

**ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS SMAW MENGGUNAKAN  
ELEKTRODA E-6013 PADA RANGKA MESIN PENCACAH SAMPAH**

**STRENGTH ANALYSIS OF SMAW WELDING JOINTS USING E-6013 ELECTRODES  
ON WASTE SHREDDER MACHINE FRAME**

**<sup>1</sup>Rizky Taufik Hidayatullah, <sup>2</sup>Alfian Ady Saputra, <sup>3</sup>Wafiq Firnanda, <sup>4</sup>Muhammad Daffa Ilham Lindia, <sup>5</sup>Jahuri**

*<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pamulang Serang Kota Serang  
Jl. Raya Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183*

*email : <sup>1</sup>Mesinserang@unpam.ac.id*

**ABSTRAK**

Dalam menjalankan aktivitasnya, manusia menghasilkan barang sisa yang tidak dipakai lagi berupa sampah. Sampah merupakan limbah dari manusia ataupun masyarakat yang kebanyakan dibuang sembarangan ke alam, hal tersebut dikarenakan tingkat kesadaran masyarakat yang rendah akan kelestarian alam, sehingga akan berdampak terhadap kesehatan lingkungan yang berakibat negative terhadap tumbuhan, binatang maupun manusia itu sendiri. Akan tetapi pada rangka mesin pencacah sampah sering terjadi *crack*/patahan pada sambungan las rangka, Pada umum nya sambungan las rangka mesin pencacah sampah masih mengandalkan kekuatan sambungan las pada rangka untuk menopang mesin pecacah sampah. kekuatan tarik nilai rata-rata tertinggi pada tegangan terdapat pada arus pengelasan 90 A yaitu sebesar 0,94 Kg/mm<sup>2</sup>, diikuti oleh arus pengelasan 100A yaitu sebesar 0,84 Kg/mm<sup>2</sup>, dan arus pengelasan dengan 80A sebesar 0,72 Kg/mm<sup>2</sup>. untuk nilai rata-rata pada regangan nilai tertinggi terdapat pada arus 90 A yaitu sebesar 0,23% diikuti oleh arus pengelasan 100 A yaitu sebesar 0,17% dan arus pengelasan dengan 80 A sebesar 0,07%.

**Kata kunci : Mesin Pencacah, Rangka, Sambungan, SMAW**

**ABSTRACT**

*In carrying out their activities, humans produce leftover items that are no longer used in the form of waste. Garbage is waste from humans or society which is mostly thrown carelessly into nature, this is due to the low level of public awareness of nature conservation, so it will have an impact on environmental health which has negative consequences for plants, animals and humans themselves. However, in the frame of the waste chopper machine, cracks/fractures often occur in the welded joints of the frame. In general, the welded joints of the frame of the waste shredder machine still rely on the strength of the welded joints on the frame to support the waste shredder machine. The highest average value of tensile strength at voltage is found at a welding current of 90 A, namely 0.94 Kg/mm<sup>2</sup>, followed by a welding current of 100A, namely 0.84 Kg/mm<sup>2</sup>, and a welding current with 80A of 0.72 Kg/mm<sup>2</sup>. . for the average value of strain, the highest value is found at a current of 90 A, namely 0.23%, followed by a welding current of 100 A, namely 0.17% and a welding current of 80 A of 0.07%.*

**Keywords: Chopping Machine, Frame, Connection, SMAW**

**A. PENDAHULUAN**

Dalam menjalankan aktivitasnya, manusia menghasilkan barang sisa yang tidak dipakai lagi berupa sampah. Sampah merupakan limbah dari manusia ataupun masyarakat yang kebanyakan dibuang sembarangan ke alam, hal tersebut dikarenakan tingkat kesadaran masyarakat yang rendah akan kelestarian alam, sehingga akan berdampak terhadap kesehatan lingkungan yang berakibat negative terhadap tumbuhan, binatang

maupun manusia itu sendiri. Sebagian dari sampah tersebut yang berupa sampah anorganik sulit sekali terurai, hingga butuh tahunan bahkan ratusan tahun untuk bisa mengurainya di alam. Adapun bentuk limbah yang sering dibuang sembarangan di alam antara lain padat, cair, gas ataupun pasta. Kegiatan membuang sampah sembarangan tersebut juga banyak dilakukan masyarakat desa yang tinggal di hulu sungai yang hilirnya terdapat di kota sehingga selain mengakibatkan pencemaran lingkungan juga akan mengakibatkan banjir di daerah perkotaan yang letaknya di hilir sungai. Sampah organik dapat merusak kelestarian lingkungan juga mengganggu kesehatan masyarakat. Pencemarannya yang bisa melalui udara, air, tanah, maupun kontak dengan organisme lain yang dapat menimbulkan penyakit. Dampak dari sampah organik tersebut juga dapat menimbulkan bau tidak sedap sehingga mengganggu aktivitas bagi masyarakat sekitar serta meningkatnya penyakit yang dibawa oleh nyamuk, tikus hingga lalat. Oleh karena itu, penting bagi kita menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan. Untuk mewujudkan hal tersebut, banyak komunitas, unit usaha maupun kegiatan sosial masyarakat mulai mengadakan program yang berkaitan dengan kebersihan lingkungan dan pengolahan sampah yang kondisi sekarang ini sangat memprihatinkan dimana masyarakat membuang sampah sembarangan. Salah satu cara untuk mengurangi dampak resiko sampah adalah dengan menguraikan sampah menjadi sesuatu yang berguna bagi masyarakat. Akan tetapi hal itu sulit dilakukan jika tanpa adanya bantuan mesin pencacah sampah. Program penanganan sampah antara lain dengan pengolahan sampah dari rumah tangga menggunakan alat pencacah sampah organik sehingga mempercepat proses dekomposisi menjadi pupuk organik, yang pada akhirnya akan memberi nilai tambah sampah menjadi bernilai ekonomis. (Rahayu et al., 2021). Akan tetapi pada rangka mesin pencacah sampah sering terjadi *crack*/patahan pada sambungan las rangka. Pada umumnya sambungan las rangka mesin pencacah sampah masih mengandalkan kekuatan sambungan las pada rangka untuk menopang mesin pecacah sampah. Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan Analisa kekuatan rangka mesin pencacah yang sudah ada dan mengganti metode pengelasannya. Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpajangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik. (Salindeho et al., 2018).

## II. METODE PELAKSANAAN

**2.1** Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang berpengaruh. Eksperimen dilaksanakan di laboratorium dengan kondisi dan peralatan yang diselesaikan guna memperoleh data tentang uji kekuatan tarik dan uji impact pada sambungan las dengan elektroda E6013 dengan diameter 2 mm.

### 2.2 Identifikasi masalah

Dalam penelitian ini 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 kumpuh las dengan variasi arus yang berbeda untuk membandingkan hasil yang konstan pada material dengan melakukan pengujian tarik dan melakukan pengujian impact.

### 2.3 Perencanaan Percobaan

Jumlah sampel material 6 buah, untuk uji tarik 3 buah dan uji impact 3 buah spesimen untuk proses penyambungan menggunakan las listrik dengan perbandingan arus 80, 90 dan 100 ampere.

### 2.4 Alat Pengujian Penelitian

#### 1. Alat Uji Tarik

Alat uji tarik ini merupakan salah satu alat uji sifat mekanik untuk mengetahui kekuatan material terhadap gaya tarik. Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinyu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan regangan. Tegangan dapat diperoleh dengan membagi beban dengan luas penampang mula benda uji. Tegangan dapat diperoleh dengan membagi beban dengan luas penampang mula benda uji.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana :  $\sigma$  = Tegangan nominal (kg/mm<sup>2</sup>)

$F_u$  = Beban maksimal (kg)

$A_o$  = Luas penampang mula dari penampang batang ( $\text{mm}^2$ )

Regangan (persentase pertambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur ( $\Delta L$ ) dengan panjang ukur mula-mula benda uji.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% = \frac{L - L_o}{L_o} \times 100\%$$

Dimana:  $\varepsilon$  = Regangan (%)

$L$  = Panjang akhir (mm)

$L_o$  = Panjang awal ( mm)

Pembebanan tarik dilakukan terus-menerus dengan menambahkan beban sehingga akan mengakibatkan perubahan bentuk pada benda berupa pertambahan panjang dan pengecilan luas permukaan dan akan mengakibatkan kepatahan pada beban. Persentase pengecilan yang terjadi dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut

$$q = \frac{\Delta A}{A_o} \times 100\% = \frac{A_o - A_1}{A_o} \times 100\%$$

Dimana:  $q$  = Reduksi penampang (%)

$A_o$  = Luas penampang mula ( $\text{mm}^2$ )

$A_1$  = Luas penampang akhir ( $\text{mm}^2$ )

Pada Gambar 1. dibawah ini Penggunaan Alat Uji Tarik ini bertempat di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pamulang.



Gambar 1. Mesin Uji Tarik

(Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pamulang, 2023)

## 2. Alat Uji Impact

Uji impact adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Pada uji impact terjadi proses penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk spesimen. Energi yang diserap material ini dapat dihitung dengan

menggunakan prinsip perbedaan energi potensial. Proses penyerapan energi ini akan diubah menjadi berbagai respon material, yaitu:

- a. Deformasi Plastis
- b. Efek Hysteresis
- c. Efek Inersia

Prinsip pengujian impact ini adalah menghitung energi yang diberikan oleh beban (pendulum) dan menghitung energi yang diserap oleh spesimen. Pada saat beban dinaikkan pada ketinggian tertentu, beban memiliki energi potensial maksimum, kemudian saat akan menumbuk spesimen, energi kinetik mencapai maksimum. Energi kinetik maksimum tersebut akan diserap sebagian oleh spesimen hingga spesimen tersebut patah. Pada Gambar 2. dibawah ini Penggunaan alat ini bertempat di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pamulang.



Gambar 2. Alat Uji Impact

(Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pamulang)

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Perhitungan Uji Tarik Pribadi

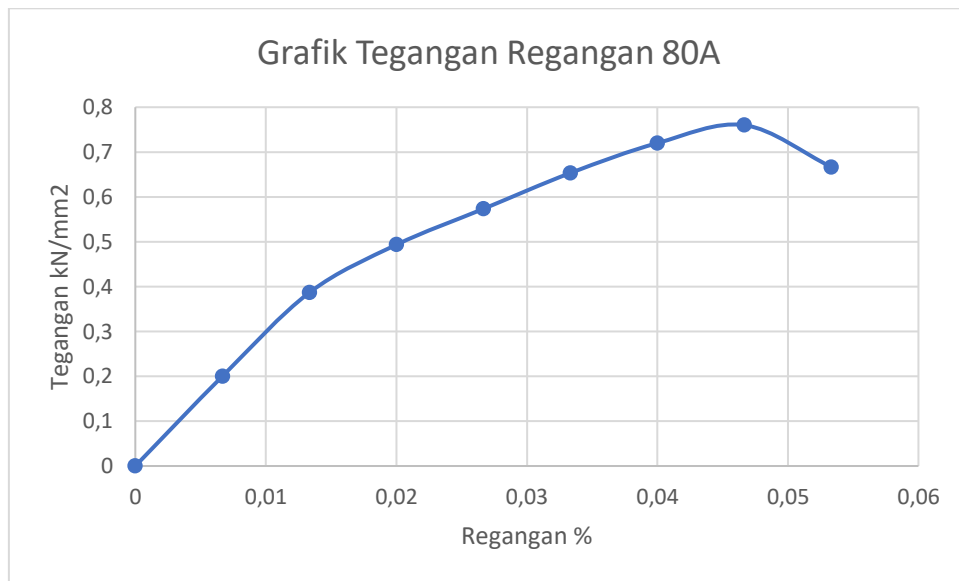
Hasil perhitungan Uji Tarik Arus 80 A, 90 A, dan 100 A. Tegangan tarik dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara beban maksimum yang dicapai selama percobaan uji tarik dengan luas penampang batang mula-mula. Pengujian dilakukan dengan cara mencekam atau menjepit kedua sisi ujung spesimen yang berlawanan arah sampai spesimen putus atau patah. Tujuan dari pengujian tarik adalah untuk mengetahui nilai kekuatan tarik rata-rata tegangan (*Stress*), regangan (*Strain*) dan modulus elastisitas rata-rata dari hasil pengelasan plat baja UNP.

Pada tabel 1. dibawah ini menunjukkan perhitungan uji tarik 80A, 90A Dan 100A sebagai berikut :

Variable	Pengujian ke	Tegangan (Stress) (Kg/mm <sup>2</sup> )	Regangan (Strain) (%)	Modulus Elastisitas (Kg/mm <sup>2</sup> )
<b>80A</b>	1	0,76	0,1	0,69
	2	0,73	0,08	0,67
	3	0,69	0,04	0,66
	<b>Rata -rata</b>	<b>0,72</b>	<b>0,07</b>	<b>0,67</b>
<b>90A</b>	1	0,93	0,23	0,75
	2	0,90	0,21	0,73
	3	0,96	0,26	0,76
	<b>Rata – rata</b>	<b>0,93</b>	<b>0,23</b>	<b>0,74</b>
<b>100A</b>	1	0,84	0,18	0,71
	2	0,81	0,14	0,69
	3	0,88	0,19	0,72
	<b>Rata – rata</b>	<b>0,84</b>	<b>0,17</b>	<b>0,70</b>

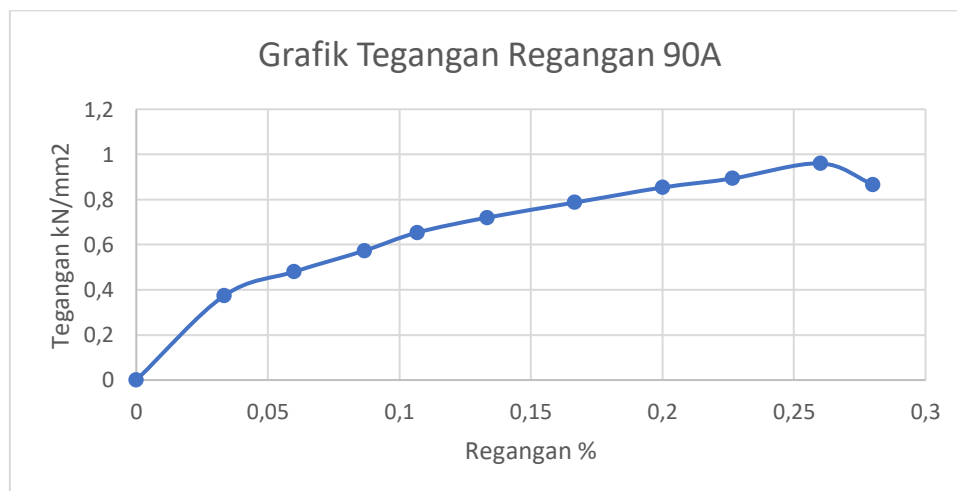
Hasil Perhitungan Uji Tarik Dengan Variasi Arus 80,90,100A Dapat dilihat pada table diatas terlihat kekuatan tarik nilai rata-rata tertinggi pada tegangan terdapat pada arus pengelasan 90 A yaitu sebesar 0,94 Kg/mm<sup>2</sup>, diikuti oleh arus pengelasan 100A yaitu sebesar 0,84 Kg/mm<sup>2</sup>, dan arus pengelasan dengan 80A sebesar 0,72 Kg/mm<sup>2</sup>. untuk nilai rata-rata pada regangan nilai tertinggi terdapat pada arus 90 A yaitu sebesar 0,23% diikuti oleh arus pengelasan 100 A yaitu sebesar 0,17% dan arus pengelasan dengan 80 A sebesar 0,07%. Uji tarik merupakan salah satu pengujian yang bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat atau karakter suatu bahan tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan menarik material untuk mengetahui sejauh mana bahan tersebut dapat bertambah panjang dan hingga mengalami deformasi. Deformasi yang dialami suatu bahan adalah deformasi elastis dan deformasi plastis, kemudian akan mengalami tegangan dan regangan. Besar tegangan yang terjadi dipengaruhi oleh besar gaya yang bekerja dan ukuran bahan. Dalam menunjang pengujian Tarik, Alat untuk uji tarik ini harus memiliki cengkraman (Grip) yang sangat kuat dan kekakuan yang tinggi (highly stiff) Faktor kekuatan uji tarik pada bahan ini Berikut

merupakan gambar 2. dari hasil pengujian tarik nilai tengangan dan regangan dengan arus 80 A.



Gambar 2. Diagram Nilai Regangan Dan Tegangan Uji Tarik 80 A .

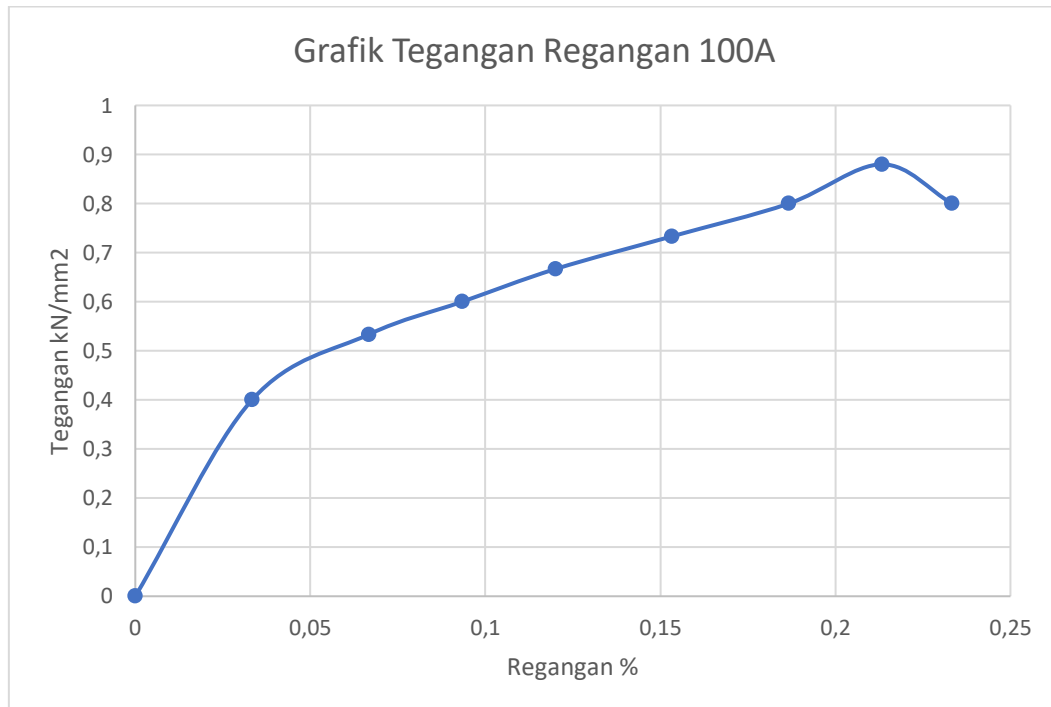
Menunjukkan perubahan grafik dari deformasi elastis menjadi defomasi plastis perubahan tersebut terjadi pada nilai 0,76 Kg/mm<sup>2</sup> dan fenomena fracture terjadi pada saat regangan bertambah 0,7 % , Nilai Tegangan dan Regangan sebelum terjadi nya patahan. Pertambahan panjang ini terjadi akibat gaya yang diberikan hingga mencapai putus. Berikut merupakan Gambar 3. dari hasil pengujian tarik nilai tengangan dan regangan dengan arus 90 A.



Gambar 3. Diagram Nilai Regangan Dan Tegangan Uji Tarik 90A.

Pada (Diagram 4.1) menunjukkan perubahan grafik dari deformasi elastis menjadi defomasi plastis perubahan tersebut terjadi pada nilai 0,88 Kg/mm<sup>2</sup> dan fenomena fracture terjadi pada saat regangan bertambah 0,19 % , Nilai Tegangan dan Regangan

sebelum terjadi nya patahan. Pertambahan panjang ini terjadi akibat gaya yang diberikan hingga mencapai putus. Berikut merupakan gambar 4. dari hasil pengujian tarik nilai tegangan dan regangan dengan arus 100A.



Gambar 4. Diagram Nilai Regangan Dan Tegangan Uji Tarik 100A.

Pada gambar 4. menunjukkan perubahan grafik dari deformasi elastis menjadi deformasi plastis perubahan tersebut terjadi pada nilai  $0,96 \text{ Kg/mm}^2$  dan fenomena fracture terjadi pada saat regangan bertambah  $0,26 \%$ , Nilai Tegangan dan Regangan sebelum terjadi nya patahan. Pertambahan panjang ini terjadi akibat gaya yang diberikan hingga mencapai putus.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### a) Kesimpulan

Kekuatan tarik nilai rata-rata tertinggi pada tegangan terdapat pada arus pengelasan 90 A yaitu sebesar  $0,94 \text{ Kg/mm}^2$ , diikuti oleh arus pengelasan 100A yaitu sebesar  $0,84 \text{ Kg/mm}^2$ , dan arus pengelasan dengan 80A sebesar  $0,72 \text{ Kg/mm}^2$ . untuk nilai rata-rata pada regangan nilai tertinggi terdapat pada arus 90 A yaitu sebesar  $0,23\%$  diikuti oleh arus pengelasan 100 A yaitu sebesar  $0,17\%$  dan arus pengelasan dengan 80 A sebesar  $0,07\%$ . dan hasil pengujian impak yang telah dilakukan terhadap sambungan las SMAW pada pelat baja UNP menunjukkan bahwa harga impak pada variasi arus 80 A sebesar  $0,28 \text{ J/mm}^2$ , variasi arus 100 A sebesar  $0,31 \text{ J/mm}^2$  dan variasi arus 120 A sebesar  $0,30 \text{ J/mm}^2$ . Harga impak mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya kuat arus dari 80



A sampai dengan arus 90 A dan penggunaan media pendingin oli membantu mempercepat laju pendinginan. Namun mengalami penurunan pada arus 100 A. Hal ini disebabkan karena masukan panas yang dihasilkan semakin berlebih sehingga kecenderungan memberikan peneterasi yang lebih menonjol dan terkadang karena masukan panas yang terlalu tinggi akan menyebabkan logam las menjadi getas, sehingga ketika dilakukan pengujian impak nilai kekuatan impaknya mengalami penurunan. Masukan panas yang terlalu tinggi juga membuat laju pendinginan menjadi lambat sehingga memperbesar kemungkinan terjadinya penggetasan.

#### **b) Saran**

Saran yang mungkin suatu saat dapat berguna dalam proses pembuatan atau pengembangan penelitian yang akan datang, saran penulis antara lain sebagai berikut :

- Pada saat proses pembentukan specimen pengujian agar memperhatikan ukuran yang memenuhi standar standart pengujian uji tarik dan uji impact.
- Pada saat melakukan pengujian pada mesin uji tarik dan uji impact harus yang memenuhi standart dalam melakukan pengujian dikarenakan mesin yang ada di lab kurang memadai.

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Terimakasih saya Ucapkan Kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang kampus Serang, rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dan serta Tim peneliti dari Teknik Mesin dan Semua Pihak yang sudah berperan aktif dan sudah berkontribusi dan mendukung baik scara moral ataupun material

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anggraeni, S. D., Pratikno, H., & Hadiwidodo, Y. S. (2017). Studi Perbandingan Proses Pengelasan Smaw Pada Lingkungan Darat Dan Bawah Air Terhadap Ketahanan Uji Bending Weld Joint Material A36. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/J23373539.V5i2.18096>
- Arus, K. (2021). Analisa Kekuatan Sambungan Las Smaw Menggunakan Material Aisi 1050 Dengan Variasi Arus. 5(2).
- Azwinur1, M. (2015). Pengaruh Jenis Elektroda Pengelasan Smaw Terhadap Sifat Mekanik Material Ss400. 1803(Spring), 6–12.
- Balaka, R., Kadir, A., & Tolantomo, D. S. (2016). Analisis Pengaruh Arus Pengelasan Pada Sudut Elektroda 70 Terhadap Sifat Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Menggunakan Jig Welding. *Enthalpy*, 2(2), 50–55.
- Cahyanto, S. (2018). Analisa Variasi Arus Terhadap Hasil Welding Procedure Specification (Wps) Dan Procedure Qualification Record (Pqr) Pada Pipa 6'' Sch

- 120 Dengan Material Stainless Steel 304. 1–64.
- Izzaty, R. E., Astuti, B., & Cholimah, N. (2019). Analisa Kekuatan Sambungan Las SMAW Vertikal Horizontal Down Hard Pada Plate Baja Jis 3131 SPHC Dan Staunless Steel 201 Dengan Aplikasi Penyangga Piles Transfer Di Mesin Thermoforming (Stacking Unit ). *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Joko Santoso. (2013). Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las Smaw Dengan Elektroda E7018. Skripsi, 1–125.
- Kurniawan, A. S., Rr, S., & Puspitasari, P. (2014). Analisis Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja St.41 Akibat Perbedaan Ayunan Elektroda Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik Mesin*, 22(2), 1–12.
- Lhokseumawe, P. N., Pengantar, K., Alwie, Rahayu Deny Danar Dan Alvi Furwanti, Prasetio, A. B., & Andespa, R. (2020). Tugas Akhir Tugas Akhir. *Jurnal Ekonomi* Volume 18, Nomor 1 Maret201, 2(1), 41–49.
- Nugraha, Kurnia K., B. (2016). Rancang Bangun Generator Las Listrik 150A (Design Las Electricity Generator 150 A). Undergraduate Thesis, 4–22. [Http://Eprints.Undip.Ac.Id/50910/3/Bab\\_Ii.Pdf](http://Eprints.Undip.Ac.Id/50910/3/Bab_Ii.Pdf)
- Nugroho, F. (2014). Studi Komparasi Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Impak, Kekerasan, Dan Struktur Mikro Sambungan Las Pegas Daun Baja Sup 9 Pada Proses Las Smaw. *Paper Knowledge . Toward A Media History Of Documents*, 7(2), 107–115.
- Pratama, S. (2019). Bab II Landasan Teori. *Journal Of Chemical Information And Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Rahayu, N. S., Rohman, A., & Muzaka, K. (2021). Penerapan Teknologi Mesin Pencacah Sampah Organik Rumah Tangga Di Desa Pesucen Kabupaten Banyuwangi. 2(2), 73–76.
- Rinaddin, M. F. (2015). Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Mekanik Material Komposit Berpenguat Jerami Padi Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Impak. 3, 103–111.
- Riswansyah, L. (2020). Pengaruh Kuat Arus Dan Jenis Elektroda Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Pada Pengelasan Smaw. *Tugas Akhir*, 13(1), 43–50.
- Salindeho, R. D., Soukota, J., & Poeng, R. (2018). Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material. *Jurnal J-Ensitem*, 3(1), 1–11.
- Suprijanto, D. (2013). Pengaruh Bentuk Kampuh Terhadap Kekuatan Bending Las Sudut Smaw Posisi Mendatar Pada Baja Karbon Rendah. *Jurusan Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta*, 8, 91–96.
- Syahrani, A., Sam, A., & Chairulnas. (2013). Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Pada Hasil Pengelasan SM490. *Jurnal Mekanika*, 4(2), 393402