

Analisa Kekuatan Tarik Dan Impak Pada Baja ST 30 Dengan Type Las SMAW 3G

¹Resky, ²Atus Buku, ³Kristiana Pasau

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia Paulus
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 13 Daya Makassar, 90243
Email korespondensi: : reskykalessa.com@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arus pengelasan SMAW pada material baja terhadap kekuatan tarik dan kekuatan tumbukan sambungan. Proses pengelasan baja St 30 dengan ketebalan 5 mm, dengan menggunakan kampuh V dengan variasi arus 70 A, 80 A, 90 A. Kemudian dilakukan proses pengujian tarik untuk mengetahui pengaruh arus pengelasan dan kampuh pada spesimen. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa material yang diuji tarik pada kampuh V dengan arus 70 A dengan nilai elastisitas ultimate $29,86 \text{ Kg/mm}^2$, pada kampuh V dengan arus 80 A dengan nilai elastisitas ultimate $31,05 \text{ Kg/mm}^2$, dan pada kampuh V dengan arus 90 A dengan nilai elastisitas ultimate $30,31 \text{ Kg/mm}^2$. Setelah melakukan pengelasan las SMAW dengan menggunakan variasi arus 70 ampere, 80 ampere, dan 90 ampere. Dan pada pengujian tumbukan nilai harga impaknya dari $1,371 \text{ Joule/mm}^2 - 1,823 \text{ Joule/mm}^2$. Maka dapat disimpulkan, semakin rendah arus pengelasan maka semakin rendah kekuatannya, penyambungan kampuh yang baik adalah kampuh V dengan arus 80 A.

Kata Kunci : Pengelasan SMAW , Baja St 30 ketebalan 5 mm , variasi arus dan kampuh , pengujian tarik, pengujian impak.

I. PENDAHULUAN

Di dalam era industri teknologi 4.0 saat ini sangat diperlukan suatu pengembangan metode baru yang mampu menawarkan nilai keuntungan dan daya saing yang tinggi tanpa mengesampingkan kualitas dan kuantitas. Peningkatan kualitas dan kuantitas dari hasil pengelasan pada suatu material merupakan suatu masalah tersendiri yang dihadapi oleh suatu bengkel atau perusahaan, keinginan untuk maju dan meraih keuntungan yang maksimum, merupakan tujuan yang ingin dicapai oleh suatu bengkel atau perusahaan. Dengan demikian untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik, maka harus ditunjang oleh fasilitas-fasilitas yang baik untuk menciptakan efektifitas kerja yang lebih tinggi. Saat ini hampir semua penyambungan rangka-rangka pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin tidak luput dari teknik pengelasan (Rendra, 2000).

Baja adalah salah satu jenis logam yang paling banyak digunakan dalam bidang teknik. Penggunaan baja dapat disesuaikan dengan kebutuhan karena banyak sekali macamnya dengan sifat dan karakter yang berbeda-beda (Waluyo, 2009).

Pada konstruksi perpipaan yang banyak digunakan pada industri dilakukan dengan sistem penyambungan

las. Penyambungan beberapa instalasi perpipaan untuk kilang minyak biasanya digunakan sambungan las listrik. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las dan cara pengelasan harus betulbetul memperhatikan dan memperlihatkan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta kegunaan disekitarnya. Pengelasan merupakan salah satu lanjutan dari pengolahan logam tersebut (Saragih, 2013).

Perkembangan teknologi di bidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasilogam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya dibidang rancangan bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan ketrampilan yang tinggi bagi lasannya hingga di dapatkan hasil yang di inginkan (Habibi dkk., 2015).

Dalam teknik pengelasan banyak digunakan pada bidang pembangunan seperti jembatan, rangka baja, perkapalan, sarana transportasi, rel, pipa saluran ada beberapa kendala yang mempengaruhi perencanaan

pada pelaksanaan pengujian dengan cara pembuatan rancangan las sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan beberapa faktor yang dibutuhkan di dalam pelaksanaan pengujian tersebut (Feronika Putri, 2010).

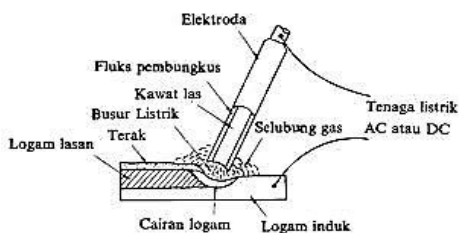
II. TEORI DASAR

Pengelasan merupakan proses pengelasan ialah menyambungkan dua buah benda dengan cara dipanaskan dengan suhu yang tinggi hingga benda melebur dan menyambung satu sama lain cara ini dapat dilakukan dengan bantuan tekanan, pada proses fase cair yang tidak melalui pembentukan bagian yang terhubung dengan itu pengelasan bisa dilakukan dengan cara menggunakan bahan pengisi. (Joko Santoso, 2006).

Pada proses pengelasan merupakan salah satu cara yang di pergunakan pada bidang bangunan baja, konstruksi dan rangka mesin pada teknologi ini dapat di aplikasikan untuk menyambung dan memotong logam, juga bisa dgunakan untuk mengisi lubang-lubang pada material membuat lapisan pada material yang keras, memperlebar bagian material yang sudah menipis, dan bermacam perbaikan lainnya (Aditya R, 2017).

Umumnya dasar akibat pengelasan dimana kekerasan logam dasar dapat berubah pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) untuk pengelasan logam dasar kita menggunakan media pendingin air, udara, dan oli dimana pendingin ini berfungsi sebagai (Wirjosumarto H, 2000) :

1. Mempercepat pendinginan
2. Meningkatkan kekerasan logam



Gambar 1. Las SMAW (Sonawan, 2003)

Arus adalah aliran pembawa muatan listrik, simbol yang digunakan adalah huruf besar I dalam satuan amper pengelasan adalah penyambungan dua logam dan atau logam paduan dengan cara memberikan panas baik di atas atau di bawah titik cair logam tersebut baik dengan atau tanpa tekanan serta ditambah atau tanpa logam pengisi (Suharto, 1991). 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.

Table 1. Ukuran arus listrik elektroda oward.(1998)

Diameter Elektroda (mm)	Arus (Ampere)
2,5	60-90
2,6	60-90
3,2	80-130
4,0	150-190
5,0	180-250

Mesin las digunakan untuk membagi tegangan untuk mendapatkan busur nyala yang memberikan panas untuk digunakan mencairkan atau melumerkan logam-logam yang akan dilas atau disambung.

Mesin las memperoleh sumber tenaga dari dinamo, yang digerakkan oleh(Suharto , 1991) :

1. Aliran listrik (jaringan listrik) dari gardu induk mempunyai tegangan yang tinggi dan belum dapat digunakan sebagai arus las, sehingga arus listrik terlebih dahulu diubah menjadi arus las atau searah melalui transformator
2. Motor listrik, atau bensin dan diesel dapat digunakan untuk mengelas melalui generator



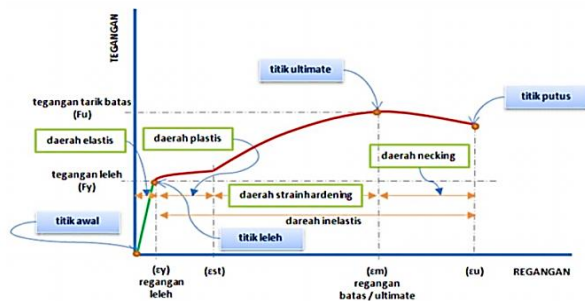
Kampuh V

Gambar 2. Jenis Kampuh V (Bambang Hari Nugroho, 2020)

Pengujian tarik adalah salah satu cara untuk mengetahui sifat-sifat mekanik dari suatu bahan terhadap bahan tarik, mengetahui hubungan beban dengan beban dengan pertambahan panjang dan mengetahui hubungan tarik dengan regangan atau kekuatan bahan terhadap beban tarik.

Pengujian tarik saat ini merupakan yang sering dilakukan terhadap bahan, karena prosedurnya mudah dilakukan dan secara luas digunakan untuk menentukan informasi dari suatu bahan atau spesifikasi dari material. Dalam pengujian didapatkan karakteristik penting dari bahan yang mempunyai hubungan langsung dalam desain praktis. Apabila spesimen ditarik dengan terus menambahkan beban,

maka panjang spesimen tarik akan berubah atau bertambah panjang.



Gambar 3. Grafik hubungan tegangan-regangan pada pengujian Tarik (Mardianto & Paga', 2015).

Pada gambar dapat dilihat bahwa titik daerah elastisitas pada *hukum hooke* terjadi sebuah proporsional pada titik leleh menunjukkan batas dimana beban diturunkan ketitik ter rendah, tidak terjadi perpanjangan tetap pada benda pengujian yang namakan batas elastis. titik daerah plastis disebut titik luluh atas dan titik daerah inelastis adalah titik luluh bawah. Tegangan yang tertinggi adalah kekuatan tarik dari logam (F_u) yang merupakan tahanan atau reaksi terhadap beban, kemudian regangan bertambah terus disertai turunnya tegangan dan akhirnya spesimen patah pada titik putus. Tegangan yang terjadi pada waktu patah disebut tegangan patah (Mardianto & Paga', 2015)

Ketangguhan adalah ketahanan bahan terhadap beban tumbukan atau kejutan. Takikan yang tajam secara drastis menurunkan ketangguhan. Pengujian impact adalah pengujian dengan menggunakan beban sentakan (tiba-tiba) (Y. Handoyo, 2013).

Pengujian impact merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impact dengan pengujian Tarik dan kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan lahan. Pegujian impact merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan lahan melainkan datang secara tiba-tiba, contoh deformasi pada bumper mobil pada saat terjadinya tumbukan kecelakaan (Y. Handoyo, 2013).

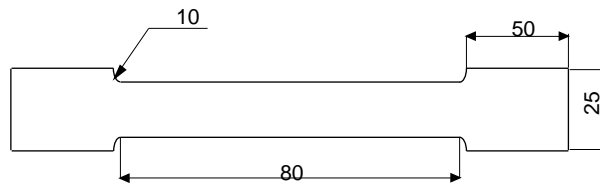
III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan mulai pada bulan Januari 2022 sampai bulan Februari 2022 di Laboratorium Metalurgi Fisik Program Studi Teknik

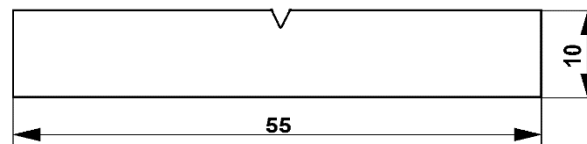
Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus.

Bahan yang digunakan berupa Baja Karbon St 30 dan Elektroda las merek nikko steel tipe E6013, Ø 2,6 mm, arus 70 A, 80 A, dan 90 A. Alat yang digunakan adalah mesin pemotong plat , mistar ukur (mistar baja), kikir segi tiga , mesin gurinda , mesin las SMAW DC , Jangka sorong , pengukur sudut , mesin uji tarik (*Tensile test*) , dan mesin uji tumbukan (*Impact test*).

Gambaran Umum Dari Penelitian



Gambar 4. Spesimen uji tarik standar ASTM E8



Gambar 5. Spesimen Normal Uji Impact

Prosedur Penelitian

Langka-langka dalam proses pengelasan ialah menyediakan mesin las listrik SMAW sesuai dengan pemasangan polaritas terbaik, menyediakan bahan uji yang akan disambung pada posisi pengelasan menggunakan kampuh jenis kampuh V, dengan menyiapkan kawat las sesuai dengan arus dan tebal material, dalam penelitian ini dipilih elektroda jenis E6013 dan menyetel amper meter yang digunakan untuk mengukur arus pada posisi jarum nol, kemudian salah satu penjepitnya dijepitkan pada kabel yang digunakan untuk menjepit elektroda. Mesin las dihidupkan dan elektroda digoreskan sampai menyala. Ampere meter diatur pada angka 80 A selanjutnya mulai dilakukan pengelasan untuk spesimen.

Prosedur Pengujian Tarik

Prosedur dan pembahasan hasil pengujian tarik sebagai berikut. benda uji tarik, setelah sebelumnya diketahui penampangnya, panjang awalnya dan ketebalannya. Langka pengujianya menyiapkan kertas blok dan letakan kertas tersebut pada plotter, benda uji mulai mendapat beban tarik dengan menggunakan tenaga hidrolik diawali dengan 0 kg hingga benda putus pada beban maksimum yang dapat ditahan beban tersebut, benda uji yang sudah putus lalu diukur berapa

besar penampang dan panjang benda uji setelah putus, gaya atau beban maksimum ditandai dengan putusnya benda uji terdapat pada layar digital dan dicatat sebagai data, hasil diagram pada kertas millimeter blok yang ada pada meja plotter dan hal terakhir yaitu menghitung kekuatan tarik, kekuatan luluh perpanjangan dari data yang tela didapat dengan menggunakan persamaan yang ada.



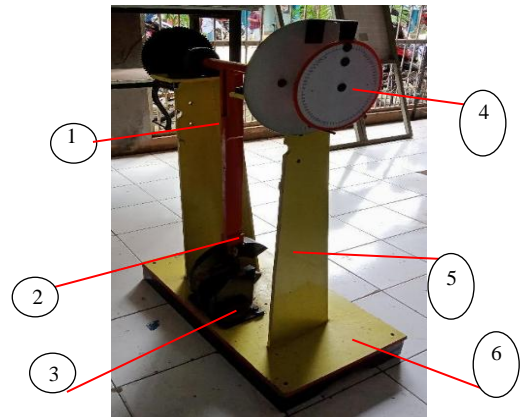
Gambar 6. Mesin uji tarik (dokumentasi pribadi).

Keterangan Gambar (1) Rangka Landasan Mesin Uji Tarik ; (2) Rangka Mesin Uji Tarik ; (3) Chucks Bawah ; (4) Chucks Atas ; (5) Push ON/ OFF ; (6) Manual Level Setting.

Prosedur Pengujian Tumbukan

Dengan menggunakan jangka sorong lakukan pengukuran luas area dibawah takik dari sampel uji. Catat hasil pengukuran didalam lembar data. Hidupkan kompresor dan tunggu tekanan sampai 6 bar. Buka safety guard mesin, siapkan mesin uji, pasang spesimen pada pemegangnya dan Angkat hammer dengan tangan dan pasang kunci. Pastikan jarum penunjuk ke posisi 300 joule.

Letakan spesimen yang akan diuji pada tempat dudukan spesimen, atur posisi spesimen dan Tutup pengaman mesin (*safety guards*). Tekan tombol yang terletak disafety guards, lalu pendulum memukul spesimen uji. Setelah itu bawa pendulum dengan hati-hati keposisi semula dengan menarik pendulum break secara perlahan. Baca posisi jarum dan baca skala dial, catat hasil pembacaan. Ambil benda uji dan amatilah permukaan patahannya didalam lembar data. Ulangi pengujian untuk sampel-sampel lainnya.



Gambar 7. Mesin uji charpy (dokumentasi pribadi)

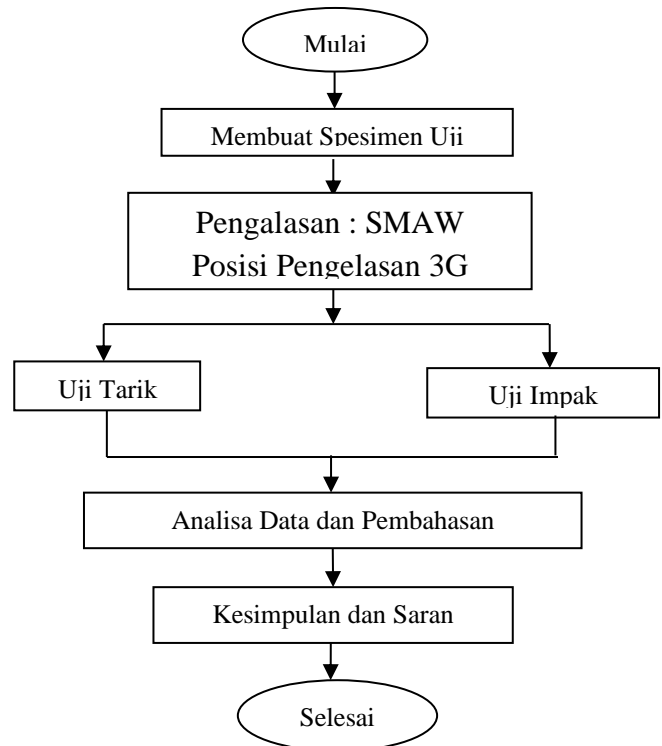
Keterangan Gambar (1) Batang Pendulum ; (2)

Rangka Konstruksi ; (3) Pendulum ; (4)

Indikator Petunjuk ; (5) Dudukan Spesimen ; (6) Rangka.

Diagram Aliran Penelitian

Uraian langkah-langkah penelitian di atas dapat dijabarkan kedalam diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 8. Diagram aliran penelitian

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Analisa Data

Pengujian Tarik

Dalam menghitung data hasil pengujian tarik diketahui panjang awal spesimen (L_o) = 80 mm ; lebar spesimen (W_o) = 12,5 mm dan tebal spesimen (t_o) = 5 mm.

Luas Penampang Spesimen (A_o)

$$A_o = W_o \times t_o$$

$$A_o = 12,5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$$

$$A_o = 62,5 \text{ mm}^2$$

Dari persamaan-persamaan yang ada, maka salah satu spesimen yang akan digunakan sebagai informasi dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan adalah spesimen tanpa bentuk kampuh atau spesimen tanpa pengelasan (spesimen normal) dengan data hasil pengujian sebagai berikut:

- Beban yielding (σ_y) : 1362,5 kgf/mm
- Beban maksimum (σ_u) : 1836 kgf/mm²
- Beban patah (σ_p) : 1260 kgf/mm²

A. Spesimen Normal

Dimensi spesimen sebelum diuji

$L_o = 80 \text{ mm}$; $W_o = 12,5 \text{ mm}$ dan $t_o = 5 \text{ mm}$

Dimensi spesimen setelah diuji

1. Luas penampang awal (A_o)

$$A_o = W_o \times t_o$$

$$= 12,5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$$

$$A_o = 62,5 \text{ mm}^2$$

2. Luas penampang akhir (A_b)

$$A_b = W_b \times t_b$$

$$= 8 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$$

$$A_b = 24 \text{ mm}^2$$

3. Pertambahan panjang setelah patah (ΔL)

$$\Delta L = L_b - L_o$$

$$= 100 \text{ mm} - 80 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 20 \text{ mm.}$$

4. Tegangan tarik yielding (σ_y)

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A_o}$$

$$= \frac{1362,5 \text{ kgf}}{62,5 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_y = 21,8 \text{ kgf/mm}^2$$

5. Tegangan tarik maksimum (σ_u)

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

$$= \frac{1826 \text{ kgf}}{62,5 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_u = 29,37 \text{ kgf/mm}^2$$

6. Tegangan tarik patah (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_o}$$

$$= \frac{1260 \text{ kgf}}{62,5 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_b = 20,16 \text{ kgf/mm}^2$$

7. Regangan (ϵ)

$$\epsilon = \frac{L_b - L_o}{L_o} \times 100 \%$$

$$= \frac{100 - 80}{80} \times 100 \%$$

$$\epsilon = 25 \%$$

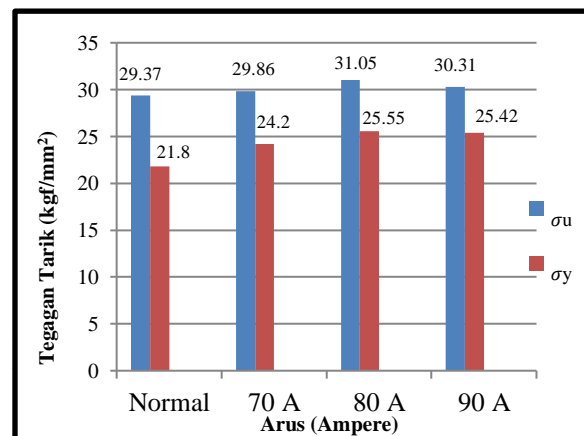
8. Reduksi penampang (Q)

$$Q = \frac{A_o - A_b}{A_o} \times 100 \%$$

$$= \frac{62,5 - 24}{62,5} \times 100 \%$$

$$Q = 61,6 \%$$

Pembahasan Uji Tarik



Tegangan tarik pada baja St 30 dengan elektroda E6013 menggunakan arus pengelasan 70 A, 80 A, 90 A menunjukkan bahwa spesimen normal tanpa perlakuan memiliki nilai tegangan tarik maksimum sebesar 29,37 kgf/mm², dan tegangan tarik yielding sebesar 21,8 kgf/mm². Pada kampuh V Arus 70 A memiliki nilai tegangan maksimum sebesar 29,86 kgf/mm², dan tegangan tarik yielding sebesar 24,2 kgf/mm². Pada kampuh V Arus 80 A memiliki nilai tegangan tarik maksimum sebesar 31,05 kgf/mm², dan tegangan tarik yielding sebesar 25,55 kgf/mm². Pada Kampuh V Arus 90 A memiliki nilai tegangan tarik maksimum sebesar 30,31 kgf/mm², dan tegangan tarik yielding sebesar 25,42 kgf/mm².

Dari data penelitian dapat dilihat bahwa Tegangan tarik maksimum dan Tegangan tarik yielding pada

Arus 80 A memiliki nilai yang sama tinggi dimana nilai kekuatan Tegangan tarik maksimum untuk Arus 80 A memiliki nilai sebesar 31,05 kgf/mm², Sedangkan nilai kekuatan Tegangan tarik yielding pada Arus 80 A memiliki nilai sebesar 25,55 kgf/mm², Dikarenakan pada Arus 80 A tegangan tarik maksimum dan tegangan tarik yielding lebih bagus dan efisien karena menghasilkan hasil kekuatan tarik yang lebih tinggi di bandingkan dengan Arus Spesimen Normal , Arus 70 A , dan 90 A.

Pengujian Tumbukan

Untuk menghitung energi impact dan harga impact uji charpy dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut.

$$U = m \cdot g \cdot \Delta h$$

Keterangan :

E = energi impact (joule)

m = massa pendulum (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s²) = 10 m/s²

R = Panjang lengan pendulum (m)

$\cos \alpha$ = sudut awal sebelum pendulum diayun

$\cos \beta$ = sudut akhir setelah pendulum menumbuk spesimen

$$HI = \frac{U}{I}$$

Keterangan

HI = Harga impact (J/mm²)

U = Usaha yang diperlukan untuk mematahkan spesimen (J)

I = Luas penampang diluar takikan (mm²)

Dik :

$$\alpha = 135^\circ$$

$$R = 780 \text{ mm} = 0,78 \text{ m}$$

$$m = 7,2 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$I = 10 \times 2 = 20 \text{ mm}^2$$

A. Spesimen Normal

Data I

$$\beta = 97^\circ$$

$$h_1 = R + R \sin (\alpha^\circ - 90^\circ)$$

$$= 0,78 + 0,78 \sin (135^\circ - 90^\circ)$$

$$= 0,78 + 0,78 \sin 45^\circ$$

$$= 0,78 + 0,78 \times 0,707$$

$$= 0,78 + 0,551$$

$$h_1 = 1,331 \text{ m}$$

$$h_2 = R + R \sin (\beta^\circ - 90^\circ)$$

$$= 0,78 + 0,78 \sin (97^\circ - 90^\circ)$$

$$= 0,78 + 0,78 \times \sin 7^\circ$$

$$= 0,78 + 0,78 \times 0,121$$

$$= 0,78 + 0,094$$

$$h_2 = 0,874 \text{ m}$$

$$\Delta h = h_1 - h_2$$

$$= 1,331 - 0,874$$

$$\Delta h = 0,457 \text{ m}$$

$$U = m \times g \times \Delta h$$

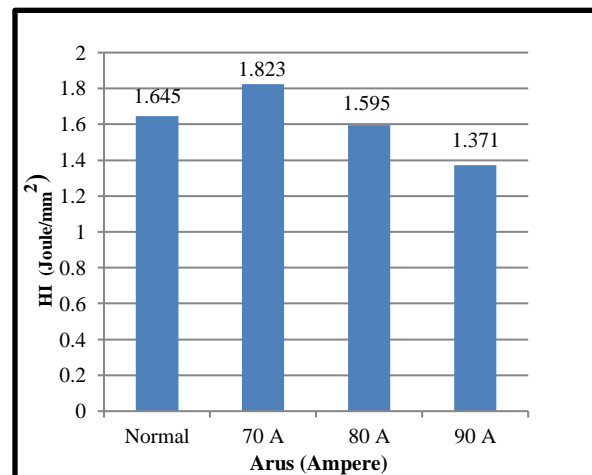
$$= 7,2 \times 10 \times 0,457$$

$$U = 32,904 \text{ Joule}$$

Menentukan harga impact (HI)

$$HI = \frac{U}{I} = \frac{32,245}{20} = 1,645 \text{ Joule/mm}^2$$

Pembahasan Uji Tumbukan



Harga Impact bahan untuk spesimen normal adalah sebesar 1,645 Joule/mm², Nilai rata-rata Harga Impact untuk spesimen 70 Ampere sebesar 1,823 Joule/mm², Nilai rata-rata Harga Impact untuk spesimen 80 Ampere sebesar 1,595 Joule/mm², Nilai rata-rata Harga Impact untuk spesimen 90 Ampere sebesar 1,371 Joule/mm².

Dari data penelitian dapat di lihat bahwa nilai Harga impact memiliki nilai yang bervariasi dimana nilai harga impact tertinggi terdapat pada spesimen 70 A dengan nilai rata-rata 1,823 Joule/mm², sedangkan nilai terendah harga impact terdapat pada spesimen 90 A dengan nilai rata-rata 1,371 Joule/mm². Dikarenakan tingginya harga impact pada arus yang rendah dan rendahnya nilai impact pada arus yang tinggi, Maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi Harga impact maka semakin rendah arus yang akan digunakan dan semakin rendah Harga impact maka semakin besar arus yang akan digunakan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian terhadap data pengujian, maka dapat disimpulkan pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik menunjukkan pada spesimen normal memiliki kekuatan tarik maksimum sebesar 29,37 kgf/mm² dan kekuatan tarik yielding sebesar 21,8 kgf/mm², pada Arus 70 A memiliki kekuatan tarik maksimum sebesar 29,86 kgf/mm² dan kekuatan tarik yielding sebesar 24,2 kgf/mm², pada Arus 80 A memiliki kekuatan tarik maksimum sebesar 31,05 kgf/mm² dan kekuatan tarik yielding sebesar 25,55 kgf/mm², pada Arus 90 A memiliki kekuatan tarik maksimum sebesar 30,31 kgf/mm² dan kekuatan tarik yielding sebesar 25,42 kgf/mm² dan pengaruh Kekuatan tumbukan menunjukkan bahwa Nilai rata-rata

Harga Impak bahan untuk spesimen normal adalah sebesar 1,645 Joule/mm², Nilai rata-rata Harga Impak untuk spesimen 70 Ampere sebesar 1,823 Joule/mm², Nilai rata-rata Harga Impak untuk spesimen 80 Ampere sebesar 1,595 Joule/mm², Nilai rata-rata Harga Impak untuk spesimen 90 Ampere sebesar 1,371 Joule/mm².

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disarankan baja St 30 yang digunakan pada spesimen agar tidak melakukan pengelasan posisi elektroda terlalu miring, karena semakin miring posisi elektroda maka peleburan busur elektroda tidak sempurna. Perlu dilakukan penelitian lanjutan setelah selesai pengelasan hendaknya benda kerja dilakukan postweld heat treatment untuk meminimalis terjadinya retak dan mengurangi tegangan sisa yang terjadi. Sebaiknya dilakukan pemanasan elektroda terlebih dahulu sebelum dilakukan pengelasan untuk menghilangkan hidrogen yang ada pada flux, karena hidrogen akan menyebabkan las-lasan menjadi berkualitas jelek.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya R. (2017). Analisis Pengaruh Suhu Preheating Pada Pengelasan Baja Karbon Sedang (ASTM A53) Terhadap Sifat Mekanik dan Ketahanan Korosi Weld Joint Pada Lingkungan Laut (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Bambang H. Nugroho. 2020. Pengaruh variasi kuat arus pengelasan terhadap kekuatan Tarik dan kekerasan sambungan las plate carbon steel ASTM

Feronika Putri, (2010). Pengaruh Besar Arus Listrik Dan Panjang Busur Api Terhadap Hasil Pengelasan. Austenit, 1(02).

Habibi, F., Respati, S. M. B., & Syafa'at, I. (2015). Perlakuan Pemanasan awal Elektroda terhadap sifat Mekanik dan Fisik pada Daerah HAZ hasil pengelasan baja karbon St 41. prosiding SNST Fakultas Teknik,

Handoyo, Y. (2013). Perancangan alat uji impak metode charpy kapasitas 100 Joule. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 1(2), 45-53.

Howard, C. J. & Stokes, H. T. (1998). Acta Cryst. B54, 782-789

Joko Santoso, 2006, Pengaruh variasi Kampuh Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG) Pada Baja Karbon Rendah St. 37, Fakultas Teknik Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Mardianto, & Paga', A. (2015). Analisis Posisi Sudut Elektroda Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon Hasil Pengelasan. Skripsi, 13.

Rendra, E. A. (2000). Analisa Eksperimental Pengaruh Bentuk Ayunan Terhadap Hasil Las-Lasan Sambungan Tumpul (Butt-Joint) Pada Plat SM 50 (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Saragih, P. (2013). Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Takik dan Kekerasan Pada Sambungan Las Pipa. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, 14(01), 25-30.

Sonawan, H. (2003). Las Listrik SMAW dan Pemeriksaan Hasil Pengelasan. Bandung : Alfabeta.

Suharto, "Teknologi Pengelasan Logam", Jakarta, Rineka Cipta, 1991.

Waluyo (2009) "Pengaruh Ketebalan Media Karburasi Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah". Skripsi . Universitas Sebelas Maret. Surakarta

Wirjosumarto. (2000). Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta : Pradnya Paramita.