

Analisa Struktur Mikro Kekuatan Sambungan Kampuh V dan Kampuh U Baja ASTM A36 proses Pengelasan SMAW

Miftakhul Ikhsan¹⁾, Priyagung Hartono²⁾, Mochammad Basjir³⁾
Jurusan Teknik Mesin¹⁾, Fakultas Teknik²⁾, Universitas Islam Malang³⁾

Jl. MT Haryono 193 Malang 65145

E-mail: miftakhulikhsan997@gmail.com ¹⁾, priyagung@unisma.ac.id ²⁾, m.basjir@unisma.ac.id ³⁾

Abstrak

Perkembangan dalam dunia teknologi semakin meningkat di setiap waktu dengan dasar-dasar IPTEK yang semakin canggih. teknik pengelasan menjadi proses pekerjaan penting dalam dunia industri konstruksi maupun manufakture yaitu pada proses yang memproduksi dengan bahan baku logam baja. Pada dasarnya Penelitian ini menggunakan metode eksperimen secara langsung di lapangan, dengan menggunakan bahan Baja ASTM A36 yang memiliki kandungan unsur yaitu Fe: 98 %, C: 0.25 %, Mn: 1.03 %, Cr: 0.28 %. Baja ini termasuk dalam kandungan baja yang memiliki unsur karbon rendah karena baja dengan karbon kurang dari 0.35 %. Penelitian ini pada dasarnya untuk mengetahui seberapa besar pengaruh struktur mikro dan kekuatan sambungan kampuh V dan kampuh U dengan proses pengelasan SMAW, Sambungan baik pada tebal 10 mm diperoleh kampuh V dengan Nilai rata-rata kekuatan tarik terbesar di hasilkan pada pengelasan kampuh V yaitu 412.8 N/mm², sambungan las kampuh U mempunyai nilai rata-rata sebesar 367.2 N/mm². Dimana kampuh V mempunyai sifat plastis , elastis yang tinggi dan ketahanan yang tinggi di bandingkan dengan kampuh U pada baja ASTM A36 proses pengelasan SMAW dengan tebal 10 mm. Pada foto mikrostruktur daerah HAS kampuh V diperoleh nilai rata-rata warna hitam 41.2 % dan warna putih 58.9 % sedangkan nilai rata-rata kampuh U di warna hitam 44.7 % dan warna putih 55.3 %. Hal ini menandakan bahwa kampuh U terbentuknya fasa alpha lebih banyak dari fasa gamma dan untuk kampuh V terbentuknya fasa gamma lebih banyak dari fasa alpha. Sehingga apabila warna putih ataupun fasa alpha terbentuk yaitu menandakan Baja ASTM A36 mempunyai sifat lebih ulet, plastis, dan elastis yang tinggi. Sedangkan fasa gamma ataupun warna gelap/hitam terbentuk yaitu menandakan adanya kekerasan pada baja sehingga baja lebih kuat dan mempunyai sifat keras, getas dan elastis yang rendah.

Key words: Baja ASTM A36, SMAW, struktur mikro, kekuatan tarik, kampuh V, kampuh U.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dalam dunia teknologi semakin meningkat di setiap waktu dengan dasar-dasar IPTEK yang semakin canggih. teknik pengelasan menjadi proses pekerjaan penting dalam dunia industri konstruksi maupun manufakture yaitu pada proses yang memproduksi dengan bahan baku logam baja.

ASTM (American Standard for Testing and Material) yaitu badan organisasi yang berada di amerika serikat memberikan standar sertifikasi material pengujian contoh bahan dan hasil secara luas yang sudah di akui secara internasional dan bersifat baku.[1].

Pada pengelasan baja ASTM A36 Hasilnya yang dilas dengan jenis kampuh V memiliki struktur mikro ferrit, pearlit, dan sedikit porositas yang terjadi sedangkan pada kampuh X struktur mikro ferrit, Pearlite dan

cacat porositas yang banyak. untuk nilai ketangguhan impact pada kampuh V lebih baik di banding kampuh X[2].

Pengelasan merupakan Salah satu yang menjadi contoh dari beberapa teknologi yang menjadi tolak ukur manusia dalam polaritas sebuah penyambungan logam. pengelasan merupakan sarana untuk mencapai rancangan/gabungan dari logam dengan tambahan bantuan panas.

Pemilihan kampuh yang tepat dan baik pada kegunaan logam baja merupakan hal yang sederhana dan berpengaruh pada kekuatan tarik baja karbon rendah. Hal ini akan mempengaruhi hasil struktur mikro dan sifat mekanis Baja ASTM A36 yang sudah terbentuk, fenomena akan bisa terjadi rpengaruh terhadap kemampuan baja untuk tahan pada beban mekanik.

Pengelasan (Welding) merupakan penyambungan paduan dua material logam atau lebih dengan menggunakan bantuan energi panas yang baik dengan cara mencairkan material logam sejenis. Tujuan pengelasan bukan hanya untuk konstruksi tetapi untuk proses mencapai ekonomi yang berkelanjutan. Pengelasan bukan hanya untuk memanaskan pada dua bagian material logam sampai mencair, tetapi dengan cara menambah bahan elektroda pada waktu mengelas sehingga mempunyai kekuatan baja. Karena rancangan las dan cara pengelasan harus di perhatikan sesuai prosedur pengelasan dan sifat dari logam material las.

Prosedur las kedengarannya sangat sederhana, tetapi dalam hasil dilapangan banyak problem-problem yang sudah bisa di atasi dengan prosedur dari pengelasan. Maka dari itu ilmu pengetahuan harus mumpuni dalam pengelasan dengan adanya pengetahuan las setidaknya tahu dari cara pengelasan, sifat-sifat material, jenis-jenis pengelasan, kampuh pengelasan yang ingin digunakan, dan pemilihan las.

Sambungan butt joint/single joint merupakan sambungan dari kedua material baja yang berada pada bidang yang sama pada pengelasan logam dan di sambung pada tengah kedua material logam. Butt joint digunakan pada material logam datar pada sambungan las jenis ini sering digunakan dan yang paling sederhana dari jenis lain. Seperti pada **Gambar 1**. Sambungan Single Joint berikut:



Gambar 1. Sambungan Butt Joint

Sambungan las butt joint di gunakan pada penelitian ini untuk pengelasan SMAW pada baja ASTM A36 untuk mengetahui kekuatan tarik dan struktur mikro logam. Macam-macam jenis lubang pengisian penyambungan pada sambungan butt joint seperti berikut :

1. Kampuh I seri
2. Kampuh V
3. Kampuh U
4. Kampuh K
5. Kampuh J, dll.

Pemilihan kampuh yang tepat dan baik pada kegunaan logam baja merupakan hal yang sederhana dan berpengaruh pada kekuatan tarik baja karbon rendah. pengelasan sambungan pelat dengan tebal sampai 6 mm menggunakan prosedur sambungan kampuh I, untuk pelat 6 mm sampai tebal pelat 20 mm menggunakan prosedur sambungan kampuh V tunggal dan tebal 20 mm keatas menggunakan prosedur kampuh U tunggal, U ganda, atau V ganda[3].

A. Struktur Mikro

Struktur mikro merupakan beberapa struktur kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang yang keberadaannya ada didalam suatu bahan, bisa di mikroskop cahaya, mikroskop elektron, mikroskop field emission, dan mikroskop sinar-X[4]. Untuk mengetahui sifat dari suatu logam, kita dapat melihat struktur mikro yang berbeda. Setiap logam, kita dapat meramalkan struktur mikronya dan dapat mengetahui fasa yang akan di peroleh pada komposisi dan temperatur tertentu.

B. Pengujian Tarik

Pengujian tarik merupakan pengujian yang dilakukan dengan memberikan gaya tarik terhadap benda uji yang berlawanan arah dengan cara menarik kedua ujung benda secara berlawanan secara bersamaan hingga benda terputus dengan tujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari suatu benda yang di uji khususnya kekuatan tarik benda.

II. METODE PENELITIAN

A. Studi Literatur dan Pengumpulan Data Jurnal

Dari mulai persiapan pengumpulan data jurnal-jurnal studi pustaka dan studi lapangan.

B. Persiapan Alat dan Bahan Penelitian

Menyiapkan seluruh kebutuhan pengelasan dari mulai bahan baja ASTM A36, Elektroda E6013 dan alat-alat sesuai kebutuhan dalam penelitian.

C. Pembuatan Spesimen Penelitian

Mengukur dan memotong baja sesuai desain, enam spesimen terbagi menjadi dua yaitu untuk kampuh V-Grove

dan U-Grove untuk tiga percobaan setiap kampuh menggunakan cutting torch mesin frais/milling dan gerinda. Dengan ukuran specimen :

L = panjang specimen seluruhnya
= 200 mm

Lo = panjang spesimen uji
= 60 mm

Wo = lebar awal
= 12,5 mm

t = tebal plat
= 10 mm

C = lebar bagian pegangan tarik
= 20 mm

B = panjang bagian pegangan tarik
= 50 mm

R = jari-jari lengkungan
= 12,5 mm

D. Pengelasan Kampuh V-grove dan U-grove Baja ASTM A36

Kampuh V-Grove dan U-grove di las dengan mesin las AC DC Pengelasan dilakukan oleh Riyan Budi Setiawan S.T.

dalam pengelasan menggunakan sambungan tumpul butt joint dengan posisi 1G bawah tangan menggunakan elektroda E6013.

E. Foto Struktur Mikro

Struktur mikro di pilih untuk memperlihatkan karakteristik dari sambungan kampuh V dan U pada HAZ (daerah yang terkena panas) dengan perbesaran 300x sebelum etching dan sesudah etching (campuran Alkohol 98 % dengan Asam Nitrat 2 %). Pengambilan dilakukan di laboratorium teknik unisma dilakukan oleh asisten lab. Johansyah raviko S.T.

F. Pengujian Tarik

Pengujian Kekuatan tarik sesudah struktur mikro menggunakan mesin pengujian tarik agar dapat mengetahui sifat mekanis baja dengan kampuh yang terbaik dari dua kampuh yang di teliti. Dan di dapatkan data hasil pengujian tarik dengan pengolahan data dan perhitungan rumus. Dilakukan di universitas brawijaya oleh Suhastomo.

G. Pengolahan Data

Data dari foto mikro di ketahui dan data pengujian tarik di dapatkan selanjutnya data diolah dengan perhitungan, analisa ANOVA, dan grafik.

H. Pembahasan Hasil

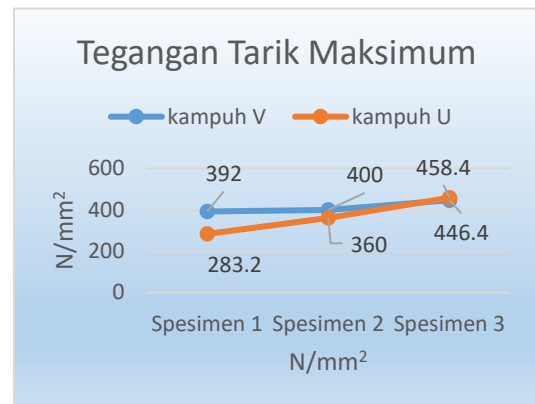
Hasil dari pengolahan data sudah di dapatkan peneliti dan kemudian akan di bahas untuk mencari solusi hasil dari penelitian. Hasil analisa peneliti mengenai data-data yang ada sehingga pembahasan hasil di gunakan agar mengetahui kekurangan dan kelebihan analisa peneliti.

I. Kesimpulan & Saran

Hasil kesimpulan peneliti sangat di perlukan bagi peneliti selanjutnya agar peneliti selanjutnya lebih memperdalam tujuan dalam penelitian. Maka kurang lebih peneliti sebaiknya menggunakan data-data yang valid dan agar tidak terjadi kesalah pahaman dalam penelitian selanjutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

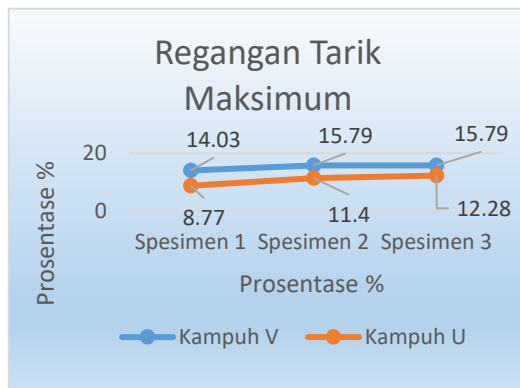
A. Nilai Tegangan Tarik Maksimum



Gambar 2. Grafik Tegangan Tarik Maksimum.

Ditinjau dari grafik tegangan tarik maksimum kampuh V rata-rata nilainya 412.8 N/mm^2 lebih tinggi dari kampuh U 367.2 N/mm^2 karena ada flug di pengelasan spesimen 1 dan 2 di kampuh U sehingga perlu diperhatikan lagi dalam pengelasan nya agar tidak terjadi flug. Nilai tegangan terendah di peroleh kampuh U spesimen 1 dan nilai tertinggi di peroleh kampuh U spesimen 3.

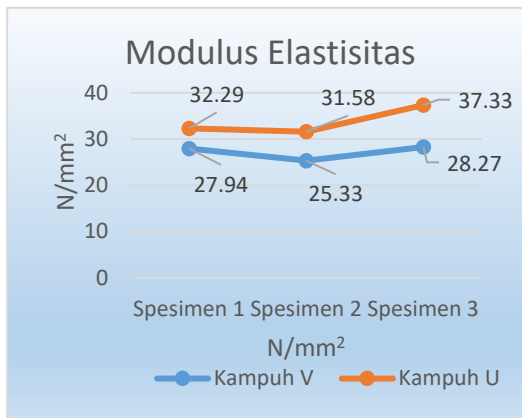
B. Nilai Regangan Tarik Maksimum



Gambar 3. Grafik Regangan Tarik Maksimum.

Ditinjau dari grafik regangan tarik maksimum kampuh V rata-rata nilainya 15.2 % lebih tinggi dari kampuh U 10.82 % karena panjang setelah patah dari kampuh U mempunyai sifat getas. Nilai regangan terendah di peroleh kampuh U spesimen 1 dan nilai tertinggi di peroleh kampuh V spesimen 2 dan spesimen 3.

C. Modulus Elastisitas



Gambar 4. Grafik Modulus Elastisitas.

Ditinjau dari grafik modulus elastisitas diperoleh nilai kampuh U dengan nilai rata-rata 33.7 N/mm² lebih tinggi dari kampuh V 27.18 N/mm² sehingga semakin tinggi nilai modulus elastisitas menjadi getas karena nilai kekuatan tariknya lebih tinggi. Nilai terendah diperoleh kampuh V spesimen 2 dan nilai tertinggi diperoleh kampuh U spesimen 3.

D. Metode Pengambilan Data Foto Struktur Mikro

Pengambilan data foto struktur mikro pada daerah Heat Affected Zone di ambil secara acak 3 sampel dari satu foto mikro struktur dengan ukuran :

1. Kotak besar : 15mm x 15mm
2. Kotak kecil : 3 mm x 3 mm
3. kotak besar : 25 kotak kecil

Hasil pengambilan foto struktur mikro kampuh V specimen 1 sebelum etching. Seperti yang ditunjukkan **Gambar 5.** Berikut :



Gambar 5. Foto Strukturmikro Kampuh V Sebelum Etching

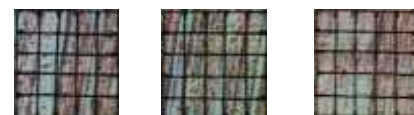
Metode pengambilan sampel secara acak 3 sampel yaitu kotak besar dengan ukuran 15 mm x 15 mm yang satu



sampel berisi 25 kotak kecil yang mempunyai ukuran 3 mm x 3 mm. seperti pada **Gambar 6** dan **Gambar 7** berikut :

Gambar 6. Sampel Foto Struktur mikro Kampuh V Sebelum Etching

pengambilan secara acak 3 sampel dari Kampuh V sebelum Etching :

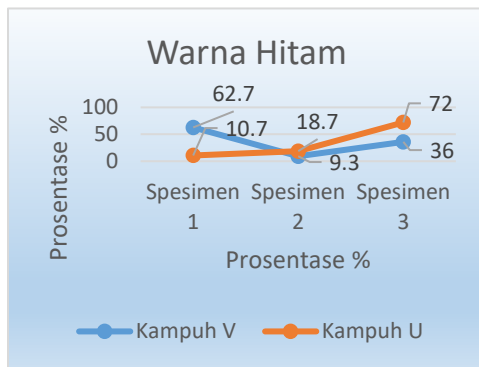


V1

V2

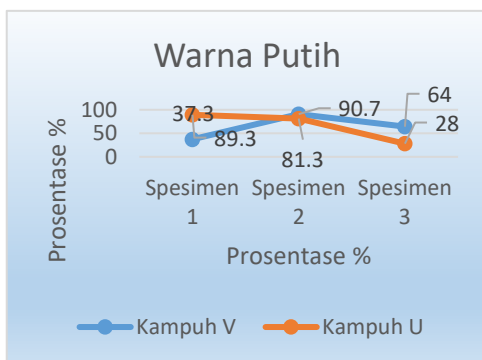
V3

E. Hasil dan Pembahasan Foto Struktur Mikro



Gambar 8. Grafik Warna Hitam Sebelum Etching.

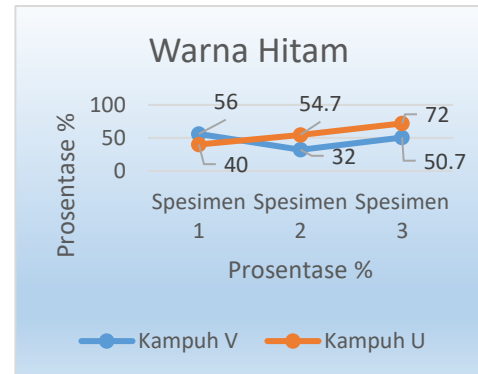
Ditinjau dari grafik warna hitam sebelum etching nilai tertinggi diperoleh kampuh U spesimen 3 sebesar 72 % dan nilai terendah diperoleh kampuh V spesimen 2 sebesar 9.3 %. Hal ini menunjukkan bahwa struktur mikro Baja ASTM A36 dengan variasi kampuh mempengaruhi dikarenakan fasa gamma (γ) yang merupakan dasar warna hitam lebih banyak dari pada terbentuknya fasa alpha (α) yang merupakan dasar warna putih. kampuh V nilai rata-rata nya 36 % lebih tinggi dari pada nilai kampuh U 33.8 %, tetapi prosentase warna hitam juga dipengaruhi perbedaan spesimen dikarenakan adanya perbedaan kondisi suhu pengelasan, pembuatan kampuh dan kekuatan tarik.



Gambar 9. Grafik Warna Putih Sebelum Etching.

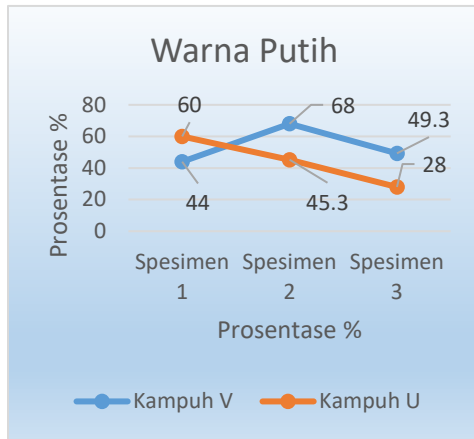
Ditinjau dari grafik warna putih sebelum etching nilai tertinggi diperoleh kampuh V spesimen 2 sebesar 90.7 % dan nilai terendah diperoleh kampuh U spesimen 3 sebesar 28 %. Hal ini menunjukkan bahwa struktur mikro Baja

ASTM A36 dengan variasi kampuh mempengaruhi dikarenakan fasa gamma (γ) yang merupakan dasar warna hitam lebih sedikit dari pada terbentuknya fasa alpha (α) yang merupakan dasar warna putih kampuh U nilai 66.2 % rata-rata lebih tinggi dari pada nilai kampuh V 64 %, tetapi prosentase warna putih juga dipengaruhi perbedaan spesimen dikarenakan adanya perbedaan kondisi suhu pengelasan dan proses pembuatan kampuh.



Gambar 10. Grafik Warna Hitam Kampuh V Sesudah Etching.

Ditinjau dari grafik warna hitam sesudah etching nilai tertinggi diperoleh kampuh U spesimen 3 sebesar 72 % dan nilai terendah diperoleh kampuh U spesimen 2 sebesar 32 %. Hal ini menunjukkan bahwa struktur mikro Baja ASTM A36 dengan variasi kampuh mempengaruhi dikarenakan fasa gamma (γ) yang merupakan dasar warna hitam lebih banyak dari pada terbentuknya fasa alpha (α) yang merupakan dasar warna putih kampuh U nilai rata-rata 55.6 % lebih tinggi dari pada nilai kampuh V 46.2 %, tetapi prosentase warna hitam juga dipengaruhi perbedaan spesimen dikarenakan adanya perbedaan kondisi suhu pengelasan dan proses pembuatan kampuh.



Gambar 11. Grafik Warna Putih Kampuh V Sesudah Etching.

Ditinjau dari grafik warna putih sesudah etching nilai tertinggi diperoleh kampuh V spesimen 2 sebesar 68 % dan nilai terendah diperoleh kampuh U spesimen 3 sebesar 28 %. Hal ini menunjukkan bahwa struktur mikro Baja ASTM A36 dengan variasi kampuh mempengaruhi dikarenakan fasa gamma (γ) yang merupakan dasar warna hitam lebih sedikit dari pada terbentuknya fasa alpha (α) yang merupakan dasar warna putih kampuh V nilai rata-rata 53.8 % lebih tinggi dari pada nilai kampuh U 44.4 %, tetapi prosentase warna putih juga dipengaruhi perbedaan spesimen dikarenakan adanya perbedaan kondisi suhu pengelasan dan proses pembuatan kampuh.

F. Kesimpulan

1. Kesimpulan yang dapat diambil setelah dilakukan pengujian tarik pada pengelasan baja ASTM A36 pengelasan SMAW dengan menggunakan kampuh V dan kampuh U adalah sebagai berikut :

- a. Sambungan baik pada tebal 10 mm diperoleh kampuh V dengan Nilai rata-rata kekuatan tarik terbesar di hasilkan pada pengelasan kampuh V yaitu 412.8 N/mm², sambungan las kampuh U mempunyai nilai rata-rata sebesar 367.2 N/mm². Dimana kampuh V mempunyai sifat plastis , elastis yang tinggi dan ketahanan yang tinggi di bandingkan dengan kampuh U pada baja ASTM A36 proses pengelasan SMAW dengan tebal 10 mm.

b. Analisa statistik dengan ANOVA

- i. $F_{hitung} > F_{table}$ ($8 > 4.49$)

artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima bahwa ada perbedaan hasil antara kampuh V dan U terhadap nilai kekuatan tarik.

- ii. $F_{hitung} > F_{table}$ ($93.3 > 3.24$)

artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima bahwa ada perbedaan hasil antara beban maksimum, tegangan maksimum, regangan maksimum, modulus elastisitas terhadap nilai kekuatan tarik.

- iii. $F_{hitung} < F_{table}$ ($-2.05 < 3.24$)

artinya H_0 diterima H_1 di tolak bahwa tidak ada perbedaan hasil antara beban maksimum, tegangan maksimum, regangan maksimum, modulus elastisitas dan variasi kampuh pada nilai kekuatan tarik

2. Kesimpulan yang dapat diambil setelah dilakukan struktur mikro daerah HAZ (heat affected zone) pada pengelasan baja ASTM A36 pengelasan SMAW dengan menggunakan kampuh V dan kampuh U adalah sebagai berikut :

- a. Pada foto mikrostruktur daerah HAS kampuh V diperoleh nilai rata-rata warna hitam 41.2 % dan warna putih 58.9 % sedangkan nilai rata-rata kampuh U di warna hitam 44.7 % dan warna putih 55.3 %. Hal ini menandakan bahwa kampuh U terbentuknya fasa alpha lebih banyak dari fasa gamma dan untuk kampuh V terbentuknya fasa gamma lebih banyak dari fasa

alpha. Sehingga apabila warna putih ataupun fasa alpha terbentuk yaitu menandakan Baja ASTM A36 mempunyai sifat lebih ulet, plastis, dan elastis yang tinggi. Sedangkan fasa gamma ataupun warna gelap/hitam terbentuk yaitu menandakan adanya kekerasan pada baja sehingga baja lebih kuat dan mempunyai sifat keras, getas dan elastis yang rendah.

G. Daftar Pustaka

- [1] A. Jaenal, "Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya . Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0 , 2 % hingga karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi," Momentum, vol. 13, no. 1, pp. 27–31, 2017.
- [2] Y. Arham, "Pengaruh Jenis kampuh V dan X Terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Impak pada Pengelasan Baja Karbon," Pengaruh Jenis kampuh V dan X Terhadap Strukt. Mikro dan Kekuatan Impak pada Pengelasan Baja Karbon, vol. 2, no. 2, 2016, [Online]. Available: <http://ojs.uho.ac.id/index.php/EN-THALPY/article/view/1762/1252>.
- [3] Irzal, W. Orjela, and Syahrul, "Analisis Kekuatan Tarik Kampuh V Dan Kampuh I Sambungan Las Baja Karbon Rendah Yang Terdapat Pada Besi IWF 400," Tek. Mesin, p. 6.
- [4] A. H. M. Simon Parekke1, Johannes Leonard 2, "Pengaruh Pengelasan Logam Berbeda (AISI 1045) dengan (AISI 316L) terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro," J. Sains Teknol., vol. 3, no. 2, pp. 191–198, 2014.