

**PENGARUH KAMPUH DOUBLE V DAN KAMPUH V PADA
SAMBUNGAN LAS SMAW BAJA KARBON MENENGAH
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**



TUGAS AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Strata 1 pada
Program Studi Teknik Mesin**

Oleh :

**Hengki Setiawan
2202220004**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2026

**UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**



TUGAS AKHIR

**PENGARUH KAMPUH DOUBLE V DAN KAMPUH V PADA
SAMBUNGAN LAS SMAW BAJA KARBON MENENGAH TERHADAP
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

Disusun :

**Hengki Setiawan
2202220004**

**Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui
Oleh :**

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT

Dosen Pembimbing I

Imam Akbar, ST., MT.
Dosen Pembimbing II

Arifin Zaini, ST., MM.

**Disahkan Oleh :
Dekan Fakultas Teknik**

Dr. Ani Rinda, ST., MT

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hengki Setiawan
NIP : 2202220004
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul **Pengaruh Kampuh Double V Dan Kampuh V Pada Sambungan Las Smaw Baja Karbon Menengah Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro** benar bebas dari plagiat dan publikasi ganda. Bila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dari pihak prodi dan insitusi Universitas Tridinanti Palembang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat penuh keasadaran, dan tanpa paksaan dari pihak mana pun. Sehingga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Palembang, 11 Juli 2026



Mahasiswa

Hengki Setiawan

Lampiran :
Print Out Hasil Plagiat

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hengki Setiawan

NIP : 2202220004

Fakultas : TEKNIK

Program Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul : **Pengaruh Kampuh Double V Dan Kampuh V Pada Sambungan Las Smaw Baja Karbon Menengah Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro** adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan skripsi dan gelar yang saya peroleh dari skripsi tersebut.

Palembang, 11 Juli 2026
Yang membuat pernyataan



Hengki Setiawan
NIM. 2202220004

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hengki Setiawan
NIP : 2202220004
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Non eksklusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PENGARUH KAMPUH DOUBLE V DAN KAMPUH V PADA
SAMBUNGAN LAS SMAW BAJA KARBON MENENGAH TERHADAP
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini universitas tridinanti palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

Dibuat di Palembang
Tanggal, 11 Juli 2026
Yang menyatakan,




Hengki Setiawan



Digital Receipt

This receipt acknowledges that **Turnitin** received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: 1 1
Assignment title: Kesmas --- Task #19
Submission title: HENGKI SETIAWAN 2202220004.docx
File name: HENGKI_SETIAWAN_2202220004.docx
File size: 1.25M
Page count: 43
Word count: 5,134
Character count: 31,547
Submission date: 25-Jul-2026 07:45PM (UTC+0700)
Submission ID: 3003056303

BAR I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini, penerapan Teknik pengelasan dalam berbagai bidang konstruksi logam. Mulai dari bangunan, sistem perpipaan hingga permesinan banyak mengalami peningkatan yang signifikan. Popularitas ini didorong oleh adanya efisiensi dan keunggulan teknis yang ditawarkan metode tersebut. Pengelasan menjadi pilihan utama karena dinilai lebih praktis, biaya yang ekonomis, proses pengerjaan yang cepat, struktur ringan dengan kekuatan tinggi dan fleksibilitas dalam membentuk desain yang bermacam-macam (Hamdani, 2019).

Kualitas hasil pengelasan sangat bergantung pada prosedur yang diterapkan. Prosedur tersebut berfungsi sebagai panduan teknis untuk memastikan sambungan las memenuhi spesifikasi dan persyaratan standar. Hasil yang optimal hanya dapat dicapai melalui perencanaan yang komprehensif mencakup urutan kerja, tahap persiapan, manajemen pelaksanaan, serta ketersediaan peralatan, material, dan penjadwalan produksi (Amalia, Y., & Rahmatillah, 2022).

Jenis pengelasan yang paling umum digunakan dalam industri konstruksi adalah pengelasan menggunakan metode elektroda terbungkus, yang sering dikenal pengelasan busur logam terbungkus (SMAW). Metode SMAW banyak digunakan pada masa ini karena penggunaannya lebih praktis, lebih mudah pengoperasiannya, dapat digunakan untuk segala pengelasan dan

1 1

HENGKI SETIAWAN 2202220004.docx

 Kesmas --- Task #19 Kesmas 2026 - 2 STIKes Cirebon

Document Details

Submission ID

tm:oid:::1:3616963182

Submission Date

Jul 25, 2026, 7:44 PM GMT+7

Download Date

Jul 25, 2026, 7:48 PM GMT+7

File Name

HENGKI_SETIAWAN_2202220004.docx

File Size

1.3 MB

43 Pages**5,134 Words****31,547 Characters**

21% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Exclusions

▸ 15 Excluded Matches

Top Sources

25%		Internet sources
6%		Publications
12%		Submitted works (Student Papers)

➤ **MOTTO :**

*"Sebab itu janganlah kamu kuatir akan hari besok,
karena hari esok mempunyai kesusahannya sendiri.
Kesusahan sehari cukuplah untuk sehari."*

Matius 6:34

*"Therefore, do not worry about tomorrow, because
tomorrow has its own troubles. One day's troubles are
enough for one day."*

Matthew 6:34

Kupersembahkan untuk :

- *Kedua Orang Tua Tercinta Bapak Philipus Pardi dan Ibu Elisabet Klumpuk.*
- *Kakak, Saudara-saudari dan Teman-teman Yang Telah Membantu dan Memberi Dukungan.*
- *Almarhum kakak Markus Sumardi.*
- *Teman-Teman Seangkatan Teknik Mesin 2022 Universitas Tridianti.*
- *Almamaterku*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul **“Pengaruh Kampuh Double V Dan Kampuh V Pada Sambungan Las Smaw Baja Karbon Menengah Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro”** dengan waktu yang telah ditentukan. Tujuan dari penulisan laporan akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan semangat dari berbagai pihak. Selain itu, pada kesempatan kali ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE, MS. Selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Ibu Dr. Ani Firda, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
3. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT. Selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti.
4. Bapak Martin Luther King, ST.MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
5. Bapak Imam Akbar, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing I.
6. Bapak Arifin Zaini, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing II.

7. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi mahasiswa khususnya Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.

PALEMBANG, 11 Juli 2026

Penulis,



Hengki Setiawan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1. 1. Latar Belakang	1
1. 2. Rumusan Masalah	
1. 3. Batasan Masalah	4
1. 4. Tujuan Penelitian	4
1. 5. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2. 1. Aspek Bahan	6
2. 2. Klasifikasi Baja Karbon	6
2. 3. Baja AISI 1045	7
2. 4. Pengelasan	9

2. 5. Mesin Las.....	15
2. 6. Masukan Panas (Heat Input).....	17
2. 7. Pengujian Kekerasan (RockWell).....	18
2. 8. Pengamatan Struktur Mikro.....	18

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3. 1. Metode Penelitian	20
3. 2. Waktu dan Tempat.....	20
3. 3. Diagram Penelitian	21
3. 4. Alat dan Bahan.....	22
3. 5. Spesifikasi Benda Uji.....	23
3. 6. Pengelasan dan Pengelasan Spesimen.	23
3. 7. Prosedur Pengamatan.....	24

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

4. 1. Masukan Panas (Heat Input).....	26
4. 2. Nilai Kekerasan Masing-masing Benda Uji	28
4. 3. Hasil Pengamatan Struktur Mikro	32
4. 4. Pembahasan Hasil Pengujian.....	36

BAB V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran	40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Pengelasan SMAW	11
2.2. Kampuh V	12
2.3. Kampuh Double V	12
3.1. Diagram Alir	21
3.2. Material Baja AISI 1045.	22
3.3. Elektroda E7018.....	23
4.1. Benda Uji Titik Penekanan.	30
4.2. Grafik Nilai Kekerasan HRB.	31
4.3. Struktur Mikro Tanpa Perlakuan Las (Pembesaran).....	33
4.4. Struktur Mikro Baja Logam Isian, dan Head Affceted Zone (HAZ) (Pembesaran 400x).....	34
4.5. Struktur Mikro Baja Logam Isian, dan Head Affceted Zone (HAZ) (Pembesaran 400x).....	35

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Komposisi Baja AISI 1045.	8
2.2. Sifat Mekanik Baja Karbon Menengah 10445.....	8
2.3. Komposisi Kimia Elektroda E7018.	14
4.1. Nilai Hasil Pengujian Kekerasan Benda Tanpa Pengelasan.....	28
4.2. Nilai Hasil Pengujian Kekerasan Benda Uji Setelah Las dan Variasi Perbandingan Kampuh V Sebesar 80° dan Kampuh Double V 80° ...	29

ABSTRAK

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan baja AISI 1045 sebagai material uji. Proses pengelasan dilakukan menggunakan metode SMAW dengan elektroda E7018 berdiameter 3,2 mm dan arus pengelasan sebesar 82 A. Variasi kampuh yang digunakan adalah kampuh V dan kampuh Double V. Setelah proses pengelasan, spesimen diuji menggunakan uji kekerasan skala Rockwell B (HRB) dan dilakukan pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 400 $\times$.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk kampuh memberikan pengaruh terhadap distribusi nilai kekerasan dan perubahan struktur mikro baja AISI 1045. Nilai kekerasan logam induk sebelum pengelasan sebesar 90,2 HRB. Setelah pengelasan, nilai kekerasan rata-rata logam las pada kampuh V sebesar 91,9 HRB dan kampuh Double V sebesar 93,0 HRB. Sementara itu, daerah Heat Affected Zone (HAZ) memiliki nilai kekerasan tertinggi, yaitu sebesar 94,1 HRB pada kampuh V dan 93,6 HRB pada kampuh Double V. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa seluruh spesimen didominasi oleh fasa ferit dan perlit. Proses pengelasan menyebabkan perubahan morfologi, ukuran butir, dan distribusi fasa terutama pada daerah logam las dan HAZ akibat siklus pemanasan dan pendinginan selama proses pengelasan. Perbedaan bentuk kampuh terbukti memengaruhi karakteristik struktur mikro yang terbentuk sehingga berpengaruh terhadap sifat mekanik material.

Kata Kunci: AISI 1045, SMAW, Kekerasan, Struktur Mikro.

ABSTRACT

This research employed an experimental method using AISI 1045 steel as the test material. The welding process was carried out using the SMAW method with an E7018 electrode of 3.2 mm diameter at a welding current of 82 A. The groove variations used were V-groove and Double V-groove. After welding, the specimens were subjected to Rockwell B (HRB) hardness testing and microstructural observation using an optical microscope at 400× magnification.

The results indicate that groove geometry significantly affects the hardness distribution and microstructural characteristics of AISI 1045 steel. The average hardness of the base metal before welding was 90.2 HRB. After welding, the average weld metal hardness was 91.9 HRB for the V-groove specimen and 93.0 HRB for the Double V-groove specimen. The highest hardness values were observed in the Heat Affected Zone (HAZ), reaching 94.1 HRB for the V-groove and 93.6 HRB for the Double V-groove. Microstructural observations revealed that all specimens were predominantly composed of ferrite and pearlite phases. The welding process altered the morphology, grain size, and phase distribution, particularly in the weld metal and HAZ, due to the heating and cooling cycles during welding. The variation in groove geometry was proven to influence the resulting microstructure, which subsequently affected the mechanical properties of the welded material.

Keywords: *AISI 1045 Steel, SMAW, Hardness, Microstructure.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini, penerapan Teknik pengelasan dalam berbagai bidang konstruksi logam. Mulai dari bangunan, sistem perpipaan hingga permesianan banyak mengalami peningkatan yang signifikan. Popularitas ini didorong oleh adanya efisiensi dan keunggulan teknis yang ditawarkan metode tersebut. Pengelasan menjadi pilihan utama karena dinilai lebih praktis, biaya yang ekonomis, proses pengerjaan yang cepat, struktur ringan dengan kekuatan tinggi dan fleksibilitas dalam membentuk desain yang bermacam – macam (Hamdani, 2019).

Kualitas hasil pengelasan sangat bergantung pada prosedur yang di terapkan. Prosedur tersebut berfungsi sebagai paduan teknis untuk memastikan sambungan las memenuhi spesifikasi dan persyaratan standar. Hasil yang optimal hanya dapat dicapai melalui perencanaan yang komprehensif, mencakup urutan kerja, tahap persiapan, manajemen pelaksanaan, serta ketersediaan peralatan, material, dan penjadwalan produksi (Amalia, Y., & Rahmatillah, 2022).

Jenis pengelasan yang paling umum digunakan dalam industri konstruksi adalah pengelasan menggunakan metode elektroda terbungkus, yang sering dikenal pengelasan busur logam terlindung (SMAW). Metode SMAW banyak digunakan pada masa ini karena penggunaannya lebih

praktis, lebih mudah pengoperasiannya, dapat digunakan untuk segala pengelasan dan lebih efisien.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa bentuk kampuh memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sifat mekanik sambungan las. Penelitian oleh Singh dan Kumar (2018) menunjukkan bahwa penggunaan kampuh Double V menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan kampuh V tunggal karena memiliki penetrasi yang lebih sempurna dan distribusi tegangan yang lebih merata pada daerah sambungan. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa bentuk kampuh memengaruhi karakteristik struktur mikro yang terbentuk pada daerah las dan daerah terpengaruh panas (*Heat Affected Zone / HAZ*).

Penelitian lain yang dilakukan oleh Sharma et al. (2020) mengenai pengelasan baja karbon menengah menunjukkan bahwa kampuh Double V mampu menghasilkan nilai kekerasan yang lebih seragam pada daerah logam las dibandingkan kampuh V tunggal. Hal ini disebabkan oleh siklus termal yang lebih seimbang selama proses pengelasan sehingga pertumbuhan butir pada daerah HAZ dapat dikendalikan dengan lebih baik. Distribusi panas yang merata tersebut berkontribusi terhadap peningkatan kualitas sambungan las secara keseluruhan.

Selain itu, penelitian oleh Ramasamy dan Prabu (2019) menyatakan bahwa variasi sudut kampuh Double V berpengaruh terhadap karakteristik struktur mikro dan sifat mekanik hasil pengelasan. Sudut kampuh yang sesuai memungkinkan terjadinya peleburan logam induk dan logam pengisi

secara optimal sehingga menghasilkan sambungan dengan kekuatan dan kekerasan yang lebih baik. Perubahan struktur mikro berupa pembentukan ferit dan perlit yang lebih halus pada daerah las menjadi salah satu faktor yang meningkatkan sifat mekanik sambungan.

Meskipun berbagai penelitian mengenai kampuh Double V telah dilakukan, masih terdapat perbedaan hasil yang dipengaruhi oleh jenis material, metode pengelasan, dan parameter yang digunakan. Khususnya pada baja AISI 1045 yang merupakan baja karbon menengah dengan kandungan karbon sekitar 0,45%, penelitian mengenai pengaruh kampuh Double V terhadap distribusi kekerasan dan struktur mikro masih perlu dikembangkan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penggunaan kampuh Double V pada proses pengelasan SMAW terhadap karakteristik kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1045. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai pengaruh desain kampuh terhadap kualitas sambungan las dan menjadi referensi bagi pengembangan teknologi pengelasan di bidang teknik mesin.

Maka dari itu penelitian ini bermaksud untuk menganalisa tentang **PENGARUH KAMPUH DOUBLE V DAN KAMPUH V PADA SAMBUNGAN LAS SMAW BAJA KARBON MENENGAH TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO.**

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka penulis melakukan penelitian bagaimana pengaruh kampuh double V dan kampuh V pada sambungan las SMAW baja karbon menengah 1045 terhadap kekerasan dan struktur mikro.

1.3. Batasan Masalah

Didalam penelitian penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas adalah :

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon Menengah Aisi 1045.
2. Penelitian dilakukan menggunakan pengelasan SMAW pada baja karbon Menengah Aisi 1045 terhadap kekerasan dan struktur mikro.
3. Pengujian dilakukan dengan metode kekerasan (Rockwell) dan pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh kampuh double V dan kampuh V pada sambungan las SMAW baja karbon menengah terhadap kekerasan dan struktur mikro.

1.5. Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat dari penelitian yang sedang dilakukan, di antaranya sebagai berikut:

1. Membantu meningkatkan kualitas dan kinerja produk yang menggunakan baja karbon Menengah Aisi 1045 melalui pengelasan kampuh double V maupun kampuh V.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan selama periode pengumpulan data dan dapat dianggap sebagai sumber pengetahuan tentang materi yang dibahas, terutama dalam hal materi dan wawasan keilmuan.
3. Hasil penelitian ini di harapkan dapat memberikan informasi mengenai perbedaan pengelasan kampuh double v dan kampuh v.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Y., & Rahmatillah, S. (2022). Analisis sambungan las baja S355 J2 sebagai penyusun *Welding Procedure Specification* di PT Industri Kereta Api. *Jurnal Rekayasa Material dan Manufaktur*, 1(2).
- Cana, S. Y. R. T., & Sibut. (2024). Pengaruh variasi RPM kipas terhadap laju pengeringan pada mesin. *Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi*, 4(2), 238–247.
- Cary, H. B., & Helzer, S. C. (2005). *Modern welding technology* (6th ed.). Pearson Education.
- Darmawan, D., Endriatno, N., & Aksar, P. (2022). Pengaruh sudut elektroda terhadap sifat mekanik dan fisis baja karbon rendah hasil proses pengelasan SMAW. *Enthalpy: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 7(4), 158–164. <https://doi.org/10.55679/enthalpy.v7i4.28333>
- Hamdani. (2019). Pengaruh masukan panas proses pengelasan terhadap sifat mekanik baja AISI 1045: Suatu kajian analitis dan analisa numerik. *Jurnal Polimesin*, 17(1), 1–8.
- Helanianto, H., Epriyandi, E., & Rahmadi, H. (2020). Pengaruh variasi arus pengelasan SMAW terhadap kekerasan logam induk dan logam las. *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 138–147. <https://doi.org/10.34128/je.v7i2.148>
- Jusman, J., Sudarsono, S., & Sudia, B. (2020). Analisa kekerasan dan struktur mikro sambungan las kampuh V tunggal dan kampuh V ganda pada baja karbon rendah. *Enthalpy: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 5(4), 106–112. <https://doi.org/10.55679/enthalpy.v5i4.15775>
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing engineering and technology* (7th ed.). Pearson Education.
- Kohar, R., & Fauzie, M. A. (2023). Pengaruh perlakuan annealing hardening dengan pendinginan variasi kekentalan oli terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1037. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 11(1), 6–10.
- Manurung, V., Tri, Y., & Yudi, S. (2020). *Panduan metalografi*. LP2M Politeknik Manufaktur Astra.

- Munawar, H. M., Gusniar, I. N., & Rizal, H. (2023). Pengaruh jenis elektroda las SMAW terhadap sifat mekanik dan struktur mikro. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 11(1), 94–110.
- Ramasamy, M., & Prabu, S. S. (2019). Effect of groove geometry on mechanical properties and microstructure of welded joints. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 10(2), 85–92.
- Sharma, R., Verma, A., & Singh, P. (2020). Influence of double V groove weld joint on hardness and microstructure of medium carbon steel. *Materials Today: Proceedings*, 26, 2145–2150.
- Singh, R., & Kumar, D. (2018). Investigation of mechanical properties of double V groove welded joints in carbon steel. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 7(5), 456–461.
- Wahyudi, R. (2019). Analisa pengaruh jenis elektroda pada pengelasan SMAW penyambungan baja karbon rendah dengan baja karbon sedang terhadap *tensile strength*. *Journal of Welding Technology*, 1(2), 44–50.