



## Pengaruh Preheat, Reheating, dan Kecepatan Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW) Baja AISI 1050 Terhadap Nilai Kekerasan

Rio Sandy<sup>1</sup>, Viktor naubnome<sup>2</sup>, Iman dirja<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

1810631150044@student.unsika.ac.id, viktornaubnome@ft.unsika.ac.id, iman.dirja@ft.unsika.ac.id

### Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of preheat, reheating and welding speed on AISI 1050 steel using GMAW welding with a current of 130 A, a voltage of 20 volts, the preheat temperatures used were 250 C, 300 C, 350 C and reheating temperatures of 550 C, 600 C, 650 C, welding speed using automatic tools with speed variations of 2.5 mm/s, 4.5 mm/s, this study used an experimental method including preparation of tools and materials, specimen making, welding process and micro hardness testing of Vicker hardness later obtained The highest hardness result is 206.7 HV at a preheat temperature of 350 C plus a reheating temperature of 650 C with a welding speed of 2.5 mm/s and the lowest hardness value is at a preheat temperature of 300 C plus a reheating temperature of 600 C with a welding speed of 2.5 mm/s in the weld metal, HAZ and base metal areas with the highest hardness values at a preheat temperature of 300 C plus a reheating of 600 C with a welding speed of 4.5 mm/s of 254.2 HV and 238.3 HV.

Keywords: Preheat, reheating, welding speed, AISI 1050 steel, hardness.

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh preheat, reheating dan kecepatan pengelasan pada baja AISI 1050 menggunakan las GMAW dengan arus 130 A, tegangan 20 volt. suhu preheat yang digunakan yaitu 250 °C, 300 °C, 350 °C dan suhu postheat 550 °C, 600 °C, 650 °C. Kecepatan pengelasan menggunakan alat bantu otomatis dengan variasi kecepatan 2,5 mm/s, 4,5 mm/s. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen meliputi persiapan alat dan bahan, pembuatan spesimen, proses pengelasan dan pengujian kekerasan mikro hardness vicker kemudian. Hasil kekerasan tertinggi sebesar 206,7 HV pada suhu preheat 350 °C ditambah suhu reheating 650 °C dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/s dan nilai kekerasan terendah pada suhu preheat 300 °C ditambah reheating 600 °C dengan kecepatan las 2,5 mm/s. Pada daerah weld metal, daerah HAZ dan base metal dengan nilai kekerasan tertinggi pada suhu preheat 300 °C ditambah reheating 600 °C dengan kecepatan las masing - masing 4,5 mm/s sebesar 254,2 HV dan 238,3 HV.

Kata kunci: Preheat, Reheating, Kecepatan pengelasan, Baja AISI 1050, Kekerasan.

### 1. Pendahuluan

Pengelasan (*welding*) merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan menghasilkan sambungan yang kontinu [1].

Menurut buku teknologi pengelasan logam [2]. Proses pengelasan baja karbon sedang dan tinggi sering terjadi retak dingin pada HAZ (*heat affected zone*) hal ini disebabkan adanya hidrogen difusi pada saat proses pengelasan, daerah weld metal menyerap hidrogen dari daerah HAZ pada saat *weld metal* masih mencair sehingga daerah HAZ rentan terjadi retak karena mendifusikan sejumlah hidrogen. Untuk

mengurangi retak perlu adanya perlakuan panas khusus atau heat treatment dengan pemanasan mula sebelum pengelasan (*preheat*) menggunakan suhu sesuai kadar karbon pada logam yang akan di las dan pemanasan setelah pengelasan (*reheating*) suhu antara 600 sampai 650 hal ini untuk memperlambat laju pendinginan agar dapat melepaskan hidrogen yang telah diserap.

Selain adanya hidrogen difusi kecepatan pengelasan juga berpengaruh pada laju pendinginan, Kecepatan pengelasan semakin cepat maka masukan panas per satuan panjang juga akan menjadi kecil, sehingga pendinginan akan berjalan cepat yang dapat memperkeras daerah pengaruh panas (HAZ) ditambah dengan kandungan karbon yang cukup tinggi.

Semakin tinggi kandungan karbon maka semakin keras baja ini oleh karena itu memerlukan perlakuan khusus karena memiliki sifat mampu las yang cukup bila dibandingkan dengan baja karbon rendah yang memiliki sifat mampu las baik sehingga tidak memerlukan perlakuan panas khusus hal itu berdasarkan tabel karakteristik baja karbon [1].

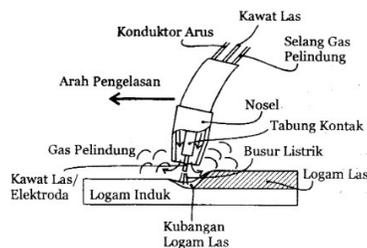
Penelitian sebelumnya yang membahas tentang *preheat* dan *postheat* oleh Muh Soni Haryadi (2016) [3], membahas mengenai pengaruh pre dan reheating pada proses gas metal arc welding (GMAW) terhadap struktur mikro dan kekuatan tarik baja AISI 1045, dalam penelitiannya tidak membahas penambahan kecepatan pengelasan hanya membahas pengaruh perlakuan panas.

Berdasarkan hal di atas penting sekali untuk membahas tentang kecepatan pengelasan pada saat dilakukan heat treatment dalam pengelasan sehingga penulis ingin melakukan penelitian tentang pengaruh *preheat*, *reheating* dan kecepatan las proses pengelasan gas *metal arc welding* (GMAW) baja AISI 1050 terhadap nilai kekerasan yang komposisinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu: untuk mengetahui pengaruh *preheat*, *reheating* dan kecepatan las pada pengelasan GMAW terhadap kekerasan baja AISI 1050.

## 2. Studi literatur

Pengelasan (**welding**) merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan menghasilkan sambungan yang kontinu, Terutama pada pengelasan GMAW (gas *metal arc welding*) yang akan digunakan pada penelitian ini karena memiliki hasil pengelasan yang baik selain digunakan pada pengelasan baja karbon seperti pada Gambar 1. baja tahan karat atau stainless steel dan logam lainnya yang afinitasnya terhadap oksigen sangat besar seperti aluminium (Al) dan titanium (Ti) karena tidak menggunakan fluks dan hasil pengelasan tidak terdapat retak [1].



Gambar 1. Skema proses GMAW [1].

Baja AISI 1050 termasuk pada baja karbon sedang yang memiliki kandungan karbon 0,50 % banyak sekali digunakan untuk pembuatan peralatan perkakas, roda gigi, crankshaft, poros propeller, baling-baling kapal dan konstruksi umum karena

mempunyai sifat mampu las yang cukup dan dapat dikerjakan pada proses pemrosesan dengan baik [2].

Tabel 1. komposisi kimia baja AISI 1050 [4].

Kode	C%	SI%	Mn%	Mo%	P%	S%	Cu%
AISI 1050	0,53	0,44	0,80	0,035	0,012	0,015	0,11

Pengelasan pada baja karbon sedang memerlukan perlakuan panas khusus karena baja karbon sedang pada penelitian ini memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi, semakin tinggi maka semakin keras dan memiliki sifat *weld ability* yang cukup seperti terlihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Karakteristik baja karbon dan contoh aplikasi [1].

Material	%C	Kekerasan	penggunaan	Weld ability
Baja karbon rendah	< 0,2	60 HRB	Pelat lembaran, strip, dan elektroda las	Sangat baik
Mild steel	0,2 - 0,3	90 HRB	Baja struktur dan pelat batangan	Baik
Baja karbon sedang	0,2 - 0,5	25 HRC	Komponen mesin dan perkakas	Cukup (perlu preheat dan PWHT) serta penggunaan elektroda ber H rendah
Baja karbon tinggi	0,5 - 1,7	40 HRC	Baja pegas, die dan rel	Rendah (perlu preheat dan PWHT) serta penggunaan elektroda ber H rendah

### 1) Heat treatment

Dasar dari *heat treatment* adalah pemanasan material induk sampai suhu tertentu [5]. Adapun jenis heat treatment yang digunakan pada penelitian ini yaitu *preheat* dan *reheating/post weld heat treatment*.

#### a. Preheat

Merupakan suatu perlakuan panas sebelum pengelasan pada daerah base metal (logam induk) dengan tujuan untuk menurunkan *gradient temperatur*, Pada pengelasan busur menggunakan sumber panas temperatur tinggi, sehingga material yang akan dilas akan terjadi perbedaan temperatur

antara sumber panas lokal dan material induk yang lebih dingin saat pengelasan berlangsung, perbedaan tersebut bisa menyebabkan pemuaian panas serta kontraksi maupun tegangan yang tinggi disekitar area yang akan dilas, Dengan *preheating*, maka akan mengurangi perbedaan temperatur dari material induk [5].

Selain perbedaan temperatur, perlakuan panas sebelum pengelasan (*preheat*) dapat mengurangi terjadinya retak dengan suhu preheat disesuaikan dengan kadar karbon [1]. Untuk lebih jelasnya suhu pemanasan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Suhu pemanasan mula pada pengelasan baja karbon sedang dan tinggi [2].

Kadar karbon (%)	Suhu pemanasan mula (°C)
0,20 max	90 max
0,20 – 0,30	90 – 150
0,30 – 0,45	150 – 260
0,45 – 0,80	260-420

#### b. Reheating

Merupakan proses perlakuan panas setelah pengelasan dengan tujuan untuk mengurangi pengerasan pada daerah pengaruh panas dengan pendinginan lambat atau pemanasan kemudian pada suhu antara 600 sampai 650 [2] dan untuk meningkatkan keuletan di HAZ [1].

#### 2) Uji kekerasan

Berdasarkan buku mechanical metallurgy [7], bahwa kekerasan merupakan ketahanan suatu material terhadap deformasi plastis atau perubahan bentuk secara permanen, kekerasan dibagi tiga yaitu kekerasan gores (*scratch*), pantulan (*rebound*) dan lekukan (*indentation*), namun yang paling utama ialah kekerasan dilihat dari jenis lekukan.

Tujuan dilakukannya pengujian kekerasan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekerasan karena berdasarkan karakteristik dan aplikasi baja karbon sering digunakan untuk komponen mesin dan pekakas sehingga penting sekali untuk penentuan nilai kekerasan [1].

Uji kekerasan yang dilakukan adalah metode mikro *indentation hardness*.

### 3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lab. Pengelasan SMKN 1 Tirtamulya dan pengujian di politeknik negeri bandung. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen meliputi persiapan alat dan bahan, pembuatan spesimen, proses pengelasan dan pengujian kekerasan mikro hardness Vicker pada setiap spesimen dengan hasil yang telah diperoleh kemudian akan dilakukan analisis data dengan metode deskriptif.

adapun langkah – langkah nya meliputi:

1) Persiapan alat dan bahan yang diperlukan dapat

dilihat pada Gambar 2 sampai 7.

#### a. Las GMAW

Digunakan untuk proses pengelasan



Gambar 2. las GMAW

#### b. Gas oxy asetilin



Gambar 3. Gas oxy asetilin

#### c. Mesin frais vertikal

Digunakan untuk pembuatan kampuh



Gambar 4. Mesin frais vertikal

#### d. Baja AISI 1050

Bahan yang digunakan sebagai sampel (25×30×12) mm sebanyak 24 buah untuk kemudian dilakukan pengelasan. Spesimen dibuat berdasarkan ASTM E384 [6], dengan masing-masing dibuat kampuh v tunggal dengan sudut 30 °.



Gambar 5. Baja AISI 1050

e. Mikro hardness tester

Digunakan untuk pengujian kekerasandengan metode Vicker.



Gambar 6. Mikro hardness tester

f. Alat bantu kecepatan pengelasan

Digunakan untuk melakukan pengelasan dengan kecepatan tertentu secara otomatis



Gambar 7. Alat bantu kecepatan otomatis

2) Pembuatan spesimen

Pembuatan spesimen meliputi pembuatan kampuh dengan kampuh v tunggal sudut 60°. Adapun pembuatan kampuh menggunakan mesin frais (Gambar 8)



Gambar 8. Pembuatan kampuh v tunggal

3) proses *heat treatment*

Perlakuan panas sebelum pengelasan dan sesudah pengelasan menggunakan gas oxy asetilin hingga mencapai suhu tertentu, seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses preheat dan postheat

4) Proses pengelasan

Pengelasan menggunakan las GMAW dengan alat bantu kecepatan pengelasan, adapun variasi kecepatan pengelasan yaitu 2,5 mm/s dan 4,5 mm/s, setelah pengelasan dilakukan postheating kembali dengan gas oxy asetilin. Proses kerjanya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Proses heat treatment dan pengelasan

5) Proses pengujian

Setelah pengelasan dan proses heat treatment selesai kemudian dilakukan pengujian kekerasan pada setiap spesimen (Gambar 11).



Gambar 11. Spesimen hasil pengelasan dan heat treatment

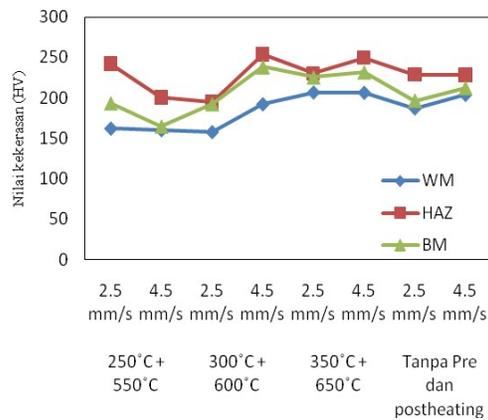
Prosedur pengujian kekerasan sesuai dengan ASTM E384 [6].

4. Hasil dan Pembahasan

Table 4 hasil pengujian kekerasan

Suhu preheat	Kecepatan pengelasan	Suhu reheat	Weld metal (HV)	HAZ (HV)	Base metal (HV)
250 °C	2,5 mm/s	550 °C	162,4	242,3	193,3
	4,5 mm/s		160,5	200,4	164,5
300 °C	2,5 mm/s	600 °C	158,1	195,1	192,2
	4,5 mm/s		192,3	254,2	238,3
350 °C	2,5 mm/s	650 °C	206,7	230,4	225,6
	4,5 mm/s		206,4	249,7	231,8
Tanpa preheat	2,5 mm/s	Tanpa reheat	187,3	228,9	196,6
	4,5 mm/s		203,9	228,2	212,4

Dari tabel 4 kemudian di plot menjadi grafik seperti Gambar 12.



Gambar 12. Data hasil pengujian kekerasan

Gambar 12 menunjukkan grafik nilai kekerasan setelah ditambahkan perlakuan panas *preheat* dan *reheating* yang lebih rendah jika dibandingkan dengan gambar grafik yang menunjukkan spesimen tanpa perlakuan panas *preheat* dan *reheating*. Hal ini sesuai penelitian yang dilakukan oleh saifudin. (2011) [8] tentang pengaruh *preheat* baja tak sejenis antara baja karbon rendah ASTM A36 dan baja tahan karat austenite AISI 304 terhadap sifat mekanik. Peneliti menyimpulkan bahwa *preheat* pada baja karbon rendah akan menurunkan nilai kekerasan dan pada baja austenite AISI 304 dapat meningkatkan nilai kekerasan pada daerah HAZ.

Penelitian lainnya oleh Savero Irvansyah. [9] pengaruh aplikasi *preheat* dan PWHT pada pengelasan baja karbon rendah ASTM A36 las FCAW menggunakan backing material terhadap sifat mekanik kekerasan. Setelah baja dilakukan *preheat* ditambah PWHT menurunkan nilai kekerasan 12,75 % pada daerah *weld metal* jika dibandingkan tanpa perlakuan panas. Artinya pada baja karbon rendah tidak memerlukan perlakuan panas khusus dalam pengelasannya hal itu juga sesuai dengan karakteristik baja karbon.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh heri, W. dkk. (2016) [10], tentang pengaruh *heat input* terhadap kekuatan mekanis dan struktur mikro hasil pengelasan GMAW pada baja ASTM A36 dengan variasi dari 756 J/mm, 846 J/mm, dan 936 J/mm. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil semakin tinggi nya *heat input* artinya kecepatan pengelasan yang rendah hal ini dapat meningkatkan nilai kekerasan dengan kekerasan tertinggi sebesar 220 HV dan struktur mikro pada *heat input* 936 J/mm cenderung meningkatkan struktur Bainite namun mengurangi struktur Accicular Ferrite dibanding *heat input* lainnya

Gambar 12 menunjukkan grafik nilai kekerasan yang meningkat pada daerah *weld metal* seiring

peningkatan suhu *preheat* dan *postheat*. Hal ini disebabkan semakin tingginya nilai karbon semakin memerlukan suhu *preheat* dan *reheating* yang tinggi hal ini sesuai dengan buku teknologi pengelasan logam dalam pemberian suhu *preheat* dan *reheating*. Nilai kekerasan tertinggi sebesar 206,7 HV pada suhu *preheat* 350 °C ditambah *reheating* 650 °C dengan kecepatan pengelasan 2.5 mm/s. Peningkatan grafik nilai kekerasan tersebut dapat dilihat pada keseluruhan grafik gambar 4.5, daerah HAZ nilai tertinggi sebesar 254,2 HV dan 238,3 HV daerah *base metal*.

Nilai kekerasan tertinggi pertama pada daerah HAZ, kedua pada daerah *base metal* dan selanjutnya pada daerah *weld metal* hal ini dikarenakan daerah HAZ akibat pemberian *preheat* untuk menurunkan laju pendinginan dan memberikan waktu tambah hidrogen yang telah diserap dan perlakuan ini juga meningkatkan nilai kekerasan karena penambahan panas lebih begitu juga dengan daerah *base metal*.

Berdasarkan hasil uji statistik bivariate hubungan antara dua variable suhu *preheat*, *reheating* terhadap nilai kekerasan pada daerah *weld metal* memiliki nilai sig. (2-tailed) = 0,026, atau  $p \leq \alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ). Artinya terdapat hubungan antara suhu *preheat*, *reheating* terhadap nilai kekerasan pada daerah *weld metal* dengan tingkat hubungan termasuk korelasi yang sempurna (*person correlation* = 0,81 s/d 1,00) sebesar 0,86 dan termasuk hubungan positif artinya semakin tinggi suhu *preheat* dan *reheating* semakin tinggi juga nilai kekerasan pada daerah *weld metal*.

Kecepatan pengelasan terhadap nilai kekerasan pada daerah *weld metal* memiliki nilai sig. (2- tailed) = 0,463, atau  $p \geq \alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ) artinya tidak terdapat hubungan antara kecepatan pengelasan terhadap nilai kekerasan pada daerah *weld metal*. Begitu pula dengan daerah lainnya sehingga dapat disimpulkan peningkatan dan penurunan grafik kekerasan hanya dipengaruhi oleh proses *preheat* dan *reheating*.

## 5. Kesimpulan

Semakin tinggi suhu perlakuan panas maka nilai kekerasan pada daerah *weld metal* akan meningkat dan suhu perlakuan panas yang rendah dapat menurunkan nilai kekerasan, Setelah dilakukan uji statistik bivariate analisis antara kecepatan pengelasan terhadap nilai kekerasan pada daerah *weld metal* untuk mengetahui hubungan keduanya. Dan didapatkan kesimpulan bahwa kecepatan pengelasan tidak ada hubungannya terhadap nilai kekerasan hal itu ditunjukkan dengan nilai sig. (2- tailed) = 0,463, atau  $p \geq \alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ).

Perlakuan *preheat* dan *reheating* berpengaruh pada struktur mikro yang terjadi, semakin tinggi suhu perlakuan panas akan memperkecil fasa ferrite baik daerah *weld metal*, HAZ maupun *base metal* jika dibandingkan spesimen tanpa perlakuan. Perlakuan panas juga menyebabkan terbentuknya fasa bainite

pada daerah HAZ dan *base metal*. Penelitian selanjutnya untuk menambahkan perlakuan panas preheat dan postheat perlu dilakukan secara otomatis agar suhu yang didapatkan sesuai dengan yang diinginkan.

#### Daftar Rujukan

- [1] Sonawan, H, Rochim S. 2006. Pengantar untuk memahami proses pengelasan logam. Bandung: CV. alfabeta.
- [2] Harsono, W, toshic, O.2000. Teknologi pengelasan logam, Jakarta: PT. paradnya paramita
- [3] M. S. Haryadi. 2016. Pengaruh pre dan post heating pada proses gas metal arc welding (GMAW) terhadap struktur mikro dan kekuatan tarik baja karbon AISI 1045, fakultas teknik, universitas negeri Semarang.
- [4] P. P. D. L. Sumarn. 2013. Effect of Post Weld Heat Treatment on Carbon Steel AISI 1050 in Heat Effected Zone. *Advanced Materials Research*, vol. 650, no. 612-615, pp. 1 – 5.
- [5] B. E. Putra, 2018, Mengidentifikasi Welding Procedure Specification(WPS), [Online]. tersedia: <https://blkserang.kemnaker.go.id/digilib/index.php?p=fstrea> m pdf&fid=215&bid=69. [diakses pada 24 november 2021].
- [6] The American society of testing and materials, ASTM E384 standard test method for microindentation hardness of materials, The American society of testing and materials, (2003)
- [7] George, E. Deter, jr. 1961. *Mechanical metallurgy*. New York: McGRAW HILL BOOK COMPANY.
- [8] saifudin. 2011. Pengaruh preheat baja tak sejenis antara baja karbon rendah ASTM A36 dan baja tahan karat austenite AISI 304 terhadap sifat mekanik”, *jurnal rekayasa mesin*
- [9] Saverio Irvansyah. “pengaruh aplikasi preheat dan PWHT pada pengelasan baja karbon rendah ASTM A36 las FCAW menggunakan backing material terhadap sifat mekanik kekerasan”.
- [10] Heri, W. dkk. (2016). Pengaruh heat input terhadap kekuatan mekanis dan struktur mikro hasil pengelasan GMAW pada baja ASTM A36.