



Analisis Pengaruh Variasi Arus dan Bentuk Kampuh Dengan Pengelasan SMAW pada Baja ST37 Terhadap Kekuatan Impak dan Uji Kekerasan Rockwell

Andhica Ba'iq Shoepiadi Nata (Mahasiswa), Ir.Ismail, M.Sc (Dosen Pembimbing)

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: andhikabaiq06@gmail.com

ABSTRAK

Pengelasan yaitu sebuah teknik untuk menyambung logam dimana bagian logam pengisi dan dasar dilebur menggunakan ataupun tidak menggunakan tekanan dan logam tambahan, untuk membentuk ikatan yang permanen. Tujuan penelitian 1. Analisis Pengaruh Variasi Arus dan Geometri Las SMAW pada Kekuatan Impak Baja ST 37 2. Analisis pengaruh variasi arus serta bentuk bead SMAW pada kekerasan baja ST 37. Material yang akan diuji pada penelitian kali ini menggunakan material ST 37 dengan standart pengujian ASTM E23. Proses pengelasan dengan las SMAW melalui elektroda E6013 Menggunakan posisi pengelasan 1G. Peneliti menerapkan variasi arus 60A, 80A, 100A Dan variasi kampuh $V60^\circ$ dan $X60^\circ$ Selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan rockwell dan uji impak metode charpy. Hasil penelitian yang di dapat setelah pengujian Rockwell dan Impak metode Charpy pada kampuh V dan X dengan variasi arus 60A, 80A, 100A yaitu apabila arus pengelasan yang diterapkan semakin besar maka nilai HRB maupun nilai HI nya akan bertambah besar, artinya nilai kekuatannya semakin bagus. Rata rata nilai HRB tertinggi yaitu 83,9kgf pada arus 100A kampuh V dan nilai RHB terendah yaitu 69kgf pada arus 60A kampuh X. Rata rata nilai HI tertinggi yaitu $1,015 \text{ J/mm}^2$ pada arus 100A kampuh X dan nilai HI terendah $0,873 \text{ J/mm}^2$ pada arus 60A kampuh V.

Kata kunci : Variasi Arus Pengelasan, Ketangguhan, Pengelasan SMAW, Sifat kekerasan, Baja ST 37, Rockwell, Impak Charpy

ABSTRACT

Welding is a technique for joining metals where filler and base metal parts are melted using or without using pressure and additional metal, to form a permanent bond. Research objectives 1. Analysis of the Effect of Current Variations and SMAW Welding Geometry on the Impact Strength of ST 37 Steel 2. Analysis Effect of current variation and SMAW bead shape on the hardness of ST 37 steel. The material to be tested in this study uses ST 37 material with the ASTM E23 testing standard. The welding process uses SMAW (Shield Metal Arc Welding) welding with E6013 electrodes Using a 1G welding position. In this study using current variations of 60A, 80A, 100A and seam variations of $V60^\circ$ and $X60^\circ$. Furthermore, the brinell hardness test and the charpy method impact test were carried out. The research results obtained after the Rockwell and Impact testing of the Charpy method on seams V and X with current variations of 60A, 80A, 100A, that is, if the welding current used is greater, the BHN and HI values will increase, meaning that the strength value is getting better. The highest average HRB

value is 89,3 kgf at 100A seam X and the lowest HRB value is 69kgf at 60A seam V. The highest HI value is 1.015 J/mm² at 100A seam X and HI value lowest 0.873 J/mm² at 60A peak V current.

Keywords: *Welding Current Variation, Toughness, SMAW Welding, Hardness properties, Steel ST 37, Rockwell, Charpy Impact*

PENDAHULUAN

Pada dunia industri serta konstruksi, Baja yaitu suatu material yang sering diterapkan karena bahan dan beberapa kelebihan sifatnya seperti tahan aus, keuletan dan ketangguhannya. Untuk material Baja st 37 sendiri berfungsi sebagai pondasi bangunan atau dudukan mesin dipabrik pabrik dan kegunaan lain lain, Baja st 37 memang banyak memiliki keunggulan dibandingkan dengan kayu yang membuat material ini semakin banyak dipakai adalah bahannya yang kokoh, ulet dan memiliki tingkat efisiensi yang tinggi. Namun butuh pengujian tertentu agar mengetahui seberapa kuat baja st 37 bila akan digunakan sebagai pondasi bangunan ataupun dudukan mesin untuk mengetahui seberapa kuat material tersebut.

Pengelasan yaitu sebuah teknik untuk menyambungkan logam dimana bagian logam dasar serta pengisi dilebur menggunakan tekanan dan logam tambahan ataupun tanpa keduanya, untuk membentuk ikatan yang permanen. Untuk menghasilkan sambungan las yang baik diperlukan pengetahuan tentang material maupun tentang proses dan teknik pengelasan. Dari sekian banyak jenis logam yang ada, tidak semua jenis mudah dilas. Faktor yang perlu dipertimbangkan adalah pengelasan dan arus. Jahitan las ini digunakan untuk menampung material tambahan pada benda kerja. Sebelum melakukan pengelasan, terlebih dahulu harus ditentukan jenis sambungan las karena sambungan tersebut menyerap beban. Arus bisa mempengaruhi dalam proses las busur. Tingginya arus yang dipakai pada suatu pengelasan menentukan hasil penetrasi dan ukuran serta bentuk endapan las dan mempengaruhi kerapuhan hasil las, meliputi sifat mekanik, kekuatan tarik dan kekerasan.

Oleh karena itu, sebagai penulis, kami berencana untuk mempelajari lebih lanjut efek dan bentuk jahitan pada pengelasan SMAW baja ST 37 ditinjau dari uji kekuatan impact dan kekerasan Rockwell. Masalah yang dibahas dalam survei proyek akhir ini adalah:

1. Bagaimana mengubah aliran dan bentuk jahitan dengan pengelasan SMAW vs uji impact menggunakan metode Charpy pada baja ST 37?

2. Apa variasi ampere dan bentuk jahitan selama pengelasan?

3. Uji kekerasan Rockwell pada baja ST 37? Masalah dipersempit untuk menghindari diskusi penelitian

Itu telah berkembang melampaui tujuan awal dari diskusi. Dalam tugas akhir ini dipertimbangkan batasannya

Inilah masalahnya:

1. Baja ST37 digunakan sebagai material
2. Proses pengelasan dilakukan dengan metode SMAW

(pengelasan gas inert)

3. Penelitian ini menggunakan variasi arus 60, 80, 100 Ampere dan Kampuh V 60° Kampuh X 60°

4. Pengujian kekuatan impact menggunakan metode charpy

5. Pengujian kekerasan metode rockwell

Tujuan yang hendak diwujudkan pada proyek pengelasan akhir ini:

1. Analisis pengaruh bentuk sambungan yang digunakan dan kuat arus

SMAW Weld vs Uji Dampak Baja ST37!

2. Analisis pengaruh bentuk sambungan yang digunakan dan kuat arus

Pengelasan SMAW Uji Kekerasan Rockwell pada Baja ST 37!

Memberikan informasi tentang manfaat yang akan diperoleh pengaruh pengelasan SMAW baja ST 37 pada uji kekuatan impak dan kekerasan rockwell pada material baja ST 37 sesudah proses pengelasan SMAW terhadap kuat arus dan bentuk kampuh pengelasan. Hasil penelitian ini diharapkan berfungsi sebagai pedoman dalam dunia industri dan konstruksi pada material baja ST 37.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Pola transfer logam cair begitu berpengaruh kemampuan las logam. Kemampuan las yang tinggi dicapai dengan mentransfer logam dengan partikel halus. Pola pergerakan fluida mendapat pengaruh dari ukuran aliran serta komposisi fluks yang diterapkan. Fluks yang diterapkan dalam menutupi elektroda pada proses pengelasan bisa meleleh berbentuk terak yang melapisi logam cairnya dan berkumpul pada sambungan, menjadi penghalang dalam oksidasi. Proses Pengelasan SMAW Selama proses pengelasan, busur dibuat dari logam dasar dan ujung elektroda, memberikan panas di sekitar elektroda. Panas ini secara lokal melelehkan ujung elektroda serta benda kerja. Pada pelelehannya, las diisi dengan logam cair dari logam dasar dan elektroda, membentuk cairan yang beku menghasilkan logam buangan (slag) serta logam las (weld metal).

Keuntungan las SMAW

1. Semua titik dapat dilas dengan pengelasan SMAW.
2. Alat ini bisa digunakan dimana saja dan sangat compact.
3. Digunakan untuk mengelas semua jenis bahan besi.
4. bisa diterapkan dalam mengelas tebalnya material apapun.
5. Harga tukang las lebih murah daripada tukang las MSG atau SAW.

Kerugian dari pengelasan SMAW

1. Setelah proses pengelasan, terak atau kerak las harus dihilangkan.
2. Jenis elektroda tertentu memerlukan pemanasan sebelum pengelasan.

3. Karena panjangnya, seringkali perlu memasang elektroda saat pengelasan. Kawat las terbatas.

4. Hanya dapat digunakan untuk pengelasan bahan besi.

Ada tiga jenis tukang las dalam proses pengelasan SMAW: tukang las AC, tukang las DC dan tukang las AC/DC. Setiap jenis tukang las memiliki kelebihan dan kekurangannya. Apabila kita membutuhkan dua jenis tukang las, maka bisa melakukan pembelian pada tukang las tipe AC/DC.

Kelebihan dari tukang las AC daripada tukang las DC yakni bahwa walaupun panjang kabel las yang digunakan sangat panjang, tukang las AC tidak mempengaruhi arus keluaran elektroda. Arus listrik keluaran berkurang saat pengelasan DC berlangsung di sepanjang kabel. Itu dapat diukur menggunakan penjepit saat ini. Ukur dengan kabel di dekat tukang las dan kabel di dudukan elektroda.

Kelebihan las DC dibandingkan dengan las AC yakni upaya pengapian awal yang begitu mudah, sedangkan penggunaan las DC untuk pelubangan atau las akar memberikan hasil yang lebih baik. Dalam tukang las SMAW DC, ia dibagi lagi menjadi dua polaritas: polaritas DCEP (DC Positive Electrode) dan polaritas DCEN (DC Electrode Negative).

1. DCEP (Elektroda DC Plus)

Polaritas DCEP Mewakili kutub positif yang dihubungkan dengan pengelasan SMAW.

Dengan kabel atau kabel elektroda yang terhubung ke dudukan. di samping itu Kutub negatif dikatkan pada benda kerja, polaritasnya disebut juga kutub negatif DCRP (Polaritas Terbalik Arus Searah).

2. DCEN (DC Negatif)

Polaritas DCEN dihubungkan ke kutub negatif pengelasan SMAW

dengan kabel elektroda sedangkan elektroda positif terhubung ke objek

Polaritas ini juga dikenal sebagai DCSP (Polaritas Lurus Arus Searah).

Perlengkapan yang di perlukan dalam pengelasan SMAW adalah peralatan

yang umum dipakai dalam proses Pengelasan lainnya, berikutlain perlengkapan Las

SMAW yaitu:

1. Transformator DC/AC: Saat menambah atau mengurangi tegangan catu daya utama
 2. Elektroda: Sebagai pembakar yang menarik busur api
 3. Kabel tanah: Arus ditransmisikan dari tukang las ke logam las, Kembali ke tukang las.
 4. Kabel elektroda: Arus ditransmisikan dari tukang las ke logam las, Kembali ke tukang las.
 5. Palugodam: Penghapusan dan penghapusan terak dari jalur las Dengan memukul atau menggores bagian yang dilas.
 6. Sikat kawat: memberikan pembersihan benda kerja yang hendak dilas, Menghilangkan terak las yang telah terlepas dari garis las akibat tumbukan palu las.
 7. Alat pelindung diri yang sesuai.
- Posisi Pengelasan
- Posisi 1G, dimana las Plat 1G, material bisa dilakukan pemutaran sehingga pengelasan menjadi mudah dikarenakan bisa mengelas dengan posisi datar.
- Posisi 2G (horizontal) dalam posisi pengelasan, bahan plat 2G tegak seta pengelasan horizontal, pipa tidak bisa dilakukan pemutaran dan diperbaiki. Maka welder atau tukang las bisa diputas untuk las disekitar pipa.
- Posisi Pengelasan 3G Pengelasan 3G adalah salah satu posisi pengelasan yang dilakukan oleh tukang las dengan cara menyambung material dengan cara mengelas dari atas ke bawah (vertikal ke bawah) atau dari bawah.
- Posisi Pengelasan 4G Posisi pengelasan 4G menggunakan pengelasan busur logam manual (SMAW) untuk mengelas sambungan butt pada posisi overhead.
- Posisi Pengelasan 5G Posisi pengelasan pipa 5G serupa pada 1G-nya, hanya saja pipa tidak bisa diperbaiki dan putas dalam posisinya. Posisi ini sesuai dengan overhead vertikal yang sudah datar.
- Posisi Pengelasan 6G Posisi pipa 6G adalah posisi dimana pipa dimiringkan sekitar 45°.
- Kampuh pengelasan
- Untuk mendapatkan hasil yang berkualitas tinggi dalam proses pengelasan, pemilihan jenis sambungan (Kampuh Las) harus

direncanakan. Lapisan las itu sendiri berfungsi sebagai tempat meletakkan material tambahan. Variasi yang berbeda dari sambungan las dimungkinkan tergantung pada geometri sambungan las.

Kemampuan las berarti bahwa logam akan meleleh dan kemudian membeku selama proses pengelasan. Oleh karena itu, logam las ini mengandung banyak gas seperti oksigen dan hidrogen. Komposisi logam las ini sesuai dengan proses yang diterapkan, walaupun bisa dihitung dari komponen bahan habis pakai dan logam yang diterapkan. Oleh karena itu, saat menganalisis ketangguhan logam las, perhatian harus diberikan pada efek elemen lain yang diserap dalam proses pengelasan, khususnya efek oksigen, hidrogen, dan jaringan itu sendiri.

1. Pengaruh Oksigen Bahkan ketika logam las meleleh, oksigen diblokir oleh terak dan gas pelindung yang dihasilkan dari cat elektroda. Kemudian, penyerapan dari logam cair tidak dilakukan pencegahan dengan sepenuhnya dan logam gas memiliki kandungan lebih banyak oksigen daripada logam dasar, yang mengubah keuletan keduanya dan mengurangi kekuatan tumbukan Charpy.
2. Pengaruh Hidrogen Reaksi logam cair terhadap adanya kelarutan hidrogen pada logam cair akan besar sekali. Begitu logam cair membeku maka hidrogen akan memuai dan membentuk mikro porositas pada logam las HAZ. Pengaruh adanya pori-pori hidrogen pada logam las dan HAZ akan menyebabkan menurunnya sifat mekanis logam las dan HAZ serta kepekaan terhadap temperatur.
3. Pengaruh struktural Pengaruh struktur logam las pada ketangguhan. Pada proses pengelasannya, logam gas meleleh selanjutnya menjadi beku, sehingga melalui pemisahan struktur dan komponen menjadi tidak homogen.

Baja karbon Baja yakni suatu paduan dari besi (Fe) dan karbon (C). Baja dapat dibentuk dengan casting, rolling, atau tempering. Karbon (C) yakni sebuah unsur utama dikarenakan bisa memberikan peningkatan kekuatan dan kekerasan baja. Baja adalah logam yang paling umum diterapkan dalam rekayasa berbentuk pelat, tabung, batangan, profil, dll. Umumnya, baja bisa dibagi dalam dua kelompok yakni baja paduan dan karbon. Baja karbon diklasifikasikan dalam tiga jenis: Baja karbon rendah (0,55%). Baja paduan diantaranya ada baja paduan rendah serta tinggi.

Kegunaan baja tergantung pada kandungan unsur paduan karbonnya.

Klasifikasi baja karbon Baja adalah paduan yang terutama ada:

Unsur besi dan karbon 0,25% menjadi 1,7%. Kemudian memiliki kandungan unsur lainnya, misalnya belerang (S), silikon (Si), fosfor (P), dan mangan (Mn).

Baja terbagi dalam 3 (tiga) kategori:

A. Baja karbon rendah, yaitu memiliki sifat-sifat sebagai berikut.

kandungan unsur karbon pada struktur baja < 0,25% C;

Baja karbon rendah mempunyai ketangguhan aus yang rendah. Baja tidak

Pendinginan dimungkinkan dikarenakan kurangnya kandungan karbon

Berbentuk struktur martensitik.

B. Baja Karbon Sedang adalah baja karbon yang :

Kandungan karbon besi adalah 0,25% C hingga 0,55% C. baja

Karbon sedang mempunyai keunggulan daripada baja karbon

Baja karbon rendah dan sedang bersifat mekanik yang kuat

Kekerasan yang tinggi dari baja karbon rendah. ukuran

Karbon dalam besi memberikan kemungkinan baja bisa menjadi kerja melalui tindakan panas yang cocok.

Besi Plat

Baja Karbon Tinggi yakni baja yang mengandung komponen-komponen sebagai berikut:

Karbon adalah sekitar 0,55% C hingga 1,7% C. Baja karbon tinggi mempunyai ketahanan panas,

Kekuatan dan kekerasan tarik yang begitu besar, namun juga keuletan

lebih rendah, membuat baja karbon lebih rapuh.

Besi lembaran adalah besi lembaran,

Pesawat. Bahan ini merupakan ukuran standar per potong plat besi.

Sudah diatur. Mulailah dengan luas 4x8 kaki dan ketebalan plat besi

Dari 0,6 mm hingga 50 mm. Tentu saja, itu juga berlaku untuk pelat ini sendiri

Ukuran standar untuk SNI. Secara umum, aturan seperti itu berlaku

Hingga sekitar 0,1 mm diperbolehkan.

1. Kode bahan plat

Karena baja adalah bahan yang paling umum digunakan,

bahan dan beberapa kelebihanannya (ketahanan aus, keuletan,

Ketangguhan itu. Baja St 37 yakni baja karbon sedang. AISI 1045, komposisi kimia karbon:0,5% mangan:0,8%,Silikon:

0,3% ditambah elemen lain. Melalui kekerasan $\pm 170\text{HB}$,serta kekuatan tarik 650 - 800 N/mm².

metode uji kekerasan yang diusulkan oleh

Ya. Kekerasan Rockwell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam

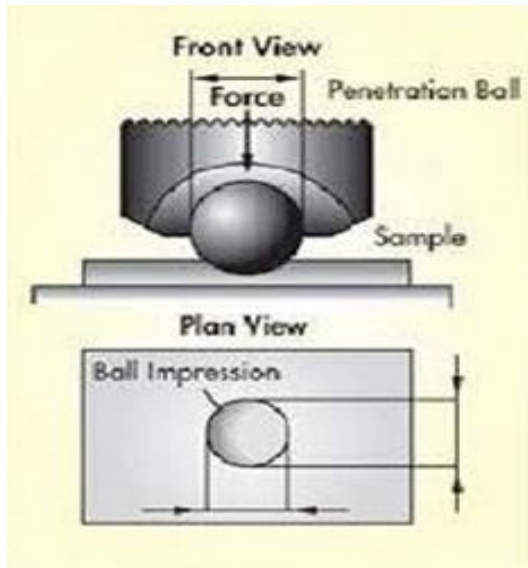
bentuk daya tahan material terhadap indentor berupa bola baja ataupun kerucut intan yang

ditekankan pada permukaan material uji tersebut. Nilai keras Rockwell T adalah angka

yang didapat dari perbedaan antara kedalaman bekas penetrasi dari dua tahap

pembebanan

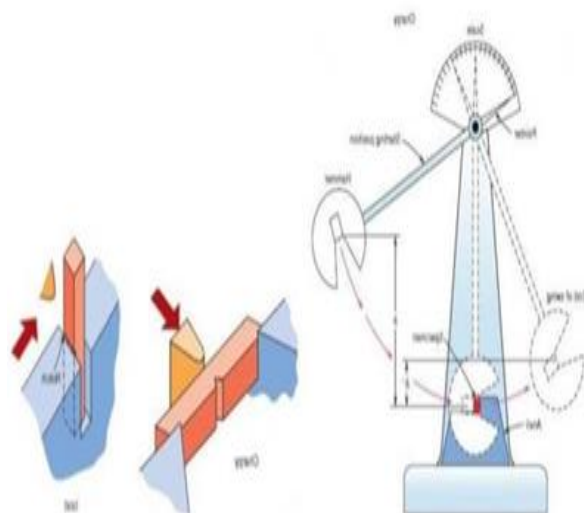
pada penetrator bola baja yang mempunyai diameter 1,588 mm (1/16 in) .



Gambar metode uji rockwell

Metode ini merupakan salah satu metode uji dalam menentukan kekerasan sebuah material mulai dari ketahanan material pada bola baja (identifier) yang diproyeksikan ke permukaan bahan uji (sampel).

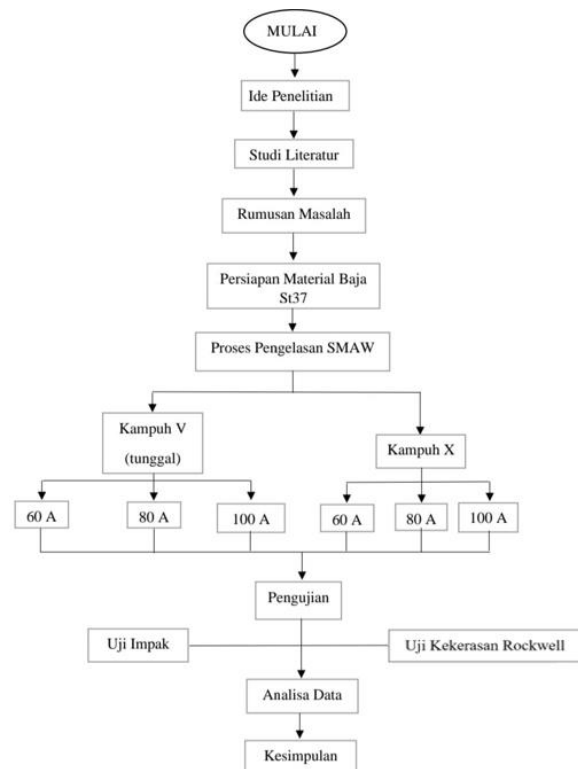
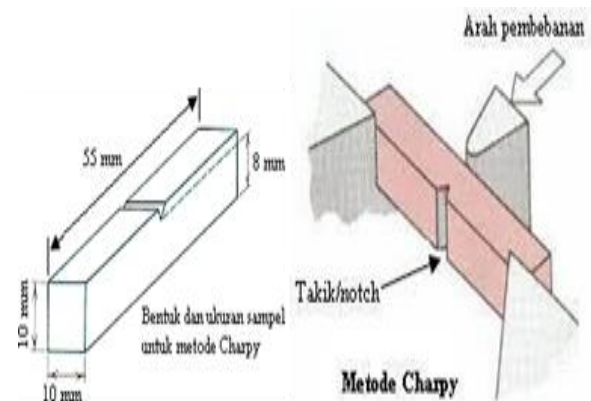
Pengujian dampak adalah pengujian yang mengukur ketahanan suatu material terhadap beban dampak. Ini membedakan uji dampak dengan uji tarik dan uji kekerasan, di mana pembebanan terjadi secara lambat.



Gambar metode pengujian dampak
 Pengujian dampak adalah upaya mensimulasikan kondisi operasi material yang biasa ditemui pada mesin transportasi dan konstruksi dimana pembebanan tidak selalu lambat tetapi tiba-tiba.

Tongkat uji Charpy seperti yang digambarkan di bawah ini biasa digunakan di Amerika Serikat. Dimensi benda uji adalah 10 x 10 x 55 mm (tinggi x lebar x panjang). Posisi takik berada di tengah dan kedalaman takik 2 mm dari permukaan spesimen.

Bentuk takiknya U, V, lubang kunci (mirip lubang kunci).



Ide penelitian Penulis ingin menganalisis pengaruh variasi arus las SMAW pelat baja karbon ST 37 terhadap kekuatan dampak dan kekerasan Rockwell.

Literature Research Tahap ini meliputi pencarian, penelitian, dan pengumpulan

bahan dan informasi yang relevan untuk membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini. Penelitian lapangan Penulis melakukan tes dan observasi pada tanggal 17 Agustus 1945 di Institut Teknik Mesin Universitas Surabaya.

Rumusan masalah penulis merumuskan beberapa pertanyaan yang nantinya diangkat sebagai topik permasalahan dalam penelitian dan mencari solusi atau jawaban dari permasalahan tersebut lewat pengumpulan data dan penelitian agar tercapai tujuan dari penelitian itu sendiri.

Persiapan Material Plat Baja ST 37 Pada tahap ini penulis mempersiapkan Pipa ASSTM A106 sebagai material yang akan di uji dan dilakukan Analisa.

Pada Tabel diatas merupakan Nilai Hasil pengujian Rockwell pada variasi kampuh X dan lampuh V, data tabel diatas merupakan hasil pengujian yang diambil dan dilakukan di Lab Material Polinema. Untuk memperoleh hasil data dilakukan sesuai prosedur dan menyiapkan bahan uji atau spesimen yang sesuai standart uji di Lab material tersebut jika sudah sesuai standart uji baru bisa dilakukannya pengujian material. Data diatas diperoleh dengan cara penekanan spesimen oleh indentor dengan nilai beban 100kgf dan ditekan dengan waktu tertentu kurang lebih 5 detik. Karena data diatas adalah data hasil pengujian maksimum maka kami dapat menyimpulkan data Tersebut dalam bentuk grafik sebagai berikut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

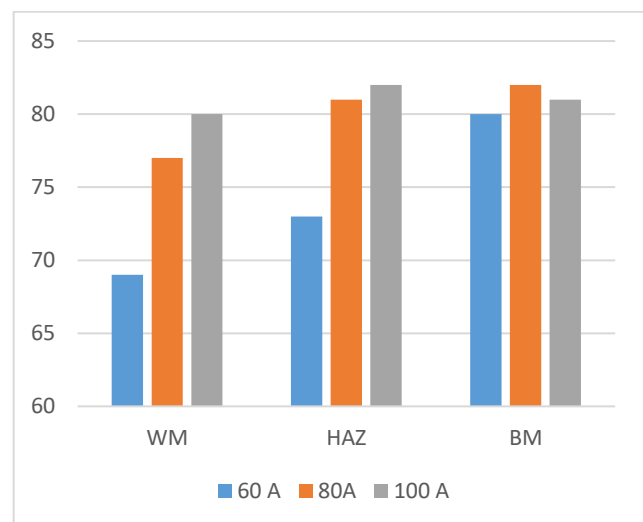
Uji Rockwell

Tabel Nilai Kekerasan Rockwell Kampuh V

Kampuh X	Weld Metal (wm)	HAZ Metal	Base Metal (bm)	
60 A	1	68	78	80
	2	69	62,5	78
	3	70	78,5	84
Rata - Rata		69	73	80
80 A	1	77,5	81	83,5
	2	73	80	84
	3	81	82	80
Rata - Rata		77,2	81	82,5
100 A	1	82	80	81
	2	79	83	80
	3	80	83	82
Rata - Rata		80	82	81

Tabel Nilai Kekerasan Rockwell Kampuh V

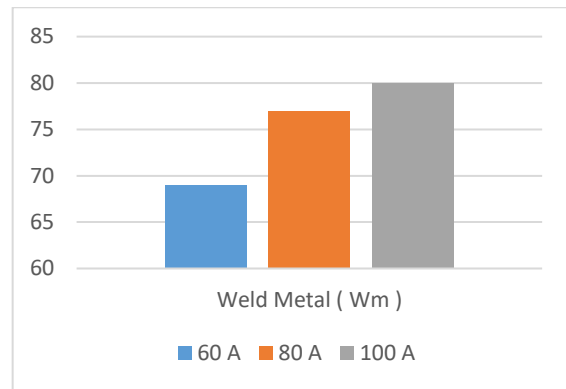
Kampuh V	Weld Metal (wm)	HAZ Metal	Base Metal (bm)	
60 A	1	70	68	71
	2	68	71	75
	3	74	77	80
Rata - Rata		70,7	72	75
80 A	1	74	77	81
	2	75	73	78
	3	71	79	80
Rata - Rata		73	76	79,7
100 A	1	76	78	84
	2	81	81,5	85,5
	3	82	83	82
Rata - Rata		79,7	80,9	83,9



Hasil dari Grafik ini kami rangkum data HRB rata rata dari Tabel dan akan dijabarkan pada penjelasan sebagai berikut yaitu

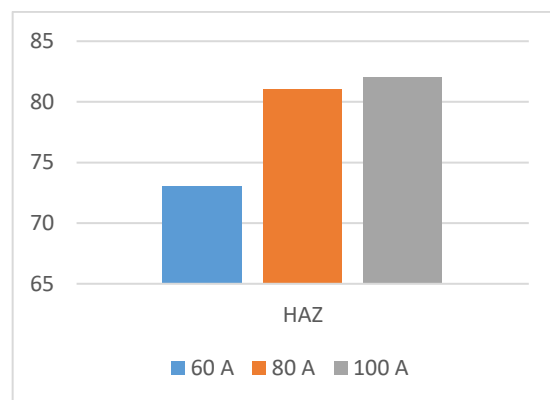
1. Pada Grafik di atas dapat dilihat bahwa isian grafik tersebut merupakan data hasil dari Baja st37 setelah dilakukan pengujian Rockwell B dengan variasi kampuh X yang menggunakan ampere berbeda yaitu 60A, 80A, 100A dan pengujian pada titik Weld Metal, HAZ, Base Metal.

2. Pada pengelasan dengan kampuh X dapat dilihat bahwa nilai weld metal dengan arus pengelasan 60 A lebih kecil nilai nya yaitu 69 HRB dibandingkan dengan nilai weld metal pada arus 80 A dan arus 100 A dengan masing-masing nilai 77,2 HRB dan 80 HRB.
3. Pada pengelasan dengan kampuh X dapat dilihat bahwa nilai HAZ dengan arus pengelasan 60 A lebih kecil nilai nya yaitu 73 HRB dibandingkan dengan nilai weld metal pada arus 80 A dan arus 100 A dengan masing-masing nilai 81 HRB dan 82 HRB.
4. Pada pengelasan dengan kampuh X dapat dilihat bahwa nilai Base Metal dengan arus pengelasan 80 A lebih besar nilai nya yaitu 82,5 HRB dibandingkan dengan nilai weld metal pada arus 60 A dan arus 100 A dengan masing-masing nilai 80 HRB dan 81 HRB.
5. Dapat dilihat dari data nilai HRB rata rata Weld Metal diatas bahwa pengelasan dengan arus 100A nilainya paling tinggi dibanding arus 80A dan 60A.
6. Cara mencari nilai rata rata HRB adalah jumlah nilai HRB disetiap arus dan titik indensitas dibagi 3 jumlah spesimen maka akan ketemu nilai rata rata HRB disetiap arus dan titik pengujian indensitas.



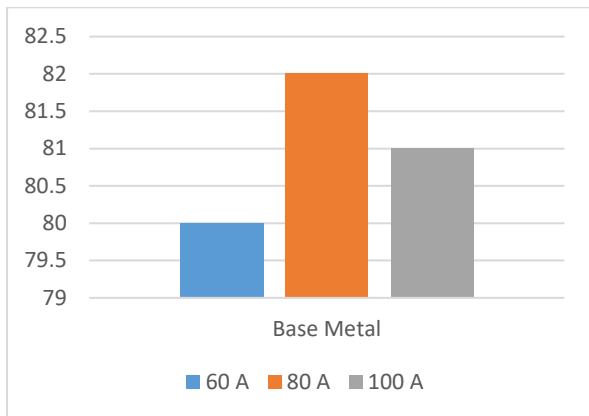
Gambar Grafik nilai rata-rata weld metal uji rockwell kampuh X

Dari data Grafik di atas dapat dilihat rata rata weld metal uji rockwell kampuh X. Dengan arus 60A di dapat nilai rata rata RHB 69. Untuk arus 80A di dapat nilai rata rata RHB 77,2. Untuk arus 100A di dapat nilai rata rata RHB 80. Dan nilai rata-rata RHB tertinggi di dapat pada variasi arus 100A.



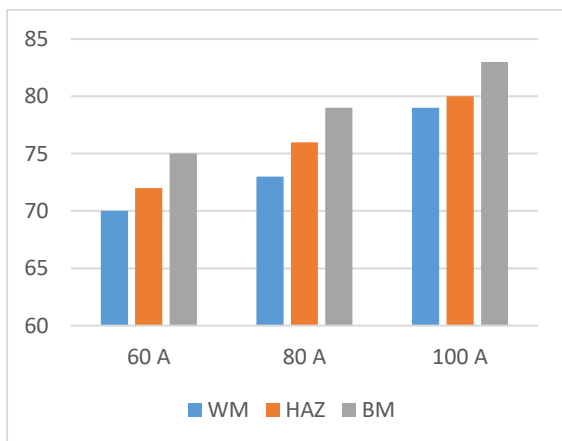
Gambar Grafik nilai rata-rata weld metal HAZ uji rockwell kampuh X

Dari data Grafik diatas dapat dilihat rata rata HAZ uji rockwell kampuh X. Dengan arus 60A di dapat nilai rata rata RHB 73. Untuk arus 80A di dapat nilai rata rata RHB 81. Untuk arus 100A di dapat nilai rata rata RHB 82. Dan nilai rata-rata RHB tertinggi di dapat pada variasi arus 100A.



Gambar Grafik nilai rata rata Base Metal uji rockwell kampuh X

Dari data Grafik diatas dapat dilihat rata rata uji rockwell kampuh X. Dengan arus 60A di dapat nilai rata rata RHB 80. Untuk arus 80A di dapat nilai rata rata RHB 82,5. Untuk arus 100A di dapat nilai rata rata RHB 81. Dan nilai RHB tertinggi di dapat pada variasi arus 80A.



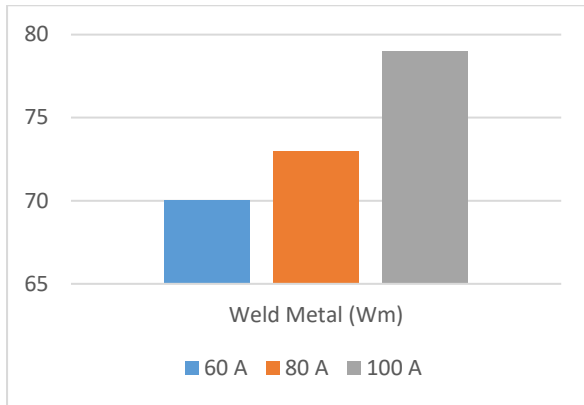
Gambar Grafik Nilai Rata-Rata Pengujian Rockwell Kampuh V.

Hasil dari Grafik diatas ini kami rangkum data HRB rata rata dari Tabel 4.2 dan akan dijabarkan pada penjelasan sebagai berikut yaitu.

1. Pada Grafik diatas dapat dilihat bahwa isian grafik tersebut merupakan data hasil dari Baja st37 setelah dilakukan pengujian Rockwell B dengan variasi kampuh V yang menggunakan ampere berbeda yaitu 60A, 80A, 100A dan

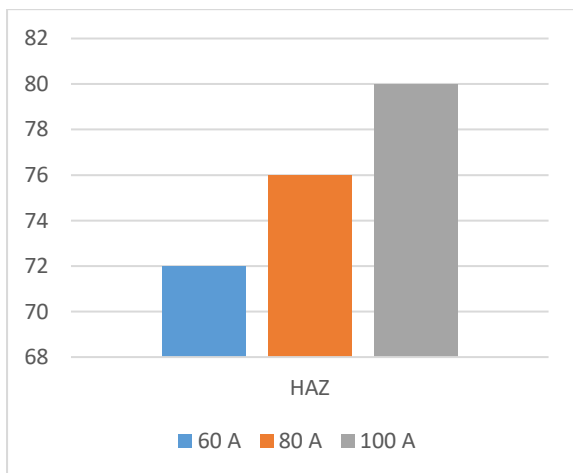
pengujian pada titik Weld Metal, HAZ, Base Metal.

2. Pada pengelasan dengan kampuh V dapat dilihat bahwa nilai weld metal dengan arus pengelasan 60 A lebih kecil nilai nya yaitu 70,7 HRB dibandingkan dengan nilai weld metal pada arus 80 A dan arus 100 A dengan masing-masing nilai 73 HRB dan 79,7 HRB.
3. Pada pengelasan dengan kampuh V dapat dilihat bahwa nilai HAZ dengan arus pengelasan 60 A lebih kecil nilai nya yaitu 72 HRB dibandingkan dengan nilai weld metal pada arus 80 A dan arus 100 A dengan masing-masing nilai 76 HRB dan 80,9 HRB.
4. Pada pengelasan dengan kampuh V dapat dilihat bahwa nilai Base Metal dengan arus pengelasan 100 A lebih besar nilai nya yaitu 83,9 HRB dibandingkan dengan nilai weld metal pada arus 60 A dan arus 80 A dengan masing-masing nilai 75 HRB dan 79,7 HRB.
5. Dapat dilihat dari data nilai HRB rata rata pada arus 100 A pada titik pengujian weld metal, HAZ, maupun base metal memiliki nilai yang paling besar dibandingkan arus 60 A dan arus 80 A.
6. Cara mencari nilai rata rata HRB adalah jumlah nilai HRB disetiap arus dan titik indensitas dibagi 3 jumlah spesimen maka akan ketemu nilai rata rata HRB disetiap arus dan titik pengujian indensitas.



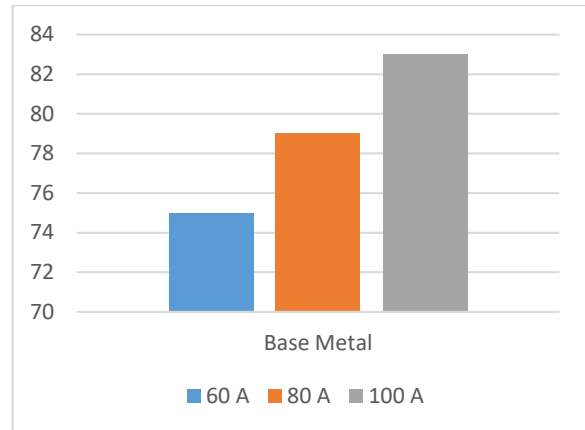
Gambar Grafik nilai rata-rata weld metal (Wm) uji rockwell kampuh V

Dari data Grafik diatas dapat dilihat rata rata weld metal uji rockwell kampuh V. Dengan arus 60A di dapat nilai rata rata RHB 70,7. Untuk arus 80A di dapat nilai rata rata RHB 73. Untuk arus 100A di dapat nilai rata rata RHB 79,7. Dan nilai rata-rata RHB tertinggi di dapat pada variasi arus 100A.



Gambar Grafik nilai rata-rata weld metal HAZ uji rockwell kampuh V

Dari data Grafik diatas dapat dilihat rata rata HAZ uji rockwell kampuh V. Dengan arus 60A di dapat nilai rata rata HRB 72. Untuk arus 80A di dapat nilai rata rata HRB 76. Untuk arus 100A di dapat nilai rata rata HRB 80,9. Dan nilai rata-rata HRB tertinggi di dapat pada variasi arus 100A.



Gambar Grafik nilai rata rata Base Metal uji rockwell kampuh V

Dari data Grafik diatas dapat dilihat rata rata uji rockwell kampuh V. Dengan arus 60A di dapat nilai rata rata HRB 75. Untuk arus 80A di dapat nilai rata rata HRB 79,7. Untuk arus 100A di dapat nilai rata rata HRB 83,9. Dan nilai RHB tertinggi di dapat pada variasi arus 100A.

Uji Impak

Rumus Uji Impak

$$E = m.g.H1 - m.g.H2$$

$$E = 8,3 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/dt}^2 \cdot 0,9 \text{ m} - 8,3 \text{ kg} \cdot$$

$$9,89 \text{ m/dt}^2 \cdot 0,176 \text{ m}$$

$$E = 58,95 \text{ joule}$$

Dan mencari Harga Impak

$$HI = \frac{E}{A}$$

A = Luas Patahan

$$HI = \frac{E}{A} \quad (\text{Joule/mm}^2)$$

Contoh Perhitungan Uji Impak

$$\begin{aligned} \text{➤ } H1 &= 0,6 \text{ m} + x \\ &= 0,6 \text{ m} + \sin 30^\circ \cdot 0,6 \text{ m} \\ &= 0,6 + 0,5 \cdot 0,6 = 0,9 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H2 &= 0,6 \text{ m} - x \\ &= 0,6 \text{ m} - \sin 48^\circ \cdot 0,6 \text{ m} \\ &= 0,6 - 0,743 \cdot 0,6 = 0,154 \text{ m} \end{aligned}$$

Sudut akhir 48

$$E = m.g.h1 - m.g.h2$$

$$\begin{aligned} E &= 8,3 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/dt}^2 \cdot 0,9 \text{ m} - \\ &8,3 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/dt}^2 \cdot 0,154 \text{ m} \end{aligned}$$

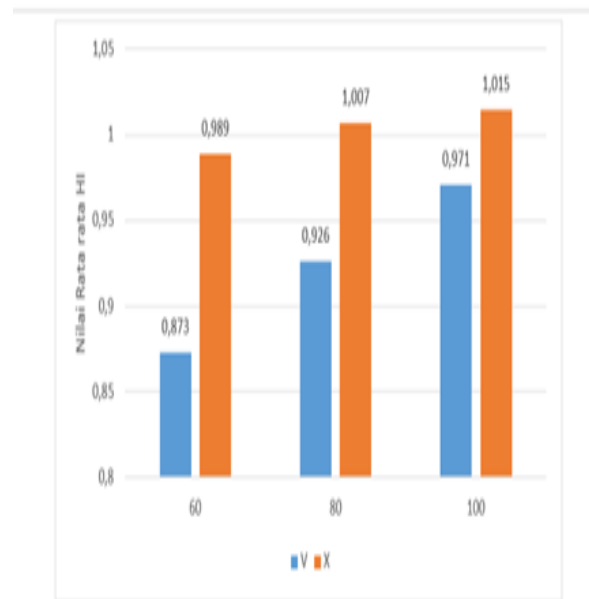
$$E = 60,741 \text{ joule}$$

$$HI = \frac{E}{A}$$

$$HI = \frac{60,741}{71,54} = 0,8776532 \text{ J/mm}^2$$

Spesimen uji	a(mm)	b(mm)	E(Joule)	A(mm ²)	HI (J/mm ²)	RatarataHI
60 V	7,3	9,8	60,741	71,54	0,8490495	0,8731119
	7,3	9,9	63,428	72,27	0,8776532	
	7,5	9,9	66,278	74,25	0,892633	
60 X	7,1	10	66,278	71	0,933493	0,9891335
	7	10	71,57	70	1,0224286	
	7,1	10	71,815	71	1,0114789	
80 V	7,5	9,95	67,092	74,625	0,8990553	0,9265492
	7,6	9,9	67,092	75,24	0,8917065	
	7,3	9,7	70,023	70,81	0,9888858	
80 X	7,5	9,8	71,977	73,5	0,9792789	1,0071746
	7,6	9,85	72,629	74,86	0,9701977	
	7	9,7	72,792	67,9	1,0720471	
100 V	7,3	9,8	70,023	71,54	0,9787951	0,9713792
	7,7	9,7	70,919	74,69	0,9495113	
	7,4	9,9	72,222	73,26	0,9858313	
100 X	7,6	9,9	72,792	75,24	0,9674641	1,0153073
	7	9,85	73,231	68,95	1,0620885	
	7,4	9,7	72,955	71,78	1,0163695	

Pada data Tabel Merupakan nilai hasil pengujian impak. Untuk memperoleh hasil tersebut kita perlu menyiapkan benda uji atau spesimen yang sesuai standart yang kita pakai dan harus sesuai prosedur yang berlaku dilab. Kemudian kami mengolah data tersebut untuk mencari nilai HI pada Uji impak dan dicari nilai rata rata HI nya. Untuk nilai rata rata tersebut dirangkum dalam bentuk grafik pada bawah ini.



Hasil dari Grafik 4.4 ini kami rangkum data HI (Harga Impak) rata rata dari Tabel 4.4 dan akan dijabarkan pada penjelasan sebagai berikut yaitu :

1. Pada Grafik 4.4 dapat dilihat bahwa isian grafik tersebut Merupakan data hasil dari Baja st37 dengan variasi kampuh V dan X yang menggunakan ampere berbeda yaitu 60A, 80A, 100A dari masing masing kampuh.
2. Pada pengelasan dengan 60A dapat dilihat kalau variasi Kampuh V lebih kecil nilai HI (Harga Impak) 0,87 dibanding dengan variasi kampuh X dengan nilai HI(Harga Impak)0,98.
3. Pada pengelasan dengan 80A dapat dilihat kalau variasi Kampuh V lebih kecil nilai HI (Harga Impak) 0 dibanding dengan variasi kampuh X dengan nilai HI (Harga Impak) 1,00.
4. Pada pengelasan dengan 100A dapat dilihat kalau variasi Kampuh V lebih kecil nilai HI (Harga Impak)0,971 dibanding dengan variasi kampuh X dengan nilai HI (Harga Impak)132,7.
5. Dapat dilihat dari data nilai HI (Harga Impak)rata rata diatas bahwa pengelasan dengan arus 100A nilainya

paling rendah dibanding arus 80A dan 60A.

6. Cara mencari nilai rata rata HI (Harga Impak) dari setiap kampuh V dan X dicari meannya atau nilai rata rata Maka akan ketemu nilai rata rata HI(Harga Impak) setiap arus dan masing masing kampuh.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil kajian pengelasan dengan variasi seam V, X dan variasi ampere pada las SMAW baja pelat ST37, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil Pengujian Rockwell dengan variasi Kampuh V, X dan variasi kuat arus 60A, 80A,100A dapat disimpulkan bahwa keuletan benda uji dengan kampuh X kuat arus sebesar 100A ampere nilai keuletannya paling tinggi dengan ditunjukkan nilai HRB pada titik pengujian Base Metal dengan nilai HRB rata ratanya sebesar 89,3kgf dan benda uji yang mempunyai kegetasan paling getas yaitu spesimen dengan bentuk kampuh V dengan arus 60A nilai keuletannya ditunjukkan dengan nilai HRB 69kgf. Kesimpulannya yaitu semakin tinggi kuat arus maka semakin tinggi keuletan spesimen tersebut dan semakin rendah kuat arus maka semakin getas spesimen nya tergantung juga pada kampuh pengelasannya .
2. Bahwa pengujin impak dengan metode charpy dengan variasi kampuh V, X dan kuat arus 60A, 80A, 100A dapat dilihat dari nilai $E = \text{Usaha}$ yang dibutuhkan untuk mematahkan material uji dengan kuat arus 100 A kampuh X menunjukan nilai HI (Harga impak) rata rata nya paling tinggi yaitu sebesar $1,0153073 \text{ J/mm}^2$ sedangkan nilai rata rata terendah yaitu benda uji dengan kuat arus 60 A kampuh V Menunjukan nilai HI (Harga Impak) rata rata nya paling rendah yaitu $0,8731119 \text{ J/mm}^2$. Dapat disimpulkan

bahwa Kuat arus 100 A kampuh X lebih membutuhkan Energi atau usaha yang diperlukan mematahkan benda uji yang lebih besar sedangkan kuat arus 80A Kampuh membutuhkan Energi atau usaha yang diperlukan mematahkan benda uji lebih kecil Hal tersebut dapat dilihat dengan nilai rata rata padal tabel hasil pengujian.

Berdasarkan kesimpulan tersebut disampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Secara Teori Pengaruh terhadap Pengelasan SMAW dengan variasi kampuh dan kuat arus terhadap uji kekerasan brinell mempunyai perbedaan yang sangat signifikan antara arus 60 A dan 100 A Disarankan bila Pengelasan dengan uji brinell jangan terlalu rendah kuat arusnya jika terlalu rendah maka akan semakin getas benda uji spesimen atau tidak matang.
2. Untuk Pengujian impak metode charpy sendiri yang menggunakan pengelasan SMAW dengan variasi kuat arus dankampuh juga sama nilai Arus menjadi salah satu faktor mempengaruhi (E) usaha yang diperlukan untuk mematahkan benda uji . saran dari pengujian ini adalah benda uji harus dalam keadaan matang jika tingkat kematangannya sempurna maka E atau usaha yang diperlukan mematahkan benda uji juga akan semakin besar pula E atau usaha pendulum alat ujinya.
3. Untuk Pengelasan SMAW dengan pengujian kekerasan Rockwell dan Uji impak metode charpy dengan menggunakan besi baja plat sebaiknya pengelasan jangan terlalu rendah kuat arus tersebut karena spesimen belum matang sempurna menimbulkan spesimen getas.
4. Dari Penelitian ini maka pengelasan SMAW khususnya dengan material Baja ST37 sebaiknya menggunakan kuat arus kurang lebih 100 Ampere

karena sangat membantu pada keuletan material tersebut.

dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Sukaini. 2013. Teknik Las SMAW 1. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

REFERENSI

- ASTM E 23-12c. (2012). Standard test methods for notched bar impact testing of metallic materials. In Standards(pp.1–25). <https://doi.org/10.1520/E0023-18>
- Mesin, S. T., Teknik, F., Surabaya, U. N., Mesin, J. T., Teknik, F., & Surabaya, U. N. (n.d.). PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN SMAW PADA REFINERY PIPE ASTM A 106 GRADE B TERHADAP KEKUATAN IMPAK DAN KEKERASAN Aisyah Nur Khalifah Yunus Abstrak.
- Sonawan, H., & Suratman, R. (2004). Pengantar untuk Memahami Proses Pengelasan Logam. In Bandung: Alfa Beta.
- Wirjosumarto, H., & Okumura, T. (2000). L4H \$ fiLT. In Teknologi Pengelasan Logam (Vol. 8). repository.polman-babel.ac.id [http://repository.polman-babel.ac.id/542/1/Skripsi Welcy Fratama 4 TMM B.pdf](http://repository.polman-babel.ac.id/542/1/Skripsi_Welcy_Fratama_4_TMM_B.pdf)
- Gilas Dwi Maylano1*) , Untung Budiarto1) ,Ari Wibawa Budi Santosa 1) 1)Laboratorium Las dan Material Kapal Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang,Indonesia.50275 <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/32228>
- Triana, Tiara, Mursidil Kamil dan Yeni Muriani
- Zulaida. 2018. “Pengaruh Variasi Elektroda dan Arus Listrik Pengelasan Terhadap Cacat Las dan Sifat Mekanik Pelat Baja Aplikasi Lambung Kapal”. Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta. Vol. IV (2): hal. 50-55. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jo/article/view/6040/3036>
- Yuwono, Akhmad Herman. 2009. Buku Paduan Karakterisasi Material 1 Pengujian Merusak (Destructive Testing). Depok: Departemen Metalurgi