

**ANALISIS *WASTE* PADA PROSES PRODUKSI BATIK  
TULIS TEKNO *CUSTOM* MELALUI PENDEKATAN  
*LEAN MANUFACTURING* UNTUK PENINGKATAN  
*PROCESS CYCLE EFFICIENCY*  
(STUDI KASUS: BATIK XYZ)**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana  
Teknik (S.T.)



Disusun oleh :

Nama Lengkap : Nafa Elifah Khairunnisa

NIM : 22106060061

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**2026**

# LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-995/Un.02/DST/PP.00.9/05/2026

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Waste pada Proses Produksi Batik Tulis Tekno Custom Melalui Pendekatan Lean Manufacturing untuk Peningkatan Process Cycle Efficiency (Studi Kasus: Batik XYZ)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NAFA ELIFAH KHAIRUNNISA  
Nomor Induk Mahasiswa : 22106060061  
Telah diujikan pada : Rabu, 13 Mei 2026  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

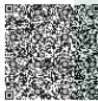
### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Hermanjati Paramawardhani, M.Sc.  
SIGNED

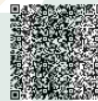
Valid ID: 6a13aff25a24f



Penguji I

Ir. Titi Sari, S.T., M.Sc., IPM.  
SIGNED

Valid ID: 6a131570d6c47



Penguji II

Syaeful Arief, S.T., M.T.  
SIGNED

Valid ID: 6a6e679a8a59



Yogyakarta, 13 Mei 2026

UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 6a130f614503

## SURAT KEASLIAN SKRIPSI

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nafa Elifah Khairunnisa  
NIM : 22106060061  
Program Studi : Teknik Industri  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul: "*Analisis Waste Pada Proses Produksi Batik Tulis Tekno Custom Melalui Pendekatan Lean Manufacturing Untuk Peningkatan Process Cycle Efficiency (Studi Kasus: Batik XYZ)*" adalah hasil karya pribadi dan sepanjang pengetahuan penyusun tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penyusun ambil sebagai acuan.

Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggungjawab penyusun.

Yogyakarta, 29 April 2026

Yang menyatakan,



Nafa Elifah Khairunnisa  
NIM 22106060061

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga

Di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr wb*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Nafa Elifah Khairunnisa

NIM : 22106060061

Judul Skripsi : Analisis *Waste* Pada Proses Produksi Batik Tulis Tekno *Custom* Melalui Pendekatan *Lean Manufacturing* Untuk Peningkatan *Process Cycle Efficiency* (Studi Kasus: Batik XYZ)

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri.

Dengan ini kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr wb*

Yogyakarta, 28 April 2026  
Pembimbing,



Herminiani Paramawardhani, M.Sc.  
NIP. 19920331 201903 2 015

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## ABSTRAK

Batik XYZ merupakan industri batik tulis tekno *custom* yang mengombinasikan proses *klowong* berbasis mesin dan proses *isen-isen* manual, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakseimbangan aliran produksi. Kondisi ini memicu terjadinya *waste* berupa waktu tunggu yang tinggi, penumpukan WIP, serta aktivitas *rework* akibat *defect*, yang secara langsung berdampak pada rendahnya efisiensi proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis *waste*, serta merumuskan usulan perbaikan untuk meningkatkan PCE pada proses produksi batik motif Klowong Renjana. Pendekatan yang digunakan adalah *lean manufacturing* dengan metode VSM, WAM, VALSAT, PAM, serta analisis akar penyebab masalah menggunakan 5 *whys*. Hasil analisis menunjukkan bahwa *waste* dominan adalah *defects* (22,06%), *unnecesssary motion* (16,69%), *overproduction* (16,15%), *waiting* (15,01%), dan *unnecessary inventory* (14,41%). Ketidaksesuaian kapasitas antara proses *klowong* dan *isen-isen* menyebabkan akumulasi waktu tunggu yang signifikan dengan *delay* mencapai 86,62% dari total waktu produksi. Pemilihan VALSAT menghasilkan PAM sebagai alat utama yang mengindikasikan dominasi aktivitas NVA sebesar 85,78%. Usulan perbaikan difokuskan pada pengendalian aliran produksi melalui penerapan *pull system*, *continuous flow*, *standardized work*, 5S, dan *built-in quality*. Hasil implementasi pada *future state* VSM menunjukkan penurunan *lead time* dari 83.760 detik menjadi 24.161,831 detik, serta peningkatan nilai PCE dari 9,82% menjadi 32,2% yang mengindikasikan perbaikan aliran produksi menjadi lebih efisien dan mendekati prinsip *lean*.

**Kata kunci:** *Lean Manufacturing*, VSM, WAM, PAM, PCE, Batik Tekno *Custom*

## **ABSTRACT**

Batik XYZ is a techno-custom batik manufacturing company that integrates machine-based klowong processes with manual isen-isen processes, which potentially leads to imbalance in production flow. This condition triggers various types of waste, including excessive waiting time, accumulation of WIP, and rework activities caused by defects, all which directly impact the low efficiency of the production process. This study aims to identify and analyze waste, as well as to propose improvement recommendations to enhance the PCE in the production of Klowong Renjana batik motifs. The approach used in this study is lean manufacturing, employing methods such as VSM, WAM, VALSAT, PAM, and root cause analysis using the 5 whys method. The results indicate that dominant wastes are defects (22.06%), unnecessary motion (16.69%), overproduction (16.15%), waiting (15.01%), and unnecessary inventory (14.41%). The imbalance in capacity between the klowong and isen-isen processes leads to a significant accumulation of waiting time, with delays accounting for 85.62% of the total production time. The VALSAT analysis identifies PAM as the most appropriate tool, indicating a high dominance of NVA activities at 85.78%. The proposed improvements focus on controlling the production flow through the implementation of pull systems, continuous flow, standardized work, 5S, and built-in quality. The implementation results in the future state VSM show a reduction in lead time from 83,760 seconds to 24,161.831 seconds, along with an increase in PCE from 9.82% to 32.2%, indicating a more efficient production flow that aligns more closely with lean principles.

**Keywords:** Lean Manufacturing, VSM, WAM, PAM, PCE, Techno-Custom Batik

**MOTTO**

إِلَهِي أَنْتَ مَقْصُودِي وَرِضَاكَ مَطْلُوبِي

“Ya Allah hanya Engkau yang aku tuju, Ridha-Mu yang  
aku dambakan”



## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Bismillahirrahmanirrahim*

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas rahmat, karunia, serta pertolongan Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis *Waste* pada Proses Produksi Batik Tulis Tekno *Custom* melalui Pendekatan *Lean Manufacturing* untuk Peningkatan *Process Cycle Efficiency* (Studi Kasus: Batik XYZ)” dengan baik. Skripsi ini merupakan hasil dari proses pembelajaran, perjuangan, doa, serta dukungan dari banyak pihak yang senantiasa hadir selama perjalanan akademik penulis. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, karya ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Umi dan Abi yang menjadi rumah untuk segala keluh kesah dan sumber kekuatan paling luar biasa bagi penulis. Terima kasih atas segala perjuangan dan kepercayaan yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini dengan bai.
2. Adikku, Naufal, yang selalu memberikan semangat dan menjadi salah satu alasan penulis untuk terus belajar dan berkembang menjadi pribadi yang lebih baik.
3. Keluargaku tersayang yang selalu memberikan dukungan moral dan materiil, perhatian, serta doa selama proses penyusunan skripsi ini.

4. Teman-teman terdekat selama masa perkuliahan, Ismi, Rahma, Qifa, Bilqis, Qurrota, Ayu, Molla, Nayla, dan lainnya, yang hadir bukan hanya di saat mudah, tetapi juga di tengah lelah dan keraguan. Terima kasih untuk kebaikan yang tulus, serta kebersamaan selama perkuliahan.
5. Teman-teman terdekatku, Siti dan Mey, yang selalu hadir sebagai pendengar dan pengingat dalam setiap langkah penting yang dilalui.
6. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2022, Rajendra yang telah menjadi bagian dari perjalanan perkuliahan penulis, baik dalam proses belajar, diskusi, maupun berbagai pengalaman selama masa studi..
7. Teman-teman di tanah perantauan Yogyakarta, Azka, Ibnu, Adimas, dan Sila, yang meskipun tidak selalu hadir, namun selalu memberikan dukungan dan semangat di perantauan.
8. Teman-teman lintas angkatan yang saya hormati, mba Puan, mba Inez, Aura, Radiva, Ochi, dan Ratna, yang telah memberikan arahan, dukungan, serta pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
9. Teman-teman terdekat semasa SMP dan SMA, Aisyah, Salsa, Dennisa, Zahra, Mita, Nabila, Andini, Lira, Egi, Aqila, Ade, dan Bagus, yang menemani tumbuhnya

mimpi-mimpi sederhana. Terima kasih untuk dukungan yang tetap diberikan sedari awal hingga titik ini.

10. Diri penulis sendiri, yang selalu belajar berteguh hati dan percaya pada setiap takdir Allah SWT. Terima kasih telah berjuang di antara harapan dan ketidakpastian, serta tidak berhenti berikhtiar. Semoga setiap langkah yang ditempuh senantiasa bernilai ibadah dan bermuara pada *ridho* Allah SWT.

Semoga segala doa, dukungan, dan kebaikan yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi langkah awal untuk terus berkembang serta berkarya di masa mendatang.

*Alhamdulillah rabbil 'alamin*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis *Waste* pada Proses Produksi Batik Tulis Tekno *Custom* melalui Pendekatan *Lean Manufacturing* untuk Peningkatan *Process Cycle Efficiency* (Studi Kasus: Batik XYZ)” dengan baik. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi *waste* dominan dan merancang usulan perbaikan guna meningkatkan efisiensi proses produksi menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *waste* dominan meliputi *defects*, *unnecessary motion*, *overproduction*, *waiting*, dan *inventory*, dengan peningkatan nilai maksimal PCE dari 9,82% menjadi 32,2%. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian di masa mendatang. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Herninanjati Paramawardhani, M.Sc., selaku ibu dosen pembimbing yang telah memberikan arahan akademis, serta dukungan moral selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Ir. Andi Sudiarso, S.T., M.T., M.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan izin, arahan, dan pendampingan selama proses penelitian.

3. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Penulis,

Nafa Elifah Khairunnisa



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI .....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
MOTTO .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Pertanyaan Penelitian .....	8
1.3. Tujuan Penelitian.....	9
1.4. Manfaat Penelitian .....	9
1.5. Batasan Penelitian .....	10
1.6. Sistematika Penulisan .....	11
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>12</b>
2.1. Penelitian Terdahulu.....	12
2.2. Landasan Teori .....	18
2.2.1. <i>Lean Manufacturing</i> .....	18

2.2.2. Uji Kecukupan Data.....	21
2.2.3. Uji Keseragaman Data .....	22
2.2.4. <i>Time study</i> .....	24
2.2.5. VSM .....	28
2.2.6. PCE .....	31
2.2.7. WAM.....	33
2.2.8. VALSAT .....	40
2.2.9.5 <i>Whys</i> .....	43
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>46</b>
3.1. Objek Penelitian.....	46
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	46
3.3. Validitas/Reliabilitas .....	50
3.4. Variabel Penelitian .....	51
3.5. Model Analisis .....	55
3.6. Diagram Alir Penelitian.....	59
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>62</b>
4.1. Gambaran Umum Proses Produksi .....	62
4.2. Hasil Analisis .....	71
4.2.1. Uji Kecukupan Data.....	71
4.2.2. Uji Keseragaman Data .....	72
4.2.3. Pemetaan <i>Current State</i> VSM.....	73
4.2.4. Perhitungan <i>Current</i> PCE.....	80
4.2.5. Analisis WAM.....	83

4.2.6. Pemilihan VALSAT.....	103
4.2.7. Analisis PAM .....	106
4.2.8. Analisis 5 <i>Whys</i> .....	113
4.3. Pembahasan.....	120
4.3.1. Analisis Kondisi Eksisting <i>Waste</i> Proses Produksi ...	120
4.3.2. Analisis Jenis <i>Waste</i> Dominan Proses Produksi.....	122
4.3.3. Analisis Akar Penyebab <i>Waste</i> dan Usulan Perbaikan 127	
4.3.4. Pemetaan <i>Future State</i> VSM.....	140
4.3.5. Perhitungan <i>Future PCE</i> .....	157
4.4. Implikasi Manajerial .....	162
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>169</b>
5.1. Kesimpulan .....	169
5.2. Saran Penelitian Selanjutnya.....	172
DAFTAR PUSTAKA .....	173
LAMPIRAN .....	1

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu .....	12
Tabel 2.2. Legenda VSM .....	30
Tabel 2.3. Jenis dan Nilai <i>World Class</i> PCE.....	33
Tabel 2.4. Contoh Kuesioner Pembobotan Hubungan Tujuh <i>Waste</i> .....	34
Tabel 2.5. Contoh Tabel Skor Hubungan Antar <i>Waste</i> .....	35
Tabel 2.6. Rentang Kekuatan Hubungan Antar <i>Waste</i> .....	36
Tabel 2.7. Sebaran Nilai Korelasi <i>Waste</i> dengan VALSAT ..	42
Tabel 2.8. Contoh Penerapan 5 <i>Whys Analysis</i> .....	44
Tabel 4.1. Uji Kecukupan Data .....	72
Tabel 4.2. Uji Keseragaman Data .....	73
Tabel 4.3. C/T Pada <i>Current State</i> VSM .....	74
Tabel 4.4. C/O Pada <i>Current State</i> VSM.....	75
Tabel 4.5. A/T Pada <i>Current State</i> VSM .....	76
Tabel 4.6. <i>Current</i> Efisiensi.....	82
Tabel 4.7. Tabulasi Kuesioner Hubungan Antar <i>Waste</i> .....	84
Tabel 4.8. Matriks Hubungan Antar <i>Waste</i> .....	87
Tabel 4.9. Pembobotan Matriks Hubungan Antar <i>Waste</i> .....	89
Tabel 4.10. Pengelompokan Jenis Pertanyaan WAQ.....	91
Tabel 4.11. Bobot Awal Tiap Jenis <i>Waste</i> Berdasarkan WRM .....	92
Tabel 4.12. Pembobotan Berdasarkan Nilai Ni .....	95
Tabel 4.13. Pembobotan <i>Waste</i> Akhir Berdasarkan Jawaban WAQ.....	98

Tabel 4.14. Rekapitulasi WAQ .....	101
Tabel 4.15. Matriks Pilihan VALSAT .....	104
Tabel 4.16. Rekapitulasi Pembobotan VALSAT.....	104
Tabel 4.17. Hasil PAM Proses Produksi Motif Klowong Renjana .....	107
Tabel 4.18. Ringkasan Jenis Aktivitas PAM.....	111
Tabel 4.19. Ringkasan Kategori Aktivitas PAM.....	112
Tabel 4.20. Analisis 5 <i>Whys</i> Proses Produksi Motif Klowong Renjana .....	114
Tabel 4.21. Usulan Perbaikan Hasil RCA .....	133
Tabel 4.22. Rincian Usulan Data Waktu <i>Future State</i> VSM .....	142
Tabel 4.23. <i>Future</i> Efisiensi Produksi .....	160
Tabel 4.24. <i>Improvement Analysis</i> .....	161
Tabel 4.25. Implikasi Manajerial.....	163

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Pesanan Batik XYZ Tahun 2026 .....	3
Gambar 2.1. Contoh <i>Current State</i> VSM .....	29
Gambar 3.1. Model Analisis .....	56
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian .....	59
Gambar 4.1. Proses Bisnis Batik XYZ .....	62
Gambar 4.2. Alur Proses Produksi Kain Motif Klowong Renjana .....	64
Gambar 4.3. Proses Pemotongan Kain .....	65
Gambar 4.4. Proses <i>Setting</i> Media Cetak .....	66
Gambar 4.5. Proses <i>Setting</i> Titik Nol .....	67
Gambar 4.6. Proses <i>Setting</i> Komputer .....	68
Gambar 4.7. Proses <i>Klowong</i> .....	69
Gambar 4.8. Proses <i>Isen-isen</i> .....	70
Gambar 4.9. Proses Pengemasan dengan Koran .....	70
Gambar 4.10. Proses Pengemasan dengan Plastik PE.....	71
Gambar 4.11. <i>Current State</i> VSM .....	77
Gambar 4.12. Diagram Pareto Dominansi <i>Waste</i> Produksi	102
Gambar 4.13. Peringkat Pilihan VALSAT .....	105
Gambar 4.14. <i>Future State</i> VSM.....	154

## DAFTAR LAMPIRAN

### LAMPIRAN I: DOKUMENTASI

Lampiran 1.1. Dokumentasi Penelitian ..... L-2

### LAMPIRAN II: DATA PENDUKUNG

Lampiran 2.1. Data Pesanan Produk ..... L-5

Lampiran 2.2. Data Pengamatan Mesin CNC ..... L-7

Lampiran 2.3. Data Pengamatan Waktu per Aktivitas Produksi  
..... L-8

Lampiran 2.4. Hasil Uji Kecukupan Data Tiap Aktivitas. L-14

Lampiran 2.5. Hasil Uji Keseragaman Data Tiap Aktivitas . L-  
17

Lampiran 2.6. Lembar Kuesioner SWR ..... L-21

Lampiran 2.7. Lembar Kuesioner WAQ ..... L-53

Lampiran 2.8. Pembobotan Jawaban Kuesioner WAQ .... L-61

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



# BAB I

## PENDAHULUAN

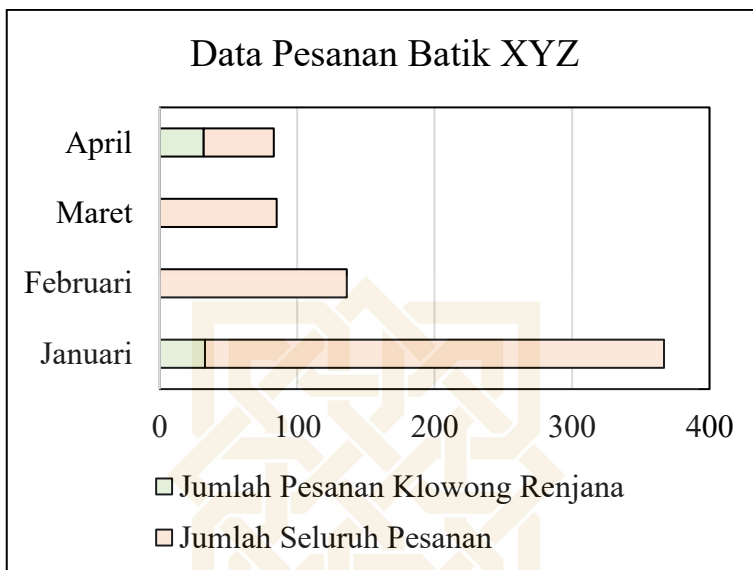
### 1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan industri batik di Indonesia menunjukkan respons positif terhadap pertumbuhan ekonomi nasional yang mendorong pelaku industri untuk meningkatkan efisiensi proses produksinya (Yafi & Rusindiyanto, 2025). Pada sektor usaha kecil, mikro, dan menengah (UMKM), industri batik umumnya mengadopsi sistem produksi *make to order* (MTO) dengan pola permintaan *custom* yang bersifat fluktuatif. Karakteristik ini sering kali memicu variabilitas aliran proses, terutama pada jenis batik tulis yang memiliki kombinasi proses manual dan semi otomatis (Suparmanto *et al.*, 2024). Jika tidak dikelola, kondisi tersebut dapat menimbulkan hambatan (*bottleneck*) dan memicu berbagai pemborosan (*waste*), seperti penumpukan WIP, serta aktivitas menunggu antar proses yang berdampak pada perpanjangan *lead time* produksi dan penurunan kinerja operasional perusahaan (Bizuneh & Omer, 2024).

Kristiana *et al.* (2023) menunjukkan bahwa pada industri batik skala UMKM, lebih dari 70% total waktu proses merupakan *idle time* berupa waktu tunggu operator (*waiting*). Kondisi tersebut mengindikasikan adanya aktivitas tidak bernilai tambah atau *non value added* (NVA) akibat ketidakseimbangan waktu proses dan penugasan operator,

sehingga memunculkan *waste* produksi. Permasalahan serupa ditemukan pada usaha Batik XYZ di Yogyakarta, khususnya pada produksi batik tulis tekno *custom*. Batik tulis tekno merupakan produk batik yang diproduksi melalui kombinasi proses penggambaran motif menggunakan mesin *computerized numerical control* (CNC) (*klowong*) dan dilanjutkan penggambaran detail motif secara manual oleh pembatik (*isen-isen*). Penggunaan mesin CNC memberikan keuntungan berupa percepatan proses batik tulis manual secara penuh, sehingga mampu mendukung peningkatan kapasitas dan variasi produk. Namun demikian, perbedaan karakteristik antara proses berbasis mesin dan proses manual tetap berpotensi menimbulkan ketidaksinkronan aliran produksi apabila tidak diimbangi pengendalian proses yang baik.

Salah satu contoh motif batik tulis tekno *custom* yang diproduksi secara berulang pada Batik XYZ adalah motif Klowong Renjana. Adapun perbandingan jumlah pesanan keseluruhan dengan jumlah pesanan motif Klowong Renjana pada periode produksi tahun 2026 ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Grafik Pesanan Batik XYZ Tahun 2026  
Sumber: Analisis (2026)

Berdasarkan gambar 1.1, jumlah pesanan pada Batik XYZ menunjukkan variasi produksi pada tiap bulan seiring karakteristik sistem MTO yang bergantung pada permintaan pelanggan. Di sisi lain, motif Klowong Renjana terlihat diproduksi pada periode produksi Januari dan April, sehingga menunjukkan adanya aliran produksi yang relatif berulang di tengah variasi pesanan *custom* yang dihadapi Batik XYZ. Kondisi ini memperkuat argumen Mudgal *et al.* (2020), bahwa sistem MTO tetap dapat dianalisis melalui prinsip *commonality analysis* untuk menemukan kesamaan proses pada produk *custom* yang diproduksi berulang.

Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan kepala produksi Batik XYZ, terdapat beberapa

permasalahan yang mengindikasikan adanya potensi *waste* pada aliran proses produksi batik tulis tekno *custom*. Permasalahan utama terlihat pada ketidaksinkronan antar proses produksi, khususnya pada proses penggambaran motif berbasis mesin CNC (*klowong*) dan proses penggambaran motif secara manual (*isen-isen*). Dalam praktiknya, hasil proses *klowong* tidak langsung diproses pada tahap berikutnya, melainkan menunggu hingga jumlah tertentu (5 pcs) sebelum dipindahkan untuk dikerjakan oleh pembatik *isen-isen* karena kebiasaan kerja operator, sehingga membentuk penumpukan *work in process* (WIP). Selain itu, WIP menyebabkan peningkatan beban kerja pada proses *isen-isen* karena keterbatasan jumlah pembatik sebanyak 1 orang yang memperlihatkan aliran produksi belum kontinu. Kondisi ini menunjukkan adanya potensi *waste waiting* dan *inventory* akibat aliran produksi yang belum terintegrasi. Fenomena tersebut sejalan dengan penelitian oleh Istikomah *et al.* (2021) bahwa ketidakseimbangan kapasitas antar proses dalam sistem produksi memicu akumulasi WIP dan meningkatkan waktu tunggu.

Selain itu, pada tahap akhir produksi, yaitu pengemasan, produk yang telah selesai pada proses *isen-isen* tidak langsung diproses, melainkan dikumpulkan terlebih dahulu hingga jumlah tertentu sebelum dilakukan pengemasan. Pola kerja ini mengindikasikan adanya potensi waktu tunggu antar proses

yang dapat menghambat aliran produksi secara kontinu. Permasalahan lain yang teridentifikasi adalah adanya aktivitas perbaikan (*rework*) pada proses *isen-isen* akibat ketidaksesuaian hasil *klowong* (cacat produksi). Kondisi ini menunjukkan adanya *waste defects* yang berdampak pada penambahan aktivitas NVA. Penelitian menunjukkan bahwa tidak terkendalinya proses dan WIP dapat meningkatkan *defect* yang berujung pada aktivitas *rework* dan penambahan *lead time* produksi (Rusman *et al.*, 2024).

Dari sisi aktivitas operator, pada proses *klowong* juga terlihat adanya pergerakan tambahan akibat belum tertatanya area kerja secara optimal. Secara keseluruhan, kondisi tersebut menunjukkan bahwa aliran produksi belum berjalan secara kontinu dan masih didominasi aktivitas menunggu antar proses. Ketidakterpaduan antara proses berbasis mesin dan proses manual menyebabkan terbentuknya WIP, aktivitas *rework*, serta *delay* produksi yang berpotensi memperpanjang *lead time* produksi dan menurunkan efisiensi operasional perusahaan. Karakteristik produksi *custom* memang memiliki tantangan tersendiri, di mana *waste* tidak hanya terjadi pada aliran fisik produk, tetapi juga pada koordinasi proses internal (Strandhagen *et al.*, 2018). Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan analisis yang mampu mengevaluasi aliran proses secara menyeluruh, mengidentifikasi sumber *waste* yang terjadi, serta memberikan dasar penyusunan usulan perbaikan

yang terarah untuk meningkatkan efisiensi proses produksi.

Upaya meminimalkan *waste* yang terjadi pada lantai produksi dapat dilakukan melalui penerapan konsep *lean manufacturing* (Rahmawati *et al.*, 2023). Eliminasi *waste* dalam *lean manufacturing* dilakukan dengan memahami keseluruhan aliran proses produksi dan informasi untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. *Tool* yang digunakan untuk membantu memetakan aliran produk adalah *value stream mapping* (VSM) (Arrizal *et al.*, 2021). Oleh karena itu, penelitian diawali dengan membuat *current state* VSM berdasarkan kondisi aktual aliran proses batik tulis tekno *custom* guna identifikasi titik *bottleneck* penyebab *waste* (Prakoso *et al.*, 2025). Selanjutnya, dilakukan pengukuran *process cycle efficiency* (PCE) untuk menilai kinerja proses berdasarkan total *lead time* yang memberikan nilai tambah (*value added* atau VA) terhadap suatu proses (Kansul & Karabay, 2020).

Identifikasi *waste* dominan selanjutnya dilakukan menggunakan pendekatan *waste assesment model* (WAM) dengan mempertimbangkan hubungan antar tujuh *waste* dalam konsep *lean* (Untsa & Bernadhi, 2024). Tahap awal WAM dilakukan melalui analisis hubungan antar *waste* menggunakan kuesioner *seven waste relationship* (SWR) (Fannysia *et al.*, 2022). Hasil hubungan tersebut kemudian

dikuantifikasi menggunakan *waste relationship matrix* (WRM) melalui pemberian bobot berdasarkan tingkat pengaruh masing-masing *waste* (Rahayu *et al.*, 2024). Selanjutnya, penentuan *waste* dominan dilakukan dengan menggunakan *waste assessment questionnaire* (WAQ) untuk mengidentifikasi jenis *waste* yang paling berpengaruh dalam sistem produksi *waste* yang paling berpengaruh dalam sistem produksi (Taufik *et al.*, 2025).

Hasil identifikasi *waste* dominan melalui WAM kemudian digunakan sebagai dasar pemilihan *value stream analysis tools* (VALSAT). VALSAT digunakan untuk memilih *tool* pemetaan yang paling cocok digunakan berdasarkan *waste* dominan yang ditemukan pada WAM. VALSAT membantu menganalisis aktivitas proses berdasarkan kategori *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *necessary but non value added* (NNVA) (Fatinnisa & Saifuddin, 2024). Berdasarkan hasil analisis tersebut, akar penyebab *waste* dominan selanjutnya dianalisis menggunakan metode *5 whys* sebagai pendekatan kualitatif untuk mengetahui hubungan sebab akibat hingga ditemukan akar masalah utama, yang dapat dijadikan rumusan usulan perbaikan (Hanis & Fernando, 2024).

Usulan perbaikan yang dihasilkan dari *5 whys* kemudian divisualisasikan dalam bentuk *future state VSM*, serta dievaluasi melalui perhitungan *future PCE* untuk mengukur

peningkatan efisiensi proses produksi. Dengan demikian, penerapan *lean manufacturing* yang didukung oleh penggunaan *tools* analisis yang terstruktur diharapkan mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap kondisi aktual aliran proses, mengidentifikasi *waste* dominan secara sistematis, dan menghasilkan usulan perbaikan terukur dalam meningkatkan efisiensi produksi batik tulis tekno *custom*.

## **1.2. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan pemaparan latar belakang masalah, pertanyaan penelitian yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Proses apa saja yang termasuk VA, NVA, dan NNVA dalam aliran produksi batik tulis tekno *custom* berdasarkan hasil *current state* VSM?
2. Jenis *waste* apa yang paling dominan terdapat pada aliran produksi batik tulis tekno *custom* dan penyebabnya?
3. Rancangan perbaikan aliran produksi apa yang diusulkan pada proses produksi batik tulis tekno *custom* berdasarkan prinsip *lean manufacturing*?
4. Berapa persentase peningkatan nilai PCE dari kondisi aktual (*current state*) dan setelah perbaikan (*future state*)?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi proses produksi batik tulis tekno *custom* yang termasuk aktivitas VA, NVA, dan NNVA berdasarkan hasil *current state* VSM.
2. Mengidentifikasi jenis *waste* paling dominan yang terjadi pada aliran produksi batik tulis tekno *custom* dan penyebabnya.
3. Menentukan rencana perbaikan aliran produksi batik tulis tekno *custom* berdasarkan prinsip *lean manufacturing*.
4. Menentukan besaran persentase peningkatan nilai PCE dari kondisi aktual (*current state*) dan setelah perbaikan (*future state*).

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan kajian *lean manufacturing* pada industri batik dengan sistem produksi MTO.
2. Membantu perusahaan dalam mengidentifikasi *waste* dominan yang terjadi pada proses produksi batik tulis tekno *custom*.
3. Memberikan gambaran kondisi aktual aliran produksi batik tulis tekno *custom* dan setelah perbaikan.
4. Menjadi dasar pertimbangan perusahaan untuk

melakukan peningkatan efisiensi proses produksi batik tulis tekno *custom*.

### **1.5. Batasan Penelitian**

Adapun batasan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada proses produksi batik jenis tulis tekno *custom* dengan *product family* berupa motif Klowong Renjana yang diproduksi secara berulang. Ruang lingkup proses yang diamati dimulai dari proses pemotongan kain hingga *isen-isen*.
2. Fokus analisis adalah *waste* pada aliran proses produksi batik tekno *custom* menggunakan pendekatan *lean manufacturing* melalui VSM, PCE, WAM meliputi SWR, WRM, dan WAQ, VALSAT, serta analisis akar masalah menggunakan *5 whys*,
3. Data produk motif Klowong Renjana yang diamati adalah periode April 2026.
4. Data yang digunakan sebagai pendukung analisis adalah data periode empat bulan pada Januari 2026-April 2026, sehingga hasil penelitian merepresentasikan kondisi pada periode tersebut.
5. *Time study* dengan pendekatan waktu mulai hingga waktu selesai digunakan hanya pada proses penggambaran mesin.
6. Penelitian tidak mempertimbangkan analisis biaya dan kelayakan finansial.

7. Rancangan perbaikan yang diusulkan bersifat konseptual, yaitu rekomendasi tanpa implementasi langsung di lapangan.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada laporan penelitian ini terbagi dalam lima bab. Bab satu berisi latar belakang masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Bab satu merupakan proses identifikasi masalah yang dilakukan melalui observasi awal dan kajian literatur. Bab dua membahas tinjauan pustaka yang mencakup penelitian terdahulu dan dasar teori terkait *lean manufacturing*, *waste*, VSM, PCE, WAM, VALSAT, dan *5 whys analysis*. Selanjutnya, bab tiga berisi penjelasan metodologi penelitian yang digunakan, seperti objek penelitian, metode pengumpulan data, validitas dan reliabilitas data, variabel penelitian, model analisis, serta diagram alir penelitian. Kemudian, bab empat menampilkan analisis dari hasil proses pengolahan data, pembahasan, dan implikasi manajerial. Bab empat disusun berdasarkan data kondisi eksisting Batik XYZ dan hasil rancangan perbaikan yang dilakukan. Terakhir, bab lima berisi kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada proses produksi batik tulis *custom* motif Klowong Renjana di XYZ, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pemetaan *current state\_VSM* dan analisis PAM, diketahui bahwa jumlah aktivitas dalam proses produksi batik tulis tekno *custom* motif Klowong Renjana terdiri dari 27 aktivitas. Aktivitas tersebut terbagi menjadi aktivitas VA sebanyak 6 dengan total waktu 8.225,325 detik (9,28%), aktivitas NVA sebanyak 4 dengan total waktu 71.850,73 detik (85,78%), serta aktivitas NNVA sebanyak 17 dengan total waktu 3.684,905 detik (4,40%). Aktivitas VA meliputi proses utama, seperti pemotongan kain, *klowong*, *isen-isen*, dan pengemasan, sedangkan aktivitas NVA didominasi oleh waktu menunggu antar proses, khususnya pada tahap pengemasan dan transisi antar proses produksi. Sementara itu, aktivitas NNVA mencakup aktivitas pendukung, seperti *setup* mesin, pemindahan material, dan inspeksi yang tidak memberikan nilai tambah secara langsung, namun masih diperlukan dalam sistem produksi saat ini.

2. Berdasarkan hasil analisis WAM, *waste* dominan yang terjadi secara berturut-turut pada proses produksi batik tulis tekno *custom* motif Klowong Renjana adalah *defects* (22,06%), *unnecessary motion* (16,69%), *overproduction* (16,15%), *waiting* (15,01%), dan *inventory* (14,41%). *Waste defects* disebabkan oleh ketidakstabilan proses *klowong* akibat kontaminasi pada *nozzle* dan ketidakraturan pemasangan kain, sehingga memicu aktivitas *rework* pada proses *isen-isen*. *Waste unnecessary motion* terjadi akibat tidak adanya standar penempatan alat dan kondisi kerja yang kurang ergonomis. *Waste overproduction* muncul karena proses *klowong* berjalan tanpa mempertimbangkan kesiapan proses *downstream*, sehingga menghasilkan *output* melebihi kebutuhan proses berikutnya. Kondisi ini secara langsung memicu *waste inventory* dan *waiting* dalam bentuk penumpukan WIP antar proses. Secara keseluruhan, akar permasalahan utama berasal dari ketidakseimbangan kapasitas antar proses, tidak adanya sistem kontrol produksi berbasis kebutuhan *downstream*, serta belum diterapkannya standar kerja yang konsisten.
3. Usulan perbaikan yang dirancang berfokus pada aliran produksi batik tulis tekno *custom* motif Klowong Renjana dan peningkatan efisiensi aktivitas berdasarkan prinsip *lean manufacturing*. Perbaikan yang diusulkan

meliputi penerapan *pull system* untuk mengontrol aliran produksi dari proses *klowong* ke *isen-isen*, penerapan *continuous flow* melalui pengurangan ukuran *batch* dan pengemasan bertahap, penerapan *standardized work* untuk meningkatkan konsistensi proses kerja, penerapan prinsip 5S (*seiton*) untuk mengurangi aktivitas gerakan yang tidak perlu, serta penerapan *built-in quality* untuk mencegah terjadinya *defect* pada sumbernya. Implementasi usulan perbaikan ini menghasilkan perubahan pada struktur aliran produksi dari sistem berbasis *push* dan *batch* besar menjadi aliran yang lebih terkontrol, terintegrasi, dan mendekati konsep *lean*.

4. Berdasarkan hasil evaluasi melalui *future state* VSM, terjadi penurunan total *lead time* dari 83.760 detik menjadi 24.161,831 detik, serta penurunan waktu aktivitas NVA secara signifikan. Nilai PCE meningkat dari kondisi awal sebesar 9,82% menjadi 32,3% setelah perbaikan atau mengalami peningkatan maksimal sebesar 22,38%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa proporsi waktu VA dalam sistem produksi menjadi lebih besar, sehingga aliran produksi menjadi lebih efisien dan mendekati karakteristik sistem *lean manufacturing*.

## 5.2. Saran Penelitian Selanjutnya

Sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian ini, beberapa saran diajukan guna mendukung pengembangan penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan implementasi langsung usulan perbaikan pada kondisi nyata, khususnya pada penerapan *pull system* antara proses *klowong* dan *isen-isen*, misalnya melalui penambahan tenaga kerja atau pembagian beban kerja.
2. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan analisis pada variasi motif atau jenis produksi lain, guna mengetahui konsistensi efektivitas usulan *lean* pada kondisi produksi yang berbeda.
3. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan analisis pada aspek ergonomi kerja operator, terutama pada proses *klowong* dan *isen-isen*, untuk mengurangi *unnecessary motion* dengan pendekatan desain kerja.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfaruq, A. M., Abikusna, S., & Hanif, K. M. (2026). Implementation of Lean-Based QCC Method for Reducing Rework and Enhancing Process Reliability in Supply Pump Testing. *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 6, 214–220. <https://doi.org/10.37373/jttm.v7i1.2161>
- Almuhari, H. J., & Jazuli, J. (2025). Integrasi Metode RCA dan TRIZ dalam Menyelesaikan Masalah Produksi Bata Ringan (Studi Kasus di PT. X). *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(3). <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.46253>
- Aprianto, T. (2023). Pengukuran Waktu Standar Kerja Pada Stasiun Kerja Potong Material Pada Perusahaan Kt Menggunakan Metode Snapback. *Sistemik: Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik*, 11(1), 21–26. <https://doi.org/10.53580/sistemik.v11i1.84>
- Arrizal, L. T., Sudiarso, A., & Kusumawan, M. H. (2021). Minimalisasi Waste Pada Proses Produksi Batik Cap Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing. *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan Dan Batik*.
- Asarela, S., & Sari, R. P. (2023). Analisis Pengukuran Kerja Menentukan Waktu Baku Menggunakan Metode Jam Henti Terhadap Operator Persiapan Komponen (Studi Kasus: PT XYZ). *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3). <https://doi.org/10.32672/jse.v8i3.6315>
- Aulia, L. (2021). Evaluasi Proses Produksi Country kettle Pada PT PLB Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *Journal of Science and Applicative Technology*, 5(1). <https://doi.org/10.35472/jsat.v5i1.356>
- Baida, A. Z., & Herwanto, D. (2025). Analisis Faktor-Faktor

- Penyebab Ketidaksesuaian Stok Label dengan Metode 5 Why dan Fishbone Diagram dalam Industri Makanan dan Minuman. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 15(1). <https://doi.org/10.36040/industri.v15i1.12924>
- Bizuneh, B., & Omer, R. (2024). Lean Waste Prioritisation and Reduction in The Apparel Industry: Application of Waste Assessment Model and Value Stream Mapping. *Cogent Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2341538>
- Brilianto, R., & Waluyowati, N. P. (2024). Analisis Proses Produksi Dengan Value Stream Mapping Pada Industri Manufaktur. *Jurnal Kewirausahaan Dan Inovasi*, 3(4). <https://doi.org/10.21776/jki.2024.03.4.14>
- Chin, C. S. (2010). Approximating the process cycle efficiency of non-physical production systems. *Challenging Lean Construction Thinking: What Do We Think and What Do We Know? - 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 18*.
- Costa, B., Varejão, J., & Gaspar, P. D. (2024). Development of a Value Stream Map to Optimize the Production Process in a Luxury Metal Piece Manufacturing Company. *Processes*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/pr12081612>
- Darsini, D. (2014). Penentuan Waktu Baku Produksi Kerupuk Rambak Ikan Laut “Sari Enak” di Sukoharjo. *SPEKTRUM INDUSTRI*, 12(2). <https://doi.org/10.12928/si.v12i2.1672>
- Fannysia, D., Hartini, S., & Santosa, P. P. P. (2022). Analisis Lean Manufacturing Produk Keramik dengan Pendekatan VALSAT dan Pemodelan DES Pada PT. Perkasa Primarindo. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 20(2). <https://doi.org/10.52330/jtm.v20i2.63>
- Fatinnisa, G. A., & Saifuddin, J. A. (2024). Analysis of Value Stream Mapping (VSM) in the Application of Lean

- Manufacturing to Minimize Waste at PT. Karya Indah Medika. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(1). <https://doi.org/10.22441/ijiem.v5i1.22395>
- Fauziyah, S. T. (2023). Analisis Waste di Instalasi Farmasi Rawat Jalan Rumah Sakit dengan Pendekatan Lean Management: Literature Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 6(7). <https://doi.org/10.56338/mppki.v6i7.3350>
- Haekal, J. (2022). Integration of Lean Manufacturing and Promodel Simulation on Repair Production Process Flow of Polysilane Bottle Printing Using VSM, WAM, VALSAT, And RCA Methods: Case Study Packaging Manufacturing Company. *International Journal Of Scientific Advances*, 3(2). <https://doi.org/10.51542/ijscia.v3i2.15>
- Hanis, M. H., & Fernando, Y. (2024). Smart Logistics Solutions for Reducing Food Waste: A Case of Nipah Catering. *International Journal of Industrial Management*, 18(1). <https://doi.org/10.15282/ijim.18.1.2024.10404>
- Hardianto, A. (2023). Upaya Minimasi Pemborosan (Waste) di Mesin Blown Film Pada PT. Indofood CBP Sukses Makmur Div Packaging Menggunakan Metode Value Stream Mapping. *INDUSTRIKRISNA*, 11(2). <https://doi.org/10.61488/industrikrisna.v11i2.58>
- Harensa, N. P., & Pulansari, F. (2025). Analysis of Finished Product Warehouse Activity Flow Using Lean Warehouse Method. *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*, 10(1). <https://doi.org/10.24235/itej.v10i1.202>
- Hasanah, S. Z. N., Oetomo, D. S., & Fata, A. F. I. (2023). Pemetaan Penciptaan Nilai Pada Aktivitas Pengadaan dan Penjualan Skrap Logam Kaleng Menggunakan Value

- Stream Mapping Untuk Mengurangi Waste di PT Anisa Jaya Utama. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 2(3).  
<https://doi.org/10.56127/juit.v2i3.901>
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2015). Operations Management Sustainability and Supply Chain Management. In *The SAGE Encyclopedia of Alcohol: Social, Cultural, and Historical Perspectives*.  
<https://doi.org/10.4135/9781483331096.n334>
- Hu, X., Zhang, B., Du, X., Zhang, H., Zhu, T., Zhang, S., Yang, X., Zhang, Z., Yang, T., Wang, X., & Wu, C. (2025). Recent Advances and Future Perspectives on Heat and Mass Transfer Mechanisms Enhanced by Preformed Porous Media in Vacuum Freeze-Drying of Agricultural and Food Products. In *Foods* (Vol. 14, Number 17).  
<https://doi.org/10.3390/foods14172966>
- Huang, C. Y., Lee, D., Chen, S. C., & Tang, W. (2022). A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry. *Processes*, 10(5).  
<https://doi.org/10.3390/pr10050835>
- Husniyah, U., Darajatun, R. A., Herwanto, D., & A'lala, A. K. (2025). Analisis Penyebab Cacat Produk Assy Menggunakan Root Cause Analysis dan 5 Whys pada PT. PQR. *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 7(1). <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2025.v7i1.7740>
- Hutami, F. A., Sudiarso, A., & Herliansyah, M. K. (2021). Identifikasi Waste Pada Proses Produksi Batik Tulis Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing Dengan Metode Value Stream Mapping (Studi Kasus: Batik Tulis Di Giriloyo). *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan Dan Batik*.
- Istikomah, M., Endang Prasetyaningsih, & Chaznin R. Muhammad. (2021). Usulan Perbaikan Lintasan Produksi

- untuk Mereduksi Waste pada Departemen Kerja Produksi dengan Kombinasi Lean Manufacturing dan Theory of Constraints. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 1(1). <https://doi.org/10.29313/jrti.v1i1.233>
- Jamaliyah, R. A., & Aristriyana, E. (2020). Pengukuran Kerja Pegawai Untuk Optimalisasi Produksi Otak-Otak Dengan Metode Time Study Pada Ukm Putra Ar Kabupaten Ciamis. *Jurnal Industrial Galuh*, 2(1), 35–44. <https://doi.org/10.25157/jig.v2i01.2965>
- Jimenez, L. B., Cuadros, C. C., & Aranibar, M. T. N. (2021). Systematic literature review of the application of lean methodologies in the retail sector. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. <https://doi.org/10.46254/sa02.20210681>
- Kansul, D. S., & Karabay, G. (2020). Increasing The Process Cycle Efficiency of Men's Trousers Assembly Line. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 29(3). <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.498921>
- Khalidzky, M. K., Winarno, & Maulidin, W. F. (2025). Lean Manufacturing dalam Reduksi Waste untuk Peningkatan Efisiensi Produksi Konektor Tipe X di PT XYZ. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 9(1), 26–36. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v9i1.2136>
- Kholil, M., Suparno, A., Hasan, S. B. H., & Aprilia, R. (2022). Lean Approach for Waste Reduction in Production Line by Integrating DMAIC, VSM, and VALSAT Method (Study Case: Assembling Bracket Manufacturing Automotive Industry). *Journal of Intelligent Decision Support System (IDSS)*, 5(1). <https://doi.org/10.35335/idss.v5i1.30>
- Kim, D. E., Farmaciawaty, D. A., & Nizar, A. (2025). Strategic Safety Stock Level For High Import Dependence

- Manufacturing Supply Chain For Enhanced Force Majeure Preparedness. *Eduvest - Journal of Universal Studies*, 5(7).  
<https://doi.org/10.59188/eduvest.v5i7.51630>
- Kristiana, S. P. D., Asih, A. M. S., & Sudiarso, A. (2023). Designing Simulation to Improve Production Efficiency of Batik Industry. *Simulation and Gaming*, 54(6).  
<https://doi.org/10.1177/10468781231205667>
- Kurniawan, Moh. A., & Wulandari, I. A. S. (2024). Integration of VSM and VALSAT in Lean Manufacturing to Reduce Waste at PT SPLN. *Metode : Jurnal Teknik Industri*, 10(2), 217–226. <https://doi.org/10.33506/mt.v10i2.3448>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education. *The Toyota Way*, 372(UshaDarshni).
- M, A. R., Dahda, S. S., & Ismiyah, E. (2021). Pendekatan Lean Manufacturing Sebagai Usulan untuk Meminimalkan Waste Pada Proses Produksi Kayu Decking. *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 1(4).  
<https://doi.org/10.30587/justicb.v1i4.2830>
- Mabusela, L., Nkosi, M., & Gupta, K. (2025). Application of the 5S Technique of Lean Manufacturing to Organize a Laboratory Space and Enhance Productivity Towards a Green University †. *Engineering Proceedings*, 114(1).  
<https://doi.org/10.3390/engproc2025114012>
- Marsella, Kosasih, W., & Salomon, L. L. (2025). Analisis Pemborosan Produksi Kain Panel Melalui Pendekatan Lean Supply Chain. *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 4(2).  
<https://doi.org/10.24912/jmti.v4i2.34956>
- Masniar, M., & Asmuruf, S. (2021). Analisis Uji Petik Kerja (Work Sampling) Pada Proses Produksi Keripik Keladi Karmila di Kota Sorong. *Metode : Jurnal Teknik Industri*,

- 7(1). <https://doi.org/10.33506/mt.v7i1.1650>
- Mehta, S. S. (2017). An Approach to Reduce Non-Value Added Time and Improve Process Cycle Efficiency by Implementing Project Information System. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, *V*(IV). <https://doi.org/10.22214/ijraset.2017.4197>
- Meila Sari, E., & Darmawan, M. M. (2020). Pengukuran Waktu Baku Dan Analisis Beban Kerja Pada Proses Filling Dan Packing Produk Lulur Mandi Di Pt. Gloria Origita Cosmetics. *Jurnal ASIIMETRIK: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, *2*(1), 51–61. <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v2i1.1253>
- Meri, M., Fandeli, H., & Ramadhani, R. Z. (2022). Analisis Waktu Baku Proses Produksi Roti Dengan Metode Stopwatch Di Ukm Fandra Bakery. *Journal of Science and Social Research*, *5*(2), 387. <https://doi.org/10.54314/jssr.v5i2.887>
- Mudgal, D., Pagone, E., & Salonitis, K. (2020). Approach to value stream mapping for make-to-order manufacturing. *Procedia CIRP*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.084>
- Natawijaya, M. F., & Kasih, T. P. (2026). The Impact of Lean Tools and Waste Analysis on the Improvement of Process Cycle Efficiency and Manufacturing Lead Time of Pipe Sleeve Fabrication: A Case Study. *Engineering Innovations*, *17*, 109–122. <https://doi.org/10.4028/p-R2QkXI>
- Palaniswamy, R. (2021). Productivity improvement by reducing waiting time and over-production using lean manufacturing technique. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, *12*(1). <https://doi.org/10.14445/23497157/ijres-v7i4p104>

- Paramawardhani, H., & Amar, K. (2020). Waste Identification in Production Process Using Lean Manufacturing: A Case Study. *Journal of Industrial Engineering and Halal Industries*, 1(1). <https://doi.org/10.14421/jiehhis.1827>
- Pical, A. J., Irawati, D. Y., & Andrian, D. (2025). Lean Manufacturing Analysis: Using WAM and VALSAT to Reduce Waste in the Plastic Sack Finishing Process at PT Surya Plastindo. *International Conference on Applied Technology (ICAT 2024)*, 18. <https://doi.org/10.4028/p-nkm8rh>
- Pradana, A. Y., & Pulansari, F. (2021). Analisis Pengukuran Waktu Kerja dengan Stopwatch Time Study Untuk Meningkatkan Target Produksi di PT XYZ. *JUMINTEN*, 2(1). <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i1.217>
- Prakoso, R. F., Windyatri, H., & Pradipto, G. H. (2025). Penerapan Lean Manufacturing dengan Value Stream Mapping pada Proses Produksi PT TTB. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3). <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3016>
- Rahayu, S., Yuliana, P. E., & Kelvin. (2024). Penggunaan Metode VALSAT dan WAM untuk Mereduksi Waste Pada Pabrik Timah di Pasuruan. *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology*, 6(1).
- Rahma, C., Ariska, A., & Afriasari, V. (2018a). Optimalisasi Pelayanan Unit BPJS RSUD Melalui Perhitungan Waktu Siklus Operator Pelayanan SEP. *Jurnal Optimalisasi*, 4(1), 11–20.
- Rahma, C., Ariska, A., & Afriasari, V. (2018b). Optimalisasi Pelayanan Unit BPJS RSUD Melalui Perhitungan Waktu Siklus Operator Pelayanan SEP. *Jurnal Optimalisasi*, 4(1).
- Rahmatillah, H., & Rusindiyanto, R. (2025). Analysis Of Defect Waste Reduction In Metal Forming Process Using

- Lean Six Sigma. *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*, 10(1).  
<https://doi.org/10.24235/itej.v10i1.203>
- Rahmawati, A., Rochman, Y. A., Arief, U., Aini, N., Sudiarso, A., Muhammad, D., & Herliansyah, K. (2023). Penerapan Lean Manufacturing untuk Mengurangi Cycle Time Produksi Batik. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI)*, 887–896.
- Rawabdeh, I. A. (2005). A Model for The Assessment of Waste In Job Shop Environments. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(8).  
<https://doi.org/10.1108/01443570510608619>
- Reza, R. R., & Santoso, A. (2022). Penerapan Lean Manufacturing di Sebuah Perusahaan Keramik. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 8(2).  
<https://doi.org/10.24014/jti.v8i2.19954>
- Rizaldi, A., Muzwardi, A., Santoso, E., Iffan, M., & Fera, M. (2023). The Strategic Development of Maritinne Connectivity in The Border Area in Indonesia. *Journal of Eastern European and Central Asian Research*, 10(4).  
<https://doi.org/10.15549/jecicar.v10i4.1378>
- Rizani, N. C., Safitri, D. M., & Wulandari, P. A. (2012). Perbandingan Pengukuran Waktu Baku dengan Metode Stopwatch Time Study dan Metode Ready Work Factor (RWF) Pada Departemen Hand Insert PT Sharp Indonesia. *JURNAL TEKNIK INDUSTRI*, 2(2).  
<https://doi.org/10.25105/jti.v2i2.7023>
- Rusman, O., Sriwarna, I. K., & Prambudia, Y. (2024). Real-time WIP Shelf life Tracking with Barcode Technology for Defects Reduction. *Applied Engineering, Innovation, and Technology*, 1(1).  
<https://doi.org/10.62777/aeit.v1i1.12>

- Salunkhe, R. T., & Shinge, A. R. (2018). Value Stream Mapping to Reduce Lead Time and Improve Throughput Time in a Manufacturing Organization: A Review. *IUP Journal of Operations Management*, 17(3).
- Santoso, A. F., & Mundari, S. (2025). Identifikasi Proses Produksi Karpas Mobil untuk Meminimumkan Pemborosan (Waste) Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(3). <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.46667>
- Setiadewi, E., Widowati, I., & Negara, L. J. (2018). Analisa Waktu Baku Proses Pemasangan Interior Unit Model Grand Livina di Section Chassis Line Departemen Trim Chassis PT. Nissan Motor Indonesia. *Jurnal Manajemen Industri*, 1(1), 1–6.
- Setiawan, F. (2022). Implementation of Lean Manufacturing With A Value Stream Mapping Approach to Improve The Efficiency of The Production Process. *JURNAL AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 7(3). <https://doi.org/10.36722/sst.v7i3.1174>
- Shofyan, R. A., & Karningsih, P. D. (2025). Analysis and Handling of Waste in Companies Implementing Lean at a Beginner Level. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 26(4), 1–16. <https://doi.org/10.21070/ijins.v26i4.1614>
- Souza, D. L., Korzenowski, A. L., Alvarado, M. M., Sperafico, J. H., Ackermann, A. E. F., Mareth, T., & Scavarda, A. J. (2021). A systematic review on lean applications' in emergency departments. In *Healthcare (Switzerland)* (Vol. 9, Number 6). <https://doi.org/10.3390/healthcare9060763>
- Strandhagen, J. W., Vallandingham, L. R., Alfnes, E., & Strandhagen, J. O. (2018). *Operationalizing lean principles for lead time reduction in engineer-to-order*

- (ETO) operations: A case study. 51(11).  
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.246>
- Sumasto, F., Akbar, M. R., Husna, S. F. H., Pratama, I. R., Wulansari, I., Rozi, M. F., & Ismono, A. (2023). Peningkatan Value Added dalam Industri Tahu melalui Penerapan Lean Manufacturing dan Analisis Waste. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4).  
<https://doi.org/10.32672/jse.v8i4.6876>
- Suparmanto, N., Asih, A. M. S., Sudiarso, A., & Permanasari, A. E. (2024). Pricing Decision System for Custom Design Batik. *International Journal on Informatics Visualization*, 8(1).  
<https://doi.org/10.62527/joiv.8.1.2000>
- Suwandi, N. N., & Suhada, K. (2025). Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Value Stream Mapping untuk Mengurangi Cycle Time pada Bagian Perakitan Spring Mattress di PT X. *Journal of Integrated System*, 7(2). <https://doi.org/10.28932/jis.v7i2.8694>
- Taufik, T., Wahyuni Fitri, R., Fithri, P., Meuthia, Y., & Alfadhlani, A. (2025). Identifikasi Waste Dan Peningkatan Efisiensi Produksi Di IKM Kerupuk Kulit di Kota Padang. *Jurnal Industri Samudra*, 6(1).  
<https://doi.org/10.55377/jis.v6i1.12758>
- Untsa, U. F., & Bernadhi, B. D. (2024). Analisis Lean Manufacturing Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) Untuk Meminimalisasi Waste Pada Proses Produksi (Studi Kasus Printex Semarang). *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 5(4).
- Utomo, P., & Pudji, E. (2025). Analysis of Waste in the Production System with the Approach Lean Manufacturing Method. *Journal La Multiapp*, 6(2).  
<https://doi.org/10.37899/journallamultiapp.v6i2.1999>

- Waiman, E., Achadi, A., & Agustina, R. (2023). Reducing Hospital Outpatient Waiting Time Using Lean Six Sigma: A Systematic Review. In *Indonesian Journal of Health Administration* (Vol. 11, Number 1). <https://doi.org/10.20473/ijha.v11i1.2023.154-166>
- Walidi, K., & Nurcahyanie, Y. D. (2016). Rancangan Pengembangan Produk Boncengan Sepeda Motor Untuk Anak dengan Pendekatan Ergonomi. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 14(2). <https://doi.org/10.36456/waktu.v14i2.132>
- Wirawan, E., Hana, F. N., Febriyanto, B., Purwanti, P., Saputra, R. E., & Al-Faritsy, A. Z. (2024). Optimalisasi Proses Produksi di Balerina Fashion melalui Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode VSM dan PAM. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(2), 147–157. <https://doi.org/10.58169/saintek.v3i2.666>
- Wu, M. F., Li, J. Y., Lin, Y. H., Huang, W. C., He, C. C., & Wang, J. M. (2021). Processing Cycle Efficiency to Monitor The Performance of An Intelligent Tube Preparation System for Phlebotomy Services. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17). <https://doi.org/10.3390/ijerph18179386>
- Wulandari, D., & Rumini, R. (2023). Pemodelan dan Prediksi Produksi Padi Menggunakan Regresi Linear. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 12(4). <https://doi.org/10.30591/smartcomp.v12i4.5905>
- Yafi, M., & Rusindiyanto. (2025). Analysis of Lean Manufacturing Implementation With Value Stream Mapping and Failure Mode And Effect Analysis Method. *Journal La Multiapp*, 6(4). <https://doi.org/10.37899/journallamultiapp.v6i4.2210>
- Zakaria, M. I., & Rochmoeljati, R. (2020). Analisis Waste Pada

Aktivitas Produksi BTA SK 32 dengan Menggunakan  
Lean Manufacturing di PT XYZ. *JUMINTEN*, 1(2).  
<https://doi.org/10.33005/juminten.v1i2.29>

