

Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Flux Core ARC Welding (FCAW) Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Sambungan Las Baja SS 400

Ahmad Tauhid¹⁾, Nely Ana Mufarida²⁾, Asmar Finali³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata No. 49 Jember Kode Pos 68121

Email : ¹⁾ ahmadtauhid64@gmail.com, ²⁾ nelyana_munfarida@yahoo.com, ³⁾ pcffinali@gmail.com

ABSTRAK

Ahmad Tauhid. 2018, *pengaruh variasi arus pengelasan FLUX CORE ARC WELDING(FCAW) terhadap kekuatan tarik hasil sambungan las baja SS 400*

Semakin berkembangnya teknologi di dunia industry konstruksi khususnya dalam bidang pengelasan maka semakin banyak pula cara-cara yang bisa meningkatkan kualitas pengelasan tersebut antara lain dengan cara melakukan preheat dan PWHT. Preheat berfungsi sebagai mencegah retak dingin (cold crack) pada material yang dilakukan sebelum proses pengelasan sedangkan PWHT adalah bagian dari proses heat treatment yang bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa yang terbentuk setelah proses pengelasan selesai. Dalam penelitian ini akan menggunakan material plat baja SS400 dengan ketebalan 6 mm dimana material SS400 ini termasuk baja karbon rendah ($C < 0,25\%$).

Jenis pengelasan yang akan dilakukan pada proses pengujian tersebut adalah dengan menggunakan jenis las FCAW. Dari pengujian-pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Pada plat SS400 yang dilas menggunakan SAW dengan perlakuan panas preheat dan PWHT di dapatkan tegangan tarik yang lebih besar dibandingkan dengan pengelasan menggunakan FCAW dengan perlakuan panas preheat dan PWHT. Pengaruh preheat pada plat SS400 yang sudah dilas yaitu tegangan tariknya menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen yang mendapatkan perlakuan panas PWHT, dikarenakan pengaruh dari PWHT merubah struktur material menjadi lebih lunak sehingga lebih cepat putus.

Kata kunci : Preheat, PWHT, Plat SS400, FCAW.

ABSTRACT

Ahmad Tauhid. 2018, the effect of *FLUX CORE ARC WELDING (FCAW)* welding current variation on tensile strength of *SS 400* steel welded joints

The continued development of marine technology in the world, especially in the field of welding so the more ways that can improve the quality of welding, among others by doing preheat and PWHT. Preheat function as preventing cracking (cold crack) on the material to be done before the welding process while PWHT is part of the heat treatment process that aims to eliminate the residual stresses formed after the welding process is completed. In this study will use a steel plate material with a thickness of 12mm SS400 SS400 material which includes low carbon steel ($C < 0.25\%$).

This type of welding to be performed on the testing process is to use a type of FCAW and SAW welding. From the tests that have been done then it can be concluded as follows: On the SS400 plate that is welded with heat treatment preheat and PWHT obtained tensile stress greater than the welding using FCAW with heat treatment preheat and PWHT. Effect of preheat on the plate that was welded SS400 is its appeal to a higher voltage compared with a gain of specimens heat treatment

PWHT, due to the influence of PWHT change the structure of the material becomes softer so more quickly broken.

Keywords: Preheat, PWHT, Plat SS400, FCAW.

1. PENDAHULUAN

Pada mulanya pemakaian pengelasan hanya berfungsi sebagai perbaikan dan pemeliharaan dari semua alat- alat yang terbuat dari logam baik sebagai proses penambalan retak-retak, penyambungan sementara, maupun sebagai alat pemotongan bagian-bagian yang dibuang atau diperbaiki. Kemajuan teknologi dewasa ini semakin pesat, demikian pula yang terjadi di Indonesia sangat membutuhkan teknik pengelasan yang baik. Perkembangan teknologi ini dapat dilihat dengan semakin kompleksnya proses penyambungan logam dengan pengelasan.

Pada proses pengelasan ada beberapa faktor yang menentukan keberhasilan dalam pengelasan, dimana perubahan logam yang disambung diharapkan mengalami perubahan sekecil-kecilnya sehingga mutu las tersebut dapat dijamin. Pada pengelasan juga terdapat beberapa macam jenis model penyambungan las seperti Preheat dan PWHT (Post Weld Heat Treatment), PWHT adalah bagian dari process heat treatment yang bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa yang terbentuk setelah proses welding selesai.

SS400 (*Structural Steel*) merupakan sebuah baja karbon rendah (*mild steel*) yang sesuai standar ASTM (*American Society for Testing Materials*) A36 atau JIS (*Japanese Industrial Standards*) G3101. Biasanya baja ini diaplikasikan pada konstruksi jembatan, pelat pada kapal laut, tangki minyak, dan lainnya. Baja ini digolongkan ke dalam baja paduan rendah karena komposisi paduannya kurang dari 8% dengan komposisi karbon (C) sebesar 0.17%, mangan (Mn) 1.4%, fosfor (P) 0.045%, dan sulfur (S) 0.045%. Baja ini memiliki kelemahan yaitu masih seringnya terjadi keausan. Untuk itu perlu ditingkatkan kekerasan pada permukaan baja agar

meningkatkan umur pakainya. Namun baja ini tidak bisa ditingkatkan kekerasannya dengan *heat treatment* karena tergolong ke dalam baja karbon rendah yang akan sulit membentuk fasa martensit. Diperlukan usaha peningkatan kekerasan dengan cara selain proses perlakuan panas. Peningkatan kekerasan yang diharapkan selayaknya mampu meningkatkan umur pakai material, sehingga dilakukanlah proses perlakuan panas permukaan dengan metode karburasi.

Material terutama carbon steel akan mengalami perubahan struktur dan grain karena effect dari pemanasan dan pendinginan. Struktur yang tidak homogen ini menyimpan banyak tegangan sisa yang membuat material tersebut memiliki sifat yang lebih keras namun keunggulannya lebih rendah. Mengacu pada uraian diatas, penulis akan mengkaji bagaimana analisa perbandingan kekuatan tarik material baja plat SS400 dengan membandingkan beberapa variasi arus pengelasan menggunakan uji tarik. Dalam penelitian ini akan menggunakan material baja plat SS400 dengan ketebalan 6 mm dimana material baja plat SS400 ini termasuk baja karbon rendah ($C < 0,25\%$).

Jenis pengelasan yang akan dilakukan pada proses pengujian tersebut adalah dengan menggunakan jenis las FCAW. Diharapkan nantinya akan mendapatkan hasil yang terbaik dari tiap-tiap jenis arus yang di gunakan pada penyambungan material baja plat SS400, pengujian dalam penelitian ini meliputi pengujian tarik maksimum, beban tarik maksimum inilah yang akan menentukan seberapa besaran kekuatan tarik dari spesimen tersebut. Dalam proses pengujian, spesimen akan mengalami peregangan sebelum terjadi perpatahan. Perpatahan ini disebabkan oleh deformasi plastik dari benda kerja. Apabila dalam sebuah benda kerja terjadi deformasi plastik, hal ini dapat disebut

dengan perpatahan ulet (ductile fracture), dan bila sebaliknya maka disebut patahan getas (brittle fracture) Pengujian tarik ini dilakukan untuk mendapatkan data mengenai sifat-sifat mekanik dari suatu logam yang dimana benda kerja akan mengalami beban aksial secara besar dan kontinu sehingga benda kerja tersebut patah.

Dalam penelitian sebelumnya yang berjudul "Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las FCAW dengan Elektroda E71T-1 Ø 1,2 mm (Joko Susanto, 2016) dijelaskan tentang pengaruh variasi arus dengan besar arus 100, 130 dan 160 Ampere terhadap plat baja karbon rendah. Dalam penelitian tersebut masih terdapat beberapa kekurangan dari variasi arusnya, jika pengelasan dengan jarak arus terlalu jauh perbedaan ampere nya maka sudah jelas perbedaannya dalam pengujian tarik. Untuk itu untuk melengkapi penelitian tersebut penulis ingin membuat analisa dengan jarak interval arusnya tidak terlalu jauh yaitu dari 100 , 110 , 120 Ampere terhadap plat baja ss 400 material umumnya di pakai untuk struktur baja seperti jembatan, kapal, otomotif, tiang pancang, komponen alat berat dan fabrikasi yang lain . material ini memiliki mampu bentuk dan las sangat baik dan sebagian besar penggunaannya berhubungan dengan mild cold bending , mild hot forming , punching , machining , dan pengelasan. Oleh karena itu, dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis mengambil judul "PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN FLUX CORE ARC WELDING (FCAW) TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL SAMBUNGAN LAS BAJA SS 400".

2. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Definisi ini juga

dapat diartikan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa logam dengan menggunakan energi panas (Wiryosumarto, 2000: 1).

Beberapa metode atau cara pengelasan telah ditemukan untuk membuat proses pengelasan dengan hasil sambungan yang kuat dan efisien. Pengelasan juga memberikan keuntungan baik itu dalam aspek komersil maupun teknologi. Adapun keuntungan dari pengelasan adalah sebagai berikut :

1. Pengelasan memberikan sambungan yang permanen. Kedua bagian yang disambung menjadi satu kesatuan setelah dilas.
2. Pengelasan biasanya merupakan cara yang paling ekonomis jika ditinjau dari harga pembuatannya dan segi penggunaannya.
3. Pengelasan tidak dibatasi hanya pada lingkungan pabrik saja, tetapi pengelasan juga dapat dilakukan atau dikerjakan di lapangan.

Berdasarkan masukan panas (heat input) utama yang diberikan kepada logam dasar, proses pengelasan dapat dibagi menjadi dua cara, yaitu (Wiryosumanto, 2000 :7).

Pengelasan dengan menggunakan energi panas yang berasal dari fusion (nyala api las), contohnya: las busur (arc welding), las gas:

1. (gas welding), las sinar elektron (electron discharge welding), dan lain-lain.
2. Pengelasan dengan menggunakan energi panas yang tidak berasal dari nyala api las (non fusion), contohnya: friction stirr welding (proses pengelasan dengan gesekan), las tempa, dan lain-lain.

4. METODE PENELITIAN

Tempat Penelitian PT PAL INDONESIA
Persiapan Penelitian

a. Persiapan Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah baja karbon

rendah SS 400 dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 20 mm, tebal 6 mm. Elektroda jenis E71T-1 dengan diameter 1,2 mm.

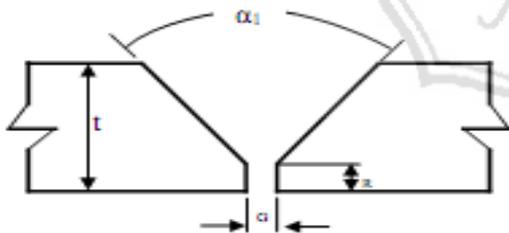
- b. Persiapan Alat-alat
 1. Mesin gergaji beserta kelengkapannya
 2. Mesin sekrap
 3. Peralatan pengelasan
 4. Mesin las FCAW
 5. Mesin gerinda tangan
 6. Penggaris
 7. Kikir
 8. Mesin uji Tarik
 9. Stopwatch
 10. Pengukur sudut

Alat dan Bahan penelitian

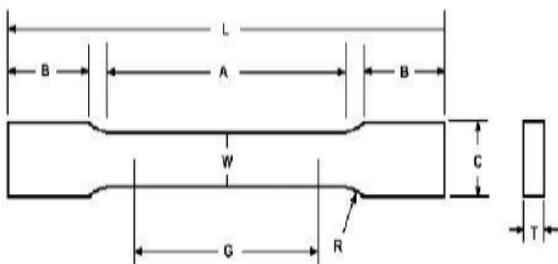
Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain: las FCAW menggunakan elektroda E71T-1 Ø1,2 mm .

Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

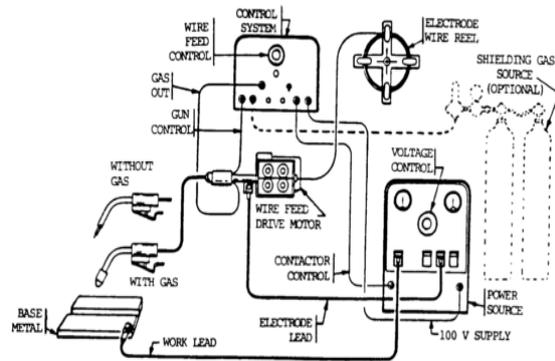
1. Bahan yang digunakan adalah plat baja karbon rendah SS 400.
2. Ketebalan plat 6 mm.
3. Elektroda yang digunakan adalah jenis E71T-1 Ø1,2 mm .
4. Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi 3G (vertical).
5. Arus pengelasan yang digunakan adalah 100,110 dan 120 Ampere.



6. Kampuh yang digunakan jenis kampuh V , kaki akar 2 mm , celah akar 4 mm , tebal 6 mm dan sudut kampuh 60°.



Bentuk spesimen mengacu pada standar ASTM E - 8 untuk pengujian Tarik dengan spesifikasi L : 200 mm , R : 12,5 mm , W : 12,5 mm G : 50±0,1 mm , T : 6 mm , C : 20 mm , B : 50 mm , A : 82 mm



Gambar 1 Skematis Mesin las FCAW

Keterangan :

1. Tabung Gas CO2
2. Regulator
3. Selang Gas CO2
4. Stang Las
5. Cotrol Box
6. Welding Wire
7. Control Sistem
8. Kabel Power
9. Travo
10. Rail

Pembuatan Kampuh V terbuka

Pembuatan kampuh V terbuka dengan menggunakan mesin frais. Bahan yang telah dipersiapkan dipotong dengan mesin Las Potong , dengan ukuran panjang 200 mm dan lebar 20 mm sebanyak 9 Pcs , setelah bahan dipotong kemudian permukaan digambar dengan spidol, tepi permukaan diukur sedalam dua mm dan di ukur sudut 30°. Setelah bahan digambar bahan dicekam dan dilakukan pengefraisan dengan sudut 30°.

Proses Pengelasan

Dalam penelitian ini jenis las yang digunakan adalah mesin las FCAW (FLUXE CORE ARC WELDING). Adapun mesin yang digunakan yaitu tipe ESAB dengan kapasitas 200 Ampere.

Sebelum proses pengelasan dimulai, logam induk yang sudah dibuat kampuh las

tersebut harus dibersihkan dari kotoran seperti debu, minyak, oli atau gemuk, karat, air dan lain sebagainya untuk menghindari terjadinya cacat las.

Selanjutnya baja dilas dengan las FCAW prosedur dan cara pengelasan yang sesuai serta berdasarkan parameter – parameter yang sudah di tentukan yaitu :

1. Pengelasan dengan arus 100 Ampere.
2. Pengelasan dengan arus 110 Ampere.
3. Pengelasan dengan arus 120 Ampere.

(filler metal) pada pengelasan ini digunakan logam pengisi / Electroda E71T-1 .

Pengujian

Uji tarik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dari spesimen uji Uji Tarik

Pengujian tarik yang dilakukan kepada spesimen uji harus sesuai standar yang digunakan yaitu ASTM E-8. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan universal testing machine yang di hubungkan langsung dengan plotter, sehingga dapat diperoleh grafik tegangan (MPa) dan regangan (%) yang memberikan informasi data berupa tegangan ultimate (σ_{ult}) dan modulus elastisitas bahan (E). Pengujian Tarik dilakukan dengan menyiapkan spesimen uji yang sudah dilas dan dibentuk sesuai dengan standar ASTM E-8, kemudian spesimen uji dipasang pada alat pengecaman grip pada upper cross heat dan mencekam pengecaman agar spesimen tersebut tidak lepas. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian. Pada saat pengujian berlangsung perhatikan perubahan besar beban hingga terdengar bunyi suara atau melihat spesimen putus. Setelah didapat hasil pengujian, spesimen tersebut dilepas dan dilakukan pengujian untuk spesimen berikutnya hingga selesai.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN Sebagai perbandingan dilakukan uji kekuatan tarik pada plat SS 400 , Data beban minimum dan maksimum yang di dapat antara lain:

Rumus Uji tarik plat (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{P}{b \cdot h}$$

Dimana:

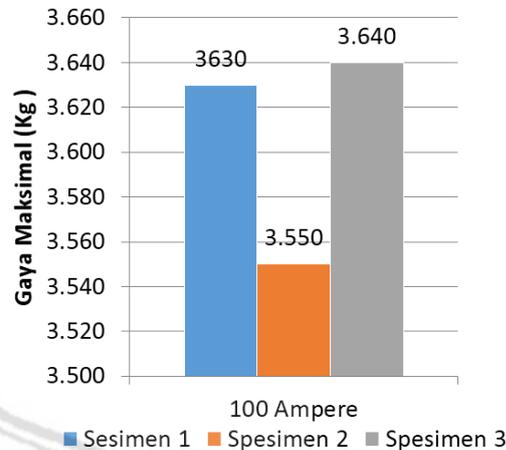
σ = Tegangan tarik (kg/mm²)

F = Gaya tarik (kg)

A₀ = Penampang mula mula (mm²)

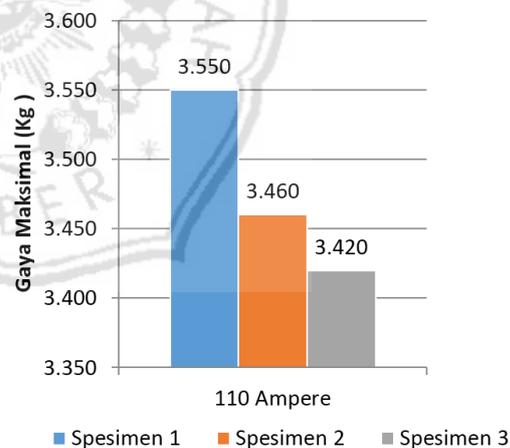
b = Lebar (mm)

h = Tebal (mm)



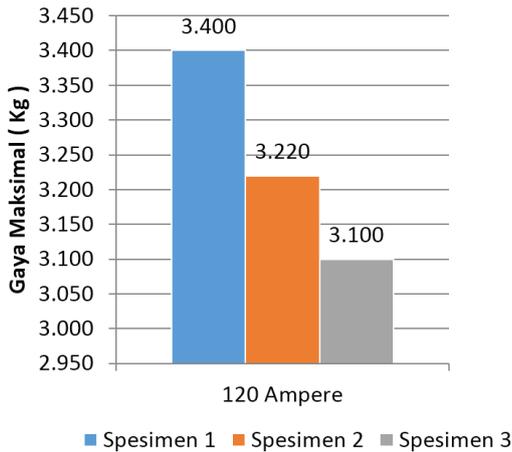
Gambar 2 Diagram rata-rata uji kekuatan tarik dengan pengelasan 100 A

Berdasarkan diagram diatas dihasilkan pada spesimen 1 yaitu 3.630 , spesimen 2 yaitu 3.550 , dan pada spesimen 3 yaitu 3.640 yang terdapat pada Arus 100 A.



Gambar 3 Diagram rata-rata kekuatan tarik dengan pengelasan 110 A

Berdasarkan diagram diatas dihasilkan pada spesimen 1 yaitu 3.550 , spesimen 2 yaitu 3.460 , dan pada spesimen 3 yaitu 3.420 yang terdapat pada Arus 110 A.



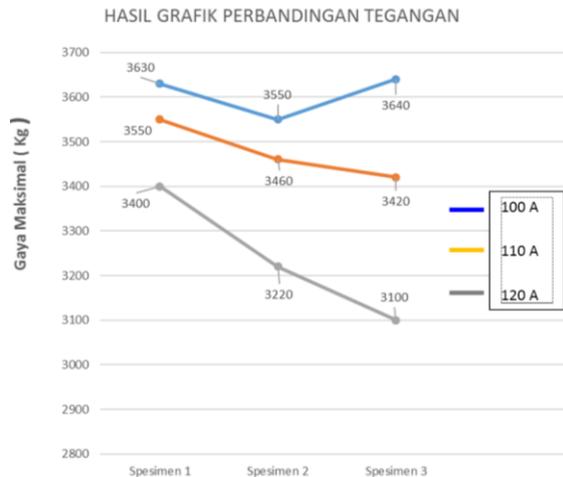
Gambar 4 Diagram rata-rata kekuatan tarik dengan pengelasan 120 A

Berdasarkan diagram diatas dihasilkan pada spesimen 1 yaitu 3.400 , spesimen 2 yaitu 3.220 , dan pada spesimen 3 yaitu 3.100 yang terdapat pada Arus 120 A



Gambar 5 Diagram perbandingan kekuatan uji Tarik

Dari hasil semua uji yang di dapat grafik hasil uji tarik plat SS 400 dapat di lihat pada lampiran.



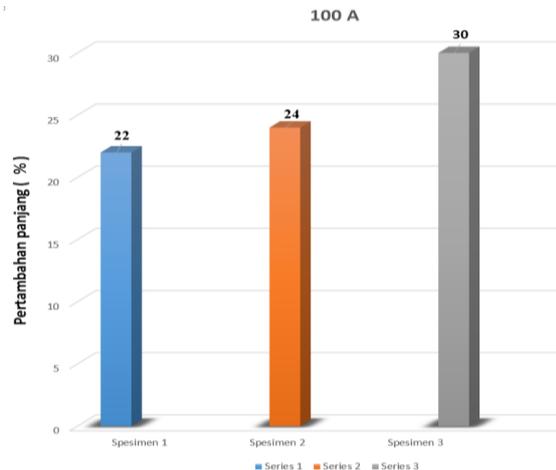
Gambar 6 Grafik perbandingan tegangan

Berdasarkan grafik diatas, diketahui bahwa pengelasan pada arus 100 Ampere mempunyai tegangan sebesar 3630 kg , 3550 kg dan 3640 kg. Pengelasan Pada arus 110 Ampere diketahui tegangannya yaitu 3550 kg, 3460 kg dan 3420 kg. Pada arus 120 Ampere diketahui tegangannya yaitu 3400 kg , 3220 kg dan 3100 kg.

Regangan tarik

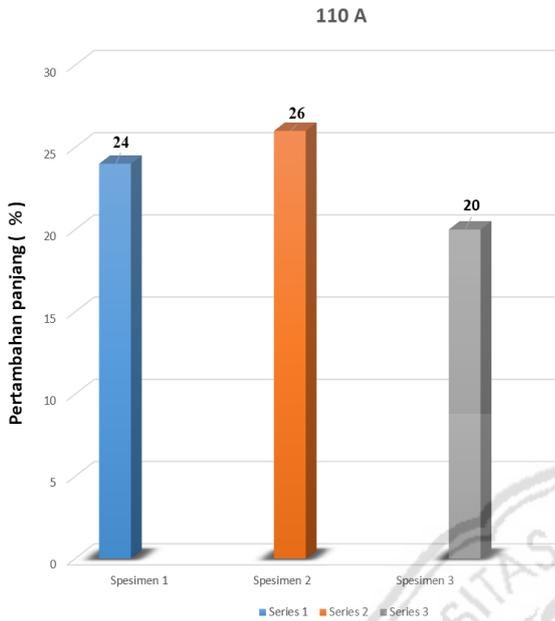
$$\epsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \%$$

Dimana: ϵ = Regangan tarik (%)
 L_0 = Panjang awal (mm)
 L_1 = Panjang Akhir (mm)



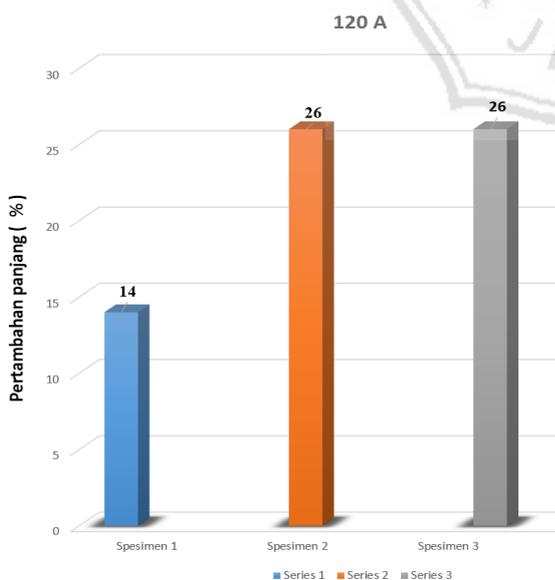
Gambar 7 Diagram rata-rata regangan dengan pengelasan 100 A

Berdasarkan diagram diatas dihasilkan pada spesimen 1 yaitu 22 % , spesimen 2 yaitu 24 % , dan pada spesimen 3 yaitu 30 % yang terdapat pada Arus 100 A.



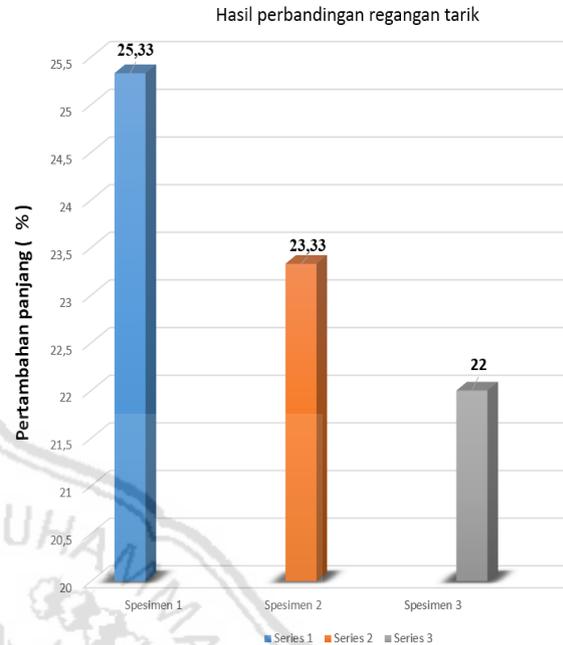
Gambar 8 Diagram rata-rata regangan dengan pengelasan 110 A

Berdasarkan diagram diatas dihasilkan pada spesimen 1 yaitu 24 % , spesimen 2 yaitu 26 % , dan pada spesimen 3 yaitu 20 % yang terdapat pada Arus 110 A.

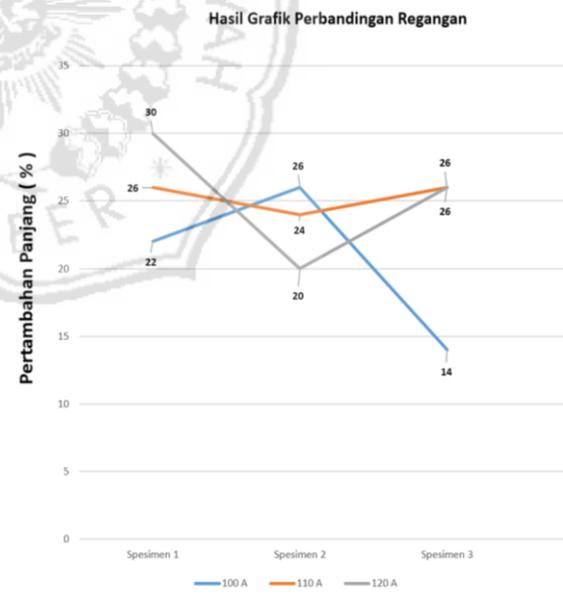


Gambar 9 Diagram rata-rata regangan dengan pengelasan 120 A

Berdasarkan diagram diatas dihasilkan pada spesimen 1 yaitu 14 % , spesimen 2 yaitu 26 % , dan pada spesimen 3 yaitu 26 % yang terdapat pada Arus 120 A .



Gambar 10 Diagram perbandingan regangan



Gambar 11 Grafik perbandingan regangan

Berdasarkan grafik diatas, diketahui bahwa pengelasan pada arus 100 Ampere mempunyai tegangan sebesar 22 % , 26 % dan 14 % . Pengelasan Pada arus 110 Ampere diketahui tegangannya yaitu 26 % , 24 % dan

26 % Pada arus 120 Ampere diketahui tegangannya yaitu 30 % , 20 % dan 26 % .



Gambar 12 Hasil Uji Spesimen 100 A , 110 A dan 120 A

6. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berdasarkan pengujian yang dilakukan menghasilkan kekuatan tarik tertinggi pada plat SS 400 dengan ketebalan 6 mm terdapat pada pengelasan 100 Ampere variasi sudut 30° dengan nilai rata-rata $48,08 \text{ Kg/mm}^2$, , karna panas ampere nya sesuai .
2. Dan uji coba yang dijalani kekuatan tarik pada plat SS 400 dengan ketebalan 6 mm pengelasan 110 Ampere variasi sudut 30° dengan nilai rata-rata $46,35 \text{ Kg/mm}^2$.
3. Dan kekuatan tarik pada plat plat SS 400 dengan ketebalan 6 mm dengan pengelasan 120 Ampere variasi sudut 30° dengan nilai rata-rata $43,19 \text{ Kg/mm}^2$.
4. Dari serangkaian uji coba penelitian ini dapat di simpulkan bahwa penggunaan ampere pengelasan yang paling ideal untuk baja SS 400 dengan ketebalan 6 mm menggunakan las FCAW adalah 100 Ampere .
5. Jadi dari hasil penelitian diatas hasil terendah pengelasan pada plat SS 400 adalah 120 ampere.

SARAN

1. Untuk lebih menyempurnakan penelitian perlu adanya research lebih lanjut dengan meneliti sifat fisik maupun mekaniknya, serta pengaruh micro struktur.
2. Untuk mendapatkan kekuatan las yang baik pada pengelasan *FLUX Metal Arc Welding* (FCAW) sebaiknya menggunakan pendinginan udara normal.

DAFTAR PUSTAKA

Abdus Shomad, M, . Shahr Mushfi, M. Jurnal 2017 . *Analisis pengaruh variasi elektroda las e6013 dan e7018 terhadap kekuatan tarik dan kekerasan pada bahan baja ss 400* .Diakses pada tanggal 17 November 2018.

<http://hima-tl.ppons.ac.id/?p=130>> .(Online) Diakses pada tanggal 01 November 2018.

Wahyudi Mohammad Thoriq , Kurniyanto Hendri Budi ,

Amri Moh. Syaiful . 2015 . *Modul Praktek Kualifikasi Las*. Surabaya : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Wiryosumarto, H Dan Okumura, T. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*.

Cetakan Ke 8. Pradnya Paramita. Jakarta. Diakses pada tanggal 24 November 2018.

Sunaryo Hery, Teknik Pengelasan Kapal Jilid 1 untuk Jakarta :

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

