



© 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



RANCANG BANGUN JIG SEBAGAI ALAT BANTU PENGELASAN SIKU UNTUK PLAT DENGAN KETEBALAN MAKSIMAL 6 MM

**Proses Fabrikasi Jig Sebagai Alat Bantu Pengelasan Siku Untuk
Plat Dengan Ketebalan Maksimal 6 mm**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Zaim Akiffi Ramadhan

NIM.2302311134

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© 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



**RANCANG BANGUN JIG SEBAGAI ALAT BANTU
PENGELASAN SIKU UNTUK PLAT DENGAN
KETEBALAN MAKSIMAL 6 MM**

**Proses Fabrikasi Jig Sebagai Alat Bantu Pengelasan Siku Untuk
Plat Dengan Ketebalan Maksimal 6 mm**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh:

Zaim Akiffi Ramadhan

NIM.2302311134

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**Proses Fabrikasi Jig Sebagai Alat Bantu Pengelasan Siku Untuk
Plat Dengan Ketebalan Maksimal 6 mm**

Oleh:

Zaim Akiffi Ramadhan

NIM. 2302311134

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.Ing., M.T
NIP. 196512131992031001

Pembimbing 2

Dhiya Luqyana S.Tr.T.M.T.
NIP. 199809212024062001

Kepala Program Studi
D3 Teknik Mesin

Nabila Yudisha, S.T., M.T.
NIP. 199311302023212045



© 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

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Proses Fabrikasi Jig Sebagai Alat Bantu Pengelasan Siku Untuk
Plat Dengan Ketebalan Maksimal 6 mm

Oleh:

Zaim Akiffi Ramadhan

NIM. 2302311134

Program Studi Diploma – III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 20 Juli 2026 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	Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.Ing., M.T. NIP. 196512131992031001	Ketua		20/7/26
2	Radhi Maladzi, S.T., M.T NIP. 199307282024061001	Anggota		20/7/2026
3	Ir. Rosidi, S.T., M.T NIP. 196509131990031001	Anggota		20/7/26

Depok, 28 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zaimuri S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zaim Akiffi Ramadhan
NIM : 2302311134
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, 28 Juni 2026

Zaim Akiffi Ramadhan
NIM. 2302311134



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

Proses Fabrikasi Jig Sebagai Alat Bantu Pengelasan Siku Untuk Plat Dengan Ketebalan Maksimal 6 mm

Zaim Akiffi Ramadhan¹, Nugroho Eko Setijogiarto², Dhiya Luqyana³

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail address: nugroho.eko@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan industri manufaktur menuntut proses produksi yang mampu menghasilkan produk dengan kualitas tinggi, ketelitian dimensi yang baik, serta efisiensi waktu pengerjaan. Salah satu proses yang banyak digunakan dalam fabrikasi logam adalah pengelasan, yang kualitas hasilnya dipengaruhi oleh kestabilan posisi benda kerja selama proses berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses manufaktur jig sebagai alat bantu pengelasan siku untuk plat baja karbon rendah dengan ketebalan maksimal 6 mm. Metode penelitian meliputi persiapan alat dan bahan, pengukuran material, pemotongan menggunakan mesin gerinda, pengeboran, pembuatan ulir (tapping), pengelasan menggunakan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW), perakitan, finishing, serta perhitungan putaran mesin bor dan daya mesin las. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jig yang berhasil difabrikasi mampu menjaga posisi benda kerja tetap stabil selama proses pengelasan sehingga menghasilkan sudut sambungan yang lebih presisi, mempermudah proses pengerjaan, serta meningkatkan efisiensi fabrikasi. Selain itu, jig yang dihasilkan memiliki konstruksi yang kokoh, mudah dioperasikan, dan dapat digunakan sebagai alat bantu pengelasan siku pada plat baja karbon rendah dengan ketebalan maksimal 6 mm.

Kata-kata kunci: *proses manufaktur, jig, pengelasan SMAW, fabrikasi, baja karbon rendah.*



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

Proses Fabrikasi Jig Sebagai Alat Bantu Pengelasan Siku Untuk Plat Dengan Ketebalan Maksimal 6 mm

Zaim Akiffi Ramadhan¹, Nugroho Eko Setijogiar², Dhiya Luqyana³

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail address: nugroho.eko@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

The development of the manufacturing industry requires production processes capable of producing high-quality products with good dimensional accuracy and high production efficiency. Welding is one of the most widely used fabrication processes, and its quality is strongly influenced by the stability of the workpiece during welding. This study aims to describe the manufacturing process of a jig used as a right-angle welding aid for low-carbon steel plates with a maximum thickness of 6 mm. The research method included preparation of tools and materials, material measurement, cutting using a grinding machine, drilling, thread tapping, Shielded Metal Arc Welding (SMAW), assembly, finishing, and calculations of drilling machine speed and welding power. The results showed that the fabricated jig was able to maintain the stability of the workpiece position during welding, resulting in more precise right-angle joints, easier fabrication, and improved production efficiency. Furthermore, the jig has a rigid construction, is easy to operate, and can be effectively used as a welding aid for low-carbon steel plates with a maximum thickness of 6 mm.

Keywords: *manufacturing process, jig, SMAW welding, fabrication, low carbon steel.*



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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Proses Manufaktur Jig Sebagai Alat Bantu Pengelasan Siku untuk Plat dengan Ketebalan Maksimal 6 mm”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis memperoleh banyak pengalaman, pengetahuan, serta pembelajaran yang sangat berharga, baik dari segi teknis maupun non-teknis. Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Nabila Yudisha, S.T., M.T, selaku Kepala Program Studi D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.Ing., M.T, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Dhiya Luqyana S.Tr.T.M.T, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kepada keluarga atas segala doa, kasih sayang, dukungan moral dan material, serta pengorbanan yang tulus tanpa henti. Doa dan restu menjadi sumber kekuatan dan semangat utama dalam menyelesaikan proses pendidikan hingga tahap ini.
6. Kepada seluruh teman-teman seangkatan maupun dari angkatan lain yang telah menunjukkan kepedulian, memberikan semangat, serta mendukung perkembangan tugas maupun kondisi pribadi selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Dukungan yang diberikan sangat berarti dalam menjaga motivasi dan semangat hingga tugas ini dapat diselesaikan dengan baik.



© 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

Penulis berharap tugas akhir ini dapat menambah wawasan bagi pembaca dan khususnya bagi penulis. Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan selanjutnya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Depok, 5/8/2026

Zaim Akiffi Ramadhan
NIM. 2302311108





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

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat	4
1.1.1 Bagi Mahasiswa	4
1.1.2 Bagi institusi	4
1.1.3 Bagi Pengguna	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Metode Penulisan	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Proses Manufaktur	7
2.2 Jig.....	8
2.3 Baja Karbon Rendah.....	9
2.4 Pengelasan SMAW.....	10
2.5 Mesin Gerinda.....	12
2.6 Mesin Bor.....	14
2.7 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	18
BAB III METODOLOGI.....	19
3.1 Diagram Alir Pengerjaan.....	19
3.3 Metode Pemecah Masalah.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Persiapan Fabrikasi	23
4.2 Proses Fabrikasi	24
4.2.1 Pengukuran Material	24
4.2.2 Pemotongan Material	25



© 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

4.2.3	Pengeboran.....	28
4.2.4	Pembuatan Ulir (<i>Tapping</i>).....	28
4.2.5	Pengelasan SMAW.....	29
4.2.6	Perakitan.....	30
4.2.7	<i>Finishing</i>	30
4.3	Perhitungan Fabrikasi.....	31
4.3.1	Perhitungan Mesin Bor	31
4.3.2	Perhitungan Daya Mesin Las SMAW.....	32
4.3.3	Perhitungan Mesin Gerinda.....	33
4.4	Hasil Fabrikasi	33
4.4.1	Hasil Pemotongan Material.....	34
4.4.2	Hasil Pengeboran	34
4.4.3	Hasil Pembuatan Ulir (<i>Tapping</i>)	35
4.4.4	Hasil Pengelasan	35
4.4.5	Hasil perakitan	36
4.4.6	Hasil Akhir <i>Jig</i>	37
4.5	Pembahasan.....	38
4.5.1	Analisis Hasil Fabrikasi	38
4.5.2	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	39
4.5.3	Kelebihan dan Kekurangan <i>Jig</i>	40
4.5.4	Implikasi Hasil Fabrikasi	41



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 2. 2 Nilai Kecepatan Keliling Yang Disarankan.....	14
Tabel 2. 3 Material, Cutting Speed, Sudut Mata HSS, dan Coolant	17
Tabel 4. 1 Pemotongan Material	27





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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin Las SMAW	11
Gambar 2. 2 Mesin Gerindra	13
Gambar 2. 3 Mesin Bor	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 4. 1 Pengukuran Material	25
Gambar 4. 2 Pemotongan Material	26
Gambar 4. 3 Pengelasan SMAW	29
Gambar 4. 4 Proses Perakitan	30
Gambar 4. 5 Hasil pemotongan Material	34
Gambar 4. 6 Hasil pengeboran Material	35
Gambar 4. 7 perakitan jig	36
Gambar 4. 8 Hasil Akhir Jig.....	37
Gambar 4. 9 Hasil pengujian jig	38

**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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia industri pada era modern menuntut setiap perusahaan mampu menghasilkan produk yang berkualitas tinggi, memiliki ketelitian dimensi yang baik, serta dapat diproduksi secara efisien. Untuk memenuhi tuntutan tersebut, diperlukan proses manufaktur yang terencana dan sistematis sehingga setiap tahapan produksi dapat berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Proses manufaktur merupakan rangkaian kegiatan yang mengubah bahan baku menjadi produk yang memiliki nilai tambah melalui tahapan perencanaan, pemilihan material, proses produksi, perakitan, hingga pemeriksaan kualitas. Proses manufaktur tidak hanya berfokus pada proses pembuatan produk, tetapi juga mencakup perencanaan proses produksi serta pelaksanaan setiap tahapan pekerjaan sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, keberhasilan suatu produk dipengaruhi oleh keterkaitan setiap tahapan proses manufaktur yang dilakukan secara sistematis [1].

Salah satu kegiatan yang banyak diterapkan dalam proses manufaktur adalah fabrikasi logam. Fabrikasi merupakan proses pembuatan atau perakitan produk logam melalui beberapa tahapan, seperti pengukuran material, pemotongan, pengeboran, pembuatan ulir (*tapping*), pengelasan, perakitan, hingga *finishing*. Setiap tahapan harus dilakukan dengan tepat agar produk yang dihasilkan memiliki dimensi, bentuk, dan fungsi sesuai dengan gambar kerja. Dalam proses tersebut, penggunaan mesin perkakas seperti mesin gerinda, mesin bor, dan mesin las menjadi faktor penting yang mendukung kelancaran proses produksi serta kualitas hasil fabrikasi.

Pengelasan merupakan salah satu proses yang paling banyak digunakan dalam industri manufaktur, konstruksi, dan fabrikasi logam sebagai metode penyambungan dua atau lebih material logam secara permanen. Proses ini dipilih karena mampu menghasilkan sambungan yang kuat, ekonomis, dan dapat diterapkan pada berbagai jenis konstruksi. Kualitas sambungan pada proses

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

pengelasan SMAW dipengaruhi oleh parameter pengelasan yang digunakan sehingga akan berpengaruh terhadap karakteristik sambungan las yang dihasilkan. Oleh karena itu, keberhasilan proses pengelasan tidak hanya dipengaruhi oleh material yang digunakan, tetapi juga oleh metode kerja serta kondisi selama proses pengelasan berlangsung [2].

Selain parameter pengelasan, kestabilan posisi benda kerja menjadi salah satu faktor yang menentukan kualitas hasil pengelasan. Pergeseran benda kerja selama proses pengelasan dapat menyebabkan perubahan sudut, penyimpangan dimensi, maupun cacat pada sambungan las. Permasalahan tersebut sering dijumpai pada proses pengelasan siku, di mana kedua material harus tetap berada pada sudut 90° hingga proses pengelasan selesai. Apabila posisi benda kerja berubah akibat panas pengelasan atau proses penyetelan yang kurang tepat, maka kualitas hasil pengelasan dapat menurun. Kondisi tersebut juga menyebabkan operator harus melakukan penyetelan ulang sehingga waktu pengerjaan menjadi lebih lama dan efisiensi produksi berkurang.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah menggunakan *welding jig* sebagai alat bantu pengelasan. *Welding jig* berfungsi untuk menempatkan, menahan, dan menjaga posisi benda kerja agar tetap stabil selama proses pengelasan berlangsung. Dengan posisi benda kerja yang tetap, proses pengelasan dapat dilakukan dengan lebih mudah, lebih presisi, dan menghasilkan kualitas sambungan yang lebih konsisten. Selain itu, penggunaan *jig* juga mampu mengurangi waktu penyetelan sehingga proses produksi menjadi lebih efektif.

Penelitian mengenai penggunaan *welding jig* telah banyak dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas proses pengelasan. *Jig* dan *fixture* berfungsi sebagai alat pencekam yang mampu menjaga posisi benda kerja selama proses pengelasan sehingga pekerjaan menjadi lebih efisien [3]. Selain itu, *jig* dan *fixture* digunakan untuk memosisikan serta menopang benda kerja selama proses produksi sehingga mampu meningkatkan ketelitian, menjaga konsistensi dimensi produk, dan mendukung kelancaran proses manufaktur [4]. Hal tersebut menunjukkan

bahwa penggunaan *jig* tidak hanya mempermudah proses pengerjaan, tetapi juga membantu menghasilkan kualitas produk yang lebih baik.

Selain meningkatkan ketelitian, penggunaan *welding jig* juga mampu mengurangi perubahan bentuk akibat panas selama proses pengelasan. Penggunaan *welding jig* mampu menjaga posisi benda kerja tetap stabil sehingga perubahan bentuk selama proses pengelasan dapat diminimalkan dan hasil pengelasan menjadi lebih konsisten [5]. Selain itu, penggunaan *jig* mampu mengurangi waktu penyetalan benda kerja sehingga proses pengelasan menjadi lebih cepat dibandingkan metode manual [6]. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penggunaan *welding jig* mampu meningkatkan kestabilan posisi benda kerja, membuat proses pengerjaan lebih efektif, menghasilkan kualitas pengelasan yang lebih konsisten, serta mengurangi kesalahan akibat faktor manusia (*human error*) [7].

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa penggunaan *welding jig* mampu meningkatkan stabilitas *positioning* benda kerja sehingga operator lebih mudah melakukan proses pengelasan dan kualitas sambungan las menjadi lebih baik [8]. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa penggunaan *welding jig* telah terbukti meningkatkan efisiensi proses pengelasan, menjaga kestabilan posisi benda kerja, serta meningkatkan kualitas hasil pengelasan pada berbagai jenis produk. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek perancangan maupun implementasi *jig* pada produk tertentu, sedangkan pembahasan mengenai proses manufaktur *jig* mulai dari persiapan material, pemotongan, pengeboran, pembuatan ulir (*tapping*), pengelasan, perakitan, hingga *finishing* masih belum banyak dibahas secara rinci.

Oleh karena itu, penelitian mengenai fabrikasi *jig* sebagai alat bantu pengelasan siku pada material baja karbon rendah dengan ketebalan maksimal 6 mm perlu dilakukan. Penelitian ini difokuskan pada tahapan proses manufaktur mulai dari persiapan material, pemotongan menggunakan mesin gerinda, pengeboran, pembuatan ulir (*tapping*), pengelasan SMAW, perakitan, hingga proses *finishing* sehingga dihasilkan *jig* yang mampu menjaga posisi benda kerja tetap stabil selama proses pengelasan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi

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

referensi dalam pembuatan *welding jig* yang sederhana, ekonomis, mudah diaplikasikan, serta mampu meningkatkan ketelitian dan efisiensi proses pengelasan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana proses fabrikasi *jig* sebagai alat bantu pengelasan siku untuk plat dengan ketebalan maksimal 6 mm?
2. Bagaimana tahapan pembuatan *jig* agar sesuai dengan desain yang telah ditentukan?
3. Bagaimana hasil fabrikasi *jig* yang dibuat sebagai alat bantu pengelasan siku?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui proses fabrikasi *jig* sebagai alat bantu pengelasan siku untuk plat dengan ketebalan maksimal 6 mm.
2. Melaksanakan proses pembuatan *jig* sesuai dengan desain yang telah ditentukan.
3. Menghasilkan *jig* yang dapat digunakan sebagai alat bantu pengelasan siku.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

1.1.1 Bagi Mahasiswa

1. Menambah pengetahuan dan keterampilan dalam bidang proses manufaktur.
2. Mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan pada pembuatan produk nyata.
3. Menambah pengalaman dalam proses pembuatan *jig* pengelasan.

1.1.2 Bagi institusi

1. Menjadi referensi bagi mahasiswa dalam pengembangan tugas akhir sejenis.
2. Menambah koleksi karya ilmiah pada Program Studi D3 Teknik Mesin.

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

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

1.1.3 Bagi Pengguna

1. Membantu menjaga posisi benda kerja selama proses pengelasan.
2. Mempermudah proses pengelasan siku.
3. Meningkatkan ketelitian dan konsistensi hasil pengelasan.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Pembahasan difokuskan pada proses manufaktur *jig* sebagai alat bantu pengelasan siku.
2. *Jig* digunakan untuk plat dengan ketebalan maksimal 6 mm.
3. Proses manufaktur meliputi pemotongan material, pengeboran, pengelasan, perakitan, dan *finishing*.
4. Tidak membahas proses perancangan dan perhitungan desain *jig*.
5. Tidak membahas analisis kekuatan struktur *jig*.

1.6 Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah metode rancang bangun yang meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi literatur mengenai *jig*, pengelasan, dan proses manufaktur.
2. Observasi kebutuhan proses pembuatan *jig*.
3. Persiapan alat dan bahan.
4. Pelaksanaan proses manufaktur *jig*.
5. Dokumentasi hasil proses manufaktur.
6. Penyusunan laporan tugas akhir.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai isi laporan secara keseluruhan. Adapun sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, metode penyusunan tugas akhir, dan sistematika penulisan.

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

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori-teori yang mendukung tugas akhir, meliputi proses manufaktur, *jig* dan *fixture*, pengelasan SMAW, material, mesin gerinda, dan mesin bor.

3. BAB III METODOLOGI

Berisi diagram alir pelaksanaan tugas akhir, alat dan bahan yang digunakan, serta tahapan proses manufaktur *jig*.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil setiap tahapan proses manufaktur, dokumentasi proses pembuatan, hasil akhir *jig*, serta pembahasan terkait proses manufaktur yang telah dilakukan.

5. BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran dari pelaksanaan tugas akhir.

6. DAFTAR PUSTAKA

Berisi seluruh sumber referensi yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir.

**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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil proses fabrikasi dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Fabrikasi *jig* sebagai alat bantu pengelasan siku pada material baja karbon rendah dengan ketebalan maksimal 6 mm berhasil dilaksanakan melalui tahapan pengukuran material, pemotongan menggunakan mesin gerinda, pengeboran dengan mata bor Ø8,5 mm, pembuatan ulir (*tapping*) M10, pengelasan SMAW, perakitan, serta proses *finishing*. Seluruh tahapan dapat diselesaikan sesuai dengan gambar kerja sehingga menghasilkan *jig* yang siap digunakan.
2. *Jig* yang telah difabrikasi mampu berfungsi sebagai alat bantu pengelasan siku dengan menjaga posisi benda kerja tetap stabil selama proses pengelasan berlangsung. Penggunaan baut pengunci M10 pada lubang berulir hasil *tapping* memudahkan proses pemasangan dan pelepasan benda kerja serta membantu mengurangi terjadinya pergeseran selama proses pengelasan.
3. Hasil fabrikasi menunjukkan bahwa *jig* memiliki konstruksi yang kokoh, mudah dioperasikan, dan dapat digunakan sebagai alat bantu pada proses pengelasan siku baja karbon rendah. Penggunaan *jig* juga memberikan kemudahan dalam proses penyetelan benda kerja sehingga proses pengelasan menjadi lebih efektif dan menghasilkan posisi sambungan yang lebih konsisten.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil fabrikasi yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

1. *Jig* yang telah dibuat dapat dikembangkan agar memiliki mekanisme penyetelan yang lebih fleksibel sehingga dapat digunakan untuk berbagai ukuran benda kerja dan variasi sudut pengelasan.
2. Sistem penguncian yang masih menggunakan baut manual dapat diganti dengan sistem *quick clamp* atau mekanisme penjepit yang lebih praktis sehingga proses pemasangan dan pelepasan benda kerja menjadi lebih cepat.

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



3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian terhadap akurasi sudut, kekuatan konstruksi, dan ketahanan *jig* setelah digunakan secara berulang sehingga kinerja alat dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.
4. *Jig* yang telah difabrikasi dapat dikembangkan menggunakan material atau komponen tambahan yang lebih sesuai untuk penggunaan pada proses produksi yang lebih intensif sehingga umur pakai alat menjadi lebih panjang.





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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Suwandi, N. Deva, R. Nuryadin, E. Maulana, dan B. M. Suyitno, “Perancangan Produk dan Proses Manufaktur Biodigester Tipe Fixed Dome untuk Rumah Mandiri Energi,” *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 6, no. 2, pp. 285–298, 2021.
- [2] B. C. Tjiptady, R. Z. Rahman, R. F. Meditama, dan G. Widayana, “Jig and Fixture Redesign for Making Reamer on Head Cylinder,” *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 9, no. 1, pp. 32–41, 2021.
- [3] Carli, E. Saputra, Daryadi, dan Sunarto, “Aplikasi Jig pada Proses Pembuatan Hook untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Pengelasan Menggunakan Rotary Welding: Studi Kasus di Industri Karoseri,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 2, pp. 325–334, 2022.
- [4] O. Ferenza, Tuparjono, dan Sugiyarto, “Pengaruh Variasi Arus pada Pengelasan Baja ST37 Menggunakan Las Shield Metal Arc Welding (SMAW) dengan Posisi Pengelasan 3F,” *Syntax Idea*, vol. 3, no. 8, 2021.
- [5] Hafni, “The Effect of Electrode Moisture and Polarity on SMAW Welding of Low Carbon Steel,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 80–85, 2021.
- [6] H. Nurdin, Purwantono, dan K. Umurani, “Tensile Strength of Welded Joints in Low Carbon Steel Using Metal Inert Gas (MIG) Welding,” *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, vol. 21, no. 3, pp. 175–180, 2021.
- [7] P. Bermanno, Hamsapari, dan B. P. Irawan, “Rancang Bangun Alat Pengiris Bawang Merah,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 7, no. 1, 2021.
- [8] A. P. Austin, F. Y. Utama, D. Riandadari, dan F. I. Abdi, “Analisis Biaya Permesinan dalam Proses Pengeboran pada Material Baja ST 37 dengan Variasi Material Mata Bor,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 444–449, 2024, doi: 10.26740/jrm.v9i03.66350. □1□
- [9] A. D. Bahar, I. Zulfikar, Nurawan, dan L. M. Zainul, “Penerapan Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Aktivitas Pekerjaan Pengelasan di PT XYZ,” *EUNOIA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 5, no. 1, pp. 167–173, 2026, doi: 10.36277/eunoia.v5i1.996.



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] L. R. Afiadi, G. Bayu, M. N. Dzakwan, dan E. S. Solih, “Perancangan Jig Welding Berbasis Autodesk Inventor untuk Mendukung Stabilitas Positioning dan Efektivitas Proses Pengelasan Swing Arm Sepeda Motor Listrik,” *Journal of Automotive Engineering Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 27–36, 2025.
- [11] S. Widiyanto dan Sambas, “Perancangan Jig Welding pada Proses Pengelasan Pipe Diffuser untuk Mengurangi Perubahan Bentuk pada Pengelasan,” *JUS TEKNO (Jurnal Sains dan Teknologi)*, vol. 9, no. 2, pp. 35–40, 2025.
- [12] H. Rizka, M. Matahelumual, M. T. N. Ramadhan, dan G. Heryana, “Redesain Alat Pencekam Plat dalam Konteks Jig and Fixture pada Proses Pengelasan di Meja Kerja,” *Jurnal Mekanik Terapan*, vol. 5, no. 2, pp. 113–120, 2024.
- [13] S. P. Purbaningrum, Johannes, F. Imansuri, D. Salati, dan E. S. Solih, “Implementasi Jig Welding untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelasan Frame Base,” *Journal of Community Services in Sustainability*, vol. 2, no. 1, pp. 55–64, 2023.
- [14] H. D. A. Purbonugroho, A. Suprihanto, dan G. D. Haryadi, “Analisis Metode Pengelasan SMAW terhadap Laju Korosi dan Nilai Kekerasan pada Baja Karbon Rendah AISI 1020,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 11, no. 4, pp. 227–234, 2023.
- [15] A. Gunanto dan J. Pramono, *Teknik Pemesinan Gerinda SMK/MAK Kelas XII Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2021.
- [16] Mursidi, *Teknik Pemesinan Gerinda 1*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.
- [17] Teknik Jaya, “Bagian-Bagian Mesin Gerinda Potong,” 2025. [Online]. Available: <https://teknikjaya.co.id/bagian-bagian-mesin-gerinda-potong/>. [Accessed: 2-Jul-2026].
- [18] Jayamanunggal, “Tentang Mesin Las SMAW,” 2025. [Online]. Available: <https://kawatlas.jayamanunggal.com/tentang-mesin-las-smaw/>. [Accessed: 2-Jul-2026].
- [19] A. Purwanto, Wijoyo, dan A. F. Riyadin, “Pengaruh Polaritas Mesin Las pada Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) terhadap Sifat Fisik 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Mekanik Baja Karbon Rendah,” Jurnal Teknik Indonesia, vol. 2, no. 4, pp. 150–158, 2023.

- [20] A. B. Santoso, M. Thohirin, Wisnaningsih, A. Pambudi, dan Supriyanto, “Analisis Kekuatan Bending Sambungan Las SMAW Material Baja Karbon Rendah dengan Perlakuan Pendinginan, Kawat Las dan Variasi Kuat Arus,” *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, vol. 8, no. 2, pp. 91–102, 2023.
- [21] R. Indrawan, D. A. Purnomo, F. Bisono, B. W. Karuniawan, dan R. A. Fajardini, “Design and Fabrication of Jig and Fixture for Milling Operations in the Manufacturing Sector,” *ROTASI*, vol. 26, no. 4, pp. 54–59, 2024.
- [22] Widarto, *Teknik Pemesinan*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [23] Indotrading, “Mesin Drilling & Milling,” PT Tunggal Mandiri Teknik. [Online]. Available: <https://www.indotrading.com/tunggalmandiriteknik/mesin-drilling-milling-p294406.aspx>.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**