Pengaruh Variasi Posisi Pengelasan Dan Penggunaan Gas Mix Argon & Co2 Pada Pengelasan Gmaw Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Vikers Pada Baja A36

Muhammad Lutfi Zainul[1], dan Frizka Vietanti[2]
Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail : muhammadlutfizainul@gmail.com

ABSTRACT

The development of technology in today's modern era grows in all fields, such as in the material joint during the welding process. In the welding process, the position of the weld and the use of gas become important factors in producing welding quality. This study aims to determine the effect of varying the welding position and the use of mixed gas (Ar + CO2) in GMAW on the tensile strength and Vickers hardness of A36 steel. Each specimen uses a groove connection type with a corner angle of 60°. The type of electrode employed was ER 70S-6 with 1.2mm, while the welding positions consisted of 1G, 2G, and 3G and gas variations applied to 100% Ar; mix (Ar 95% + CO_2 5%); mix (Ar 85% + CO_2 15%); mix (Ar 75% + CO_2 25%), and the parameters included 150V and 24A. The tensile test showed the maximum load value of each specimen. The highest value of the tensile test at the 2G welding position with 100% Ar gas variation was 808.8 Mpa, while in the hardness test, the highest value of 194.39 HV existed in the weld metal, namely the 1G welding position with 100% Ar gas variation. Meanwhile, the HAZ area reached the highest value of 173.72 HV in the 2G welding position with a variety of mixed gases (Ar 75% + CO2 25%). In terms of the macrostructure observation, there were the same welding defects in the mixed gas variation (Ar 95% + CO2 5%) at the 1G position as well as in the Ar 100% gas at the 1G position.

Keywords: *GMAW, Welding Position, Gas Variation, Tensile Test, Vickers Test, Macro Test.*

ABSTRAK

Dengan berkembangnya teknologi pada era moderen saat ini banyak dijumpai berbagai macam teknologi salah satunya penyambungan material dengan proses pengelasan. Pada proses pengelasan, posisi las dan penggunaan gas menjadi faktor penting dalam menghasilkan kualitas pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi dari posisi pengelasan dan penggunaan gas mix (Ar + CO2) pada las gmaw terhadap kekuatan tarik, dan kekerasan vikers pada baja A36. Setiap spesimen menggunakan jenis sambungan groove dengan sudut kampuh 60º. Jenis elektroda yang digunakan yaitu ER 70S-6 dengan Ø1.2mm. Dan variasi posisi pengelasan terdiri dari 1G, 2G, 3G serta variasi gas menggunakan Ar 100%; mix (Ar 95% + CO2 5%); mix (Ar 85% + CO2 15%); mix (Ar 75% + CO2 25%), serta parameter yang digunakan yaitu ±150V dan 24A. Pengujian tarik menunjukan nilai beban maksimum yang dimiliki setiap specimen, untuk nilai tertinggi uji tarik didapati pada posisi las 2G dengan variasi gas Ar 100% sebesar 808.8 Mpa, sedangkan pada uji kekerasan didapatkan nilai tertinggi pada logam lasan yaitu posisi las 1G dengan variasi gas Ar 100% sebesar 194.39 HV, dan untuk daerah HAZ nilai tertinggi yaitu pada posisi las 2G dengan variasi gas Mix (Ar 75% + CO2 25%) sebesar 173.72 HV. Dan dari pengamatan struktur makro terdapat cacat las yang sama yaitu slag inclusion pada variasi gas Mix (Ar 95% + CO2 5%) posisi 1G dan pada gas Ar 100% posisi 1G.

Kata Kunci : Gmaw, Posisi Pengelasan, Variasi Gas, Uji Tarik, Uji Vikers, Uji Makro.

ISSN 2775-5630

PENDAHULUAN

Dengan seiringnya perkembangan teknologi saat ini dan tuntutan produksi pada bidang manufaktur terdapat bermacam – macam teknologi yang sering ditemui, salah satunya yaitu proses pengelasan. Metode pengelasan pada dunia industri manufaktur sangatlah luas, meliputi bidang perkapalan, perpipaan, konstruksi jembatan, rangka baja, dan masih banyak lagi. [1] Pengelasan juga dapat diartikan sebagai suatu cara untuk menyambungkan benda padat dengan cara mencairkan dengan proses pemanasan (Daryanto, 2012 : 1). Pengelasan tidak dapat dipisahkan dalam proses penyambungan logam terkhusus dalam bidang perancangan, karena memiliki keunggulan dibanding dengan metode yang lainnya, yaitu lebih kuat, efekstif, efisien dan mudah digunakan.[2]

Di Indonesia sendiri sering ditemui dan digunakan berbagai macam metode pengelasan dalam proses penyambungan logam, dan yang umumnya digunakan yaitu metode pengelasan GMAW *(Gas Metal Arc Welding).* Metode pengelasan GMAW merupakan metode penyambungan logam dengan proses pencairan yang menggunakan bahan tambahan *wire roll* (kawat gulungan) berupa elektroda dan gas pelindung. Pada mesin las GMAW juga terdapat bagian penting yaitu *wire feeder*.[3] Pada bagian ini terdapat dua tombol penting yaitu ampere dan voltage. Tombol ampere berfungsi untuk mengatur keluarnya kecepatan kawat las, sedangkan tombol voltage berfungsi untuk mengatur besar kecilnya arus yang digunakan.

Pada hasil pengelasan GMAW tidak semuanya menunjukkan hasil yang bagus dan masih banyak yang belum memenuhi standar pengelasan diantaranya korosi yang disebabkan oleh pengaruh logam yang dipengaruhi oleh proses fisika, kimia, atau elektrokimia[4], selain itu ada pula cacat las yang mengakibatkan penurunan kualitas logam, faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan bisa disebabkan karena penggunaan tekanan gas yang tidak sesuai. Maka dari itu, untuk mendapat hasil pengelasan berkualitas yang harus diperhitungkan dengan baik adalah dari segi pengaturan parameter las (ampere dan voltage) pada *wire feeder,* penggunaan gas dan yang lainnya. Dalam hal ini seorang welder harus mengkaji dan memperhatikan sebelum mengoperasikan alat las.

Untuk itu diperlukannya pengujian hasil pengelasan agar kita tahu hasil smbungan las tersebut berkualitas baik atau tdak. Pada pengujian vikers yakni menggunakan mesin yang nantinya nilai kekerasan benda uji muncul dengan cara memberikan gaya tekan kepada permukaan benda uji melalui ujung indentor. Sedang pada uji kekuatan tarik pengujian dilakukan dengan memberikan gaya tarik pada benda secara terus-menerus, proses pengujian ini juga dilakukan dengan cara mengamati pada monitor komputer untuk mengetahui grafik perpanjangan yang terjadi pada benda uji sehingga dapat menghasilkan sambungan las yang baik dan benar. [5]

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dan mengambil topik pengelasan dengan judul pengaruh variasi posisi pengelasan dan penggunaan gas mix argon dan co^2 pada pengelasan GMAW terhadap kekuatan tarik dan kekerasan vikers pada baja A36. [6]

TINJAUAN PUSTAKA

Pada hasil pengelasan GMAW tidak semuanya menunjukkan hasil yang bagus dan masih banyak yang belum memenuhi standar pengelasan (cacat las), faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan bisa disebabkan karena penggunaan tekanan gas yang tidak sesuai. [7] Maka dari itu, untuk mendapat hasil pengelasan berkualitas yang harus diperhitungkan dengan baik adalah dari segi pengaturan parameter las (ampere dan voltage) pada *wire feeder,* penggunaan gas dan yang lainnya. Dalam hal ini seorang welder harus mengkaji dan memperhatikan sebelum mengoperasikan alat las.[8]

Untuk itu diperlukannya pengujian hasil pengelasan agar kita tahu hasil smbungan las tersebut berkualitas baik atau tdak. Pada pengujian vikers yakni menggunakan mesin yang nantinya nilai kekerasan benda uji muncul dengan cara memberikan gaya tekan kepada permukaan benda uji melalui ujung indentor. Sedang pada uji kekuatan tarik pengujian dilakukan dengan memberikan gaya tarik pada benda secara terus-menerus, proses pengujian ini juga dilakukan dengan cara mengamati pada monitor komputer untuk mengetahui grafik perpanjangan yang terjadi pada benda uji sehingga dapat menghasilkan sambungan las yang baik dan benar. [9]

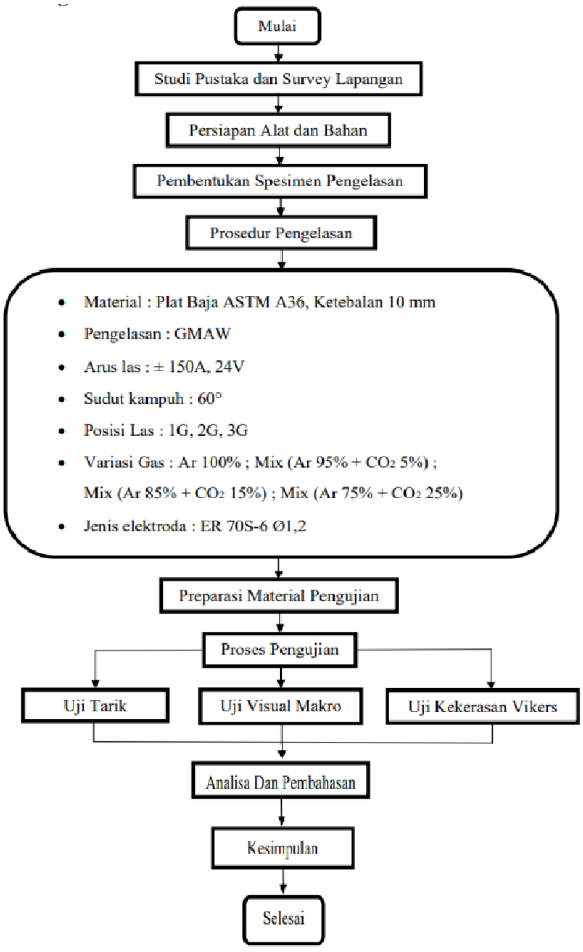
ISSN 2775-5630

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dan mengambil topik pengelasan dengan judul pengaruh variasi posisi pengelasan dan penggunaan gas mix argon dan co^2 pada pengelasan GMAW terhadap kekuatan tarik dan kekerasan vikers pada baja A36. [10]

METODE

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengelasan GMAW dan menggunakan uji kekuatan tarik, uji visual makro dan uji kekerasan vikers. Penelitian dilakukan di beberapa tempat yaitu, pembuatan spesimen dan proses pengelasan dilakukan di LPKS kampuh Indonesia. Sedangkan pengujian tarik, pengujian kekerasan dan pengambilan foto struktur makro dilakukan di laboratorium PT. Timur Megah Steel. Material atau bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu baja karbon rendah (ASTM A36) dengan kadar karbon 0,26%. [11] Perlengkapan yang digunakan untuk penelitian ini diantaranya mesin las GMAW, kap las, sarung tangan las, besi baja type (ASTM A36), kawat las ER 70S-6, amplas, mesin cutting plasman, mesin skrap, sikat kawat baja, tang potong, gerindra, *welding gauge,* mesin *grinding polishing*, cairan HNO_3, alat uji tarik, dan alat uji kekerasan vikers.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

PROSEDUR PENELITIAN

Pengaruh variasi posisi pengelasan dan penggunaan gas mix argon dan CO^2 pada pengelasan GMAW terhadap kekuatan tarik dan kekerasan vikers pada baja A36 ada beberapa tahapan sebagai berikut :

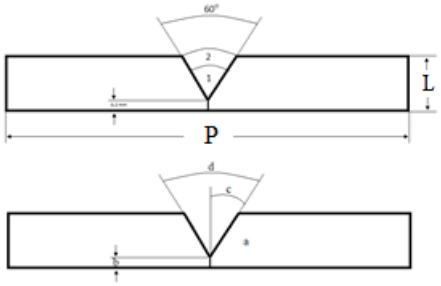
ISSN 2775-5630

Mempersiapkan spesimen uji :

a. Memilih material spesimen uji. Material yang digunakan tipe baja ASTM A36 dengan tebal 10 mm, kemudian dipotong dengan mesin cutting plasma dengan ukuran (P x L), spesimen uji tarik yaitu 220 mm x 70 mm dan untuk spesimen uji vikers yaitu 120 mm x 50 mm.
b. Memilih elektroda las. Yang digunakan adalah elektroda jenis ER 70S-6 dengan Ø 1,2 mm, kecepatan ± 2 mm/detik dan menggunakan arus searah dengan besar arus ± 150 A dan 24 V.
c. Memilih gas. Gas yang digunakan adalah Ar 100% ; Mix (Ar 95% + CO2 5%) ; Mix (Ar 85% + CO2 15%) ; Mix (Ar 75% + CO2 25%).
d. Membuat kampuh dan sudut las. Pembentukan sudut kampuh menggunakan mesin cutting plasma. Jenis kampuh las yang digunakan yaitu sambungan kampuh V, dengan sudut 60^0 dan posisi pengelasannya 1G, 2G, dan 3G. [12]

Pembuatan Sudut Kampuh dengan Pengelasan GMAW menggunakan Kampuh Las V dengan Sudut 60° untuk spesimen Uji Tarik dan Uji Vikers.

- Spesimen Uji Vikers (100 mm x 30 mm x 10 mm)
  Posisi :1G, 2G, 3G



Gambar 2 Bentuk Kampuh V untuk specimen Uji Tarik

Keterangan :

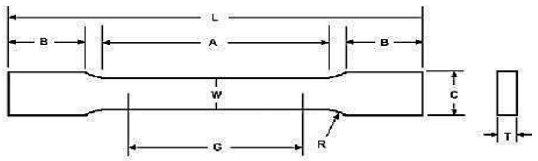
1. *Fill* : Pengisian las
2. *Cap* : Las permukaan atau pross terakhir dalam proses pengelasan
   a. *Base metal* : Logam yang akan disambung dan dilakukan proses pengelasan.
   b. *Root face* : Bidang permukaan akar las.
   c. Angel of bavel : Sudut bevel sebagian.
   d. *Included angle* : Sudut kampuh keseluruhan.
3. Proses pengelasan :
   a. Pengelasan sudut 60^0 posisi mendatar (1G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas Ar 100%.
   b. Pengelasan sudut 60^0 posisi horizontal (2G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas Ar 100%.
   c. Pengelasan sudut 60^0 posisi vertikal (3G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas Ar 100%.
   d. Pengelasan sudut 60^0 posisi mendatar (1G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas mix (Ar 95% + CO2 5%).
   e. sudut 60^0 posisi horizontal (2G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas mix (Ar 95% + CO2 5%).
   f. Pengelasan sudut 60^0 posisi vertikal (3G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas mix (Ar 95% + CO2 5%).
   g. Pengelasan sudut 60^0 posisi mendatar (1G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas mix (Ar 85% + CO2 15%).
   h. Pengelasan sudut 60^0 posisi horizontal (2G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas mix (Ar 85% + CO2 15%).
   i. Pengelasan sudut 60^0 posisi vertikal (3G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas mix (Ar 85% + CO2 15%).
   j. Pengelasan sudut 60^0 posisi mendatar (1G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas mix (Ar 75% + CO2 25%).
   j. Pengelasan sudut 60^0 posisi horizontal (2G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas mix (Ar 75% + CO2 25%).

ISSN 2775-5630

k. Pengelasan sudut 60^0 posisi vertikal (3G) dengan arus 150A dan 24V menggunakan gas mix (Ar 75% + CO2 25%).

4. Membuat spesimen uji :

a. Spesimen uji tarik, standar yang digunakan ASTM E-8.

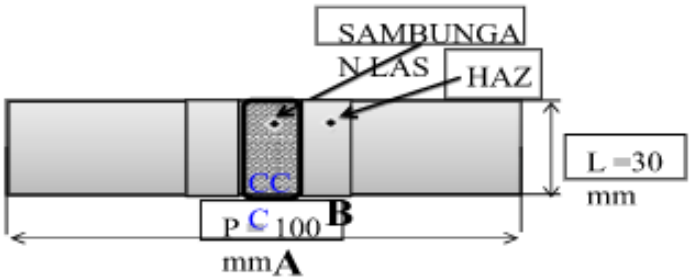


Gambar 3. Dimensi specimen uji tarik sesuai standard ASTM E8



Gambar 4. Spesimen untuk Uji Tarik

b. Spesimen uji kekerasan (vikers)



Gambar 5. Dimensi specimen uji kekerasan (Vikers)

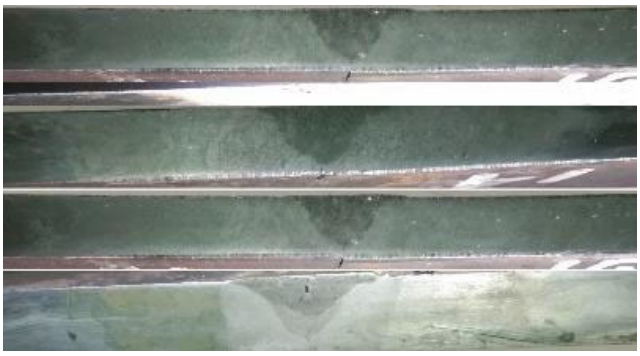


Gambar 6. Spesimen untuk Uji kekerasan (vikers)

ISSN 2775-5630

c. Spesimen foto makro

- Mempersiapkan 4 potong spesimen yang terdiri dari variasi gas Ar 100% ; Mix (Ar 95% + CO2 5%) ; Mix (Ar 85% + CO2 15%) ; Mix (Ar 75% + CO2 25%) dengan sudut kampuh 60° dan posisi pengelasan 1G.
- Meratakan spesimen dengan gerinda.
- Menghaluskan permukaan spesimen dengan kertas amplas dari grade 40 – 2000 hingga halus.
- Mengerjakan proses polishing hingga permukaan spesimen bersih dan mengkilap.
- Menetesi spesimen pada permukaan weld metal dengan larutan HNO_3 untuk elektrosis dan dibiarkan ± 10 menit.
- Setelah 10 menit, mengusap spesimen dengan cairan alkohol untuk menghilangkan sisa cairan HNO_3. Lalu membersihkan dengan air mengalir dan mengeringkannya dengan *hairdyer*.
- Setelah kering, proses terakhir yaitu memoles menggunakan serbuk alumina atau autosol dengan mengganti kertas amplas dengan kain *jeans* atau bludru agar permukaan spesimen dapat mengkilap dan meminimalisir goresan yang terjadi.



Gambar 7. Spesimen Foto Struktur Makro

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dari pengaruh variasi posisi pengelasan dan penggunaan gas mix argon dan co2 pada pengelasan GMAW terhadap kekuatan tarik dan kekerasan vikers pada baja A36, dapat dilihat sebagai berikut :

Pengujian Tarik



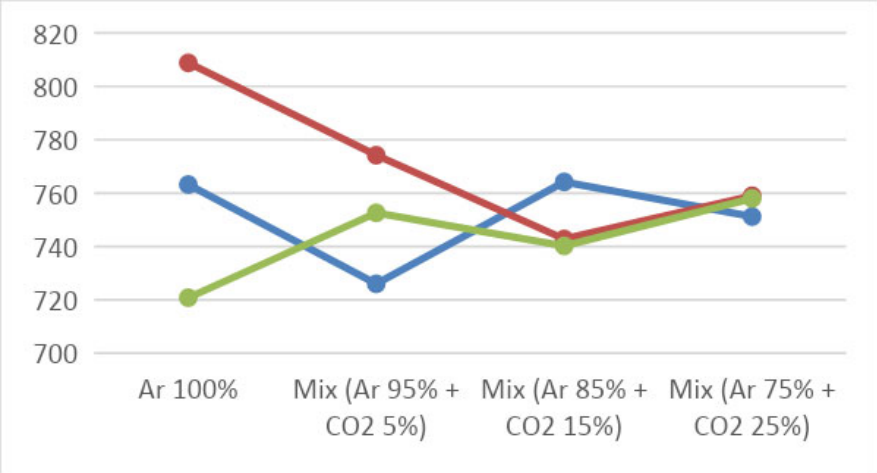
Gambar 8. material hasil uji tarik

ISSN 2775-5630

TABEL 1 Hasil Pengujian Tarik

Variabel		Ao (mm)	Lo (mm)	Lf (mm)	Fm (kN)	UTS σu (Mpa)	ΔL (mm)	Elongation ε (%)	Modulus Elastisitas E (GPa)	Patahan
Ar 100%	1G	100	200	216	76,32	763.2	16	8	9	Pada las
	2G	100	200	219	80,88	808.8	31	15,5	12	Diluar las
	3G	100	200	212	72,08	720.8	12	6	8	Pada las
Mix (Ar 95% + CO_2 5%)	1G	100	200	224	72,60	726	24	12	9	Pada las
	2G	100	200	226	77,42	774.2	26	13	11	Diluar las
	3G	100	200	228	75,26	752.6	28	14	10	Diluar las
Mix (Ar 85% + CO_2 15%)	1G	100	200	230	76,42	764.2	30	15	10	Diluar las
	2G	100	200	230	74,28	742.8	30	15	10	Diluar las
	3G	100	200	217	74,02	740.2	17	8,5	9	Pada las
Mix (Ar 75% + CO_2 25%)	1G	100	200	228	75,12	75,12	28	14	10	Diluar las
	2G	100	200	226	75,90	759	26	13	10	Diluar las
	3G	100	200	220	75,80	758	20	10	10	Diluar las

Keterangan :
Ao = Luas Penampang (mm)
Lo = Panjang Awal Spesimen (mm)
Fm = Gaya Maksimum (kN)
σu = Tegangan Maksimum (MPa)
ΔL = Penambahan Regangan (mm)
E = Modulus Elastisitas (Gpa)
Data – Data dari tabel diatas kemudian dapat dijadikan ke dalam kurva sebagai berikut :



Gambar 9. *Kurva Ultimate Tensile Stenght*

Dari pengolahan data pengujian tarik pada variasi penggunaan gas dan posisi pengelasan diatas menunjukan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada specimen yang menggunakan gas Ar 100% dengan posisi 2G yaitu sebesar 808.8 Mpa, dimana hasil patahan terjadi pada logam induk hal ini menunjukkan daerah lasan mempunyai kekuatan tarik yang lebih tinggi diabanding dengan logam induk.

Sedangankan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada specimen yang menggunakan gas Ar 100% dengan posisi 3G yaitu sebesar 720.8 MPa, dimana specimen mengalami patahan pada logam laasan.

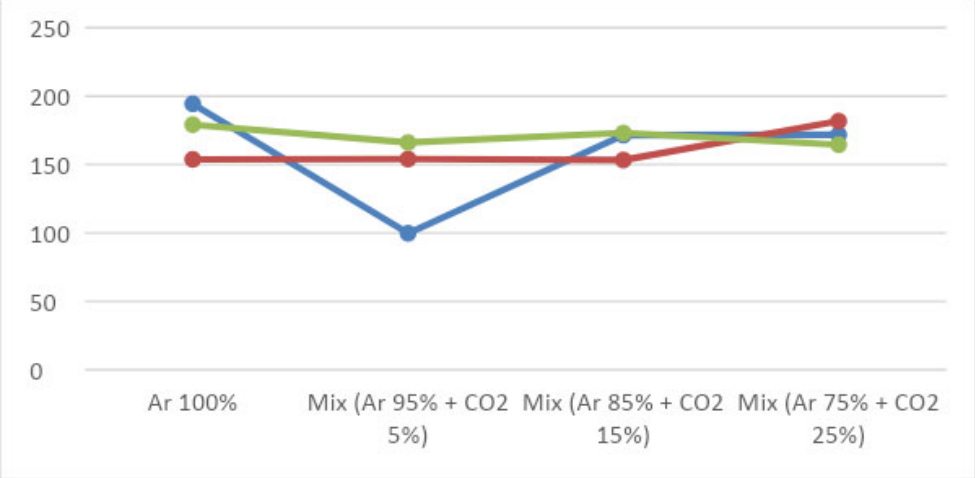
Pengujian Kekerasan (Vikers)

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan (vikers) pada logam las

Gas	Posisi Pengelaasan	Diagonal Indentor (mm)		P (kgf)	Nilai Kekerasan (HV)	
		D1	D2		Pada Logam Induk	Pada Lasan
Ar 100%	1G	0.98	0.98	100	83,68	194,39
	2G	1.10	1.10	100	83,68	153,78
	3G	1.02	1.02	100	83,68	179,16
Mix (Ar 95% + CO_2 5%)	1G	1.37	1.37	100	83,68	99,78
	2G	1.09	1.09	100	83,68	154,04
	3G	1.05	1.05	100	83,68	166,08
Mix (Ar 85% + CO_2 15%)	1G	1.04	1.04	100	83,68	171,49
	2G	1.10	1.10	100	83,68	153,33
	3G	1.03	1.03	100	83,68	173,04
Mix (Ar 75% + CO_2 25%)	1G	1.04	1.04	100	83,68	171,79
	2G	1.01	1.01	100	83,68	181,70
	3G	1.06	1.06	100	83,68	164,52

Keterangan **:**
D1 dan D2 = Diagonal jejak penekanan indentor
P = Beban yang di berikan pada material

Data – Data dari tabel diatas kemudian dapat dijadikan ke dalam kurva sebagai berikut :



Gambar 10. Kurva Hasil Pengujian Kekerasan Pada Logam Las

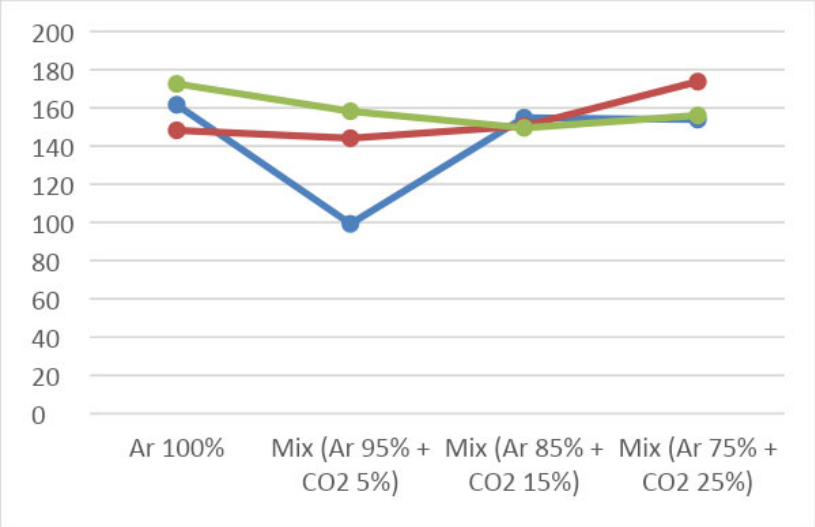
Dari pengolahan data pengujian kekerasan vikers pada logam las di dapat nilai kekerasan tertinggi yaitu pada penggunaan gas Ar 100% dengan posisi 1G yaitu sebesar 194.39 HV. Dan nilai kekerasan terendah terdapat pada penggunaan gas Mix (Ar 95% + CO2 5%) dengan posisi 1G sebesar 99.78 HV.

TABEL 3 Hasil Pengujian Kekerasan (vikers) pada HAZ

Gas	Posisi Pengelasan	Diagonal Indentor (mm)		P (kgf)	Nilai Kekerasan (HV)	
		D1	D2		Pada Logam Induk	Pada HAZ
Ar 100%	1G	1.07	1.07	100	83,68	161,61
	2G	1.12	1.12	100	83,68	148,23
	3G	1.037	1.037	100	83,68	172,52
Mix (Ar 95% + CO_2 5%)	1G	1.37	1.37	100	83,68	99,28
	2G	1.134	1.134	100	83,68	144,08
	3G	1.08	1.08	100	83,68	158,21
Mix (Ar 85% + CO_2 15%)	1G	1.09	1.09	100	83,68	154,83
	2G	1.11	1.11	100	83,68	150,51
	3G	1.113	1.113	100	83,68	149,51
Mix (Ar 75% + CO_2 25%)	1G	1.10	1.10	100	83,68	153,83
	2G	1.033	1.033	100	83,68	173,72
	3G	1.09	1.09	100	83,68	156,03

Keterangan **:**
D1 dan D2 = Diagonal jejak penekanan indentor
P = Beban yang di berikan pada material

Data – Data dari tabel diatas kemudian dapat dijadikan ke dalam kurva sebagai berikut :

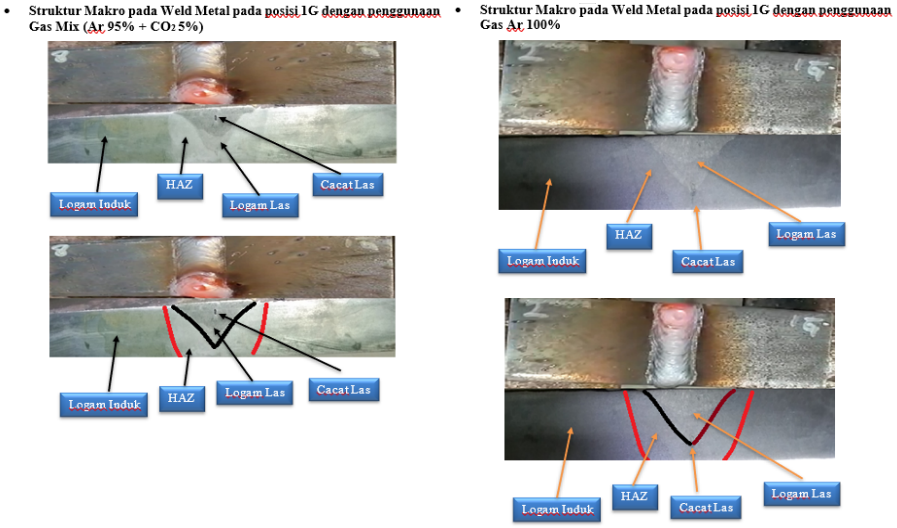


Gambar 10 Kurva Hasil Pengujian Kekerasan Pada HAZ

Dari pengolahan data pengujian kekerasan vikers pada HAZ di dapat nilai kekerasan tertinggi yaitu pada penggunaan gas Ar 100% dengan posisi 1G yaitu sebesar 161.61 HV. Dan nilai kekerasan terendah terdapat pada penggunaan gas Mix (Ar 95% + CO2 5%) dengan posisi 1G sebesar 99.28 HV.

Foto Struktur Makro

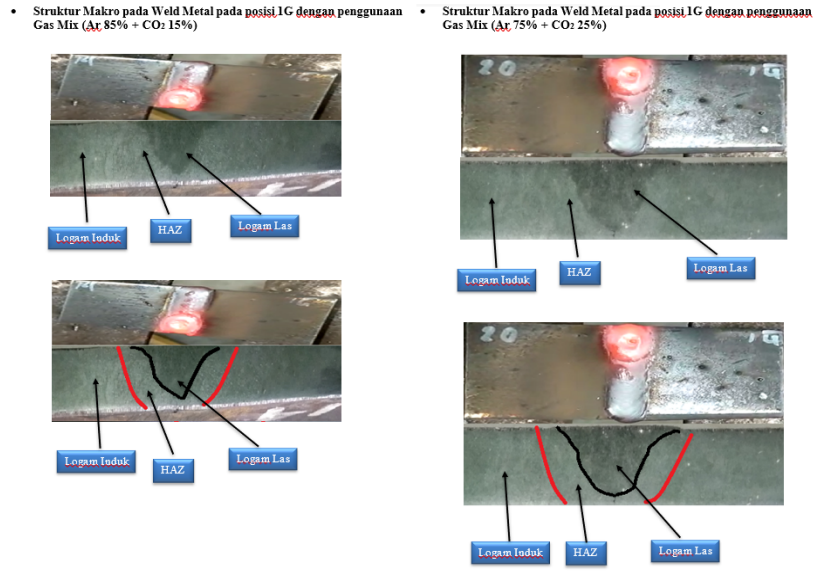
Pemeriksaan dengan cara melihat secara langsung (visual) atau menggunakan kamera HP untuk mengetahui adanya celah, retakan dan cacat lasan pada perwakilan tiap variasi sudut pengelasan yang mampu membuat kwalitas hasil pengelasan kurang baik .



Gambar 11 Hasil foto Struktur Makro dengan penggunaan gas Mix (Ar 95% + CO2 5%)

Berdasarkan pengamatan secara fisual hasil pengelasan pada posisi 1G dengan penggunaan gas Mix (Ar 95% + CO2 5%) dan gas Argon di dapati cacat las berupa slag inclusion yang menyebabkan hasil uji tarik dan kekerasan (vikers) kurang baik.

Slag Inclusion terjadi adanya slag / kotoran yang terjebak didalam logam las saat proses las itu terjadi (mencair) ataupun tidak sempat untuk keluar ke permukaan logam cair sebelum logam lasan tersebut membeku. Daerah yang sering terjadi slag inclusion yakni pada awal dan berhenti pada saat pengelasan itu berlangsung *(stop and run).*



Gambar 12 Hasil foto Struktur Mikro pada posisi 1G dengan penggunaan gas Mix (Ar 85% + CO2 15%) dan gas Mix (Ar 75% + CO2 25%)

Berdasarkan pengamatan secara fisual hasil pengelasan pada posisi 1G dengan penggunaan gas Mix (Ar 85% + CO2 15%) dan gas Mix (Ar 75% + CO2 25%) di dapati tidak ada cacat las yang terjadi dan hasil uji tarik dan kekerasan (vikers) baik.

Tabel 4 Batas Ukuran HAZ

No.	Variasi Gas	Posisi Pengelasan	Batas HAZ (mm)
1	Ar 100%	1G	17
2	Mix (Ar 95% + CO2 5%)	1G	16.5
3	Mix (Ar 85% + CO2 15%)	1G	16
4	Mix (Ar 75% + CO2 25%)	1G	16

Hasil pengukuran didapat dari pengukuran spesimen setelah pengujian makro menggunakan jangka sorong.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dengan proses pengelasan GMAW pada material baja ASTM A36 dengan posisi pengelasan dan penggunaan gas pada uji Tarik ialah Nilai tertinggi adalah sebebsar 808.8 Mpa yang didapat dari variasi posisi las 2G menggunakan gas ar 100%. Nilai terendah sebesar 720.8 Mpa dari variasi posisi las 3G menggunakan gas Ar 100%. Pada pengujian Vikers untuk logam Las nilai tertinggi sebesar 194.36 HV didapat dari variasi posisi las 1G menggunakan gas Ar 100%. Nilai terendah sebesar 99.78 HV dari variasi posisi las 1G menggunakan gas mix (Ar 95% + CO2 5%).Pada HAZ, nilai tertinggi sebesar 173.72 HV didapat dari variasi posisi las 2G menggunakan gas mix (Ar 75% + CO2 25%). Nilai terendah sebebsar 99.28 HV didapat dari variasi posisi las 1G menggunakan gas mix (Ar 95% + CO2 5%). Sedangkan untuk pengujian Makro diketahui terdapat cacat las yang sama yaitu Slag inclusion pada variasi gas mix (Ar 95% + CO_2 5%) posisi 1G dan variasi gas Ar 100% posisi 1G juga.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Parekke, "Pengaruh Variasi Arus Pada Pengelasan Smaw Dan Gtaw Terhadap Sifat Mekanis Dan Fisis Pada Logam Berbeda Baja Karbon Sedang Dengan Baja Tahan Karat Austenit," *Din. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 12–19, 2017.

[2] A. S. S. Poesoko and Z. Arifin, "STUDI EKSPERIMENTASI PENGARUH FLYWHEEL DAN VARIASI PERBANDINGAN SPROKET TERHADAP DAYA LISTRIK YANG DIHASILKAN OLEH ROAD POWER GENERATOR LIGHT MODEL SPEED TRAP VERTICAL SLIDING," in *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, 2022, vol. 2, pp. 417–423.

[3] A. BURHANUDIN, "ANALISIS LAS GMAW (GAS METAL ARC WELDING) PADA PEMBUATAN SIDE DUMP TRUCK DI PT. PORTER REKAYASA UNGGUL." Universitas Mercu Buana Jakarta, 2019.

[4] E. P. Syuryana, B. Nugroho, G. G. Zatnika, A. S. Wardani, and G. V. Pratama, "Risk Assessment Strategy for Corrosion Under Insulation of Nano Technology Insulation on Geothermal Pipeline," *Jmesi*, 2022, doi: 10.31284/j.jmesi.2022.v2i2.3199.

[5] R. R. Wibisono, I. Ngafwan, and I. Masyrukan, "Analisa Pengujian Tarik Pipa Komposit Serat Batang Pisang Bermatrik Polyester Bqtn 157 Dengan Sudut Serat 65/-65 Pada Variasi Temperatur Ruang Uji." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2015.

[6] A. Sastranegara, "Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam," *Situs Inf. Mek. Mater. dan manufaktur*, 2009.

[7] A. S. Wardani *et al.*, "Risk Assessment Strategy for Corrosion Under Insulation of Nano Technology Insulation on Geothermal Pipeline," *J. Mech. Eng. Sci. Innov.*, vol. 2, no. 2, pp. 64–76, 2022.

[8] L. P. Ketaren, U. Budiarto, and A. W. B. Santosa, "Analisa pengaruh variasi kampuh las dan arus listrik terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro sambungan las GMAW (gas metal arc welding) pada

aluminium 6061," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 4, 2019.
[9] R. Wahyudi, N. Nurdin, and S. Saifuddin, "Analisa pengaruh jenis elektroda pada pengelasan SMAW penyambungan baja karbon rendah dengan baja karbon sedang terhadap tensile strenght," *J. Weld. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 43–47, 2019.
[10] J. P. Den Hartog, *Strength of materials*. Courier Corporation, 2012.
[11] W. D. Callister and D. G. Rethwisch, *Materials science and engineering: an introduction*, vol. 7. wiley New York, 2020.
[12] S. Sopiyan and F. B. Susetyo, "Pengaruh Besar Sudut Kampuh terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan GMAW," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 99–105, 2017.