

## ANALISA PERBANDINGAN HASIL PENGELASAN LAS SMAW DENGAN LAS MIG PADA POSISI 3G DENGAN MATERIAL JIS G3101 SS400

### COMPARISON ANALYSIS OF SMAW WELDING RESULTS WITH MIG WELDING AT 3G POSITION WITH JIS G3101 SS400 MATERIAL

Muhammad Shiddiq<sup>(1)</sup>, Irzal<sup>(2)</sup>, Purwantono<sup>(3)</sup>, Yolli Fernanda<sup>(4)</sup>

<sup>(1), (2), (3)</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang  
Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

[shiddiq800@gmail.com](mailto:shiddiq800@gmail.com)

[irzal26@yahoo.com](mailto:irzal26@yahoo.com)

[purwantonomsn@gmail.com](mailto:purwantonomsn@gmail.com)

[yollifernanda@yahoo.com](mailto:yollifernanda@yahoo.com)

#### Abstrak

Kemajuan dunia teknologi dibidang kontruksi semakin berkembang tidak terpisah dari pengelasan, pada penelitian perbandingan jenis pengelasan ini didapatkan indentifikasi suatu masalah, dimana belum ditemukan perbandingan hasil dari pengelasan SMAW dan pengelasan MIG pada posisi 3G. pada penelitian perbandingan jenis pengelasan ini mempunyai tujuan menemukan hasil dari perbandingan pengelasan las SMAW dengan las MIG pada posisi 3G. Penelitian ini menggunakan material JIS G3101 SS400. Penelitian ini menggunakan jenis metode eksperimen yang dimulai dengan pembuatan kampuh V pada spesimen, melakukan pengelasan spesimen, dengan membuat bentuk spesimen yang sesuai dengan standar ASTM E190. Untuk pengambilan data sebanyak 10 spesimen dimana, 5 pengelasan las SMAW dan 5 spesimen pengelasan las MIG. Setelah melakukan uji bending tiap-tiap spesimen dianalisa agar dapat dirumuskan kesimpulan dimana, angkanya yang tertinggi maka spesimen tersebut yang mempunyai nilai kekuatan lebih baik, dengan hasil penelitian yang didapatkan oleh spesimen, dengan proses pembuatan ukuran spesimen dan pengelasan serta menguji hasil pada spesimen dengan bantuan mesin *bending test*, dengan ditemukan nilai rata-rata pengelasan SMAW awal terjadinya retakan 2 mm pada sudut 160,8° dengan beban sebesar 8,3 KN. Pada spesimen las MIG nilai rata-rata awal terjadi retakan 2,4 mm pada sudut 176,2° dengan beban sebesar 1,82 KN. Hasil pebandingan kekuatan pengelasan pada material JIS G3101 SS400 dengan jenis pengelasan SMAW lebih tinggi dari hasil pengelasan las MIG.

**Kata Kunci :** Perbandingan, Kekuatan Bending Baja, JIS G3101 SS400, Pengelasan SMAW, Pengelasan MIG.

#### Abstract

*The progress of the world of technology in the construction sector is growing, inseparable from welding, in comparative study of welding types, identification of problem has been found, which has not yet found comparison the results of SMAW welding and MIG welding in the 3G position. in this type of welding comparison research has the aim of finding the results of the comparison of SMAW welding with MIG welding at 3G position. This research uses JIS G3101 SS400 material. This study uses type experimental method that begins with making V seam on specimen, welding the specimen, by making the shape the specimen according to the ASTM E190 standard. For data collection there are 10 specimens, 5 SMAW welding and 5 MIG welding. After carrying out the bending test, each specimen is analyzed that conclusions can be formulated where, the highest number is specimen which has the better strength value, with the research results obtained by the specimen, with process of making the specimen size, welding, testing the results on the specimen with the help of the specimen. bending test machine, with found the average value of SMAW welding at the beginning of the crack of 2 mm at an angle of 160.8° with load of 8.3 KN. In MIG welding specimens, the initial average value of cracks 2.4 mm at an angle of 176.2° with load of 1.82 KN. The result of comparison of welding strength on JIS G3101 SS400 material with SMAW welding type higher than MIG welding results.*

**Keywords :** Comparison, Bending Strength of Steel, JIS G3101 SS400, SMAW Welding, MIG Welding.

## I. Pendahuluan

Penggunaan teknologi sekarang ini tidak terpisahkan dari bidang pengelasan dimana sempat saat sekarang ini memegang peranan penting di berbagai sektor. Seperti dalam dunia teknologi khususnya di bidang teknik kontruksi yang bertambah maju sehingga tidak terpisahkan (Huda & Jasman, 2019). Dimana penerapannya digunakan diindustri, misalnya kontruksi jembatan, rangka baja, perkapalan, kendaraan rel dan lain sebagainya.(Irzal et al., 2011). Khususnya dalam teknik perencanaan penyambungan las merupakan bentuk asosiasi garapan yang sangat membutuhkan keahlian khusus untuk welder agar mendapatkan sambungan yang baik (Priyono et al., 2021).

Pengelasan digolongkan 3 bagian yaitu proses pematrian, proses cair, dan pengelasan pada tekanan (Afan et al., 2020). Pada proses teknik pengelasan akan mempengaruhi dari bentuk logam pada las nantinya akan terjadi perubahan hasil *quality* dari las tersebut dikarenakan oleh langkah pengelasan kurang baik. Pada kualitas suatu pengelasan dapat ditentukan dengan faktor teknik pada pengelasan dan bahan suatu logam dengan disambung sehingga menghasilkan suatu pengaruh panas dan jenis media pendingin (Nurdin et al., 2020). Dalam bidang pengelasan proses pengelasan sering dan banyak dipakai yaitu las cair pada simpangan (las listrik dengan segmen melingkar) serta gas.(Irawan et al., 2021). Pembagian pengelasan segmen pada lingkaran listrik, terdapat 4 las kurva dengan bentuk katoda terbungkus, las simpangan gas, las segmen lingkaran tanpa pakai gas, las likukan turun. Salah satu bentuk pembagian pengelasan katoda kurva jenis terbungkus ialah pengelasan SMAW dan bentuk pengelasan likukan gas ialah las MIG. Dimana proses las pada SMAW pertemuan logam induk dengan cairan dari energi panas yang timbul pada busur listrik dengan ujung kawat las pada permukaan logam. Elektrodanya berupa kawat yang dibungkus dalam pelindung jenis bahan tambah yang dinamakan kawat las (Nitya Santhiarsa & Budiarsa, 2008).

Las busur listrik memakai jenis elektroda dengan terbungkus yaitu aturan dalam pengelasan yang selalu digunakan.(Erizon et al., 2021).

Pengelasan MIG dimana pengelasan menggunakan salah satu bentuk jenis gas mulia sebagai pelindung dalam pengelasan. Menurut Wiryosumarto dan Okumura (2008:20).

Internal pada las jenis logam mulia, dengan kawat gunanya agar elektroda dapat dipakai secara tetap. las yang terjadi akibat renggang elektroda dengan logam induk. Gas pelindung biasa dipakai adalah gas argon dan helium biasa dinamakan pembauran (Winardi et al., 2020). Untuk mencairkan busur las maka dapat diberikan gas O<sub>2</sub> renggang dua terbatas 5% atau CO<sub>2</sub> antara lima sampai 20% .(Fahrizal, 2016).

## II. Metode Penelitian

### A. Jenis Penelitian

Metode dalam penelitian merupakan langkah agar menemukan data dengan ilmiah kegunaannya tertentu (Sugiyono, 2013). Eksperimen yaitu cara agar menemukan sebab dan akibat dengan perbandingan beberapa hasil dengan cara memberikan perlakuan atau pengaruh (Prof. Dr. Suryana, 2012). berpendapat bahwa “teknik dari penelitian percobaan harus diuraikan sebagai strategi eksplorasi yang biasa digunakan untuk mencari dampak pengobatan pada orang membutuhkan di bawah kondisi stabil”. Kajian ini dapat menentukan kekakuan baja dari karbon rendah pada hitungan las dari SMAW dan pengelasan MIG (Anwar, 2018).

### B. Jadwal dan Tempat Penelitian

Jadwal melakukan penelitian dilaksanakan di bulan April 2022 hingga bulan Juli 2022. Tempat pembuatan sesuai ukuran spesimen dan proses pengelasan las SMAW dan las MIG pada spesimen dilakukan di Labor Fabrikasi Departemen Teknik Mesin FT UNP. Sedangkan pada pengujian *bending* pada spesimen dilakukan di Labor Kontruksi Teknik Sipil FT UNP.

### C. Objek Penelitian

Penelitian perbandingan pengelasan ini material yang dipakai jenis JIS G3101 SS400, di ASME kode pada bagian II-A dengan Spesifikasi JIS pada material kontruksi umum juga dalam kategori SA-36. JIS (*Standar Industri Japan*) “SS” (*Structural Steel*). Baja merupakan perpeduan antara besi dengan karbon yang mempunyai sedikit kandungan Si, P, Mn, S, dan Cu (Ambiyar, 2019). Jenis baja ini termasuk jenis baja karbon rendah, baja dengan karbon rendah yaitu material dengan perlakuan las cukup baik (Feriarsah, 2020). Pada baja SS400 yaitu jenis material yang mengandung nilai karbon kurang dari 0,3 persen (Nofri, 2019). Sifat mekanis yang dimiliki oleh material SS400 pada tabel berikut:

**Tabel 2.1** Spesifikasi JIS G3101 SS400

Sumber: (Muslimin et al., 2022)

Elements (max)	Fe	C	Si	Mn	P	S
Weight (%)	0.81	0.0066-0.026	-	0.206	0.050	0.050

## D. Jenis Data dan Sumber Data

### 1. Jenis Data

Penelitian perbandingan pengelasan ini memakai jenis data primer dan sekunder berbeda. Dimana data primer adalah daya yang didapatkan oleh penulis penelitian dan dipakai dalam pengujian tiap-tiap dari spesimen. Data bentuk sekunder adalah penguat dimana nantinya pendukung dari suatu teori untuk penunjang yang didapatkan dari bermacam sumber yang berhubungan dengan proses penelitian.

### 2. Sumber Data

Sumber data pendukung lainnya dalam pembuatan penelitian ini didapatkan dari berbagai sumber lain seperti: Perpustakaan Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Laboratorium Kontruksi Teknik Sipil UNP, Jurnal Ilmiah, Artikel, dan sumber-sumber lainnya.

## E. Alat dan Bahan

### 1. Alat

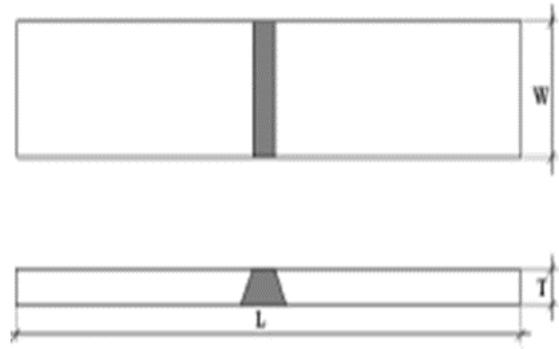
- a) Alat pembuatan ukuran spesimen sesuai standar ASTM E190 dan Pengelasan:
  - 1) Mesin pengelasan SMAW
  - 2) Mesin pengelasan MIG
  - 3) Gas (CO<sub>2</sub>)
  - 4) Alat bantu pengelasan SMAW dan las MIG
  - 5) Mesin Gerinda
- b) Alat melakukan *bending test*:
  - 1) Mesin *bending test* dan peralatannya
  - 2) *Vernier caliper*
  - 3) Penggaris
  - 4) Busur derajat

### 2. Bahan

Material yang dipakai pada penelitian yaitu JIS G3101 SS400/baja karbon rendah SS400. Bentuk material SS400 dan ukuran spesimen bisa dilihat gambar 1 dan 2 berikut:



Gambar 2.1. Material JIS G3101 SS400



Gambar 2.2. Bentuk Spesimen *Bending Test* ASTM E190

Sumber: (Bend et al., 2015)

## III. Hasil dan Pembahasan

### A. Hasil Penelitian

Proses pengujian dari penelitian memakai *bending test machine* dengan kekuatan maksimum 1000 KN. Pengujian pada sambungan las SMAW dan las MIG terhadap material SS400 yang diberikan perlakuan pengelasan dengan posisi vertikal 3G. Tujuannya guna mengetahui perbandingan hasil dari lasan, nantinya ada perbedaan atau tidak pada hasil pengelasan material SS400, pada tiap-tiap spesimen las SMAW dan las MIG. Material SS400 adalah material yang biasa dan banyak digunakan pada kontruksi dan material teknik. Sambungan pengelasan menggunakan sambungan berbentuk kampuh V yang memiliki sudut kemiringan 60 derajat dengan ketebalan 6-20 mm, jarak batas akar las 0-2 mm, dan tinggi pada akar las 0-3 mm (Jasman et al., 2018). Banyak spesimen yang dipakai pada penelitian sebanyak sepuluh spesimen, dimana 5 dengan pengelasan las SMAW dan 5 spesimen pengelasan las MIG. Dari setiap spesimen yang dilakukan pengelasan maka ditemukan rata-rata dari analisis *bending test* guna mengetahui perbandingan hasil las SMAW dan las MIG. Dari hari pengamatan ditemukan perbandingan hasil *bending* dengan beban yang diberikan pada material. Perbedaan didapatkan akibat jenis pengelasan yang diberikan berbeda. Sehingga berdampak pada struktur lasan. Berikut hasil *bending test* yang didapatkan pada Laboratorium Teknik Kontruks

### 1. Spesimen Uji Bending Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*)



Gambar 3.1. Bentuk Spesimen Las SMAW

Pada spesimen ini dilakukan pengelasan SMAW, proses pengujian diambil data sebanyak lima spesimen selanjutnya diberi pembebanan dengan *bending test*. Setelah pengujian dilakukan, maka diperoleh data hasil *bending test* dengan perlakuan

las SMAW, didapatkan nilai *bending* dengan rata-rata 10,6 KN seperti ditunjukkan pada tabel 2 dibawah dengan ketentuan sebagai berikut dengan mandrell atau beban yang diterima spesimen diameternya sebesar 40 mm.

**Tabel 3.1.** Data Uji Bending Pengelasan SMAW

Jenis Pengelasan	Spesimen	Sudut 180°		Diameter Mandrell 40 mm		
		Sudut Awal Terjadi Retak (°)	Panjang Terjadi Retak	Beban (KN)	Sudut Terjadi Patahan (°)	Beban (KN)
Pengelasan SMAW	1	160	2	8	125	10.5
	2	169	1	5.5	139	8
	3	165	2.5	7	132	9.5
	4	156	2.3	10	116	12.5
	5	154	2.2	11	116	12.5
<b>Rata-rata</b>		160.8	2	8.3	125.6	10.6

Nilai yang didapatkan pada pengelasan las SMAW merupakan nilai tertinggi dibandingkan dengan pengelasan las MIG pada pengujian ini. Karena pada pengelasan las SMAW ini menggunakan ukuran standar *bending test* dengan tebal plat 10 mm dan kecil kemungkinan ditemukan cacat las, dan diberi kampuh yang berbentuk V dengan kemiringan 60 derajat dengan tinggi root sebesar elektroda yaitu 3,2 mm. Bentuk patahan yang terjadi pada las SMAW dapat dilihat di gambar 3.1.

## 2. Hasil Uji Bending Pengelasan Las MIG (*Metal Inert Gas*)

Proses berikutnya perlakuan pada jenis las MIG posisi vertical 3G dengan jenis material JIS G3101 SS400 diperoleh nilai rata-rata kekuatan bending sebesar 3 KN dan terjadinya patahan pada sudut 173,8 derajat, yang posisi awal spesimen dengan sudut 180 derajat, diameter mandrell atau yang dinamakan beban sebesar 40 mm dengan proses *bending test*.

**Tabel 3.2.** Data Uji Bending Pengelasan Las MIG

Jenis Pengelasan	Spesimen	Sudut 180°		Diameter Mandrell 40 mm		
		Sudut Awal Terjadi Retak (°)	Panjang Terjadi Retak	Beban (KN)	Sudut Terjadi Patahan (°)	Beban (KN)
Pengelasan MIG	1	174	2.5	3.5	170	6
	2	177	2.2	2	174	3.5
	3	178	2	1	177	1.5
	4	177	2	1	175	1.8
	5	175	2.5	1.6	173	2.2
<b>Rata-rata</b>		176.2	2.24	1.82	173.8	3



**Gambar 3.2.** Bentuk Spesimen Las MIG Setelah *Bending Test*

Nilai dapat diperoleh pada las MIG adalah hasil nilai terendah dibandingkan dengan las SMAW pada

pengujian ini. Disebabkan karena terdapat lassan yang tidak terisi pada daerah root las dan ditemukan cacat las akibatnya, pengisian yang diberikan pada daerah pengelasan kurang sempurna. Bentuk patahan yang terjadi pada las MIG setelah pengujian ditemukan bentuk jenis patahan getas yang terlihat pada gambar 3.2.

Hasil nilai uji bending dari hasil pengelasan material SS400 pada posisi pengelasan 3G yang diberikan perlakuan pengelasan las SMAW dan pengelasan las

MIG, dimana ditemukan bahwa kekuatan bending pada pengelasan SMAW lebih tinggi dan beban yang diterima lebih besar, sehingga tabel tersebut menunjukkan pengelasan dari las SMAW lebih baik

dibandingkan pengelasan dengan menggunakan las MIG, dengan lebih jelasnya dapat dilihat dalam tabel berikut:

**Tabel 3.3.** Rata-rata *Bending Test* Seluruh Spesimen

Jenis Pengelasan	Sudut 180°		Diameter Mandrell 40 mm		
	Sudut Awal Terjadi Retak (°)	Panjang Terjadi Retak	Beban (KN)	Sudut Terjadi Patahan (°)	Beban (KN)
Pengelasan SMAW	160.8	2	8.3	125.6	10.6
Pengelasan MIG	176.2	2.24	1.82	173.8	3

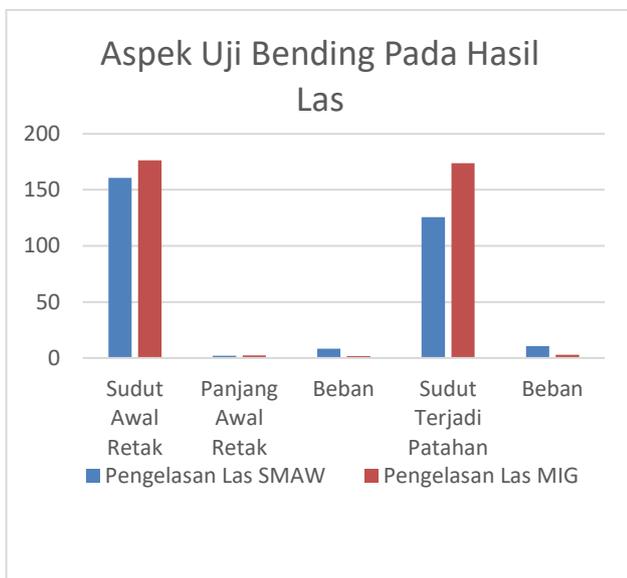
Hasil *bending test* yang ditemukan di tabel 3, hasil nilai bending tertinggi didapatkan proses proses las SMAW diperoleh nilai 10,6 KN, sedangkan nilai uji *bending* pada pengelasan las MIG dengan nilai 3 KN.

yang berpengaruh akibat panas yang diperoleh antara las SMAW dengan pengelasan las MIG. Hal ini berhubungan dengan penelitian terdahulu yang pernah dilakukan yaitu analisa pengaruh metode pengelasan (SMAW, GTAW, GMAW) dengan bahan *mild steel* dengan tebal 1,5 mm terhadap fenomena *spring back* (NUGROHO, 2020). Proses hasil penelitian diketahui ada perbedaan kekuatan bending dari material yang diberi perlakuan pengelasan. Dari dari hasil pengujian bending pengelasan las MIG mempunyai kekuatan bending yang rendah dibandingkan dengan kekuatan bending pengelasan las SMAW.

Pengujian pertama adalah pengujian bending untuk material yang diberi perlakuan pengelasan las SMAW, nilai kekuatan bending sampel ini yaitu memiliki kekuatan lengkung yang lebih tinggi sebesar 10,6 KN dibandingkan kekuatan bending pengelasan las MIG yaitu 3 KN.

Pengujian kedua pengujian sampel pengelasan las MIG, nilai untuk kekuatan bending ini yaitu memiliki kekuatan lengkung yang lebih rendah sebesar 3 KN dengan sudut 173,8° sedangkan pengujian sebelumnya pada pengelasan las SMAW memiliki sudut lengkung sebesar 125,6° dengan beban 10 KN. Hasil penelitian bisa disimpulkan bahwa kekuatan bending pada material SS400 dengan perlakuan pengelasan las MIG lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan lengkung pada material SS400 dengan perlakuan las SMAW pada posisi pengelasan vertikal 3G. Pengujian yang dilakukan dengan diperolehnya dari hasil pengujian yang memakai analisis *bending test* pada kedua jenis pengelasan.

Disimpulkan bahwa diperoleh perbandingan diantara jenis pengelasan las SMAW dan las MIG yang sangat signifikan diakibatkan dari tingkat kematangan pengelasan yang diperoleh dari pengelasan SMAW dan las MIG yang berbeda, dapat dilihat dari pengelasan kedua sampel tersebut pada tabel 3. Perbedaan yang signifikan ini juga disebabkan oleh arus pengelasan yang berbeda menyebabkan tingkat kematangan pengelasan yang berbeda, jenis elektroda, dan prosedur pengelasan yang berbeda, tentunya akan mengakibatkan berkurangnya kekuatan bending pada material.



**Gambar 3.3.** Grafik Perbandingan Bending Test pada Las SMAW dan Las MIG

Hasil *bending test* ke semua spesimen setelah mendapatkan perlakuan las SMAW dan las MIG digambarkan pada grafik gambar 5, dimana jenis pengelasan SMAW lebih tinggi nilai kekuatan *bending* dibandingkan menggunakan pengelasan las MIG pada material baja karbon rendah SS400.

Hasil dari sebuah pengujian adalah bagian yang penting pada artikel ilmiah, berupa hasil akhir tanpa adanya analisis data, hasil yang didapatkan dari pengujian hipotesis. Hasil bisa dilihat pada tabel dan grafik yang ada, agar memperjelas sebuah hasil yang verbal.

## B. Pembahasan

Hasil yang didapatkan dari data berupa uji *bending* memakai jenis sambungan berkampus V dengan arus pengelasan las SMAW 120 ampere dan arus pengelasan las MIG 138 ampere dengan perbedaan variasi jenis las SMAW dan las MIG, didapatkan hasil perbandingan *bending test* tiap-tiap spesimen

#### IV. Kesimpulan

Hasil yang diperoleh dari data diatas serta pembahasan yang dirumuskan pada pengujian bending dengan material SS400 terhadap las SMAW dan las MIG, maka pada penelitian ini dapat disimpulkan: hasil pengelasan posisi vertikal 3G kampuh V dengan pemberian perbedaan pengelasan las SMAW dengan pengelasan las MIG terhadap kekuatan bending pada material JIS G3101 SS400, pada las SMAW memakai elektroda jenis E7018 diameter 3,2 mm dan pada las MIG menggunakan diameter 1 mm memakai gas CO<sub>2</sub>. Hasil nilai dari kekuatan *bending* yang tinggi diperoleh dari hasil las SMAW dengan ditemukan terjadinya putus pada sudut 125,6 dengan beban 10,6 KN. Hal ini menunjukkan bahwa pada jenis pengelasan las SMAW dengan posisi 3G dan penggunaan kampuh V lebih tinggi nilai kekuatan bending dan mempunyai pengelasan yang lebih baik dibandingkan dengan jenis pengelasan las MIG pada penggunaan kampuh V, hal ini berhubungan dengan penelitian (Latif et al., 2022) Perhitungan pada tegangan maksimum pengelasan material dengan jenis ST 37 pengelasan SMAW lebih rendah dibanding pada hitungan dari pengelasan MIG. Titik putus dari hasil pengelasan material jenis ST 37 hitungan pengelasan las SMAW dari kampuh yang mempunyai *bevel groove* serta kampuh V lebih baik/tinggi dibandingkan pada hasil las MIG, namun pada kampuh bentuk U groove pengelasan MIG lebih baik dari pada pengelasan SMAW.

#### Referensi

- Afan, M. Bin, Purwantono, P., Muliandi, M., & Rahim, B. (2020). Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Las Smaw Dengan Elektroda E7016. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(1), 20.
- Ambiyar. (2019). Teknik Pembentukan Plat. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Anwar, B. (2018). Analisis Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Tungsten Inert Gas ( Tig ) Kampuh V Ganda Pada Baja Karbon Rendah St 37. *Teknologi*, 17(3), 33–38. <https://ojs.unm.ac.id/teknologi/article/download/7477/4348>
- Bend, T. S., Bend, T. F., Bend, T. R., & Bend, L. F. (2015). *Standard Test Method for Guided Bend Test for Ductility of Welds 1*. 92(Reapproved 2003), 5–8. <https://doi.org/10.1520/E0190-14.2>
- Dimu, R. J., & Rerung, O. D. (2019). *Kekerasan Material Baja Karbon Rendah Pada Daerah Lasan Tig Dan Mig*. 2(1), 12–19.
- Erizon, N., Wicaksono, A., Mulyadi, R., & Rahim, B. (2021). Analisis Pengaruh Perbedaan Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Smaw Menggunakan Material St37 Analysis of the Effect of Difference in Welding Position on the Tensile Strenght of the Smaw Welded Joints Using St37 Material. *Vomek*, 3(2), 17–24.
- Fahrizal, M. (2016). *Analisa Hasil Sambungan Las Metode Pengelasan SMAW Menggunakan Material SA 36 yang Sebelumnya Terbakar dengan Suhu 700°C dan 900°C Selama 4 Jam*.
- Feriansah, A. (2020). Pengaruh Proses Pengelasan Pada Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Tarik. *Al Jazari : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(2), 58–68. <https://doi.org/10.31602/al-jazari.v5i2.4033>
- Huda, N., & Jasman. (2019). *Pengaruh kuat arus terhadap uji tarik material baja karbon rendah menggunakan Metal Inert Gas (MIG)*. 219–229.
- Irawan, P., Jasman, Yanti, D., & Rahim, B. (2021). *Ayunan Elektroda Pengelasan Smaw Analysis of Tensile Strength in Carbon Steel 1 . 0038 Due To Differences in the Swing of the Smaw Welding Electrodes*. 3(1).
- Irzal, Nuridin, H., Rifelino, & Erizon, N. (2011). *Kekuatan Sambungan Las Pipa baja Karbon pada Posisi Pengelasan 5G dan 6G menggunakan Elektroda E-7018*.
- Jasman, J., Irzal, I., Adri, J., & Pebrian, P. (2018). Effect of Strong Welding Flow on the Violence of Low Carbon Steel Results of SMAW Welding with Electrodes 7018. *Teknomekanik*, 1(1), 24–31. <https://doi.org/10.24036/tm.v1i1.972>
- Kartiko, B. (2016). *Pengaruh Kuat Arus Listrik Terhadap Ketangguhan Impak Dan Kekuatan Tarik Sambungan Las MIG Baja Karbon Tinggi*. 10(2011).
- Latif, A., Irzal, Yufrizal, A., & Purwantono. (2022). *Analisa Perbandingan Hasil Pengelasan Smaw ( Shield Metal Arc Welding ) Dan Las Mig ( Metal Inert Gas ) Terhadap kekuatan Tarik Baja Karbon Rendah St 37 Analysis Of The Results Of Smaw Welding ( Shield Metal Arc Welding ) And Mig Welding ( Metal Inert Gas*. 4(2), 39–43.
- Muslimin, M., Muhamad, A. M., Triawan, F., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). Surface characteristics of low carbon steel JISG3101SS400 after sandblasting process by steel grit G25. *Journal of Engineering Research (Kuwait)*, 10(2 B), 193–204. <https://doi.org/10.36909/jer.10091>

- Nitya Santhiarsa, I., & Budiarsa, I. (2008). Pengaruh posisi pengelasan dan gerakan elektroda terhadap kekerasan hasil las baja JIS SSC 41. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 2(2), (107-111).
- Nofri, M. (2019). Analisis Ketangguhan antara Baja st 37 dan st42 dengan Ketebalan dan Variasi Lapisan Karbon Fiber untuk Kerangka Mobil Listrik. *Presisi*, 56–65.
- NUGROHO, S. (2020). *ANALISA PENGARUH METODE PENGELASAN (SMAW, GTAW, GMAW) DENGAN BAHAN MILD STEEL DENGAN TEBAL 1,5 MM TERHADAP FENOMENA SPRING BACK*. 719483(0271), 1–5.
- Nurdin, H., Wari, A., & Ya, K. Z. (2020). Porosity Defect Analysis in ST 37 Steel Welding Joints Using the Dye Penetrant Method. *Teknomekanik*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.24036/tm.v3i1.5272>
- Priyono, B., Nurdin, H., Arus, V. K., & Charpy, U. I. (2021). *Analisis Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Metal Inert Gas ( Mig ) Terhadap Ketangguhan Material Sambungan Las Pada Baja St 37 Analysis the Effect Strong Variation of Welding Current Metal Inert Gas ( Mig ) on the Strength of St 37 Welding Connection* . 3(3), 8–14.
- Prof. Dr. Suryana, Ms. (2012). Metodologi Penelitian: Metodologi Penelitian Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *Universitas Pendidikan Indonesia*, 1–243. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Suarsana. (2014). *Pengetahuan Material Teknik*. 1–71.
- Sugiyono. (2013). *Sugiyono, Memahami Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Alfabeta, 2005), hlm. 61. 37. 37–44.
- Winardi, Y., Fadelan, F., Munaji, M., & Krisdiantoro, W. N. (2020). Pengaruh Elektroda Pengelasan Pada Baja AISI 1045 Dan SS 202 Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(2), 86. <https://doi.org/10.23887/jptm.v8i2.27772>