

PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN *SHIELD METAL ARC WELDING* (SMAW) TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN TEKUK PADA BAJA ST 37

Brain Samuel Suranta Tarigan

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail : brain.19090@mhs.unesa.ac.id

Novi Sukma Drastiawati

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail : novidrastiawati@unesa.ac.id

Abstrak

Paddock mengacu pada standar optional yang menopang sepeda motor. *Paddock* yang terbuat dari bahan baja ST 37 juga memiliki kekurangan dari efek kegagalan seperti patah ataupun bengkok. Salah satu cara meminimalkan efek dari kerusakan *paddock* yaitu dengan cara mengetahui pengelasan yang terbaik dari arus pengelasan tersebut. Penelitian ini memakai metode eksperimen dalam menganalisa pengaruh variasi arus las pada baja ST 37 dengan variasi arus 60 A, 70 A serta 80 A melalui penggunaan kampuh V 30°, jenis sambungan *butt joint*, posisi pengelasan 1G, elektroda E 6013, menggunakan pengujian tarik standart JIS Z 2201:1998 dan pengujian *bending* standart JIS Z 2248:2006. Spesimen yang telah dites nantinya dikaji mengenai pengaruh dari variabel bebas pada variabel terikat kemudian dilakukan pengujian annova uji T lalu dilakukan analisa lanjutan. Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa arus pengelasan optimal muncul di arus 80 A, yang mendapatkan tarikan rata-rata yakni 384,27 N/mm² dan mendapatkan kekuatan *bending* rata-rata sebesar 1383.02 N/mm². Pembesaran arus pengelasan dari 60 A ke 70 A dan 80 A memberikan efek dalam peningkatan nilai kekuatan tarik dan peningkatan nilai kekuatan *bending*.

Kata kunci : baja ST 37, variasi arus pengelasan, uji tarik, uji bending, dan *paddock*

Abstract

Paddock is an optional standard that holds the motorcycle. Paddock made from ST 37 steel also has the weakness of failure effects such as broken or bent. One way to minimize the effects of paddock damage is to know the best welding current. The impact of varying welding current on ST 37 steel with recent changes of 60 A, 70 A, and 80 A is examined in this study utilizing an empirical model by a V 30° plot, using butt joint type connection, 1G welding position, E 6013 electrode, using tensile testing with JIS Z 2201:1998 standard and bending test with JIS Z 2248:2006 standard. The tested samples are then examined for the influence of the independent variables on the dependent variable, followed by an ANNOVA T-test and additional examination. The findings of this study demonstrated that 80 A is the ideal welding current, yielding average tensile strengths of 384.27 N/mm² and average bending strengths of 1383.02 N/mm². Tensile strength and bending strength can both be increased by raising the welding current from 60 A to 70 A and 80 A, respectively.

Keywords : ST 37 steel, welding current variation, tensile test, bending test, and *paddock*

PENDAHULUAN

Baja karbon rendah ST 37 merupakan tipe logam yang umum dipakai pada industri otomotif. Karena mengandung lebih sedikit karbon, baja karbon rendah ST 37 bukanlah baja keras. Baja ini, mempunyai kandungan karbon tidak sampai 0,3%, biasa dikenal sebagai baja ringan atau baja perkakas. Steel (baja) disingkat menjadi ST dalam namanya sendiri. Angka 37 menunjukkan nilai kekuatan tarik terendah yaitu 37 km/mm² (MN Insani, 2019).

Penggunaan logam baja ST 37 dalam bidang otomotif erat kaitannya dengan penyambungan atau pengelasan antar logam karena berguna dalam merakit sesuatu produk untuk meringankan pekerjaan manusia. Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dipakai di berbagai jenis industri dalam dibidang kontruksi karena pengelasan ini memakai

arus listrik bolak-balik (AC = *Alternating Current*) ataupun arus searah (DC = *Direct Current*) sehingga mudah digunakan pada proses manufaktur misalnya pada objek pipa, kapal, jembatan serta khususnya otomotif dalam *paddock*.

Paddock yang terbuat dari bahan baja ST 37 juga memiliki kekurangan dari efek kegagalan seperti patah ataupun bengkok. Hal ini sering terjadi jika komposisi dari bahan *paddock* salah dan tidak sesuai dengan beban yang di topangnya. Hasil pengelasan yang buruk dapat membuat *paddock* rusak sehingga dapat merugikan pengguna. Selain itu dalam produksi *paddock* tidak ada data yang mendukung mengenai bagaimana perlakuan pengelasan terbaik yang dilakukan agar mendapatkan kekuatan yang efisien. Sehingga sangat harus dilaksanakan penelitian guna menemukan pengaruh variasi arus

pengelasan terbaik agar mendapatkan kekuatan tarik dan kekuatan tekuk yang maksimal pada *paddock* sehingga bisa meminimalisir terjadinya kerusakan.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan las *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) dengan dilakukannya pengujian tarik dan tekuk (*bending*) dari berbagai variasi arus pengelasan (60 A, 70 A dan 80 A) agar dapat mengetahui kekuatan pengelasan dari bahan baja ST 37 pada *paddock* agar tidak terjadi kerusakan saat digunakan maka dari itu penulis mengambil judul "Pengaruh Variasi Arus Pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk pada Baja ST 37".

METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai pada proses ini yakni melalui pendekatan penelitian eksperimen. Sejumlah model arus las dilakukan pada baja ST 37 kemudian dibuat spesimen sesuai standart JIS Z 2201:1998 untuk pengujian tarik dan JIS Z 2248:2006 untuk uji *bending*. Di lain itu juga diterapkan model uji tarik dan tekuk.

Pengujian eksperimen dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) 60 A, 70 A dan 80 A pada tarikan serta kekuatan tekuk terhadap baja ST 37.

Waktu dan Tempat Penelitian

- **Waktu**
Penelitian dilaksanakan pada 25 Juli – 4 Agustus 2022
- **Tempat**
Penelitian dilaksanakan pada dua tempat yang berbeda, yakni :
 - Proses las dilaksanakan di Bengkel Las Segitiga Biru
 - Proses uji kekuatan tarik dan kekuatan *bending* dilaksanakan di POLINEMA

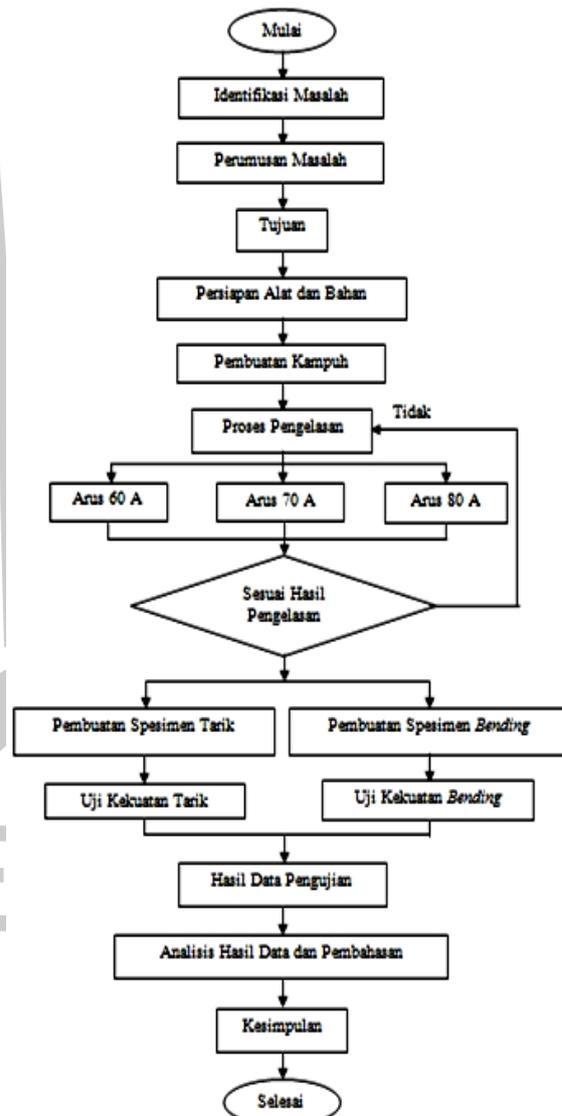
Variabel Penelitian

- **Variabel Bebas**
Arus Shielded Metal Arc Welding (SMAW) 60 A, 70 A, dan 80 A dijadikan sebagai variabel bebas pada penelitian ini
- **Variabel Terikat**
Variabel terikat pada penelitian ini adalah nilai kekuatan tarik dan nilai kekuatan tekuk pada baja ST 37 dengan variasi arus pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW).
- **Variabel Kontrol**
Variabel kontrol pada kajian ini diantaranya:
 - Material plat yang dipakai adalah ST 37 dengan tebal 6 mm.
 - Menggunakan elektroda E 6013 Ø2,6 mm.
 - Pengelasan dilakukan oleh satu tukang las dengan mesin las yang sama dan posisi pengelasan yang sama (1G).

- Standart uji spesimen tarik menggunakan JIS Z 2201:1998.
- Standart uji spesimen tekuk menggunakan JIS Z 2248:2006.
- Pengujian nilai tarik maksimal dan nilai tekuk maksimal menggunakan mesin uji tarik dan mesin uji tekuk.
- Pengujian harus putus/rusak pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*).

Rancangan Penelitian

Sistematikan beberapa tahapan penelitian diuraikan kedalam diagram alir penelitian yakni dibawah ini :



Gambar 1. Diagram Penelitian

Pengelasan

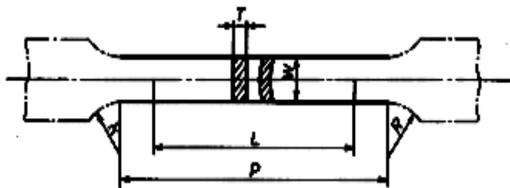
- **Persiapan Bahan**
Menyiapkan plat baja ST 37 ketebalan 6 mm yang akan dilas dengan membuat kampuh V 30°, sambungan *butt joint*, elektroda E 6013 Ø2,6 melalui penggunaan mesin las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW).

Pengaruh Variasi Arus Pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekuk Pada Baja ST 37

- Proses pengelasan SMAW
Tahap las dilaksanakan melalui mesin las yang sama, tukang las yang sama, dan posisi pengelasan yang sama yaitu 1G. Proses pengelasan dengan melakukan *root gap* agar dapat melakukan *track wall* yang dapat mempermudah melakukan pengelasan. Pengelasan dilakukan dengan 3 jenis arus pengelasan yaitu 60 A, 70 A dan 80 A.

Pembuatan Spesimen

- Spesimen Pengujian Tarik**
Spesimen dilakukan pemotongan plat baja ST 37 dengan dimensi 150 x 50 x 6 mm kemudian disesuaikan dengan standart JIS Z 2201:1998 kemudian melakukan *milling* sebanyak 15 potong.

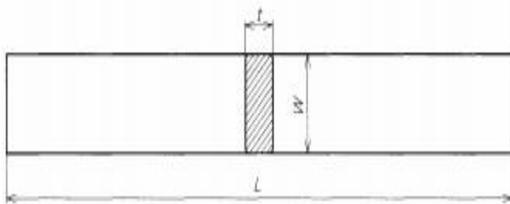


Gambar 2. Spesimen Uji Tarik 14B JIS Z 2201:1998

Keterangan dimensi spesimen uji tarik:

- L (*Gauge Length*) : 50 mm
- W (*Width*) : 12,5 mm
- P (*Parallel length*) : 80 mm

- Spesimen Pengujian Tekuk**
Spesimen dilakukan pemotongan plat baja ST 37 dengan dimensi 150 x 50 x 6 mm kemudian disesuaikan dengan standart JIS Z 2248:2006 sebanyak 15 potong.



Gambar 3. Spesimen Uji Bending JIS Z 2248:2006

Keterangan dimensi spesimen uji tekuk :

- L (*Length*) : 150 mm
- W (*Width*) : 50 mm
- t (*Thickness*) : 6 mm

Pengujian Kekuatan Tarik

Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan pengujian tarik, yang diperoleh sebagai berikut :

Tegangan Tarik Maksimum (strees) :

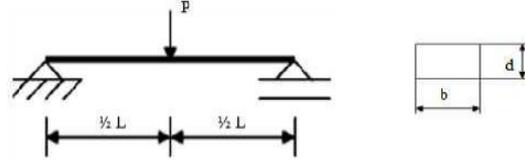
$$\sigma_{maks} = \frac{P_{maks}}{A_0}$$

Dimana :

- σ = Tegangan Tarik Maksimum (N/mm²)
- P = Beban Tarik (N)
- A₀ = Luas penampang awal (mm²)

Pengujian Kekuatan Tekuk

Three point bending mengacu pada Teknik uji melalui penggunaan 2 pijakan serta 1 penekan.



Gambar 4. Three Point Bending

Tegangan Bending :

$$\sigma_b = \frac{3Pl}{2bd^2}$$

Dimana :

- σ_b = Tegangan Bending (N/mm²)
- d =Tebal (mm) l = Jarak Point (mm)
- P = Beban (N) b = Lebar (mm)

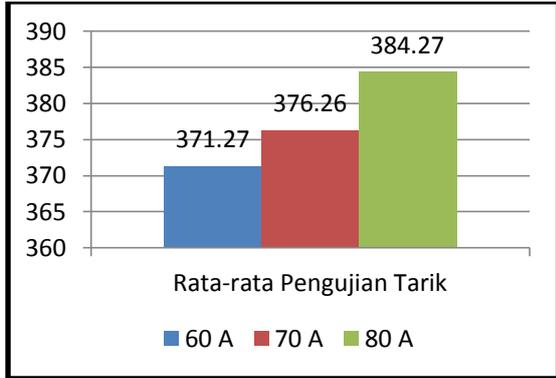
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Tarik

Sesudah diterapkan pengujian, adapun data yang didapat melalui temuan pengujian tarik yakni nilai beban tarik maksimum. Guna menemukan nilai tegangan tarik maksimumnya maka dapat dihitung dengan cara $\sigma = \frac{P}{A_0}$ dan untuk hasilnya bisa diamati dalam tabel berikut :

Tabel 1. Hasil Uji Kekuatan Tarik

Spesimen	Luas A ₀	Beban Tarik Max (P) (N)	Tegangan Tarik Max ($\sigma = P/A_0$) (N/mm ²)	
60 A	1	75	28015.50	373.54
	2	75	27551.72	367.35
	3	75	27866.25	371.55
	4	75	28057.40	374.09
	5	75	27738.00	369.84
Rata-rata			371.27	
70 A	1	75	28286.72	377.15
	2	75	28145.60	375.27
	3	75	28100.52	374.67
	4	75	28100.52	374.67
	5	75	28469.00	379.58
Rata-rata			376.26	
80 A	1	75	28712.04	382.82
	2	75	29013.88	386.85
	3	75	29025.64	387.01
	4	75	29247.12	389.96
	5	75	28106.40	374.75
Rata-rata			384.27	



Gambar 5. Grafik Rata-rata Pengujian Tarik

Berikut hasil pengujian tarik variasi arus 60A, 70A dan 80 A :



Gambar 6. Hasil Spesimen Tarik Variasi 60 A



Gambar 7. Hasil Spesimen Tarik Variasi 70 A



Gambar 8. Hasil Spesimen Tarik Variasi 80 A

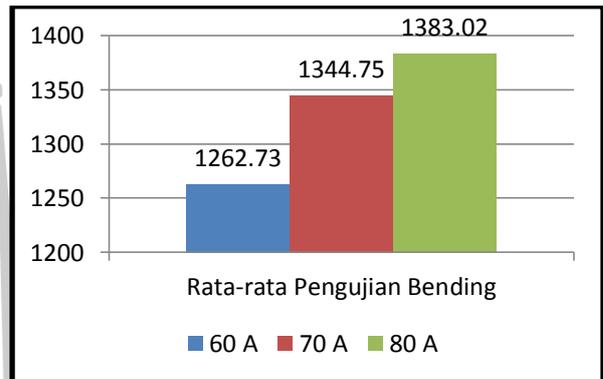
Hasil Pengujian Bending

Sesudah dilaksanakan pengujian, ditemukan data yang didapat melalui temuan uji *bending* adalah nilai beban tekuk maksimum. Untuk mengetahui nilai tegangan *bending* maka dapat dihitung dengan cara $\sigma_b = \frac{3Pl}{2bd^2}$ serta hasilnya bisa diamati didalam table berikut :

Tabel 2. Hasil Uji Kekuatan Tekuk

Spesimen	Beban Lengkung Max (P) (N)	Tegangan Bending ($\sigma_b = \frac{3Pl}{2bd^2}$) (N/mm ²)
60 A	1	9907.76
	2	10247.04
	3	10399.76
	4	10005.92
	5	9948.96
Rata-rata		1262.73

70 A	1	10725.28	1340.66
	2	10521.28	1315.16
	3	10960.32	1370.04
	4	10683.92	1335.49
	5	10899.52	1362.44
Rata-rata		1344.75	
80 A	1	11208.16	1401.02
	2	11093.20	1386.65
	3	10967.92	1370.99
	4	10852.08	1356.51
	5	11199.44	1399.93
Rata-rata		1383.02	



Gambar 9. Grafik Rata-rata Pengujian Tekuk

Berikut hasil pengujian tekuk variasi arus 60A, 70A dan 80 A :



Gambar 10. Hasil Spesimen Bending Variasi 60 A



Gambar 11. Hasil Spesimen Bending Variasi 70 A



Gambar 12. Hasil Spesimen Bending Variasi 80 A

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian ini diketahui bahwa nilai kekuatan tarik dan kekuatan tekuk yang didapatkan cenderung naik. Besarnya arus yang dipakai dalam tahap kajian ini memberikan efek pada besaran nilai kekuatan tarik serta nilai kekuatan tekuknya. Hal ini dikarenakan semakin signifikan arus pengelasan maka juga besar *heat input*. *Heat input* sendiri berpengaruh pada proses

pencairan raw material dan logam pengisi (Teddy, 2014), (Rasyid & Drastiawati, 2020), (Gumara & Drastiawati, 2021). Hal ini sesuai dengan rumus :

$$HI = \eta \frac{E I 60 \text{ kJ}}{V 1000 \text{ mm}}$$

Keterangan :
HI = Heat Input (kJ/mm)
E = Tegangan Listrik (Volt)
I = Besar arus (Ampere)
 η = Efisiensi mesin, untuk SMAW nilainya 0,9 (Malau, 2003)
v = Kecepatan pengelasan (mm/menit)

Dari rumusan diatas bisa diamati bahwa semakin besar arus dengan kecepatan yang sama, maka juga besar nilai *heat input* atau energi panasnya. Hal tersebut akan mempermudah dalam proses pencairan antara *raw material* dan logam pengisinya. Jadi dengan penggunaan arus yang lebih besar akan semakin besar pula *heat input* dan semakin baik hasil pengelasan dari spesimen tersebut (Gumara & Drastiawati, 2021).

Karena kesulitan memulai busur listrik dan sifat busur listrik yang tidak stabil, kekuatan tarik dan kekuatan lentur variasi arus 60A memiliki nilai terkecil. Panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan material, bangunan serta konduktor, serta perendaman yang hasilnya tidak ideal (Initial, 2013). Ukuran partikel turun pada titik ini, menyebabkan jarak antar kristal meningkat serta tautan melemah dan menjadi retak karena tingkat kehadiran yang sangat rendah (Raharjo, 2012). Karena material terbelah dengan cepat, daya yang dibutuhkan untuk menarik material lebih sedikit, dan akibatnya, hasil uji tarik dan uji tekuk varian 60 A mempunyai nilai terendah.

Nilai kekuatan tarik dan nilai kekuatan tekuk variasi arus 70A memiliki nilai yang lebih besar dari 60A namun lebih kecil dari 80A, pada variasi arus 70A ini penyalaan busur listrik sudah lebih baik dan lebih setabil.

Sebaliknya dengan variasi 80A, arus yang digunakan menghasilkan percikan busur yang sangat kuat serta tahap meleburnya elektroda lebih ringan dan konstan. Sehingga elektroda dan *raw material* dapat melebur dengan sempurna. Melalui penambahan kekuatan arus las, sebab itu terus mendekat serta ikatannya pun terus membesar bersamaan dengan kekuatan serta ketangguhannya juga terus bertambah (Raharjo, 2012). Dengan demikian bisa dikatakan bahwa vjenis arus 80A mempunyai angka kekuatan yang sangat besar daripada variasi arus 60A ataupun 70A.

Selain itu, terlihat bahwa hasil uji tarik dan uji tekuk berbeda untuk arus 60A, 70A, dan 80A rata-rata mengalami patah dan membelok di daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) karena HAZ merupakan bahan utama di sebelah zona las yang melewati periode pemanasan suhu selama pengelasan. serta pendinginan, menjadikan lokasi ini yang paling

penting untuk lapisan las karena pengukur regangan ditinggalkan pada area tersebut (Reinaldy, 2020). Sehingga daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) memiliki kekuatan material yang rendah akibat efek proses pengerjaan las dan mengakibatkan rata-rata pengujian tarik dan pengujian tekuk mengalami putus pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) tersebut.

Dikarenakan pada penelitian ini menggunakan variasi arus 60A, 70A dan 80A sehingga dapat dilihat semakin tinggi variasi arus dari 60A ke 80A maka semakin tinggi nilai kekuatan tarik dan nilai kekuatan tekuk diakibatkan efek dari *heat input* yang dihasilkan dari variasi arus pengelasan yang digunakan, pernyataan ini hanya berlaku pada penelitian ini karena jenis variasi arus yang digunakan hanya 60A, 70A dan 80A. Pernyataan ini tidak berlaku jika variasi arus, jenis material bahan, ketebalan bahan, elektroda dan jenis standard uji yang digunakan terlalu ekstrem atau terlalu berlebihan.

KESIMPULAN

Hasil uji tarik membuktikan bahwa arus pengelasan 80 A menghasilkan tegangan struktural rata-rata 384,27 N/mm² dan dengan demikian merupakan arus pengelasan yang ideal. Kekuatan tarik bertambah saat arus pengelasan meningkat pada jarak 60 A hingga 70 A serta 80 A.

Menurut bukti empiris dasar *bending*, arus pengelasan 80 A menghasilkan kuat lentur rata-rata 1383,02 N/mm², yang merupakan arus las ideal. Kekuatan lentur meningkat saat arus pengelasan meningkat dari 60 A menjadi 70 A dan 80 A.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Soeryanto, M.Pd. sebagai Kajur Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, Bapak Priyo Heru Adiwibowo, S.T., M.T. sebagai Kaprodi S1 Teknik Mesin, Ibu Novi Sukma Drastiawati, S.T., M.Eng. sebagai pembimbing skripsi, Bapak Djoko Suwito, M.Pd. sebagai penguji I, Bapak Iskandar, S.T. sebagai penguji II serta kedua Orang tua saya dan keluarga yang terus mendukung saya dalam menuntaskan skripsi saya, terhadap semua teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satupersatu yang selalu menyemangati saya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Ahmad Sopan. (2020). *Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Las SMAW Baja Karbon Rendah ST 37*, Universitas Pancasakti Tegal.
- Aska, Septyan Nasional. (2012). *Pengaruh Variasi Jumlah Layer Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik hasil Las Dissimilar Metal Baja ST 37 dengan Baja SUS 304*, Universitas Brawijaya.
- Bintoro, Gatot. (2000). *Dasar-dasar Pekerjaan Las*. Yogyakarta : Kanisius.

- Daryanto. (2012). *Teknik Las*. Bandung : Alfabeta.
- Gumara, R. A., & Drastiawati, N. S. (2021). PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK PENGELASAN METAL INERT GAS (MIG) TERHADAP KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN LAS PADA BAJA KARBON ASTM A36. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(03), 65-68.
- Rasyid, R., & Drastiawati, N. S. (2020). PENGARUH WAKTU PENGELASAN TITIK (SPOT WELDING) TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN GESER DAN DIAMETER NUGGET PADA BAJA SPEN 1, 6 mm. *Otopro*, 16(1), 1-6.
- Imran, Afrianto. (2018). *Analisa Pengaruh Gerakan Elektroda pada Pengelasan SMAW terhadap Uji Kekerasan dan Kekuatan Bending Baja ST 37*, Politeknik Negeri Bengkalis, 131-140
- Isbantoro, Wawan. (2017). *Pengaruh Arus Pengelasan dan Sudut Kampuh V Terhadap Kekuatan Tarik Material Pada Proses Las SMAW Menggunakan Elektroda E 7016*, Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- JIS Z 2201. (1998). *Test Piece for Tensile Test for Metallic Materials*.
- JIS Z 2248. (2006). *Metallic Materials-Bend Test*.
- Kenyon, W dan Ginting, Dines. (1985). *Dasar-dasar Pengelasan*. Jakarta : Erlangga.
- Khamid, Abdul. (2011). *Rancang Bangun Alat Uji Bending dan Hasil Pengujian Untuk Bahan Besi Cor*, Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
- Nur Khalifah, Aisyah. (2021). *Pengaruh Variasi Arus Pengelasan SMAW Pada Refinery Pipe ASTM A 106 Grade B Terhadap Kekuatan Impak dan Kekerasan*. Universitas Negeri Surabaya, JTM Volume 9 No 2 Tahun 2021, 37-44.
- Pramono, Teddy Andi. (2014). *Pengaruh Kuat Arus Pengelasan dan Jenis Elektroda Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Sambungan Las SMAW (Shielding Metal Arc Welding) Pada Baja ST 37*, Universitas Brawijaya.
- Santoso, Trinova Budi. (2015). *Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Las SMAW Dengan Elektroda E7016*, Universitas Negeri Malang, *Jurnal Teknik Mesin Tahun 23 No 1*, 56-64.
- Sunarni. (2007). *Teknik Pengelasan Logam*. Jakarta : Ganeca Exact.
- Syahrani, Awal. (2013). *Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Pada Hasil Pengelasan SM490*, Universitas Tadulako, Vol 4 No 2, 393-402.
- Wiriosumarto, Harsono dan Okumura, Toshie. (2014). *Teknik Pengelasan Logam*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Wiriosumarto, Harsono dan Okumura, Toshie. (2000). *Teknik Pengelasan Logam*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.