



© 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



**Analisis Variasi Gap Pada Hasil Pengelasan Boom PC200
Menggunakan Metode Six Sigma di PT. XYZ**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Penyusun :

**Ahmad Sabila Rosyad
NIM. 2302311034**

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



Analisis Variasi Gap Pada Hasil Pengelasan Boom PC200 Menggunakan Metode Six Sigma di PT. XYZ

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

**Penyusun :
Ahmad Sabila Rosyad**

NIM. 2302311034

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

**ANALISIS VARIASI GAP PADA HASIL PENGELASAN BOOM PC200
MENGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT. XYZ**

Oleh:

Ahmad Sabila Rosyad

NIM. 2302311034

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing:

Pembimbing 1

Asep Ariana, S.T., M.Kom.
NIP. 196211101989031004

Pembimbing 2

Azam Milah Muhamad, M.T.
NIP. 199608232024061003

Mengetahui,

Kepala Program Studi D3 Teknik Mesin

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



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**

**ANALISIS VARIASI GAP PADA HASIL PENGELASAN BOOM PC200
MENGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT. XYZ**

Oleh:

Ahmad Sabila Rosyad

NIM. 2302311034

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang tugas akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 21 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III Program Studi DIII Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Budi Yuwono, S.T.	Penguji 1		17/7 2026
2	Dhiya Luqyana, S.Tr,T., M.T	Penguji 2		20/7 2026
3	Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, M.T.	Moderator		17/7 2026

Depok, 15 Juli 2026

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

NIP: 197602252000121002



© 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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Sabila Rosyad
NIM : 2302311034
Program Studi : D-III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan didalam 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 didalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan saya buat dengan sebenar – benar-nya:

Depok, 21 Juli 2026



Ahmad Sabila Rosyad
NIM. 2302311034



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

ANALISIS VARIASI GAP PADA HASIL PENGELASAN BOOM PC200 MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT XYZ

Ahmad Sabila Rosyad, Asep Apriana, Azam Milah Muhamad

Program Studi D3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof G.

A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email : ahmad.sabila.rosyad.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Kualitas hasil pengelasan merupakan faktor yang sangat penting dalam kekuatan dan keandalan struktur boom PC200 sebagai komponen utama excavator. Pada proses produksi di PT. XYZ masih ditemukan cacat pengelasan berupa *incomplete penetration* dan *pinhole* yang menyebabkan meningkatnya waktu *repair*, *rework*, serta menurunkan produktivitas. Salah satu faktor yang diduga menjadi penyebab utama adalah variasi root gap yang terjadi setelah proses *fit-up* dan *tack welding*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi gap terhadap kualitas pengelasan boom PC200 serta mengidentifikasi akar penyebab terjadinya cacat menggunakan metode *six sigma* dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Ketidaksesuaian gap paling banyak terjadi pada posisi 3 *bottom*, Akibat dari variasi dimensi material casting, yang berdampak pada bertambahnya waktu *fit-up*, proses *repair*, waktu pengelasan, hingga munculnya cacat las. Penerapan standar gap yang lebih optimal serta penggunaan plat pengganjal (*shim plate*) sebagai alat bantu untuk menjaga kestabilan gap, khususnya pada posisi 3 *bottom*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendalian variasi gap memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kualitas pengelasan boom PC200. Implementasi usulan perbaikan mampu mengurangi potensi cacat pengelasan, menekan waktu *repair* dan *rework*, meningkatkan efisiensi proses produksi.

Kata kunci: *Boom PC200, Root gap, Variasi Dimensi, Six Sigma, DMAIC*



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

ANALISIS VARIASI GAP PADA HASIL PENGELASAN BOOM PC200 MENGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT. XYZ

Ahmad Sabila Rosyad, Asep Apriana, Azam Milah Muhamad

Program Studi D3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof
G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email : ahmad.sabila.rosyad.tn23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

The quality of welds is a critical factor in the strength and reliability of the PC200 boom structure as a key component of the excavator. During the production process at PT. XYZ, welding defects such as incomplete penetration and pinholes are still found, leading to increased repair and rework time, as well as reduced productivity. One factor suspected to be the primary cause is variations in the root gap that occur after the fit-up and tack welding processes. This study aims to analyze the effect of gap variations on the welding quality of the PC200 boom and to identify the root causes of defects using the Six Sigma method with the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) approach. Gap discrepancies most frequently occur at positions 3 bottom. These variations result from dimensional variations in the casting material, which lead to increased fit-up time, repair processes, welding time, and the occurrence of weld defects. The implementation of more optimal gap standards and the use of shim plates as aids to maintain gap stability, particularly at the 3 bottom position. The research results show that controlling gap variations has a significant impact on improving the welding quality of the PC200 boom. Implementing the proposed improvements can reduce the potential for welding defects, minimize repair and rework time, and improve production process efficiency.

Keywords: PC200 Boom, Root Gap, Dimensional Variations, Six Sigma, DMAIC.



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

Segala puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT Atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir ini. Laporan ini disusun berdasarkan pengalaman dan ilmu yang saya dapatkan selama mengikuti kegiatan Kerja Praktik di PT. XYZ pada tanggal 13 Januari – 17 April 2026. Secara spesifik, laporan ini berfokus penelitian pada topik “Analisis variasi gap pada hasil pengelasan boom PC200 menggunakan metode Six Sigma”.

Pemilihan topik ini didasari oleh pentingnya menjaga kualitas pengelasan pada komponen struktural utama seperti Boom, dimana defect pengelasan dapat berdampak langsung pada kualitas boom dan jangka pakai. Oleh karena itu, tugas akhir ini akan membahas faktor-faktor penyebab terjadinya defect, variasi gap terhadap penetrasi pengelasan dan upaya perbaikan untuk memastikan boom dapat memenuhi standar kualitas.

Pada kesempatan ini, Penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang mensupport penulis dalam mengerjakan laporan tugas akhir ini. Ucapan terimakasih ini penulis tujukan kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., Selaku kepala jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T., Selaku kepala program studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Asep Apriana, S.T., M.Kom., Selaku dosen pembimbing 1, yang telah membimbing, memberikan masukan, memberi motivasi dan perbaikan dalam pembuatan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak Azam Milah Muhamad, M.T., Selaku dosen pembimbing 2, yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
5. Orang Tua penulis, Yang selalu mensupport dan mendoakan penulis.
4. Bapak Budi Suharsono, Selaku user sekaligus manajer fabrikasi PT. XYZ, yang telah membantu dalam masa extend penulis.



© 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

5. Bapak Kalimi Budi, Selaku pembimbing industri PT. XYZ, yang telah memberikan arahan serta masukan kepada penulis.

6. Bapak Dwi, Selaku foreman line boom fabrikasi PT. XYZ, yang telah menjelaskan semua proses perakitan Boom dan juga membantu penulis dalam mencari data.

Penulis berharap tugas akhir yang disusun ini bisa bermanfaat bagi pembaca serta berguna bagi kemajuan PT. XYZ selaku tempat praktik kerja lapangan. Penulis sadar bahwa tugas akhir yang telah disusun masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap agar para pembaca dapat memberi masukan-masukan positif agar penulis dapat membuat laporan yang lebih baik dikemudian hari.

Jakarta, 30 Maret 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Ahmad Sabila Rosyad



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 PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Sistematika Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengelasan (Welding)	5
2.2 Jenis – jenis Pengelasan	5
2.2.1 Gas Metal Arc Welding (GMAW).....	5
2.3 Root Gap	8
2.4 Kualitas Pengelasan (welding).....	9
2.5 Welding defect (Cacat Pengelasan).....	10
2.6 Jenis jenis Welding defect	10
2.6.1 Crack	10
2.6.2 Porosity	11
2.6.3 Undercut	11
2.6.4 Slag Inclusion.....	11
2.6.5 Spatter	12
2.6.6 Incomplete Penetration.....	12
2.6.7 Overlap.....	13
2.7 Excavator PC200.....	13



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

2.8 Boom PC200	13
2.9 Komponen Boom PC200	14
2.9.1 Boom Foot.....	14
2.9.2 Boom Point	14
2.9.3 Center Boss	15
2.9.4 Side Plate RH&LH.....	15
2.9.5 Plate 01&02 (Up & Bottom)	16
2.9.6 Bracket	16
2.10 Pengaruh Variasi Gap Terhadap Pengelasan	17
2.11 UTD (Ultra Sonic Test Defect)	17
2.12 Metode Six Sigma.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Diagram Alir	20
3.2 Penjelasan Langkah Kerja.....	21
3.3 Metode Pemecahan Masalah.....	24
BAB IV PEMBAHASAN.....	28
4.1. Tahap Define.....	28
4.1.1 Identifikasi Masalah.....	28
4.1.2 Critical To Quality	30
4.2 Tahap Measure.....	33
4.2.1 Pengukuran dan pengumpulan data	33
4.2.2 Perhitungan DPMO.....	38
4.3 Tahap Analysis	38
4.4 Tahap Improve.....	41
4.5 Tahap Control.....	44
BAB V PENUTUP.....	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	48



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 GMAW	5
Gambar 2.2 Proses GMAW	6
Gambar 2.3 Jenis Wire	7
Gambar 2.4 Root GAP	8
Gambar 2.5 Crack	10
Gambar 2.6 Porosity	10
Gambar 2.7 Undercut	11
Gambar 2.8 Slag Inclusion	11
Gambar 2.9 Spatter	12
Gambar 2.10 Incomplete Penetration	12
Gambar 2.11 Overlap	12
Gambar 2.12 Excavator PC200	13
Gambar 2.13 Boom PC200	13
Gambar 2.14 Boom Foot	14
Gambar 2.15 Boom Point	14
Gambar 2.16 Center Boss	15
Gambar 2.17 Side plate	15
Gambar 2.18 Plate 01 & 02	16
Gambar 2.19 Bracket	16
Gambar 2.20 Alat Ultrasonic Test	17
Gambar 3.1 Diagram Alir	20
Gambar 3.2 Diagram DMAIC	25
Gambar 4.1 Posisi 3 bottom	29
Gambar 4.2 Gap 3 Bottom	29
Gambar 4.3 Flow Proses Produksi Boom PC200	30
Gambar 4.4 Produksi Unit PT. XYZ Januari – April 2026	33
Gambar 4.5 Produksi Boom PC200 – PC 400	34
Gambar 4.6 Produksi Boom PC200 Januari – April 2026	35
Gambar 4.7 Pareto Defect Pada Bulan Januari	35



© 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

Gambar 4.8 Hasil Ukur Gap Posisi 3 bottom	36
Gambar 4.9 Time Repair	37
Gambar 4.10 Diagram Fishbone Variasi Dimensi	39
Gambar 4.11 Diagram Fishbone Defect Las	39
Gambar 4.12 Why Analysis	40
Gambar 4.13 Ide Plat Pengganjal	42
Gambar 4.14 Plat Pengganjal	42
Gambar 4.15 Simulasi Perubahan Gap 3 Bottom	43
Gambar 4.16 Trial Plat Pengganjal	43
Gambar 4.17 Data defect pada boom 3 bottom.....	44
Gambar 4.18 Hasil ukur 3 bottom setelah perbaikan.....	45

**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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Quality.....	9
Tabel 2.2 Level Sigma	19
Tabel 4.1 Critical To Quality	31





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 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan permintaan pasar alat berat cukup meningkat dalam 5 tahun belakangan ini. Pemicunya adalah tren kenaikan harga komoditas dari tambang yaitu batu-bara. Selain itu, peningkatan aktivitas tambang lainnya seperti pertambangan nikel dan mineral-mineral sebagai pendukung produksi mobil listrik di dunia juga menjadi salah satu pemicu kenaikan permintaan tersebut. Produsen - produsen alat berat di indonesia berupaya meningkatkan kapasitas produksi alat berat dalam negeri untuk memenuhi permintaan pasar, sehingga perekonomian di indonesia akan meningkat. [1]

Salah satu unit alat berat yang banyak diproduksi adalah excavator PC200 yang termasuk dalam kategori alat berat kelas 20 ton. Excavator ini memiliki peran penting dalam berbagai sektor industri, seperti pada konstruksi bangunan, pertambangan, dan pembangunan infrastruktur. Dalam operasionalnya, excavator PC200 banyak digunakan untuk pekerjaan penggalian parit, pemuatan material seperti tanah, batu, pasir maupun hasil tambang ke dalam truk, serta pekerjaan *cut and fill* (gali dan timbun). Tingginya kebutuhan terhadap excavator PC200 hal ini berdasarkan permintaan pasar yang mencapai sekitar 20 – 30 unit per bulan dan 200 – 300 unit per tahun, sehingga menjadikannya salah satu produk dengan jumlah produksi yang tinggi. [2]

PT. XYZ senantiasa selalu berupaya untuk menaikkan kualitas dan produktivitas dalam proses manufaktur produknya salah satunya hydraulic excavator PC200. PT. XYZ memproduksi beberapa unit alat berat seperti excavator, dumptruck, bulldozer, HM400, dan motor grader. Beberapa komponen yang diproduksi di plan fabrikasi PT XYZ adalah boom, revo-frame, trackframe, arm, frame HD785 dan Main frame excavator, Meskipun demikian, dalam proses produksinya komponen – komponen tersebut mayoritas dikerjakan dengan proses pengelasan (*welding*), Adapun pada



© 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

komponen Boom masih sering ditemukan terjadinya cacat las yang diketahui melalui proses visual dan non visual, identifikasi visual adalah dengan cara melihat dan mengamati langsung hasil welding pada boom sedangkan pada proses non visual dengan cara pengujian NDT (*non destructif test*) pada plan fabrikasi NDT umumnya menggunakan alat *Ultrasonic Test defect* (UTD). [3]

Kualitas sambungan las merupakan salah satu faktor yang menentukan keandalan struktur hasil pengelasan. Adanya cacat las, seperti *incomplete penetration* dan *pinhole* dapat menurunkan kekuatan sambungan dan mengurangi kemampuan boom dalam menerima beban selama masa operasional. [4] Pada excavator, boom merupakan komponen struktural yang berfungsi sebagai lengan utama untuk mendukung aktivitas penggalian dan pemindahan material. Oleh karena itu, kualitas pengelasan pada komponen boom harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan bertujuan untuk menjamin keselamatan, keandalan, dan umur pakai komponen. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi *gap* terhadap terjadinya cacat las *incomplete penetration, pinhole*, serta pengaruh variasi *gap* terhadap waktu produksi, melalui observasi langsung pada lini produksi boom, sehingga dapat diketahui faktor-faktor penyebab utama dan dirumuskan langkah-langkah perbaikan untuk meningkatkan kualitas proses pengelasan.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini didasarkan pada rumusan masalah diatas adalah :

1. Mengidentifikasi pengaruh perbedaan hasil *gap* akibat dari proses *fit up* dan pengamatan terjadinya cacat las *incomplete penetration* dan *pinhole*
2. Meninjau variasi *gap* pada bagian antara casting *boom point* dengan bagian *bottom* (bawah) dengan metode pengamatan melalui uji secara visual

1.3. Manfaat Penelitian

a) Manfaat Teoritis

Secara teoritis penelitian ini tidak hanya membahas aspek praktik di lapangan, tetapi juga memperkaya kajian ilmiah mengenai pengaruh variabel



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

geometri sambungan terhadap performa hasil pengelasan, diantara manfaat teoritis dalam penelitian ini adalah :

- Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian ilmiah mengenai pengaruh variasi celah sambungan (gap) terhadap mutu hasil pengelasan boom PC200.
- Memperkuat kajian tentang distribusi tegangan dan pengaruh variasi celah terhadap kekuatan sambungan las pada struktur boom excavator.
- Hasil penelitian dapat menjadi bahan referensi tambahan dalam memahami hubungan antara besar kecilnya gap dengan kualitas penetrasi, yang kemungkinan akan timbulnya cacat las yang dapat memengaruhi kekuatan sambungan.
- Kajian ini juga dapat dijadikan dasar bagi penelitian selanjutnya yang membahas optimasi parameter pengelasan pada komponen boom.

b) Manfaat Praktis

Penelitian ini juga memiliki manfaat langsung yang dapat diterapkan dalam dunia industri dan praktik pengelasan, yaitu :

- Penelitian ini dapat memberikan gambaran mengenai rentang gap yang paling sesuai untuk proses pengelasan Boom PC200 sehingga hasil las lebih konsisten dan sesuai standar.
- Penelitian ini juga dapat membantu meminimalkan terjadinya cacat seperti *incomplete penetration* dan *pinhole*. Dengan berkurangnya potensi cacat las, perusahaan dapat meminimalkan perbaikan ulang (*rework*) serta meningkatkan efisiensi proses produksi.
- Memberikan rekomendasi standar gap optimal untuk proses pengelasan Boom PC200.

1.4. Sistematika Penulisan

Dengan sistematika yang terstruktur secara jelas, setiap bagian pembahasan dapat disajikan secara teratur, mulai dari latar belakang penelitian



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

sampai pada kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian. Pemahaman mengenai struktur dan hubungan antar bagian dalam laporan penelitian dapat tercapai dengan memahami alur pemikiran penulis secara sistematis. Berikut adalah sistematika penulisan pada proposal tugas akhir ini :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, Manfaat penelitian baik secara Teoritis maupun praktis, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan menjelaskan tentang refrensi pustaka yang mendukung penelitian tugas akhir ini. Sebagai landasan penelitian dalam bentuk teori.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini berisi tentang diagram alir, metodologi penelitian dan penjelasan diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas tentang hasil analisa pengaruh lebar gap pengelasan terhadap material casting dan plate serta efek terhadap terbentuknya cacat pengelasan dengan metode Six Sigma.

BAB V KESIMPULAN

Dalam bab ini berisikan kesimpulan dari hasil analisa material pada bab sebelumnya dalam bentuk statement.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar referensi tertulis yang digunakan penulis untuk mendukung penyelesaian penelitian ini.



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 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian, perbedaan nilai gap yang terjadi akibat proses fit-up berpengaruh terhadap kualitas hasil pengelasan boom PC200. *Gap* yang terlalu sempit menyebabkan penetrasi logam las tidak dapat mencapai akar sambungan secara sempurna sehingga meningkatkan potensi terjadinya cacat las incomplete penetration. Selain itu, ketidaksesuaian *gap* juga dapat memicu munculnya cacat pinhole yang ditandai dengan adanya rongga atau pori pada hasil pengelasan. Oleh karena itu, pengendalian nilai gap pada proses fit-up sangat penting untuk mengurangi terjadinya cacat pengelasan dan meningkatkan kualitas sambungan las.

2. Berdasarkan hasil pengamatan visual pada sambungan antara casting boom point 3 bottom, ditemukan adanya variasi gap yang tidak seragam pada beberapa titik sambungan. Variasi gap tersebut disebabkan oleh perbedaan dimensi casting dan kondisi saat proses fit-up, sehingga menghasilkan *gap* yang berada di luar standar yang ditetapkan perusahaan. Ketidaksesuaian *gap* tersebut menyebabkan proses fit-up menjadi lebih sulit, menambah waktu repair dan pengelasan, serta meningkatkan risiko terjadinya cacat las incomplete penetration dan pinhole. Dengan demikian, diperlukan pengendalian dimensi material dan standarisasi *gap* sebelum proses pengelasan untuk menjaga konsistensi kualitas hasil pengelasan Boom PC200. Dalam hal ini penulis melakukan usulan perbaikan pada sisi 3 bottom dengan membuat ide plat pengganjal, yang menghasilkan defect dari bulan januari – maret dapat menurun.

5.2 Saran

1. Untuk memecahkan masalah pada sisi 3 bottom penulis melakukan improvement berupa plat pengganjal agar *gap* yang awalnya sempit menjadi standar, adapun penjelasan plat pengganjal, Sebagai tindak lanjut dari hasil

identifikasi variasi *gap*, dilakukan proses *repair* pada area 3 bottom sambungan guna memperoleh dimensi *gap* yang sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.



© 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





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 PUSTAKA

- [1] N. C. Kusuma, "Tapping the New Source of Growth: New Marketing Strategy for a Heavy Equipment Distributor in the Nickel-Mining Sector," *Int. J. Curr. Sci. Res. Rev.*, vol. 05, no. 04, pp. 1211–1225, 2022, doi: 10.47191/ijcsrr/v5-i4-44.
- [2] A. A. Dewi, A. Azwarman, and E. Mona, "Kajian Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Batang Sangkir-Kerinci," *J. Talent. Sipil*, vol. 4, no. 2, p. 162, 2021, doi: 10.33087/talentasipil.v4i2.68.
- [3] D. Oleh, E. Mekanika, D. Pengampu, and A. R. Antariksawan, "Makalah Ilmiah Populer Analisis Evaluasi Cacat Las (Crack) pada Bejana Tekan (Vessel) Material Stainless Steel Menggunakan Kombinasi Teknik Radiografi dan Ultrasonic Testing (UT) Serta Verifikasi Perbaikan Las Analisis Evaluasi Cacat Las (Crack) p," pp. 1–10, 2026.
- [4] P. Sambodo and A. S. Cahyana, "Pengendalian kualitas produk sound sistem di CV. XYZ dengan metode seven tools Dan quality control circle," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 3, pp. 1–9, 2022, [Online]. Available: <https://pels.umsida.ac.id/index.php/PELS/article/view/1371>
- [5] H. Rizka, M. Matahelumual, M. T. N. Ramadhan, and G. Heryana, "Redesain Alat Pencekam Plat dalam Konteks Jig and Fixture Pada Proses Pengelasan di Meja Kerja," *J. Mek. Terap.*, vol. 5, no. 2, pp. 113–120, 2024, doi: 10.32722/jmt.v5i2.6545.
- [6] H. Irawan, B. S. Sukendro, M. Anzaldi, J. Teknik, and M. Itats, "Gmaw Secara Manual," pp. 229–234.
- [7] Stephanie Oostman, "Book Section," Washington State Board for Community and Technical Colleges. Accessed: Jul. 19, 2026. [Online]. Available: https://openwa.pressbooks.pub/welding1/table-of-contents/?utm_source=chatgpt.com
- [8] B. I. Olalere, J. O. Gidiagba, A. A. Fawole, B. A. Egbokhaebho, N. N. -Ehiobu, and J. I. Okparaek, "Review of Advanced Welding and Testing for Safety in Offshore Oil and Gas," *Mater. Corros. Eng. Manag.*, vol. 4, no. 2, pp. 37–43, 2023, doi: 10.26480/macem.02.2023.37.43.
- [9] Om Vin, "Pengelasan GMAW (Gas Metal Arc Welding)." Accessed: Jul. 19, 2026. [Online]. Available: <https://www.alvindocs.com/blog/pengelasan-gmaw-gas-metal-arc-welding>
- [10] A. Susilo, "Pengaruh Arus Listrik Gas Metal Arc Welding Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Stailless Steel 304," *J. Univ. Muhamadiyah Surakarta*, pp. 1–9, 2023.
- [11] AWS, "Specification for Carbon Steel Electrodes and Rods for Gas Shielded Arc Welding," *Am. Weld. Soc.*, p. 44, 2005.
- [12] M. Yogho, W. Prakoso, I. Iis, S. Aisyah, D. Kurniawati, and U. M. Malang, "Pengaruh Variasi Travel Speed Terhadap Kekuatan Tarik dan Weld Defect Pada Pengelasan



© 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

- Material Ss400 Dengan Metode Pengelasan GMAW,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan IV*, no. Senastitan Iv, pp. 1–8, 2024.
- [13] TWI Ltd., “Design – Part 3.” Accessed: Jul. 20, 2026. [Online]. Available: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/design-part-3-092>
- [14] E. P. 2022 Nuzulul Arif, “Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan <https://ejurnal.itats.ac.id/semitan>,” vol. 1, no. 1, pp. 368–374, 2022.
- [15] D. Lutfiandi Sudjarwo, N. Subeki, A. Mokhtar Muhammadiyah Malang Jl Raya Tlogomas No, K. Lowokwaru, K. Malang, and J. Timur, “Pengaruh Variasi Root Gap Hasil Pengelasan GMAW Terhadap Uji Destructive Test (DT) pada Material Baja S355J2+N,” *J. Technol. Urgency Breakthr. Eng.*, vol. 4, no. 1, p. 2025, 2025, [Online]. Available: <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/turbine>
- [16] L. Armaiyn, D. Darmayanti, B. Sonia, and H. Rochmat, “No Title 濟無No Title No Title No Title,” vol. 2, pp. 306–312, 2024.
- [17] F. Almahdi, “Welding Defect: Panduan Lengkap Penyebab, Jenis, Dampak, Pencegahan, dan Metode Inspeksi.” Accessed: Jul. 20, 2026. [Online]. Available: https://slv.co.id/welding-defect/?utm_source
- [18] Maria Jaya, “Jenis-Jenis Cacat Las,” 31 Mei. Accessed: Jul. 20, 2026. [Online]. Available: <https://logamceper.com/jenis-jenis-cacat-las/>
- [19] W. T. Boiler, P. P. Unit, and P. Unit, “Ipi417941,” vol. 18, no. 1, pp. 10–20, 2015.
- [20] PT Suly Bersama Jaya Steel, “Defect Welding: Penyebab, Jenis, dan Solusi Efektif,” 23 oktober. Accessed: Jul. 20, 2026. [Online]. Available: <https://sulybersama.com/category/articles/>
- [21] PT United Tractors Tbk, “Hydraulic Excavator Komatsu PC200-8M0,” 28 September.
- [22] PT United Tractors Tbk, “Nama-Nama Komponen Excavator dan Fungsinya”.
- [23] A. P. Antika, I. P. Mulyatno, and A. W. B. Santosa, “Jurnal teknik perkapalan,” *Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 2, pp. 152–160, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/26745>
- [24] F. S. Nugroho *et al.*, “ANALISIS DESAIN BOOM FOOT EXCAVATOR PC130F-07 DENGAN METODE ELEMEN HINGGA,” 2024.
- [25] B. D. Prihadianto, S. Darmo, D. A. Hasan, and S. N. Esa, “Analisis Desain Boom, Arm, dan Bucket Alat Peraga Mini Excavator Zhugimada dengan Metode Elemen Hingga,” *Infotekmesin*, vol. 15, no. 01, pp. 165–170, 2024, doi: 10.35970/infotekmesin.v15i1.2124.
- [26] Jeffrey Chen, “Apa Saja Bagian-Bagian Boom Excavator?,” 26 December.
- [27] PT United Tractors Tbk, “Nama-Nama Komponen Excavator dan Fungsinya,” 26 agust. Accessed: Jul. 20, 2026. [Online]. Available: <https://utconnect.unitedtractors.com/news/084ae439-076f-446b-a16c-08dc83751b33>



© 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

- [28] F. Widyawati, L. Marano, and F. Nurcahyo, "Science and Technology IDENTIFIKASI CACAT LASAN FCAW PADA FONDASI MESIN KAPAL," *J. Tambora*, vol. 5, no. 2, pp. 53–58, 2021.
- [29] R. F. Putra and I. P. Wardani, "Pengaruh Variasi Couplant pada Ultrasonic Testing terhadap Pengujian Ketebalan Material SS304 dan PVC," *Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan III*, no. Senastitan Iii, pp. 1–5, 2023.
- [30] T. Endramawan and A. Sifa, "Aplikasi Standar Aws Untuk Menentukan Acceptance Criteria Pada Pengelasan Smaw Menggunakan Nondestructive Test-Ultrasonic Test," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, 2017, doi: 10.24127/trb.v6i2.544.
- [31] R. Raodah, I. Ramdhani, N. Ilmi, E. Erniyani, and D. Handayani, "Optimalisasi Kualitas Produk Amdk Melalui Pendekatan Six Sigma Dalam Upaya Menurunkan Cacat Produk," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 91–99, 2026, doi: 10.33884/jrsi.v11i2.11553.
- [32] T. P. Paul A. Keller, "The Six Sigma Handbook, Fourth Edition," *McGraw-Hill Educ.*, p. 704 halaman, 2014, [Online]. Available: https://books.google.co.id/books/about/The_Six_Sigma_Handbook_Fourth_Edition.html?hl=id&id=K7oBngEACAAJ&redir_esc=y
- [33] W. A. S. Putra, E. M. Saputra, M. Miftakhurrohman, and W. D. Lestari, "Analisa Kecacatan pada Produk Hasil Pengelasan dengan Metode FMEA dan Diagram Pareto Studi Kasus di Perusahaan PT. Aneka Jasa Teknik Gresik," *J. Tek. Mesin*, vol. 21, no. 1, pp. 21–28, 2024, doi: 10.9744/jtm.21.1.21-28.
- [34] A. A. Khalilurrahman, D. T. Santoso, R. Setiawan, and A. Aripin, "Analisis Defect Hasil Pengelasan Pada Suspensi Belakang Ertiga Di Pt. Xyz," *J. Tek. Mesin dan Pembelajaran*, vol. 4, no. 2, p. 62, 2021, doi: 10.17977/um054v4i2p62-70.
- [35] H. R. Iqbalian and M. R. Radyanto, "Perbaikan Berkelanjutan Melalui Pengendalian Kualitas Pada Produk Bantalan Rel Kereta Dengan Menerapkan Metode Quality Control Circle (QCC) dan Lean Six Sigma (LSS) Pada PT Balton Kurnia Abadi," vol. 19, no. 2, pp. 365–372, 2022.
- [36] K. Kiryanto, A. Firdhaus, and T. Laksana, "Analisis Pengaruh Multiple Repair Welding terhadap Kekuatan dan Microstructure pada Sambungan Pengelasan Baja JIS - G3101," *JRST (Jurnal Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 9, no. 1, pp. 27–36, 2025, doi: 10.30595/jrst.v9i1.21921.