HV. Nilai rerata kekerasannya dari delapan spesimen adalah 242HV.



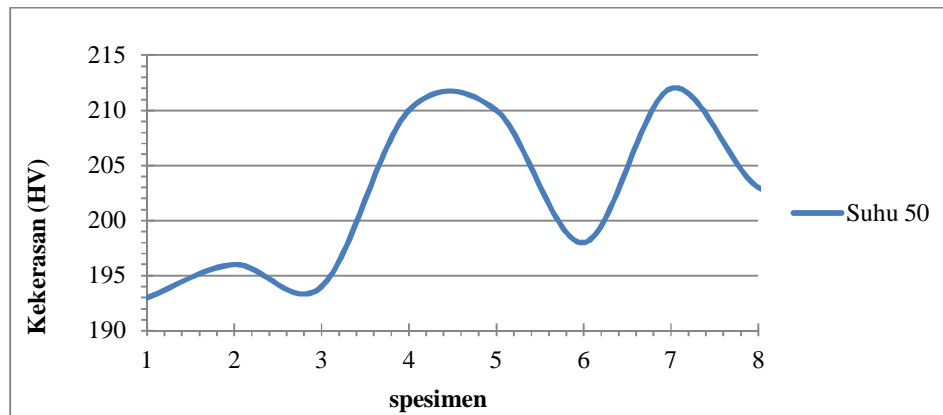
Gambar 5. Distribusi kekerasan HAZ suhu pemanasan awal 75°C untuk celah I

Nilai kekerasan hasil pengelasan untuk celah I suhu pemanasan elektroda 50°C untuk spesimen ke 1 nilainya 193HV, spesimen ke 2 rerata kekerasan 196HV, Hasil uji kekerasan spesimen ke 3 nilainya 194HV. spesimen ke 4 rerata kekerasannya 210HV. Untuk spesimen ke 5 sebesar 210HV, spesimen ke 6 nilainya 198HV dan spesimen ke 7 kekerasannya 212HV dan spesimen ke 8

kekerasannya 202HV. Jadi nilai hasil pengujian rerata pada hasil pengelasan 8 spesimen sebesar 202HV.

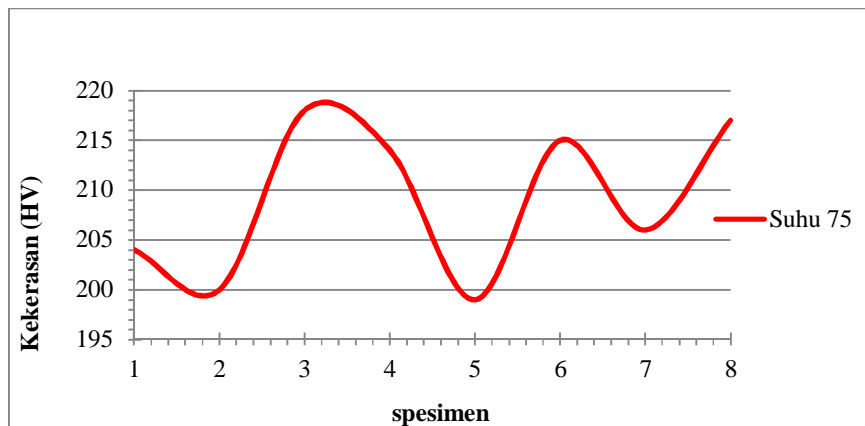


Gambar 6. Perbandingan distribusi kekerasan di HAZ untuk celah I



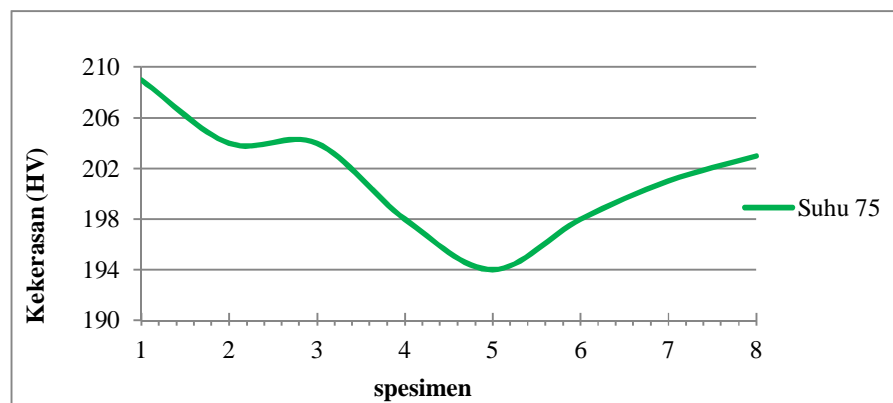
Gambar 7. Distribusi kekerasan las suhu pemanasan awal 50°C untuk celah I

Celah I dengan suhu pemanasan awal 75°C, spesimen ke 1 (satu) nilai kekerasannya sebesar 204HV, spesimen ke 2 dengan celah yang samam dan pengelasannya pada suhu pemanasan awal elektroda 75°C nilai kekerasannya 200HV, spesimen ke 3 nilai kekerasannya 218HV, spesimen ke 4 saat suhu pemanasan awal elektroda 75°C nilai kekerasannya 214HV. Spesimen ke 5 nilai kekerasannya sebesar 210HV, spesimen ke 6 suhu pemanasan 75°C menghasilkan kekerasannya 198HV, spesimen ke 7 nilai kekerasannya sebesar 212HV dan untuk spesimen ke 8 kekerasannya 217HV, sehingga nilai hasil pengujian rerata dari 8 spesimen sebesar 209HV.



Gambar 8. Distribusi kekerasan las suhu pemanasan awal 75°C untuk celah I

Pada suhu pemanasan awal elektroda 100°C menghasilkan kekerasan 209HV untuk spesimen ke 1, spesimen ke 2 kekerasannya 204HV, untuk spesimen ke 3 menghasilkan rerata kekerasan 204HV, untuk spesimen ke 4 menghasilkan rerata kekerasannya 198HV, Sedang spesimen ke pengujian kekerasan reratanya 194HV. Untuk spesimen ke 6 rerata kekerasannya 198HV, spesimen ke 7 kekerasan reratanya 201HV dan spesimen ke 8 nilai pengujian kekerasan reratanya 203HV. Jadi pada kondisi ini nilai kekerasannya 210HV.

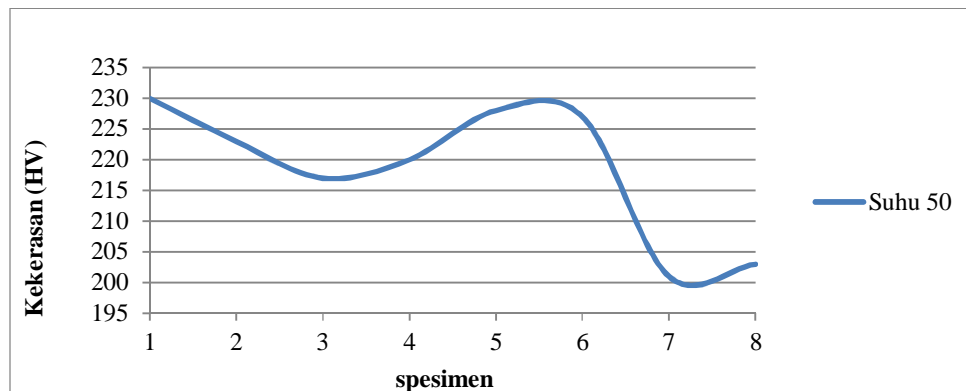


Gambar 9. Distribusi kekerasan las suhu pemanasan awal 100°C untuk celah I

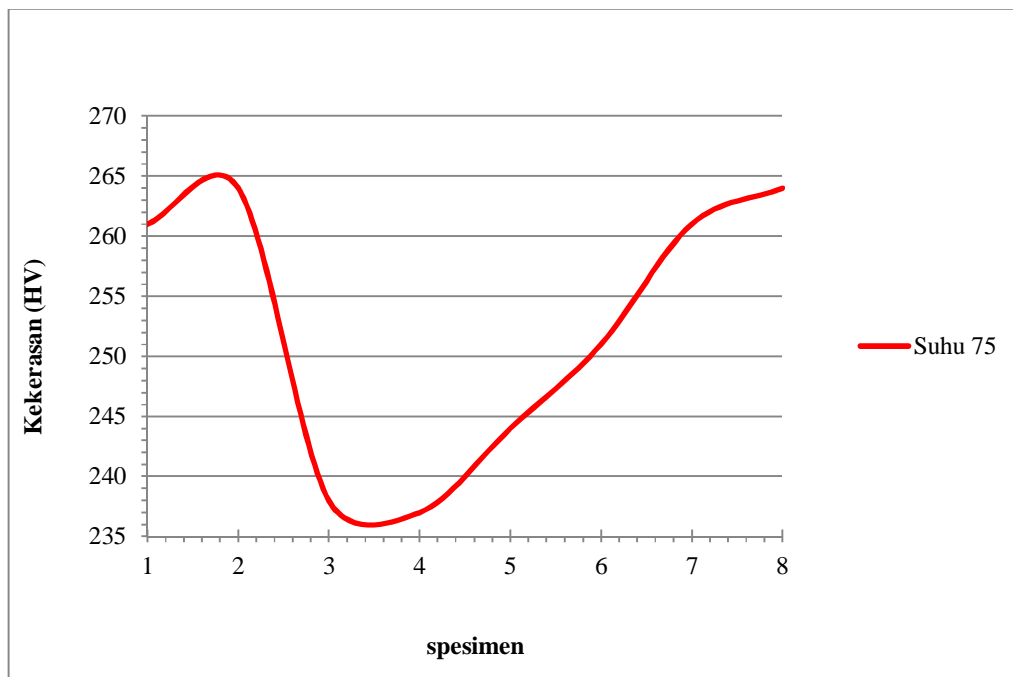
4.2 Daerah Logam Induk bentuk celah V

Sedang untuk celah V suhu pemanasan 50°C kekerasan di hasil lasan untuk spesimen ke 1 sebesar 1954HV, spesimen ke 2 nilai kekerasannya 197HV, spesimen ke 3 nilai kekerasannya 197HV. Spesimen ke 4 saat suhu

pemanasan awal elektroda 50°C kekerasannya 202HV. Spesimen ke 5 nilai kekerasan 218HV, spesimen ke 6 rerata kekerasan 199HV, spesimen ke 7 nilai kekerasannya 213HV dan spesimen ke 8 kekerasan reratanya 216HV. Jadi nilai kekerasan rerata lasan dari 8 spesimen sebesar 205HV.



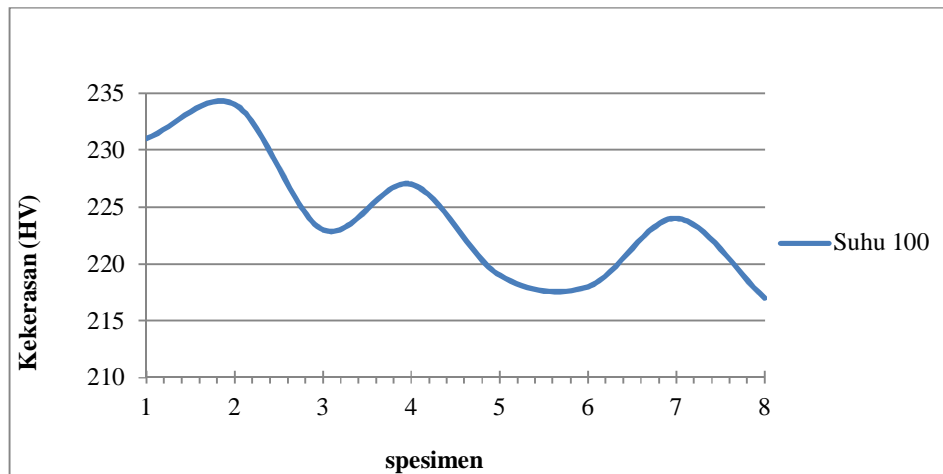
Gambar 10. Distribusi kekerasan HAZ suhu pemanasan awal 50°C untuk celah V



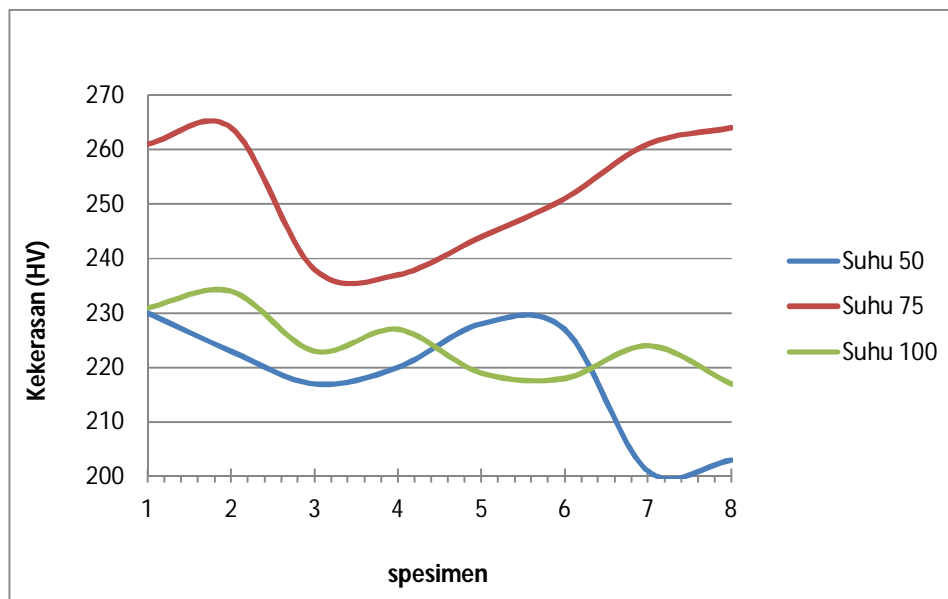
Gambar 11. Distribusi kekerasan HAZ suhu pemanasan awal 75°C untuk celah V.

Nilai kekerasan saat suhu 75°C 205HV, kekerasan spesimen ke 2 adalah 208HV, spesimen ke 3 kekerasannya 204HV dan kekerasan spesimen ke 4 nilainya 208HV. Spesimen ke 5 nilai kekerasannya 210HV, kekerasan spesimen ke 6 nilainya 203HV, spesimen ke 7 kekerasannya 203HV dan untuk spesimen

ke 8 kekerasannya 208HV, serta rerata kekerasannya 206HV. Suhu pemanasan elektroda 100°C menghasilkan kekerasan untuk spesimen ke 1 sebesar 205HV, spesimen ke 2 rerata kekerasannya 212HV, spesimen ke 3 nilai kekerasannya 206HV dan spesimen ke 4 kekerasannya 208HV. Sedangkan untuk spesimen ke 5 nilai kekerasannya 210HV, spesimen ke 6 nilai kekerasan 200HV, spesimen ke 7 nilai kekerasannya 196HV dan spesimen ke 8 kekerasan reratanya 202HV.



Gambar 12. Distribusi kekerasan HAZ suhu pemanasan awal 100°C untuk celah V.



Gambar 13. Distribusi kekerasan HAZ suhu pemanasan awal 100°C untuk celah V.

Tabel 1. Selisih kekerasan di HAZ untuk celah I terhadap V

Suhu (°C)	Kekerasan di HAZ								rerata
	Ke 1	Ke 2	Ke 3	Ke 4	Ke 5	Ke 6	Ke 7	Ke 8	
50	-6	4	9	9	1	0	23	25	8,13
75	6	5	37	29	27	23	13	11	18,88
100	-3	-6	15	29	33	26	23	23	18,25

5. KESIMPULAN DAN SARAN.

5.1 Simpulan

Kekerasan maksimum untuk celah I sebesar 175HV dan untuk celah V 264HV di daerah lasan dengan suhu 75°C, Perubahan kekerasan sebesar 33HV untuk suhu 100°C.

5.2 Saran

Lama suhu pemanasan elektroda perlu diperhatikan dan rentang suhu yang pendek.

DAFTAR PUSTAKA

<https://id.wikipedia.org/wiki/Baja>, akses Oktober 2017

Joko Santoso. 2006. “Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E 7018”. Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang.

Femiana, Wajan B. 2007. “Studi eksdperimental Pengaruh kelembaban Elektroda E 7018 Terhadap Kualitas Hasl Pengelasan SMAW Plat Baja ASTM283 Grade A”. Proseding Seminar Nasional Pasca Sarjana VII Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (pp DNM05, 1-6).

Heri Wibowo. 2011. ”Peningkatan kekuatan Mekanis Dan ketahanan Retak Las Pada Sambungan Las Busur Elektroda Terbungkus Melalui Pemanasan Awal Pada Elektroda”. Proseding Seminar nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi Ke 6 Tahun 2011. Karang Malang Yogyakarta (pp. 172-178)

Saripuddin M, Dedi U. L. 2013. “*Pengaruh Hasil Pegelasan Terhadap Kekuatan Kekuatan, Kekerasan Dan Struktur mikro baja St 42*”. Jurnal ILTEK, Volume 8, Nomor 15.

Wirjosumarto, H., 2000, “*Teknologi Pengelasan Logam*”, Erlangga, Jakarta.
(<https://id.wikipedia.org/wiki.com>). Diakses September 2017, Jam 20.00.

Sonawan, H., 2004. “*Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*”, Alfa Beta, Bandung.