

Pengaruh preheat terhadap kekuatan tarik dan kekerasan vickers sambungan metal inert gas (MIG) pada baja karbon rendah

Muhammad Taufiq¹, Wartono¹, Daru Sugati¹

¹Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Jalan Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281
Email korespondensi: daru.tm@itny.ac.id

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh preheat terhadap kekuatan tarik dan kekerasan vickers sambungan Metal Inert Gas (MIG) pada baja karbon rendah, serta mengetahui pengaruh terbesar terhadap sifat mekanis dan struktur mikro setelah pengelasan. Metode pengelasan menggunakan pengelasan Metal Inert Gas (MIG) posisi mendatar atau flat, dengan spesimen plat strip baja karbon rendah dan kampuh V sudut 60°, variasi yang digunakan dalam kajian ini adalah variasi suhu preheat 100 °C, 200 °C, 300 °C dan non-preheat. Nilai kekerasan vickers tertinggi dimiliki oleh suhu preheat 200°C dengan nilai kekerasan vickers sebesar 206,674 kg/mm² dan nilai kekerasan vickers terendah adalah preheat 300°C dengan nilai kekerasan vickers sebesar 158,405 kg/mm². Spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu preheat 200°C memiliki kekuatan tarik terbesar yakni rata-rata adalah 54,87 Kgf/mm² dan spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu preheat 300°C memiliki kekuatan tarik terendah dengan nilai rata-rata adalah 44,31 Kgf/mm².

Kata kunci: preheat, pengelasan MIG, kekerasan vickers, kekuatan tarik, baja karbon rendah.

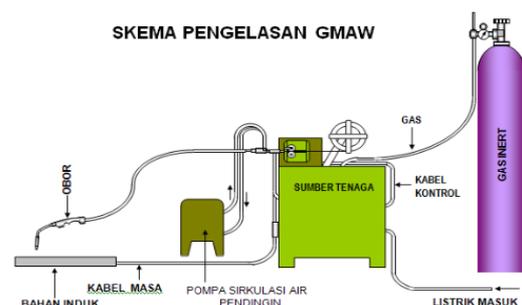
Abstract

This study aims to determine the effect of preheat on vickers tensile strength and hardness of Metal Inert Gas (MIG) connection on low carbon steel, and to find out the greatest effect on mechanical properties and microstructure after welding. The welding method uses a flat or flat Metal Inert Gas (MIG) welding, with a low carbon steel strip plate specimen and a V of 60° angle, the variation used in this study is a preheat temperature variation of 100 °C, 200 °C, 300 °C and non-preheat. The highest Vickers hardness value is owned by preheat 200°C temperature with vickers hardness value of 206.674 kg / mm² and lowest Vickers hardness value is preheat 300°C with vickers hardness value of 158.405 kg / mm². Tensile test specimens with preheat 200°C temperature variations have the greatest tensile strength, that is on average is 54.87 Kgf / mm² and tensile test specimens with preheat 300°C temperature variations have the lowest tensile strength with an average value of 44.31 Kgf / mm².

Keywords: preheat, MIG welding, vickers hardness, tensile strength, low carbon steel.

1. Pendahuluan

Pengelasan secara umum adalah suatu proses penyambungan logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan serta dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik-menarik antara atom [1]. Salah satu mesin las yang paling banyak digunakan ialah mesin las Metal Inert Gas (MIG), faktor pendukungnya ialah karena mesin las MIG (Metal Inert Gas) memiliki banyak keuntungan dalam penggunaannya, diantaranya dapat digunakan untuk pengelasan baja kualitas tinggi seperti baja tahan karat [2]. Adapun prinsip kerja las MIG (Metal Inert Gas) adalah pengelasan dengan menggunakan nyala gas yang dihasilkan dari busur nyala listrik, yang dipakai sebagai pencair metal yang akan dilas [3]. Pelindung oksidasi yang dipakai berupa gas kekal (*inert*), CO₂ dan Argon [4]. Adapun skema mesin las MIG (Metal Inert Gas) ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



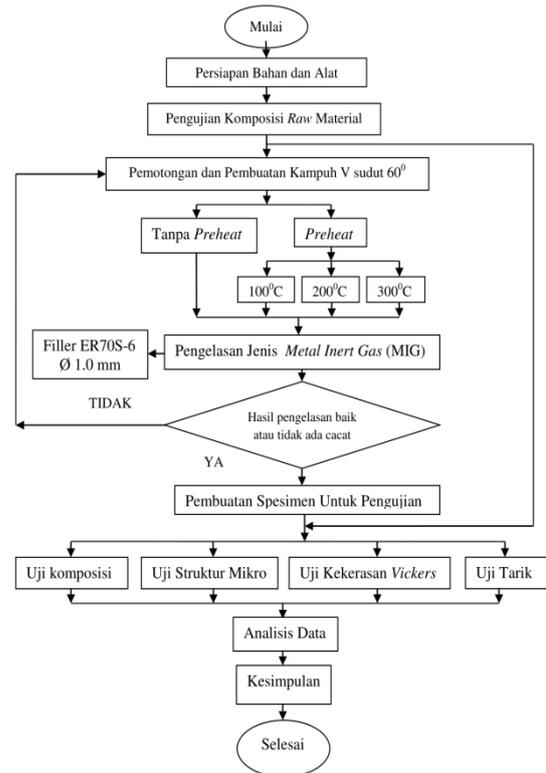
Gambar 1. Skema Pengelasan Metal Inert Gas.

Preheat bertujuan untuk menstabilkan suhu spesimen sebelum dilakukan pengelasan agar tidak terjadi kerusakan pada saat dan setelah pengelasan [5]. Pada setiap jenis logam memiliki suhu yang berbeda-beda yang digunakan untuk suhu *preheat*. Tujuan lain perlakuan pemanasan awal (*preheat*) adalah untuk meningkatkan sifat mekanis dan sifat fisis logam. Oleh karena itu, pemilihan suhu pemanasan awal (*preheat*) sangat penting dilakukan untuk mendapatkan sifat fisis dan mekanis yang baik [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Aktika Chandra (2011) dengan judul “Pengaruh *Preheat* terhadap Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Pengelasan *Adapter Bucket Excavator* dengan metode *Gas Metal Arc Welding* (GMAW)”. Kajian ini menggunakan bahan baja paduan rendah, bahan diberi perlakuan *preheat* dengan variasi temperatur yaitu temperatur ruang atau tanpa *preheat*, temperatur *preheat* 150°C dan temperatur *preheat* 350°C [7]. Dapat disimpulkan bahwa dengan variasi perlakuan *preheat* pada pengelasan *adapter bucket excavator* terjadi perubahan struktur mikro akibat laju pendinginan yang berbeda dan sangat berpengaruh terhadap ketangguhannya [8]. Ketangguhan paling optimal pada pengelasan *adapter bucket excavator* adalah pada penggunaan *preheat* 150°C. Menurut Wiryosumarto, dkk (2000: 58-59), lamanya pendinginan dalam suatu daerah temperatur dari suatu siklus termal las sangat mempengaruhi kualitas sambungan. Energi panas yang digunakan dalam pengelasan menyebabkan sifat-sifat logamnya dapat berubah karena panas pengelasan tersebut dan logam di sekitar lasan mengalami siklus termal cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal [9]. Hal tersebut sangat erat hubungannya dengan ketangguhan, cacat las, retak las dan lain sebagainya yang pada umumnya mempunyai pengaruh terhadap keamanan dari konstruksi yang dilas [10,11]. Berdasarkan uraian diatas, dilakukan kajian dengan judul “Pengaruh *Preheat* Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan *vickers* Sambungan *Metal Inert Gas* (MIG) pada Baja Karbon Rendah”. Kajian ini akan membahas tentang pengaruh pemanasan awal (*preheat*) terhadap kekuatan tarik dan kekerasan *vickers* sehingga akan dihasilkan data yang paling baik untuk mendapatkan sambungan baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*) yang paling baik dengan metode pemanasan awal (*preheat*).

2. Metode

Metode yang digunakan pada kajian ini dapat ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram alir.

Bahan-bahan yang digunakan adalah plat baja karbon rendah (*strip plat*) dengan ukuran 300 x 95 x 5 mm. Kawat las diameter 1 mm tipe ER70S-6 (*solid wire*). Bahan pendukung lain berupa amplas grit 100, 120, 200, 360, 500, 800, 1000, 1500, 2000 dan 5000 *mesh*, kain bludru, pasta poles merk Autosol, larutan HNO₃ (Asam Nitrat) kadar 5% untuk etsa dan larutan alkohol kadar 70% untuk bahan etsa. Bahan plat baja karbon rendah (*strip plat*) yang didapat dari pasaran yang berukuran 6000 mm x 95 mm x 5 mm, kemudian dipotong dengan ukuran 300 mm x 95 mm x 5 mm sebanyak 24 batang. Setelah didapatkan ukuran yang diinginkan kemudian dilanjutkan dengan pembuatan kampuh V dengan sudut 60°. Bagian ini berisi tata kerja pada kajian yang telah dilakukan serta ditulis dengan jelas, sehingga percobaan atau kajian yang telah dilakukan dapat diulang dengan hasil yang sama.

Proses pengelasan dilakukan dalam 3 tahap, yakni Potong benda uji menggunakan mesin cutting dengan ukuran 300 mm x 95 mm x 5 mm untuk pengelasan *Metal Inert Gas*. Pembuatan kampuh pada benda uji sebelum proses pengelasan yakni dibuat kampuh V dengan mesin *frais* sesuai ukuran yang diperlukan. Pelaksanaan dan proses pengelasan menggunakan las *Metal Inert Gas* (MIG) dengan posisi bawah tangan (1G). Dalam proses pengelasan baja karbon rendah ini, ada empat variasi, yaitu *non-preheat*, *preheat* 100°C, *preheat* 200°C dan *preheat* 300°C.

3. Hasil dan Pembahasan

Uji komposisi kimia ini dilakukan untuk mengetahui berapa persen (%) unsur-unsur yang terkandung didalam plat baja karbon yang dijadikan benda uji dalam kajian ini. Uji komposisi ini dilakukan pada 2 benda uji yaitu logam induk dan daerah las, pengujian dilakukan untuk mengetahui berapa presentase unsur yang terkandung dalam plat baja karbon baik pada logam induk maupun yang telah terpengaruh oleh pengelasan (daerah las), sehingga dapat diketahui perbandingan kadar kandungan unsur kimia dari kedua benda uji tersebut seperti ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

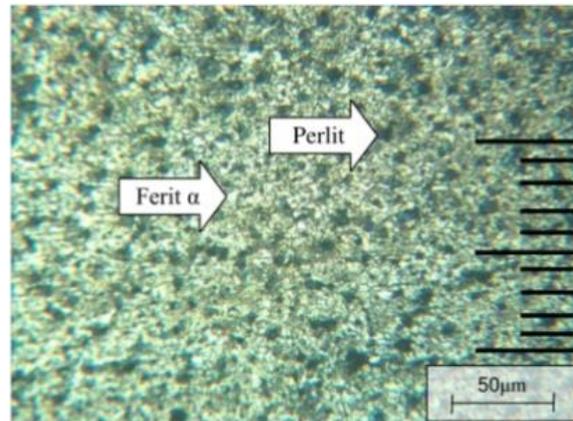
Tabel 1. Hasil uji komposisi kimia plat baja karbon rendah.

No.	Unsur	Raw Material	Weld Metal
		Komposisi Kimia (%)	Komposisi Kimia (%)
1	Fe	98,4433	98,4417
2	S	0,0221	0,0152
3	Al	-0,0014	0,0100
4	C	0,1931	0,1544
5	Ni	0,0682	0,0334
6	Nb	0,0009	0,0027
7	Si	0,2509	0,3852
8	Cr	0,2589	0,1223
9	V	0,004	0,005
10	Mn	0,5387	0,6971
11	Mo	0,0139	0,0049
12	W	-0,0004	0,0016
13	P	0,0220	0,0115
14	Cu	0,1112	0,0877
15	Ti	0,00004	0,0022
16	N	0,0016	-0,0290
17	B	0,0006	0,0006
18	Pb	0,005	0,008
19	Sb	0,0042	-0,0001
20	Ca	0,0007	0,0073
21	Mg	-0,0005	-0,0007
22	Sn	0,0313	0,0060
23	Co	0,0132	0,0150

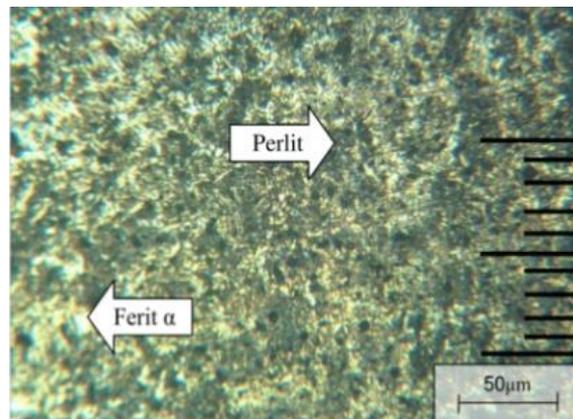
Unsur karbon memiliki sifat meningkatkan kekuatan tarik, menurunkan regangan, keuletan, dan mampu memberikan sifat keras pada benda uji, memiliki kandungan mangan (Mn) yang mempunyai sifat tahan terhadap gesekan dan tahan tekanan (*impact load*), Memiliki kandungan unsur silisium (Si) yang mempunyai sifat menaikkan kekuatan serta ketangguhan. Kromium (Cr) memiliki pengaruh yang hampir sama dengan mangan yaitu meningkatkan ketangguhan, kemampuan untuk dikeraskan dan tahan terhadap temperatur tinggi. Kromium berperan dalam pembentukan karbida. Senyawa karbida ini sangat keras dan dengan sendirinya kekerasan baja akan meningkat.

Pengamatan Struktur Mikro

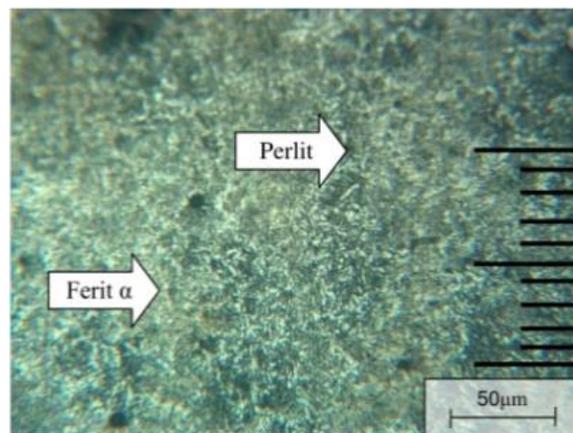
Pengamatan struktur mikro dilakukan pada pada tiga titik dari *raw material*, daerah HAZ, dan daerah las. Dengan perbesaran gambar sampai 100 kali dan hasil foto struktur mikro dapat dilihat pada Gambar 3 hingga Gambar 11 berikut.



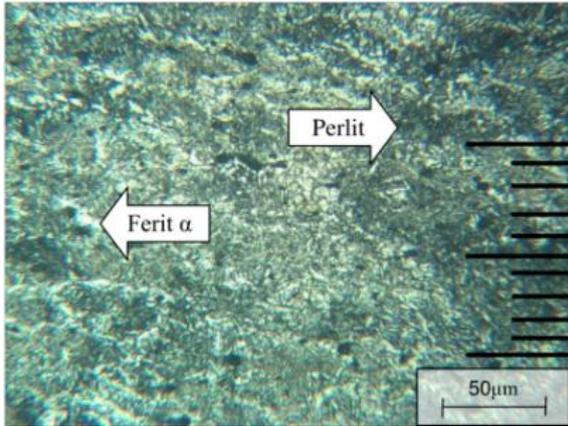
Gambar 3. Base metal.



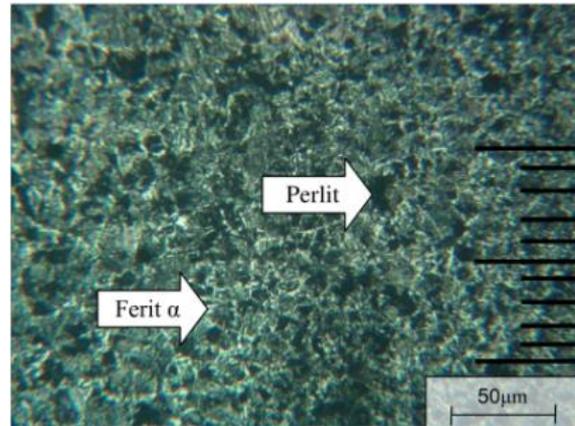
Gambar 4. Weld metal non preheat.



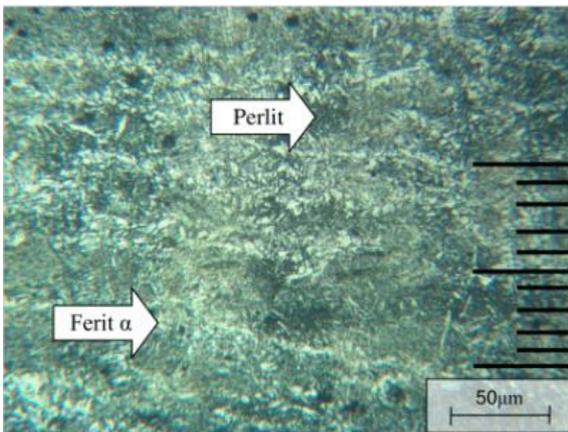
Gambar 5. Weld metal preheat 100°C.



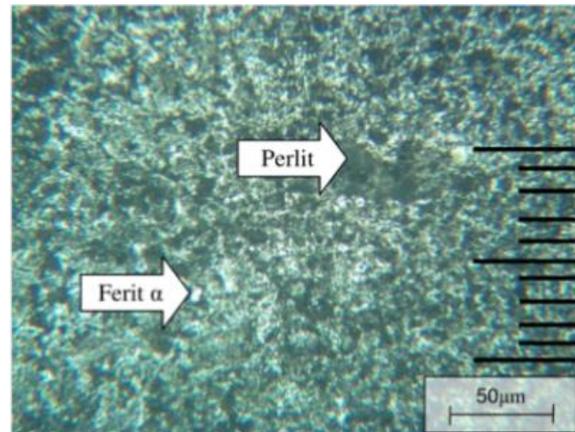
Gambar 6. Weld metal preheat 200°C.



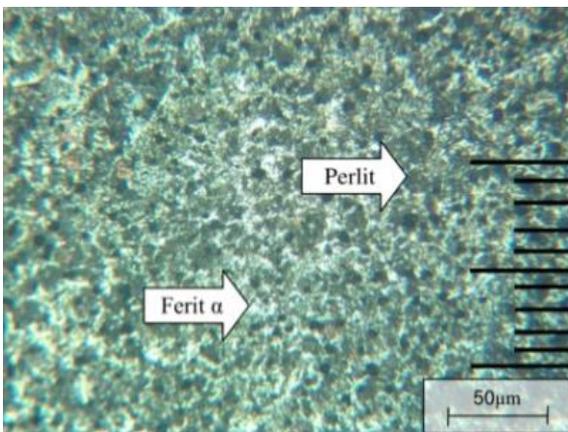
Gambar 9. HAZ preheat 100°C.



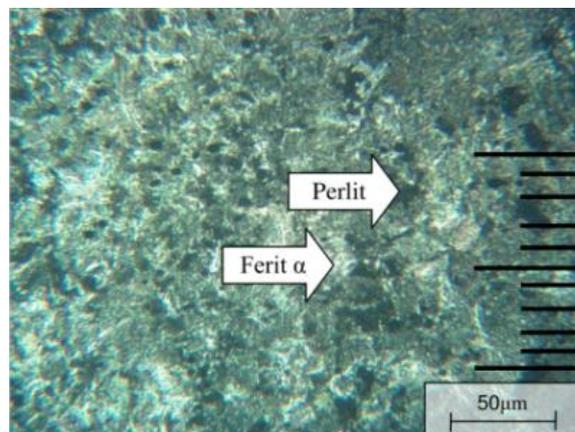
Gambar 7. Weld metal preheat 300°C.



Gambar 10. HAZ preheat 200°C.



Gambar 8. HAZ non preheat.



Gambar 11. HAZ preheat 300°C.

Hasil uji struktur mikro menunjukkan bahwa, baja karbon rendah mempunyai struktur perlit dan ferit, munculnya kedua struktur ini disebabkan oleh unsur-unsur yang terkandung dalam baja karbon rendah. Struktur ferit *acicular* berfungsi sebagai penstabil unsur karbon (C) karena dapat meningkatkan kekuatan dan ketangguhan logam las, sedangkan Mangan dan Silisium sebagai penstabil perlit. Struktur mikro yang terbentuk dari hasil pengelasan posisi bawah tangan las MIG (*Metal Inert Gas*) kampuh V *double pass* dengan variasi suhu preheat 100°C, 200°C, 300°C dan bahan yang tidak di proses

preheat yakni pada daerah las, daerah HAZ (*Heat Affected Zone*), dan daerah logam induk keseluruhan struktur mikronya terbentuk menyerupai atau sama, karena pada proses pengelasannya menggunakan kawat pengisi (*filler*) sama dan proses pendinginan las yang sama.

Pengujian Kekerasan Vickers

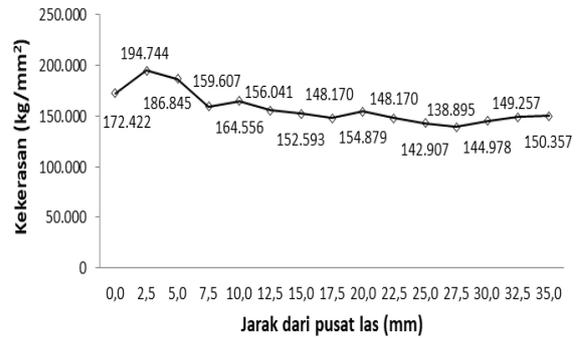
Pada pengujian kekerasan mikro *vickers*, harga ditunjukkan oleh penetrator yang terbuat dari piramida intan, sudut antara dua bidang sisi piramida 136°. Ditekankan ke permukaan bagian yang akan diukur dengan beban 150 kg. Biasanya diagonal bekas injakan diukur dengan mikroskop dan nilai kekerasan *vickers* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (1) dan Persamaan (2) berikut.

$$VHN = 1,8544 \frac{P}{D^2} \tag{1}$$

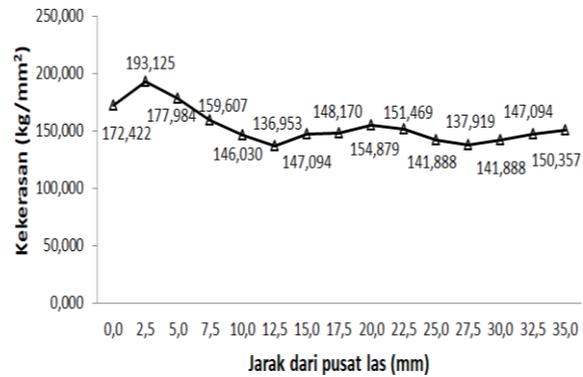
$$D = \frac{(d_1 + d_2)}{2} \tag{2}$$

Pengujian kekerasan dilakukan pada 15 titik mulai dari pusat daerah las menuju ke logam induk dengan jarak 2,5 mm disetiap titiknya pada masing-masing spesimen. Titik pertama dalam pengujian ini merupakan daerah las. Pada hasil pengujian kekerasan *vickers* di daerah las untuk setiap suhu *preheat* berbeda-beda, di mana suhu *preheat* 200°C memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi yakni 206,674 kg/mm², dibandingkan dengan nilai kekerasan suhu *preheat* 100°C yakni 193,125 kg/mm², nilai kekerasan suhu *preheat* 300°C yakni 185,323 kg/mm² dan nilai kekerasan *non preheat* yakni 194,744 kg/mm². Pada titik selanjutnya yaitu daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) juga mempunyai nilai kekerasan yang berbeda-beda dan pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) memiliki nilai kekerasan yang lebih kecil dari pada di daerah las. Hal ini diakibatkan, karena pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) merupakan daerah yang paling banyak menerima pengaruh panas dari proses pengelasan plat baja karbon rendah dengan kampuh V serta pengaruh dari proses *preheat* itu sendiri. Nilai kekerasan tertinggi yang diperoleh pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) adalah pengelasan dengan suhu *non-preheat* yaitu 186,845 kg/mm², dibandingkan dengan suhu *preheat* 100°C yakni 177,984 kg/mm², suhu *preheat* 200°C yakni 185,323 kg/mm² dan suhu *preheat* 300°C yakni 158,405 kg/mm². Nilai kekerasan pada daerah logam induk berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh memiliki nilai kekerasan yang hampir sama antara logam induk dan variasi suhu *preheat* 100°C, 200°C, 300°C, serta bahan yang tidak di proses *preheat*. Nilai kekerasan pada logam induk (*raw material*) yaitu 150,357 kg/mm², kemudian spesimen dengan variasi suhu *preheat* 100°C memiliki nilai kekerasan 150,357 kg/mm², spesimen dengan variasi suhu *preheat* 200°C memiliki nilai kekerasan 149,257 kg/mm², spesimen dengan variasi suhu *preheat* 300°C memiliki nilai kekerasan yaitu 149,257 kg/mm² dan spesimen

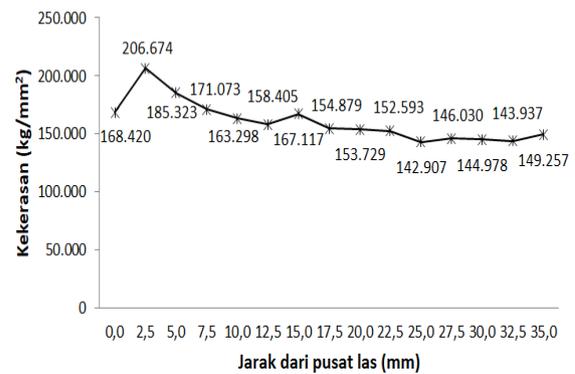
dengan variasi suhu *non preheat* memiliki nilai kekerasan 150,357 kg/mm². Hasil dari pengujian ditampilkan dalam grafik pada Gambar 12 hingga Gambar 16 berikut.



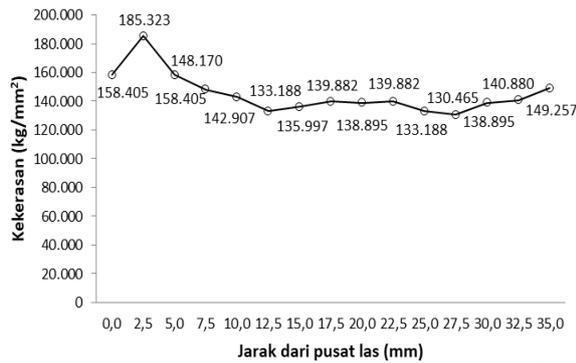
Gambar 12. Grafik nilai kekerasan vickers non-preheat.



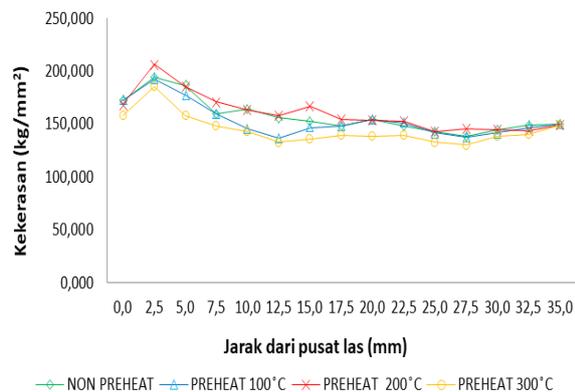
Gambar 13. Grafik nilai kekerasan vickers preheat 100°C.



Gambar 14. Grafik nilai kekerasan vickers preheat 200°C.



Gambar 15. Grafik nilai kekerasan vickers preheat 300°C.



Gambar 16. Histogram hasil pengujian kekerasan vickers.

Pengujian Tarik

Sebagai contoh, akan dihitung spesimen nomor 1 yaitu *raw material* baja karbon rendah dan untuk perhitungan selanjutnya ditampilkan pada tabel. Diketahui dari data hasil pengujian bahwa P_{max} sebesar 3.744 kgf, sedangkan W sebesar 13,2 mm dan T sebesar 5,7 mm. Kemudian, menggunakan Persamaan (3) dan Persamaan (4) untuk mendapatkan kekuatan tarik sebesar 49,75 kg/mm². Mencari pertambahan panjang dan regangan melalui Persamaan (5) dan Persamaan (6), sehingga didapatkan regangan sebesar 33%.

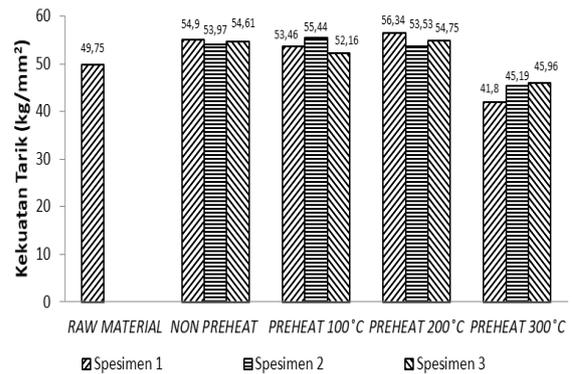
$$\sigma_t = \frac{P_{max}}{A} \quad (3)$$

$$A = W \times T \quad (4)$$

$$\Delta L = L_f - L_o \quad (5)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% \quad (6)$$

Setelah dilakukan pengujian tarik pada spesimen uji tarik dan didapatkan data tegangan tarik seperti yang ditampilkan pada Gambar 17 berikut.



Gambar 17. Histogram hasil pengujian tarik.

Pada spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *preheat* 200°C memiliki kekuatan tarik terbesar yakni rata-rata adalah 54,87 kgf/mm². Hal ini mengindikasikan bahwa pada spesimen dengan variasi suhu *preheat* 200°C memiliki kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan spesimen yang lain dengan variasi suhu *preheat* 100°C, 300°C, dan bahan yang tidak di proses *preheat*. Di mana pada spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *preheat* 100°C memiliki kekuatan tarik rata-rata adalah 53,68 kgf/mm², spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *preheat* 300°C memiliki kekuatan tarik rata-rata adalah 44,31 kgf/mm², spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *non-preheat* memiliki kekuatan tarik rata-rata adalah 54,49 kgf/mm².

4. Kesimpulan

Dengan melakukan pengujian kekerasan *vickers* dan kekuatan tarik maka dapat disimpulkan bahwa hasil uji kekerasan *vickers* menunjukkan bahwa daerah las memiliki nilai kekerasan tertinggi dibanding dengan daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) maupun daerah logam induknya. Nilai kekerasan *vickers* tertinggi dimiliki oleh suhu *preheat* 200°C dengan nilai kekerasan *vickers* sebesar 206,674 kg/mm² dan nilai kekerasan *vickers* terendah adalah *preheat* 300°C dengan nilai kekerasan *vickers* sebesar 158,405 kg/mm² sedangkan nilai kekerasan *vickers raw material* pada kajian ini sebesar 150,357 kg/mm². Pada spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *preheat* 200°C memiliki kekuatan tarik terbesar yakni rata-rata adalah 54,87 kgf/mm². Di mana pada spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *preheat* 100°C memiliki kekuatan tarik rata-rata adalah 53,68 kgf/mm², spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *preheat* 300°C memiliki kekuatan tarik rata-rata adalah 44,31 kgf/mm², spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *non-preheat* memiliki kekuatan tarik rata-rata adalah 54,49 kgf/mm².

Daftar Pustaka

- [1] Annual Book of ASTM Standars. 2003. ASTM C 31 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field. ASTM Internationa,.West Conshohocke: PA.
- [2] ASM Handbook, Vol 1. 1993. ASM International The Material Information Society: USA.
- [3] Biro Klasifikasi Indonesia. 2006. *Rules for Hull Construction Volume II*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- [4] Chandra, Aktika. 2011. “Pengaruh Preheating terhadap Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Pengelasan Adapter Bucket Excavator dengan Metode Gas Metal Arc Welding (GMAW)”. Depok: Universitas Indonesia.
- [5] Dieter, George, E. 1988. *Metallurgi Mekanik*, Edisi ke 3, jilid 2: Jakarta, Erlangga.
- [6] Haryadi, Muhammad Soni. 2016. “Pengaruh Pre dan Post Heating pada proses Gas Metal Arc Welding (GMAW) terhadap struktur mikro dan kekuatan tarik baja karbon AISI 1045”. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [7] Saifudin, dan Mochammad Noer Ilman. 2014. “Pengaruh Preheat terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Tarik Las Logam Tak Sejenis Baja Tahan Karat Austenitik AISI 304 dan Baja Karbon A36”. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [8] Schonmetz, A., Gruber, K. 1977. *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam*, Bandung: PT. Angkasa, Bandung.
- [9] Surdia, Tata dan Kenji Chijiwa. 2000. *Teknik Pengecoran Logam; Cetakan Ke-8*. Jakarta: PT. Pradnya Paramitha.
- [10] Van Vlack, Lawrence H. 1991. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Edisi ke 5 (Djapri,Sriati,Trans). Jakarata: Erlangga.
- [11] Wiryosumarto, H. dan Okumura,. T. 1987. *Teknik Pengelasan Logam*, edisi VII. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.