

**ANALISIS PENGARUH ARUS PENGELASAN DENGAN METODE
SMAW DENGAN ELEKTRODA E7018 TERHADAP KEKUATAN TARIK
DAN KETANGGUHAN PADA BAJA KARBON RENDAH**

*Yafet Bontong, Staf Pengajar Program studi Teknik Mesin Universitas Kristen
Toraja*

ABSTRAK

Pengaruh arus pengelasan menggunakan metode SMAW dengan elektroda E7018 terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan pada baja karbon rendah. Penelitian ini dilakukan oleh Yafet Bontong . Dimana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar pengaruh arus pengelasan las SMAW dengan elektroda E7018 diameter 3,2 mm terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan hasil pengelasan.

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah baja karbon rendah, kemudian dilakukan pembuatan kampuh pada setiap spesimen dimana kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 70^0 , yang diberi pengelasan dengan variasi arus 100 Ampere, 130 Ampere, 160 Ampere, dengan elektroda E7018 diameter 3,2 mm selanjutnya dilakukan pengujian ketangguhan dan pengujian tarik.

Hasil ketangguhan tertinggi terjadi pada arus pengelasan 100 Amper yaitu $1,43 \text{ J/mm}^2$ sedangkan ketangguhan terendah terjadi pada arus 160 Amper yaitu $1,27 \text{ J/mm}^2$. Nilai kekuatan tarik tertinggi terjadi pada arus 130 A yaitu $66,45 \text{ Kg/mm}^2$ sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terjadi pada arus $62,78 \text{ Kg/mm}^2$. Variasi arus sangat berpengaruh terhadap ketangguhan dan kekuatan tarik.

Kata kunci : *Arus pengelasan, SMAW, Elektroda E7018, Kekuatan Tarik, dan Ketangguhan. Baja karbon rendah.*

I. PENDAHULUAN

Pengembangan teknologi dibidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik.

Faktor yang mempengaruhi las adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut.

Mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau Direct Current (DC), mesin las arus bolak balik (AC), dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak balik (AC). Mesin las arus DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritas lurus dan polaritas terbalik. Mesin las DC polaritas lurus (DC-) digunakan bila titik cair bahan induk tinggi dan kapasitas besar, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub negatif dan logam induk dihubungkan dengan kutub positif, sedangkan untuk mesin las DC polaritas terbalik(DC+) digunakan bila titik cair bahan induk rendah dan kapasitas kecil, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub positif dan logam induk dihubungkan dengan kutub negatif.

Pilihan ketika menggunakan DC polaritas negatif atau positif adalah terutama ditentukan elektroda yang digunakan. Beberapa elektroda SMAW didesain untuk digunakan hanya DC- atau DC+. Elektroda lain dapat menggunakan keduanya DC- dan DC+. Pengelasan ini menggunakan elektroda E7018 dengan diameter 3,2 mm, maka arus yang digunakan

berkisar antara 100-165 Ampere. Dengan interval arus tersebut, pengelasan yang dihasilkan akan berbeda-beda.

Tidak semua logam memiliki mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang diantaranya adalah bajapaduan rendah. Baja ini dapat dilas dengan elektroda terbungkus, las busur rendah dan las MIG (las logam gas mulia).

Kekuatan hasil las dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besar arus dalam pengelasan ini mengambil 100 Ampere 130 Ampere, dan 160 Ampere. Pengambilan 100 Ampere dimaksudkan sebagai pembanding dengan interval arus diatas.

Perumusan Masalah

- a. Pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik daerah las baja paduan rendah hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7018?
- b. Pengaruh arus pengelasan terhadap ketangguhan baja paduan rendah hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7018?

Batasan Masalah

- a. Penelitian ini menggunakan bahan baja paduan rendah, yang diberi perlakuan pengelasan dengan variasi arus 100 Ampere, 130 Ampere dan 160 Ampere dengan menggunakan las SMAW DC polaritas terbalik dengan elektroda E7018 diameter 3,2 mm.
- b. Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 70° .
- c. Spesimen diuji tarik, dan uji ketangguhan.

Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik daerah las baja paduan rendah hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7018.

- b. Untuk mengetahui pengaruh arus pengelasan terhadap ketangguhan baja paduan rendah hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7018.

Manfaat Penelitian

Sebagai peran nyata dalam pengembangan teknologi khususnya pengelasan, maka penulis berharap dapat mengambil manfaat dari penelitian ini, di antaranya:

- a. Sebagai literatur pada penelitian yang sejenisnya dalam rangka pengembangan teknologi khususnya dibidang pengelasan.
- b. Sebagai informasi bagi juru las untuk meningkatkan kualitas hasil pengelasan.
- c. Sebagai informasi penting guna meningkatkan pengetahuan bagi peneliti dalam bidang pengujian bahan, pengelasan dan bahan teknik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Las

Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua atau beberapa buah logam sampai titik rektalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Mengelas bukan hanya memanaskan dua buah 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 bahan yang digunakan.

2.2 Arus Pengelasan

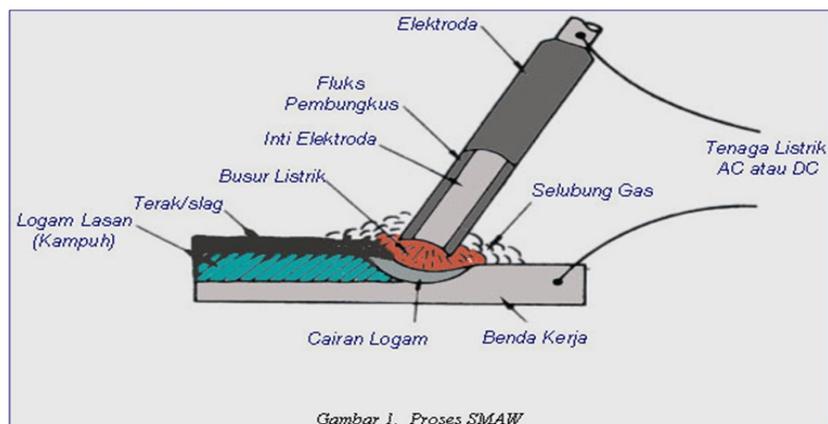
Arus adalah aliran pembawa muatan listrik, simbol yang digunakan adalah huruf besar I dalam satuan Ampere. Pengelasan adalah penyambungan

dua logam dan atau logam paduan dengan cara memberikan panas baik diatas atau dibawah titik cair logam tersebut baik dengan atau tanpa tekanan serta ditambah atau tanpa logam pengisi. Yang dimaksud arus pengelasan disini adalah aliran pembawa muatan listrik dari mesin las yang digunakan untuk menyambung dua logam dengan mengalirkan panas ke logam pengisi atau elektroda.

2.3 Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kumpuh las.

Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar.



Gambar 1. Proses SMAW
sumber: httpswww.google.comsearchq=gambar+las+SMAW&es_sm

Gambar 2.1. Las SMAW

2.4 Elektroda

Pengelasan dengan menggunakan las busur listrik memerlukan kawat las (elektroda) yang terdiri dari satu inti terbuat dari logam yang dilapisi lapisan dari campuran kimia. Fungsi dari elektroda sebagai pembangkit dan bahan tambah. Elektroda terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berselaput (fluks) dan tidak berselaput yang merupakan pangkal untuk menjepitkan tang las. Fungsi dari fluks adalah untuk melindungi logam cair dari lingkungan udara, menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur.

Bahan fluks untuk jenis E7018 adalah serbuk besi dan hidrogen rendah. Jenis ini kadang disebut jenis kapur. Jenis ini menghasilkan kadar hidrogen rendah sehingga kepekaan sambungan terhadap retak sangat rendah, ketangguhannya sangat memuaskan. Elektroda adalah bagian ujung (yang berhubungan dengan benda kerja) rangkaian penghantar arus listrik sebagai sumber panas. E7018 menurut Soedjono, (1994) adalah:

- E : Elektroda las listrik (E7018 diameter 3,2 mm)
- 70 : Tegangan tarik maksimum dari hasil pengelasan (70.000 Psi)
atausama dengan 492 MPa.
- 1 : Posisi pengelasan (angka 1 dapat dipakai dalam semua posisi pengelasan).
- 8 : Menunjukkan jenis selaput serbuk besi hydrogen rendah dan interval arus las yang cocok untuk pengelasan.

2.5 Besar Arus Listrik

Arus las merupakan para meter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk. Besarnya arus pengelasan yang diperlukan tergantung pada diameter elektroda, tebal bahan yang dilas, jenis elektroda yang digunakan, diameter inti elektroda, dan posisi pengelasan. Makin tinggi arus las makin besar penembusan dan kecepatan pencairannya. Besar arus pada pada pengelasan mempengaruhi hasil las , bila arus las terlalu rendah maka perpindahan cairan dari ujung

elektroda yang digunakan sangat sulit dan busur listrik yang terjadi tidak stabil

2.6 Baja Paduan Rendah

Baja paduan rendah adalah baja paduan yang mempunyai kadar karbon sama dengan baja lunak, tetapi ditambah dengan sedikit unsur-unsur paduan. Baja paduan rendah dibagi menurut sifatnya yaitu baja tahan suhu rendah, baja kuat, dan baja tahan panas;

- a) Baja tahan suhu rendah. Baja ini mempunyai keuletan tumbuk yang tinggi dan suhu transisi yang rendah, karena itu dapat digunakan dalam konstruksi untuk suhu yang lebih rendah dari suhu biasa.
- b) Baja kuat. Baja ini dibagi dalam dua kelompok yaitu kekuatan tinggi dan kelompok ketangguhan tinggi. Kelompok kekuatan tinggi mempunyai sifat mampu las yang baik karena kadar karbonnya rendah. Kelompok ini sering digunakan dalam konstruksi las. Kelompok yang kedua mempunyai ketangguhan dan sifat mekanik yang sangat baik. Kekuatan tarik untuk baja kuat berkisar antara 50-100 kg/mm².
- c) Baja tahan panas adalah baja paduan yang tahan terhadap panas, asam dan mulur.

2.7 Heat input

Pencairan logam induk logam pengisi memerlukan energi yang cukup. Energi yang dihasilkan dalam operasi pengelasan dihasilkan dari bermacam-macam sumber tergantung pada proses pengelasannya. Pada pengelasan busur listrik, sumber energi berasal dari listrik yang diubah menjadi energi. Energi panas ini sebenarnya hasil kolaborasi dari arus las, tegangan las dan kecepatan pengelasan. Parameter ketiga yaitu kecepatan pengelasan ikut mempengaruhi energi pengelasan karena proses pemanasannya tidak diam akan tetapi bergerak dengan kecepatan tertentu.

Kualitas hasil pengelasan dipengaruhi oleh energi panas yang berarti dipengaruhi tiga parameter yaitu arus las, tegangan las dan kecepatan pengelasan. Hubungan antara ketiga parameter itu menghasilkan energi

pengelasan yang di sebut *heat input*. Persamaan dari heat input hasil dari ketiga parameter dapat dituliskan sebagai berikut:

$$HI(\text{Heat Input}) = \frac{\text{Tegangan pengelasan}(E) \times \text{Arus pengelasan}}{\text{Kecepatan pengelasan}(v)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dari persamaan ini dapat dijelaskan beberapa pengertian antara lain jika kita menginginkan masukan panas yang tinggi maka parameter yang dapat diukur yaitu arus las dapat diukur langsung pada mesin las. Tegangan las umumnya tidak dapat diatur secara langsung pada mesin las, tetapi pengaruhnya terhadap masukan panas tetap ada.

Untuk memperoleh masukan panas yang sebenarnya dari suatu proses pengelasan, persamaan satu dikalikan dengan efisiensi proses pengelasan (η) sehingga persamaannya menjadi:

$$HI(\text{Heat Input}) = \eta \times \frac{\text{Tegangan pengelasan}(E) \times \text{Arus Pengelasan}(I)}{\text{Kecepatan Pengelasan}(v)} \dots\dots\dots(2.2)$$

2.8 Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik di maksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusannya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.

Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan tersebut. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses pergeseran butiran kristal logam yang

mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik setiap atom logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum.

Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji.

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_0} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana: σ_u = Tegangan nominal (kg/mm²)
 F_u = Beban maksimal (kg)
 A_0 = Luas penampang awal (mm²)

2.9 Pengujian Ketangguhan

Ketangguhan adalah ketahanan bahan terhadap beban tumbukan atau kejutan (takikan yang tajam secara drastis menurunkan ketangguhan). Tujuan utama dari pengujian impact adalah untuk mengatur ketegasan atau keuletan bahan terhadap beban tiba-tiba dengan cara mengukur energi potensial sebuah palu gondam yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu. Pengujian impact adalah pengujian dengan menggunakan beban (tiba-tiba). Metode yang sering digunakan adalah metode *Charpy* dengan menggunakan benda uji standar.

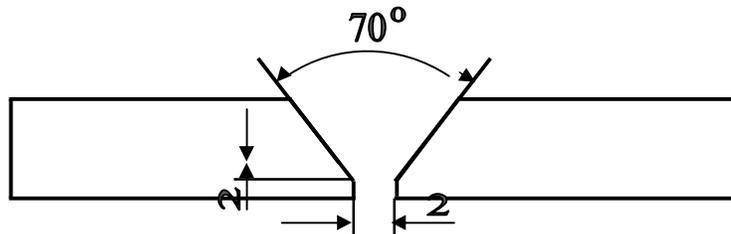
Bila di ketahui luas penampang dibawah takikan (A)....mm², dapat disimpulkan perolehan nilai ketangguhan batang uji di hitung sebagai berikut:

$$K = \frac{W}{A_0} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana: K = Ketangguhan (Joule/mm²)
W = Kerja patah (Joule)
A₀ = Luas penampang awal (mm²)

2.10 Kampuh V

Sambungan kampuh V dipergunakan untuk menyambung logam atau plat dengan ketebalan 6-15 mm. Sambungan ini terdiri dari sambungan kampuh V terbuka dan sambungan kampuh V tertutup.



Gambar 2.2. Kampuh V (Sonawan, 2004).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

1. Pembuatan bentuk spesimen benda uji dan proses pengelasan dilakukan dilaboratorium Teknologi Mesin Universitas Kristen Indonesia Toraja.
2. Pengujian kekuatan tarik dan ketangguhan dilakukan di laboratorium Metalurgi Fisik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Waktu penelitian dilaksanakan dibulan Juni 2014 sampai februari 2015.

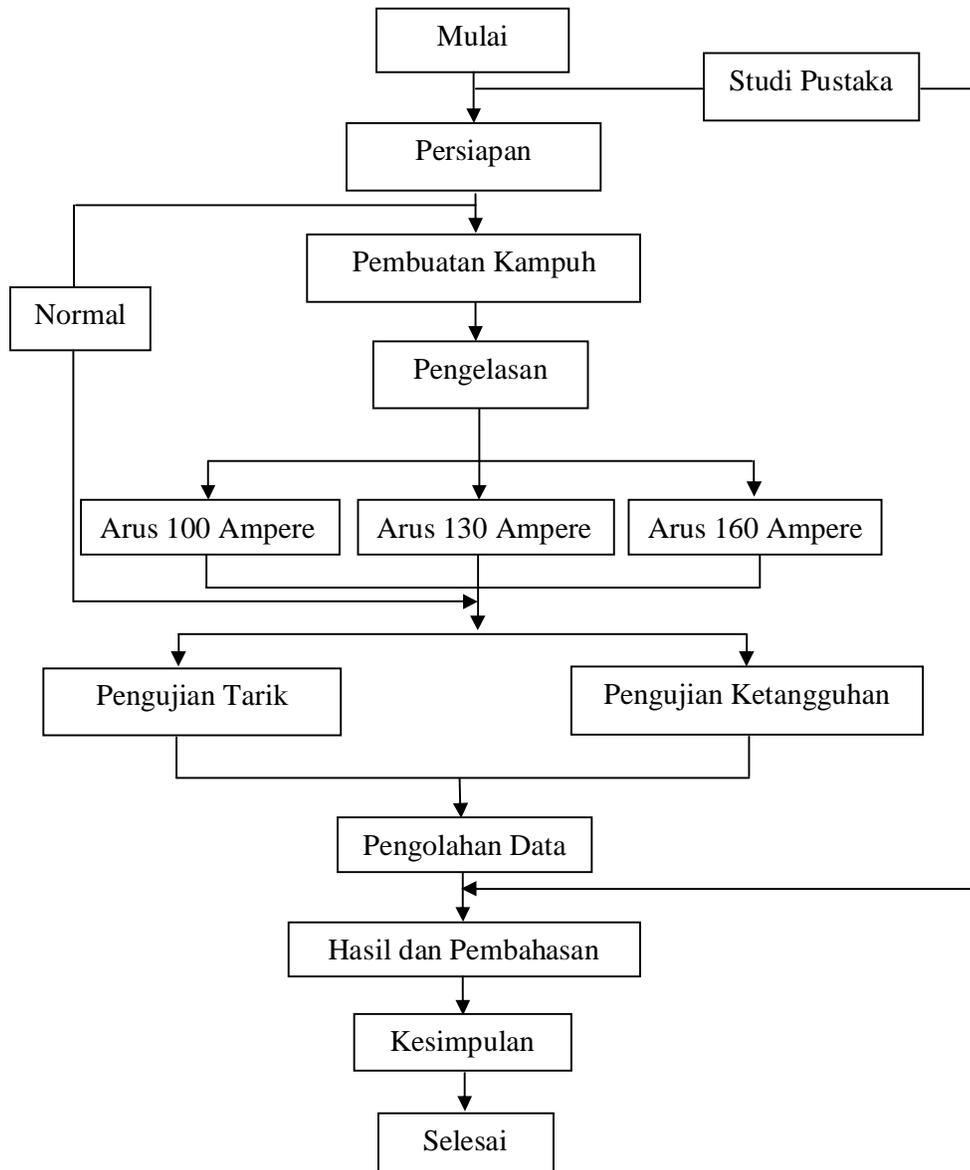
3.2 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan selama pembuatan spesimen dan pengambilan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Mistar geser :Digunakan untuk mengukur dimensi dari benda yang akan diuji sesuai dengan ukuran yang diinginkan.
- 2) Mesin gergaji :Digunakan untuk memotong spesimen yang akan dibuat benda uji.
- 3) Mesin gerinda :Digunakan untuk meratakan permukaan las setelah dilas dan membuat takikan pada benda uji.
- 4) Mesin las :Digunakan untuk mengelas benda kerja yang akan digunakan untuk mengadakan pengujian.
- 5) Kertas gosok :Digunakan untuk menghaluskan permukaan benda uji.
- 6) Mesin penguji :Digunakan untuk menguji kekuatan dan ketangguhan sambungan las.

Bahan atau spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah yang berbentuk plat, kemudian bahan tersebut dibagi dalam beberapa potongan dan dilas dengan elektroda E7018 dengan diameter 3,2 mm.

3.3 Diagram Alir Penelitian



IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisa Data Hasil Uji Kekuatan tarik

Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik. Spesimen pengujian terdiri dari pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik baja paduan rendah hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7018 dan kekuatan tarik daerah las baja paduan rendah. Data-data hasil pengujian tarik yang diperoleh pada kelompok variasi arus kemudian dimasukkan kedalam persamaan yang ada.

Tabel 4.1. Data hasil penelitian uji tarik.

Arus (Ampere)	A ₀ (mm ²)	W ₀ (mm)	W ₁ (mm)	T ₀ (mm)	T ₁ (mm)	L ₀ (mm)	L ₁ (mm)
Normal	84,24	9,36	8,36	9	8,13	60	65,16
100	83,34	9,26	8,56	9	8,33	60	65,5
130	83,34	9,26	8,26	9	8,13	60	65,66
160	83,7	9,3	8,5	9	8,13	60	65,16

$$\text{Perhitungan Kekuatan Tarik : } \sigma_u = \frac{F_u}{A_0}$$

Dimana: σ_u = Tegangan Nominal (kg/mm²)

F_u = Beban Maksimal (kg)

$$1) \text{ Normal : } \sigma_u = \frac{F_u}{A_0}$$

$$\sigma_u = \frac{51,30 \text{ kg}}{84,24 \text{ mm}^2} = 60,90 \text{ kg/mm}^2$$

$$2) \text{ 100 Ampere : } \sigma_u = \frac{F_u}{A_0}$$

$$= \frac{5232,75 \text{ kg}}{84,34 \text{ mm}^2} = 62,78 \text{ kg/mm}^2$$

$$3) \quad 130 \text{ Ampere} : \sigma_U = \frac{F_u}{A_o}$$

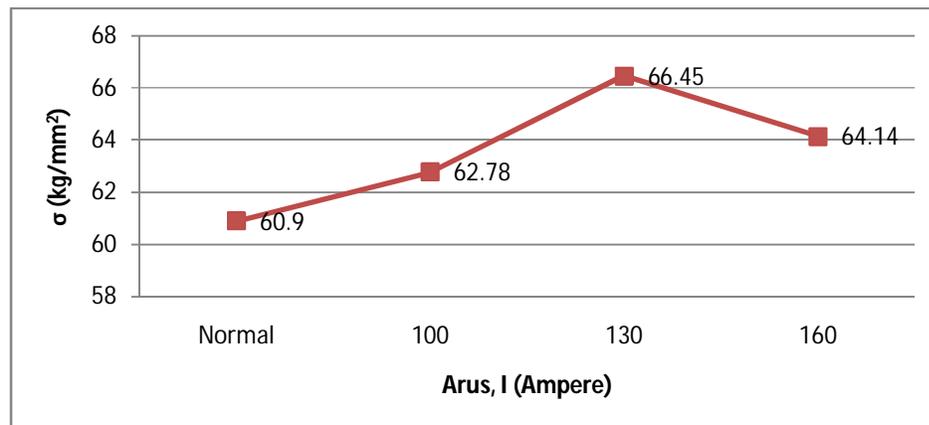
$$= \frac{5538,56 \text{ kg}}{83,34 \text{ mm}^2} = 66,45 \text{ kg/mm}^2$$

4) 160 Ampere

$$\sigma_U = \frac{F_u}{A_o} = \frac{5368,67 \text{ kg}}{83,7 \text{ mm}^2} = 64,14 \text{ kg/mm}^2$$

Tabel 4.2. Hasil perhitungan uji kekuatan tarik.

Arus, I (Ampere)	Kekuatan tarik, σ_u (kg/mm ²)
Normal	60,9
100	62,78
130	66,45
160	64,14



Gambar 4.1. Grafik Pengaruh arus terhadap kekuatan tarik

Analisa Data Hasil Uji Ketangguhan

Untuk mengetahui adanya perbedaan ketangguhan antara bahan yang mengalami perlakuan pengelasan dengan logam induk. Hasil pengujian impact

berupa tenaga yang diserap (W) dalam satuan Joule dan nilai pukul takik (K) dalam satuan Joule/mm².

Tabel 4.3.Data hasil penelitian uji ketangguhan.

Arus (Ampere)	Luas penampang awal, A ₀ (mm ²)	W (Joule)
Normal	86,25	82,33
100	102	146,63
130	100,55	131,33
160	95,35	82,33

Perhitungan ketangguhan : $K = \frac{W}{A_0}$

Dimana: W= kerja patah(Joule)

A₀ = luas penampang (mm²)

$$1. \text{ Normal : } K = \frac{W}{A_0} = \frac{82,33 \text{ J}}{86,25 \text{ mm}^2} = 0,95 \text{ J/mm}^2$$

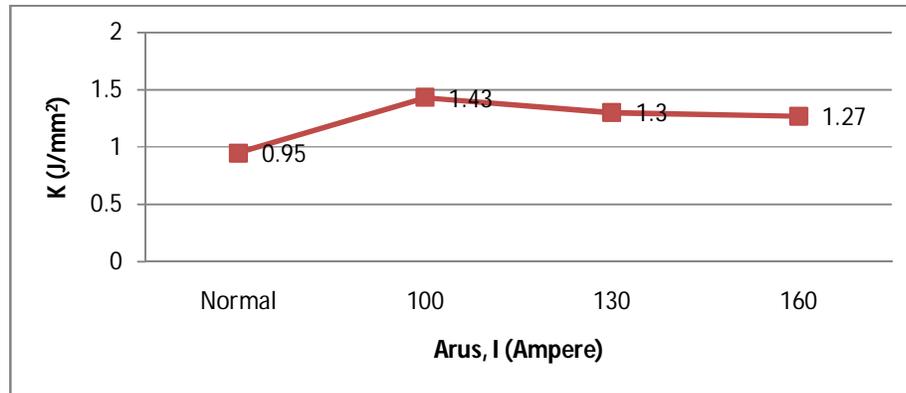
$$2. \text{ 100 Ampere : } K = \frac{W}{A_0} = \frac{146,63 \text{ J}}{102 \text{ mm}^2} = 1,43 \text{ J/mm}^2$$

$$3. \text{ 130 Ampere : } K = \frac{W}{A_0} = \frac{131,33 \text{ J}}{100,55 \text{ mm}^2} = 1,30 \text{ J/mm}^2$$

$$4. \text{ 160 Ampere: } K = \frac{W}{A_0} = \frac{121,33 \text{ J}}{95,35 \text{ mm}^2} = 1,27 \text{ J/mm}^2$$

Tabel 4.4.Hasil perhitungan uji ketangguhan.

Arus, I (Ampere)	Ketangguhan, K (J/mm ²)
Normal	0,95
100	1,43
130	1,3
160	1,27



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh arus terhadap Ketangguhan.

Pembahasan

Dari hasil penelitian diketahui ada perbedaan kekuatan tarik dan ketangguhan dari variasi arus pengelasan yang diberikan yaitu 100 Ampere, 130 Ampere dan 160 Ampere.

Dari hasil perhitungan jenis bahan tanpa perlakuan pengelasan (normal) mempunyai nilai ketangguhan paling rendah dibandingkan dengan kelompok variasi arus dan nilai kekuatan tarik yang paling tinggi terdapat pada kelompok variasi arus 130 Ampere .

Pada jenis variasi arus 100 Ampere, arus yang terjadi terlalu rendah menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik yang terjadi kurang stabil, panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan elektroda serta penembusan yang terjadi kurang maksimal.

Arus pengelasan 130 Ampere termasuk dalam arus yang diijinkan untuk elektroda E7018 dengan diameter 3,2 mm diantara 115 Ampere sampai 165 Ampere. Pada pengelasan ini busur yang terjadi lebih besar dibanding arus 100 ampere. Percikan busur terlihat lebih besar dan peleburan elektroda lebih cepat dan nilai yang dihasilkan dari pengujian tarik untuk kualitas hasil pengelasan lebih besar dibandingkan kelompok variasi arus pengelasan 100 Ampere dan 160 Ampere.

Dari hasil perhitungan pengujian ketangguhan nilai pada bahan tanpa perlakuan mengalami penurunan dibandingkan dengan

kelompok variasi arus pengelasan ini disebabkan karena panas yang dihasilkan saat pengelasan menyebabkan bahan makin ulet sehingga ketangguhan yang dihasilkan makin tinggi. Nilai ketangguhan untuk arus 100 Ampere lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok spesimen variasi arus pengelasan 130 Ampere dan 160 ampere.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Baja karbon rendah setelah mengalami pengelasan mempunyai nilai kekuatan tarik tertinggi pada arus 130 Ampere dan jika dibandingkan dengan baja karbon rendah yang tidak mengalami pengelasan untuk kekuatan tariknya lebih rendah dibandingkan dengan mengalami pengelasan dimana kekuatan tarik tertinggi dengan nilai $66,45 \text{ kg/mm}^2$ dan nilai kekuatan tarik terendah dengan nilai $60,9 \text{ kg/mm}^2$.
2. Baja karbon rendah setelah mengalami pengelasan mempunyai nilai ketangguhan tertinggi pada arus 100 Ampere dan jika dibandingkan dengan baja karbon rendah yang tidak mengalami pengelasan untuk kekuatan tariknya lebih rendah dibandingkan dengan mengalami pengelasan dimana kekuatan tarik tertinggi dengan nilai $1,43 \text{ J/mm}^2$ dan nilai ketangguhan terendah dengan nilai $0,95 \text{ J/mm}^2$.

5.2 Saran

1. Jika mengelas dengan elektroda E7018 sebaiknya menggunakan arus dari 115 Ampere sampai 160 Ampere, karena jika kurang penembusan yang terjadi akan kecil dan jika lebih dari 160 Ampere maka akan menyebabkan pencairan logam induk mencair.
2. Sebaiknya dilakukan pemanasan elektroda terlebih dahulu sebelum dilakukan pengelasan untuk menghilangkan hidrogen yang ada pada fluks, karena hidrogen akan menyebabkan hasil pengelasan kurang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alip, M., 1989, Teori dan Praktik Las, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Arifin, S., 1997, Las Listrik dan Otogen, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Arif, S., 1997, Teori dan Praktik Las, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- https://www.google.com/search?q=gambar+las+SMAW&es_sm=93&tbm=isch&imgi
diakses pada tanggal 9 April 2014.
- Klasifikasi Elektroda,-----[20-bc2f263a31](#),
diakses pada tanggal 10 April 2014.
- Sonawan, H., Suratman, R., 2004, Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam, Bandung.
- Suharto, 1991, Teknologi Pengelasan Logam, Rineka Cipta, Jakarta.
- Suratman, M., 2001, Teknik Mengelas Asetilin, Brasing dan Busur Listrik, Pustaka Bandung.
- Wirjosumarto, H., 2000, Teknologi Pengelasan Logam, Erlangga, Jakarta.
- Widharto, S., 2001, Petunjuk Kerja Las, Pradnya Paramita, Jakarta.