

## Analisa Kekerasan dan Struktur Mikro Sambungan Las Kampuh V Tunggal dan Kampuh V Ganda Pada Baja Karbon Rendah

Jusman <sup>1)</sup>, Sudarsono <sup>2)</sup>, Budiman Sudia <sup>3)</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo  
<sup>2,3</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo  
 Jl. H.E.A Mokodompit Kampus Baru Tridharma Anduonohu, Kendari 93232  
 Email Penulis: [Jusmanjuse070214@gmail.com](mailto:Jusmanjuse070214@gmail.com)

### Article Info

Available online December 31, 2020

### Abstrak

Perkembangan teknologi produksi dan bahan baku logam tidak dapat dipisahkan dari pemanfaatan teknologi pengelasan. Sehingga bisa dikatakan hampir tidak ada logam yang tidak dapat dilas. Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekerasan dan struktur mikro sambungan las kampuh v tunggal dan kampuh v ganda pada baja karbon rendah. Dalam penelitian ini menggunakan metode pengujian kekerasan serta melakukan pengamatan struktur mikro untuk mengetahui struktur yang terbentuk pada hasil pengelasan. Hasil penelitian menunjukkan struktur mikro kampuh v tunggal didominasi oleh perlit yang memiliki sifat kekerasan tinggi dengan nilai rata-rata kekerasan pada daerah logam las (Weld Metal) sebesar 142,80 kg/mm<sup>2</sup>, daerah HAZ sebesar 132,72 kg/mm<sup>2</sup>, dan daerah logam Induk (Base Metal) sebesar 121,46 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan kampuh v ganda didominasi oleh ferit yang memiliki sifat kekerasan rendah dengan nilai rata-rata pada logam las (Weld Metal) sebesar 125,80 kg/mm<sup>2</sup>, daerah HAZ sebesar 121,20 kg/mm<sup>2</sup>, dan daerah logam induk (base metal) sebesar 112,60kg/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci** : SMAW, Karbon Rendah, Kampuh, Kekeran.

### Abstract

*The development of production technology and metal raw materials cannot be separated from the use of welding technology. So that it can be said that there is almost no metal that cannot be welded. Welding is a metal joining technique by partially melting the main metal and filler metal. The purpose of this study was to determine the hardness and microstructure of single v seam weld joint and double v seam welded on low carbon steel. In this study, using hardness testing methods and conducting microstructure observations to determine the structure formed in the welding results. The results showed that the micro structure of the single seam v was dominated by pearlite which had high hardness properties with an average value of hardness in the weld metal area of 142.80 kg / mm<sup>2</sup>, the HAZ area of 132.72 kg / mm<sup>2</sup>, and the area Main metal (Base Metal) is 121.46 kg / mm<sup>2</sup>, while the double seam v is dominated by ferrite which has low hardness properties with an average value of weld metal (Weld Metal) of 125.80 kg / mm<sup>2</sup>, HAZ area of 121 , 20 kg / mm<sup>2</sup>, and the base metal area of 112.60 kg / mm<sup>2</sup>.*

**Keywords** : SMAW, Low Carbon, hem, hardness.

### 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi produksi dan bahan baku logam tidak dapat dipisahkan dari pemanfaatan teknologi pengelasan. Sehingga bisa

dikatakan hampir tidak ada logam yang tidak dapat dilas. Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan

sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan.

Faktor yang mempengaruhi hasil pengelasan adalah prosedur pengelasan, pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut.

Meneliti tentang studi komparasi pengaruh variasi arus pengelasan terhadap kekuatan impak, kekerasan, dan struktur mikro sambungan las pegas daun baja sup 9 pada proses las smaw. Nilai kekuatan impak memiliki kecenderungan semakin turun dengan penggunaan arus pengelasan yang semakin tinggi. Untuk variasi arus pengelasan 100 Ampere memiliki ketangguhan impak nilai tertinggi yaitu sebesar 1,698 Joule/mm. Nilai kekerasan memiliki pola yang sama untuk semua variasi arus pengelasan. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen variasi pengelasan arus 140 Ampere. Struktur mikro untuk semua variasi arus pengelasan yang digunakan terdiri dari ferit dan perlit. Struktur mikro yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh besarnya *heat input* yang digunakan [1].

Meneliti tentang Analisis kekuatan tarik hasil pengelasan tungsten inert gas (tig) kampuh V ganda pada baja karbon rendah st 37. Berdasarkan hasil penelitian kekuatan tarik pengelasan TIG kampuh V ganda pada baja karbon rendah ST 37 dapat diambil kesimpulan: Kekuatan tarik yang dihasilkan oleh jenis kampuh V Ganda dengan rata-rata beban tarik maksimum 82,89 kN dan rata-rata tegangan tarik maksimum 552.62 N/mm<sup>2</sup> [2].

Meneliti tentang Analisa Nilai Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro Plat Baja Karbon Rendah Dengan Pengelasan Variasi Elektroda Las Listrik. Hasil penelitian yang telah dilakukan pada pengelasan material plat baja karbon rendah, menggunakan sudut kampuh V tunggal 70o dan variasi elektroda E6013 diameter 2 mm, 2,6 mm dan 3,2 mm, diperoleh beberapa kesimpulan. Nilai kekuatan tarik dan tegangan 48 luluh baja karbon rendah hasil pengelasan dengan *variasi diameter elektroda*, nilainya lebih rendah dibandingkan *raw materials*. Nilainya mengalami penurunan kekuatan tarik dari hasil pengelasan dibanding nilai kekuatan tarik *raw material*. Untuk nilai tegangan luluh terhadap *raw materials*. Nilai perpanjangan dan *reduksi* penampang mengalami penurunan dibanding kelompok hasil pengelasan menggunakan *variasi* ukuran diameter yang berbeda dibandingkan *raw materials*. Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk spesimen

kekuatan tarik daerah lasan dengan menggunakan arus pengelasan yang sama sebesar 110 Ampere. Adanya persamaan daerah putus terjadi di daerah las (*fuse zone*), patahan pada daerah pengelasan adalah patahan getas [3].

## Logam

Logam adalah unsur kimia yang mempunyai sifat kuat, liat, keras, penghantar listrik dan panas, serta mempunyai titik cair tinggi. Biji logam ditemukan dengan cara penambangan yang terdapat dalam keadaan murni atau bercampur. [4]

## Pengelasan

Pengelasan merupakan penyambungan dua bahan atau lebih yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses difusi, sehingga terjadi penyatuan bagian bahan yang disambung. Kelebihan sambungan las adalah konstruksi ringan, dapat menahan kekuatan yang tinggi, mudah pelaksanaannya, serta cukup ekonomis. Namun kelemahan yang paling utama adalah terjadinya perubahan struktur mikro bahan yang dilas, sehingga terjadi perubahan sifat fisik maupun mekanis dari bahan yang dilas. [5]

## Prinsip-prinsip las listrik

Pada dasarnya las listrik yang menggunakan elektroda karbon maupun logam menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan benda kerja dapat mencapai temperatur tinggi yang dapat melelehkan sebagian bahan merupakan perkalian antara tegangan listrik (E) dengan kuat arus (I) dan waktu (t) yang dinyatakan dalam satuan, panas joule atau kalori

$$H = E \times I \times t \quad (1)$$

dimana :

*H* = panas dalam satuan joule.

*E* = tegangan listrik dalam volt.

*I* = kuat arus dalam amper.

*t* = waktu dalam detik.

## Kekerasan

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*), dalam hal ini bidang keilmuan yang berperan penting mempelajarinya adalah Ilmu Bahan Teknik (*Metallurgy Engineering*).

## Uji Kekerasan

Pada umumnya pengujian kekerasan menggunakan 3 macam metode pengujian, yakni :

1. Pengujian Kekerasan Vickers (HV / VHN)
2. Pengujian Kekerasan Brinell (HB / BHN)
3. Pengujian Kekerasan Rockwell

#### 1. Pengujian Kekerasan Vickers (HV / VHN)

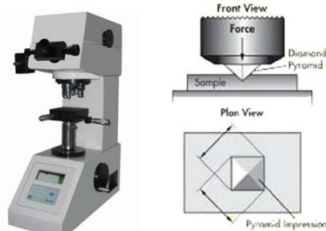
Pengujian kekerasan dengan metode Vickers bertujuan menentukan kekerasan suatu material, dalam hal ini daya tahan material terhadap indenter intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk pyramid. Beban yang dikenakan juga jauh lebih kecil dibanding dengan pengujian rockwell dan brinell yaitu antara 1 sampai 1000 gram.

Angka kekerasan Vickers (HV) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dengan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) dari indenter(diagonalnya) (A) yang dikalikan dengan  $\sin(136^\circ/2)$ . Rumus untuk menentukan besarnya nilai kekerasan dengan metode vickers yaitu:

Inilah cara rockwell dibandingkan dengan cara pengujian kekerasan lainnya. Angka kekerasan vickers dihitung dengan :

- $HV = \{2P \sin(\alpha/2)\}/d^2 = 1,854 P/d^2$
- Dimana : P = gaya tekan (kg)
- D = diagonal tampak tekan rata rata (mm)
- $\alpha$  = sudut puncak indenter =  $136^\circ$

Hasil pengujian kekerasan vickers ini tidak akan bergantung pada besar gaya tekan (tidak seperti pada Brinell), dengan gaya tekan yang berbeda akan menunjukkan hasil yang sama untuk bahan yang sama. dengan demikian vickers dapat mengukur kekrasan bahan mulai dari yang sangat lunak (5HV) sampai yang amat keras (1500HV) tanpa perlu mengganti gaya tekan.



Gambar 1 Uji Kekerasan Vickers

#### Struktur Mikro

Struktur mikro adalah gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Struktur yang dimiliki oleh baja karbon rendah didominasi oleh ferit dan sedikit perlit. Penambahan unsur paduan biasanya dilakukan

pada pengelasan baja karbon rendah. Penambahan unsur ini dapat meningkatkan kekuatan baja tanpa mengurangi keuletannya. Plat baja karbon rendah dapat dilas dengan semua cara pengelasan dan hasilnya akan baik bila persiapannya sempurna dan persyaratannya dipenuhi. Pengujian struktur mikro yang menggunakan Micro Hardenes Tester dengan pembesaran foto diperoleh dari perkalian lensa obyektif dan okuler. Lensa obyektif yang dipakai 10x, lensa okuler 10x sehingga perbesaran bisa mencapai 100x. Pada jarak 10 setrip pada foto untuk perbesaran 100x adalah 100  $\mu\text{m}$ .

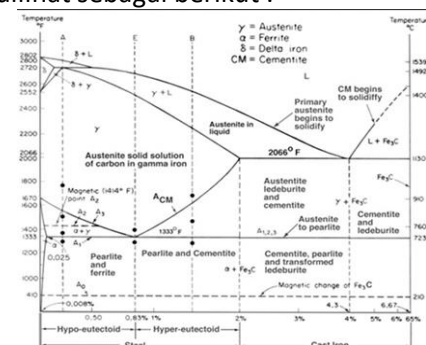
#### Kampuh

Kampuh las merupakan bagian dari logam induk yang akan diisi oleh logam las. Kampuh las awalnya adalah berupa kubungan las yang kemudian diisi dengan logam las.

Kampuh V banyak digunakan pada sistem sambungan pada pelat-pelat tebal. Untuk pengelasan dengan kampuh V dilakukan pengelasan pada satu sisi (*single side*) dengan urutan pengelasan mulai dari akar (*root*), pengisian (*Filler*), dan penutup (*caping*).

#### Diagram Fasa

Diagram fasa atau disebut diagram kesetimbangan besi karbon merupakan diagram yang menjadi parameter untuk mengetahui segala jenis fasa yang terjadi di dalam baja dan factor – faktor apa saja yang terjadi pada paduan baja dengan segala perlakuan. Gambar diagram fasa dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2 Diagram Fasa

#### 2. Metode Penelitian

Penelitian ini di laksanakan pada bulan Juni 2020 – November 2020. Pembuatan dan pembentukan spesimen dilakukan di bengkel Vokasi, Universitas Halu Oleo, Kendari.

#### Alat dan Bahan Penelitian

Adapuan alat dan bahan yang digunakan

dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Alat	Bahan
Mesin las SMAW	Plat baja dengan ukuran 100 mm x 50 x 55 mm
Kaca mata las	Elektroda Merek RD 460
Jangka sorong/mistar untuk mengukur bahan penelitian	dengan spesifikasi E 6013, panjang 350 mm dan diameter 2.6 mm
Tang	
Gurinda	
Klem C	
Sarung tangan las	
Kamera hp untuk mengambil dokumentasi.	

### 3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terbagi menjadi dua tahap, yaitu:

#### A. Studi Literatur

#### B. Langkah-Langkah Pengambilan Data

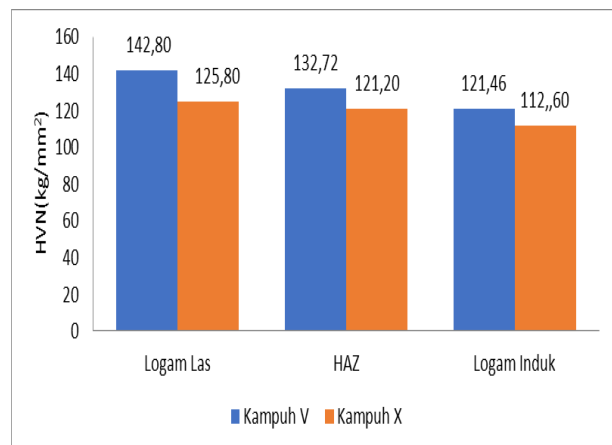
1. Mempersiapkan alat dan bahan
2. Pembentukan spesimen uji
3. Menghidupkan on mesin las dan menyetel sesuai arus, elektroda dan ketebalan plat
4. Mempersiapkan spesimen yang akan di las
5. Membersihkan permukaan spesimen dari kotoran yang menempel sebelum dilas
6. Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan di bawah tangan
7. Proses penyambungan menggunakan kampuh V tunggal dan kampuh V ganda
8. Proses pendinginan menggunakan media udara
9. Pembentukan spesimen uji kekerasan
10. Pembentukan spesimen uji struktur mikro
11. Proses polishing pada spesimen uji kekerasan
12. Proses polishing pada spesimen uji struktur mikro
13. Proses etsa pada spesimen uji struktur mikro
14. Proses pengujian kekerasan
15. Proses uji struktur mikro
16. Proses pengambilan data

### 4. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil pengambilan data pengujian kekerasan vikers (HV / VHN)

Spesimen	Kekerasan Vickers HVN(kg/mm <sup>2</sup> )			Rata-rata (kg/mm <sup>2</sup> )		
	Logam Induk	HAZ	Logam Las	Logam Induk	HAZ	Logam Las
	Kampuh V	116,00 129,00 114,00 119,00 129,30	138,00 137,00 128,00 133,00 127,60	143,00 146,00 148,00 139,00 138,00	121,46	132,72
Kampuh X	110,00 112,00 118,00 113,00 110,00	124,00 120,00 117,00 119,00 126,00	129,00 125,00 128,00 123,00 124,00	112,60	121,20	125,80

Berdasarkan Tabel 1 di atas memperlihatkan hasil pengujian kekerasan pada masing-masing daerah hasil pengelasan kampuh v tunggal dan kampuh v ganda. Nilai rata-rata kekerasan kampuh v tunggal pada daerah logam las (*Weld Metal*) sebesar 142,80 kg/mm<sup>2</sup>, daerah HAZ sebesar 132,72 kg/mm<sup>2</sup>, dan daerah logam Induk (*Base Metal*) sebesar 121,46 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan kampuh v ganda didapatkan nilai rata-rata kekerasan pada logam las (*Weld Metal*) sebesar 125,80 kg/mm<sup>2</sup>, daerah HAZ sebesar 121,20 kg/mm<sup>2</sup> dan daerah logam induk (*base metal*) sebesar 112,60 kg/mm<sup>2</sup>.



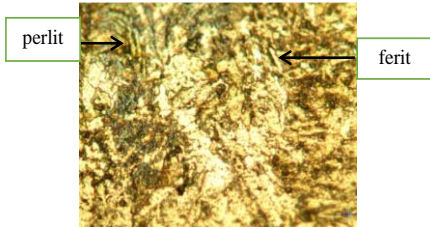
Gambar 3. Grafik hasil Pengujian kekerasan vikers terhadap variasi kampuh

Pada gambar di atas memperlihatkan nilai kekerasan masing-masing daerah pada jenis kampuh. Nilai kekerasan masing-masing daerah cenderung meningkat pada kampuh v tunggal dibandingkan nilai kekerasan masing-masing daerah pada kampuh v ganda. Peningkatan nilai kekerasan pada daerah las untuk kampuh v tunggal disebabkan karena pada daerah tersebut di dominasi oleh struktur perlit.(gambar 4.3). Nilai kekerasan dari hasil pengelasan masing-masing daerah pada kampuh v ganda cenderung menurun, karena di dominasi oleh ferit. Struktur perlit cenderung kasar dan memiliki sifat

kekerasan yang lebih tinggi sedangkan struktur ferit lebih halus dan memiliki sifat yang lunak.

**Hasil Foto Struktur Mikro**

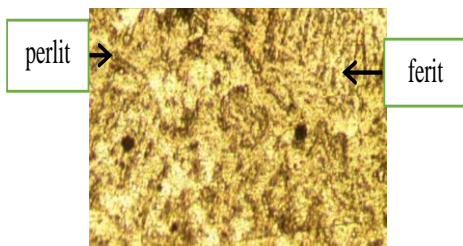
Struktur Mikro pada Daerah Las (*Weld Metal*) Kampuh V Tunggal



Gambar 4. Foto struktur mikro pada daerah las kampuh v tunggal

Struktur mikro pada gambar di atas di dominasi oleh butir-butir perlit yang berwarna gelap. Butir perlit lebih kasar sedangkan butir ferit lebih halus dan butir perlit cenderung keras sedangkan butir ferit cenderung lunak atau ulet.

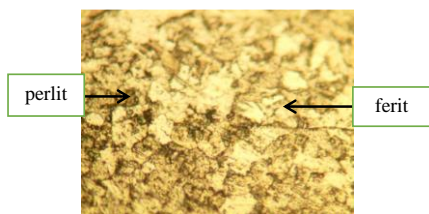
Struktur Mikro pada HAZ Kampuh V Tunggal



Gambar 5. Foto stuktur mikro pada daerah haz kampuh v tunggal

Struktur mikro pada gambar di atas di dominasi oleh butir-butir perlit yang berwarna gelap. Butir perlit lebih kasar sedangkan butir ferit lebih halus dan butir perlit cenderung keras sedangkan butir ferit cenderung lunak atau ulet.

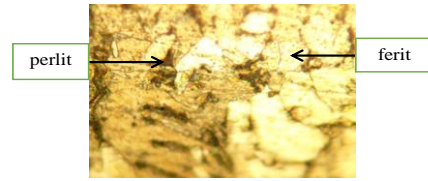
Struktur Mikro pada Daerah Logam Induk(*Base Metal*) Kampuh V Tunggal



Gambar 6. Foto stuktur mikro pada daerah logam induk kampuh v tunggal

Struktur mikro pada gambar di atas di dominasi oleh butir-butir perlit yang berwarna gelap. Butir perlit lebih kasar sedangkan butir ferit lebih halus dan butir perlit cenderung keras sedangkan butir ferit cenderung lunak atau ulet.

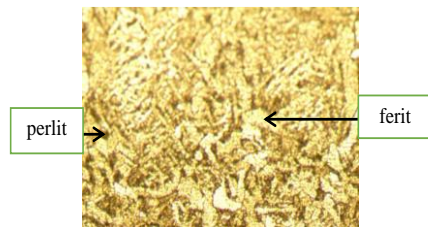
Struktur Mikro pada Daerah Las (*Weld Metal*) Kampuh V Ganda



Gambar 7. Foto struktur mikro pada daerah las kampuh V ganda

Struktur mikro pada gambar di atas di dominasi struktur ferit dibandingkan struktur perlit. Butir ferit cenderung lebih halus dan terang sedangkan butir perlit lebih kasar dan gelap. Butir perlit cenderung keras sedangkan butir ferit cenderung lunak atau ulet.

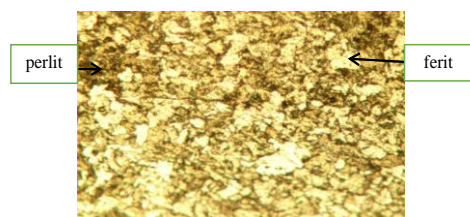
Struktur Mikro pada HAZ Kampuh V Ganda



Gambar 8. Foto struktur mikro pada daerah haz kampuh v ganda

Struktur mikro pada gambar di atas terdiri dari butir-butir ferit yang berwarna terang, dan butir-butir perlit berwarna gelap. Butir ferit lebih dominan dan lebih halus sedangkan butir perlit lebih kasar. Butir perlit cenderung keras sedangkan butir ferit cenderung lunak atau ulet.

Struktur Mikro pada Daerah Logam Induk(*Base Metal*) Kampuh V Ganda



Gambar 9. Foto struktur mikro pada daerah logam induk kampuh v ganda

Struktur mikro pada gambar di atas di dominasi oleh butir-butir ferit yang berwarna terang. Butir ferit lebih halus dan terang sedangkan lebih kasar dan gelap. Butir ferit cenderung lunak atau ulet sebaliknya butir perlit lebih keras.

**5. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa jenis kampuh sambungan mempunyai pengaruh yang penting terhadap hasil lasan. Pengaruh yang terjadi dapat disimpulkan :

1. Nilai kekerasan dari hasil pengelasan jenis kampuh V tunggal dan kampuh V ganda tertinggi yaitu kampuh V tunggal dengan nilai rata-rata kekerasan pada daerah logam las (*Weld Metal*) sebesar 142,80 kg/mm<sup>2</sup>, daerah HAZ sebesar 132,72 kg/mm<sup>2</sup>, dan daerah logam induk (*Base Metal*) sebesar 121,46 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan kampuh V ganda memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah dengan nilai rata-rata pada logam las (*Weld Metal*) sebesar 125,80 kg/mm<sup>2</sup>, daerah HAZ sebesar 121,20 kg/mm<sup>2</sup> dan daerah logam induk (*base metal*) sebesar 112,60kg/mm<sup>2</sup>.
2. Hasil dari pengamatan struktur mikro terhadap masing-masing daerah hasil pengelasan jenis kampuh V tunggal dan V ganda yaitu untuk kampuh V tunggal pada masing-masing daerah di dominasi oleh struktur perlit, struktur perlit memiliki sifat yang keras sedangkan untuk kampuh V ganda pada masing-masing daerah di dominasi oleh struktur ferit, struktur ferit memiliki sifat yang lunak.

#### Daftar Pustaka

- [1] F. Nugroho, "Meneliti tentang Studi komparasi pengaruh variasi arus pengelasan terhadap kekuatan impak, kekerasan, dan struktur mikro sambungan las pegas daun baja sup 9 pada proses las smaw.," 2019.
- [2] B. Anwar, "Meneliti tentang Analisis kekuatan tarik hasil pengelasan tungsten inert gas(tig) kampuh V ganda pada baja karbon rendah st 37.," 2018.
- [3] A. N. d. A. P. Rahardjo, "Meneliti tentang Analisa Nilai Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro Plat Baja Karbon Rendah Dengan Pengelasan Variasi Elektroda Las Listrik.," 2014.
- [4] p. setiawan, "GURUPENDIDIKAN.COM," 11 10 2020. [Online]. Available: <https://www.gurupendidikan.co.id/pengertian-logam/>. [Accessed 25 10 2020].
- [5] Ma'ruf, "PENGARUH ARUS TERHADAP KEKERASAN HASIL PENGELASAN BAJA ST 60 MENGGUNAKAN PENGELASAN SMAW," *INFO TEKNIK*, vol. 14 No. 2, pp. 211-218, 2013.