

KOMPARASI KEKERASAN BAJA ST 60 SETELAH MENGALAMI PREHETING DAN PENGELASAN TERHADAP KEKERASAN

¹⁾Gumono, ²⁾Bambang Irawan, ³⁾Nila Aulia

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

¹⁾gumono@polinema.ac.id, ²⁾bambang.irawan@polinema.ac.id, ³⁾nilaalaa@gmail.com

(Artikel diterima: Februari 2020, direvisi: April 2020, diterima untuk terbit: Juli 2020)

Abstrak – Pengelasan adalah proses penyambungan dua atau lebih logam atau lebih dengan tekanan atau tanpa tekanan, Untuk mendapatkan sifat mekanik yang baik maka saat awal proses pengelasan harus diperhatikan agar tidak terjadi penurunan sifat mekanik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui berapa besar perubahan kekerasan baja st 60 yang mengalami pengelasan dengan arus 100, 110 dan 120 amp dan di preheating dengan suhu 200, 300 dan 400°C. Metoda pembentukan spesimen sesuai standart jis Z 3121 . Data selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik untuk dikomparasikan. Hasil saat preheating 400°C terhadap 200°C di daerah HAZ, sedang di weld metal 10,40HV Yang terjadi saat preheating 400°C.

Kata kunci: Kekerasan, Pengelasan, Weld metal, Daerah terpengaruh panas.

I. PENDAHULUAN

Pengelasan adalah cara penyambungan antara 2 (dua) atau lebih logam dengan mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Untuk mencairkan logam induk dan pengisi memerlukan energi panas yang tinggi. Pada proses pengelasan SMAW energi panas bersumber dari hasil lompatan ion (katoda dan anoda) listrik yang terjadi pada ujung elektroda dan permukaan material. Pada proses pengelasan SMAW arus pengelasan berperan dalam membentuk tetapan logam saat proses penyambungan berlangsung. Kondisi ini menentukan kekerasan pada sambungan las dan (HAZ).

Pada pengelasan menggunakan SMAW diameter elektroda, besar arus jenis kawat las, komposisi kimia logam induk, tebal logam induk dan posisi pengelasan selain temperature pemanasan awal saat sebelum proses pengelasan berlangsung (*preheating*) logam induk. Kondisi ini menyebabkan besar arus pengelasan berpengaruh terhadap hasil akhir proses pengelasan. Saat arus terlalu rendah menyebabkan busur listrik sulit menyala dan busur listrik yang terjadi tidak stabil. Kondisi ini akibat energi panas yang diperlukan untuk melelehkan elektroda dan logam induk kurang, sehingga hasil lasan berbentuk rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan yang kurang dalam. Bila arus terlalu besar menyebabkan elektroda cepat mencair, sehingga hasil pengelasan permukaannya lebih lebar dan penembusan dalam.

Temperatur preheating sebelum pengelasan awal dilakukan berperan dengan tujuan untuk membuka atau mengembangkan ukuran butiran. Saat ukuran butirannya mengembang maka unsur lain dapat masuk ke dalam antara butiran, sehingga menjadi padat yang berakibat neiknya kekerasan logam. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui berapa besar perubahan kekerasan baja st 60 yang mengalami pengelasan dengan arus 100, 110 dan 120 amp dan di *preheating* dengan suhu 200, 300 dan 400°C

Peneliti terdahulu tentang pengaruh temperatur *preheating* dan kuat arus pada pengelasan baja ST 60 terhadap kekuatan tarik dan kekerasan dilakukan oleh, Achmad N. dkk. 2015. Pada pengelasan baja st 60 tebal 8mm

menggunakan elektrode E 7016 menyimpulkan bahwa gerakan elektroda memberikan pengaruh pada hasil kekerasan. Hermawan W. 2014. Pengelasan baja ST 60 menggunakan las gesek menyimpulkan nilai kekerasan pada sambungan tertinggi 243,8 HVN daerah HAZ, logam induk sebesar 231,8 HVN. Ma'rif. 2017. Pengelasan baja st 60, elektrode jenis E 6013. dan arus pengelasannya 70, 80 dan 90 amp menyimpulkan bahwa kekerasan logam las tertinggi pada arus 90A nilainya 89 HRB, untuk 80A nilainya 93HRB dan arus 70A nilainya 92,81HRB

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Parameter Pengelasan

Menurut Wiryosumarto & Okumura (2008), daerah hasil pengelasan dibedakan menjadi tiga bagian yaitu : daerah logam las, daerah pengaruh panas atau heat affected zone disingkat menjadi HAZ dan logam induk yang tak terpengaruh panas, Faktor yang mempengaruhi pengelasan SMAW diantaranya besar tegangan, sebab tergantung pada panjang busur listrik untuk ukuran yang baik sebesar setengah diameter elektroda. Besar kecilnya arus saat pengelasan tergantung komposisi dan tebal logam induk, bentuk kampuh, posisi pengelasan, jenis elektroda, dan diameter elektroda. Untuk arus listrik yang rendah dan diameter elektroda yang lebih kecil digunakan untuk pengelasan benda kerja yang kecil, sedang benda kerja yang tipis arusnya lebih rendah. Untuk daerah las yang memiliki kapasitas panas tinggi akan memerlukan arus las yang besar, bahkan perlu pemanasan awal.

kecepatan pengelasan tergantung dari jenis dan diameter elektroda, komposisi kimia dan sambungan. Kecepatan pengelasan sebanding dengan besar arus, di mana saat kecepatan tinggi perlu arus besar. Berbeda dengan gerakan pengelasan di mana makin cepat gerakan pengelasan semakin kecil panas yang ditimbulkan sehingga perubahan bentuk bahan dapat dihindarkan. Untuk mendapatkan hasil pengelasan yang optimum maka perlu mengatur panjang busur, kecepatan pengelasan dan pemakanan elektroda yang konstan sesuai dengan gerakan elektroda.

B. Elektroda.

Elektroda terdiri bagian inti yang terbuat dari baja yang berfungsi sebagai bahan pembungkus (fluks) dan bahan pengisi (*filler*). Fluks berfungsi melindungi logam cair dari udara sekitar, menjaga busur listrik agar tetap stabil, sebagai deoksidator, menghasilkan gas pelindung, mengurangi percikan api dan uap pada pengelasan, dan sebagai sumber dari unsur paduan. Kode elektroda sudah distandarkan atau ditetapkan dengan standar AWS (*American Welding Society*) dan ASTM (*American For Testing Material*). Menurut AMW elektrode diklasifikasikan berdasarkan huruf E dan diikuti empat atau lima digit sebagai berikut E xxxx (x). Dua digit yang pertama atau tiga digit menunjukkan kuat tarik hasil las. Sebagai contoh elektrode E 6013 mempunyai kuat tarik 60.000 psi (42 Kg/mm²), digit selanjutnya menunjukkan posisi pengelasan di mana untuk angka 1 untuk semua posisi pengelasan, angka 2 untuk las datar (horizontal) sedang untuk angka 1 dan angka 3 menunjukkan untuk pengelasan datar saja. Digit yang terakhir menunjukkan jenis dari campuran kimia dari lapisan elektrode.

Penyulutan elektroda merupakan proses hubung singkat, yang terjadi antara ujung elektroda dengan logam benda kerja yang kemudian secepat mungkin memisahkannya dengan jarak tertentu (biasanya setengah dari diameter elektroda). Busur nyala listrik akan padam saat posisi elektroda dekat dengan benda kerja, kemudian secepat mungkin dijauhkan. Langkah pemadaman busur listrik ini perlu diperhatikan karena akan mempengaruhi kualitas pengelasan (siswanto R. 2012). Saat proses pengelasan berlangsung agar saat melakukan pengelasan dengan las busur nyala listrik didapatkan urutan manik las pada sambungan yang merata, halus, serta menghindari terjadinya takikan dan kubangan terak

C. Arus Listrik

Arus listrik yang digunakan untuk pengelasan SMAW adalah arus DC (*Direct Current*) dan arus AC (*Alternating Current*).

Keuntungan

1. Dapat dipakai untuk semua jenis logam dan posisi pengelasan bervariasi.
2. Dapat untuk mengelas dengan ketebalan yang bervariasi sebab diameter elektrodanya bervariasi.
3. Pengaturan arus dan tegangannya mudah.
4. Tidak bising saat digunakan.
5. Tidak sensitif terhadap korosi, oli dan gemuk.

Kerugian

1. Pengelasan hanya sampai sepanjang elektroda sehingga proses berikutnya perlu penyambungan.
2. Perlu pembersihan terak dan tidak dapat untuk pengelasan bahan baja non - ferrous.
3. Mudah terjadi Oksidasi akibat pelindung logam cair hanya busur las dari fluks.
4. Diameter elektroda tergantung dari tebal pelat dan posisi pengelasan.
5. Elektroda jenis tertentu sebekum digunakan harus disimpan dalam oven,

D. Panas awal (Pre Heating)

Pemanasan awal adalah proses memanaskan benda kerja sebelum pengerjaan lanjut. Pada benda kerja yang tebal perlu dilakukan, sebab saat proses pengelasan di daerah HAZ perlu panas tinggi. Pada daerah logam yang mencair perlu panas

tinggi, bertambah jarak busur akan menyebabkan panasnya (*heat input*) berkurang. Pemanasan dan pendinginan yang tidak merata (perubahan temperatur) akan menyebabkan perubahan pada HAZ utamanya pada keuletan, keliatan, tegangan tarik dan sifat lainnya.

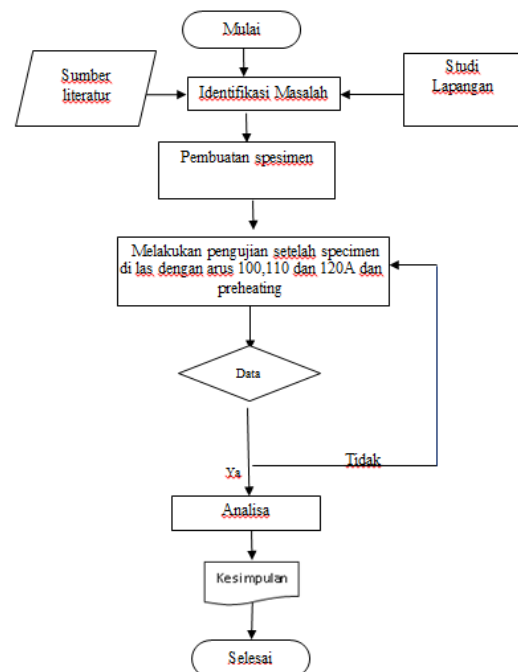
Pemanasan awal logam sebelum pengelasan berdampak pada pengurangan perbedaan temperatur pada daerah pengelasan. Kondisi ini merupakan satu cara untuk mengatasi perubahan-perubahan pada logam yang mengalami proses pengelasan, sebab pemanasan sebelum pengerjaan akan mengurangi perubahan temperatur. Kondisi ini mengakibatkan berkurangnya perubahan bentuk dan tegangan akibat pengaruh panas yang tinggi pada daerah las. Tinggi temperatur pemanasan awal tergantung pada:

1. Komposisi kandungan unsur dan baja sebab komposisi baja akan menentukan kekerasannya. Pada baja karbon yang baru mengalami proses pengelasan dan selanjutnya didinginkan secara cepat, maka dapat berakibat keretakan pada benda kerja, Pemanasan sebelum pengerjaan perlu dengan tujuan untuk memperlambat pendinginan supaya tidak retak pada daerah yang dilas/dipanaskan.
2. Ketebalan benda kerja di mana semakin tebal benda kerja, maka semakin besar pula pengaruh pendinginan dan dengan semakin tebalnya bahan maka semakin lama pemanasan awal yang diperlukan.
3. Sumber panas yang terjadi pada saat pengelasan dan pemanasan awal pada bahan-bahan baja sangat bervariasi. Untuk mengetahui temperatur pemanasan awal untuk berbagai jenis dan ketebalan pelat berdasarkan katalog pembuat baja tersebut. Pemanasan awal digunakan untuk pengelasan bahan yang mudah retak dan sulit dilakukan proses pengelasan dengan tujuan memperlambat proses pendinginan.

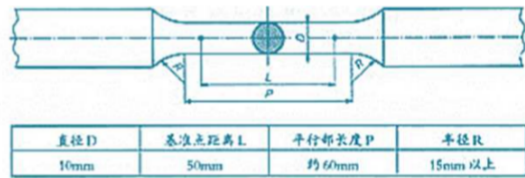
III. 3. METODA DAN BAHAN

A. Metodologi

Diagram alir penelitian ini menunjukkan urutan yang dilakukan selama pengerjaan.



Gambar 1 Diagram alir



Gambar 2 Standar JIS Z 3121

B. Bahan Uji

Bahan uji baja ST 60 di mana pelaksanaan pembuatan specimen dan pengujian di workshop dan laboratorium. Bahan plat ST 60 dibentuk spesimen sesuai standar jis Z 3121, selanjutnya spesimen di preheating dan dilakukan pengelasan menggunakan elektroda E7018 variasi arus sebesar 100A, 110A dan 120A. Setelah pengelasan, spesimen didinginkan dengan oli dan dilakukan pengujian kekerasan pada HAZ dan *weld metal*. Variabel dalam penelitian terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah kuat arus, temperatur *preheating*. Variabel terikat adalah nilai kekerasan hasil pengelasan.



Gambar 3 Spesimen uji

C. Bahan dan alat

Bahan terdiri dari

1. Baja st 60.
2. Elektrode E 7018.
3. Kertas gosok

Alat terdiri dari,

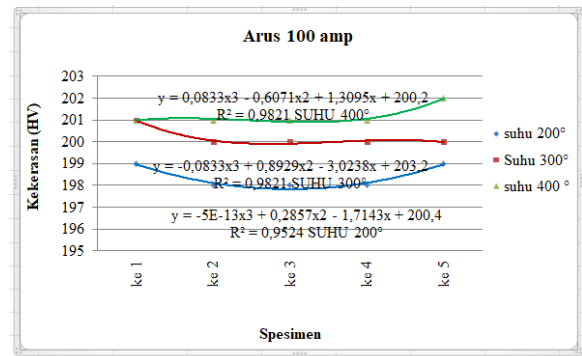
1. Mesin las GMAW semi otomatis (kondisi standart) 2. Meja las.
3. Thermo kople K.
4. Dapur listrik induksi
5. Mesin uji kekerasan
6. Gerinda

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

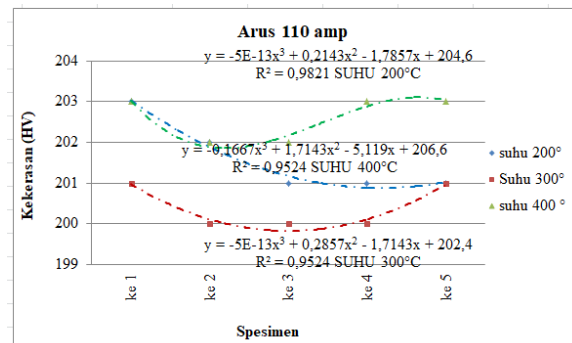
Gambar 4 menunjukkan hasil uji kekerasan setelah pengelasan menggunakan elektroda E 7018 dengan arus 100amp. Suhu *preheating* 200, 300 dan 400°C, pengujian kekerasan menggunakan metoda vickers. Lokasi pengujian kekerasan pada logam induk, HAZ dan *weld metal* (logam las), setiap sampel diuji sebanyak lima titik untuk memperoleh nilai kekerasan reratanya, untuk pengelasan

dengan arus 100amp saat suhu *preheating* 200°C



Gambar 4 Perbandingan kekerasan di daerah HAZ untuk arus 100A

Kecenderungan bentuk kurva grafik yang sama, kondisi ini bahwa proses perlakuan *preheating* untuk ketiga variasi *preheating* sama baik untuk suhu 200, 300 maupun 400°C. Untuk nilai rerata kekerasan 198,40HV saat suhu *preheating* 200°C, 200,20HV untuk suhu 300°C dan 201,20HV untuk suhu 400°C. Pada kondisi ini untuk arus pengelasan 100amp menghasilkan kekerasan tertinggi rerata 201,20HV untuk suhu *preheating* 300°C dengan persamaan $Y = 0,0833x^3 - 0,6071x^2 + 1,3095x + 200,2$. Dari ke tiga variasi suhu *preheating* tersebut besar selisih nilai kekerasannya 1HV, kondisi ini menunjukkan bahwa saat pengelasan dengan arus 100 amp besar ukuran butirannya seragam (sama).

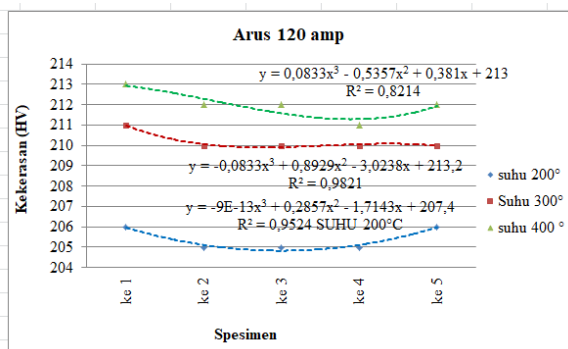


Gambar 5 Perbandingan kekerasan di daerah HAZ untuk arus 110A

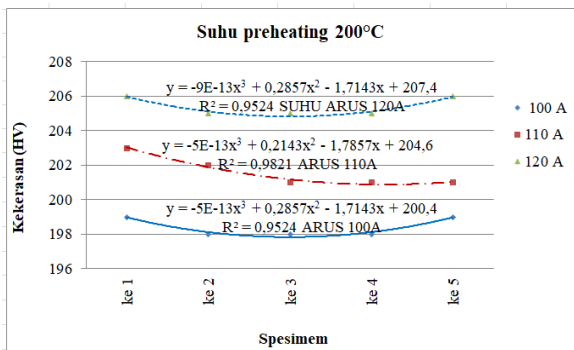
Gambar 5 menunjukkan hasil kekerasan saat proses pengelasan menggunakan arus 110 amp yang hasilnya berbeda dari ke tiga variasi *preheating*, di mana kecenderungan saat *preheating* suhu 200°C dibandingkan dengan suhu 300°C berbeda dan juga terhadap 400°C. Pada pengelasan menggunakan arus 110 amp untuk ke tiga kondisi *preheating* ini kekerasan rerata tertingginya 202,60HV dengan tingkat kepercayaan 95% dan peramaannya adalah $Y = -5E-13x^3 + 0,2143x^2 - 1,7857x + 204,6$. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pertumbuhan butir logam bervariasi, di mana saat terjadi kenaikan nilai kekerasan maka pada logam di HAZ terjadi proses substitusi atau interssi yang banyak. Peningkatan nilai kekerasan tersebut dapat terjadi akibat saat input panas tinggi butir logam mengembang secara maksimum, pada saat ini unsur dengan ukuran butir yang kecil mengisi kekosongannya sehingga menjadi padat, Nilai kekerasan saat pengelasan dengan arus 110 amp dengan suhu *preheating* 200°C 201,60HV, untuk suhu 300°C sebesar 200,4 HV dan 202,6HV untuk suhu 400°C. Dibandingkan dengan arus 100

amp terjadi kenaikan 3,2HV untuk suhu preheating 200°C. Untuk suhu *preheating* 300°C naik 0,20 HV dan k suhu 400°C naik 1,40 HV, artinya dalam kondisi ini untuk pengelasan menggunakan arus 100 amp terjadi kenaikan kekerasan maksimum 3,2HV.

Gambar 6 menunjukkan hasil pengelasan SMAW saat menggunakan arus 120amp dengan variasi preheating 200, 300 dan 400°C yang menghasilkan kekerasan rerata 205,40HV saat suhu *preheating* 200°C, untuk suhu 300°C nilainya 210, 20HV dan untuk suhu 400°C nilainya 212°C. Dibandingkan saat *preheating* suhu 200°C terhadap suhu 300 dengan arus pengelasan yang sama yaitu 120 amp kekerasannya naik 4,80HV dan terhadap *preheating* suhu 400°C naik 6,60HV. Pada kondisi pengelasan 120 amp menghasilkan kekerasan maksimum rerata terbesar 212HV, jadi untuk ke tiga arus pengelasan yaitu 100, 110 dan 120 amp pada daerah HAZ kekerasan tertinggi rerata 212,29V Persamaannya adalah $Y = 0,0833x^3 - 0,5357x^2 + 0,381x + 21$. Berdasarkan tingkat kepercayaan 5% untuk kondisi arus 120amp ini tidak dapat diterima (ditolak) sebab berdasarkan nilai R^2 di atas 5%.



Gambar 6 Perbandingan kekerasan di daerah HAZ untuk arus 120A

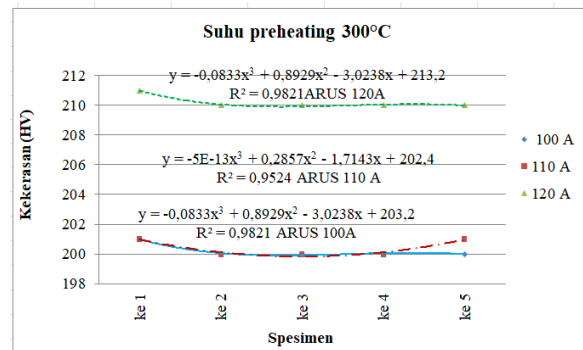


Gambar 7 Perbandingan kekerasan di daerah HAZ untuk suhu *preheating* 200°C

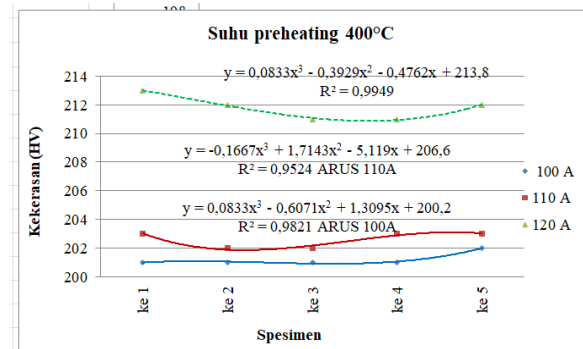
Gambar 7 menunjukkan grafik perbandingan nilai kekerasan saat specimen mengalami preheating dengan suhu 200°C dengan arus pengelasan yang bervariasi yaitu 100, 110 dan 120 amp. Berdasarkan gambar tersebut maka nilai kekerasan tertinggi reratanya saat arus 100 amp 198,40HV dengan tingkat kepercayaan 95% persamaannya adalah $y = -9E-13x^3 + 0,2857x^2 - 1,7143x + 207,4$

Untuk arus 110 amp dengan tingkat kepercayaan 95% persamaannya $y = -5E-13x^3 + 0,2143x^2 - 1,7857x + 204,6$ dan untuk arus 120 amp persamaannya $y = -5E-13x^3 + 0,2857x^2 - 1,7143x + 200,4$. Besarnya [erubahan kekerasan untuk preheating dengan suhu 200°C antara arus 100 terhadap

110amp sebesar 3,2HV dan terhadap arus 120amp sebesar 7HV. Gambar 8 menunjukkan grafik perbandingan nilai kekerasan saat specimen mengalami preheating dengan suhu 300°C dengan arus 100, 110 dan 120 amp. Berdasarkan gambar tersebut maka nilai kekerasan tertinggi reratanya di daerah HAZ saat arus 100 amp 200HV dengan tingkat kepercayaan 95% persamaannya adalah $y = -0,0833x^3 + 0,8929x^2 - 3,0238x + 203,2$ Untuk arus 110 amp dengan tingkat kepercayaan 95% persamaannya $y = -5E-13x^3 + 0,2857x^2 - 1,7143x + 200,4$ dan untuk arus 120 amp persamaannya $y = -0,0833x^3 + 0,8929x^2 - 3,0238x + 213,2$ Besar perubahan kekerasan untuk *preheating* dengan suhu 200°C antara arus 100 terhadap 110amp sebesar 0,2HV dan terhadap arus 120amp sebesar 10HV.

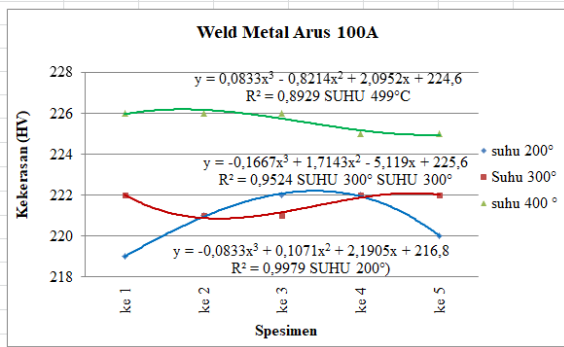


Gambar 8 Perbandingan kekerasan di daerah HAZ untuk suhu *pre heating* 300°C



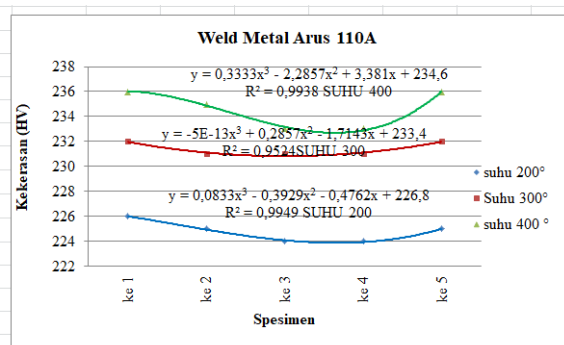
Gambar 9 Perbandingan kekerasan di daerah HAZ untuk suhu *pre heating* 400°C

Gambar 9 menunjukkan grafik perbandingan nilai kekerasan saat specimen mengalami preheating dengan suhu 400°C dengan arus pengelasan yang bervariasi yaitu 100, 110 dan 120 amp. Berdasarkan gambar tersebut maka nilai kekerasan tertinggi reratanya saat arus 100 amp 201,20HV dengan tingkat kepercayaan 95% persamaannya adalah $y = -0,1667x^3 + 1,7143x^2 - 5,119x + 206,6$ dan untuk arus 120 amp persamaannya $y = 0,0833x^3 - 0,6071x^2 + 1,3095x + 200,2$. Besarnya [erubahan kekerasan untuk preheating dengan suhu 200°C antara arus 100 terhadap 110amp sebesar 1,4HV dan terhadap arus 120amp sebesar 10,6HV



Gambar 10 Perbandingan kekerasan di *weld metal* untuk suhu arus 100 amp

Gambar 10 adalah perbandingan kekerasan hasil pengelasan dengan arus 100amp variasi *preheatin*, di mana bentuk kurva grafik tidak sama hasilnya, untuk setiap suhu *preheating* baik untuk suhu 200, 300 an 400°C. Nilai rerata kekerasan dari lima kali pengujian dengan lima specimen menghasilkan kekerasan 220,800HV saat suhu *preheatng* 200°C dengan persamaan $y = -0,0833x^3 + 0,1071x^2 + 2,1905x + 216,8$, sedang untuk *preheating* 300°C menghasilkan kekerasan 221,60HV dengan persamaan $y = -0,1667x^3 + 1,7143x^2 - 5,119x + 225,6$ serta untuk *preheating* untuk suhu 400°C nilainya 225,60HV dengan persamaan $y = -0,0833x^3 + 0,1071x^2 + 2,1905x + 216,8$. Pada kondisi ini untuk arus pengelasan 100amp selisih nilai kekerasannya 1HV, kondisi ini menunjukkan bahwa saat pengelasan dengan arus 100 amp besar ukuran butirannya seragam (sama).



Gambar 11 Perbandingan kekerasan di *weld metal* untuk suhu arus 110 amp

Gambar 11 adalah perbandingan kekerasan hasil pengelasan dengan arus 110amp variasi *preheating*, di mana bentuk kurva grafik sama model kecenderungannya, untuk setiap suhu *preheating* baik untuk suhu 200, 300 an 400°C. Nilai rerata kekerasan 224,800HV saat suhu *preheatng* 200°C dengan persamaan $y = 0,0833x^3 - 0,3929x^2 - 0,4762x + 226,8$, untuk *preheating* 300°C menghasilkan kekerasan rerata 231,40HV dengan persamaan $y = -5E-13x^3 + 0,2857x^2 - 1,7143x + 233,4$ serta untuk *preheating* untuk suhu 400°C nilainya 234,60HV dengan persamaan $y = 0,0833x^3 - 0,3929x^2 - 0,4762x + 226,8$ Pada kondisi ini untuk arus pengelasan 110amp. Besarnya perubahan kekerasan antara suhu 300°C terhadap 200°C 6,6HV dan perubahan kekerasan antara suhu 400°C terhadap 200°C 9,6Hv

V. SIMPULAN

Besar perubahan kekerasan 6,6HV saat preheating 400°C terhadap 200°C di daerah HAZ, sedang di *weld metal* 10,40HV Yang terjadi saat preheating 400°C

VI. DAFTAR RUJUKAN

- [1] American Welding Society, 1981, *Welding Handbook*, 1st Volume, Fundamental of Welding. Miami Florida
- [2] Achmad Nurul Qomari, Solichin, Prihanto Tri Hutomo. 2015. "Pengaruh Pola Gerakan Elektrode dan Posisi Pengelasan Terhadap Kekerasan Hasil Las Pada Baja ST 60" .JURNAL TEKNIK MESIN, TAHUN 23, NO. 2, OKTOBER 2015
- [3] Hermawan Widi Laksono dan Sugiyanto. 2014. Analisa Hasil Pengelasan Gesek Pada Sambunga Sama Jenis Baja ST 60, Sama jenis AISI 201, dan Beda Jenis Plat Baja ST 60 dengan AISI 201. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, Vol. 2, No. 1, Tahun 2014 Online: <http://http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtm>.
- [4] Ma'ruf. 2017. Pengaruh Arus Terhadap Kekerasan Hasil Pengelasan Baja ST 60 Menggunakan Pengelasan SMAW. *INFO TEKNIK* Volume 14 No. 2 Desember 2013 (211-218).
- [5] Siswanto Rudi, 2012. Pengaruh Gerakan Elektroda Terhadap Kedalaman Penetrasi dan Panjang Hasil Pengelasan Menggunakan Las Busur Listrik (SMAW). *Media SainS*, ISSN 2085-3548, Volume 4 Nomor 2, Oktober 2012, 146–153
- [6] Wiryosumarto, H.& Okumura, T., 2008, *Teknologi Pengelasan Logam*, PT.Pradnya Paramita, Jakarta.