

# PENGARUH VARIASI POSISI PENGELASAN TERHADAP DISTORSI DAN SIFAT MEKANIK HASIL PENGELASAN BAJA SS400 MENGGUNAKAN METODE GMAW

Iqbal Hamdi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam “45” Bekasi )  
Jl. Cut Mutia No.83, Margahayu, Bekasi Tim., Kota Bks, Jawa Barat 17113  
E-mail Penulis: 11iqbale@gmail.com

Taufiqullah<sup>2)</sup> dan Herry Oktadinata<sup>3)</sup>

<sup>2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam “45” Bekasi  
Jl. Cut Mutia No.83, Margahayu, Bekasi Tim., Kota Bks, Jawa Barat 17113

## Abstrak

Pengelasan merupakan metode penyambungan dua material atau lebih yang sering digunakan dalam bidang konstruksi. Metode pengelasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Gas Metal Arc Welding (GMAW)* dengan logam pengisi ER70S-6. Pengelasan dilakukan pada baja karbon rendah SS400 dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 105 mm, dan tebal 12 mm. Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki struktur mikro, distorsi, dan sifat mekanik sambungan las GMAW baja karbon rendah akibat variasi posisi pengelasan Posisi pengelasan 1G, 2G, dan 3G. Dari hasil penelitian diketahui bahwa posisi pengelasan 1G menghasilkan distorsi lebih besar dari pada posisi pengelasan 2G dan posisi pengelasan 3G. dimana pada posisi pengelasan 1G nilai distorsi terbesarnya adalah 5,42 mm dengan *heat input* 1.7 Kj/mm. sedangkan besaran distorsi yang terjadi pada posisi pengelasan 2G nilai distorsi terbesarnya adalah 2,39 mm dengan *heat input* 0.7 Kj/mm. Dari hasil analisis ditemukan bahwa perbedaan posisi pengelasan menghasilkan jumlah *heat input* yang berbeda, dengan peningkatan *heat input* akan meningkatkan besaran distorsi yang terjadi.

**Kata Kunci:** Pengelasan GMAW, Distorsi, Sifat Mekanik

## Abstract

*Welding is a method of connecting two or more materials that are often used in the field of construction. The welding method used in this study is Gas Metal Arc Welding (GMAW) and filler metal ER70S-6. Welding is carried out on SS400 low carbon steel with a length of 200 mm, width of 105 mm, and thickness of 12 mm. The purpose of this study is to investigate the microstructure, distortion, and mechanical properties of low carbon steel GMAW welded joints due to variations in welding positions. Position welding 1G, 2G, and 3G. From the results of the study it is known that the welding position of 1G results in greater distortion than the 2G welding position and 3G welding position. where in the welding position 1G the biggest distortion value is 5.42 mm with heat input 1.7 Kj / mm. while the amount of distortion that occurs in the welding position 2G the biggest distortion value is 2.39 mm with a 0.7 Kj / mm heat input and the amount of distortion that occurs in the 3G welding position the biggest distortion value is 3.59 mm with a heat input 1.4Kj / mm. From the results of the analysis it was found that the difference in welding position resulted in a different amount of heat input with the increase in heat input increasing the amount of distortion that occurred.*

**Keywords:** GMAW Welding, Distortion, Mechanical Properties

## PENDAHULUAN

Pada kehidupan sehari-hari proses pengelasan sering kita temukan dilakukan pada berbagai macam posisi seperti pada lantai, dinding-dinding, dan langit-langit konstruksi. Dari beberapa hal tersebut secara garis besar posisi pengelasan digolongkan pada posisi *down hand*, *horizontal*, *vertical*, dan *over hand*. Terlebih lagi di dalam bidang konstruksi membutuhkan pengelasan yang cepat dengan posisi yang berbeda-beda. Dengan adanya keharusan posisi pengelasan tertentu, maka akan memberikan hasil yang berbeda terhadap sifat mekanik hasil pengelasan. Sebenarnya pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik.

Perbedaan posisi pada saat melakukan proses pengelasan akan berpengaruh terhadap besar *Heat input* yang terjadi akibat kecepatan pengelasan yang berbeda pada setiap posisi pengelasan, *Heat input* ini merupakan salah satu faktor yang melatarbelakangi terjadinya masalah distorsi. Hal ini dikarenakan *heat input* yang besar akan menyebabkan peregangan termal pada bagian logam yang dilas sedangkan bagian yang dingin tidak terjadi peregangan termal sehingga akan terjadi

penghalangan terhadap peregangan, jika tidak di hindari peregangan ini akan menyebabkan perubahan bentuk tetap atau distorsi. Distorsi yang terjadi pada hasil pengelasan dapat menyebabkan kegagalan yang mana dapat mengurangi kekuatan dari struktur dan komponen hasil proses pengelasan (Wibowo dkk, 2016). Untuk meminimalisir terjadinya distorsi dan tegangan sisa dapat dilakukan dengan memilih material yang tepat dari segi batas transformasi material dan batas luluh material (Wiryosumarto, 2010), Baja SS400 merupakan baja karbon rendah yang sering digunakan untuk konstruksi karena memiliki sifat - sifat yang diinginkan seperti mampu bentuk yang baik dan sifat mampu las yang baik, serta memiliki kadar karbon yang rendah sehingga kecil kemungkinan terjadinya *hydrogen induction cracking* (HIC) pada saat proses pengelasan.

## Pengelasan

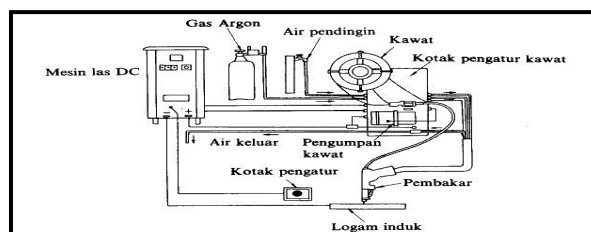
Pengelasan dengan metode yang sekarang banyak digunakan, sudah mulai di kenal pada akhir abad ke 19. Hal ini karena banyak ditemukannya cara penggunaan tenaga listrik sebagai sumber panas dalam pengelasan. Sejak perang dunia kedua telah banyak cara-cara pengelasan dengan tenaga listrik sebagai sumber panas yang ditemukan, sehingga pada saat ini hampir semua penyambungan logam untuk segala macam konstruksi dapat dilakukan dengan menggunakan proses las. Kemajuan – kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi yang dicapai sampai dengan tahun 1950, telah membuat banyak kemajuan dalam bidang las. Karena itu, tahun 1950 dapat dianggap sebagai permulaan masa keemasan yang ketiga yang masih terus berlangsung sampai sekarang (Wiryosumarto, 2008). Pengertian pengelasan (*welding*) menurut *Deutsche Industrie Norme (DIN)* adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Namun tidak mengurangi kekuatan dan bentuk material tersebut, jenis pengelasan di bedakan menjadi dua kelompok yaitu pengelasan busur (*arc welding*), pengelasan resistansi listrik (*resistance welding*), pengelasan gas (*oxyfuel gas welding*), dan macam pengelasan padat yaitu pengelasan difusi (*diffusion welding*), pengelasan gesek (*friction welding*), pengelasan ultrasonic (*ultrasonic welding*).

## Baja Karbon SS400

Baja adalah paduan besi dengan kadar karbon 2,0 Wt% atau kurang. Baja terdiri dari karbon dimana karbon merupakan unsur paduan utama yang berfungsi sebagai unsur peneras dan baja paduan yang mengandung unsur unsur paduan seperti Mn, Si, Ni, Cr, Cu, Mo, Nb, V, Al, Ti, dan B di samping karbon.(Winarto, 2019). Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, karena itu baja ini dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Baja karbon rendah adalah baja yang memiliki kandungan karbon kurang dari 0,30%, sedangkan baja karbon sedang memiliki kandungan karbon 0,30% sampai 0,45% karbon dan baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon 0,45% sampai 1,70%.(Wiryosumarto, 2008). Didalam penelitian ini peneliti menggunakan baja karbon rendah, karena cenderung lebih mudah di las ketimbang baja karbon sedang dan tinggi dan juga baja karbon rendah mempunyai kepekaan retak las yang rendah bila dibandingkan dengan baja karbon lainnya. Baja SS400 adalah baja karbon rendah atau umumnya di namakan mild steel yang memiliki kandungan karbon kurang dari 0,30% dan tensile strength sekitar  $400 N/mm^2$ .(Wiryosumarto, 2008) Baja SS400 banyak digunakan untuk bidang konstruksi mulai dari bangunan, jembatan, sampai pembuatan kerangka kereta api.

## Metode GMAW

GMAW adalah salah satu jenis proses Pengelasan atau penyambungan bahan logam yang menggunakan sumber panas dari energi listrik yang dirubah atau dikonversi menjadi energi panas, pada proses Las *GMAW* ini menggunakan kawat las yang digulung dalam suatu roll dan menggunakan gas sebagai pelindung logam las yang mencair saat proses pengelasan berlangsung. Proses pengelasan *GMAW* seperti yang terlihat pada Gambar 1 ini terjadi karena adanya perpindahan ion anoda dan katoda pada base metal dan logam pengisi sehingga menyebabkan timbulnya energi panas yang menyebabkan logam induk dan filler metal mencair.



Gambar 1. Pengelasan GMAW

## METODE

### Bahan

Plat Baja SS400 dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 105 mm, tebal 12 mm, dan di persiapkan sebanyak 6 buah. Material baja SS400 dengan ukuran tersebut dipersiapkan untuk keperluan pengujian seperti uji tarik, uji kekerasan, uji struktur mikro dan uji komposisi kimia. Tabel 1. merupakan komposisi kimia baja SS400

Tabel 1. Komposisi Kimia Baja SS400

Komposisi Kimia (%)							
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
0,169	0,029	0,986	0,14	0,008	0,013	0,004	0,004
Cu	Al	Nb	Ti	V	Ca	N	B
0,008	0,042	0,0003	0,001	0,003	0,002	0,001	0,0002

### Proses Pengelasan

Penelitian ini menggunakan metode pengelasan *GMAW* (*Gas metal arc welding*) dengan 3 posisi pengelasan yang berbeda yaitu 1G, 2G, dan 3G. Tabel 2-4 adalah parameter pendukung penelitian. Jenis gas pelindung yang digunakan yaitu Arcal 5, dengan menggunakan tipe sambungan *single V butt joint* Sudut 60° dengan *root gap* 2 mm, dan kawat las ER-70S - 6.

Tabel 2. Parameter Pengelasan Posisi 1G

No	Layer	Arus (A)	Tegangan (V)	Kecepatan Pengelasan (mm/det)	Heat Input (KJ/mm)
1	Root	191	21	1.9	2.1
2	Caping	184	20	1.5	2.5
3	Back Weld	194	18	5.5	0.6

Tabel 3. Parameter Pengelasan Posisi 2G

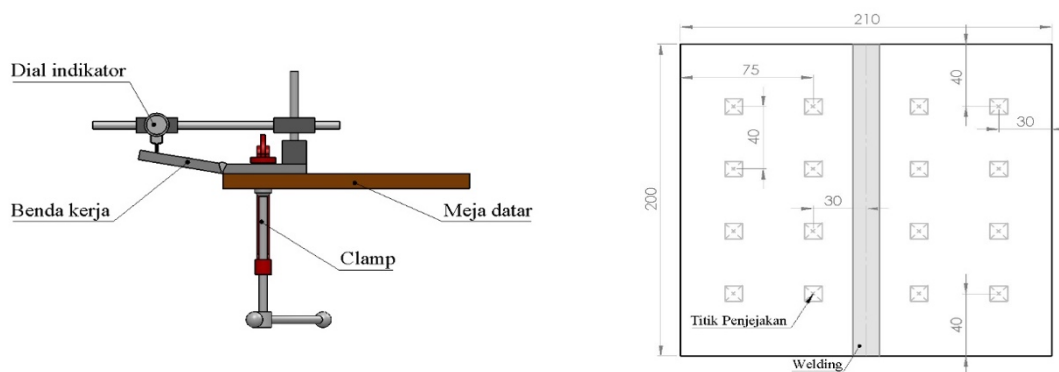
No	Layer	Arus (A)	Tegangan (V)	Kecepatan Pengelasan (mm/det)	Heat Input (KJ/mm)
1	Root	147	18	3.7	0.7
2	Caping	196	20.2	4.1	1.0
3	Caping	183	22.2	5.5	0.7
4	Caping	184	20.5	5.4	0.7
5	Caping	214	18.7	4.9	0.8
6	Back Weld	206	17.2	5.9	0.6

Tabel 4. Parameter Pengelasan Posisi 3G

No	Layer	Arus (A)	Tegangan (V)	Kecepatan Pengelasan (mm/det)	Heat Input (KJ/mm)
1	Root	135	17.5	1.6	1.5
2	Caping	118	17	1.5	1.3
3	Caping	128	15.5	0.8	2.5
4	Back Weld	138	17	4.2	0.6

### Uji Distorsi

Pengujian seperti terlihat pada Gambar 2 ini dilakukan menggunakan alat *dial indicator* adapun cara pengukurannya dengan meletakkan *dial indicator* pada titik – titik yang telah ditentukan seperti yang ditunjukkan pada gambar arah *longitudinal* memiliki 4 titik sedangkan arah *transversal* memiliki 4 titik jadi total semua ada 16 titik. Pengujian ini dilakukan sebelum pengujian tarik, kekerasan, dan struktur mikro.



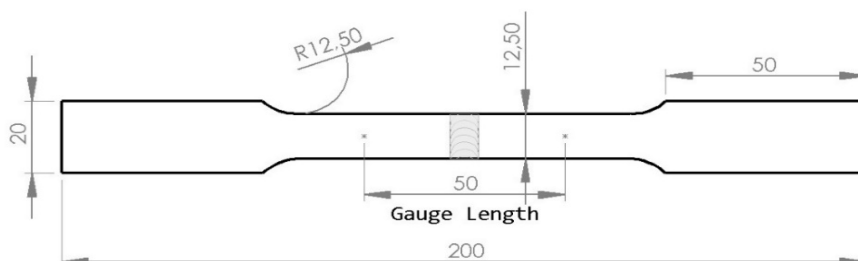
Gambar 2. Skema titik dan pengujian distorsi

### Pengamatan Struktur Mikro

Pengujian metalografi ini bertujuan untuk mengetahui ukuran dan bentuk butir serta distribusi dari berbagai macam fasa logam serta inklusi yang terjadi pada pengelasan. Pengamatan dilakukan pada daerah *weld metal*, *HAZ* dan *base metal*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *mikroskop optic*. Supaya permukaan logam dapat diamati secara metalografi.

### Pengujian Tarik

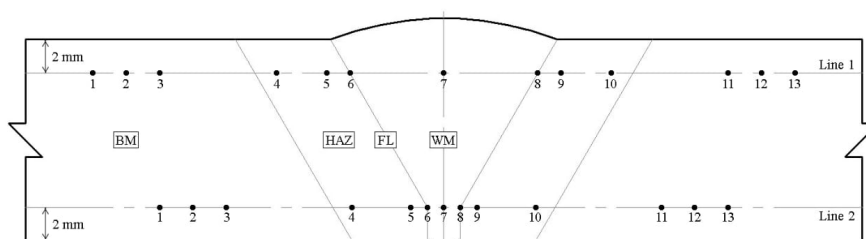
Pada penelitian ini pengujian tarik dilakukan pada arah *transversal* dari logam las. Cara pengujiannya dengan menjepit benda uji pada ragum alat uji tarik, kemudian benda uji mulai mendapatkan beban tarik dengan menggunakan tenaga hidrolik diawali 0 ke hingga beban putus pada benda maksimum yang dapat ditahan benda tersebut. (Gambar. 3)



Gambar 3. Sample uji tarik

### Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan menggunakan metode *mikro hardness vickers* berdasarkan standart ASTM E92 di 4 zona daerah yaitu *WZ* (*weld metal*), *FL* (*fusion Line*), *HAZ* (*Heat affected zone*) dan *BM* (*Base metal*), untuk mengetahui distribusi nilai kekerasan di beri titik setiap daerah masing masing 3, jadi total keseluruhan ada 13 titik bagian atas dan 13 titik bagian bawah pada setiap satu spesimen, yang berfungsi untuk mengetahui perbedaan distribusi nilai kekerasan hasil pengelasan GMAW dengan variasi posisi pengelasan (Gambar 4).



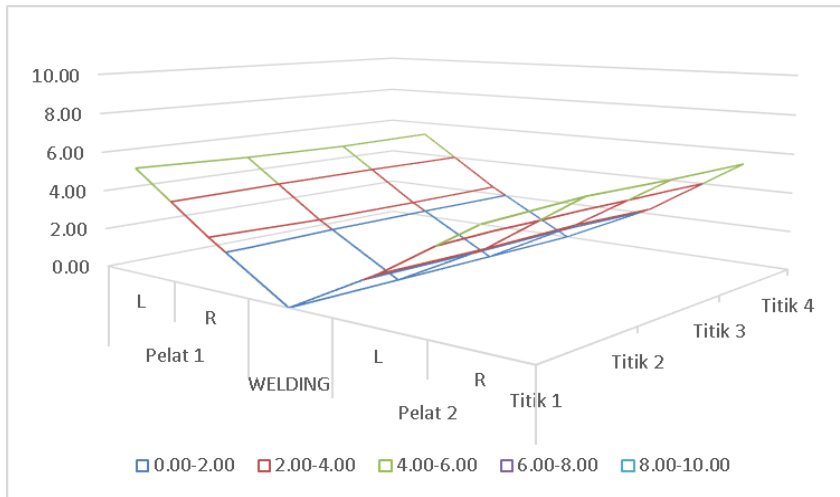
Gambar 4 Sample uji kekerasan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

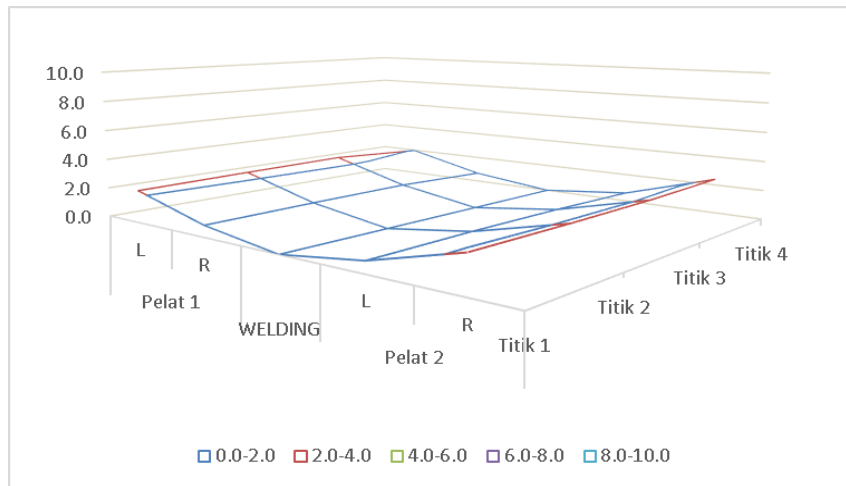
### Pengujian Distorsi

Gambar 5-7 adalah kurva hasil pengujian distorsi posisi pengelasan 1G, 2G, dan 3D. Berdasarkan penjabaran hasil pengujian distorsi didapatkan bahwa posisi pengelasan 2G yang paling minim terjadi distorsi sedangkan posisi pengelasan 1G yang paling besar mengalami distorsi hal ini ada kaitannya dengan besar *heat input* yang di terima dimana menurut penelitian yang telah di lakukan oleh Heri wibowo dkk menyatakan bahwa semakin besar *heat input* yang di terima akan semakin besar pula distorsi yang terjadi (Wibowo dkk, 2016). Hal ini terbukti di dalam penelitian ini dimana

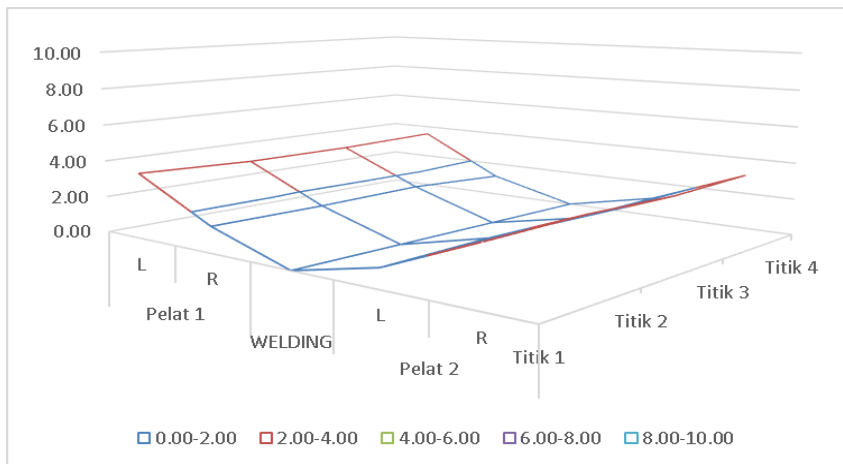
posisi pengelasan 1G menghasilkan *heat input* sebesar 1.7 Kj/mm yang berdampak kepada besar distorsi yang terjadi yaitu sebesar 5.42 mm dan posisi pengelasan 2G menghasilkan *heat input* yang relative lebih kecil yaitu 0.7 Kj/mm sehingga tidak menghasilkan besar distorsi yang terlalu besar yaitu 2,39 mm. Hal ini juga selaras dengan teori yang telah di kemukakan oleh Ahmad nurul qomari dkk didalam penelitiannya yang menyatakan bahwa hasil posisi pengelasan 1G cenderung lebih baik dari pada posisi pengelasan lainnya dari segi visual, akan tetapi belum tentu lebih baik dari segi sifat mekanik (Qomari dkk, 2015). Kendatipun sudah diketahui beberapa variabel yang mempengaruhi terjadinya distrosi, tetapi masih belum bisa diketahui secara akurat besaran variabel tersebut, oleh karenanya pencegahan distorsi masih tergantung dari pengalaman seorang welder.



Gambar 5. Kurva hasil pengujian distorsi posisi pengelasan 1G



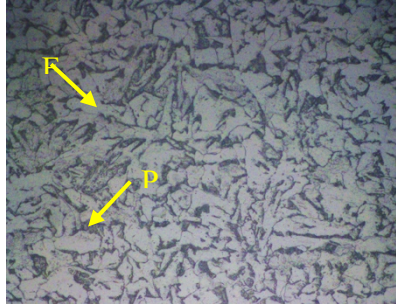
Gambar 6. Kurva hasil pengujian distorsi posisi pengelasan 2G



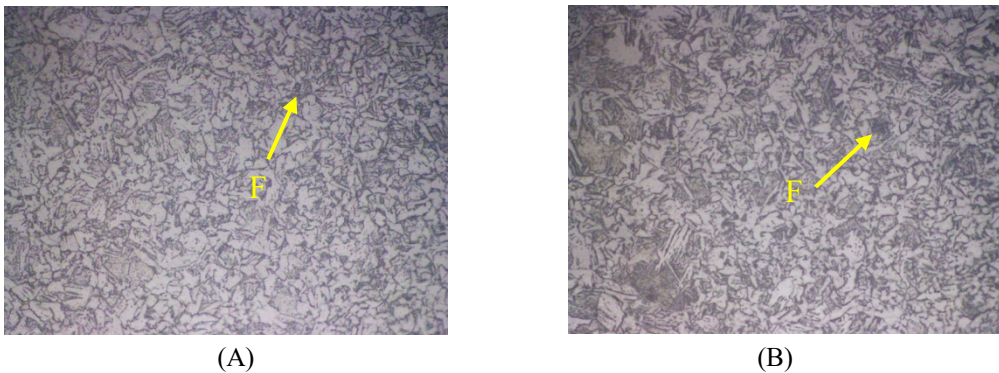
Gambar 7. Kurva hasil pengujian distorsi posisi pengelasan 3G

### Analisis Struktur Mikro

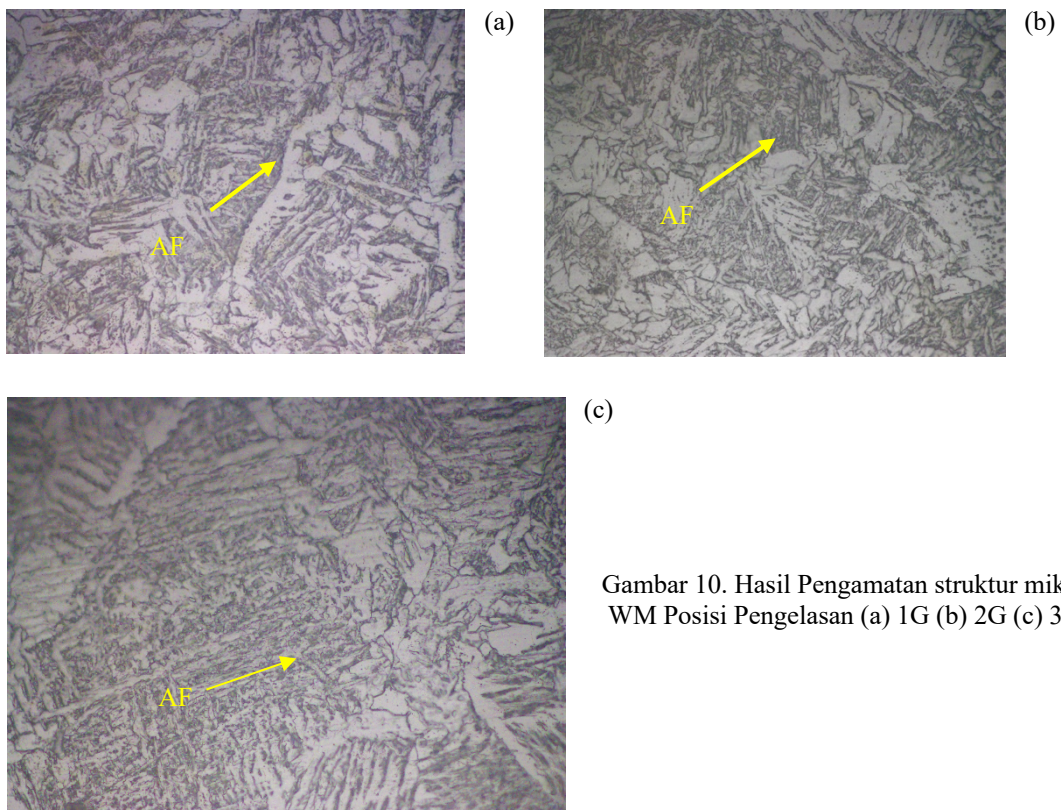
Pada daerah logam induk Gambar 8. terlihat struktur mikro logam induk yang tidak terpengaruh panas yang berupa *ferrite pearlite* yang memanjang searah dengan pengerolan. Pada Gambar 9 terlihat bahwa daerah HAZ hasil pengelasan posisi 1G, 2G, dan 3G menunjukkan struktur *ferrite* yang lebih dominan. Kemungkinan hal ini terjadi karena di sebabkan oleh suhu maksimum yang dicapai pada daerah HAZ relatif lebih rendah sehingga hanya mengalami proses rekristalisasi dan pada saat pendinginan berubah menjadi ferrite halus.



Gambar 8. Hasil Pengamatan struktur mikro BM



Gambar 9. Hasil Pengamatan struktur mikro HAZ Posisi Pengelasan (A) 1G (B) 2G

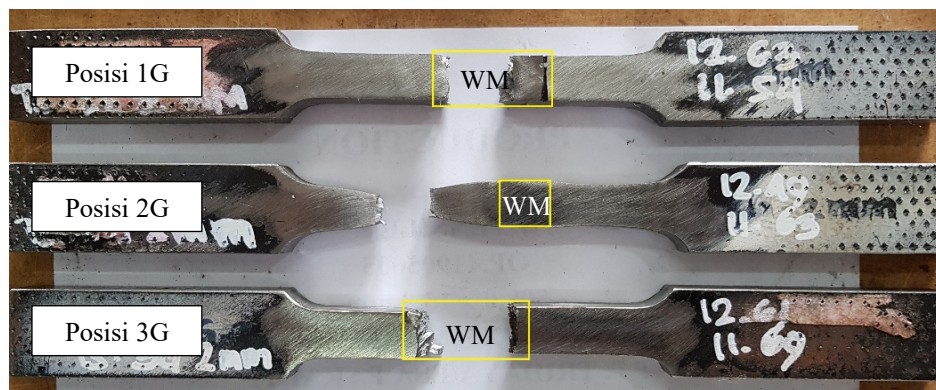


Gambar 10. Hasil Pengamatan struktur mikro WM Posisi Pengelasan (a) 1G (b) 2G (c) 3G

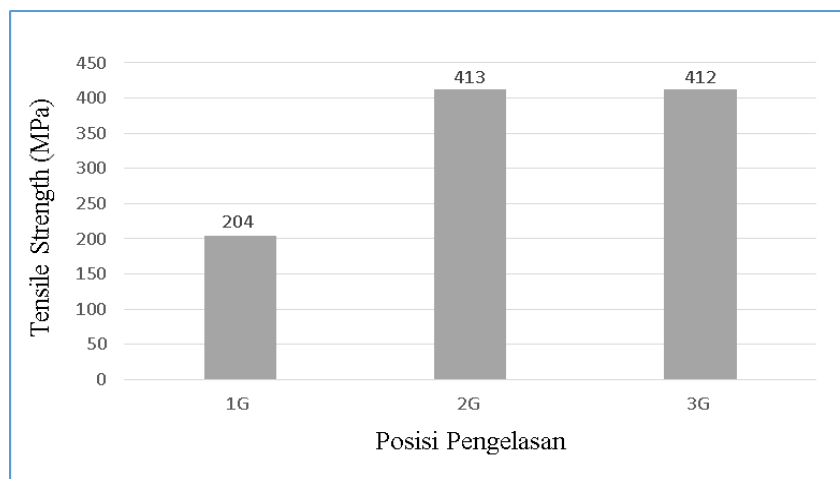
Berdasarkan hasil pengamatan pada Gambar 10 terlihat bahwa struktur mikro yang terbentuk pada daerah lasan ini adalah *acicular ferrite*. Pada daerah *weld metal* posisi 1G yang ditunjukkan oleh Gambar 10a, terlihat bahwa *acicular ferrite* mempunyai jumlah yang tidak dominan. Kemungkinan hal ini terjadi dikarenakan laju pendinginan yang lebih tinggi menyebabkan *acicular ferrite* sulit untuk tumbuh (Suharno,2008). Pada daerah *weld metal* posisi pengelasan 2G yang ditunjukkan oleh Gambar 10b, terlihat bahwa jumlah struktur *acicular ferrite* menunjukkan jumlah yang lebih dominan. *acicular ferrite* ini lah yang diharapkan didalam setiap proses pengelasan karena *acicular ferrite* memiliki ketangguhan paling tinggi dibandingkan struktur mikro yang lain. Pada daerah *weld metal* posisi pengelasan 3G yang ditunjukkan oleh Gambar 10c terlihat jumlah *acicular ferrite* mengalami peningkatan, kemungkinan hal ini dikarenakan inklusi yang terjadi pada saat proses pengelasan karena menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Suharno Inklusi bermanfaat untuk membantu terbentuknya *acicular ferrite* dengan catatan persentasi jumlah inklusi dapat diatur (Suharno, 2008).

### Pengujian Tarik

Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12, pada posisi pengelasan 1G menunjukkan angka sebesar 204 MPa, patahan spesimen uji terletak pada daerah *Weld metal* ini menunjukkan bahwa spesimen *reject welding*. Untuk posisi pengelasan 2G pengujian tarik menghasilkan angka sebesar 413 MPa, patahan spesimen uji terletak pada daerah *Base metal* ini menunjukkan bahwa spesimen hasil pengelasan posisi 2G tidak *reject welding*. dan untuk posisi pengelasan 3G pengujian tarik menghasilkan angka sebesar 412 MPa, meskipun hasil pengujian tarik menunjukkan angka yang besar akan tetapi pada spesimen ini, patahan terletak pada daerah *Weld metal* yang menunjukkan bahwa spesimen ini *reject welding*. Berdasarkan penjabarah hasil pengujian dari ketiga posisi pengelasan hanya satu posisi pengelasan yang tidak mengalami *reject wlding* yaitu posisi pengelasan 2G ini menunjukkan bahwa *Weld metal* hasil pengelasan posisi 2G memiliki kekuatan yang lebih baik dari pada *base metal*, sedangkan posisi pengelasan 1G dan 3G mengalami *reject welding* ini menunjukkan bahwa *weld metal* hasil pengelasan posisi 1G dan 3G tidak lebih kuat dari pada *base metal*. Kemungkinan terjadinya *reject welding* di sebabkan oleh cacat las yang dihasilkan pada saat proses pengelasan berlangsung.



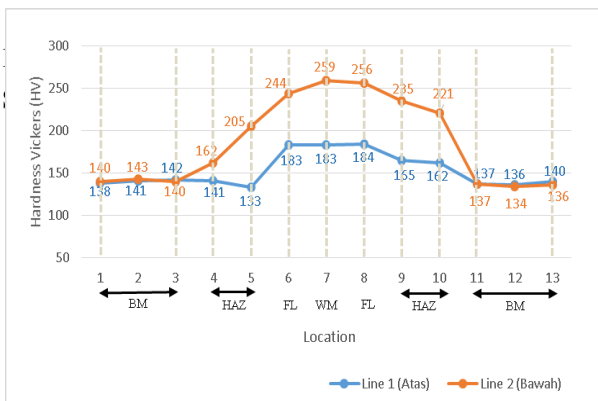
Gambar 11. Hasil pengujian tarik



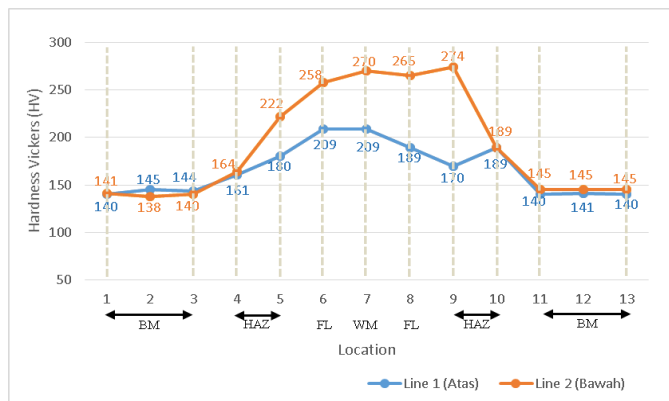
Gambar 12. Kurva hasil pengujian tarik

## Pengujian Kekerasan

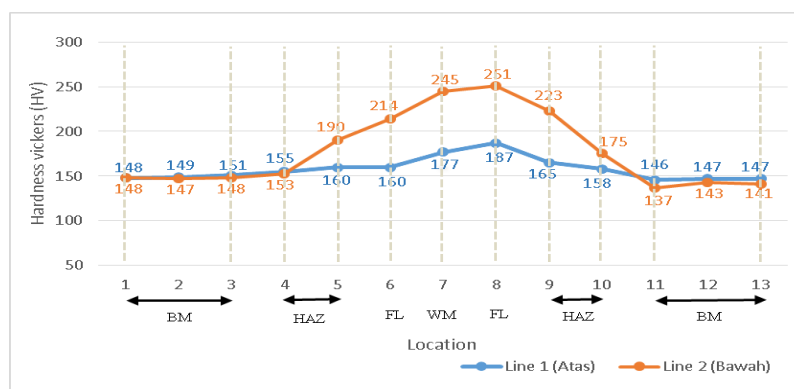
Hasil Pengujian distribusi kekerasan menghasilkan nilai yang berbeda pada setiap posisi pengelasan, seperti pada posisi pengelasan 1G yang ditunjukkan oleh Gambar 13 hasil pengujian distribusi kekerasan menunjukkan bahwa *line 1* (atas) menghasilkan nilai 133 HV – 183 HV dimana kekerasan tertinggi terjadi pada daerah FL (*fusion line*) sedangkan pada *line 2* (bawah) menghasilkan nilai 134 HV – 259 HV dimana nilai kekerasan tertinggi terjadi pada daerah WM (*weld metal*). Untuk posisi pengelasan 2G yang ditunjukkan oleh gambar 4.18 hasil pengujian distribusi kekerasan menunjukkan bahwa *line 1* (atas) menghasilkan nilai 140 HV – 209 HV dimana nilai kekerasan tertinggi terjadi pada daerah WM (*weld metal*) dan FL (*fusion line*) sedangkan pada *line 2* (bawah) menghasilkan nilai 137 HV – 274 HV dimana nilai kekerasan tertinggi terjadi pada daerah HAZ (*heat affected zone*, dan Untuk posisi pengelasan 3G yang ditunjukkan oleh gambar 4.19 hasil pengujian dsitribusi kekerasan menunjukkan bahwa *line 1* (atas) menghasilkan nilai 146 HV – 187 HV dimana nilai kekerasan tertinggi terjadi pada daerah FL (*fusion line*), sedangkan pada *line 2* (bawah) menghasilkan nilai 137 HV – 251 HV dimana nilai kekerasan tertinggi terjadi pada daerah FL (*fusion line*). Nilai kekerasan tertinggi pada posisi pengelasan 1G terjadi pada daerah WM (*weld metal*), hal ini dapat terjadi karena pada daerah weld metal di dominasi oleh struktur *grain boundary ferrite* dimana struktur ini akan menyebabkan keuletan menurun dan meningkatkan nilai kekerasan. Nilai kekerasan tertinggi pada posisi pengelasan 2G (Gambar 14) terjadi pada daerah HAZ (*heat affected zone*), hal ini bisa terjadi karena disebabkan oleh menurunnya masukan panas dan menyebabkan laju pendinginan yang terjadi pada daerah HAZ lebih cepat, dari laju pendinginan yang cepat akan menyebabkan meningkatnya nilai kekerasan. Nilai kekerasan tertinggi pada posisi pengelasan 3G (Gambar 15) terjadi pada daerah FL (*fusion line*), hal ini kemungkinan dapat terjadi karena *fusion line* merupakan daerah perbatasan antara *weld metal* dengan *heat affected zone*.



Gambar 13. Kurva hasil pengujian kekerasan posisi pengelasan 1G



Gambar 14. Kurva hasil pengujian kekerasan posisi pengelasan 2G



Gambar 15. Kurva hasil pengujian kekerasan posisi pengelasan 3G

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Posisi pengelasan akan sangat berpengaruh terhadap besaran *heat input* yang dihasilkan, dalam hal ini faktor keahlian seorang welder sangat di butuhkan untuk menyesuaikan kecepatan pengelasan supaya menghasilkan



- heat input* yang sesuai. *Heat input* minimal terjadi pada posisi pengelasan 2G dan *heat input* tertinggi terjadi pada posisi pengelasan 1G.
- Perbedaan posisi pengelasan akan menyebabkan distorsi yang berbeda, ini di karenakan masukan panas yang berbeda – beda pada setiap posisi pengelasan. Semakin besar masukan panas yang di terima, semakin besar pula distorsi yang terjadi. Distorsi minimal terjadi pada posisi pengelasan 2G dan distorsi tertinggi terjadi pada posisi pengelasan 1G.
  - Hasil pengamatan menunjukan bahwa posisi pengelasan 2G menghasilkan bentuk struktur mikro *acicular ferrite* yang lebih dominan, Terbentuknya struktur yang demikian kemungkinan disebabkan oleh besarnya *heat input* dan waktu pendinginan yang relatif lebih lambat. *Acicular ferrit* ini lah yang diharapkan di dalam setiap proses pengelasan karena *acicular ferrite* memiliki ketangguhan paling tinggi dibandingkan struktur mikro yang lain.
  - Dari hasil uji tarik, posisi pengelasan 1G dan 3G mengalami *reject welding*, hal ini menunjukan bahwa *weld metal* hasil pengelasan posisi 1G dan 3G tidak lebih kuat dari pada *base metal*. Kemungkinan terjadinya *reject welding* di sebabkan oleh cacat las yang dihasilkan pada saat proses pengelasan berlangsung.
  - Pada uji kekerasan, daerah HAZ posisi pengelasan 2G menghasilkan nilai kekerasan terbesar yaitu 274 HV, hal ini bisa terjadi karena disebabkan oleh menurunnya masukan panas dan menyebabkan laju pendinginan yang terjadi pada daerah HAZ lebih cepat, dari laju pendinginan yang cepat akan menyebabkan meningkatnya nilai kekerasan.

### Saran

Hasil penelitian pengaruh variasi posisi pengelasan terhadap distorsi dan sifat mekanik hasil pengelasan baja SS400 menggunakan metode GMAW dapat disarankan sebagai berikut :

- Dengan adanya keharusan posisi pengelasan tertentu dan distorsi yang tidak dapat dihilangkan. Dibutuhkan seorang welder yang memiliki banyak pengalaman, tenaga kerja dan jam kerja, selain keahlian welder faktor fabrikasi sebelum melakukan proses pengelasan pun harus diperhatikan untuk menghasilkan distorsi yang masih dalam toleransi.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi posisi pengelasan agar mengetahui perbedaan setiap - setiap posisi pengelasan untuk dapat dilakukan metode fabrikasi yang sesuai untuk meminimalisir terjadinya distorsi.
- Untuk pengujian struktur mikro perlu dilakukan pengamatan menggunakan SEM (*scanning electron microscopy*) untuk mendapatkan tingkat pembesaran yang lebih mendalam untuk mengetahui cacat las seperti inklusi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, 2015, *Macam – Macam Cacat Las Dan Penyebabnya Serta Cara Mengatasinya*, <https://Www.Pengelasan.Net/Cacat-Las/>, Di Akses Tanggal 16 Maret 2019.
- Admin, 2015, *Posisi Pengelasan 1G – 4G Plate*, <http://hima-tl.ppns.ac.id/posisi-pengelasan-1g-4g-plate/>, Di Akses Tanggal 20 Maret 2019.
- Aws D1.1/D1.1. 2010. *An American National Standart*.
- Duniawan, A. Sutrimo. 2014, *Pengaruh Kecepatan Arus Pengelasan Dan Panas Masuk Terhadap Sifat Mekanis Logam Las Pada Pengelasan Saw Baja Karbon Astm A29*, Jurnal Teknologi Technoscintia, 7(1).
- Endramawan, T. Haris, E. Dionisius, F. Parika, Y. 2017, *Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (NDT-PT) Untuk Analisis Hasil Pengelasan SMAW 3G Butt Joint*, Jurnal Teknologi Terapan. 3(2).
- Hilmy, Z. Syahroni, N. Hadiwidodo, Y. 2016, *Analisa Pengaruh Variasi Komposisi Gas Pelindung Terhadap Hasil Pengelasan Gmaw-Short Circuit Dengan Penggunaan Mesin Khusus Regulated Metal Deposition (RMD)*, The 2nd Conference on Innovation and Industrial Applications.
- Jokosiswor, S. 2006, *Weldability, Welding Metallurgy, Welding Chemistry*, Kapal, 3(3).
- Kusdiyatno, P. Djatmiko, R.D. 2018, *Analisis variasi included angle terhadap distorsi pada sambungan las SMAW*, Jurnal dinamika vokasional teknik mesin, 3(1) : 12 – 18.
- Perdana, D. Syarif, A.B. 2017, *Analisa Pengaruh Jenis Pengelasan SMAW Dan FCAW Terhadap Sifat Mekanis Baja ASTM Pada Konstruksi Landside Upper Leg*, Prosiding Seminar Nasional ReTII.

- Qomari, A. Solichin. Hutomo, P. 2015, *Pengaruh Pola gerakan Elektrode dan posisi pengelasan terhadap kekerasan hasil las pada baja ST60*, Jurnal Teknik Mesin, 23(2).
- Rusnaldy. Maulana, M.E. 2017, *Pengujian Mampu Las Baja Karbon Astm A36 Dengan Proses Las Busur Listrik*, ROTASI, 19(4) : 226 – 230.
- Santhiarsa, I.G.N.N. Budirasa, I.N. 2008, *Pengaruh posisi pengelasan dan gerakan elektroda terhadap kekerasan hasil las baja JIS SSC41*, Jurnal ilmiah Teknik Mesin Cakram, 2(2) : 107 – 111.
- Sidi, P. 2011, *Analisa Pengaruh Proses Pengelasan Mig Terhadap Distorsi Sudut Dan Kedalaman Penetrasi Pada Sambungan Butt-Joint*, Metrik Polban, 5(1) : 10 – 17.
- Suharno, 2008, *Struktur Mikro Las Baja C-Mn Hasil Pengelasan Busur Terendam Dengan Variasi Masukan Panas*, Jurnal Teknik Mesin. 10(1) : 45 - 45.
- Wibowo, H. Ilman, M. Iswanto, P. 2016, *Analisa Heat Input Pengelasan Terhadap Distorsi, Struktur Mikro Dan Kekuatan Mekanis Baja A36*, Jurnal Rekayasa Mesin, 7(1).
- Wiryo Sumarto, H. Okumura, T. 2008, *Teknologi Pengelasan Logam*. Edisi Balai Pustaka, PT. Balai Pustaka, Jakarta Timur.
- Winarto, 2019 *Hand book Teknologi pengelasan*, Asosociate Welding Engineer.
- Winarto, W. Oktadinata, H. Siradj, E.S., 2018, *Microstructure And Hardness Properties Of Butt And Fillet GMAW Welded Joint On HY80 High Strength Steel Plate*, Departement Of Metallurgy And Materials Engineering, Universitas Indonesia.