

Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Dua Layer dengan Metode GTAW dan SMAW terhadap Kekuatan Tarik pada Plat ASTM A 36

Jatmoko Awali, Yudy Surya Irawan, Moch. Agus Choiron
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
Jl. MT Haryono 167 Malang 65145
Phone: +62-341-587711, Fax: +62-341-554291
E-mail: mokoeui@gmail.com

Abstract

Welding is a combining method of two materials by using thermal energy. It was divided into several groups including the classification of the liquid, press and soldering. Arc welding is the most commonly used in every time, such as welding with consumable and not consumable electrodes. Two types of arc welding have deficiency and excess, respectively; combining both types of arc welding is needed to cover each other's excess. The method in this research was combining of welding GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) and SMAW (Shield Metal Arc Welding) with variation in Root Pass and Cover Pass position. The current of GTAW with 100A, 130A, 160A, and SMAW with 65A, 80A, and 95A were used in this research. ASTM A 36 was used as the material. The plat thickness was 7mm and single V groove 600. Combining the welding GTAW-GTAW between 100A and 100A for the first and second layer has the highest tensile strength, and the lowest tensile strength was in combination of welding between GTAW-SMAW with 65A and 100A.

Keywords: *Tensile strength, GTAW, SMAW, two layers and ASTM A 36*

PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi pengelasan sering dijumpai di berbagai aplikasi pengelasan konstruksi, pengelasan perkapalan, rangka kendaraan (*chassis*), rel kereta api, pipa gas dan lain sebagainya. Pengelasan memiliki prosedur dan tahapan-tahapan yang harus dipenuhi sebelum melakukan proses penyambungan.

GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) adalah proses menggabungkan logam dengan cara memanaskan sehingga mencair melalui busur yang terbentuk dari elektroda *tungsten* dan logam. Elektroda yang digunakan bertujuan sebagai tumpuan terciptanya busur listrik hal ini mengklasifikasikan elektroda GTAW dalam jenis elektroda tidak terumpan (*non consumable*). Hasil dari pengelasan ini bisa digunakan hampir semua logam dan mempunyai kualitas yang sangat baik.

Sedangkan pengelasan yang umum digunakan yaitu SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) adalah proses pemanasan busur jenis tertutup yang bertujuan mencairkan dan

menggabungkan logam yang terbentuk antara elektroda dan logam, *stick welding* istilah lain dari pengelasan jenis ini. Pengelasan ini sering digunakan karena peralatannya murah, portable, sederhana serta mudah dipelajari, fluks yang terdapat pada SMAW bertujuan menghasilkan gas pelindung dan yang mempunyai unsur-unsur perbaikan untuk melindungi tetesan pada elektroda [1].

Umumnya *filler Metal* yang berasal dari luar pada GTAW bertujuan mengisi gap pada sambungan, busur listrik mencairkan *filler metal* bersama logam induk yang terjadi antara elektroda dengan logam induk. Pada pengelasan GTAW, *Filler Metal* disebut juga *Filler rod* atau batang pengisi pada posisi *root pass* atau biasa dalam istilah pengelasan yaitu bagian akar, yang dilakukan pada tahap paling awal dalam pengelasan atau pada tahap penyambungan awal.

Sedangkan pada pengelasan SMAW, elektroda berfungsi sebagai bahan pengisi, pada umumnya SMAW diposisikan sebagai *cover pass* atau biasa dalam istilah pengelasan yaitu bagian pengisi paling luar,

hal ini dikarenakan tahap pengelasan yang terjadi hanya ada 2 layer sehingga setelah dilakukan pengelasan pada *root pass* atau bagaian akar langsung ditutup dengan *cover pass*, berbeda ketika pengelasan yang dilakukan terjadi 3 layer atau lebih pada bagian *root pass* dan sebelum *cover pass* disebut *hot pass* yaitu bagian yang terletak ditengah layer atau bisa disebut bagian inti pada pengelasan *multilayer*.

Pengelasan GTAW merupakan pengelasan dengan kualitas yang baik, namun pengelasan jenis ini tergolong pengelasan mahal, sedangkan SMAW merupakan pengelasan dengan nilai ekonomi dan kualitas pengelasan yang lebih rendah. Pada pengelasan SMAW umumnya masih sering terjadinya cacat pada saat penetrasi dikarenakan tidak berpelindung gas. Oleh karena itu penggabungan dua jenis pengelasan ini mulai dilakukan di beberapa tipe sambungan las untuk menutupi kekurangan dari masing-masing las [2,3].

Pemilihan *Filler Metal* yang digunakan antara dua jenis pengelasan pada dasarnya berbeda oleh karena itu pemilihan *Filler rod* dan elektroda sangat penting karena harus memiliki karakteristik yang mirip antara kedua bahan pengisi tersebut dengan material yang akan dilas. Dalam praktiknya pengelasan ini telah digunakan oleh beberapa perusahaan tambang minyak dan gas bumi sebagai sambungan pipa gas, namun masih sering ditemukan cacat porositas diantara pencampuran bahan pengisi (*Filler Metal*) antara kedua pengelasan ini. Oleh karena itu pemilihan material pengisi sangat penting dalam menentukan kualitas dari pengelasan.

Selain pengaruh jenis dan posisi dari bahan pengisi pada penelitian ini difokuskan pada besarnya variasi kuat arus yang terjadi di pengelasan GTAW dan pengelasan SMAW, besarnya arus yang diperlukan nantinya tergantung dari bahan dan ukuran dari lasan, geometri sambungan, dan diameter elektroda. Dimana kuat arus langsung berpengaruh pada penetrasi logam las, bentuk manik, perubahan struktur mikro akibat pengaruh panas dan lebar HAZ. Jika semakin besar arus las dapat memperdalam penetrasi logam lasan dan juga memperlebar HAZ, demikian sebaliknya.

Pada pelaksanaannya bila terlalu rendah arus yang digunakan maka, Busur listrik akan susah menyala dan tidak stabil, menyebabkan tidak cukupnya panas yang dihasilkan untuk melelehkan filler metal serta bahan dasarnya, sehingga berpengaruh pada hasil penembusan yang kurang dalam serta rigi-rigi las kecil dan tidak merata, sebaliknya bila terlalu tingginya arus yang digunakan akan brakibat terlalu cepatnya filler metal mencair dan lebih lebarnya permukaan las serta penembusan hasil lasan yang lebih dalam sehingga kekuatan tarik yang dihasilkan menurun.

Penelitian ini dimaksudkan menganalisa secara mendalam mengenai pengaruh variasi besar arus dengan menggunakan dua metode pengelasan GTAW dan SMAW terhadap kekuatan tarik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental nyata (*true experimental*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kuat arus terhadap hasil uji tarik pada pengelasan dua layer dengan metode GTAW dan SMAW. Spesimen yang digunakan adalah baja karbon rendah plat ASTM A 36 dengan data sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi Kimia Plat ASTM A 36

Kandungan Unsur	Nilai (%)
C	0,18
Si	0,27
Mn	0,81
P	0,026
S	0,030

Tabel 2. Sifat Mekanik Plat ASTM A 36

Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	Elongation (%)
496	340	21

Dengan menggunakan dua metode pengelasan maka jenis elektrodanya yang digunakan juga berbeda, pada GTAW menggunakan elektroda jenis *Filler Rod* ER70S6 sedangkan pada SMAW menggunakan elektroda E7016 yang disesuaikan dengan standar AWS D1.1,

Kandungan masing-masing pada elektroda ini sebagai berikut:

Tabel 3. Komposisi kimia ER70S6

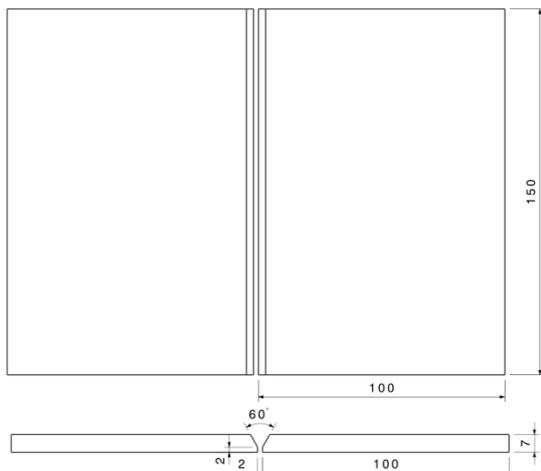
C (%)	Mn (%)	Si (%)	S (%)	P (%)
0,07 - 0,15	1,40 - 1,8	0,80 - 1,15	0,035	0,25

Tabel 4. Komposisi kimia E7016

C (%)	Mn (%)	Si (%)	S (%)	P (%)
0,05	1,40	0,43	0,009	0,19

Pada penelitian ini logam induk (*base metal*) dilas menggunakan GTAW dengan kondisi elektroda baru dari bungkusnya, sedangkan yang menggunakan SMAW dengan kondisi baru dari bungkusnya yang kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu 300°C selama 1 jam.

Material awal untuk pembuatan spesimen ini dipotong menggunakan pemotong *oxy acetylene* kemudian dilanjutkan membuat kampuh single V Groove 60° dan dirapihkan menggunakan alat grinda.



Gambar 1. Dimensi Plat

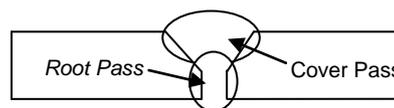
Proses pengelasan ini menggunakan kuat arus yang berbeda pada GTAW dan SMAW sehingga antara GTAW dan SMAW masing-masing mengisi pada posisi *root pass* dan *cover pass* yang sebelumnya dilakukan penguncian las pada masing-masing sisi plat. Berikut posisi pengelasan GTAW dan SMAW sesuai amper yang digunakan:

Tabel 5. Posisi Pengelasan GTAW dan SMAW

Jenis	Posisi Pengelasan	
	Root Pass	Cover Pass
A1	G1	G1
A2	G2	G2
A3	G3	G3
B1	G1	S1
B2	G2	S2
B3	G3	S3
C1	S1	S1
C2	S2	S2
C3	S3	S3
D1	S1	G1
D2	S2	G2
D3	S3	G3

Keterangan.

G1 : GTAW 100 A	S1 : SMAW 65 A
G2 : GTAW 130 A	S2 : SMAW 85 A
G3 : GTAW 160 A	S3 : SMAW 95 A



Gambar 2. Posisi *Root Pass* dan *Cover Pass*

Pemeriksaan visual pada Gambar 2 sebelum dilakukan pengelasan yaitu kebersihan, dan keseluruhan dimensi. Hal ini bertujuan untuk menghindari cacat yang kemungkinan bisa terjadi akibat kotor disekitar kampuh dan posisi pengelasan antara *root pass* dan *cover pass*.

Proses pengelasan dimulai pada posisi *root pass* terlebih dahulu dengan kecepatan pengelasan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kecepatan Pengelasan *Root Pass*

Arus	Kecepatan Pengelasan (mm/dtk)	
	GTAW	SMAW
100 A	1,7	65 A 3,7
130 A	3	80 A 5
160 A	5,3	95 A 6,8

Setelah didiamkan sampai temperatur ruang kemudian dilanjutkan pengelasan pada posisi

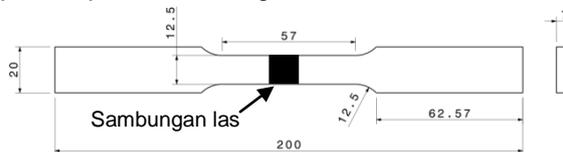
cover pass, dengan kecepatan pengelasan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kecepatan Pengelasan Cover Pass

GTAW		SMAW	
Arus	Kecepatan Pengelasan (mm/dtk)	Arus	Kecepatan Pengelasan (mm/dtk)
100 A	1,2	65 A	2,7
130 A	2,5	80 A	4
160 A	4,7	95 A	5,5

kecepatan pengelasan ini berlaku disemua posisi pengelasan sesuai Tabel 5, Setelah pengelasan selesai dilakukan pada masing-masing plat dan posisi pengelasan kemudian plat dilakukan pengujian radiografi.

Plat yang sudah dilakukan uji radiografi kemudian dipotong dan dibentuk untuk dilakukan uji tarik sesuai standar ASTM seperti Gambar 3. Agar spesimen tidak mengalami panas yang berlebih yang menimbulkan efek negatif seperti struktur material yang berubah akibat panas, selama proses permesinan digunakan air *coolant*.



Gambar 3. Spesimen Uji Tarik Standar ASTM E 8M

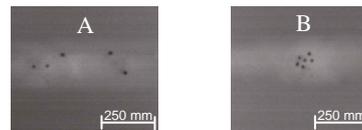
Setelah dilakukan pengujian tarik dan radiografi dilakukan pengujian kekerasan dan mikrostruktur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian radiografi dilakukan pada masing-masing spesimen plat ASTM A 36 dengan jarak 30cm selama 1 mnt berdasarkan ketebalan plat yang akan dilakukan pengujian, berdasarkan hasil pengujian radiografinya dapat diketahui cacat yang terjadi akibat proses pengelasan sesuai kuat arus dan jenis pengelasan yang sudah dilakukan, berikut data Tabel 8 cacat hasil pengelasan.

Tabel 8. Cacat Hasil Pengelasan

Jenis	Cacat	Jenis	Cacat
A1	-	C1	Porosity
A2	-	C2	-
A3	-	C3	Cluster Porosity
B1	Porosity	D1	Porosity
B2	Cluster Porosity	D2	Porosity
B3	Cluster Porosity	D3	Porosity

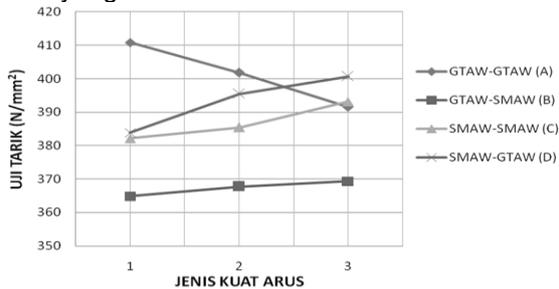


Gambar 4. A) Cacat Porosity B) Cacat Cluster Porosity

Dari Gambar 4 Menunjukkan jenis cacat yang terjadi melalui hasil foto radiografi, dari hasil tersebut dikelompokkan pada Tabel 8 berdasarkan posisi pengelasannya, namun dari semua jenis cacat yang terjadi masih diperbolehkan dalam penggunaannya hal ini mengacu pada standar AWS D1.1, dengan syarat ketebalan plat maksimum 6 mm total diameter cacat Porosity tidak melebihi 2 mm sepanjang 20 mm pada daerah las, sedangkan untuk Cluster Porosity dengan tebal plat yang sama total lebar cacat tidak melebihi 4 mm sepanjang 57 mm pada daerah las.

Untuk pengujian tarik pada sesimen bertujuan untuk mengetahui dan mengukur nilai dari kekuatan tarik dimasing-masing posisi pengelasan, yang menggunakan alat *Universal Machine Test*, Dari Gambar 5 nilai kekuatan tarik hasil pengelasan tertinggi terdapat pada posisi A1 yaitu sebesar 410,82 N/mm² dengan arus terendah namun nilainya menurun seiring bertambahnya arus yang digunakan, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah pada posisi B1 yaitu sebesar 364,87 N/mm² namun nilainya meningkat seiring bertambahnya arus yang digunakan. Secara umum bisa diambil kesimpulan sesuai dengan grafik bahwa nilai kekuatan tarik akan meningkat seiring bertambahnya arus yang digunakan ketika pengelasan tersebut menggunakan metode SMAW sedangkan untuk pengelasan satu jenis metode GTAW

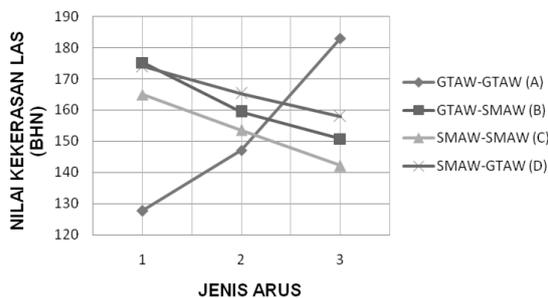
akan mengalami penurunan nilai kekuatan tarik yang dihasilkan.



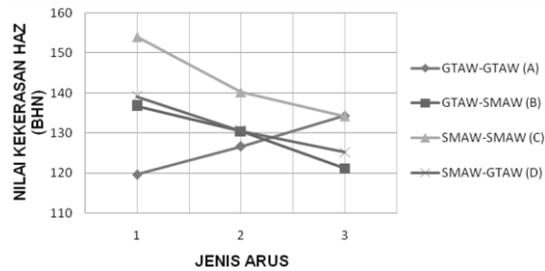
Gambar 5. Grafik Hubungan Jenis Kuat Arus Posisi Pengelasan Terhadap Nilai Uji Tarik

Sedangkan untuk pengujian kekerasan dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7, nilai kekerasan yang diamati yaitu pada daerah las dan HAZ, Dari grafik dapat dijelaskan hubungan dengan nilai uji tarik yang yang dihasilkan bahwa nilai kekerasan pada daerah las dan HAZ berbanding terbalik dengan nilai uji tarik, dimana uji kekerasan yang tertinggi pada daerah las posisi B1 yaitu 175,15 BHN dan 127,72 BHN posisi A1 untuk nilai terendah. Sedangkan untuk nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ yaitu pada posisi C1 yaitu 154,06 BHN pada posisi C1 dan 119,67 BHN posisi A1 untuk nilai terendah.

Namun seiring bertambahnya arus yang digunakan mengalami penurunan nilai yang dihasilkan namun hal ini terbalik pada posisi A atau pengelasan GTAW-GTAW. Dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan pada daerah las mempunyai nilai kekerasan lebih tinggi daripada daerah HAZ.



Gambar 6. Grafik Hubungan Jenis Arus Posisi Pengelasan Terhadap Nilai Kekerasan Las



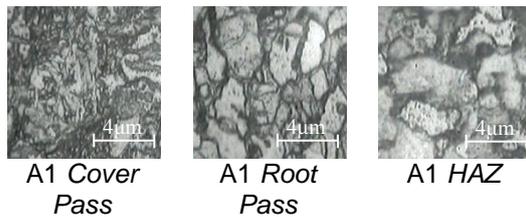
Gambar 7. Grafik Hubungan Jenis Arus Posisi Pengelasan Terhadap Nilai Kekerasan HAZ

Dari Gambar 8 menunjukkan masing-masing daerah sesudah dilakukan pengelasan, dimana dilihat bahwa pada *root pass* dan *cover pas* memperlihatkan sebaran daerah las hal ini bergantung pada bentuk kampuh yang digunakan, jenis pengelasan, diameter elektoda dan juga arus yang digunakan yang nantinya berpengaruh pada daerah HAZ yang dihasilkan dimasing-masing posisi pengelasan.

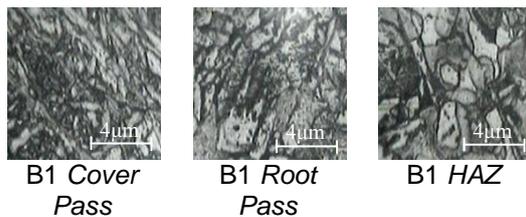


Gambar 8. Daerah *Root Pass*, *Cover Pass* dan HAZ

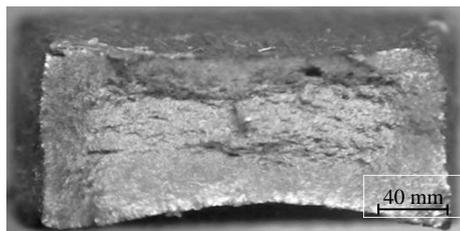
Berhubungan dengan penjelasan diatas dan nilai kekerasan serta nilai kekutan tarik yang terjadi maka analisis foto mikrostuktur ditambahkan untuk melihat perubahan yang terjadi, khususnya pada daerah HAZ pada hasil pengelasan dengan nilai uji tarik tertinggi (A1) dan terendah (B1). Dari Gambar 9 terlihat bahwa foto mikro pada posisi pengelasan persebaran butir terlihat cenderung lebih besar didaerah HAZ dibandingkan pada Gambar 10 hal ini berefek pada nilai kekuatan tarik yang lebih besar dibandingkan pada posisi B1, dari nilai uji tarik yang dihasilkan berbanding terbalik dengan nilai kekerasannya, maka dapat dapat disimpulkan semakin besar ukuran butir maka semakin besar pula nilai kekuatan tarik yang dihasilkan dan akan berbanding terbalik pada nilai kekerasannya.



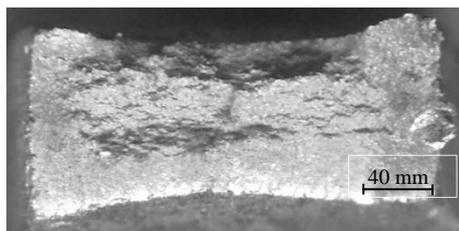
Gambar 9. Foto Mikrostruktur Pembesaran 400X Daerah *Root Pass*, *Cover Pass* dan *HAZ* Posisi Pengelasan A1



Gambar 10. Foto Mikrostruktur Pembesaran 400X Daerah *Root Pass*, *Cover Pass* dan *HAZ* Posisi Pengelasan B1



a



b

Gambar 11. Foto Makrostruktur Permukaan Patahan A1

Dari Gambar 11 dapat dijelaskan bahwa pada permukaan patahan yang terjadi mengalami reduksi luas penampang patahan hal ini disebabkan dengan adanya penyerapan energi, pada bagian tengah patahan menyerupai bentuk *cup* dan *cone*, selain itu patahan ini ialah mempunyai serat

sehingga tampak kasar, dan berserabut. Dari hal-hal tersebut dapat disimpulkan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patah ulet atau *ductile*.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan ini bisa diambil kesimpulan yaitu:

1. Semakin meningkatnya kuat arus yang digunakan maka nilai kekuatan tariknyanya akan meningkat namun akan terbalik nilai ketika menggunakan metode GTAW-GTAW.
2. Kekerasan yang dihasilkan memiliki nilai yang terbalik dari hasil pengujian tarik hal ini berlaku pula pada proses pengelasan GTAW-GTAW yang dikuatkan berdasarkan mikrostruktur yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASM Handbook, 2003, *Welding, Brazing, And Soldering*, Vol 6. Philadelphia : ASTM
- [2] Awali, Jatmiko., 2011, Pengaruh Jenis *Filler Rod* GTAW dan Elektroda SMAW terhadap Kualitas Hasil Pengelasan Kombinasi Sambungan PIPA 6" SCHEDULE 80, *Skripsi*, Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.
- [3] Irawan, Yusril., 2009, Pengaruh Kondisi Elektroda Terhadap Sifat Mekanik hasil Pengelasan Baja Karbon Rendah, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- [4] ASTM., 2004, *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*, "Handbook of ASTM Comparative World Steel Standards E 8M – 00b", USA.
- [5] American Welding Society D1.1, 2004, *Structural Welding code – steel*. Welding Inspector Course.