



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 1 Tahun 2024 Page 12201-12219

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis Pengaruh Variasi Bentuk Sambungan Terhadap Karakteristik Mekanis Baja Karbon Rendah Hasil Pengelasan SMAW Dan GTAW

Ardi^{1✉}, Muhammad Halim Asri², Mardin³

Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Email: ardi@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Plat baja ASTM A36 termasuk dalam golongan baja karbon rendah yang memiliki kekuatan yang baik dan juga ditambah dengan sifat baja yang bisa dirubah bentuk menggunakan mesin dan juga mudah dilakukan pengelasan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bentuk kampuh las terhadap tegangan tarik dan kekuatan bending material baja karbon rendah plat ASTM A36 yang dilakukan proses pengelasan. Pada penelitian ini menggunakan proses pengelasan SMAW dan GTAW dengan variasi tiga bentuk kampuh las yaitu, kampuh I (square edge butt Joint), kampuh V (single V groove) dan kampuh K (double bevel) sesuai standar ISO 9692-1. Untuk spesimen uji tarik dibentuk sesuai standar ASTM E8 dan untuk spesimen uji bending sesuai standar ASTM E190-14. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa, proses pengelasan mempengaruhi sifat mekanis material baja karbon rendah dan bentuk kampuh yang berbeda menghasilkan sifat mekanis yang berbeda pula. Pada spesimen raw material nilai tegangan tariknya 515,2 N/mm² dengan nilai regangan 28%. Spesimen hasil pengelasan SMAW, nilai tegangan tarik tertinggi pada kampuh I dengan nilai 512 N/mm² dan regangan 26,67%. Untuk spesimen hasil pengelasan GTAW nilai tegangan tarik terbesar pada kampuh I dengan nilai 501,73 N/mm² dan nilai regangan 14,67%. Untuk spesimen raw material nilai kekuatan bendingnya 558,55 N/mm² dengan defleksi 33,46 mm. Pada spesimen hasil pengelasan SMAW nilai kekuatan bending terbesar pada kampuh V dengan nilai 1129,61 N/mm² dan defleksi 36,40 mm. Untuk spesimen hasil pengelasan GTAW nilai kekuatan bending terbesar pada kampuh V dengan nilai 1145,39 N/mm² dengan defleksi 38,07 mm.

Keyword: *SMAW, GTAW, Plat ASTM A36, Karakteristik Mekanis*

Abstract

ASTM A36 steel plate is included in the low carbon steel group which has good strength and also has the added properties of steel which can be changed shape using machines and is also easy to weld. This research aims to determine the effect of the shape of the weld seam on the tensile stress and bending strength of ASTM A36 low-carbon steel plate material subjected to the welding process. In this study, SMAW and GTAW welding processes were used with variations in three forms of weld seam, namely, seam I (square edge butt joint), seam V (single V groove), and seam K (double bevel) according to the ISO 9692-1 standard. For tensile test specimens, it is formed according to the ASTM E8 standard, and bending test specimens according to the ASTM E190-14 standard. The results of this research show that the welding process affects the mechanical properties of low carbon steel materials and different seam shapes produce different mechanical properties. In the raw material specimen, the tensile stress value is 515.2 N/mm² with a strain value of 28%. For SMAW welding specimens, the highest tensile stress value is at seam I with a value of 512 N/mm² and a strain of 26.67%. For specimens resulting from GTAW welding, the largest tensile stress value was at seam I with a value of 501.73 N/mm² and a strain value of 14.67%. For raw material specimens, the bending strength value is 558.55 N/mm² with a deflection of 33.46 mm. In the specimens resulting from SMAW welding, the bending strength value was greatest at seam V with a value of 1129.61 N/mm² and a deflection of 36.40 mm. For specimens resulting from GTAW welding, the greatest bending strength value was at seam V with a value of 1145.39 N/mm² with a deflection of 38.07 mm.

Keywords: *SMAW, GTAW, ASTM A36 Plate, Mechanical Characteristics*

PENDAHULUAN

Dalam dunia Industri pastinya tidak lepas dari sebuah proses penyambungan, baik itu untuk penyambungan dengan material kayu, baja atau material yang lainnya. Namun untuk dibidang konstruksi baja pastinya dibutuhkan proses penyambungan logam yang menggunakan mesin las. Seiring dengan kemajuan teknologi bidang konstruksi pengelasan merupakan bagian dari pengembangan industri, pembangunan konstruksi saat ini banyak menggunakan logam sehingga sering melibatkan proses pengelasan salah satunya pada bidang Las SMAW. Teknologi pengelasan memegang peranan penting dalam pertumbuhan industri karena teknologi pengelasan dapat mempengaruhi hasil dari suatu proses produksi dan khususnya proses dalam rekayasa penyambungan logam, sehingga proses pemesinan yang dipergunakan untuk melakukan perbaikan baik mempertebal bagian yang aus dan macam-macam reparasi lainnya Wiryosumarto dan Okumura, (2000). Baja karbon steel yang merupakan logam ferro sangat banyak digunakan untuk konstruksi bangunan mesin maupun bangunan gedung atau pabrik karena memiliki sifat sifat yang menguntungkan diantaranya sifat mampu las yang baik mempunyai kekuatan tarik dan

bending yang tinggi sesuai dengan kekuatan konstruksi yang diinginkan. Baja karbon juga dapat di las dengan berbagai macam proses pengelasan seperti SMAW, GMAW dan lain lain. Salah satu proses pengelasan yang sering digunakan adalah proses SMAW karena merupakan proses las yang menggunakan mesin las busur listrik yang sederhana, mudah digunakan dan biaya yang murah serta menggunakan elektroda yang mudah di dapat. Material logam yang cukup familiar diaplikasikan dengan metode pengelasan di dunia industri salah satunya adalah jenis plat baja ASTM A36. Plat baja ASTM A36 termasuk dalam golongan baja karbon rendah yang memiliki kekuatan yang baik dan juga ditambah dengan sifat baja yang bisa dirubah bentuk menggunakan mesin dan juga mudah dilakukan pengelasan. Plat baja ASTM A36 juga dapat dilakukan pelapisan galvanish maupun coating untuk memberikan ketahanan terhadap korosi. Pengertian pengelasan menurut Widharto adalah salah satu cara untuk menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Las busur listrik merupakan salah satu jenis las listrik dimana sumber pemanasan atau pelumeran bahan yang disambung atau di las berasal dari busur nyala listrik. Las busur listrik adalah proses penyambungan logam dengan pemanfaatan tenaga listrik sebagai sumber panasnya. Prosedur pengelasan, kelihatannya sangat sederhana tetapi dalam pelaksanaannya ada banyak masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan berbagai macam pengetahuan, maka setiap jenis pekerjaan las dimulai dengan menyusun prosedur, prosedur tersebut lazim disebut WPS (welding procedure spesification). Dalam spesifikasi prosedur pengelasan dimuat hal-hal seperti proses pengelasan dan tipe pengelasan, desain sambungan, material dasar, logam pengisi, posisi pengelasan, gas pelindung, elektrik karakteristik pengelasan, dan arus pengelasan.

Sambungan logam dengan proses pengelasan banyak digunakan dengan pertimbangan Konstruksi mudah dibuat, murah dan pengerjaan cepat. Perancangan pengelasan dan cara pengelasan harus sesuai dengan konstruksi pengelasan dan kegunaannya. Proses pengelasan logam material yang di gunakan harus sama dengan elektroda yang digunakan pada proses pengelasan agar sambungan Lasan dapat menyatu sempurna tetapi didalam proses pengelasan tidak selamanya hasil di dapatkan baik hasilnya karena ada beberapa factor yang dapat mempengaruhi, diantaranya Faktor Kualifikasai atau kompetensi welder, bahan tambah atau elektroda dan mesin las serta gas pelindung bagi proses GTAW. Menurut Fahrizal (2016), proses pengelasan dapat

mempengaruhi sifat mekanis dari material induk maupun sambungannya. Besarnya panas yang diterima material akibat arus listrik pengelasan, berhubungan dengan volume pada jenis kampuh yang digunakan. Semakin besar volume kampuh las, maka akan membutuhkan panas yang juga semakin besar. Pemanasan yang besar mengakibatkan pencampuran logam pengisi dan logam induk semakin sempurna (Ishak, 2020). Pada proses pengelasan terdapat tiga area yang mengalami siklus panas, yaitu daerah logam lasan, daerah HAZ, dan daerah logam induk. Setiap bagian dari daerah lasan akan mengalami tingkat pemanasan yang berbeda, sehingga mengakibatkan laju proses pendinginan masing-masing area juga berbeda. Struktur mikro dari masing-masing daerah memiliki karakteristik yang berbeda tergantung pada laju pendinginan yang dialaminya (Sonawan dan Suratman, 2006). Salah satu jenis las yang sering digunakan adalah pengelasan SMAW (shielded metal arc welding). Dalam pengelasan ini, logam induk mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik yang ada dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang dipakai berupa kawat yang dibungkus oleh pelindung berupa fluks dan karena itu elektroda las kadang-kadang disebut kawat las. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama-sama dengan logam induk yang menjadi bagian kampuh las. Dengan adanya pencairan ini maka kampuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan logam induk. Selain itu, jenis las lainnya yang juga cukup banyak digunakan di industri saat ini yaitu las GTAW (Gas tungsten arc welding). GTAW adalah pengelasan dengan memakai busur nyala api yang menghasilkan elektroda tetap yang terbuat dari tungsten (wolfram), sedangkan bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang dilas dan terpisah dari torch. Untuk mencegah oksidasi, maka dipakai gas pelindung yang keluar dari torch biasanya berupa gas argon dengan kemurnian mencapai 99,99%. Pada proses pengelasan ini peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dan logam induk.

Untuk menghasilkan kualitas sambungan las yang baik, salah satu faktor yang harus diperhatikan yaitu kampuh las. Kampuh las ini berguna untuk menampung bahan pengisi agar lebih banyak yang melekat pada benda kerja. Dengan demikian kekuatan las akan terjamin. Sebelum memulai proses pengelasan terlebih dahulu ditentukan jenis sambungan las yang akan dipilih. Kekuatan dari suatu sambungan las sangat dipengaruhi oleh kualitas dari hasil pengelasan tersebut, untuk itu sangat penting untuk melakukan pengujian sebelum produk hasil pengelasan tersebut akan digunakan sesuai dengan fungsinya. Metode pengujian hasil pengelasan dapat dilakukan dengan metode Destructive test

(pengujian merusak) dan juga Non destructive test (NDT) atau pengujian tidak merusak. Metode Destructive test (pengujian merusak) ialah pengujian dengan cara merusak produk lasan dalam bentuk specimen uji untuk mengetahui kekuatan mekanik yang mampu diterima oleh lasan tersebut. Beberapa metode destructive test diantaranya uji Tarik (tensile test) dan uji tekuk (bending test). Uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat sehingga didapatkan nilai elastisitas dari material tersebut sedangkan Uji tekuk (bending test) adalah salah satu cara pengujian yang digunakan untuk menentukan mampu bentuk dari pelat atau kekuatan sambungan las. Pengujian Bending digunakan untuk menganalisa adanya open defect pada saat material mendapat beban lentur. Metode Non destructive test (NDT) merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk mengetahui kualitas hasil pengelasan tanpa mengakibatkan kerusakan pada material atau logam las yang diuji tersebut. Beberapa metode non destructive test yang sering digunakan dalam pengujian hasil las diantaranya Liquid penetrant test untuk mengetahui cacat las yang terdapat dipermukaan (surface) logam las. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Analisis Pengaruh Variasi Bentuk Sambungan Terhadap Karakteristik Mekanis Baja Karbon Rendah Hasil Pengelasan SMAW Dan GTAW".

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode sambungan pengelasan SMAW dan GTAW dengan material baja karbon rendah plat ASTM A36 dengan menggunakan pengujian tak merusak (NDT) Liquid penetrant test serta pengujian merusak (Destructive test) yaitu Uji Tarik dan Uji Bending.

Alat Dan Bahan Yang Digunakan

Adapun alat yang digunakan antara lain sebagai berikut:

1. Alat Uji Penetrant Test

Cairan untuk penetrant test terdiri dari cairan cleaner (SKC-S) untuk membersihkan permukaan benda uji dari minyak dan kotoran lainnya, kemudian cairan Penetrant (SKL-SP2) memiliki sifat kapilaritas yang tinggi sehingga dapat masuk kecelah-celah cacat pada permukaan material, dan selanjutnya adalah cairan Developer (SKD-S2) berfungsi menarik cairan penetrant kepermukaan sehingga cacat pada permukaan dapat terlihat.



Gambar 3.1 : Cairan Kimia Penetrant Test

2. Alat Uji Tarik

Alat uji kekuatan tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan material dengan cara memberikan beban gaya yang seimbang. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat.



Gambar 3.2 : Alat uji kekuatan Tarik

3. Alat Uji Bending

Salah satu bentuk pengujian untuk menentukan suatu mutu material secara visual. Selain itu, uji bending juga digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan defleksi hasil sambungan las baik di weld metal maupun HAZ.



Gambar 3.3 : Alat uji kekuatan Bending

4. Mesin Las SMAW



Gambar 3.4 : Mesin las SMAW

5. Mesin Las GTAW



Gambar 3.5 : Mesin las GTAW

6. Gas Argon



Gambar 3.6 : Gas Argon

7. Tang Ampere



Gambar 3.6 : Tang Ampere

8. Gurinda



Gambar 3.7. Gurinda Tangan/ Manual

9. Portable Electrode Drying Oven (Quiver)



Gambar 3.8. Oven electrode SMAW

10. Welding Gauge & Tapper Gauge



(a)



(b)

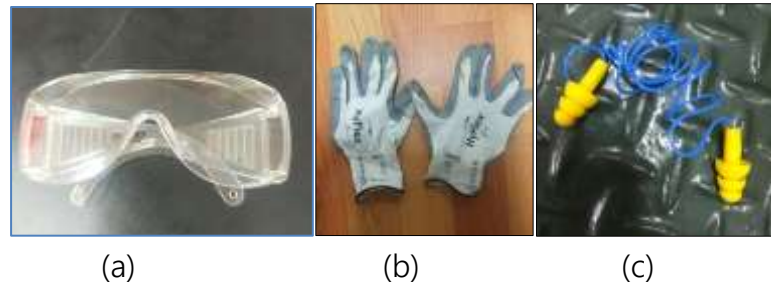
Gambar 3.9 : (a) Welding gauge ; (b) tapper gauge

11. Jangka Sorong Dan Mistar Baja



Gambar 3.10 : Jangka Sorong Dan Mistar

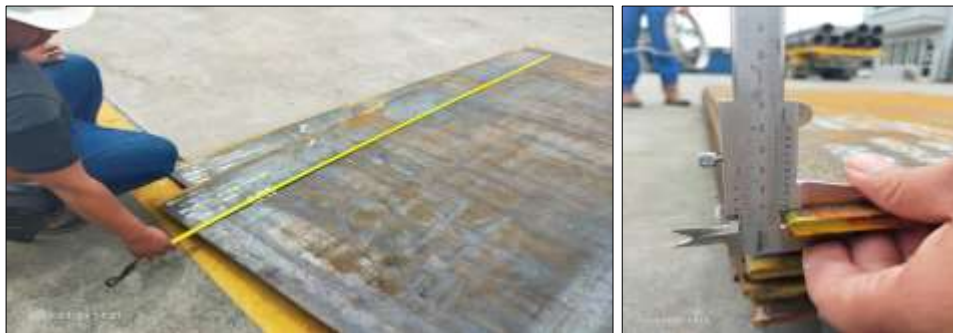
12. Alat keselamatan kerja antara lain:



Gambar 3.11 : Alat Pelindung Diri (APD) : (a) Kacamata safety; (b) Ear plug; (c) sarung tangan

13. Bahan

- Plat baja karbon rendah ASTM A36, ketebalan 10 mm.
- Elektroda ER 70S-6 (GTAW) dan E 7018 (SMAW)



Gambar 3.12 : Raw material plat ASTM A36 : (a) Pengukuran dimensi panjang dan lebar ; (b) Pengukuran tebal plat



Gambar 3.13 : Elektorda las : (a) SMAW E7018 ; (b) GTAW ER70S-6

Persiapan Spesimen

Persiapan Pembentukan Kampuh

Raw material baja karbon rendah ASTM A36 tebal 10 mm dipotong sebanyak 12 bagian masing-masing dengan ukuran 100 x 200 mm. Jenis kampuh yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu Kampuh I, Kampuh V, dan Kampuh K. Luas penampang untuk

setiap sambungan kampuh dibuat sama, untuk mendapatkan volume pengelasan yang sama.

Tahapan Pengelasan

Material baja ASTM A36 yang telah dibuatkan bevel sesuai ukuran pada masing-masing plat, diposisikan pada dudukan. Untuk menjaga agar jarak antar plat tidak bergeser, setiap sisi plat di tack weld. Ini juga bertujuan agar tidak terjadi deformasi akibat proses pengelasan. Pengelasan dilakukan oleh juru las berpengalaman dan bersertifikasi Migas. Pengelasan untuk spesimen SMAW & GTAW dilakukan oleh satu orang juru las yang sama, hal ini untuk menjaga agar hasil pengelasan untuk semua spesimen mengalami perlakuan yang sama selama pengelasan berlangsung.

Proses Pengelasan Spesimen Las GTAW

Spesimen pengelasan GTAW yang telah disiapkan, selanjutnya dilas dengan mesin las GTAW dengan pengaturan parameter yang telah ditentukan dan menggunakan elektroda ER70S-6 dengan diameter 2.4 mm. Proses pengelasan dilakukan dengan kecepatan pengelasan yang seragam dengan pembentukan kampuh I-V-K. Selama pengelasan berlangsung, dilakukan pengukuran ampere dan dilakukan pengukuran lama waktu pengelasan untuk setiap jenis kampuh las.

Tabel 3.3 : Parameter pengelasan las GTAW

Parameter	Kampuh I	Kampuh V	Kampuh K
Arus	100 A	100 A	100 A
Polaritas	DC-EN	DC-EN	DC-EN
Gas Pelindung	Argon	Argon	Argon
Tekanan Gas	15 L/menit	15 L/menit	15 L/menit
Tipe Kawat Las	ER70S-6	ER70S-6	ER70S-6
Diameter Kawat Las	2.4 mm	2.4 mm	2.4 mm
Posisi Pengelasan	1G	1G	1G

Dari hasil pengelasan didapatkan waktu pengelasan GTAW untuk setiap kampuh berbeda-beda. Waktu pengelasan untuk kampuh I yaitu 9 menit 11 detik, kampuh V yaitu 10 menit 5 detik, dan kampuh K yaitu 10 menit 45 detik.

Tahapan Penetrant Test

Bersihkan permukaan lasan yang akan diuji penetrant dengan menggunakan cairan cleaner (SKC-S) dan majun. Selanjutnya oleskan cairan Penetrant (SKL-SP2) menggunakan

kuas ke seluruh area lasan secara merata. Tunggu selama 10 menit agar cairan penetrant meresap ke celah-celah cacat. Setelah didiamkan selama 10 menit, selanjutnya bersihkan permukaan area lasan dari sisa cairan penetrant menggunakan kain majun yang bersih. Tahap selanjutnya semprotkan cairan Developer (SKD-S2) pada area lasan secara merata, tunggu hingga mengering kemudian amati cairan penetrant yang timbul ke permukaan area lasan. Cairan penetrant yang muncul ke permukaan lasan itulah yang menandakan terjadinya cacat las.

Proses Pengujian Tarik

Spesimen uji disiapkan, saklar mesin uji tarik di posisi ON dan komputer dihidupkan, ukuran dan nama spesimen dimasukkan pada program lalu spesimen dipasang pada grip mesin uji tarik, kalibrasi mesin, proses uji tarik dimulai hingga spesimen putus. Proses uji tarik dilaksanakan pada specimen Raw material serta specimen hasil pengelasan SMAW dan GTAW kampuh I-V-K.

Proses Pengujian Bending

Spesimen uji bending disiapkan dengan ukuran sesuai standar ASTM E190-14, saklar mesin uji bending pada posisi ON dan komputer dihidupkan, ukuran dan nama spesimen dimasukkan pada program lalu spesimen dipasang pada tumpuan dengan posisi Root Bend (untuk specimen las SMAW & GTAW) dan merapatkan penekan uji bending pada spesimen, mesin dikalibrasi lalu start untuk memulai proses bending. Proses uji bending dilaksanakan pada specimen raw material dan specimen hasil pengelasan SMAW & GTAW kampuh I-V-K.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan Pengujian Bending

Berdasarkan hasil pengujian bending pada salah satu spesimen (spesimen raw material), diketahui nilai kekuatan bendingnya berdasarkan data-data sebagai berikut:

Perhitungan dari data pengujian bending

Beban/ load (N)	$P = 24350 \text{ N}$
Jarak Tumpuan (mm)	$L = 100$
Lebar/ width (mm)	$b = 38 \text{ mm}$
Tebal/ depth (mm)	$d = 10 \text{ mm}$

Rumus kekuatan bending (σ_b) :

$$\begin{aligned}\sigma_b &= (3FL)/(2bd^2) \\ &= (3 \times 24350 \times 100)/(2 \times 38 \times 10^2) \\ &= 7305000/7600 \\ &= 961,184 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Hasil Uji Bending Raw Material

Tabel 4.9 Data Hasil Perhitungan Pengujian Bending Raw Material

Jenis Kampuh	Spesimen	Beban Bending Maksimum (N)	Kekuatan Bending (N/mm ²)	Defleksi (mm)
Raw Material	G	14150	558,55	33,46

Hasil Uji Bending Las SMAW & GTAW Kampuh I-V-K

Berikut ini data hasil perhitungan pengujian bending untuk masing-masing spesimen hasil pengelasan SMAW dan GTAW.

Tabel 4.10 Data Hasil Perhitungan Pengujian Bending Kampuh I-V-K

Jenis Kampuh	Spesimen	Beban Bending Maksimum (N)	Kekuatan Bending (N/mm ²)	Defleksi (mm)
SMAW Kampuh I	A1	26000	1026,32	36,37
	A2	28600	1128,95	37,35
	A3	26500	1046,05	37,02
	Rata-rata	27033,33	1067,11	36,92
SMAW Kampuh V	B1	30200	1192,11	38,69
	B2	28200	1113,16	37,65
	B3	27450	1083,55	32,85
	Rata-rata	28616,67	1129,61	36,40
SMAW Kampuh K	C1	26400	1042,11	37,73
	C2	27500	1085,53	36,63
	C3	28450	1123,03	35,68
	Rata-rata	27450	1083,55	36,48

Tabel 4.11 Data Hasil Perhitungan Pengujian Bending Kampuh I-V-K Specimen Hasil Pengelasan *GTAW*

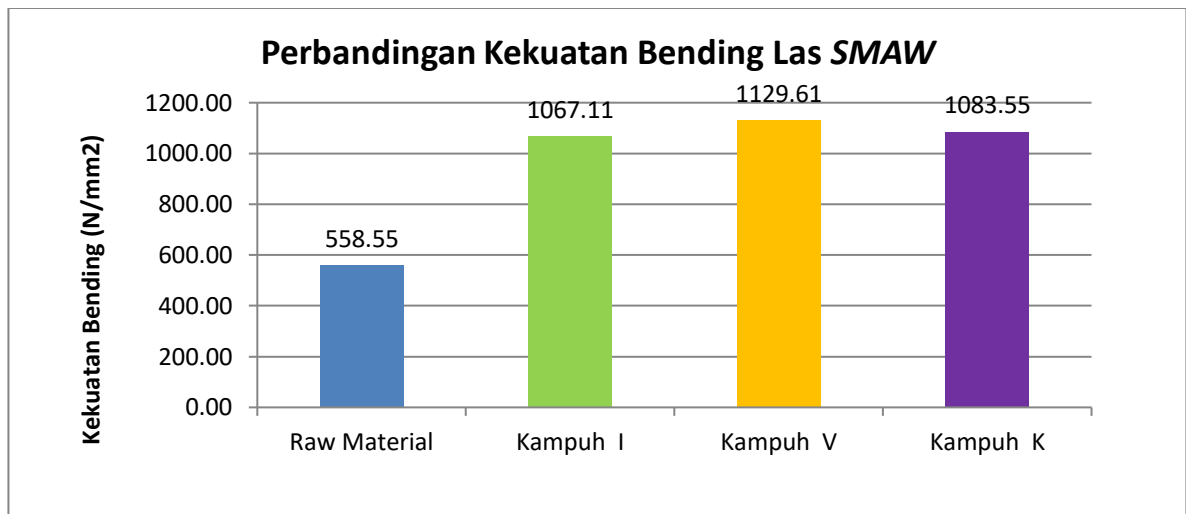
Jenis Kampuh	Spesimen	Beban Bending Maksimum (N)	Kekuatan Bending (N/mm ²)	Defleksi (mm)
GTAW Kampuh I	D1	30100	1188,16	35,49
	D2	28250	1115,13	33,84
	D3	27750	1095,39	36,15
	Rata-rata	28700	1132,89	35,16
GTAW Kampuh V	E1	31200	1231,58	37,12
	E2	28050	1107,24	37,48
	E3	27800	1097,37	39,62
	Rata-rata	29016,67	1145,39	38,07
GTAW Kampuh K	F1	26900	1061,84	34,70
	F2	27850	1099,34	35,53
	F3	27000	1065,79	37,18
	Rata-rata	27250	1075,66	35,80

Grafik Perbandingan Uji Bending Hasil Pengelasan SMAW Variasi Kampuh I-V-K

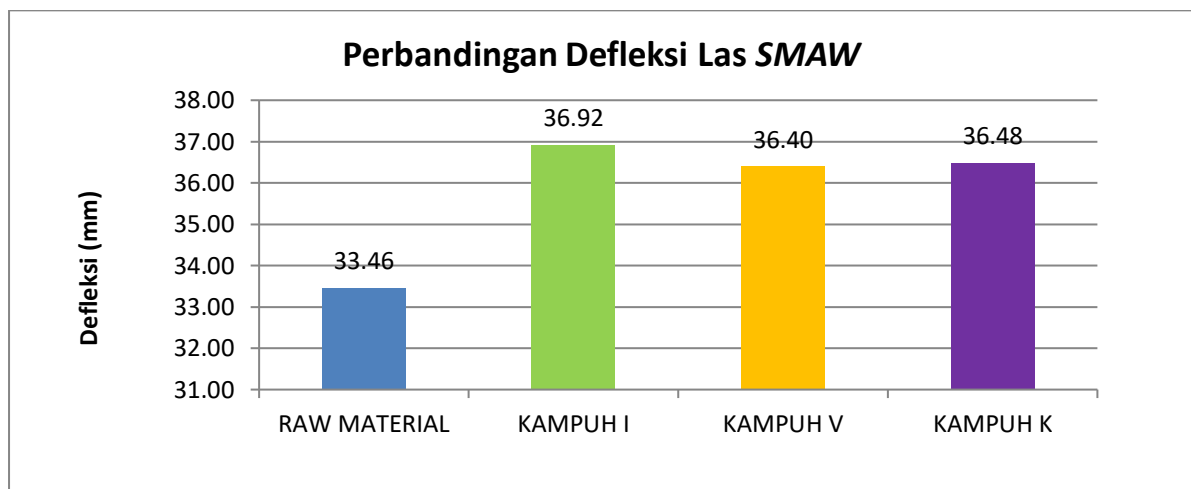
Data yang dijadikan bahan perbandingan adalah nilai rata-rata hasil pengujian bending spesimen hasil pengelasan SMAW kampuh I-V-K

Tabel 4.12 Data Rata-Rata Hasil Perhitungan Pengujian Bending Las SMAW

Material	Jenis Kampuh	Beban Bending Max. (N)	Kekuatan Bending (N/mm ²)	Defleksi (mm)
<i>ASTM</i> <i>A36</i>	Raw material	14150	558,55	33,46
	I	27033,33	1067,11	36,92
	V	28616,67	1129,61	36,40
	K	27450	1083,55	36,48



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Kekuatan Bending Antara Spesimen Raw Material dan Hasil Pengelasan SMAW Kampuh I-V-K



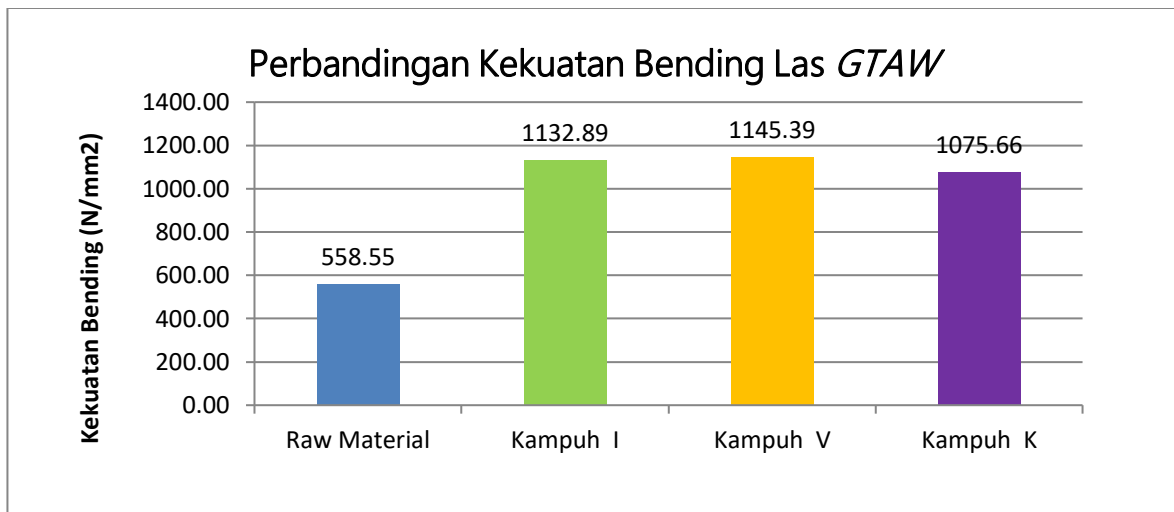
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Defleksi Antara Spesimen Raw Material dan Hasil Pengelasan SMAW Kampuh I-V-K

Grafik perbandingan uji bending hasil pengelasan GTAW variasi kampuh I-V-K

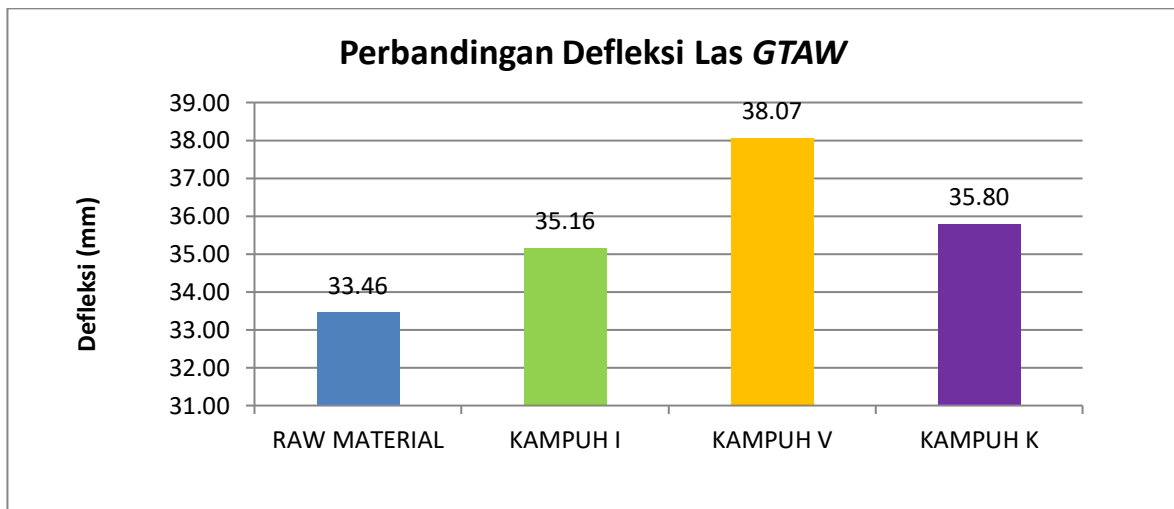
Data yang dijadikan bahan perbandingan adalah nilai rata-rata hasil pengujian bending spesimen hasil pengelasan GTAW kampuh I-V-K.

Tabel 4.13 Data Rata-Rata Hasil Perhitungan Pengujian Bending las GTAW

Material	Jenis Kampuh	Beban Bending Max. (N)	Kekuatan Bending (N/mm ²)	Defleksi (mm)
ASTM A36	Raw material	14150	558,55	33,46
	I	28700	1132,89	35,16
	V	29016,67	1145,39	38,07
	K	27250	1075,66	35,80



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Kekuatan Bending Antara Spesimen Raw Material Dan Hasil Pengelasan GTAW Kampuh I-V-K



Gambar 4.15 Grafik perbandingan Defleksi antara spesimen raw material dan hasil pengelasan GTAW kampuh I-V-K

Berdasarkan data pada tabel 4.19 dan grafik perbandingan di atas, diperoleh perbedaan nilai rata-rata kekuatan bending dan nilai rata-rata defleksi dari tiap spesimen variasi kampuh hasil pengelasan GTAW. Nilai kekuatan bending terbesar ada pada kampuh V dengan nilai 1145,39 N/mm² dan defleksi sebesar 38,07 mm. Kemudian Kampuh I dengan nilai kekuatan bending sebesar 1132,89 N/mm² dan defleksi sebesar 35,16 mm. Nilai kekuatan bending terendah ada pada kampuh K sebesar 1075,66 N/mm² dan defleksi sebesar 35,80 mm. Sedangkan untuk spesimen tanpa pengelasan (raw material) nilai kekuatan bendingnya 558,55 N/mm² dan nilai defleksi 33,46 mm. Berdasarkan data hasil pengujian bending didapatkan nilai rata-rata kekuatan bending specimen material ASTM A36 hasil pengelasan GTAW kampuh I-V-K nilainya lebih rendah dari pada nilai kekuatan bending spesimen ASTM A36 tanpa pengelasan (raw material). Hasil pengamatan visual

pada spesimen uji bending hasil pengelasan GTAW, tidak ditemukan indikasi cacat las pada area weld metal setelah dilakukan uji bending. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas hasil pengelasan cukup baik karena terbebas dari cacat las internal. Sedangkan untuk nilai rata-rata defleksi tiap spesimen hasil pengelasan GTAW kampuh I-V-K jika dibandingkan dengan nilai defleksi spesimen raw material ASTM A36, didapatkan nilai defleksi spesimen hasil pengelasan lebih tinggi dari nilai defleksi spesimen raw material. Hal ini menunjukkan bahwa spesimen hasil pengelasan GTAW menjadi getas akibat perlakuan panas selama proses pengelasan berlangsung sehingga kekuatan dan keuletannya menurun. Adanya perbedaan nilai kekuatan bending dan nilai defleksi ini disebabkan oleh perbedaan bentuk kampuh sehingga jumlah volume logam las juga berbeda. Durasi pengelasan tiap kampuh juga berbeda, sehingga besar masukan panas yang diterima oleh masing-masing kampuh pun berbeda.

SIMPULAN

Hasil uji penetrant test menunjukkan adanya cacat las pada hasil pengelasan SMAW berupa cacat las porosity dan undercut. Hal ini diakibatkan adanya pengaruh udara luar di sekitar saat proses pengelasan yang terkontaminasi dengan logam las. Sedangkan pada hasil pengelasan GTAW tidak ditemukan jenis cacat las yang terbuka dipermukaan lasan. Hal ini mungkin dikarenakan pengelasan GTAW menggunakan gas pelindung sehingga lebih tahan terhadap pengaruh udara di sekitar area pengelasan. Hasil uji tarik pada material baja karbon rendah plat ASTM A36 didapatkan bahwa nilai tegangan tarik spesimen hasil pengelasan SMAW dan GTAW lebih rendah dibandingkan spesimen yang tanpa pengelasan (raw material) dan nilai regangannya juga lebih kecil. Pada spesimen raw material nilai tegangan tariknya 515,2 N/mm² dengan nilai regangan 28 %. Spesimen hasil pengelasan SMAW, nilai tegangan tarik tertinggi pada kampuh I dengan nilai rata-rata 512 N/mm² dan regangan 26,67 %. Sedangkan untuk spesimen hasil pengelasan GTAW nilai tegangan tarik terbesar pada kampuh I dengan nilai rata-rata 501,73 N/mm² dan regangan 14,67 %. Hasil uji bending pada material baja karbon rendah plat ASTM A36 didapatkan bahwa nilai kekuatan bending spesimen hasil pengelasan SMAW dan GTAW lebih besar jika dibandingkan spesimen yang tanpa pengelasan (raw material) dan nilai defleksi juga lebih besar. Untuk spesimen raw material nilai kekuatan bendingnya 558,55 N/mm² dan defleksi 33,46 mm. pada spesimen hasil pengelasan SMAW didapatkan nilai kekuatan bending terbesar pada kampuh V dengan nilai 1129,61 N/mm² dan defleksi 36,40 mm. Sedangkan spesimen hasil pengelasan GTAW didapatkan nilai

kekuatan bending terbesar ada pada kampuh V dengan nilai 1145,39 N/mm² dan defleksi 38,07 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfred, N., & Asiri, M. H. (2022). Analisa Karakteristik Mekanis pada Baja Karbon Medium Akibat Pengelasan Mig. *Journal of Technology Process*, 2(1), 14-23.
- Alfred, N., & Asiri, M. H. (2022). Analisa Karakteristik Mekanis pada Baja Karbon Medium Akibat Pengelasan Mig. *Journal of Technology Process*, 2(1), 14-23.
- Asiri, M. H. (2020). Analisis Sambungan Las MIG pada Baja Karbon Rendah Variasi Kampuh Las V, I dan K terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Teknik Mesin Teknologi*, 21(1).
- Asiri, M. H. (2021). Analisis Kekuatan Tarik dan Bending Dari Beberapa Jenis Kampuh V, X, I pada Pengelasan SMAW terhadap Baja Karbon Medium. *Journal of Technology Process*, 1(2), 22-32.
- Bakhori, A. (2021, August). Analisa Cacat Hasil Pengelasan Pada Baja Kabon Rendah Terhadap Pengaruh Masukan Panas Las. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 4, No. 1, pp. 90-94).
- Fitrah, M. A., Balfas, M., & Mardin, M. (2021). Analisis cacat las hasil pengelasan kombinasi gtaw dan smaw posisi 6G pada pipa SA 106 grade B. *J-Move*, 3(1), 1-5.
- Fitrah, M. A., Balfas, M., & Mardin, M. (2021). Analisis cacat las hasil pengelasan kombinasi gtaw dan smaw posisi 6G pada pipa SA 106 grade B. *J-Move*, 3(1), 1-5.
- Hafid, H., Balfas, M., Habib, F., & Fitrah, M. A. (2022). Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Pada Baja St. 37 Dengan Proses Pengelasan Smaw, Gmaw Dan Gtaw. *J-Move*.
- Mubarak, H., Asiri, M. H., & Habib, F. (2022). Analisis Kekerasan Baja Karbon Medium Hq 705 Dengan Pengelasan Mig (Metal Inert Gas). *J-Move*, 1-7.
- Naharuddin, N., Sam, A., & Nugraha, C. (2015). Kekuatan tarik dan bending sambungan las pada material baja SM 490 dengan metode pengelasan SMAW dan SAW. *Jurnal Mekanikal*, 6(1).
- Nullie, F. (2007). Analisa penyebab cacat las pada proses pabrikasi piping flow line (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Jakarta).
- Payana, I. (2022). Analisis Penggunaan Variasi Arus Pada Hasil Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Menggunakan Baja ST 37 (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang).
- Purnama, A. (2022). Kajian Eksperimental Perbandingan Hasil Pengelasan Model Smaw Dan Gtaw Terhadap Kekuatan Tarik Material Baja St 37. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*

Teknik [JIMT], 2(5).

Sahlan, S. (2015). Analisis Cacat Las Incomplete Fusion Dan Retak Memanjang Pada Waterwall Tube Boiler PLTU Paiton Unit 1. *Semesta Teknika*, 18(1), 10-20.