

LAPORAN SKRIPSI

ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI PRODUKSI KUDA-KUDA BESI DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING DAN VALUE STREAM MAPPING (VSM) PADA BENGKEL LAS TAKA JAYA



**Diusulkan oleh :
Deo Abednego
21210202E**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN SKRIPSI

**ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI PRODUKSI KUDA-KUDA BESI
DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING
DAN VALUE STREAM MAPPING (VSM)
PADA BENGKEL LAS TAKA JAYA**

**Disusun Oleh:
Deo Abednego
21210202E**

Telah disetujui untuk diujikan
Pada tanggal 11 Maret 2026

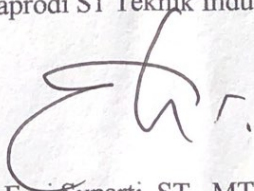
Pembimbing I


Wahyu Widhiarso, ST., MT.
NIS: 01202307161240

Pembimbing II


Muhammad Ave Sina, ST., M.Sc.
NIS: 01202307161241

Mengetahui,
Kaprod S1 Teknik Industri

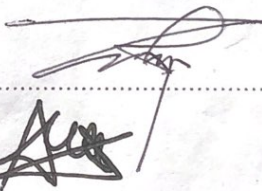

Erni Suparti, ST., MT.
NIS: 01201109162145

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN SKRIPSI
ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI PRODUKSI KUDA-KUDA BESI
DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING
DAN VALUE STREAM MAPPING (VSM)
PADA BENGKEL LAS TAKA JAYA

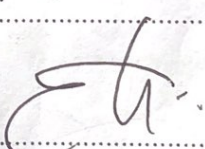
Disusun Oleh:
DEO ABEDNEGO
21210202E

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, diujikan dan disahkan
pada tanggal 6 April 2026
Susunan Tim Penguji

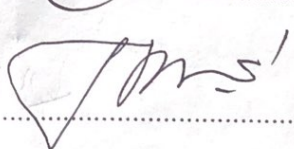
Pembimbing :
WAHYU WIDHIARSO, ST., MT.



MUHAMMAD AVE SINA, ST., M.Sc.



Penguji :
ERNI SUPARTI, ST., MT.



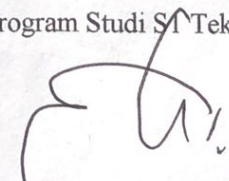
BAGUS ISMAIL ADHI W., ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi ST Teknik Industri


Dekan Fakultas Teknik

Dr. Drs. Suseno, M.Si.
NIS: 01199408011044


Erni Suparti, ST., MT.
NIS: 01201109162145

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul Analisis Peningkatan Efisiensi Produksi Kuda-Kuda Besi Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* Dan *Value Stream Mapping* (VSM) Pada Bengkel Las Taka Jaya adalah benar merupakan hasil karya saya dengan arahan pembimbing tanpa ada upaya penjiplakan atau pemalsuan dan manipulasi data dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya sebagai penulis juga tidak terdapat karya yang telah diterbitkan sebelumnya di institusi lain dengan judul yang sama persis. Semua sumber data dan informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 11 Maret 2026



Deo Abednego

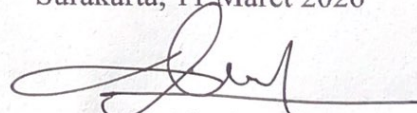
KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan tugas akhir studi sarjana pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Setia Budi Surakarta. Penyelesaian skripsi ini merupakan perjalanan panjang yang tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada:

1. Bapak Wahyu Widhiarso, S.T., MT. dan Bapak Muhammad Ave Sina, S.T., M.Sc. sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga.
2. Ibu Erni Suparti, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang telah memberikan semangat serta motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan hingga selesainya skripsi ini.
3. Seluruh Dosen Teknik Industri Universitas Setia Budi, yang telah mendidik dan membekali penulis dengan berbagai ilmu pengetahuan yang menjadi fondasi dalam penyusunan penelitian ini.
4. Pimpinan dan Staff Bengkel Taka Jaya, yang telah memberikan kesempatan dan keterbukaan dalam pengambilan data penelitian.

Secara khusus, penulis mempersembahkan skripsi ini sebagai tanda bakti kepada kedua Orang Tua tercinta atas segala doa dan dukungan yang tak terhingga. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah mewarnai perjalanan studi penulis dengan kebersamaan dan bantuan yang telah diberikan. Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat nyata bagi pembaca serta kemajuan keilmuan Teknik Industri.

Surakarta, 11 Maret 2026



Deo Abednego

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tinjauan Pustaka dan <i>Novelty</i>	4
1.3 Rumusan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Batasan Masalah	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Gambaran Umum UMKM.....	8
2.1.1 Definisi UMKM.....	8
2.1.2 Kriteria UMKM	8
2.1.3 Sistem Produksi <i>Make to Order</i>	8
2.1.4 Karakteristik Operasional UMKM.....	9
2.2 Konsep Dasar <i>Lean Manufacturing</i>	9
2.2.1 Definisi dan Prinsip <i>Lean</i>	9
2.2.2 Tujuan <i>Lean</i>	10
2.3 <i>Waste</i>	10
2.3.1 Definisi <i>Waste</i>	10
2.3.2 Klasifikasi 7+1 <i>Waste</i>	10
2.4 <i>Value Stream Mapping</i>	11
2.4.1 Definisi dan Tujuan VSM.....	11
2.4.2 Metrik Kunci VSM	11
2.4.3 Komponen dan Diagram Konseptual VSM	12
2.5 Analisis <i>Time Study</i> dan <i>Activity Mapping</i>	13
2.5.1 Definisi dan Klasifikasi Aktivitas	13

2.5.2 Tujuan Analisis Waktu Kerja.....	14
2.6 Analisis 5 <i>Why</i>	14
2.6.1 Definisi dan Prinsip Dasar 5 <i>Why</i>	14
2.6.2 Fungsi dan Kedudukan 5 <i>Why</i> dalam Penelitian.....	14
2.6.3 Prosedur dan Pola Logika 5 <i>Why</i>	14
2.7 Prinsip ECRS	15
2.7.1 Definisi dan Tujuan ECRS.....	15
2.7.2 Tahapan dan Kriteria Perbaikan ECRS.....	16
2.8 Ekonomi Gerakan	16
2.8.1 Definisi dan Tujuan Ekonomi Gerakan	16
2.8.2 Klasifikasi Gerakan Dasar	16
2.8.3 Prinsip Ekonomi Kerja.....	17
2.9 Standardisasi Kerja	17
2.9.1 Definisi <i>Standard Work</i>	17
2.9.2 Peran <i>Standard Work</i> dalam Stabilitas Proses	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	19
3.2 Alur Penelitian	20
3.3 Penjelasan Teknis Alur Penelitian	21
3.3.1 Tahap Pendahuluan dan Pengukuran	21
3.3.2 Tahap Analisis dan Diagnosis.....	22
3.3.3 Tahap Perumusan Solusi dan Kesimpulan.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Tahap Pendahuluan dan Pengukuran	26
4.1.1 Identifikasi Produk dan Fasilitas Produksi.....	26
4.1.2 Pengumpulan Data	27
4.2 Tahap Analisis dan Diagnosis.....	35
4.2.1 Penyusunan <i>Current State</i> VSM.....	35
4.2.2 Identifikasi <i>Waste</i> Dominan.....	36
4.2.3 Analisis Akar Masalah.....	38
4.2.4 Analisis Perbaikan dengan ECRS	41
4.3 Tahap Perumusan Solusi dan Kesimpulan.....	43
4.3.1 Perancangan Fasilitas Kerja Usulan.....	43
4.3.2 Penyusunan <i>Standard Work</i>	46
4.3.3 Penyusunan <i>Future State</i> VSM	51
4.3.4 Perbandingan Efisiensi.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57

5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel 1. <i>Novelty</i> Penelitian	5
Tabel 2. Jadwal Penelitian	19
Table 3. Contoh Matriks Analisis Strategi ECRS	24
Table 4. Daftar Elemen Kerja Produksi Kuda-kuda.....	28
Table 5. Hasil Pengukuran Waktu Kerja	30
Table 6. Rata-Rata Waktu Siklus	31
Table 7. Total Waktu Siklus	32
Table 8. Klasifikasi Aktivitas	33
Table 9. Rekapitulasi Nilai Tambah dan Efisiensi	34
Table 10. Daftar <i>Waste</i> Dominan	36
Table 11. Akar Masalah Dengan 5 <i>Whys</i>	39
Table 12. Analisis ECRS	42
Table 13. SOP Stasiun Pemotongan	48
Table 14. SOP Stasiun Perakitan & Pengelasan.....	50
Table 15. Estimasi Perubahan Durasi Aktivitas	53
Table 16. Perbandingan Efisiensi	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ilustrasi Peta <i>Value Stream Mapping</i>	12
Gambar 2. Alur Penelitian	20
Gambar 3. Sketsa Rangkaian Kuda-Kuda besi.....	26
Gambar 4. <i>Current State</i>	35
Gambar 5. Visualisasi Usulan Kaki Penyangga Modular	44
Gambar 6. Visualisasi Usulan Klem C.....	45
Gambar 7. Visualisasi Usulan Rak Alat Stasiun Kerja	46
Gambar 8. <i>Future State</i> VSM.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil <i>Activity Mapping</i> dan <i>Time Study</i>	63
Lampiran 2. Dokumentasi Bengkel Taka Jaya	66
Lampiran 3. Surat Keterangan Cek Plagiasi.....	69

INTISARI

ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI PRODUKSI KUDA-KUDA BESI DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING DAN VALUE STREAM MAPPING (VSM) PADA BENGKEL LAS TAKA JAYA

Oleh :

Deo Abednego, Wahyu Widhiarso, Muhammad Ave Sina

Penelitian ini dilakukan di Bengkel Taka Jaya untuk mengoptimalkan lini produksi konstruksi kuda-kuda besi yang terindikasi memiliki efisiensi rendah. Tahapan penelitian dimulai dengan pemetaan aktivitas menggunakan *Activity Mapping* untuk mengklasifikasikan aktivitas *Value Added* (VA), *Non-Value Added* (NVA), dan *Necessary Non-Value Added* (NNVA). Pengukuran waktu kerja dilakukan melalui *Time Study* secara mendalam pada tiga stasiun kerja utama, yaitu stasiun pemotongan, perakitan, dan pengelasan. Pemetaan kondisi awal dituangkan dalam *Current State Map* yang menunjukkan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebesar 64,63% dengan total *lead time* produksi sebesar 644,93 menit..

Identifikasi akar masalah dilakukan dengan metode *5 Whys Analysis* dan prinsip Ekonomi Gerakan. Hasil analisis menunjukkan adanya pemborosan dominan berupa *waste of motion*, *waiting*, dan *defect* akibat tata letak alat yang tidak terorganisir serta metode kerja manual yang belum terstandarisasi. Berdasarkan temuan tersebut, dilakukan analisis perbaikan menggunakan teknik ECRS (*Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify*). Langkah perbaikan meliputi penataan ulang (*Rearrange*) alur material antar stasiun kerja guna meminimalkan *material handling*, serta pengusulan alat bantu produksi berupa penggunaan Klem C dan penyediaan rak alat modular di setiap stasiun kerja guna memastikan posisi peralatan berada dalam jangkauan optimal operator.

Penelitian ini juga merumuskan *Standard Work* berupa Standar Operasional Prosedur (SOP) pada setiap stasiun fabrikasi guna menjamin konsistensi proses. Hasil perancangan kondisi mendatang yang dituangkan dalam *Future State Map* menunjukkan peningkatan efisiensi yang signifikan. Perbandingan performansi menunjukkan kenaikan nilai PCE menjadi 86,63% dan reduksi total waktu produksi sebesar 163,83 menit dari kondisi awal. Implementasi usulan ini membuktikan bahwa integrasi metode *Lean Manufacturing* dan Ekonomi Gerakan mampu meningkatkan produktivitas serta standarisasi kerja pada industri manufaktur skala kecil.

Kata Kunci: *Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Time Study, Ekonomi Gerakan, ECRS, SOP.*

ABSTRACT

ANALYSIS OF PRODUCTION EFFICIENCY IMPROVEMENT FOR STEEL ROOF TRUSSES USING LEAN MANUFACTURING AND VALUE STREAM MAPPING (VSM) APPROACH AT TAKA JAYA WELDING WORKSHOP

By :

Deo Abednego, Wahyu Widhiarso, Muhammad Ave Sina

This research was conducted at Taka Jaya Workshop to optimize the production line of steel roof trusses, which indicated low efficiency. The research stages began with activity mapping to classify activities into Value Added (VA), Non-Value Added (NVA), and Necessary Non-Value Added (NNVA). Work time measurements were performed through an in-depth Time Study at three main workstations: cutting, assembly, and welding. The initial mapping was documented in a Current State Map, which revealed a Process Cycle Efficiency (PCE) of 64.63% with a total production lead time of 644.93 minutes.

The root cause identification was carried out using the 5 Whys Analysis method and Motion Economy principles. The analysis results showed dominant wastes in the form of motion, waiting, and defects caused by unorganized tool layouts and non-standardized manual work methods. Based on these findings, improvement analysis was conducted using the ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) technique. Improvement steps included rearranging the material flow between workstations to minimize material handling, as well as proposing production aids such as the use of C-Clamps and the provision of modular tool racks at each workstation to ensure equipment is within the operator's optimal reach.

This study also formulated Standard Work in the form of Standard Operating Procedures (SOP) for each fabrication station to ensure process consistency. The future state design, documented in the Future State Map, showed a significant increase in efficiency. Performance comparison indicated an increase in the PCE value to 86.63% and a total production time reduction of 163.83 minutes from the initial condition. The implementation of these proposals proves that the integration of Lean Manufacturing and Motion Economy methods can enhance productivity and work standardization in small-scale manufacturing industries.

Keywords: *Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Time Study, Motion Economy, ECRS, SOP.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Unit Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran yang sangat strategis dalam memperkuat struktur ekonomi nasional (Yolanda & Hasanah, 2024). Signifikansi peran tersebut terlihat dari besarnya populasi Industri Mikro dan Kecil (IMK) pada sektor industri pengolahan yang mencapai lebih dari 4,4 juta unit usaha, di mana sub-sektor industri barang logam turut memberikan kontribusi signifikan dengan jumlah mencapai 124.717 unit usaha aktif berdasarkan data nasional terbaru (Badan Pusat Statistik, 2023 dalam Pramudyawardana & Negara, 2024). Secara umum, unit usaha dalam lingkup industri ini sering kali menerapkan pola produksi *Make to Order* (MTO) yang sangat bergantung pada variasi pesanan pelanggan. Karakteristik produksi tersebut menyebabkan proses kerja cenderung tidak terstandarisasi, sehingga mengakibatkan inkonsistensi waktu pengerjaan yang berdampak langsung pada rendahnya efisiensi proses. Kondisi ini menjadi tantangan nyata yang memerlukan perbaikan sistem kerja secara komprehensif guna meningkatkan produktivitas dan daya saing unit usaha manufaktur tersebut (Rahman, 2023).

Sebagai representasi utama dari industri barang logam, bengkel las merupakan unit usaha yang sangat bergantung pada aktivitas fisik dan keterampilan manual operator, sehingga sangat rentan terhadap munculnya aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Berbagai studi menunjukkan bahwa industri kecil berbasis pengelasan sering menghadapi pemborosan dominan berupa *defect*, *motion*, dan *waiting* akibat kegagalan dalam melakukan standarisasi kerja (Arifin dkk., 2025). Tanpa adanya alur kerja yang terukur, inefisiensi sering kali tidak terdeteksi karena dianggap sebagai bagian dari rutinitas kerja, pada hal tersebut secara perlahan menurunkan kapasitas produksi dan meningkatkan biaya operasional (Pambudi dkk., 2025).

Fenomena inefisiensi ini ditemukan pada bengkel las Taka Jaya, sebuah unit usaha dalam sektor industri pengolahan berbasis MTO. Bengkel ini melayani berbagai macam pesanan konstruksi logam, diantaranya adalah pembuatan pagar, kanopi, modifikasi rangka otomotif, hingga komponen struktur bangunan seperti kuda-kuda besi. Dengan dukungan 8 orang tenaga kerja, karakteristik MTO di bengkel ini menyebabkan variasi alur kerja dan tingkat ketergantungan yang

tinggi terhadap keterampilan individu operator. Di antara berbagai produk yang dihasilkan, produksi kuda-kuda besi memiliki karakteristik pengerjaan yang paling kompleks dengan dimensi material yang besar, sehingga secara alami memerlukan alur proses yang lebih panjang. Berdasarkan observasi awal, pengerjaan satu unit kuda-kuda besi membutuhkan durasi produksi yang cukup panjang, yaitu mencapai kisaran 1,5 hari kerja atau sekitar 11 jam untuk menyelesaikan seluruh tahapan fabrikasi. Besarnya skala struktur serta banyaknya titik penyambungan secara signifikan memengaruhi durasi pengerjaan, sehingga pemetaan mendalam pada tahap ini menjadi prioritas utama guna memastikan setiap elemen kerja memberikan nilai tambah. Secara operasional, produksi kuda-kuda besi ini terintegrasi dalam tiga stasiun kerja fabrikasi utama. Aliran proses dimulai dari stasiun pemotongan, yang meliputi pengukuran dimensi hingga pemotongan material menggunakan mesin gerinda. Komponen tersebut kemudian dialirkan ke stasiun perakitan untuk penyambungan awal guna memastikan akurasi dimensi rangka. Setelah struktur terbentuk, rangkaian produksi ini diakhiri pada stasiun pengelasan untuk penyambungan permanen secara utuh sebagai tahap akhir dari proses fabrikasi.

Meskipun alur proses telah ditetapkan, pengamatan lebih mendalam di lapangan menunjukkan adanya berbagai pemborosan yang menghambat aliran produksi tersebut. Pada stasiun pemotongan, teridentifikasi adanya *waste of motion* yang dominan akibat aktivitas pengambilan material yang dilakukan secara bolak-balik serta pencarian peralatan yang tidak terorganisir di lantai kerja. Selain itu, ditemukan aktivitas *rework* untuk merapikan hasil potong yang tidak presisi, yang menambah durasi siklus kerja. Inefisiensi berlanjut pada stasiun perakitan, di mana ditemukan jeda istirahat tambahan akibat kelelahan fisik operator yang bekerja dengan postur jongkok dalam waktu lama. Pada tahap ini, terdapat risiko *waste of defect* yang signifikan saat rangka dipindahkan dari stasiun perakitan menuju stasiun pengelasan, komponen yang baru disambung melalui “las titik” sering kali bergeser atau berubah dimensinya akibat guncangan saat perpindahan rangka. Hal ini berdampak sistemik pada stasiun pengelasan, di mana operator harus melakukan *rework* meliputi pemotongan ulang, pengukuran kembali, hingga penutupan las secara penuh pada rangka yang sudah tidak akurat. Kondisi di stasiun

pengelasan ini semakin terakumulasi oleh adanya gerakan *non-produktif* dalam mencari elektroda serta kelelahan akibat postur kerja yang repetitif, sehingga akumulasi inefisiensi pada seluruh rangkaian fabrikasi ini menyebabkan *lead time* produksi menjadi tidak optimal.

Dominasi aktivitas yang tidak menambah nilai di lapangan secara nyata mengindikasikan rendahnya nilai efisiensi proses pada bengkel ini. Menurut George (2002), tingkat efisiensi suatu proses produksi dapat diklasifikasikan berdasarkan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE). Berdasarkan hasil observasi dan pendataan awal melalui *current state map*, nilai PCE pada proses produksi kuda-kuda besi di bengkel Taka Jaya saat ini adalah sebesar 64,63%. Meskipun secara teoritis nilai PCE sebesar 64,63% telah melampaui standar efisiensi menengah dan masuk dalam kategori *World Class* menurut George (2002), evaluasi mendalam di lapangan membuktikan bahwa proses ini belum mencapai titik optimal. Adanya porsi NVA sebesar 18,26% menjadi bukti nyata bahwa masih terdapat hambatan operasional yang bersifat repetitif, sehingga langkah perbaikan tetap menjadi urgensi untuk meminimalisir waktu non-produktif tersebut. Peningkatan PCE dalam hal ini tidak harus selalu bertumpu pada investasi teknologi mahal. Hal ini sejalan dengan prinsip Shigeo Shingo dalam “*A Study of the Toyota Production System*” (1989), yang menyatakan bahwa perbaikan operasional melalui eliminasi pemborosan harus didahulukan sebelum investasi peralatan baru. Atas dasar tersebut, fokus penelitian ini diarahkan pada analisis spesifik di stasiun pemotongan serta stasiun perakitan dan stasiun pengelasan yang bersifat dinamis dan berkaitan langsung dengan metode kerja operator.

Dalam menghadapi sistem produksi yang bersifat *custom*, penggunaan parameter *lead time* menjadi instrumen diagnostik yang krusial. *Lead time* dalam konteks ini tidak digunakan untuk menetapkan standar waktu produk secara baku, melainkan untuk mengevaluasi stabilitas durasi pada elemen-elemen kerja manusia yang bersifat repetitif. Sebagaimana divalidasi oleh Huaman (2020), pada industri logam dengan variasi produk tinggi, pemetaan waktu melalui *lead time* diperlukan untuk mendeteksi inefisiensi pada proses yang tidak terstandarisasi terlepas dari perbedaan dimensi produk yang dipesan. Melalui pemetaan *current state map* yang didukung *time study*, aktivitas NVA pada sistem produksi kuda-kuda besi dapat teridentifikasi secara visual dan terukur. Akar penyebab dari

pemborosan tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan metode 5 *why* untuk menelusuri sumber inefisiensi pada sistem kerja, serta prinsip ekonomi gerakan untuk membedah gerakan-gerakan tidak efektif yang dilakukan oleh operator di lapangan. Berdasarkan temuan akar masalah tersebut, strategi perbaikan dirumuskan menggunakan prinsip *Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify* (ECRS). Implementasi prinsip ini difokuskan pada eliminasi gerakan tidak produktif serta pengoptimalan alur kerja melalui perbaikan fasilitas kerja dan penataan ulang area produksi guna mereduksi aktivitas *motion* serta *waiting*. Hasil usulan tersebut kemudian dipetakan ke dalam *future state map* dan diakhiri dengan penyusunan *standard work*. Sebagaimana dinyatakan Monden (2011) bahwa standarisasi kerja merupakan instrumen krusial untuk menyeimbangkan lini produksi, meminimalkan aktivitas NVA, serta memastikan kualitas tetap terjaga pada setiap siklus pengerjaan. Dengan adanya standar kerja yang baku, variasi aktivitas *non*-produktif dapat dihilangkan sehingga peningkatan nilai PCE dapat dipertahankan secara konsisten dan reliabilitas proses produksi tetap terjaga di masa mendatang.

1.2 Tinjauan Pustaka dan Novelty

Penerapan VSM dalam berbagai studi terdahulu mayoritas ditemukan pada industri skala besar dengan sistem produksi *batch* atau *mass production*. Namun, terdapat keterbatasan pembahasan pada sektor UMKM jasa manufaktur dengan karakteristik MTO yang memiliki variabilitas proses serta ketidakpastian aliran kerja yang tinggi. Kesenjangan literatur tersebut dilengkapi dalam penelitian ini melalui integrasi metode VSM yang diperkuat dengan time study dan activity mapping. Pengukuran waktu kerja dilakukan untuk mengidentifikasi waktu NVA pada aliran proses yang dinamis, khususnya yang diakibatkan oleh pemborosan *defect* yang memicu pemborosan *motion* serta *waiting* bagi operator. Kebaruan penelitian ini terletak pada usulan *low-cost solution* yang spesifik ditujukan untuk memitigasi kesalahan manusia pada proses manual sistem MTO. Perbaikan dirancang menggunakan prinsip ECRS dan ekonomi gerakan untuk mengeliminasi aktivitas tidak produktif. Selain itu, penyusunan *standardized work* diusulkan guna menciptakan metode kerja yang lebih presisi, efisien, serta konsisten tanpa memerlukan investasi teknologi yang mahal. Perbandingan antara penelitian terdahulu dengan penelitian ini dijelaskan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Novelty Penelitian

No	Penulis	Jenis Industri/ Sektor	Fokus Masalah	Metrik Kunci	Metode
1	Rauf (2018)	Manufaktur Umum	Ketergantungan Operator	Produktivitas Operator	VSM, <i>Cycle Time Analysis</i>
2	Hasanah dkk. (2019)	Fabrikasi Logam	<i>Waste (7 Waste)</i>	<i>Process Time, Travel Distance</i>	VSM, <i>Waste Assessment Matrix</i>
3	Wijaya (2020)	UMKM Makanan (<i>Job Order</i>)	<i>Delay</i> antar proses	<i>Non-Value Added Time (NVA), Processing Time</i>	VSM
4	Ratna dkk. (2021)	Pakaian/ Konveksi <i>Mass Production</i>	<i>Inventory</i> berlebih dan <i>Defect</i>	<i>Lead Time, Inventory Days</i>	VSM, <i>Fishbone Diagram</i>
5	Sudarmaji (2022)	<i>Furniture Batch Production</i>	Tingginya <i>setup time</i> mesin	<i>Changeover Time, Waktu Siklus</i>	VSM (<i>Current/Future State</i>)
6	Sari & Pratama (2024)	UMKM Manufaktur Logam	Penataan area kerja yang buruk dan keterlambatan pengiriman.	<i>Lead Time dan Skor Audit 5S</i>	VSM dan 5S
7	Putra dkk. (2025)	Industri Jasa Manufaktur	Variabilitas kualitas yang tinggi pada produk kustom.	<i>Sigma Level dan Defect Rate.</i>	<i>Lean Six Sigma (DMAIC).</i>
8	Penelitian ini (2026)	Bengkel Las UMKM <i>Make to order</i>	Pemborosan <i>defect, motion,</i> dan <i>waiting</i> yang memicu inefisiensi	<i>Lead time, waktu VA, waktu NVA, serta persentase PCE</i>	Integrasi VSM, <i>Time Study, 5 Whys, ECRS,</i> dan <i>Standard Work.</i>

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan-rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi aktual aliran proses dan efisiensi waktu pada produksi kuda-kuda besi yang dipetakan melalui *current state* VSM?
2. Faktor-faktor apa yang menyebabkan munculnya *waste defect, motion*, dan *waiting*, serta bagaimana kontribusinya terhadap inefisiensi proses fabrikasi?
3. Bagaimana rancangan perbaikan berbasis prinsip ECRS, usulan perbaikan fasilitas kerja, dan *standardized work* dapat meminimalkan aktivitas non-produktif serta meningkatkan nilai PCE pada *future state* VSM?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memetakan kondisi aktual aliran proses dan menghitung *lead time* total serta PCE dari tahap persiapan hingga produk selesai di fabrikasi.
2. Mengidentifikasi, mengukur, dan menganalisis pemborosan berupa *defect, motion*, dan *waiting* pada proses produksi kuda-kuda besi.
3. Merumuskan rekomendasi perbaikan berbasis prinsip ECRS melalui penyusunan *standardized work* dan usulan perbaikan fasilitas kerja untuk meningkatkan nilai PCE pada *future state* VSM.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Menyediakan data terukur mengenai kondisi aktual proses produksi melalui *current state* VSM, *lead time*, dan PCE. Data ini menjadi dasar faktual bagi manajemen untuk mengambil keputusan strategis dalam mengeliminasi aktivitas NVA pada proses fabrikasi.
2. Menghasilkan rekomendasi perbaikan berbiaya rendah dan praktis melalui *future state* VSM, *standardized work*, dan usulan perbaikan fasilitas kerja. Rekomendasi ini difokuskan pada eliminasi pemborosan *defect, motion* serta *waiting* guna meningkatkan produktivitas operator, meminimalkan variasi

aktivitas *non*-produktif, dan mengoptimalkan efisiensi waktu siklus kerja.

3. Menambah literatur keilmuan di bidang Teknik Industri, khususnya dalam penerapan VSM sebagai alat diagnosis untuk merumuskan usulan perbaikan berkelanjutan pada unit usaha MTO skala mikro dan kecil yang memiliki keterbatasan sumber daya.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain :

1. Penelitian difokuskan pada aliran proses fabrikasi yang meliputi stasiun pemotongan, stasiun perakitan ,dan stasiun pengelasan untuk mendapatkan data *lead time* total dan PCE yang akurat.
2. Usulan perbaikan berfokus pada rekayasa metode kerja dan penyusunan *standardized work* menggunakan prinsip ECRS dan ekonomi gerakan, tanpa melakukan perhitungan beban kerja fisiologis atau analisis ergonomi tingkat lanjut.
3. Penelitian ini hanya sampai pada tahap perancangan usulan *future state* VSM berupa proyeksi peningkatan efisiensi dan tidak mencakup tahap implementasi fisik secara massal maupun evaluasi hasil kinerja jangka panjang di lapangan.