

# Analisa pengaruh kuat arus hasil pengelasan GMAW terhadap kekerasan material ASTM A 36

Juwanda, Saifuddin\*, Marzuki

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Lhokseumawe, 24301, Indonesia

\*Corresponding author: saifuddin@pnl.ac.id

## Abstrak

Pengelasan GMAW adalah suatu proses pengelasan yang menggunakan gas  $CO_2$  sebagai media pelindung *weld metal* dari pengaruh udara luar. Pengelasan ini menggunakan sumber panas dari energi listrik yang dirubah atau dikonversikan menjadi energi panas. Sementara plat baja ASTM A 36 merupakan baja yang memiliki kadar karbon 0.30% sehingga tergolong dalam baja karbon rendah. Baja ini banyak digunakan dipasaran karena memiliki banyak keunggulan salah satunya memiliki mempunyai sifat las yang baik (*machinability*), *wear resistance*-nya (keausan) baik dan sifat mekaniknya yang baik juga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan pada hasil pengelasan dengan menggunakan metode *hardness test* pada proses las GMAW terhadap baja ASTM A 36 dengan kampuh V sudut 60°. Variasi arus yang digunakan dalam proses pengelasan ini yaitu 80,100, dan 120 Amper. Dari pengujian yang telah dilakukan, diketahui bahwa kekuatan kekerasan terendah pada arus 80 menghasilkan nilai kekerasan 65,60 Hrc. Sementara nilai kekerasan tertinggi pada arus 100 Amper didapatkan nilai kekerasan 80,40 Hrc.

**Kata kunci:** Las GMAW, baja ASTM A 36, kekerasan, variasi arus, gas  $CO_2$

## Abstrack

*GMAW welding is a welding process that uses  $CO_2$  gas as a protective medium for weld metal from the influence of outside air. This welding uses a heat source from electrical energy which is converted or converted into heat energy. While ASTM A 36 steel plate is steel that has a carbon content of 0.30% so it is classified as low carbon steel. This steel is widely used in the market because it has many advantages, one of which has good welding properties (machinability), good wear resistance (wear) and good mechanical properties as well. This study aims to determine the hardness value of the welding results using the hardness test method in the GMAW welding process to ASTM A 36 steel with a 60° V angle seam. The variations of the currents used in this welding process are 80,100 and 120 Amper. From the tests that have been done, it is known that the lowest hardness strength at current 80 produces a hardness value of 65.60 Hrc. Meanwhile, the highest hardness value at 100 Amper flow obtained a hardness value of 80.40 Hrc.*

**Keywords:** GMAW welding, ASTM A 36 steel, hardness, current variation, gas  $CO_2$

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi dibidang konstruksi, pengelasan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pertumbuhan dan peningkatan industri, Karena mempunyai peranan yang sangat penting dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir pada setiap pembangunan suatu konstruksi dengan logam melibatkan unsur pengelasan. Salah satu jenis pengelasan yang banyak dipakai untuk mengelas baja karbon adalah *Gas Metal Arc Welding* (GMAW).

GMAW merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik[1]. Las ini menggunakan gas mulia dan gas  $CO_2$  sebagai pelindung busur dan logam yang mencair dari pengaruh atmosfer. Besarnya arus listrik pengelasan dan penggunaan kawat las (*filler*) adalah contoh dari

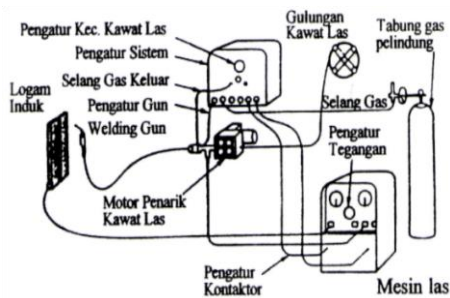
parameter pengelasan yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan baja karbon rendah.

Penyetelan kuat arus pengelasan juga akan mempengaruhi hasil lasan[2][3]. Bila arus yang digunakan untuk mengelas terlalu tinggi maka elektroda akan cepat mencair, makin tinggi arus las makin tinggi penembusan dan kecepatan pencairannya. Besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil las bila arus terlalu rendah maka perpindahan cairan dari ujung elektroda yang digunakan sangat sulit dan busur listrik yang terjadi tidak stabil. Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian tentang kuat arus pengelasan dengan berbagai proses las. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Mengetahui perubahan sifat mekanis baja ASTM A 36 yang mengalami proses pengelasan GMAW dengan variasi arus 80, 100, 120, A.

GMAW atau *Metal Inert Gas/ Metal Active Gas* (MIG/MAG) adalah proses pengelasan busur listrik (*arc welding*) dimana bahan tambah diumpankan oleh satu gulungan kawat elektroda dan

dicairkan oleh efek Joule dan busur listrik, dan pada *mode short arc*, pengelasan dihasilkan oleh tetesan beruntun bahan tambah. GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) merupakan proses penyambungan dua buah logam atau lebih yang sejenis dengan menggunakan bahan tambah yang berupa kawat gulungan dan gas pelindung melalui proses pencairan. Gas pelindung dalam proses pengelasan ini berfungsi sebagai pelindung dari proses oksidasi, yaitu pengaruh udara luar yang dapat mempengaruhi kualitas las. Gas yang digunakan dalam proses pengelasan ini dapat menggunakan gas argon, helium, argon+helium dsb. Penggunaan gas juga dapat mempengaruhi kualitas la itu sendiri[4].

Proses pengelasan GMAW merupakan pengelasan dengan proses pencairan logam. Proses pencairan logam ini terbentuk karena adanya busur las yang terbentuk diantara kawat las dengan benda kerja. Ketika kawat las didekatkan dengan benda kerja maka terjadilah busur las (menghasilkan panas) yang mampu mencairkan kedua logam tersebut (kawat las+benda kerja), Dalam proses ini gas pelindung yang berupa gas akan melindungi las dari udara luar hingga terbentuk suatu sambungan yang tetap, dan skema mesin las GMAW bisa dilihat digambar 1.



**Gambar 1.** Skema mesin las GMAW

Proses pengelasan GMAW menggunakan arus searah (DC) dengan posisi elektroda pada kutub positif, hal ini sering disebut sebagai polaritas terbalik. Polaritas searah jarang digunakan dalam proses pengelasan dikarenakan dalam proses ini transfer logam tidak terjadi secara sempurna.

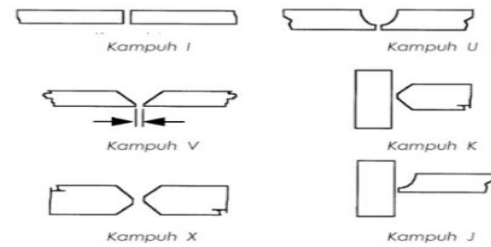
### 1.1 Bentuk - bentuk kampuh las

Kampuh las adalah bentuk persiapan pada suatu sambungan. Umumnya hanya ada pada sambungan tumpul, namun ada juga pada beberapa bentuk sambungan sudut tertentu yaitu untuk memenuhi persyaratan kekuatan suatu sambungan sudut[5].

Bentuk kampuh las yang banyak di pergunakan pada pekerjaan las dan fabrikasi logam adalah :

1. Kampuh I (open square butt)
2. Kampuh V (single Vee butt)
3. Kumpuh X (double Vee butt)
4. Kampuh U (single U butt)

5. Kampuh K/ sambungan T dengan penguatan pada kedua sisi (reforcemen on T-butt weld)
6. Kampuh J/ sambungan T dengan penguatan satu sisi ( single J-butt weld)



**Gambar 2.** Macam – macam kampuh las

### 1.2 Pengujian Kekerasan (*Hardness Test*)

Kekerasan merupakan salah satu metode yang lebih cepat dan lebih murah untuk menentukan sifat mekanik suatu material. Kekerasan bukanlah konstanta fisika, nilainya tidak hanya bergantung pada material yang diuji, namun juga dipengaruhi oleh metode pengujiannya.

Apabila metode pengujian yang digunakan berbeda, maka hasil dari sifat mekanisnya pun akan berbeda. Kekerasan suatu bahan didefinisikan sebagai ketahanan suatu bahan terhadap penetrasi material lain pada permukaan[6].

Terdapat tiga jenis mengenai ukuran kekerasan yang tergantung pada cara melakukan pengujiannya. Ketiga jenis tersebut adalah:

1. Kekerasan goresan (*Scratch hardness*)
2. Kekerasan lekukan (*Indentation hardness*)
3. Kekerasan pantulan (*Rebound hardness*) atau kekerasan dinamik (*Dynamic hardness*):

Sebelumnya sudah dilakukan beberapa penelitian tentang kuat arus pengelasan terhadap kekuatan sambungan pengelasan untuk mendapatkan parameter pengelasan yang sesuai guna meningkatkan kekuatan sambungan pengelasan[3], [4], [7]–[9]. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus hasil pengelasan GMAW terhadap kekerasan material ASTM A 36.

## 2. Metodologi

Bahan yang akan digukan pada penelitian ini merupakan baja ASTM A 36. Menurut. Baja ASTM A36, yang juga dikenal sebagai SS400 JIS 3101, di ASME Kode Bagian II-A spesifikasi JIS dari pelat baja untuk konstruksi umum termasuk dalam kategori SA-36. Di JIS (Standar Industri Jepang) “SS” singkatan dari baja struktural (structural steel) dan grade 400 yang mirip dengan AISI 1018.

Baja A36 memiliki unsur-unsur C 0,26%, Si 0,4%, P 0,04%, S 0,05 Dan juga memiliki titik leleh pada suhu 1430 derajat celcius.

Baja ASTM A36 sering disebut juga sebagai baja struktural SS400 JIS 3101, material jenis ini merupakan baja produksi Jepang kategori rolled steel for general structure dengan standar JIS (Japanese Industrial Standard), yang mempunyai spesifikasi, tensile 400-510 MPa, yield min 235 MPa dan elongation min 21%.

Sedangkan jenis material ASTM A36 yang mempunyai spesifikasi, tensile 400-550 MPa, yield min 250 MPa, dan elongation min 20%. Jadi antara material ASTM A36 dengan SS400 JIS 3101 mempunyai standar yang sama.

### 2.1 Pembuatan Spesimen Pengelasan

Persiapan spesimen uji merupakan langkah awal dari penelitian ini. Ada dua tahap dalam melakukan persiapan spesimen uji yakni pemilihan material yang akan digunakan dan pembuatan kampuh las.

#### 1. Pemilihan Material Spesimen Uji

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja ASTM A 36 dengan ketebalan 12 mm.

#### 2. Pemilihan Elektroda

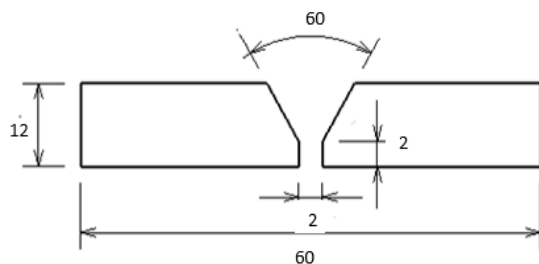
Elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah elektroda yang berjenis AWS ER70S-6 diameter 2 mm.

#### 3. Pemilihan arus dan kecepatan pengelasan

Untuk pengelasan GMAW Jenis polaritas listrik yang digunakan yaitu polarisasi terbalik (DCRP). Arus yang digunakan yaitu 80, 100, 120 ampere Debit gas argon 2,5 sampai 5 ltr/menit dan kecepatan kawat 4 mm/s.

#### 4. Pembuatan Kampuh Las

Jenis kampuh las yang digunakan dalam penelitian ini adalah sambungan las tumpul alur V tunggal, seperti pada gambar dibawah ini:



**Gambar 3.** Dimensi sambungan las tumpul dengan alur V tunggal

### 2.2 Proses Pengelasan

Pada tahap ini akan di lakukan tiga kali pengelasan dengan variasi arus 80 A, 100 A, 120 A, Tegangan DC 22 V polarisasi terbalik (DCRP), Debit gas argon 2,5 sampai 5 ltr/menit dan kecepatan kawat 4 mm/s.

### 2.3 Uji Penetrant

Uji penetrant di lakukan untuk memastikan tidak terjadi cacat pada area pengelasan sebelum di uji hardness test[10], pengujian penetrant ini mengacu standar ASME Section VIII Division 4 mandatory appendix 8 tentang metode pengujian liquid penetrant menyatakan bahwa kriteria standar untuk *discontinuity* yang terdapat pada hasil pengelasan harus bebas dari *linear indication*, *rounded indication* yang lebih besar dari 5 mm dan terdapat 4 atau lebih *rounded indication* dengan jarak 1.5 mm.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil pengujian penetrant

Setelah melakukan pengelasan menggunakan mesin las GMAW maka selanjutnya dilakukan pengujian penetrant untuk mengetahui hasil pengelasan bebas dari cacat pengelasan. Berikut hasil data pengujian penetrant sebagai berikut:



(a)



(b)



(c)

**Gambar 4.** (a) Spesimen hasil las, (b) Aplikasi cairan penetran, (c) Aplikasi developer pengujian penetran.

Berdasarkan gambar 4 diatas, menurut standar ASME Section VIII Division 4 mandatory appendix 8 tentang metode pengujian liquid penetrant menyatakan bahwa kriteria standar untuk *discontinuity* yang terdapat pada hasil pengelasan harus bebas dari *linear indication*, *rounded indication* yang lebih besar dari 5 mm dan terdapat 4 atau lebih *rounded indication* dengan jarak 1.5 mm. Maka berdasarkan data yang ada maka pada spesimen pengelasan GMAW ini tidak terjadi indikasi cacat pada permukaan.

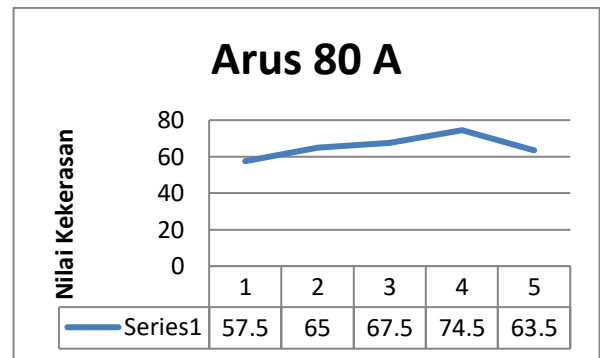
### 3.2 Hasil Pengujian Hardness Test

Setelah melakukan pengelasan dan pengujian penetran maka selanjutnya dilakukan pengujian hardness test untuk mengetahui nilai kekerasan dari material yang telah di las. Berikut hasil data pengujian hardness di sajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

**Table 1.** Data hasil pengujian hardness test

Bahan Uji	SAMPEL	Nilai Kekerasan/Hardness Value					Rerata
Materials	Specimen Region	Titik Pengujian/Test Point					Average
		1	2	3	4	5	
Baja ASTM A36 Pengelasan GMAW 1G Arus 80 A	Pada Kampuh Las	57,50	65,00	67,50	74,50	63,50	65,60
Baja ASTM A36 Pengelasan GMAW 1G Arus 100 A	Pada Kampuh Las	82,50	72,00	70,00	90,00	87,50	80,40
Baja ASTM A36 Pengelasan GMAW 1G Arus 120 A	Pada Kampuh Las	71,50	72,50	70,00	61,00	67,00	68,40

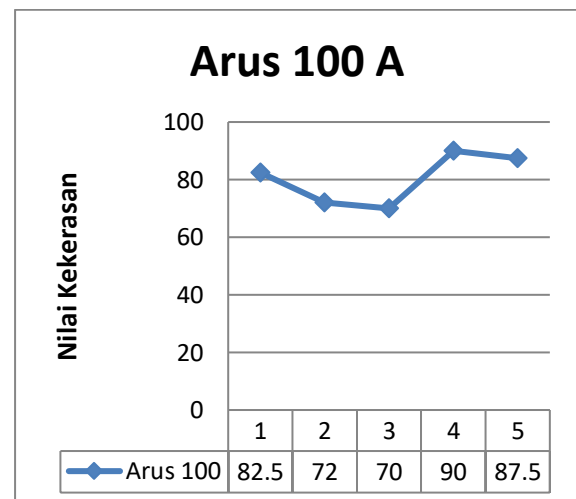
Data grafik untuk arus 80 A terlihat seperti yang dibawah ini :



**Gambar 5.** Grafik pada arus 80 A

Dari Gambar grafik 5 diatas menunjukkan nilai kekerasan perlakuan pengelasan di 5 titik pengujian dengan beban 150 kgf dan load time sebesar 120 detik. pada sampel tersebut termasuk cenderung fluktuatif, jarak nilai kekerasannya antara 57,50-74,5 dan nilai rata-ratanya masih dalam angka 60an.

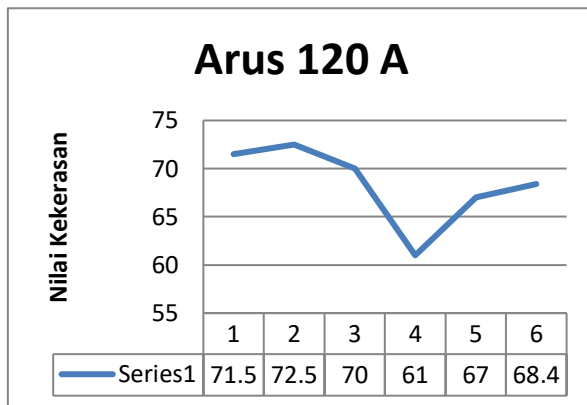
Untuk nilai kekerasan arus 100 A dapat dilihat pada gambar grafik berikut



**Gambar 6.** Grafik nilai kekerasan arus 100 A

Dari gambar 6 diatas menunjukkan nilai kekerasan perlakuan pengelasan di 5 titik pengujian dengan beban 150 kgf dan load time sebesar 120 detik. pada sampel tersebut termasuk cenderung fluktuatif, jarak nilai kekerasannya antara 90-70, masih dalam angka 80an.

Untuk nilai kekerasan arus 120 A dapat dilihat pada grafik 7.



**Gambar 7.** Grafik nilai kekerasan arus 120 A

Dari gambar grafik 7 diatas menunjukkan nilai kekerasan perlakuan pengelasan di 5 titik pengujian dengan beban 150 kgf dan load time sebesar 120 detik. pada sampel tersebut termasuk cenderung fluktuatif, jarak nilai kekerasannya antara 72,5-61, masih dalam angka 70an.

Untuk lebih jelasnya, dari data rata-rata nilai kekerasan pada terlihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai rata rata kekerasan

Rata-Rata Nilai Kekerasan HRC (Kgf)		
Baja ASTM A36 Pengelasan GMAW 1G Arus 80 A	Baja ASTM A36 Pengelasan GMAW 1G Arus 100 A	Baja ASTM A36 Pengelasan GMAW 1G Arus 120 A
65.60	80.40	68.40

Setelah dilakukan pengelasan dan pengujian dengan pengujian kekerasan, secara garis besar, arus 100 A memiliki efektivitas yang baik apabila dibandingkan dengan variasi arus 80 dan variasi arus 120.

Terlihat pada proses pengelasan ini walaupun diantara tiga variasi arus tersebut, namun disini terdapat suatu hal tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan, diantaran ialah hasil data kekerasan arus yang ke 100A, lebih keras dibandingkan dengan arus yang 120A, yang mungkin disebabkan oleh permukaan material uji yang tidak diratakan sebelum dilakukan pengujian hardness test, oleh sebab itu data yang dihasilkan tidak sesuai dengan teori yang ada.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengaruh parameter hasil pengelasan terhadap hasil pengelasan akan dipengaruhi oleh *wire feed speed*, voltase, arus, dan *shield gas*. Pengujian

Rockwell pada specimen baja karbon rendah Baja ASTM A36 Pengelasan GMAW 1G Arus 80 A sebesar 65.60 HRC, pada pengujian Rockwell pada specimen baja karbon rendah Baja ASTM A36 Pengelasan GMAW 1G Arus 100 A sebesar 80.40HRC, dan pada pengujian Rockwell pada specimen baja karbon rendah Baja ASTM A36 Pengelasan GMAW 1G Arus 120 A sebesar 68.40HRC. Berdasarkan hasil penelitian pengujian rockwell pengelasan GMAW posisi 1G variasi arus 80, 100, dan 120 A, diatas maka disimpulkan bahwasanya variasi arus 100 A merupakan arus yang terbaik karena memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi.

#### Referensi

- [1] I. A. Ibrahim, S. A. Mohamat, A. Amir, and A. Ghalib, "The Effect of Gas Metal Arc Welding (GMAW) processes on different welding parameters," *Procedia Eng.*, vol. 41, pp. 1502–1506, 2012.
- [2] A. Muhyiddin, "PENGARUH VARIASI ARUS LAS SMAW (Shielding Metal Arc Welding) TERHADAP DISTORSI DAN KUAT TARIK SAMBUNGAN STAINLESS STEEL 304." University of Muhammadiyah Malang, 2019.
- [3] A. Azwinur, S. A. Jalil, and A. Husna, "PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA PROSES PENGELASAN SMAW," *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 2, p. 36, Sep. 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i2.372.
- [4] B. Mvola and P. Kah, "Effects of shielding gas control: welded joint properties in GMAW process optimization," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 88, no. 9–12, pp. 2369–2387, 2017.
- [5] M. Siddiq, N. Nurdin, and I. Amalia, "Pengaruh jenis kampuh terhadap ketangguhan sambungan pengelasan material St37 dengan AISI 1050 menggunakan proses SMAW," *J. Weld. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–16, Jun. 2019.
- [6] M. F. Kumayasari and A. I. Sultoni, "Studi Uji Kekerasan Rockwell Superficial VS Micro Vickers Comparison Study Of Hardness Testing By Using Rockwell Superficial VS Microvickers," vol. 2, no. 2, pp. 85–89, 2017.
- [7] A. Duniawan, "PENGARUH KECEPATAN ARUS PENGELASAN DAN PANAS MASUK TERHADAP SIFAT MEKANIS LOGAM LAS PADA PENGELASAN SAW BAJA KARBON ASTM A 29," *J. Teknol. Technoscintia*, pp. 1–9, 2014.
- [8] Y. N. I. Saputro, "PENGARUH ARUS PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN LAS SMAW DENGAN ELEKTRODA E 7018,"

- RESULTAN J. Kaji. Teknol.*, vol. 13, no. 2, pp. 24–31, 2011.
- [9] A. E. Ikpe, O. Ikechukwu, and E. Ikpe, “Effects of arc voltage and welding current on the arc length of tungsten inert gas welding (TIG),” 2017.
- [10] T. Endramawan, E. Haris, F. Dionisius, and Y. Prinka, “Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (Ndt-Pt) Untuk Analisis Hasil Pengelasan Smaw 3g Butt Joint,” *JTT (Jurnal Teknol. Ter.*, vol. 3, no. 2, pp. 44–48, 2017.