

## Analisis Variasi Arus Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanis Mata Tekuk Baja ST 41 Dan ST 37 Pada Perancangan Alat Penekuk Besi Behel Manual

Agung Hermawan<sup>1</sup>, Ade Sunardi<sup>1</sup>, Riyan Ariyansah<sup>1</sup>, Sinta Restuasih<sup>1</sup>, Adhes Gamayel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Jakarta Global University

Email: agoenk.herr@gmail.com, ade@jgu.ac.id, riyanariyansah@jgu.ac.id,

sinta@jgu.ac.id, adhes@jgu.ac.id

### ABSTRAK

Pemilihan arus pengelasan yang mempengaruhi hasil pengelasan adalah parameter pengelasan, kualitas hasil pengelasan di pengaruhi oleh energi panas yaitu arus las. apabila pemilihan arus las yang kurang tepat maka hasil pengelasan tidak akan teratur, melebar dan tidak rata. Penelitian ini bersifat eksperimen suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang saling berpengaruh. Dengan melakukan pemeriksaan dan pengujian hasil las dengan arus pengelasan terhadap sifat-sifat mekanik hasil las pada poros tekuk baja st. 37 dan st 41 pada perancangan alat penekuk behel manual dengan menggunakan jenis las SMAW DC 400 G dan memakai jenis elektroda E7016 diameter 2,6 mm.

**Kata Kunci:** parameter las SMAW, Baja ST 37, Pengelasan.

### ABSTRACT

*Welding currents selection that affects the welding results is the welding parameters, the quality of welding results is influenced by heat energy, namely the welding current. If the welding current selection is not right then the welding results will not be regular, wide and uneven. This research is experimental in a way to find a causal relationship between two factors that influence each other, by checking and testing the results of welding with a variation of the welding current on the mechanical properties of welding results on steel st. 37 and st.41 bending tooth from manual behel bending equipment by using a SMAW DC 400 G welding type and using an electrodes type E7016 diameter 3,2 mm.*

**Keywords:** SMAW Welding, Parameter, electrode

### I. PENDAHULUAN

Logam merupakan salah satu material yang banyak berperan di dalam dunia industri seiring dengan perkembangan jaman dan ilmu pengetahuan saat ini. Perkembangan logam pada saat ini membuat manusia untuk meningkatkan kemampuan logam di dalam segala bidang, misalnya dalam bidang teknologi, bidang industri dan bidang otomotif salah satunya yaitu pada bidang manufaktur. Logam memiliki beberapa bentuk yaitu cairan, batangan, pelat, lingkaran, persegi, pipa dan siku. Logam merupakan salah satu material yang banyak berperan di dalam dunia industri seiring dengan perkembangan jaman dan ilmu pengetahuan saat ini. Perkembangan logam pada saat ini membuat manusia untuk meningkatkan kemampuan logam di dalam segala bidang, misalnya dalam bidang teknologi, bidang industri dan bidang otomotif salah satunya yaitu pada bidang manufaktur. Logam memiliki beberapa bentuk yaitu cairan,

batangan, pelat, lingkaran, persegi, pipa dan siku. Pemilihan bentuk logam sesuai dengan kebutuhan agar mempermudah proses pengolahan logam dari bahan setengah jadi sampai dengan bahan yang siap digunakan dalam segala bidang. Diantara jenis logam yang paling banyak digunakan dalam bidang teknik adalah baja karbon rendah ST 37 dan ST 41. Baja karbon rendah (ST 37) bukan baja yang tidak tergolong baja yang keras karena kadar karbonnya sedikit. Baja ini disebut dengan baja ringan (*mild steel*) atau baja perkakas yang mengandung karbon kurang dari 0,3%. Setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10 – 30 kg karbon. Baja karbon rendah bersifat kuat, mudah dibentuk dan dapat dilakukan pengerjaan dalam keadaan panas maupun pengerjaan dingin. Arti dari ST itu sendiri adalah singkatan dari Steel (baja).

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau logam tambahan dan menghasilkan

sambungan yang berkelanjutan. Lingkup penggunaan pengelasan sangat luas meliputi perkapalan, bejana tekan, rel, rangka baja, sarana transportasi, jembatan, dan lain – lain [1]. Faktor yang mempengaruhi 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 [2].

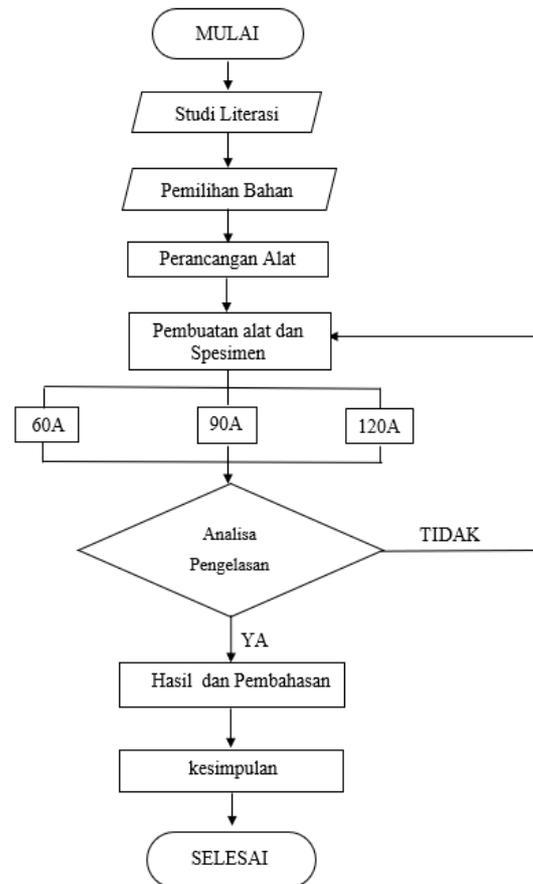
Daerah logam pengelasan adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Daerah pengaruh atau HAZ adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat.

Dalam pembuatan sebuah alat industri tentunya memerlukan komposisi bahan material dan teknik pengerjaan yang baik, hal itu bertujuan untuk mendapat kualitas kinerja dari alat dan tingkat masa pakai alat yang awet, salah satu proses pengerjaan yaitu pengelasan, dimana bagian-bagian yang terpisah disatukan dengan cara di las atau di baut. Alat teknik yang banyak kita jumpai di masyarakat antara lain adalah alat penekuk behel manual pada alat penekuk behel manual tentunya ada bagian kritical yang memerlukan sambungan pengelasan yang kuat dan dapat dengan baik menahan beban kerja pada material yang ditekuk, bagian ini biasa disebut dengan istilah poros atau mata tekuk yang berfungsi sebagai poros penekuk benda kerja sesuai dengan sudut tekukan yang diinginkan. Dalam penelitian ini penulis mengambil penelitian tentang analisa pengaruh arus pengelasan SMAW terhadap kekuatan sambungan mata tekuk dengan bracket atau dudukan sehingga dapat menahan gaya dari benda kerja saat proses penekukan.

Tujuan penelitian ini adalah membuat alat yang dapat mempermudah dalam proses penekukan besi behel secara manual dan mengetahui nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) sambungan las SMAW mata tekuk material baja karbon rendah ST 41 dengan ST 37 pada perancangan alat penekuk besi behel manual, serta mengetahui nilai kekerasan hasil pengelasan SMAW mata tekuk material baja ST 41 dengan baja ST 37 alat penekuk besi behel manual dengan menggunakan metode *hardness vickers test*.

## II. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian dimulai dari tahap studi literatur sampai dengan tahap kesimpulan yang dijelaskan pada diagram alur Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

### Obyek penelitian

Obyek penelitian yang dilaksanakan adalah uji tarik dan pengujian kekerasan dari tiga spesimen hasil pengelasan dengan tiga variasi arus 60A, 90A dan 120A yang dipakai sebagai acuan pada tahap analisa pengelasan pada perancangan alat penekuk besi behel manual.

### Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat menggunakan sumber primer dan sekunder. Sumber primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Sumber sekunder adalah sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya orang lain atau melalui dokumen. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan antara lain :

- a. Pengamatan (observasi)

Merupakan teknik pengumpulan data langsung dengan mengadakan

pengamatan dan melakukan survey ke lapangan sebagai sumber data

b. Dokumentasi

Merupakan cara untuk mengumpulkan data dengan meneliti dan membaca dokumen-dokumen yang berhubungan dengan penelitian yang akan dibahas.

c. Studi Pustaka

Metode ini merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh informasi dan data sebagai referensi dengan mempelajari buku-buku atau literatur yang lain

### Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini menggunakan metode analisa deskriptif yaitu analisa yang digunakan untuk menampilkan data dengan cara menggambarkan data yang telah terkumpul berupa foto dan data hasil pengujian laboratorium. Data yang terkumpul kemudian diolah dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dianalisa untuk mendapatkan hasil kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

### Referensi perancangan alat tekuk manual

Pada proses perancangan alat tentunya memerlukan referensi bagaimana nantinya sebuah alat akan dirancang, baik secara desain, bahan serta cara kerja alat yang nantinya dipakai sebagai acuan untuk proses pembuatan alat yang sudah dirancang.



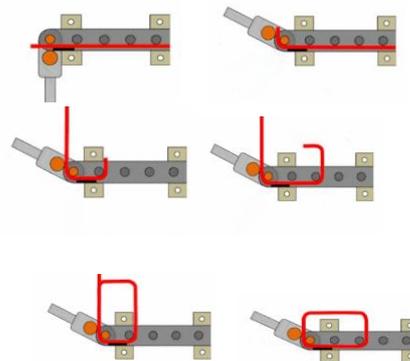
Gambar 2 Alat penekuk behel manual

Penekukan (*bending*) merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan [3-4]. Sedangkan proses bending merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat bending manual maupun menggunakan mesin bending.

Pengerjaan *bending* umumnya dilakukan pada bahan plat atau poros baja karbon rendah untuk menghasilkan suatu produk dari bahan tersebut [5-6]. Untuk konsep rancangan alat pada prinsipnya sama dengan alat penekuk behel tradisional hanya saja pada rancangan alat yang dibuat dimodifikasi menjadi alat penekuk behel yang lebih aman dengan hasil produk yang standar dan berkualitas. Untuk referensi pembuatan alat penekuk besi behel mengacu pada alat-alat tekuk yang sudah ada dipasaran hanya saja akan dibuat lebih sederhana dan tentunya dengan biaya yang murah yang mudah diaplikasikan. Alat yang dipakai untuk referensi perancangan antara lain: mesin penekuk pipa manual, mesin bending dan mesin roll pipa yang konsep kerjanya sama dengan alat yang dirancang.

### Mekanisme alat yang dirancang

Unit penekuk berfungsi untuk menekuk batang besi dengan sudut  $90^\circ$ . Cara kerja penekuk yaitu menggunakan putaran poros yang diberi tumpuan tekuk berupa besi, poros akan berputar dan tumpuan akan memberi tekanan pada batang besi sampai membentuk siku  $90^\circ$ . Untuk mekanisme penekukan pada bahan besi ron bar sampai mejadi sebuah begel memerlukan beberapa langkah kerja. Adapun mekanisme langkah penekukan seperti pada gambar berikut;



Gambar 3 Mekanisme penekuk besi begel

Pada penekukan material batang besi menjadi begel langkah pertama yaitu batang besi diletakkan pada posisi poros penunpu dan poros penekuk. Kemudian tuas pada poros penekuk diputar sampai batang besi membentuk sudut  $90^\circ$ .

## Gambar desain rancangan alat

### Desain perancangan

Perancangan didesain menggunakan perangkat lunak atau CAD. Dalam suatu perancangan hal pertama yang dilakukan adalah membuat desain alat berupa gambar. Desain didapat berdasarkan hasil observasi dari alat yang sudah ada dan studi literatur terkait dengan mesin begel, yang kemudian di modifikasi sehingga mendapatkan hasil desain gambar yang diinginkan. Deskripsi yang telah diperoleh menjadi acuan dalam pembuatan desain. Hasil perancangan alat penekuk besi behel manual dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Perancangan alat tekuk behel manual

Pada perancangan alat penekuk behel manual, Pada prinsipnya ada tiga bagian utama yang dirancang yaitu bagian tetap atau diam (*statics*), bagian penekuk atau bagian bergerak (*dinamics*) yang gerakannya bertumpu pada poros putar serta bagian ketiga adalah meja kerja. Pada bagian *body* alat terdapat poros diam (*statics*) yang berfungsi sebagai penahan besi behel yang akan ditekuk dan batang ron bar sebagai stopper penentu ukuran besi behel yang akan dibuat sesuai ukuran yang ditentukan.

#### **Body Frame utama**

Pada bagian *body* utama pada perancangan alat penekuk besi behel manual terdapat poros diam dan stopper penyetelan ukuran behel bagian ini merupakan bagian penting pada bodi alat penekuk besi behel manual yang berfungsi sebagai penahan material sekaligus penyetel ukuran behel yang akan dibuat., ukuran yang bisa dibuat antara lain 100x100,100x150, 150x150 dan 200x200

komponen- komponen yang terdapat pada *body* alat penekuk.

#### **Bagian penekuk (*Bending*)**

Bagian penekuk merupakan bagian yang berfungsi sebagai penekuk besi behel sesuai dengan sudut yang diinginkan. Pada pembuatan behel sudut yang umum dipakai adalah sudut 90°. Pada bagian penekuk terdapat beberapa komponen yang diperlukan antar lain; mata tekuk yaitu bagian yang berfungsi memberikan dorongan atau gaya langsung pada material behel, Bearing sebagai pemutar mata tekuk untuk mengurangi gaya gesek yang terjadi pada mata tekuk sekaligus sebagai poros putar alat, Tuas pemutar berfungsi memberikan gaya pada mata tekuk. komponen-komponen bagian penekuk.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Proses pembuatan alat penekuk behel manual**

#### **Alat dan Bahan**

Dalam proses pembuatan alat penekuk behel manual ini, penulis menggunakan beberapa alat dan bahan. Berikut ini merupakan alat-alat yang dipergunakan dalam proses pembuatan alat penekuk behel manual dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Alat yang diperlukan dalam pembuatan alat tekuk behel manual

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Mesin las SMAW	DC 400 G	1
2	Mesin Grinda	<i>Makita</i>	1
3	Mesin Bor	<i>Bosch</i>	1
4	<i>Spray gun</i>	<i>Swan</i>	1
5	Kompressor	<i>Swan</i>	1
6	Alat ukur	<i>solingen</i>	1
7	Elektroda	E 7016	1 Pack
8	Amplas	<i>Flying wheel 100</i>	1 roll

Dalam proses pembuatan alat tekuk behel manual ini, penulis menggunakan beberapa

bahan. Adapun bahan-bahan yang dipergunakan dalam proses pembuatan alat tekuk behel manual dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Bahan-bahan pembuatan alat tekuk behel manual dan spesimen

No	Nama bahan	Ukuran	Jumlah
1	Besi hollow	1,2 x 40 x 40 mm	1 x @6000mm
2	plate	2 x 400 x 300 mm	1
3	plate	3 x 90 x 50 mm	1
4	plate	3 x 45 x 50 mm	1
5	Plate	3 x 50 x 50 mm	2
6	Besi UMP 50	2 x 250 x 50 mm	1
7	Round bar	Ø8 x 25 mm	7
8	Pipa	2 x Ø19 x 250 mm	1
No	Nama bahan	Ukuran	Jumlah
9	Pipa	2 x Ø22 x 200 mm	1
10	Baut dan mur	M5 x 15	5
11	Baut dan Mur	M6 x 10	4
12	Cat warna merah	½ kg	1 kaleng
13	Dempul	¼ kg	1 kaleng

#### Pembuatan spesimen pengujian tarik dan kekerasan

Pembuatan spesimen merupakan bagian dari proses pengujian kekuatan hasil pengelasan SMAW dengan parameter arus 60A, 90A dan 120A pada bahan spesimen material ST 37 dan ST 41 yang sesuai dengan spesifikasi bahan mata tekuk pada alat penekuk besi behel manual, untuk

proses pembuatan spesimen sendiri dilakukan dua tahap yaitu proses pengelasan dan proses pembentukan bahan sesuai dengan standar pengujian ASTM 8E. Adapun proses pembuatan spesimen pengujian bahan sebagai berikut:

#### ▪ Pengelasan spesimen

Untuk pengelasan spesimen sendiri yaitu proses pengelasan penuh pada jenis material yang sama dengan material yang dipakai pada pembuatan mata tekuk pada alat penekuk behel manual. Material yang dipakai sebagai material mata tekuk adalah baja karbon rendah ST 37 dengan ST 41 dengan variasi arus las 60A, 90A dan 120A. Untuk hasil pengelasan bahan spesimen untuk pengujian tarik dan uji kekerasan dengan metode las SMAW dengan menggunakan elektroda E7016 Ø2.6 mm dapat dilihat di Gambar 5.



Gambar 5. Hasil pengelasan spesimen

#### ▪ Pemotongan Spesimen

Pada tahap ini bahan yang sudah di las akan dipotong berdasarkan besaran tiap-tiap arus pengelasan kemudian spesimen akan dibentuk sesuai dengan standar pengujian ASTM 8E untuk dilakukan pengujian tarik (*Tensile strenght test*) dan pengujian kekerasan (*hardness test*) hasil pemotongan dan pembentukan spesimen dapat dilihat pada gambar 4.13



Gambar 6. spesimen uji tarik

**Hasil pengukuran spesimen uji Tarik**

Pengukuran sebelum uji tarik

Adapun hasil pengukuran spesimen ASTM 8E pada percobaan uji tarik pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengukuran Uji Tarik spesimen arus 60A,90A,120A

Kode Spesimen	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Beban Max (N)	Elongasi (%)	Kuat Tarik Max (Mpa)
60 A	7,1	6,7	47,57	15979	42	336
90 A	7,9	6,2	47,98	14441	42	295
120 A	7,5	6,3	47,25	13596	42	288

Hasil spesimen setelah pengujian tarik

Untuk pengujian tarik sendiri dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik *Universal Testing Machine* Laboratorium JGU dengan kapasitas mesin 2 ton.



Gambar 7 Proses uji tarik



Gambar 8 Spesimen yang telah di uji tarik

**Nilai hasil pengujian tarik**

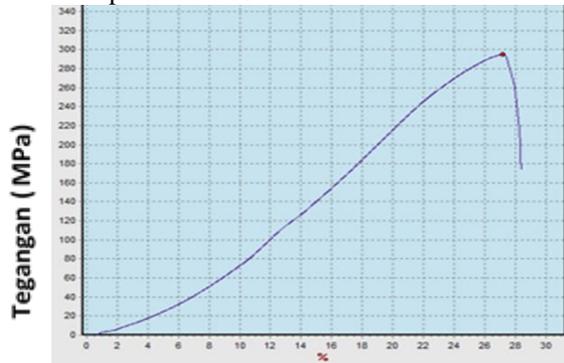
Dari hasil percobaan uji tarik maka didapatkan grafik nilai hasil dari pengujian spesimen sebagai berikut:

- a) Grafik hasil pengujian tegangan renggangan sample pengujian 60 A



**Renggangan (%)**  
Gambar 9. Grafik tegangan renggangan spesimen 60A

- b) Grafik hasil pengujian tegangan renggangan spesimen 90A



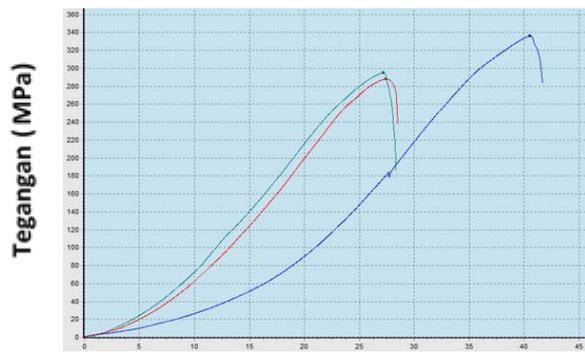
**Renggangan (%)**  
Gambar 10. Grafik tegangan renggangan specimen 90A

- c) Grafik hasil pengujian tegangan renggangan spesimen 120A



**Renggangan (%)**  
Gambar 11 Grafik tegangan renggangan spesimen 120A

- d) Grafik perbandingan nilai regangan tegangan spesimen 60A,90A dan 120A dapat dilihat pada gambar 12.



**Renggangan (%)**  
Gambar 12. Grafik perbandingan tegangan renggangan 60A,90A,120A

**Analisa hasil pengujian tarik**

Pada grafik perbandingan tegangan renggangan Gambar 12 untuk nilai hasil pengujian tarik spesimen 60A ditunjukkan warna biru, nilai hasil spesimen 90A ditunjukkan dengan warna hijau sedangkan nilai pengujian spesimen 120A ditunjukkan dengan warna merah. Pada grafik perbandingan nilai tegangan renggangan di atas terlihat perbedaan nilai dari hasil uji spesimen dimana untuk pengujian dengan parameter arus pengelasan 60A menunjukkan tegangan maksimal sebesar 338 MPa dan renggangan sebesar 41%, untuk parameter arus pengelasan 90A nilai tegangan maksimal sebesar 295 MPa dan renggangan sebesar 27% sedangkan hasil dari pengujian tarik parameter arus pengelasan pengelasan 120A tegangan maksimal sebesar 285 MPa dan nilai regangan sebesar 28%.

**Hasil Nilai Uji Kekerasan**

Tabel 4 Data hasil uji kekerasan *vickers* spesimen no.1

Kode Sampel	Indentation	HV	Keterangan
S1	Weld	185	Vickers Load:100kgf,10 detik
	HAZ (1)	180	
	HAZ (2)	179	

Tabel 5 Data hasil uji kekerasan *vickers* spesimen no.2

Kode Sampel	Indentation	HV	Keterangan
S2	Weld	180	Vickers Load:100kgf,10
	HAZ (1)	175	

HAZ (2)	167	detik
---------	-----	-------

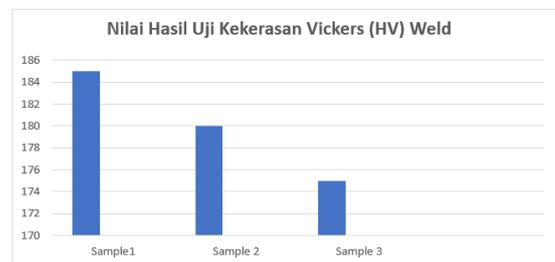
Tabel 6 Data hasil uji kekerasan *vickers* spesimen no.3

Kode Sampel	Indentation	HV	Keterangan
S3	Weld	174	Vickers Load:100kgf,10 detik
	HAZ (1)	169	
	HAZ (2)	164	

Tabel 7 Nilai uji *Vickers* Daerah *Weld*

No	Kode Spesimen	Nilai Hardnes (HV)
1	S1	185
2	S2	180
3	S3	174

Berdasarkan Tabel 7 di atas nilai kekerasan yang paling tinggi pada daerah *Weld* terdapat pada spesimen no 1 yaitu sebesar 185 HV dan nilai kekerasan terendah pada spesimen no 3 yaitu sebesar 174 HV. Maka diperoleh grafik dari tabel di atas sebagai berikut



Gambar 13 Grafik nilai *Vickers* pada Daerah *Weld*

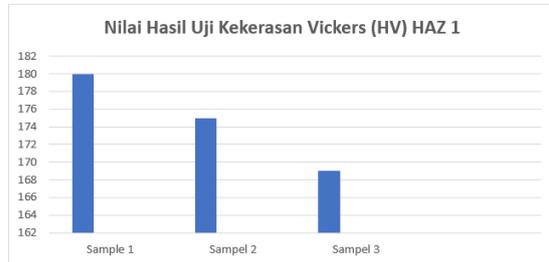
Adapun data pengelompokan nilai hasil pengujian kekerasan *vickers* (HV) untuk daerah HAZ 1 spesimen 1 sampai dengan spesimen 3 seperti tabel di bawah ini.

Tabel 8 Hasil Nilai Uji *Vickers* Daerah HAZ 1

No	Kode Spesimen	Nilai Hardness (HV)
1	S1	180
2	S2	175
3	S3	169

Berdasarkan tabel 8 di atas nilai kekerasan yang paling tinggi pada daerah HAZ 1

terdapat pada sampel no 1 yaitu sebesar 180 HV dan nilai kekerasan terendah pada daerah HAZ 2 terdapat pada sampel no 3 yaitu sebesar 169 HV. Maka diperoleh grafik dari tabel di atas sebagai berikut



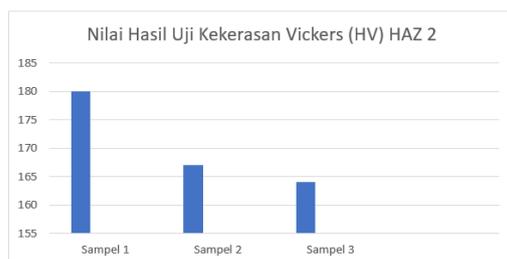
Gambar 14 Grafik Nilai Vickers Pada Daerah HAZ 1

Adapun data pengelompokan nilai hasil pengujian kekerasan vickers (HV) untuk daerah HAZ 2 spesimen No 1 - No 3 seperti tabel di bawah ini.

Tabel 9 Hasil Nilai Uji Vickers Daerah HAZ 2

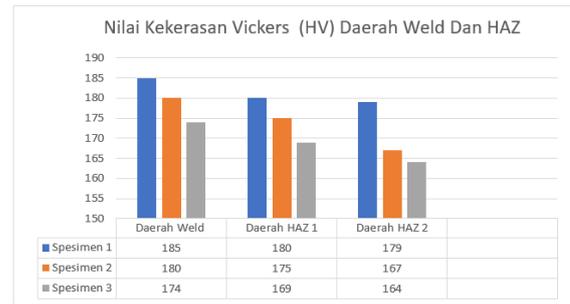
No	Kode Spesimen	Nilai Hardnes (HV)
1	S1	180
2	S2	167
3	S3	164

Berdasarkan tabel 9 di atas nilai kekerasan yang paling tinggi pada daerah HAZ 2 terdapat pada sampel 1 yaitu sebesar 180 HV dan nilai kekerasan terendah daerah weld 2 terdapat pada sampel no 3 yaitu sebesar 164 HV. Maka di peroleh grafik dari tabel di atas sebagai berikut



Gambar 15 Grafik nilai Vickers pada daerah HAZ 2

Dari pengelompokan hasil data uji kekerasan Vickers di atas maka dapat diperoleh grafik perbandingan nilai kekerasan vickers (HV) antara daerah Weld, Weld 1 dan HAZ 2 spesimen No 1 sampai dengan No 3 sebagai berikut



Gambar 16. Grafik Uji Vickers Daerah Weld dan HAZ ST 37 dan ST 41

### Analisis Hasil Uji Kekerasan Vickers

Berdasarkan hasil uji kekerasan vickers dan praktek ketika pengelasan, kekerasan pada daerah Weld dan HAZ di atas maka penulis menganalisis bahwa kekerasan yang menghasilkan nilai tinggi, rata-rata ada pada daerah weld atau daerah sambungan dan nilai HV (Vickers hardness test) yang paling tinggi dari sampel 1 sampai dengan sampel 3 ada pada daerah weld sampel No.1 dan pada daerah HAZ nilai kekerasan Vickers tertinggi ada pada sampel No.2 hal ini di sebabkan oleh :

- a. Sampel No 1 memiliki waktu pengelasan yang relative lebih lama dikarenakan parameter yang dipakai sebesar 60A. Hal ini berpengaruh pada proses pencairan material tambah (filler) untuk menutup bagian dari kampuh pengelasan sehingga waktu pengelasan yang dibutuhkan lebih lama sehingga panas yang dihasilkan lebih tinggi dan akan semakin tinggi nilai kekerasannya.
- b. Pendinginan setelah pengelasan di lakukan secara alami (dibiarkan saja) pendinginan pun berlangsung cepat hal ini akan menghasilkan struktur martensitik pada permukaan benda kerja dan struktur martensitik bersifat keras, sehingga di dapat permukaan sambungan las yang sangat keras proses untuk tekanan tempa di lakukan secara perlahan-lahan dan parameternya juga kecil karena baja AISI D2 termasuk baja karbon tinggi yaitu 1,55 % (high carbon steel) yang memiliki pengantar panas yang sangat buruk sehingga harus di panaskan secara perlahan jika ingin menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dari hasil uji tarik dari hasil pengelasan SMAW menggunakan 3 parameter arus pengelasan yang berbeda terhadap baja karbon rendah ST 37 dengan ST 41 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses pembuatan alat penekuk besi behel manual meliputi; membuat desain perancangan alat, persiapan bahan atau komponen perakitan, pengelasan, proses akhir (finishing) dan unjuk kerja alat penekuk besi behel manual
2. Berdasarkan hasil uji tarik hasil pengelasan SMAW mata tekuk alat penekuk besi behel manual menggunakan parameter arus 60A, 90A dan 120A dengan elektroda E7016 terhadap baja karbon rendah ST37 dan ST41 diperoleh nilai kekuatan tarik yang paling besar ada pada specimen arus pengelasan 60A yaitu sebesar 338 MPa dengan luas area 47.57 mm<sup>2</sup> dan patahan terdapat pada daerah weld (sambungan pengelasan) sedangkan di lihat pada patahan specimen bisa di simpulkan material bersipat sangat getas sedangkan nilai kekuatan tarik yang paling rendah terdapat pada specimen 120A yaitu memiliki nilai sebesar 285 Mpa dengan luas area 47.25 mm<sup>2</sup>.
3. Dari grafik hasil pengujian kekerasan pengelasan SMAW mata tekuk antara baja karbon rendah St 37 dengan St 41 dengan parameter arus pengelasan 60A, 90A dan 120 A diperoleh nilai kekerasan yang paling besar ada pada daerah weld sampel No 1 yaitu sebesar 185 HV dengan parameter 60A. Dan diperoleh nilai kekerasan yang paling rendah pada daerah HAZ 2 sampel 3 sebesar 164 HV di simpulkan juga bahwa pada proses pendinginan alami semakin besar arus pengelasan yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai kekerasan yang dihasilkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sonawan H dan Suratman R 2006. Pengantar untuk memahami proses pengelasan logam, cetakan kedua, cv alfabeta bandung.
- [2] Wiryosumarto, Harsono dan Okumura Toshie. 1980. Teknologi pengelasan

logam, jakarta: pradnya paramita

- [3] Suherman, D. Muliadi M.S, Ridho, C.P Marpaung. 2018. "Pengaruh Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanisme dan Struktur Mikro Sambungan Las SMAW Baja SA 516 GR.70. Jurnal Mekanik.2(4).64-69.
- [4] Umaryadi. 2007. modul pengelasan, pematrian, pemotongan dengan panas dan pemanasan, yudistira, surabaya.
- [5] Fredrikson, H. d. (2008). Perbedaan antara baja karbon rendah ASTM A36 dengan Baja Tahan Karat Austenitik AISI 304. Vol. 11 No. 1. Universitas. (santoso, j. , 2008)
- [6] Kurniawan, ArySetya, 2014. "Analisis Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja St.41. Akibat Perbedaan Ayunan Elektroda Pengelasan Smaw". Jurnal Teknik Mesin. 2, 1-12