



**ANALISIS VARIASI KUAT ARUS DAN BENTUK KAMPUH  
TERHADAP SIFAT MEKANIK LAS PLAT BAJA ASTM A36  
MENGUNAKAN METODE PENGELASAN SMAW**

**Moch Irwan Bangun Santoso, Elisa Sulistyorini, ST., MT (Dosen Pembimbing)**  
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [bangunirwan26@gmail.com](mailto:bangunirwan26@gmail.com)

**ABSTRAK**

Didunia industri konstruksi sekarang khususnya penyambungan pada logam baja sekarang sering digunakan pengelasan dikarenakan pengelasan kuat dan keras, Ada banyak jenis proses pengelasan salah satunya merupakan pengelasan SMAW ( Shield Metal Welding ) merupakan jenis las listrik yang menggunakan elektroda sebagai bahan isi lasan. Penelitian berikut dimaksudkan guna meneliti data mekanik baja karbon rendah plat baja ASTM A36 yang telah dilakukan proses pengelasan SMAW dengan variasi arus 150 A, 155 A, 160 A. Pengelasan ini juga menggunakan variasi bentuk kampuh U, V, I. Dikarenakan penelitian ini mencari data mekanik hasil perlakuan pengelasan baja karbon rendah plat baja ASTM A36 dengan berbagai variasi arus dan bentuk kampuh tentunya harus dilakukan pengujian ada dua pengujian yang diterapkan yaitu pengujian impact dan pengujian kekerasan rockwell. Penelitian dengan menggunakan las SMAW ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus, kampuh terhadap kekuatan melalui data data pengujian yang ditentukan. Hasil yang didapat dari pengujian impact charpy, untuk harga kekuatan impact terendah terjadi pada variasi dan tegangan ampere V 115 A yaitu 88,2 Joule/ mm<sup>2</sup>, harga kekuatan impact tertinggi terjadi pada variasi dan tegangan ampere U 120 A yaitu 152,9 Joule/ mm<sup>2</sup>, untuk energi impact terendah terjadi pada variasi dan tegangan ampere V 115 A yaitu 23469,3 Joule, energi impact terendah terjadi pada variasi dan tegangan ampere yaitu 14122,6 Joule. Sedangkan pengujian rockwell HRC yang tertinggi kekerasannya terdapat pada variasi rata-rata U 120 Ampere dengan nilai kekerasan yaitu 45,3 HRC dan V 120 Ampere yang sama dengan U 120 A yaitu dengan rata-rata 45,3 HRC. Sedangkan yang memiliki kekerasan yang terendah yaitu terdapat pada rata-rata variasi V 110 Ampere dengan nilai kekerasan 38,5 HRC dan 115 Ampere juga memiliki nilai kekerasan yang tidak jauh bedanya yaitu dengannilai rata-rata 38,9 HRC. Sedangkan HRB kekerasan yang tertinggi kekerasannya terdapat pada variasi U 110 Ampere, V 115 Ampere, U 120 Ampere dan V 120 Ampere dengan nilai kekerasan yaitu 114 HRB, V 115 Ampere. Sedangkan yang memiliki kekerasan yang terendah yaitu terdapat pada variasi V 110 Ampere, I 115 Ampere dan I 120 A dengan nilai kekerasan 111 HRB. Dan untuk peneliti selanjutnya agar lebih mengembangkan penelitian ini lebih luas dan lengkap

**Kata Kunci:** Las SMAW, Variasi Arus, Variasi Kampuh, Pengujian

## ABSTRACT

In the world of the construction industry now, especially the connection of steel metal, welding is now often used because welding is strong and hard, there are many types of welding processes, and one of them is SMAW welding (Shield Metal Welding) is a type of electric welding that uses elect the contents of the weld. The following research is intended to examine the mechanical data of low carbon steel ASTM A36 steel plate which has been carried out by the SMAW welding process with current variations of 110 A, 115 A, and 120 A. . This welding also uses variations in the shape of the U, V, and I camps. Because this research is looking for mechanical data from the welding treatment of low carbon steel ASTM A36 steel plate with various with various variations of current and shape of the seam, of course, two tests must be carried out, namely Charpy impact testing and Rockwell hardness testing. Research using SMAW welding is aimed at knowing the effect of variations in current and seam on strength through specified test data. The results obtained from the Charpy impact test, for the price of the lowest impact strength occurred in the variation and ampere voltage V 115 A, namely 88.2 Joules / mm<sup>2</sup>, the highest impact strength price occurred in the variation and ampere voltage U 120 A, namely 152.9 Joules / mm<sup>2</sup>, for the lowest impact energy occurred in the variation and ampere voltage V 115 A, namely 23469.3 Joules, the lowest impact energy occurred in the variation and ampere voltage, namely 14122.6 Joules. Meanwhile, the highest Rockwell HRC test hardness is found in the average variation of U 120 Ampere with a hardness value of 45.3 HRC and V 120 Ampere which is the same as U 120 A, namely with an average of 45.3 HRC. Meanwhile, those with the lowest hardness are found in the average variation of V 110 Ampere with a hardness value of 38.5 HRC and 115 Ampere also has a hardness value that is not much different, namely with an average value of 38.9 HRC. While the highest hardness HRB is found in the variation of U 110 Ampere, V 115 Ampere, U 120 Ampere, and V 120 Ampere with a hardness value of 114 HRB, V 115 Ampere. While those with the lowest hardness are found in the variations of V 110 Ampere, I 115 Ampere, and I 120 A with a hardness value of 111 HRB. And for further researchers to further develop this research more broadly and completely

**Keywords:** SMAW Welding, Current Variation, Seam Variation, Testing

## PENDAHULUAN

Proses pengelasan ialah teknik berguna yang tidak mudah dipecahkan atas kaitannya atas teknologi manufaktur. Secara biasa, las dapat didefinisikan menjadi suatu penyambungan materi yang dipakai atas sambungan logam maupun paduan logam yang dipakai saat metal meleleh. Hasil maksimal dapat diperolehkan dengan mencermati dengan cara bagus serta mendetail tingkatan pengelasan pada teknik penyambungan metal dimulai melalui tahapan perencanaan sampai tingkatan eksekusi. Tahapan Perencanaan dimulai dari pemilihan tipe pengelasan sampai pada tingkatan penentuan ujung serta tipe kampuh yang esok hendak dipakai.

Untuk mendapatkan hasil pengelasan yang cocok dan maksimal memerlukan pengetahuan hal arus yang digunakan apakah cocok dengan material yang akan digunakan untuk modul percobaan penelitian ,tidak seluruhnya logam yang dilas bisa dilas dengan baik. Menurut,( JULIAN, Nanda; 2019) Dikala ini baja ialah metal

yang sering dipergunakan dalam suatu konstruksi nyaris semua konstruksi pada pembangunan apa saja tidak bebas agar kontruksi kokoh kuat.

Pemilihan sambungan las ataupun kampuh mempengaruhi kemampuan pengerjaan, kemampuan sambungan serta kekuatan sambungan atas konstruksi las yang memiliki efek terhadap kekuatan dari hasil pengelasan. Pada dasarnya pemilihan sambungan las ataupun kampuh perlu menuju pada penyusutan kalor serta penyusutan logam las mencapai atas batas terendah yang tak menurunkan kekuatan sambungan. Untuk sebab itu penetapan sambungan las ataupun kampuh perlu sesuai dengan spesifikasi logam yang bakal dilas. Menurut ( Susetyo ;2015)

Proses pengelasan shielded metal arc welding (SMAW) atau las busur logam terlindungi merupakan proses las atau tersambungannya logam yang menggunakan energi panas untuk mencairkan elektroda dan benda kerja untuk dilakukan pemrosesan, Pada las SMAW jenis pelindung adalah selaput flux yang ada dielektroda, Flux SMAW fungsinya untuk

melindungi logam atau material las saat diproses pengelasan flux ini akan menjadi slag ketika sudah padat atau selesai pemrosesan..

## DASAR TEORI

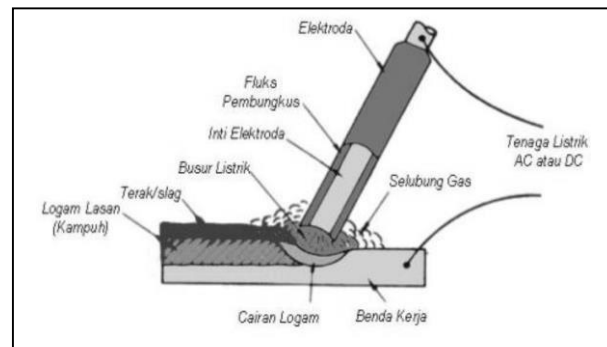
### Pengelasan

Pengelasan Adalah proses penyambungan logam atau non logam yang cara kerjanya memanaskan material yang akan disambung hingga temperatur las yang dilakukan dengan cara menggunakan tekanan maupun tidak menggunakan tekanan (pressure) hanya dengan tekanan ataupun tanpa menggunakan filler atau logam pengisi menurut american welding society (ARC,1989). Penafsiran pengelasan menurut Harsono Wiryosumarto (1996) merupakan hubungan metalurgi pada sambungan metal paduan yang dicoba dalam kondisi encer maupun cair. Sementara itu penafsiran pengelasan bagi Widharto, S (2006) yakni salah satu teknik menyambung barang padat dengan jalur mencairkannya lewat pemanasan.

### Las Busur Listrik SMAW

Di dalam pengelasan ini metal induk alami pencairan efek dari pemanasan busur listrik yang muncul dari akhir elektroda serta dataran material ( benda kerja). Elektroda yang dipakai guna metode pengelasan berbentuk kawat yang terbungkus penjaga pelindung berbentuk flux. Elektroda ini sepanjang teknik pengelasan hendak alami pencairan bersama dengan metal induk serta hendak mengeras bersama jadi bagian dari kampuh las. Pada cara pemindahan metal elektroda yang berlangsung pada disaat pucuk elektroda mencari serta hendak membuat butir-butir yang bakal terbawa arus busur listrik yang besar sehingga butiran metal cair yang terbawa jadi lembut serta kebalikannya apabila arus kecil hingga butirannya jadi besar. Pola cara pemindahan metal cair yang amat pengaruhi sifat mampu las dari metal. Metal yang memiliki watak sanggup las yang besar apabila teknik pemindahan yang berlangsung dengan butiran yang lembut.

Teknik pemindahan larutan yang dipengaruhi oleh besar kecilnya arus serta struktur dari materi flux yang dipakai. Materi flux yang dikenakan untuk menutup- nutupi elektroda sepanjang metode pengelasan meleleh serta membuat terak yang menutupi logam cair yang terkumpul di tempat sambungan dan bertugas selaku penghalang oksidasi. Pengelasan SMAW ada pada sketsa dibawah ini:



Ilustrasi Las SMAW

### Baja Karbon

Baja ialah campuran yang terdiri atas unsur besi (Fe), Karbon (C), serta unsur lainnya. Baja biasanya dibentuk dengan metode pengecoran, pencanainan, ataupun penemperan. Karbon merupakan unsur terpenting dalam baja sebab itu yang menentukan kekerasan serta kekuatan baja. Ada 3 jenis baja karbon yaitu baja karbon rendah (<0,25% C), baja karbon sedang (<0,250,55 %) dan baja karbon tinggi (>0,55%).

Sifat baja karbon Baja Karbon Rendah: relatif lunak serta lemah namun mempunyai kegigihan yang luar normal serta kekuatan; Tidak hanya itu, mereka bisa dimesin, bisa dilas yang bisa dilas, serta, dari seluruh baja, baja, merupakan yang sangat ekonomis untuk menghasilkan. Aplikasi biasa tercantum bentuk tubuh mobil bagian bagian, wujud sistemis sistemis ( balok- I, saluran saluran serta besi ujung), serta kepingan yang dipakai dalam pipa, gedung, jembatan, serta kaleng. Mempunyai daya cair 275 MPa ( 40. 000 ( 40. 000 psi), tarik tarik kekuatan antara 415 serta 550 MPa ( 60. 000 serta 80. 000 psi), serta daktilitas 25% EL.

### Plat Baja ASTM A36

Baja A36 yang dikembangkan oleh ASTM global merupakan salah satu baja sistemis karbonium yang terkenal serta banyak dipakai yang digulung enteng serta panas. ASTM A36 mempunyai sifat pengelasan terbaik serta amat sesuai buat proses pelubangan, penggilingan, pengeboran, penyadapan, serta pemesinan. Tidak semacam paduan berkinerja tinggi, sifat pelat baja sistemis ini mengizinkan baja dipakai dalam banyak pengaplikasian.

Kandungan karbon (C) 0,25 – 0,29%, kandungan tembaga (Cu) 0,20%, kandungan besi (Fe) 98,0 persen, kandungan mangan (Mn) 1,03 persen, kandungan fosfor (P) 0,04 persen,

kandungan silikon (Si) 0,280 persen serta kandungan Sulfur (S)0,050 persen. Dengan sifat yang sangat baik, plat baja ini bisa dibaut, dipaku, serta dilas dalam konstruksi bangunan, jembatan, serta gedung serta buat keperluan struktur umum apa pun.

Sumber: Octalsteel.com

ASTM A36 Steel Plate Mechanical Properties



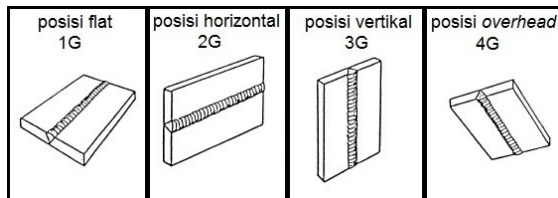
Mechanical Properties Tensile and Yield Strength	
Tensile strength, ksi [MPa]	58-80 [400-550]
Yield point, min, ksi [MPa]	36 [250]
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	23

### Posisi Pengelasan

Posisi Pengelasan merupakan kategori ataupun posisi sambungan yang hendak dicoba pengelasan, posisi pengelasan ini dicoba bersumber pada material ataupun produk yang hendak dilas. Dalam teknologi pengelasan, seluruh itu terdapat pengkodeannya bersumber pada tipe sambungan

Posisi Pengelasan buat Groove Welds Plate:

- A. 1G (Posisi Pengelasan datar).
- B. 2G (Posisi Pengelasan Horizontal).
- C. 3G (Posisi Pengelasan Vertikal).
- D. 4G (Posisi Pengelasan di atas kepala ataupun Overhead)



Jenis-jenis posisi pengelasan

### Pengujian Impak

Uji impact ialah pengujian dengan memakai pembebanan yang cepat (rapid loading). Pengujian impact yaitu suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impact dengan pengujian tarik serta kekerasan, dimana pembebanan dipakai secara perlahan-lahan. Pengujian impact adalah suatu usaha buat mensimulasikan kondisi operasi material yang kerap ditemui dalam perlengkapan transportasi ataupun konstruksi dimana beban tak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba, contoh deformasi pada bumper

mobil pada waktu terjadinya tumbukan kecelakaan.

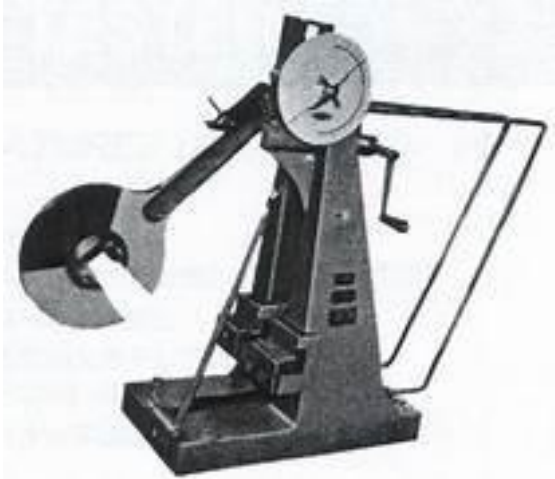
Pada uji impact terjadi proses penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk sampel. Energi yang diserap material ini bisa dihitung dengan memakai prinsip perbedaan energi potensial. Dasar pengujiannya yaitu penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu serta menumbuk benda uji sehingga sampel mengalami deformasi. Pada pengujian impact ini banyaknya energi yang diserap oleh bahan buat terjadinya perpatahan ialah ukuran ketahanan impact ataupun ketangguhan bahan tersebut.

Sifat keuletan suatu bahan bisa diketahui dari pengujian tarik serta pengujian impact, tapi dalam keadaan beban yang berbeda. Beban atae pengujian impact seperti yang sudah dijelaskan diatas ialah secara tiba-tiba, sedangkan pada pengujian tarik ialah perlahan-lahan. Dari hasil pengujian tarik bisa disimpulkan perkiraan dari hasil pengujian impact. Tapi dari pengujian impact bisa diketahui sifat ketangguhan logam serta harga impact buat suhu yang berbeda-beda, mulai dari suhu yang sangat rendah (-30oC) sampai suhu yang tinggi. Sedangkan pada percobaan tarik, suhu kerja ialah suhu ruangan.

Ada 2 ragam teknik uji impact, yaitu teknik charpy serta izod, perbedaan mendasar atas teknik itu ialah pada peletakan sampel, Pengujian dengan menggunakan charpy lebih akurat sebab pada izod pemegang sampel jua turut menyerap energi, sehingga energi yang terukur bukanlah energi yang bisa diserap material seutuhnya.

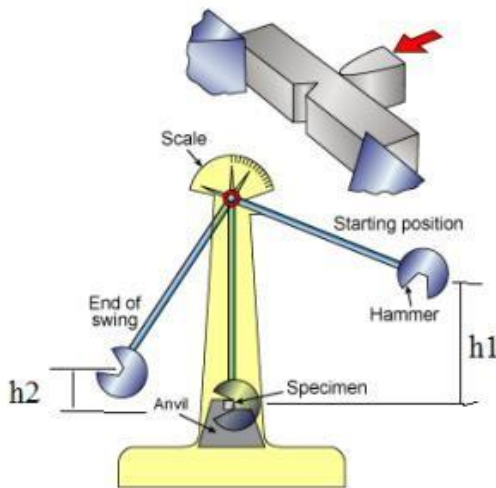
### Prinsip Kerja Impak Charpy

teknik impact charpy banyak dipakai didunia industri buat menguji material yang dipakai buat pembangunan kapal, jembatan serta berbagai konstruksi lainnya.(S.G.L.J.Van Vliet W.Both, 1984). Pada pengujian impact teknik Charpy, pendulum diarahkan pada bagian belakang takikan sampel. sampel diletakkan horizontal pada penahan sampel (anvil) serta dikasih pembebanan secara tiba-tiba dibelakang sisi takik oleh pendulum.



Mesin Uji Impak Charpy

Prinsip pengujian impak ialah buat menghitung energi yang diberikan beban serta menghitung energi yang diserap oleh sampel. Pengujian impak dilakukan dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap sampel yang bakal diuji, dimana sampel dibuat berdasarkan standar ASTM A 36. Pendulum dengan massa tertentu diangkat dengan ketinggian  $h_1$  kemudian dilepaskan bahwa pendulum bakal mengayun sampai kedudukan  $h_2$  yang mana ketinggian  $h_2$  hampir sama dengan ketinggian  $h_1$  jika pendulum mengayun bebas tanpa sampel.



Simulasi kerja pengujian impak

Usaha yang dipakai pendulum buat memukul benda uji ataupun energi yang diserap sampel sampai patah didapat rumus yakni

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Besarnya ( Luas Penampang ) yang dapat dihitung dengan rumus adalah:

$$A = a \times b$$

Harga impak ialah energi yang diserap sampel persatuan luas. Luas yang dimaksud ialah luas

penampang sampel dibawah takikan. Buat menghitung besarnya harga impak ialah sebagai berikut

$$HI = E/A$$

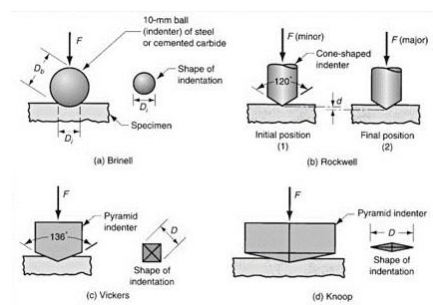
Sampel ataupun buat pengujian impak teknik Charpy memiliki dimensi 8 mm x 80 mm x 20 mm diberi takikan (notch) tepat pada tengah sampel

Pengujian Rockwell

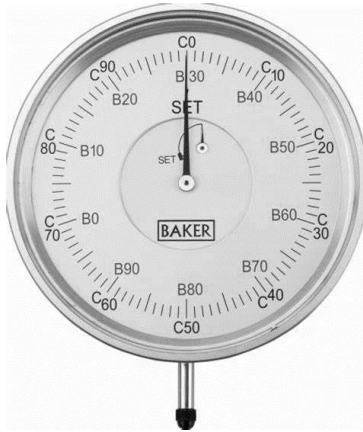
Teknik Hardness Test Rockwell berlainan dengan Brinell serta Vickers. Pada uji coba kekerasan Rockwell tak melaksanakan pengukuran tapak tekan dengan cara manual, pengukuran langsung dilakukan oleh mesin serta langsung oleh mesin sertalangsung membuktikan angka hardness dari bahan yang dites angka ini dapat dial indikator mesin rockwell.

Nilai kekerasan yang dihasilkan hubungan terbalik dengan tenaga indentasi. Identer yang digunakan ialah bola baja yang diperkeras berdimensi 1 atau 16 in serta 1 atau 8 in dan runjung intan bersudut 120° dengan pucuk bundar diberi sebutan brale. Pada pembedahan percobaan. berat minor diaplikasikan sebesar 10kgf yang mengakibatkan indentasi awal serta meletakkan indenter pada posisi yang cermat buat pengepresan. Dial ditempatkan pada skala tanda set kosong.

Berikutnya, pemberian berat mendasar( major) yang berlainan besarnya terkait pada rasio rockwell yang dipakai amat bagan 1. Rockwell rasio A dipakai buat metal yang amat keras. Rockwell rasio B dipakai buat mencoba material dengan kekerasan biasa. Rasio B mempunyai angka 0- 100. Angka hardness diatas 100 membagikan hasil pengetesan yang kurang valid karna bisa jadi indicator sudah jadi rata. Rockwell ukuran C dipakai buat mencoba material dengan kekerasan besar ialah diatas B100. Baja sangat keras mempunyai angka C70. Rasio C dipakai pada C20 ke atas.



Rasio Rockwell dibagi dengan 100 bagian amati gambar 2.8 tiap bagian ataupun angka kekerasan sebanding dengan 0,002 milimeter indentasi. Nilai B55 serta B60 mempunyai perbandingan daya indentasi sebesar  $5 \times 0,002$  milimeter ataupun 0,01 milimeter



Dial indikator mesin rockwell

Fungsi utama dari dial indikator sebagai penunjuk hasil dari spesimen pengujian kekerasan mode rockwell. Dial gauge pada mesin rockwell memiliki nilai maksimum 100, baik untuk warna hitam atau merah, salah satu nilai skala dial gauge dengan kedalaman penetrasi 0,002 mm

### METODE PENELITIAN

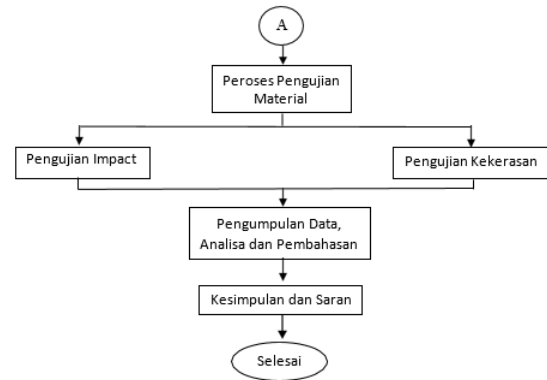
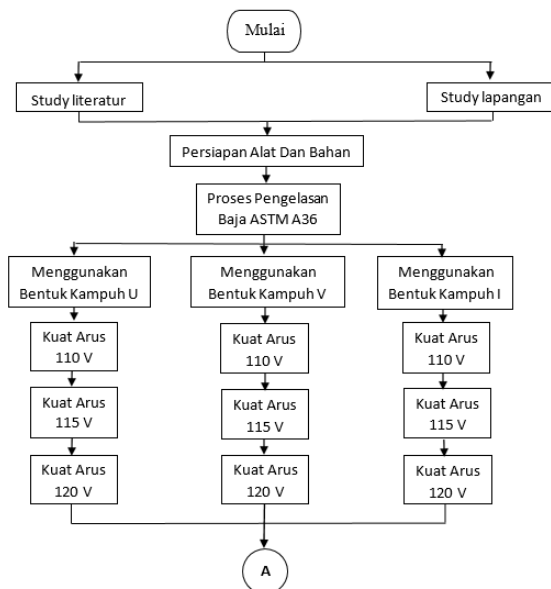


Diagram Alir Penelitian  
( Tiap Variasi Terdiri Dari 3 Spesimen Dan 2 Pengujian )

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Persiapan Bahan- Bahan Pembuatan Spesimen Uji

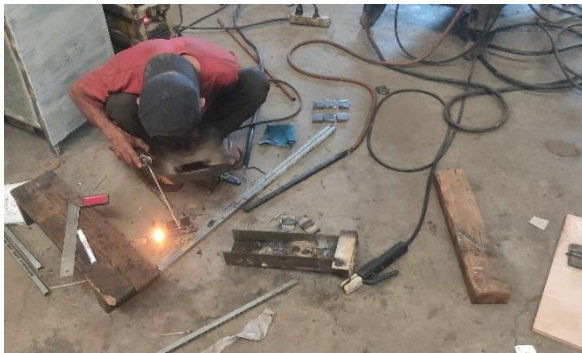
Proses persiapan , pengukuran & pemisahan spesiemen sebelum dilakukan pemotongan plat dengan variasi-variasi yang ditentukan sebelumnya.



2. Pemilihan elektroda LB-52 diameter 3,2 mm dikarenakan elektroda tersebut memiliki ketahanan yang lebih kuat di bandingkan type elektroda yang sering dipakai dipasaran yaitu RD dan RB yang ketahanan ujinya lebih rendah dan bisa juga patah saat diuji dibagian lasnya saja karena daya cengkran dan kekerasanya lebih rendah dibandingkan elektroda LB.



### Pengelasan

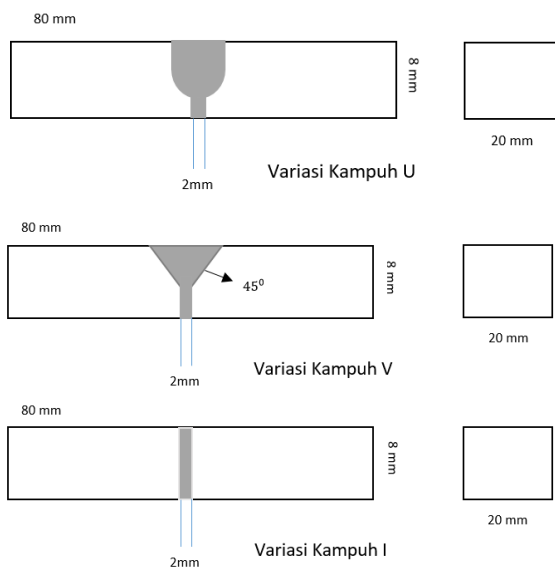


Pengelasan dilakukan oleh profesional welder yang menghasilkan hasil pengelasan yang sangat baik dikarenakan terlatih dalam pengelasan saat sertifikasi dan pengelasan dilakukan dengan variasi ampere 110 A, 115 A, 120 A.

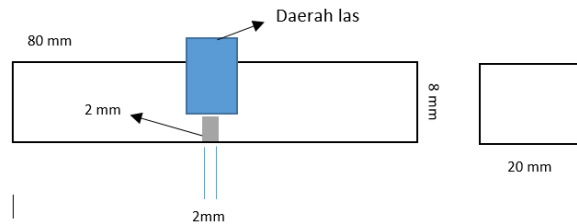
### Pembuatan variasi kampuh

Variasi kampuh dan ukuran yang sudah ditentukan digambar berikut:

### Pembuatan Spesimen Uji Impak



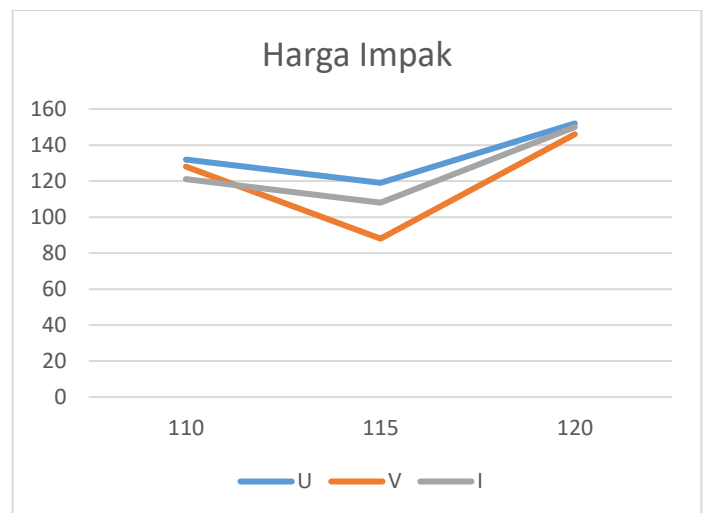
Pembuatan notch menggunakan gerinda tangan manual dan contoh ukuran pemotongan notch sebagai berikut :



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Impak

Variasi		Rata-Rata	
		E	HI
U	110 Ampere	21218,1	132,6
V	110 Ampere	20535,8	128,3
I	110 Ampere	19376,1	121,1
U	115 Ampere	19171,2	119,8
V	115 Ampere	14122,6	88,2
I	115 Ampere	17329,2	108,3
U	120 Ampere	23469,3	152,9
V	120 Ampere	23469,3	146,5
I	120 Ampere	24015,3	150,1



### Kesimpulan:

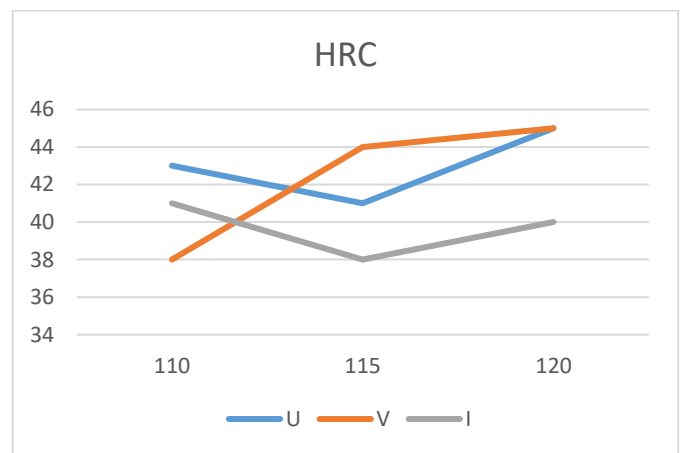
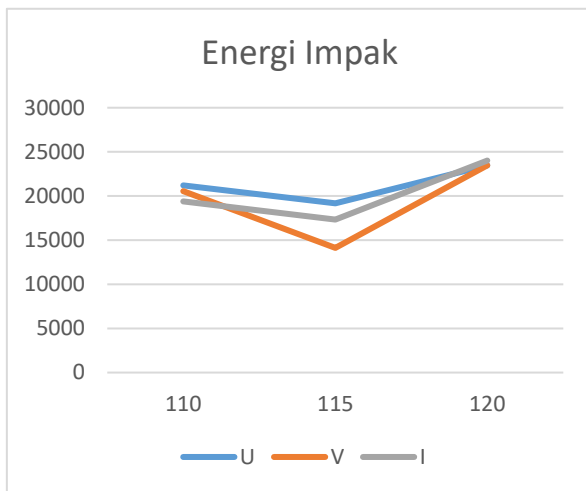
- Hasil-hasil yang ditampilkan pada table diatas yang dilakukan untuk 3 variasi ampere dan 3 variasi bentuk kampuh, sehingga mendapatkan harga kekuatan impact yang dinyatakan dalam parameter perhitungan HI dan diambil dari hasil rata-rata setiap pengujian variasi tersebut
- Harga kekuatan impact terendah terjadi pada variasi dan tegangan ampere ( V 115 A ) 88,2 Joule/ mm<sup>2</sup>

- Dan harga kekuatan impact tertinggi terjadi pada variasi dan tegangan ampere ( U 120 A ) 152,9 Joule/ m<sup>2</sup>

*Pengujian Rockwell*

Transisi dari keuletan dan getas biasanya dikaitkan dengan energy impact yang diperlukan buat mematahkan specimen uji impact ,dan suhu atau variasi tegangan dan kampuh mempengaruhi energi impact biasanya naik dan turun dengan bentuk- bentuk variasi. Berikut tingkatan variasi penelitian yang berpengaruh atas energi impact.

Variasi		Rata-Rata	
		HRC	HRB
U	110 Ampere	43,8	114
V	110 Ampere	38,5	111
I	110 Ampere	41,6	113
U	115 Ampere	41,9	113
V	115 Ampere	44,3	114
I	115 Ampere	38,9	111
U	120 Ampere	45,3	114
V	120 Ampere	45,3	114
I	120 Ampere	40,4	111



**Kesimpulan:**

- Dilihat hasil yang ditampilkan pada table diatas yang dilakukan untuk 3 variasi ampere dan 3 variasi bentuk kampuh, sehingga mendapatkan energi impact yang dinyatakan dalam parameter perhitungan E dan diambil dari hasil rata-rata setiap pengujian variasi tersebut.
- Energi impact terendah terjadi pada variasi dan tegangan ampere ( V 115 A ) 23469,3 Joule
- Dan energi impact tertinggi terjadi pada variasi dan tegangan ampere ( U 120A ) 14122,6 Joule

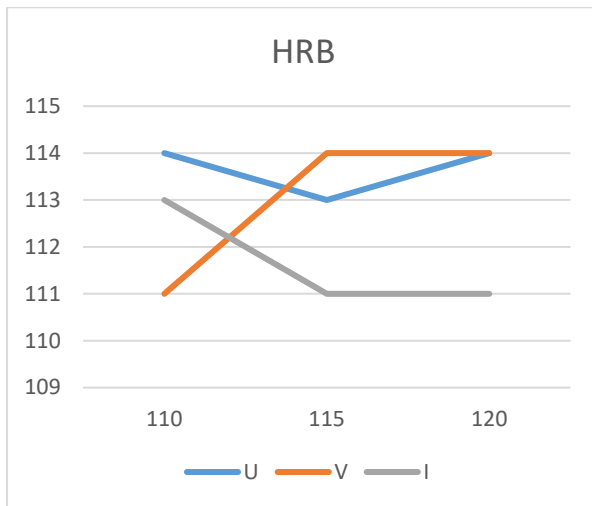
Bisa disimpulkan bahwa setiap variasi memiliki pengaruh besar maupun kecil, jadi bisa dipilah mana yang lebih cocok maupun kurang cocok digunakan

**Kesimpulan:**

- HRC

Grafik kekerasan HRC benda uji dengan variasi-variasi bentuk kampuh dan ampere yang berbeda menunjukkan bahwa setiap variasi memiliki daya kekerasan yang berbeda , yang tertinggi kekerasannya terdapat pada variasi rata-rata U 120 Ampere dengan nilai kekerasan yaitu 45,3 HRC dan V 120 Ampere yang sama dengan U 120 A yaitu dengan rata-rata 45,3 HRC. Sedangkan yang memiliki kekerasan yang terendah yaitu terdapat pada rata-rata variasi V 110 Ampere dengan nilai kekerasan 38,5 HRC dan 115 Ampere juga memiliki nilai kekerasan yang tidak jauh bedanya yaitu dengan nilai rata-rata 38,9 HRC.



**Kesimpulan:**

Sedangkan grafik diatas Menunjukkan nilai kekerasan benda uji dengan variasi bentuk kampuh dan ampere yang berbeda menunjukkan bahwa setiap variasi memiliki daya kekerasan yang berbeda, yang tertinggi kekerasannya terdapat pada variasi U 110 Ampere, V 115 Ampere, U 120 Ampere dan V 120 Ampere dengan nilai kekerasan yaitu 114 HRB, V 115 Ampere. Sedangkan yang memiliki kekerasan yang terendah yaitu terdapat pada variasi V 110 Ampere, I 115 Ampere dan I 120 A dengan nilai kekerasan 111 HRB

**KESIMPULAN DAN SARAN****Kesimpulan:**

Dari hasil penelitian ini bisa disimpulkan sesuai dengan yang diharapkan dari tujuan pengkajian sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan pengujian untuk hasil pengujian dampak, Harga energi dampak terendah terjadi pada variasi dan tegangan ampere (V 115 A) 23469,3 Joule Dan harga energi dampak tertinggi terjadi pada variasi dan tegangan ampere (U 120 A) 14122,6 Joule. Harga kekuatan dampak terendah terjadi pada variasi dan tegangan ampere (V 115 A) 88,2 Joule/ mm<sup>2</sup> Dan harga kekuatan dampak tertinggi terjadi pada variasi dan tegangan ampere (U 120 A) 152,9 Joule/ mm<sup>2</sup>.
2. Setelah dilakukan uji kekerasan Rockwell, yang tertinggi kekerasannya terdapat pada variasi rata-rata U 120 Ampere dengan nilai kekerasan yaitu 45,3 HRC dan V 120 Ampere yang sama dengan U 120 A yaitu dengan rata-rata 45,3 HRC. Sedangkan yang memiliki kekerasan yang

terendah yaitu terdapat pada rata-rata variasi V 110 Ampere dengan nilai kekerasan 38,5 HRC dan 115 Ampere juga memiliki nilai kekerasan yang tidak jauh bedanya yaitu dengan nilai rata-rata 38,9 HRC. Dan tertinggi kekerasannya terdapat pada variasi U 110 Ampere, V 115 Ampere, U 120 Ampere dan V 120 Ampere dengan nilai kekerasan yaitu 114 HRB, V 115 Ampere. Sedangkan yang memiliki kekerasan yang terendah yaitu terdapat pada variasi V 110 Ampere, I 115 Ampere dan I 120 A dengan nilai kekerasan 111 HRB

**Saran:**

1. Untuk peneliti selanjutnya disarankan untuk menggunakan pengujian uji tarik baja ASTM A36 menggunakan pengelasan SMAW dengan kawat las LB 52 3,2 mm agar lebih menambahkan data informasi dari penelitian ini agar lebih baik lagi.
2. Pada penelitian ini menggunakan pengelasan SMAW dan bentuk kampuh U, V dan I sehingga kedepannya peneliti bisa mengembangkan dengan menggunakan pengelasan yang lain maupun variasi-variasi lain dan melengkapi pengujiannya.

**REFERENSI**

Z. Muhsin, Suardy, and Suryadi, "Analisis Perbandingan Kualitas Las SMAW Kampuh V dengan Uji Bending pada Baja ST 37," pp. 45 – 56, 2018,

JULIAN, Nanda. Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik pada Sambungan Las Baja SS400 Pengelasan MAG Dengan Variasi Arus Pengelasan dan Media Pendingin Sebagai Material Lambung Kapal. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 2019, 7.4.

Susetyo, Ferry Budhi, et al. "Pengaruh Bentuk Kampuh Terhadap Karakteristik Baja Karbon Rendah Hasil Pengelasan SMAW." *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur 2.2* (2015): 59-64.

American Welding Society. Committee on Welding in Marine Construction Subcommittee on Underwater Welding, American National Standards Institute, & American Welding

Society. Technical Activities Committee.  
(1989). *Specification for Underwater Welding*.  
American Welding Society.

Harsono Wiryosumatro & Thosie Okumura,  
1996, Teknologi Pengelasan Logam, Pradnya  
Paramita, Jakarta

Widharto, S., 2006, Petunjuk kerja las, Pradnya  
Paramita, Jakarta.

Arifin, S., 1997, Las Listrik dan Otogen, Ghalia  
Indonesia, Jakarta.

Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (2000).  
Teknologi pengelasan logam,

Ishak, S., Asiri, M. H., & Kamil, K. (2020).  
Analisis Sambungan Las MIG pada Baja  
Karbon Rendah Variasi Kampuh Las V, I  
dan K terhadap Kekuatan Tarik. *Teknik  
Mesin* "TEKNOLOGI, 21(1), 25-32.

Salahudin, X., Ihza, Y., Pramono, C., & Widodo,  
S. (2021). Analisis Kekuatan Tarik. Baja  
Karbon Rendah Hasil Pengelasan Smaw  
Dengan Variasi Bentuk KampuhLas. *Journal of  
Mechanical Engineering*, 5(1), 8-14.

Spesifikasi Astm A36  
<https://www.octalsteel.com/astm-a36-steel-plate-specification>

W.Both, G.L.J.Van Vliet. 1984. Teknologi untuk  
bangunan mesin bahan-bahan Jakarta: Penerbit  
Erlangga.

Budiyanto. 2013. Pengertian energi kinetik. Situs:  
<http://budisma.web.id>. ASTM E23. 1982.  
Standard Test Methods for Notched Bar  
Impact Testing of Methallic Materials.

ENDRAMAWAN, Tito; SIFA, Agus.  
Perancangan Alat Uji Impak Metode  
Charpy.In: *Prosiding Industrial  
Research Workshop and National Seminar*.  
2013. p.196-199.