

NILAI AMPERE PENGELASAN SMAW DENGAN MENGGUNAKAN ELEKTRODA 6013

Maryadi¹, Rozy Hidayatullah²

Program Studi Teknik Mesin FST, Universitas Islam As-Syafi'iyah
Jl. Raya Jatiwaringin, P.O. Box 7725 Jat CM Jakarta 13077, Indonesia
Email: maryadimesinuia@gmail.com rozytanker26@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dibidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan. Pengelasan mempunyai peran penting dalam rekayasa logam. Sambungan las yang baik akan sangat mempengaruhi terhadap pengelasan material karbon rendah, sedang dan tinggi pada proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*). Industri perkapalan di Indonesia banyak menggunakan jenis plat 10 mm, dalam kenyataannya pengelasan menggunakan material plat 10 mm sangat sulit dilakukan terutama dalam menentukan jumlah ampere yang harus digunakan agar hasil pengelasan dikatakan baik. Tujuan penelitian ini adalah menentukan nilai ampere yang baik pada pengelasan SMAW menggunakan material plat 10 mm A36 dengan elektroda E6013. Dengan menggunakan uji tarik dan uji mikro dengan terlebih dahulu menggunakan bahan percobaan berupa plat dengan tipe A36 yang di las menggunakan elektroda E6013. Dengan sampel berbentuk plat berjumlah 12 buah dengan menggunakan ampere yang berbeda-beda yaitu 70, 110 dan 160 ampere. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ampere yang paling baik dan di rekomendasikan untuk digunakan dalam pengelesan sebesar 110 ampere. Dengan nilai ampere sebesar ini akan menghasilkan material las yang tidak mudah putus. Sehingga pada prakek di lapangan jika nilai ampere ini digunakan akan menghasilkan produk yang lebih baik, lebih tahan lama dan memiliki nilai jual produk yang lebih baik.

Kata kunci: A36, E6013, Ampere, Pengelasan.

ABSTRACT

Technological developments in the increasingly advanced construction sector cannot be separated from welding. Welding has an important role in metal engineering. A good welding connection will greatly affect the welding of low, medium and high carbon materials in the SMAW (Shield Metal Arc Welding) welding process. The shipping industry in Indonesia uses a lot of 10 mm plate types, in reality welding using 10 mm plate materials is very difficult, especially in determining the number of amperes that must be used so that the welding results are said to be good. The purpose of this study was to determine a good amperage value for SMAW welding using a 10 mm A36 plate material with an E6013 electrode. By using a tensile test and a micro test by first using the experimental material in the form of a plate with type A36 which is welded using an E6013 electrode. With plate-shaped samples totaling 12 pieces using different amperes, namely 70, 110 and 160 amperes. From the results of the study it can be concluded that the best amperage and recommended for use in welding is 110 amperes. With an amperage value of this size, it will produce welding material that is not easily broken. So that in practice in the field, if this ampere value is used, it will produce a better product, more durable and have a better product selling value.

Keywords: A36, E6013, Ampere, Welding.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat di pisahkan dari pengelasan. Pengelasan mempunyai peran penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun. Sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar di peroleh sambungan dengan kualitas baik. Sambungan las yang baik akan sangat mempengaruhi terhadap pengelasan material karbon rendah, sedang dan tinggi pada proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*).

Untuk mendapatkan hasil yang optimal pada logam dasar salah satunya dapat dilakukan mengatur ampere pada proses pengelasan sehingga didapatkan hasil las yang diinginkan. Dengan ampere yang berbeda-beda akan mempengaruhi karakteristik dan sifat mekanik pada sambungan las tersebut (BLK, 2002). Pengelasan cair adalah suatu cara pengelasan di mana benda yang akan di sambung di panaskan sampai mencair dengan sumber energi panas. Cara pengelasan yang banyak di gunakan adalah pengelasan cair dengan busur las listrik dan gas (BLK, 2002).

Mesin las SMAW menurut arusnya di bedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau *Direct Current* (DC), mesin las arus bolak balik atau *Alternating Current* (AC) dan mesin las ganda yang merupakan mesin las yang dapat di gunakan untuk pengelasan dengan arus bolak balik (AC) (BLK, 2002). Mesin arus DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritas lurus dan polaritas terbalik. Mesin las DC polaritas lurus AC, DC. dan DC di bagi menjadi 2 yaitu DC- & DC+ (BLK, 2002).

American Welder Society (AWS) telah menetapkan standar pengelasan yang baik. Standar pengelasan yang baik menurut AWS menggunakan ampere berkisar 70 – 140 ampere. Indonesia tidak memiliki standar pengelasan sendiri sehingga dalam penerapannya mengacu kepada banyak standar yang menyebabkan ketidakpastian variabel yang digunakan untuk menghasilkan pengelasan yang baik.

Industri perkapalan di Indonesia banyak menggunakan jenis plat 10 mm (*structural steel 400/SS-400*). Dalam kenyataannya pengelasan menggunakan material plat 10 mm sangat sulit dilakukan terutama dalam menentukan jumlah ampere yang harus digunakan agar hasil pengelasan dikatakan baik. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan sebuah penelitian yang khusus berbicara tentang penentuan ampere yang harus digunakan dalam menghasilkan pengelasan yang baik.

Material plat 10 mm (SS-400) memiliki berbagai tingkatan kualitas, salah satunya menggunakan material bertipe A36. Material A36 merupakan material dengan *grade A* atau kualitas nomer satu menurut standar nasional baja (Kraakatau Steel). Dalam melakukan pengelasan yang baik, biasanya digunakan elektroda dengan jenis E6013. Elektroda E6013 secara standar digunakan dalam berbagai jenis pengelasan, baik pengelasan vertikal, horizontal, *middle* dan *overhead*.

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan di atas, maka diperlukan penelitian yang membahas tentang pengelasan plat 10 mm (SS-400) dengan menggunakan material A36 dan jenis elektroda E6013. Dengan menggunakan material di atas, akhirnya dapat ditentukan berapakah nilai ampere yang arus digunakan agar pengelasan itu baik dan benar. Sehingga tujuan penelitian ini adalah menganalisa penentuan nilai ampere yang baik pada pengelasan SMAW

menggunakan material plat 10 mm dan material A36 dengan elektroda E6013.

Pengelasan dalam bidang konstruksi sangat luas penggunaannya meliputi konstruksi jembatan, perkapalan, industri karoseri dan lain sebagainya. Disamping untuk konstruksi las juga dapat untuk mengelas cacat logam pada hasil pengecoran logam. Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari pernyataan di atas dapat disimpulkan bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Energi panas yang digunakan untuk mencairkan logam pada proses pengelasan dapat berasal dari pembakaran gas, sinar elektron, gesekan, gelombang ultrasonik, tahanan listrik, atau busur listrik (Wiryosumatro, 1979).

Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan. Proses pengerjaan pengelasan harus mengikuti standar tertentu yang telah ada seperti: ASME (*American Society of Mechanical Engineers*), API (*American Petroleum Institute*). AWS (*American Welding Society*) (Sonawan dan Suratman, 2003).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Las SMAW

Las SMAW yang berasal dari kata *Shield Metal Arc Welding* adalah Proses pengelasan yang menggunakan material dasar atau logam induk dan

elektroda (kawat las). Panas tersebut di timbulkan oleh lompatan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan di las). Panas yang timbul dari lompatan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000 °C sampai 4500 °C. (AWS, 2010).

Proses terjadinya pengelasan karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek dan saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (*welder*) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas. Panas akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektroda dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (*weld metal*). (AWS, 2010).

Untuk menghasilkan busur yang baik dan konstan tukang las harus menjaga jarak ujung elektroda dan permukaan material dasar tetap sama. Ada pun jarak yang paling baik adalah sama dengan diameter elektroda yang dipakai, misalnya kawat las (elektroda) 3,2 mm maka jarak yang baik antara material dasar dengan ujung elektroda adalah sekitar 3 mm juga. (AWS, 2010).

Pada proses pengelasan logam dengan teknik pengelasan *shield metal arc welding* (SMAW) kuat arus listrik yang digunakan dalam proses penyambungan logam merupakan indikator penting yang perlu diperhatikan, Hal ini dikarenakan kuat arus listrik menentukan besarnya panas yang dihasilkan dari busur listrik pada nyala di ujung *electrode* yang di gunakan. Semakin besar kuat arus listrik yang di berikan maka semakin besar pula (*heat input*) panas yang dihasilkan untuk mencairkan logam dasar dan logam penyambung (elektroda), dan sebaliknya semakin kecil kuat arus yang diberikan maka semakin kecil pula panas yang

dihasilkan untuk mencairkan logam induk dan logam penyambung atau elektroda (Santoso, 2006).

2.2 Macam – Macam Cacat Las

Hasil pengelasan yang tidak memenuhi syarat yang sudah di tuliskan di standar (ASME IX, API, ASTM). Penyebab cacat las yang direncanakan adanya prosedur pengelasan yang salah, persiapan yang kurang dan juga dapat disebabkan oleh peralatan serta *consumable* yang tidak sesuai standar. Jenis cacat las pada pengelasan ada berapa tipe yaitu cacat las internal (berada di dalam hasil lasan) dan cacat las visual (dapat dilihat dengan mata) Jika kita ingin mengetahui *defect* atau cacat pengelasan internal maka kamu memerlukan alat uji seperti *ultrasonic Test* dan *Raiography Test* untuk pengujian yang tidak merusak, sedangkan untuk uji *Bending* atau *makro*. Untuk jenis – jenis cacat pengelasan *visual* atau *surface* anda dapat menggunakan pengujian *Penetrant Test*, *Magnetic Test* atau kaca pembesar.

Untuk anda yang berkerja di bidang inspeksi tentunya harus mengetahui dan paham macam-macam pengelasan. Karena jika tidak paham, maka hal tersebut dapat membahayakan para pengguna produk kita. Karena pekerjaan ini sangat penting untuk keselamatan dan suksesnya produk tersebut.

2.3 Tegangan Tarik

Tegangan tarik adalah besar gaya tarik dibagi dengan luas penampang suatu benda. Tegangan tarik termasuk gaya persatuan luas, sehingga rumusnya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\sigma = F/A \quad (1)$$

Dimana :

σ = Tegangan tarik (N/mm²)

F = Gaya yang bekerja/beban (N)

A = Luas awal penampang (mm²)

2.4 Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon \epsilon} \quad (2)$$

Dimana :

E = Modulus elastisitas (N/mm²)

σ = Tegangan tarik (N/mm²)

ϵ = Regangan

3. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada kurun waktu sekitar bulan Agustus 2019 sampai dengan September 2019 dengan bertempat di BLK Condet sebagai lokasi pengujian untuk uji tarik dan uji mikro.

3.2 Variabel Penelitian

Tabel 1. Variabel Penelitian

| Variabel 1 (Ampere) | Variabel 2 Uji Tarik (N/mm ²) | Indikator |
|------------------------|---|--|
| 70 | Pengujian 1 | Putus di Pengelasan atau Putus di Plat |
| | Pengujian 2 | Putus di Pengelasan atau Putus di Plat |
| | Pengujian 3 | Putus di Pengelasan atau Putus di Plat |
| 110 | Pengujian 4 | Putus di Pengelasan atau Putus di Plat |
| | Pengujian 5 | Putus di Pengelasan atau Putus di Plat |
| | Pengujian 6 | Putus di Pengelasan atau Putus di Plat |
| 160 | Pengujian 7 | Putus di Pengelasan atau Putus di Plat |
| | Pengujian 8 | Putus di Pengelasan atau Putus di Plat |
| | Pengujian 9 | Putus di Pengelasan atau Putus di Plat |

Tabel 2. Variabel Penelitian (lanjutan)

| Variabel 1 Uji Mikro (Ampere) | Variabel 2 Uji Mikro (Pembesaran) | Indikator |
|-------------------------------------|---|------------------|
| 70 | 200 mikron | Gambar Uji Mikro |
| 110 | 200 mikron | Gambar Uji Mikro |
| 160 | 200 mikron | Gambar Uji Mikro |

3.3 Alat dan Bahan



Gambar 1. Alat uji tarik Testing Machine 100 T, GT7001 – LG, SN : TC 08 01 393, Cap : 1 Ton di BLK Condet



Gambar 2. Bahan Uji Tarik

3.4 Prosedur Pengujian

- Mengukur benda uji ukuran standar.
- Mengukur panjang awal (l_0) atau *gage length* dan luas penampang irisan benda uji.
- Mengukur benda uji pada pegangan (*grip*) atas dan pegangan bawah pada mesin uji tarik.

- Nyalakan mesin uji tarik dan lakukan pembebanan tarik sampai benda uji putus.
- Mencatat beban luluh dan beban putus yang terdapat pada skala.
- Melepaskan benda uji pada pegangan atas dan bawah, kemudian satukan keduanya seperti semula.

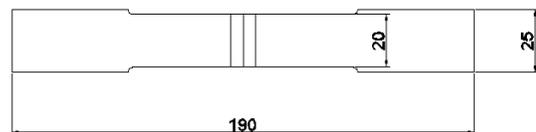
3.5 Teknik Analisa Data

Setelah melakukan uji tarik dan uji mikro, maka teknik analisa yang digunakan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Pada pengujian uji tarik, data percobaan yang diambil dari BLK Condet kemudian dilakukan interpretasi hasil pengujian. Interpretasi dilakukan dengan melihat hasil uji dimana apakah pengujian menghasilkan bahan uji yang putus. Putus terlihat pada grafik hasil uji dan dapat ditentukan apakah putus terjadi pada plat ataupun terjadi pada pengelasan. Dari hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan standar yang ada sehingga mendapatkan hasil penelitian.
- Pada pengujian uji mikro, data percobaan yang diambil dari Lab UI kemudian dilakukan interpretasi hasil pengujian. Dari hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan standar yang ada sehingga mendapatkan hasil penelitian.

4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Bahan Uji



Gambar 3. Bahan Uji

| | |
|---------|----------|
| Panjang | = 190 mm |
| Tebal | = 9 mm |
| Lebar 1 | = 25 mm |
| Lebar 2 | = 20 mm |

4.2 Hasil Uji Kekuatan Tarik

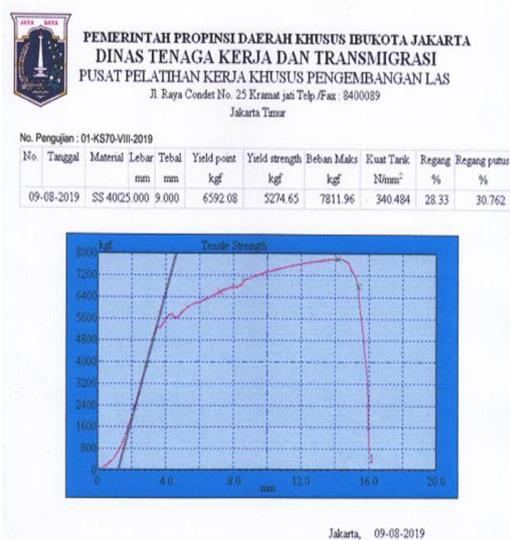
Pengujian tarik yang dilakukan di labotarium *metalurgi* Balai Latihan Kerja Condet Jakarta timur di peroleh data – data sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Uji Tarik

| No Pengujian | Ampere | Uji Tarik (N/mm ²) |
|--------------|--------|--------------------------------|
| 1 | 70 | 340,484 |
| 2 | 70 | 212,679 |
| 3 | 70 | 143,179 |
| 4 | 110 | 277,745 |
| 5 | 110 | 337,941 |
| 6 | 110 | 329,828 |
| 7 | 160 | 234,513 |
| 8 | 160 | 285,812 |
| 9 | 160 | 192,177 |

4.2.1 Hasil Pengujian 1

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan dan pengujian 1 dengan benda uji pada ampere 70



Gambar 4. Hasil pengujian 1

Perhitungan regangan pada benda uji dengan ampere 70 adalah sebagai berikut :

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

$$\sigma = \frac{F}{A_e} = \frac{F}{t_e} = \frac{F}{t.L}$$

$$= \frac{7811,96 \text{ kgf}}{25 \times 9 \text{ mm}}$$

$$= \frac{7811,96 \text{ kgf}}{225 \text{ mm}^2}$$

$$= 34,719 \text{ kgf/mm}^2$$

$$= 340,484 \text{ N/mm}^2$$

Modulus elastisitas pada benda uji dengan ampere 70 adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$E = Y = \frac{F}{A} : \frac{\Delta L}{l_0}$$

Dimana,

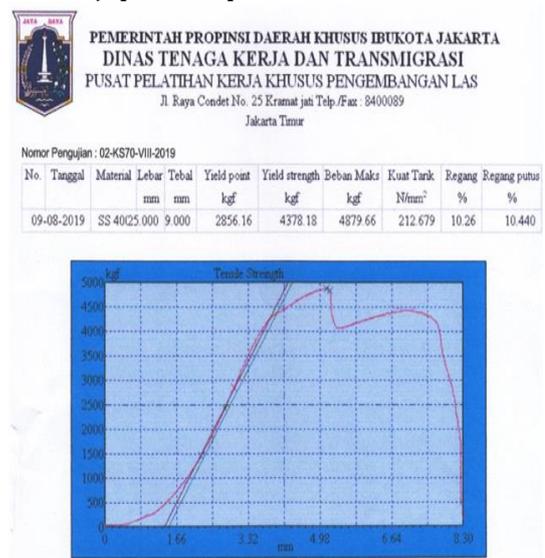
$$\frac{F}{A} = 340,484 \text{ N/mm}^2 \text{ dan } \frac{\Delta L}{l_0} = 30,762 \%$$

$$Y = (340,484 \text{ N/mm}^2) : (30,762 \%)$$

$$Y = 99,096 \text{ N/mm}^2$$

4.2.2 Hasil Pengujian 2

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan dan pengujian 2 dengan benda uji pada ampere 70



Gambar 5. Uji Tarik Percobaan 2

Perhitungan regangan pada benda uji dengan ampere 70 adalah sebagai berikut:

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

$$\sigma = \frac{F}{A_e} = \frac{F}{t_e} = \frac{F}{t.L}$$

$$= \frac{4879,66 \text{ kgf}}{25 \times 9 \text{ mm}}$$

$$= \frac{4879,66 \text{ kgf}}{225 \text{ mm}^2}$$

$$= 21,678 \text{ kgf/mm}^2$$

$$= 212,679 \text{ N/mm}^2$$

Modulus elastisitas pada benda uji dengan ampere 70 adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon \varepsilon}$$

$$E = Y = \frac{F}{A} : \frac{\Delta L}{l_o}$$

Dimana,

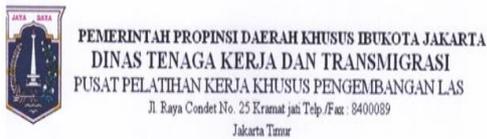
$$\frac{F}{A} = 212,679 \text{ N/mm}^2 \text{ dan } \frac{\Delta L}{l_o} = 10,440 \%$$

$$Y = (212,679 \text{ N/mm}^2) : (10,440 \%)$$

$$Y = 2,037 \text{ N/mm}^2$$

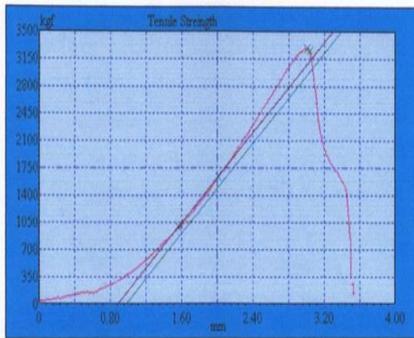
4.2.3 Hasil Pengujian 3

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan dan pengujian 3 dengan benda uji pada ampere 70



Nomor Pengujian : 03-KS70-VIII-2019

| No. | Tanggal | Material | Lebar mm | Tebal mm | Yield point kgf | Yield strength kgf | Beban Maks kgf | Kuat Tarik N/mm ² | Regang % | Regang putus % |
|------------|---------|--------------|----------|----------|-----------------|--------------------|----------------|------------------------------|----------|----------------|
| 09-08-2019 | | SS 40025.000 | 9.000 | | 1640.65 | 3019.21 | 3285.07 | 143.179 | 6.01 | 6.071 |



Gambar 6. Uji Tarik Percobaan 3

Perhitungan regangan pada benda uji dengan ampere 70 adalah sebagai berikut:

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

$$\sigma = \frac{F}{A_e} = \frac{F}{t_e} = \frac{F}{t.L}$$

$$= \frac{3285,07 \text{ kgf}}{25 \times 9 \text{ mm}}$$

$$= \frac{3285,07 \text{ kgf}}{225 \text{ mm}^2}$$

$$= 14,600 \text{ kgf/mm}^2$$

$$= 143,179 \text{ N/mm}^2$$

Modulus elastisitas pada benda uji dengan ampere 70 adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon \varepsilon}$$

$$E = Y = \frac{F}{A} : \frac{\Delta L}{l_o}$$

Dimana,

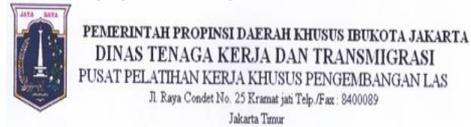
$$\frac{F}{A} = 143,179 \text{ N/mm}^2 \text{ dan } \frac{\Delta L}{l_o} = 6,072 \%$$

$$Y = (143,179 \text{ N/mm}^2) : (6,072 \%)$$

$$Y = 2,358 \text{ N/mm}^2$$

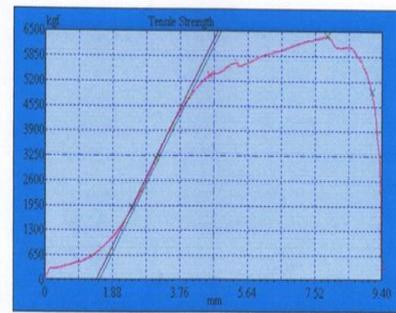
4.2.4 Hasil Pengujian 4

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan dan pengujian 4 dengan benda uji pada ampere 110



Nomor Pengujian : 01-KS110-VIII-2019

| No. | Tanggal | Material | Lebar mm | Tebal mm | Yield point kgf | Yield strength kgf | Beban Maks kgf | Kuat Tarik N/mm ² | Regang % | Regang putus % |
|------------|---------|--------------|----------|----------|-----------------|--------------------|----------------|------------------------------|----------|----------------|
| 09-08-2019 | | SS 40025.000 | 9.000 | | 5356.33 | 4815.64 | 6372.46 | 277.743 | 15.71 | 18.227 |



Jakarta, 09-08-2019

Gambar 7. Uji Tarik Percobaan 4

Perhitungan regangan pada benda uji dengan ampere 110 adalah sebagai berikut :

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

$$\sigma = \frac{F}{A_e} = \frac{F}{t_e} = \frac{F}{t.L}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{6372,48 \text{ kgf}}{25 \times 9 \text{ mm}} \\
 &= \frac{6372,48 \text{ kgf}}{225 \text{ mm}^2} \\
 &= 28,322 \text{ kgf/mm}^2 \\
 &= 277,745 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Modulus elastisitas pada benda uji dengan ampere 110 adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = Y = \frac{F}{A} : \frac{\Delta L}{l_0}$$

Dimana,

$$\frac{F}{A} = 277,745 \text{ N/mm}^2 \text{ dan } \frac{\Delta L}{l_0} = 6,072 \%$$

$$Y = (143,179 \text{ N/mm}^2) : (18,227 \%)$$

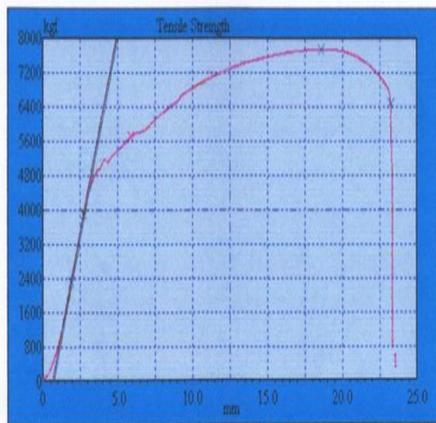
$$Y = 15,238 \text{ N/mm}^2$$

4.2.5 Hasil Pengujian 5

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan dan pengujian 5 dengan benda uji pada ampere 110

Nomor Pengujian : 02-KS110-VIII-2019

| No. | Tanggal | Material | Lebar | Tebal | Yield point | Yield strength | Beban Maks | Kuat Tarik | Regang | Regang putus |
|------------|---------|--------------|-------|-------|-------------|----------------|------------|-------------------|--------|--------------|
| | | | mm | mm | kgf | kgf | kgf | N/mm ² | % | % |
| 09-08-2019 | | SS 40025.000 | 9.000 | | 5717.82 | 4499.43 | 7753.57 | 337.939 | 37.17 | 46.475 |



Jakarta, 09-08-2019

Gambar 8. Uji Tarik Percobaan 5

Perhitungan regangan pada benda uji dengan ampere 110 adalah sebagai berikut :

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

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{F}{A_e} = \frac{F}{t_e \cdot L} \\
 &= \frac{7753,57 \text{ kgf}}{25 \times 9 \text{ mm}} \\
 &= \frac{7753,57 \text{ kgf}}{225 \text{ mm}^2} \\
 &= 34,4603 \text{ kgf/mm}^2 \\
 &= 337,941 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Modulus elastisitas pada benda uji dengan ampere 110 adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = Y = \frac{F}{A} : \frac{\Delta L}{l_0}$$

Dimana,

$$\frac{F}{A} = 337,941 \text{ N/mm}^2 \text{ dan } \frac{\Delta L}{l_0} = 46,475 \%$$

$$Y = (143,179 \text{ N/mm}^2) : (46,475 \%)$$

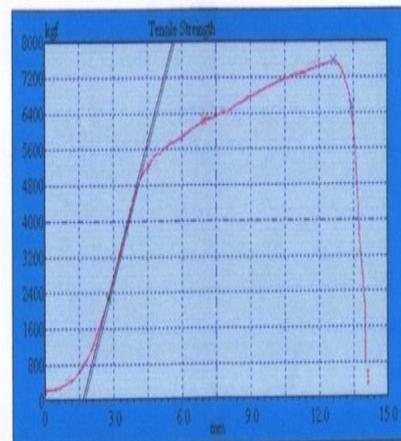
$$Y = 7,271 \text{ N/mm}^2$$

4.2.6 Hasil Pengujian 6

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan dan pengujian 6 dengan benda uji pada ampere 110

Nomor Pengujian : 03-KS110-VIII-2019

| No. | Tanggal | Material | Lebar | Tebal | Yield point | Yield strength | Beban Maks | Kuat Tarik | Regang | Regang putus |
|------------|---------|--------------|-------|-------|-------------|----------------|------------|-------------------|--------|--------------|
| | | | mm | mm | kgf | kgf | kgf | N/mm ² | % | % |
| 09-08-2019 | | SS 40025.000 | 9.000 | | 6248.58 | 5056.45 | 7567.63 | 329.834 | 25.27 | 26.833 |



Gambar 9. Uji Tarik Percobaan 6

Perhitungan regangan pada benda uji dengan ampere 110 adalah sebagai berikut :

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

$$\sigma = \frac{F}{A_e} = \frac{F}{t_e \cdot t \cdot L}$$

$$= \frac{7567,63 \text{ kgf}}{25 \times 9 \text{ mm}}$$

$$= \frac{7567,63 \text{ kgf}}{225 \text{ mm}^2}$$

$$= 33,633 \text{ kgf/mm}^2$$

$$= 329,828 \text{ N/mm}^2$$

Modulus elastisitas pada benda uji dengan ampere 110 adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = Y = \frac{F}{A} : \frac{\Delta L}{l_o}$$

Dimana,
 $\frac{F}{A} = 329,828 \text{ N/mm}^2$ dan $\frac{\Delta L}{l_o} = 25,27 \%$
 $Y = (143,179 \text{ N/mm}^2) : (25,27 \%)$
 $Y = 130,521 \text{ N/mm}^2$

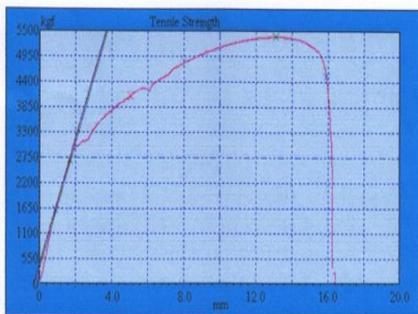
4.2.7 Hasil Pengujian 7

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan dan pengujian 7 dengan benda uji pada ampere 160

PEMERINTAH PROPINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA
 DINAS TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI
 PUSAT PELATIHAN KERJA KHUSUS PENGEMBANGAN LAS
 Jl. Raya Condet No. 25 Kramat jati Telp./Fax: 8400089
 Jakarta Timur

Nomor Pengujian : 01-KS160-VIII-2019

| No. | Tanggal | Material | Lebar mm | Tebal mm | Yield point kgf | Yield strength kgf | Beban Maks kgf | Kuat Tarik N/mm ² | Regang % | Regang putus % |
|------------|--------------|----------|----------|----------|-----------------|--------------------|----------------|------------------------------|----------|----------------|
| 09-08-2019 | SS 40025 000 | 9 000 | 4107.31 | 2953.07 | 5380.61 | 234.513 | 26.21 | 31.830 | | |



Jakarta, 09-08-2019

Gambar 10. Uji Tarik Percobaan 7

Perhitungan regangan pada benda uji dengan ampere 160 adalah sebagai berikut :

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

$$\sigma = \frac{F}{A_e} = \frac{F}{t_e \cdot t \cdot L}$$

$$= \frac{2953,07 \text{ kgf}}{25 \times 9 \text{ mm}}$$

$$= \frac{2953,07 \text{ kgf}}{225 \text{ mm}^2}$$

$$= 13,124 \text{ kgf/mm}^2$$

$$= 128,703 \text{ N/mm}^2$$

Modulus elastisitas pada benda uji dengan ampere 160 adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = Y = \frac{F}{A} : \frac{\Delta L}{l_o}$$

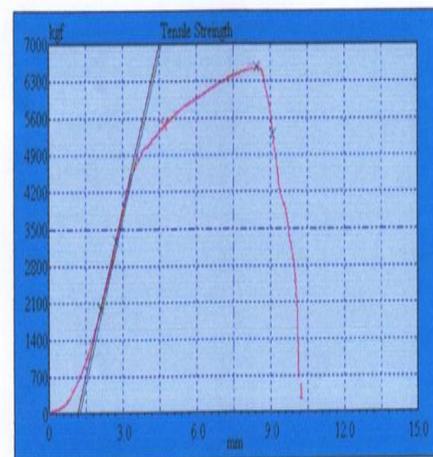
Dimana,
 $\frac{F}{A} = 128,703 \text{ N/mm}^2$ dan $\frac{\Delta L}{l_o} = 31,830 \%$
 $Y = (128,703 \text{ N/mm}^2) : (31,830 \%)$
 $Y = 4,043 \text{ N/mm}^2$

4.2.8 Hasil Pengujian 8

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan dan pengujian 8 dengan benda uji pada ampere 160

Nomor Pengujian : 02-KS160-VIII-2019

| No. | Tanggal | Material | Lebar mm | Tebal mm | Yield point kgf | Yield strength kgf | Beban Maks kgf | Kuat Tarik N/mm ² | Regang % | Regang putus % |
|------------|--------------|----------|----------|----------|-----------------|--------------------|----------------|------------------------------|----------|----------------|
| 09-08-2019 | SS 40025 000 | 9 000 | 5480.93 | 4716.66 | 6557.59 | 285.812 | 16.91 | 18.223 | | |



Jakarta, 09-08-2019

Gambar 11. Uji Tarik Percobaan 8

Perhitungan regangan pada benda uji dengan ampere 160 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ \sigma &= \frac{F}{A_e} = \frac{F}{t_e} = \frac{F}{t.L} \\ &= \frac{4716,66 \text{ kgf}}{25 \times 9 \text{ mm}} \\ &= \frac{4716,66 \text{ kgf}}{225 \text{ mm}^2} \\ &= 20,963 \text{ kgf/mm}^2 \\ &= 205,548 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Modulus elastisitas pada benda uji dengan ampere 160 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}E &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ E = Y &= \frac{F}{A} : \frac{\Delta L}{l_o}\end{aligned}$$

Dimana,

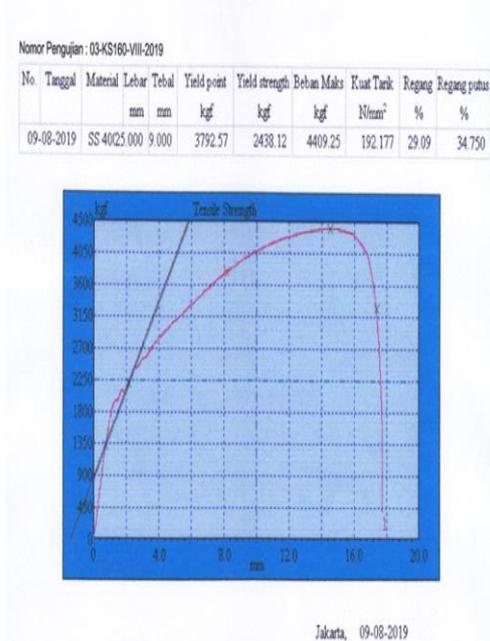
$$\frac{F}{A} = 205,548 \text{ N/mm}^2 \text{ dan } \frac{\Delta L}{l_o} = 18,223 \%$$

$$Y = (205,548 \text{ N/mm}^2) : (18,223 \%)$$

$$Y = 11,279 \text{ N/mm}^2$$

4.2.9 Hasil Pengujian 9

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan dan pengujian 9 dengan benda uji pada ampere 160



Gambar 12. Uji Tarik Percobaan 9

Perhitungan regangan pada benda uji dengan ampere 160 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\ \sigma &= \frac{F}{A_e} = \frac{F}{t_e} = \frac{F}{t.L} \\ &= \frac{4409,25 \text{ kgf}}{25 \times 9 \text{ mm}} \\ &= \frac{4409,25 \text{ kgf}}{225 \text{ mm}^2} \\ &= 19,597 \text{ kgf/mm}^2 \\ &= 192,113 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Modulus elastisitas pada benda uji dengan ampere 160 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}E &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ E = Y &= \frac{F}{A} : \frac{\Delta L}{l_o}\end{aligned}$$

Dimana,

$$\frac{F}{A} = 192,113 \text{ N/mm}^2 \text{ dan } \frac{\Delta L}{l_o} = 24,750 \%$$

$$Y = (192,113 \text{ N/mm}^2) : (24,750 \%)$$

$$Y = 5,528 \text{ N/mm}^2$$

4.3 Interpretasi Hasil Uji Kekuatan Tarik

Tabel 4. Hasil Uji Kekuatan Tarik 1

| No | Ampere | Uji Tarik (N/mm ²) | Regangan (%) | Regangan Putus (%) |
|----|--------|--------------------------------|--------------|--------------------|
| 1 | 70 | 340,488 | 28,33 | 30,762 |
| 2 | 70 | 212,679 | 10,26 | 10,440 |
| 3 | 70 | 143,179 | 6,01 | 6,071 |
| 4 | 110 | 277,745 | 15,71 | 18,227 |
| 5 | 110 | 337,941 | 37,17 | 46,475 |
| 6 | 110 | 329,828 | 25,27 | 26,833 |
| 7 | 160 | 234,513 | 26,31 | 31,83 |
| 8 | 160 | 285,812 | 16,91 | 18,223 |
| 9 | 160 | 192,177 | 29,09 | 34,750 |

Tabel 5. Hasil Uji Kekuatan Tarik 2

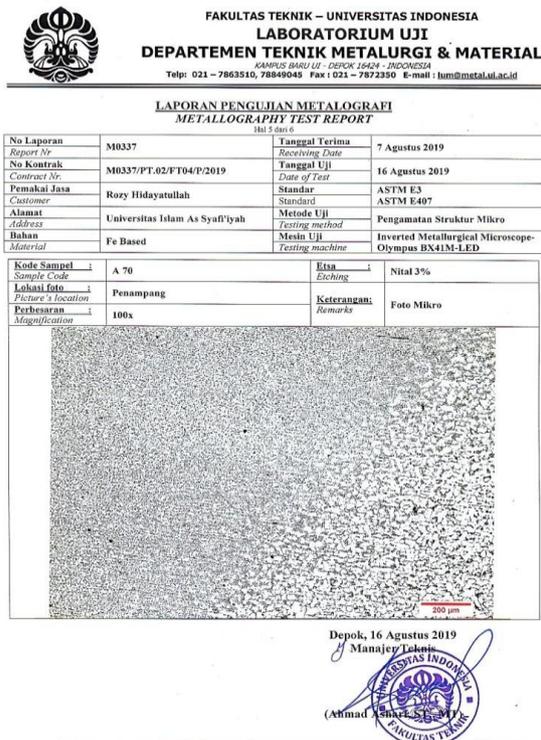
| No | Ampere | Regangan (mm) | Regangan Putus (mm) | Interpretasi |
|----|--------|---------------|---------------------|--------------|
| 1 | 70 | 14,91 | 16,189 | Putus |
| 2 | 70 | 5,40 | 5,495 | Putus |
| 3 | 70 | 3,163 | 3,195 | Putus |
| 4 | 110 | 13,30 | 14,123 | Tidak Putus |
| 5 | 110 | 19,56 | 24,461 | Putus |
| 6 | 110 | 8,268 | 9,593 | Putus |
| 7 | 160 | 15,311 | 18,289 | Putus |
| 8 | 160 | 8,90 | 9,591 | Putus |
| 9 | 160 | 13,795 | 16,753 | Putus |

Tabel 4 dan 5 adalah hasil rekapitulasi percobaan uji tarik yang dilakukan di BLK Condet. Hasil uji tarik berdasarkan tabel tersebut menyatakan bahwa pada semua jenis ampere yang digunakan ternyata hasilnya plat grade A36 dengan elektroda E 6013 putus, kecuali pada pengujian ampere 110 terdapat 1 percobaan yang hasilnya tidak putus. Walaupun dari 3 kali percobaan menggunakan ampere 110 dengan tekanan yang berbeda hanya 1 yang tidak putus yaitu dengan tekanan 277,745 N/mm².

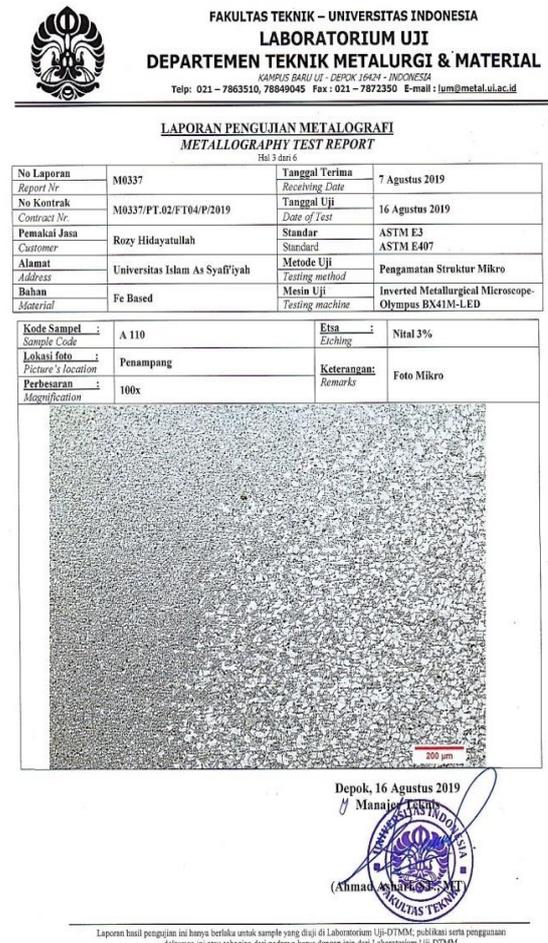
4.4 Interpretasi Hasil Uji Mikro

4.4.1 Hasil Uji Mikro Dengan 70 Ampere

Daerah logam las (*weld metal*) struktur mikro yang berbentuk adalah struktur cor atau serupa dengan struktur yang dihasilkan proses pendinginan produk hasil pengecoran. Struktur mikro dilogam las dicirikan dengan adanya struktur butiran panjang. Terlihat pada bagian logam las berbentuk *bainite ferrite* atau *troosite ferrite*. Pada bagian A merupakan daerah HAZ butiran kasar sementara pada bagian B merupakan daerah HAZ butiran halus.



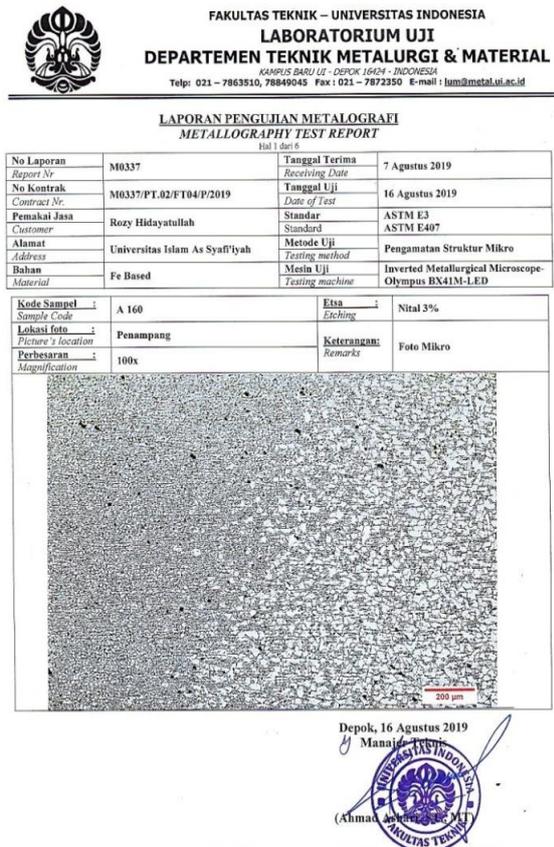
Gambar 13. Hasil Uji Mikro 70 Ampere



Gambar 14. Hasil Uji Mikro 110 Ampere

4.4.2 Hasil Uji Mikro Dengan 110 Ampere

Daerah logam las (*weld metal*) struktur mikro yang berbentuk adalah struktur cor atau serupa dengan struktur yang dihasilkan proses pendinginan produk hasil pengecoran. Struktur mikro dilogam las dicirikan dengan adanya struktur butiran panjang. Terlihat pada bagian logam las berbentuk *bainite ferrite* atau *troosite ferrite*. Pada bagian A merupakan daerah HAZ butiran kasar sementara pada bagian B merupakan daerah HAZ butiran halus. Sama dengan uji mikro 70 ampere.



Gambar 15. Hasil Uji Mikro 160 Ampere

4.4.3 Hasil Uji Mikro Dengan 160 Ampere

Daerah logam las (*weld metal*) struktur mikro yang berbentuk adalah struktur cor atau serupa dengan struktur yang dihasilkan proses pendinginan produk hasil pengecoran. Struktur mikro dilogam las dicirikan dengan adanya struktur butiran panjang. Terlihat pada bagian logam las berbentuk *bainite ferrite* atau *treosite ferrite*. Pada bagian A merupakan daerah HAZ butiran kasar sementara pada bagian B merupakan daerah HAZ butiran halus. Sama dengan pengujian 70 dan 110 ampere.

4.5 Hasil Penelitian

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan material A 36, yang kemudian di las menggunakan electrode E 6013 dengan nilai ampere yang berbeda (70 ampere, 110 ampere

dan 160 ampere). Dilakukan uji tarik di BLK Condet yang menghasilkan hasil uji tarik sebagai berikut :

- Dengan menggunakan 70 ampere, diberikan uji tarik sebanyak 340,48 N/mm², 212,679 N/mm² dan 143,179 N/mm² didapatkan hasil uji bahwa material menghasilkan titik putus pada 16,19 mm, 5,49 mm dan 3,195 mm. Secara keseluruhan material yang diujikan putus.
- Dengan menggunakan 110 ampere, diberikan uji tarik sebanyak 337,941 N/mm² dan 329,828 N/mm² didapatkan hasil uji bahwa material menghasilkan titik putus pada 24,123 mm dan 9,593 mm. Sementara itu jika diberikan uji tarik sebesar 277,745 N/mm² didapati bahwa material tidak putus.
- Dengan menggunakan 160 ampere, diberikan uji tarik sebanyak 234,513 N/mm², 285,812 N/mm² dan 192,177 N/mm² didapatkan hasil uji bahwa material menghasilkan titik putus pada 18,289 mm, 9,591 mm dan 16,753 mm. Secara keseluruhan material yang diujikan putus.

Dari penjelasan diatas, tampak bahwa secara keseluruhan material yang diujikan putus kecuali pada pengujian 110 ampere dengan diberikan tegangan 277,745 N/mm², didapati bahwa material tidak putus. Tidak putusnya material menjadi indikator bahwa proses las dengan 110 ampere yang diberikan tegangan sebesar 277,745 N/mm², merupakan teknik pengelasan terbaik. Hasil pengujian diatas jika dibandingkan dengan standar AWS dimana standar AWS merekomendasikan pengelasan terbaik ada pada nilai ampere 80 – 140. Ini menjadi bukti bahwa memang benar pengelasan terbaik memang harus sesuai dengan standar AWS.

Dari uji mikro dilakukan menggunakan 3 sampel material dimana masing – masing dilakukan pengelasan menggunakan 70, 110 dan

160 ampere. Hasil uji mikro memperlihatkan bahwa ketiga sampel material mengandung struktur *bainite ferrite* atau *troosite ferrite*. Dimana dalam uji mikro juga memperlihatkan area uji A dan B dimana arean uji A menghasilkan butiran kasar, sementara pada area B terlihat butiran halus. Hasil uji mikro secara keseluruhan memperlihatkan bahwasanya ketiga sampel yang diuji menunjukkan hasil yang identik.

Hasil identik ini diartikan bahwa ketika melakukan pengelasan, operator yang melakukan pengelesan dilakukan secara benar dan sesuai pada ketiga material sampel uji. Hasil ini juga menunjukkan bahwa perlakuan las terhadap material dilakukan secara sama. Secara keseluruhan hasil uji material dapat disimpulkan bahwa material uji diberikan perlakuan yang sama.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jawaban atas tujuan penelitian dimana tujuan penelitian adalah menentukan nilai ampere pada pengelasan yang baik menghasilkan kesimpulan bahwasanya ampere yang paling baik dan di rekomendasikan untuk digunakan adalah sebesar 110 ampere. Dengan nilai ampere sebesar ini akan menghasilkan material las yang tidak mudah putus. Sehingga pada praktek dilapangan jika nilai ampere ini digunakan akan menghasilkan produk yang lebih baik, lebih tahan lama dan memiliki nilai jual produk yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- AWS (American Welding Society). (2010). *Structural welding code-steel. AWS D1. 1/D1. 1M: 2015*.
- BLK (Balai Latihan Kerja). (2002). *AWS. D1.1/D1.1M : 2010 An American National Standard. Structural Welding Code - Steel*.

Surdia, Tata. & Saito, Shinroku (1999) *Penghetauan Bahan Teknik*, Penerbit Pradnya Pratama.

Sonawan, Hery & Suratman, Rochim (2003). *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Penerbit Alfabeta, Bandung.

Wirjosumarto, Harsono & Okumura, Toshie (1979). *Teknologi Pengelasan Logam*, Penerbit Pradnya Paramita.