

Analisa Sifat Mekanik Sambungan Las SMAW Baja ST 31 Dengan Variasi Media Pendingin

¹Yudika bandaso, Corvis L. ²Rantererung, ²Agustina Kasa

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

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin baja St 31 kekuatan tarik dan kekuatan dampak hasil Las SMAW. Pada penelitian ini dilakukan dua pengujian yaitu pengujian tarik dan pengujian dampak dengan variasi media pendingin air dan oli dengan waktu pendinginan 1 jam dan 2 jam. Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa media pendingin oli pada sambungan las SMAW memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi pada pelat baja St 31 dengan ketebalan plat 5 mm menggunakan arus 80A dan Elektroda E6013 memiliki nilai kekuatan tarik sebesar 31,91 kgf/mm², sedangkan pada pengujian dampak dapat disimpulkan bahwa sambungan las SMAW yang memiliki nilai kekuatan dampak tertinggi pada plat baja St 31 terdapat pada media pendingin oli pendinginan 1 jam dengan nilai kekuatan dampak sebesar $U = 25,92$ Joule dan $HI = 1,29$ Joule/mm². Tahapan dalam penelitian ini adalah pemotongan plat, pembuatan kampuh, pengelasan, pendinginan. Penelitian ini menggunakan posisi pengelasan mendatar (1G) dan menggunakan jenis elektroda E6013.

Kata Kunci : SMAW, Baja ST 31, Media Pendingin, Pengujian Tarik dan Dampak.

I. PENDAHULUAN

Las Shield Metal Arc welding (pengelasan busur logam pelindung) memiliki peranan penting dalam ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang konstruksi seiring perkembangan zaman yang di sertai kemajuan las SMAW atau bisa di sebut las listrik merupakan suatu proses pengelasan busur yang paling banyak dan paling sederhana yang di gunakan dalam dunia Industri. Ada beberapa faktor untuk mendapatkan hasil sambungan pengelasan yang baik yaitu, sifat mampu mengelas material, posisi pengelasan, jenis sambungan yang di gunakan, dan jenis elektroda yang di gunakan. Dengan variasi arus pengelasan terjadi perubahan struktur akibat pendinginan sehingga berpengaruh terhadap kekuatan bahan (Santoso, 2006).

Faktor yang mempengaruhi hasil las adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi proses pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh).

Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam Sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan.

Kekuatan sambungan las merupakan tujuan utama pada proses pengelasan penting untuk di lakukan pengujian karena menyangkut resiko yang akan terjadi apabila cacat pada sambungan yang akan mengakibatkan kegagalan pada konstruksi pembangunan.

II. TEORI DASAR

Pengelasan adalah teknik penyambungan yang menggunakan energi panas dengan mencairkan sebagian logam induk dan logam isi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah sehingga menghasilkan sambungan yang kontinyu (Wiryosumarto, 2015).

Mengelas adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya, pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas, pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan. 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, dalam teknik penyambungan logam atau elektroda berupa logam yang telah di lapisi oleh fluks yang berguna untuk melindungi logam dari gas oksidasi luar dalam proses penyambungan logam kuat arus listrik yang di gunakan sangat perlu untuk di perhatikan, karena besarnya panas yang di dihasilkan dari busur listrik di ujung elektroda di tentukan dari kuat arus listriknya. Semakin kecil arus listrik yang di gunakan maka semakin kecil juga panas yang di hasilkan dan semakin besar arus listrik yang di gunakan maka semakin besar pula panas yang di hasilkan untuk mencairkan elektroda (Alip,1989).

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

Pengertian Las Shielded Metal Arc Welding (pengelasan busur logam terlindung) adalah proses penyambungan logam yang menggunakan energi panas untuk mencairkan elektroda dan benda kerja

Dalam pengelasan ini panas dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja dapat mencairkan logam induk. Elektroda yang digunakan merupakan kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks Elektroda akan mengalami pencairan bersamaan dengan logam induk dan akan membeku selama pengelasan berlangsung. *Las Shielded Metal Arc Welding* adalah proses pengelasan yang paling banyak digunakan dalam bidang manufaktur, perbaikan barang mekanik maupun dalam dunia konstruksi, karena pengelasan ini paling sering digunakan pada pekerjaan yang ringan misalnya pembuatan teralis, pagar, tangga putar dan pekerjaan penyambungan logam lainnya. Selain itu pengelasan ini juga digunakan pada pipa penyulingan, saluran pipa air, pengelasan di bawah laut (struktur anjungan lepas pantai), bejana bertekanan, rangka baja untuk konstruksi bangunan serta industri alat berat dan perkapalan (Fiskan Y, 2016).

Arus pengelasan adalah aliran pembawa muatan listrik, symbol yang di gunakan adalah I dalam satuan ampere. Pengelasan adalah penyambungan dua logam dan logam paduan dengan cara memberikan panas balik atau di bawah titik cair logam tersebut baik dengan atau tanpa tekanan serta di tambah atau tanpa logam pengisi (Putri. F,2010).

Arus Listrik Pengelasan.

Penggunaan arus yang terlalu kecil akan mengakibatkan penembusan atau penetrasi las yang rendah, sedangkan arus yang terlalu besar akan mengakibatkan terbentuknya manik las yang terlalu lebar dan deformasi dalam pengelasan.

Mesin las yang digunakan untuk membagi tegangan untuk mendapatkan busur nyala yang memberikan panas untuk digunakan mencairkan atau melumerkan logam-logam yang akan dilas/disambung (Howard, 1998).

Media Pendingin

Dalam proses pengelasan dibutuhkan media pendingin untuk mendapatkan hasil pengelasan yang diinginkan dalam sifat mekaniknya serta mampu memberikan perbandingan media pendingin mana yang bagus di gunakan pada pengelasan baja St 31, media pendingin yang di pilih dalam melakukan penelitian ini yaitu, media pendingin air dan oli, media pendingin air adalah media pendingin yang lasim di gunakan dan mudah di dapatkan serta mempunyai kapasitas pendingin yang sangat tinggi sehingga memberikan pendinginan yang cepat. Sedangkan

media pendingin oli memiliki nilai viskositas atau kekentalan yang tertinggi dibandingkan dengan media pendingin air dan massa jenis yang rendah sehingga laju pendinginannya lambat. Angka di belakang huruf SAE inilah yang menunjukkan tingkat kekentalannya (viskositas). Semakin tinggi angkanya maka semakin kental pula pelumas tersebut. Penulisan angka viskositas misalnya SAE 10W-40 artinya standar oli SAE 10 pada suhu 10°C standar sampai SAE 40 pada suhu 100°C. Angka ini berdasarkan pada angka yang ditentukan oleh *Society Automotive Engineers* (Organisasi Insinyur) di Amerika Serikat (Richardo, R. 2011).

Uji Tarik

Uji tarik dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara beban maksimum yang di capai selama melakukan percobaan uji tarik dengan luas penampang batang mula-mula, dilakukan dengan cara mencekam kedua sisi benda dilakukan untuk mengetahui kekuatan hasil pengelasan apakah mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dan letak putusnya dari suatu sambungan las. Pada pengujian tarik akan di beri beban secara kontiniu dan secara perlahan akan di tambah bebannya kemudian dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang di alami spesimen. Pertambahan beban akan menghasilkan panjang dari spesimen berubahhal tersebut terjadi karena spesimen mengalami luluh (*yield*) kondisi ini hanya terjadi sesaat saja setelah itu akan naik kembali penambahan beban yang di berikan akan berlangsung sampai mencapai titik maksimum maka penampang spesimen berubah atau mengecil, untuk spesimen yang mempunyai sifat ulet akan turun lagi sampai akhirnya spesimen putus pada bagian kurva awal terjadi deformasi elastis linier, dimana tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) berbanding lurus hingga batas proporsional. Batas proporsional dari grafik adalah batas yang kemudian memperlihatkan hubungan proporsional antara *stress* dan *strain* pada saat batas ini di lewati, maka kurva akan mengalami deformasi elastis nonlinier tetapi bisa kembali ke bentuk semula walaupun gaya yg bekerja di tiadakan, beberapa parameter yang di peroleh dari kurva *stress* dan *strain* adalah *Yield Strength*, *yield strain* dan *brake strane*. Tegangan pada titik *yield* adalah tegangan pada kurva *stress* dan *straein* dimana terjadi penambahan regangan tanpa adanya pertambahan tegangan, *Yield Strain* yaitu titik awal mula terjadi regangan pada kurva *stress* dan *strain* dimana terjadi penambahan regangan tanpa ada

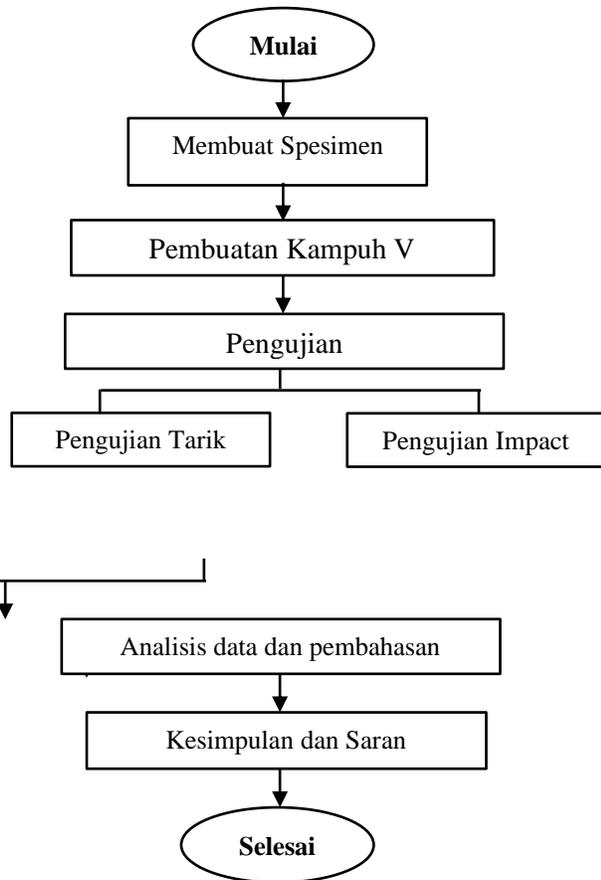
pertambahan tegangan dan *Break strain* merupakan persentase dari nilai yang di peroleh pada pembagian antara terjadinya penambahan panjang sampai titik putus (Rahmat Satoto, 2010).

Uji Impak Metode Charpy

Merupakan standar pengujian laju regangan tinggi yang menentukan jumlah energi yang diserap oleh bahan selama terjadi patahan. Energi yang diserap adalah ukuran ketangguhan bahan tertentu dan bertindak sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet getas. Metode ini banyak digunakan pada industri dengan keselamatan yang kritis, karena mudah untuk dipersiapkan dan dilakukan. Kemudian hasil pengujian dapat diperoleh dengan cepat dan murah. Tes ini dikembangkan pada 1905 oleh ilmuwan Perancis *Georges Charpy*. Pengujian ini penting dilakukan dalam memahami masalah patahan kapal selama Perang Dunia II. Metode pengujian material ini sekarang digunakan di banyak industri untuk menguji material yang digunakan dalam pembangunan kapal, jembatan, dan untuk menentukan bagaimana keadaan alam (badai, gempa bumi, dan lain-lain) akan mempengaruhi bahan yang digunakan dalam berbagai macam aplikasi industri. Tujuan uji *impact* dan *charpy* adalah untuk mengetahui kegetasan atau keuletan suatu bahan (spesimen) yang akan diuji dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda yang akan diuji secara statik. Dimana benda uji dibuat takikan terlebih dahulu sesuai dengan standar ASTM E23 05 dan hasil pengujian pada benda uji tersebut akan terjadi perubahan bentuk seperti bengkakan atau patahan sesuai dengan keuletan atau kegetasan terhadap benda uji tersebut. Percobaan uji *impact charpy* dilakukan dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda uji yang akan diuji secara statik, dimana pada benda uji dibuat terlebih dahulu sesuai dengan ukuran standar ASTM E23. Prinsip dasar pengujian *charpy* ini adalah besar gaya kejut yang dibutuhkan untuk mematahkan benda uji dibagi dengan luas penampang patahan. Mula-mula bandul *charpy* di setel dibagian atas, kemudian dilepas sehingga menabrak benda uji dan bandul berayun sampai ke kedudukan bawah jadi dengan demikian, energi yang diserap untuk mematahkan benda uji ditunjukkan oleh selisih perbedaan tinggi bandul 10 pada kedudukan atas dengan tinggi bandul pada kedudukan bawah (Yopi Handoyo, 2013).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram bagan alir penelitian Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian di laksanakan pada tanggal 22 januari - 5 februari 2022 bertempat di laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.

Bahan Dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan berupa baja St 31 dan Elektroda las merek nikko steel tipe E6013, Ø 2,6 mm, arus 80 A. Alat yang digunakan adalah alat ukur panjang berupa mistar (mistar baja), mesin pemotong pelat, kawat las, mesin merinda, mesin las, pengukur sudut, kikir segitiga, mesin uji tarik (*Tensile Tester*) dan alat uji impak.

Gambaran Penelitian

Pembuatan kampuh V 60° dengan menggunakan mesin gurinda. Bahan yang telah dipersiapkan dipotong dengan mesin gergaji, untuk pengujian tarik dengan ukuran dimensi panjang 160 mm, lebar 10 mm dan tebal 5 mm dibentuk sebanyak 15 spesimen dan untuk pengujian impak ukuran dimensi panjang 55 mm, lebar 10 mm dibentuk sebanyak 15 spesimen, Setelah bahan dipotong kemudian permukaan

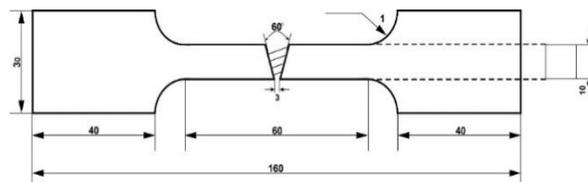
digambar dengan spidol, tetapi permukaan diukur serta sudut. Setelah bahan di gambar bahan dicekam dan dilakukan pengelasan SMAW dengan elektroda E603 arus 80 ampere kemudian di dinginkan dengan durasi pendinginan 1 jam dan 2 jam pengujian impak dan pengujian tarik.

Prosedur Pengujian Tarik

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian tarik adalah 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 lulu perpanjangan dari data yang tela didapat dengan menggunakan persamaan yang ada.



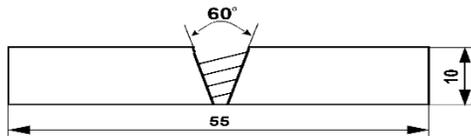
Gambar 2. Mesin uji tarik



Gambar 3. Spesimen uji tarik kampuh V standar ASTM E8

Prosedur Uji Impak

Menyiapkan mesin uji impak, menyiapkan spesimen yang akan di lakukan pengujian sesuai dengan ukuran yang telah di ditetapkan, meletakkan benda uji pada anvil dengan posisi takikan membelakangi arah ayunan pada palu *charphy*, menaikkan palu pada kedudukan 135^0 (sudut α) dengan menggunakan *handle* kemudian kunci, putar jarum petunjuk sampai berimpit pada kedudukan 135^0 , lepaskan kunci sehingga palu *charpy* berayun membentur benda uji kemudian mencatat sudut β^0 dan nilai tenaga patah.



Gambar 4. Spesimen uji impak kampuh V standar ASTM E8

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari material baja paduan rendah sebagai material uji dalam penelitian ini. Hasil pengujian tarik pada umumnya adalah parameter tegangan, regangan, elastisitas dan reduksi penampang.

Dalam menghitung data hasil pengujian tarik diketahui data awal spesimen sebagai berikut :

- Panjang awal spesimen (L_o) = 60 mm
- Lebar spesimen (W_o) = 10 mm
- Tebal spesimen (t_o) = 5 mm

$$\begin{aligned} (A_o) &= W_o \times t_o \\ &= 10 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} \\ &= 50 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Tarik yielding (σ_y) : 1193,17 kgf/mm²
- Tarik maksimum (σ_u) : 1541,83 kgf/mm²
- Tarik patah (σ_b) : 1043 kgf/mm²

Spesimen Normal

Data I

Dimensi spesimen sebelum diuji

$$L_o = 60 \text{ mm}$$

$$W_o = 10 \text{ mm}$$

$$t_o = 5 \text{ mm}$$

Dimensi spesimen setelah diuji

1. Luas penampang awal (A_o)

$$\begin{aligned} A_o &= W_o \times t_o \\ &= 10 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} \\ &= 50 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Luas penampang akhir (A_p)

$$\begin{aligned} A_p &= W_b \times t_b \\ &= 7,3 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$A_p = 21,9 \text{ mm}^2$$

3. Pertambahan panjang setelah patah (ΔL)

$$\begin{aligned} \Delta L &= L_b - L_o \\ &= 76 \text{ mm} - 60 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\Delta L = 16 \text{ mm}$$

4. Tegangan tarik yielding (σ_y)

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{F_y}{A_o} \\ &= \frac{1193,5 \text{ kgf}}{50 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

$$\sigma_y = 23,87 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

5. Tegangan tarik maksimum (σ_u)

$$\begin{aligned} \sigma_u &= \frac{F_u}{A_o} \\ &= \frac{1541,8 \text{ kgf}}{50 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

$$\sigma_u = 30,83 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

6. Tegangan tarik patah (σ_b)

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{F_b}{A_o} \\ &= \frac{1090 \text{ kgf}}{50 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

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

7. Regangan (ϵ)

$$\begin{aligned} \epsilon &= \frac{L_b - L_o}{L_o} \times 100 \% \\ &= \frac{71,3 - 60}{60} \times 100 \% \end{aligned}$$

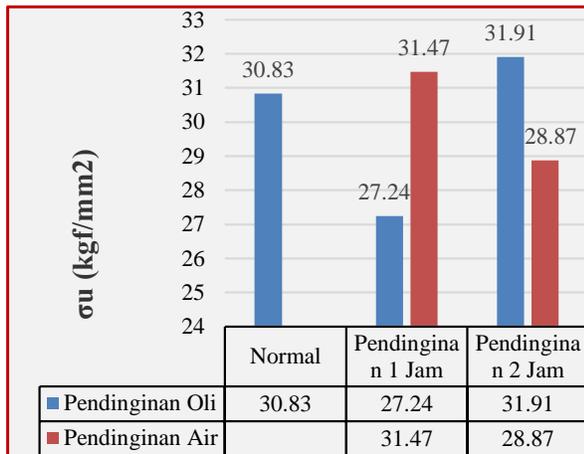
$$\epsilon = 18,83 \%$$

8. Reduksi penampang (Q)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{A_o - A_p}{A_o} \times 100 \% \\ &= \frac{50 - 21,9}{60} \times 100 \% \end{aligned}$$

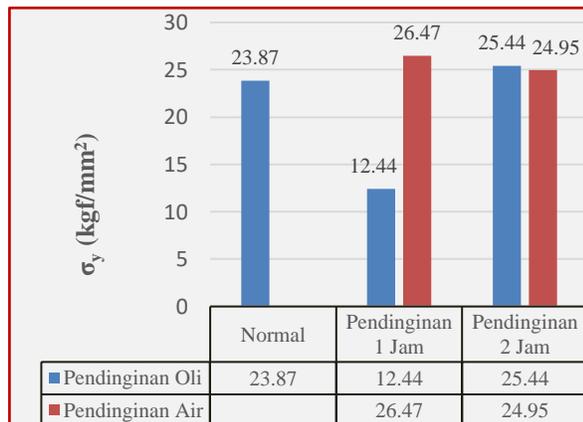
$$Q = 46,8$$

Pembahasan Hasil Uji Tarik



Gambar 6. Grafik hubungan antara media pendingin vs tarik maksimum

Nilai kekuatan tarik maksimal untuk spesimen normal sebesar 30,83 kgf/mm². Nilai rata-rata kekuatan tarik maksimal untuk spesimen pendinginan 1 jam terbesar terdapat pada media pendingin air dengan nilai rata-rata sebesar 31,47 kgf/mm², sedangkan untuk spesimen pendinginan 2 jam terbesar terdapat pada media pendingin oli dengan nilai rata-rata sebesar 31,91 kgf/mm².



Gambar 7. Grafik hubungan media pendingin vs Tarik yielding

Nilai kekuatan tarik maksimal untuk spesimen normal sebesar 23,87 kgf/mm². Nilai rata-rata kekuatan tarik maksimal untuk spesimen pendinginan 1 jam terbesar terdapat pada media pendingin air dengan nilai rata-rata sebesar 26,47 kgf/mm², sedangkan untuk spesimen pendinginan 2 jam terbesar terdapat pada media pendingin oli dengan nilai rata-rata sebesar 25,44 kgf/mm².

Pengujian Impact (Impak)

Pengujian ketangguhan atau pengujian impak bertujuan untuk mengetahui energi *impak* dan harga impak. Untuk menghitung energi impak dan harga impak uji *charpy* dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut.

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

Keterangan :

U = energi impak (joule)

m = massa pendulum

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

R = Panjang lengan pendulum

cos α = sudut awal sebelum pendulum diayun

cos β = sudut akhir setelah pendulum menumbuk spesimen

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

Keterangan :

HI = harga impak (Joule/mm²)

U = Usaha yang diperlukan untuk mematahkan spesimen (J)

I = Luas penampang diluar takikan (mm²)

Dik :

$$A = 135^\circ$$

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

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

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

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

Spesimen Normal

Data I

$$\beta = 79,3^\circ$$

$$h1 = R + R \sin (\alpha^\circ - 90^\circ)$$

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

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

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

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

$$h1 = 1,331 \text{ m}$$

$$h2 = R + R \sin (\beta^\circ - 90^\circ)$$

$$= 0,78 + 0,78 \sin (79,3^\circ - 90^\circ)$$

$$= 0,78 + 0,78 \times \sin 10,7^\circ$$

$$= 0,78 + 0,144$$

$$= 0,78 + 0,144$$

$$h2 = 0,92$$

$$\Delta h = h1 - h2$$

$$= 1,331 - 0,924$$

$$\Delta h = 0,40 \text{ m}$$

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

$$= 7,2 \times 10 \times 0,40$$

$$U = 28,8 \text{ joule}$$

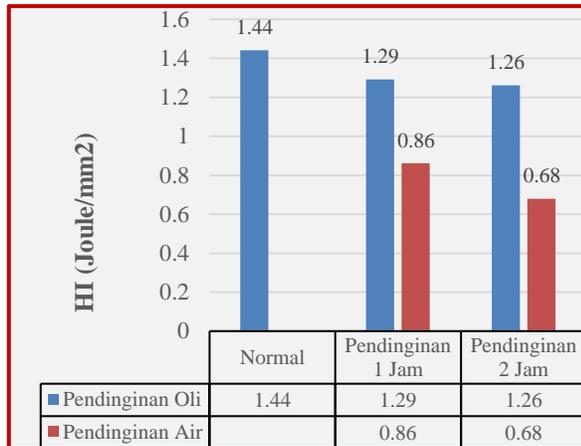
$$\text{Nilai ketangguhan HI} = U : I$$

$$= 28,8 : 20$$

$$= 1,44 \text{ Joule/mm}^2$$

Pembahasan Uji Impak

$$= 1,44 \text{ Joule/mm}^2$$



Gambar 8. Grafik hubungan media pendingin vs nilai ketangguhan

Nilai ketangguhan untuk spesimen normal sebesar 1,44 joule/mm². Nilai rata-rata ketangguhan untuk spesimen pendinginan 1 jam terbesar terdapat pada media pendingin oli dengan nilai rata-rata sebesar 1,29 joule/mm², sedangkan untuk spesimen pendinginan 2 jam terbesar terdapat pada media pendingin oli dengan nilai rata-rata sebesar 1,26 joule/mm².

V. PENUTUP

Kesimpulan

Kekuatan tarik maksimum spesimen pendinginan 1 jam terbesar terdapat pada media pendingin air dengan nilai rata-rata sebesar 31,47 kgf/mm², sedangkan untuk spesimen pendinginan 2 jam terbesar terdapat pada media pendingin oli dengan nilai rata-rata sebesar 31,91 kgf/mm². Kekuatan Tarik yielding spesimen pendinginan 1 jam terbesar terdapat pada media pendingin air dengan nilai rata-rata sebesar 26,47 kgf/mm², sedangkan untuk spesimen pendinginan 2 jam terbesar terdapat pada media pendingin oli dengan nilai rata-rata sebesar 25,44 kgf/mm². Sedangkan nilai rata-rata ketangguhan untuk spesimen uji impak pendinginan 1 jam terbesar terdapat pada media pendingin oli dengan nilai rata-rata sebesar 1,29 joule/mm², untuk spesimen pendinginan 2 jam terbesar

terdapat pada media pendingin oli dengan nilai rata-rata sebesar 1,12 joule/mm².

Saran.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, agar mendapatkan hasil yang optimal maka saran yang diberikan adalah melakukan pemanasan elektroda terlebih dahulu sebelum dilakukan pengelasan untuk menghilangkan hidrogen yang ada pada flux, karena hidrogen akan menyebabkan las-lasan menjadi berkualitas jelek dan untuk penelitian selanjutnya bisa juga menggunakan material atau bahan yang berbeda yang lebih mudan dan murah dipasaran.

DAFTAR PUSTAKA

Santoso, (2006). *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018*. Kekuatan tarik, ketangguhan, e7018. , 1.

wiryosumarto, (2015). *Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Las SMAW Dengan Elektroda E7016*. Trinova budi santoso, solichin, prihanto tri hutomo, pengaruh kuat arus listrik, 57.

Alip, (1989). *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018*. Skripsi fakultas teknik universitas negri semarang, 18.

Putri, F. (2010). *Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Jarak Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik, Sambungan Las Baja Karbon Rendah Dengan El-ektroda 6013*. Austenit, 2 (02).

Fiskan, Y. (2016) *Pengaruh Variasi Kampuh Terhadap Kekuatan Tarik Pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG) Pada Baja Karbon Rendah St.37*. Fakultas Teknik Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Richardo, R. (2011). *Pengaruh Variasi Media Pendingin Hasil Sambungan Las Baja Paduan Terhadap Nilai Ketangguhan*. Jurnal Teknik Mesin Vol.1, No. 1, Oktober 2011, 17-18.

Rahmat Satoto, (2010). *Analisis Korelasi Kondisi Pembuatan Film Tipis Polipropilen (Pp) Dan Sifat- Sifat Meanknya Dengan Metode Uji Tarik*. Berkala fisika vol 13. , no.2, edisi khusus, 28-29.