



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Analisis Mikrostruktur pada Sambungan SMAW dengan Elektroda E6013 dan E7016 pada Plat 15mm

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Ignatius Arya Wisnu

NIM. 2202311055

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK
MESIN JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025**



“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, bangsa, dan almamater”

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Analisis Mikrostruktur pada Sambungan SMAW dengan
Elektroda E6013 dan E7016 pada Plat 15mm**

Oleh:
Ignatius Arya Wisnu
NIM. 2202311055
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.
NIP. 1963061919900031002

Pembimbing I

Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra,
S. Pd., M. T.
NIP. 199403092019031013



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Analisis Mikrostruktur pada Sambungan SMAW dengan
Elektroda E6013 dan E7016 pada Plat 15mm**

Oleh:

Ignatius Arya Wisnu

NIM. 2202311055

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 22 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S. Pd., M. T. NIP. 199403092019031013	Ketua		22 Juli 2025
2.	Radhi Maladzi, S.T., M.T. NIP. 199307282024061001	Anggota		22 Juli 2025
3.	Nabila Yudisha, S.T., M.T. NIP.199311302023212045	Anggota		22 Juli 2025

Depok, 22 Juli
2025 Disahkan

Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T.,
M.T., IWE

NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ignatius Arya Wisnu

NIM : 2202311055

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah Hasil karya Saya Sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya Orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, Gagasan, atau Temuan Orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah Saya kutip dan Saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 21 Juli 2025



Ignatius Arya Wisnu

NIM. 2202311055



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis Mikrostruktur pada Sambungan SMAW dengan Elektroda E6013 dan E7016 pada Plat 15mm Ignatius Arya Wisnu¹⁾, Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra²⁾

¹⁾ Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: ignatius.arya.wisnu.tn22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Pengelasan SMAW merupakan metode penyambungan logam yang banyak digunakan dalam industri karena efisiensinya, namun keberhasilan proses ini sangat dipengaruhi oleh jenis elektroda yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan mikrostruktur hasil pengelasan SMAW pada pelat baja karbon tebal (15 mm) menggunakan elektroda E6013 dan E7016. Penelitian dilakukan melalui pendekatan eksperimental dengan tahapan: studi literatur, proses pengelasan, persiapan spesimen, preparasi metalografi, dan pengamatan mikrostruktur menggunakan mikroskop optik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada karakteristik mikrostruktur sambungan las, terutama pada daerah HAZ, yang dipengaruhi oleh jenis elektroda. Elektroda E7016 cenderung menghasilkan struktur mikro yang lebih halus dan homogen, serta ketahanan terhadap retak yang lebih baik dibanding E6013. Kesimpulannya, pemilihan elektroda berperan penting dalam membentuk mikrostruktur dan menentukan kualitas sambungan las, sehingga analisis ini dapat dijadikan acuan dalam aplikasi pengelasan pada komponen teknik berat.

Kata kunci : HAZ, E7016, E6013, SMAW, mikrostruktur



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

SMAW welding is a widely used metal joining method in the industry due to its efficiency, but the success of the process is highly influenced by the type of electrode used. This study aims to analyze and compare the microstructure of SMAW welds on thick carbon steel plates (15 mm) using E6013 and E7016 electrodes. The research was conducted through an experimental approach involving literature review, welding process, specimen preparation, metallographic sample preparation, and microstructure observation using an optical microscope. The results show significant differences in the weld joint microstructure, particularly in the Heat affected zone (HAZ), influenced by the electrode type. The E7016 electrode tends to produce a finer and more homogeneous microstructure with better crack resistance compared to E6013. In conclusion, electrode selection plays a crucial role in microstructure formation and weld quality, making this analysis a valuable reference for welding applications in heavy engineering components.

Keyword: HAZ, E7016, E6013, SMAW, microstructure

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATAPENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Mikrostruktur pada Sambungan SMAW dengan Elektroda E6013 dan E7016 pada Plat 15mm”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi DIII Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan berkat, rahmat, dan karunia-Nya selama melaksanakan Laporan Tugas Akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini;
2. Kedua orang tua Penulis yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis dalam situasi dan kondisi apapun;
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, M.T. IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta;
4. Bapak Budi Yuwono, S.T. selaku Kepala Program Studi Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta;
5. Bapak Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S. Pd., M. T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing penulis dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini;
6. Kepada Shalommita Puspitaningrum, yang senantiasa mendoakan dan mendukung Penulis dalam situasi dan kondisi apapun;
7. Teman-teman seperjuangan M22 yang saling mendukung dan menguatkan satu sama lain sejak awal melaksanakan pendidikan;
8. Teman-teman seperjuangan Kelas D yang saling mendukung dan menguatkan satu sama lain sejak awal melaksanakan pendidikan;
9. Seluruh pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu; dan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

10. Terakhir adalah untuk diri saya sendiri yang sudah menjalankan perkuliahan dengan baik dan mampu menuntaskan hingga akhir.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 18 Juli 2025

Ignatius Arya Wisnu

NIM. 2202311055





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Isi

KATA PENGANTAR.....	8
DAFTAR GAMBAR.....	2
DAFTAR TABEL.....	3
BAB I.....	4
PENDAHULUAN.....	4
1.1 Latar Belakang	14
1.2 Rumusan Masalah	15
1.4 Batasan Masalah.....	16
1.5 Tujuan Penelitian.....	16
1.6 Manfaat Penelitian.....	16
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding)	17
2.1.1 Prinsip Dasar SMAW.....	17
2.1.2 Keunggulan dan kekurangan SMAW	18
2.2 Elektroda E6013 dan E7016	18
2.2.1 Karakteristik Elektroda E6013.....	19
2.2.2 Karakteristik Elektroda E7016.....	19
2.3 Mikrostruktur Sambungan Las.....	19
2.3.1 Daerah Las dan Daerah Terpengaruh Panas (HAZ).....	20
2.3.2 Transformasi Fasa pada Baja Karbon	20
2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Mikrostruktur.....	21
2.4 Pengaruh Mikrostruktur terhadap Sifat Mekanis	21
2.4.1 Hubungan Antara Mikrostruktur dan Sifat Mekanis pada Sambungan Las.....	21
2.4.2 Mikrostruktur Sambungan Las Menggunakan Elektroda E6013.....	22
2.4.3 Mikrostruktur Sambungan Las Menggunakan Elektroda E7016.....	22
2.4.4 Pengaruh Mikrostruktur terhadap <i>Heat affected zone</i> (HAZ).....	22
2.4.5 Interpretasi Teoritis dan Studi Pendukung	23



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5 Studi Terdahulu.....	23
BAB III.....	25
METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir.....	25
3.1 Jenis Penelitian.....	25
3.1.1 Pendekatan Penelitian.....	25
3.2 Diagram alir.....	27
3.3 Penjelasan Diagram Alir Tugas Akhir.....	28
3.3.1 Studi Literatur.....	28
3.3.2 Persiapan Alat dan Bahan.....	29
3.3.3 Proses pengelasan SMAW.....	33
3.3.4 Pemotongan Spesimen.....	34
3.3.5 Preparasi Sampel Metalografi.....	34
3.3.6 Pengamatan Mikrostruktur.....	34
3.3.7 Data Mikrostruktur disimpan.....	34
3.3.8 Analisis dan Interpretasi Data.....	35
3.4 Preparasi Sampel Metalografi.....	35
BAB IV.....	36
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Hasil Pengmatan Mikrostruktur.....	36
4.1.1 Mikrostruktur pada Pengelasan dengan Elektroda E6013.....	36
4.1.2 Mikrostruktur pada Pengelasan dengan Elektroda E7016.....	37
4.2 Perbandingan Karakteristik Mikrostruktur.....	38
4.3 Analisis <i>Heat affected zone</i> (HAZ).....	39
4.3.1 Ketebalan dan Transformasi Fasa HAZ.....	39
4.4 Interpretasi berdasarkan Teori.....	39
BAB V.....	40
KESIMPULAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	41
LAMPIRAN.....	42



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	36
Gambar 4.2	37
Gambar 4.3	37
Gambar 4.4	38
Gambar 4.5	39





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 38



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelasan merupakan salah satu proses penyambungan logam yang paling luas digunakan dalam industri manufaktur, konstruksi, dan perbaikan alat berat. Salah satu metode yang umum dipakai adalah Shielded Metal Arc Welding (SMAW), karena kesederhanaan peralatan, biaya rendah, dan fleksibilitasnya terhadap berbagai posisi pengelasan. Namun, keberhasilan sambungan las tidak hanya ditentukan oleh kekuatan mekanisnya saja, tetapi juga oleh karakteristik mikrostruktur yang terbentuk pada logam las (weld metal) dan daerah terpengaruh panas (*Heat Affected Zone/HAZ*).

Struktur mikro pada hasil pengelasan dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah jenis elektroda yang digunakan. Elektroda E6013 dan E7016 memiliki komposisi dan sifat metalurgi berbeda, terutama pada lapisan fluksnya. E6013 merupakan elektroda dengan fluks berbasis rutil yang menghasilkan busur lembut dan mudah dikendalikan, namun menghasilkan lebih banyak hidrogen dalam proses pengelasan. Sebaliknya, E7016 merupakan elektroda *low hydrogen* yang dapat menghasilkan panas lebih stabil dan penetrasi lebih dalam, serta meminimalkan resiko pembentukan retak akibat hidrogen (Affan, 2020)

Pada pengelasan pelat baja karbon rendah dengan ketebalan 15 mm, pembentukan mikrostruktur menjadi sangat penting karena ketebalan pelat memperbesar gradien suhu dan mempercepat pendinginan, terutama di zona HAZ. Laju pendinginan yang tinggi dapat memicu terbentuknya martensit—struktur keras namun getas—yang meningkatkan risiko retak termal (Purnam, 2020). Oleh karena itu, penting untuk mengetahui



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

bagaimana kedua jenis elektroda tersebut memengaruhi morfologi termal mikrostruktur pada logam las dan HAZ (Darsono, 2019).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan struktur mikro yang terbentuk akibat penggunaan elektroda E6013 dan E7016 pada pengelasan pelat baja 15 mm menggunakan metode metalografi. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pemilihan elektroda yang lebih tepat dalam aplikasi pengelasan struktural, terutama yang membutuhkan ketangguhan dan ketahanan terhadap retak (Fitri, 2021; Zaira, 2024). Selain itu, studi ini juga diharapkan dapat memperkaya referensi ilmiah di bidang metalurgi pengelasan, khususnya dalam konteks transformasi fasa akibat proses

Penggunaan elektroda las yang tidak sesuai dapat menyebabkan cacat pada sambungan las seperti *undercut*, *incomplete fusion*, dan porositas yang berdampak pada menurunnya kekuatan tarik dan meningkatnya resiko retak, terutama pada zona HAZ. Penelitian ini oleh (Munawar. 2023) dan (Aly Ma'sum. 2025) menunjukkan bahwa pemilihan diameter elektroda dan arus yang tidak tepat dapat menurunkan kualitas las secara signifikan.

Selain itu ketidaksesuaian elektroda dapat menyebabkan struktur mikro yang kasar dan tidak merata, seperti perlit kasar atau martensit yang berdampak buruk pada ketangguhan logam las (Sopiansyah. 2024). Penggunaan elektroda *low hydrogen* seperti E7016 yang tidak disimpan dengan benar juga beresiko menyebabkan retak akibat *embrittlement* oleh hidrogen (Afgan. 2024). Dari sisi keselamatan kerja, elektroda yang tidak tepat dapat menghasilkan gas dan partikel berbahaya seperti Karbon Monoksida, Nitrogen Oksida, serta logam berat yang dapat membahayakan sistem pernafasan dan saraf (Bawazir. 2024).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Karakteristik Mikrostruktur hasil pengelasan SMAW pada Plat Baja Karbon tebal (15mm) menggunakan Elektroda E6013;
2. Karakteristik Mikrostruktur hasil pengelasan SMAW pada Plat Baja Karbon tebal (15mm) menggunakan Elektroda E7016;
3. Pengaruh pemilihan jenis elektroda terhadap daerah pengaruh panas (*Heat affected zone* / HAZ) pada hasil pengelasan SMAW.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mikrostruktur hasil pengelasan SMAW pada plat baja tebal (15mm) menggunakan Elektroda E6013?
2. Bagaimana mikrostruktur hasil pengelasan SMAW pada plat baja tebal (15mm) menggunakan Elektroda E7016?
3. Bagaimana pengaruh pemilihan jenis Elektroda terhadap daerah pengaruh panas (*Heat affected zone* / HAZ) pada hasil pengelasan SMAW?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih berfokus dan terarah, maka ruang lingkup pembahasan dibatasi pada hal berikut:

1. Penelitian hanya menggunakan metode pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW);
2. Elektroda yang digunakan dibatasi pada dua tipe, yaitu E6013 dan E7016
3. Pembahasan hanya mencakup analisis mikrostruktur pada daerah las dan pengaruh panas (HAZ).

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada studi ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik Mikrostruktur dari hasil pengelasan SMAW menggunakan Elektroda E6013 pada plat baja tebal (15mm);
2. Menganalisis karakteristik Mikrostruktur dari hasil pengelasan SMAW menggunakan Elektroda E7016 pada plat baja tebal (15mm);
3. Mengetahui pengaruh pemilihan jenis Elektroda terhadap daerah pengaruh panas (*Heat affected zone/HAZ*) pada hasil pengelasan SMAW.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Memberikan referensi literatur mengenai karakteristik Mikrostruktur pada sambungan las; dan
2. Memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh jenis Elektroda (E6013 dan E7016) terhadap pembentukan Mikrostruktur.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi dan analisis struktur mikro pada sambungan las baja karbon tebal 15 mm menggunakan metode *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dengan elektroda tipe E6013 dan E7016, maka simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis Elektroda mempengaruhi morfologi mikrostruktur
Penggunaan Elektroda E6013 menghasilkan struktur mikro berupa butiran ferrite dan perlit kasar, serta menunjukkan indikasi pembentukan martensit di zona HAZ akibat laju pendinginan yang cepat.
2. Elektroda E7016 menghasilkan struktur mikro yang lebih halus dan homogen
Struktur mikro yang dihasilkan berupa ferrite dan pearlite halus, terutama di daerah logam las. Struktur mikro ini terbentuk karena karakteristik elektroda E7016 sebagai elektroda *low hydrogen* yang menghasilkan pendinginan lebih lambat dan distribusi panas yang lebih merata.
3. Transformasi fasa di zona HAZ menunjukkan perbedaan yang signifikan
Zona HAZ E6013 menunjukkan adanya struktur martensit yang keras dan rapuh, yang meningkatkan potensi terjadinya retak. Sebaliknya, struktur mikro HAZ pada E7016 lebih stabil dan tahan terhadap retakan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Sebagai bagian dari tindak lanjut dari hasil penelitian ini, beberapa saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan Jenis Elektroda yang tepat

Untuk pengelasan baja karbon dengan ketebalan tinggi yang menuntut kualitas sambungan yang optimal, disarankan menggunakan elektroda E7016 karena elektroda tersebut mampu membentuk struktur mikro yang lebih halus dan homogen, dan tahan terhadap retak, sehingga meningkatkannya kekuatan dan keuletan pada sambungan las.

2. Pengendalian Parameter Proses Las


Penting untuk menjaga kestabilan parameter pengelasan seperti besar arus, kecepatan pergerakan elektroda, serta proses pendinginan guna meminimalisir pembentukan martensit berlebih, terutama ketika menggunakan elektroda tipe E6013 yang cenderung menghasilkan laju pendinginan lebih cepat.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

NO	GAMBAR	PENJELASAN
1		<p>Proses ini dilakukan setelah pemotongan spesimen. Pengamplasan dimulai dengan Amplas grit 100 hingga grit 1500 setelah itu dilakukan Etsa menggunakan Nital 5% (5% Asam nitrat, 95% Alkohol metanol)</p>
2		<p>Setelah proses Etsa selesai dilakukan proses pengamatan Struktur Mikro menggunakan mikroskop optik. Pada saat pengamatan Mikroskop optik pembesaran yang digunakan adalah pembesaran 200x. Hasil dari pengamatan akan ditampilkan secara digital pada layar.</p>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Afan, M. B., Purwantono, P., Mulianti, M., & Rahim, B. (2020). Pengaruh Suhu Penyimpanan Elektroda *Low Hydrogen* E7016 terhadap Hasil Uji Tekuk Sambungan Las Pelat Baja Karbon SS400. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(1), 20–25.

Darsono, Hasbi, M., & Aksar, P. (2019). Analisis Pengaruh Arus Pengelasan dan Jenis Elektroda pada Struktur Mikro Material Baja Karbon Rendah. *ENTHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 6(2).

Fitri, M., Hidayatullah, P., Wibowo, K. M., & Darmawan, A. S. (2021). *The Effect of SMAW Welding Currents on Mechanical Properties and Micro Structures of Low Carbon Steels. Materials Science Forum*, 1029, 15–23.

Purnama, D., Winarto, W., Sofyan, N., Prihastomo, A., & Ito, K. (2020). *Microstructure and Mechanical Properties of AH-36 Steel Weldment Welded Using Magnesium-Modified E6013 Electrode. International Journal of Technology*, 11(1), 48–59.

Zaira, J. Y., El Hasani, B., Ma'a, M., & Akhyan, A. (2024). Pengaruh Variasi Komposisi Elektroda E7016 terhadap Hasil Pengelasan SMAW Sambungan *Butt Joint* Menggunakan Material Baja SS400. *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, 10(2), 74–85.

Munawar, H. M., Gusniar, I. N., & Hanafi, R. (2023). Pengaruh jenis elektroda las SMAW terhadap sifat mekanik dan struktur mikro. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 11(1), 93–96.

American Welding Society. (2020). *Welding Handbook* (Vol. 1). Miami, FL: American Welding Society.

Okviyanto, R., Firmansyah, R., & Surachman, S. (2023). Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Sudut Kampuh Terhadap Struktur Mikro Sambungan Las SMAW.

Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, 10(2), 101–106.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Wijaya, I., Setiawan, R., & Mulyadi, S. (2020). Karakteristik Mikrostruktur Sambungan Las SMAW Menggunakan Elektroda E6013 pada Baja Karbon. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1), 23–30.

ASTM International. (2023). *ASTM E3-11(2023), Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens*. West Conshohocken, PA: ASTM International.

ASTM International. (2023). *ASTM E407-22, Standard Practice for Microetching Metals and Alloys*.

ASTM International. (2021). *ASTM E883-21, Standard Guide for Reflected-Light Photomicrography*.

Zhou, H., Zhang, W., Yin, F., & Zhang, J. (2020). Effect of restraint stress on martensite transformation in low transformation temperature weld metal. *Journal of Materials Science*, 55(2), 890–902.

Ma'sum, M. A. (2025). *PENGARUH PARAMETER ARUS, POLARITAS, DAN DIAMETER ELEKTRODA TERHADAP CACAT LAS PADA PENGELASAN SMAW DENGAN MATERIAL BAJA ST37*.



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

