

MINIMASI WASTE PADA PROSES PRODUKSI BATIK PRINTING DENGAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING*

Alayya Nabila Hermarisa Aisy; Dinda Safitri Ramadhani

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Batik ArYu merupakan UKM produksi batik printing yang menghadapi permasalahan tidak tercapainya target produksi akibat pemborosan (*waste*) pada lantai produksi sehingga menyebabkan keterlambatan pengiriman kepada konsumen. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi *waste* dominan, menganalisis akar penyebabnya, serta memberikan usulan perbaikan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM), *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT), dan *fishbone diagram* sebagai alat analisis akar penyebab. Hasil penelitian mengidentifikasi tiga jenis *waste* dominan yaitu *motion*, *over processing*, dan *waiting* dengan masing masing bobot 21,82%. PAM terpilih sebagai tools paling relevan dengan persentase 39%. Analisis *fishbone diagram* mengidentifikasi akar penyebab *waste* adalah dari faktor *man*, *method*, *machine*, dan *measurement*. Berdasarkan akar penyebab, dibuat usulan perbaikan meliputi penggantian sistem penguncian begel dengan *head knob screw*, penggunaan *adjustable work platform* pada area pelorodan, penyusunan SOP pencucian dan pelorodan, serta penerapan *visual management* berupa *timer* digital dan papan informasi pengemasan. Hasil menunjukkan penurunan *cycle time* sebesar 25,11% dari 3,66 hari menjadi 2,74 hari dan seluruh aktivitas NVA berhasil dieliminasi.

Kata Kunci: *lean manufacturing, waste, value stream mapping, VALSAT, fishbone diagram*

Abstract

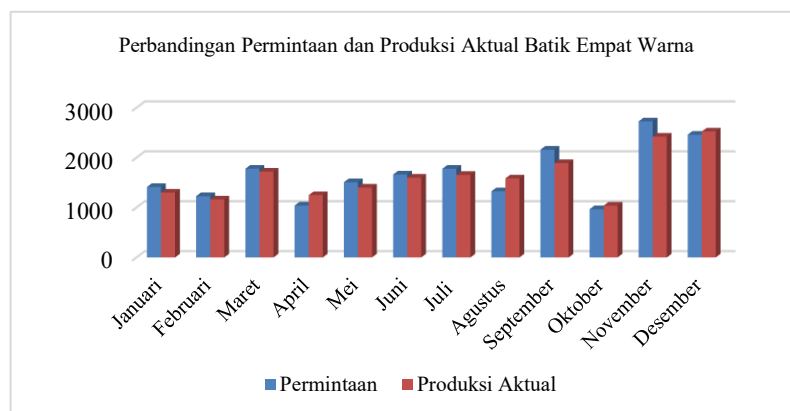
Batik ArYu is a SME engaged in batik printing production that faces difficulties in achieving its production targets due to waste occuring on the production floor, resulting in delayed product delivery to cutomers. This study aims to identify the dominant types of waste, analyze their root causes, and propose improvement strategies using a Lean Manufacturing approach through Value Stream Mapping (VSM), Value Stream Analysis Tools (VALSAT), and fishbone diagram for root cause analysis. The results identified three dominant types of waste, namely motion, over processing, and waiting, each with a weight Of 21,82%. Process Activity Mapping (PAM) was selected as the most appropriate analysis tools with a score of 39%. Fishbone diagram analysis revealed that the root cause of waste originated from factors related to man, method, machine, and measurement. Based on these findings, several improvement proposals were developed, including replacing the fixture locking system with a head knob screw, implementing an adjustable work platform in the lorodan area, developing Standard Operating Procedure (SOP) for the washing and lorodan processes, and applysing visual management through a digital timer and packaging information board. The proposed improvements are estimated to reduce the production cycle time by 25,11% from 3,66 days to 2,74 days, and all Non-Value Added (NVA) activities are eliminated

Keywords: *lean manufacturing, waste, value stream mapping, VALSAT, fishbone diagram*

1. PENDAHULUAN

Batik merupakan warisan budaya yang telah berkembang lama di Indonesia dan diwariskan secara turun-menurun (Supriono, 2024). Batik telah memperoleh pengakuan dunia serta menjadi bagian dari industri kreatif yang berkontribusi terhadap perekonomian. Saat ini, batik telah menjadi identitas yang melekat pada masyarakat Indonesia dan digunakan oleh hampir seluruh lapisan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari (Akbari *et al.*, 2026). Seiring berkembangnya teknologi, beberapa produsen batik menghadapi tantangan untuk menciptakan ide baru dan produksi dalam jangka panjang. Pendekatan yang semakin populer adalah penerapan batik printing yang memberikan kecepatan dalam proses produksi, efisiensi yang lebih baik, dan kemampuan untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat (Pawitan & Prawira, 2021). Salah satu pelaku industri tersebut adalah Batik ArYu, UKM di Kampung Batik Laweyan, Surakarta, dengan sistem produksi *Make To Order* (MTO) yang melayani pesanan dalam jumlah besar, termasuk batik empat warna sebagai jenis permintaan tertinggi.

Proses produksi batik printing di Batik ArYu masih menghadapi permasalahan berupa belum optimalnya efisiensi produksi. Hal ini ditunjukkan oleh produksi aktual yang pada beberapa periode berada di bawah permintaan sehingga menyebabkan keterlambatan pengiriman kepada konsumen. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan Permintaan dan Produksi Aktual Batik Empat Warna

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara awal, ditemukan beberapa aktivitas yang berpotensi menjadi penyebab menurunnya efisiensi produksi. Aktivitas penyablonan warna pertama membutuhkan waktu tiga kali lebih lama dari warna berikutnya akibat proses pemasangan begel (*fixture*) yang masih dilakukan secara manual menggunakan baut dan kunci inggris. Selanjutnya, proses perendaman kain durasinya tidak konsisten karena belum adanya standardisasi waktu proses. Selain itu, terjadi keterlambatan perpindahan kain ke proses berikutnya akibat penundaan aktivitas dan keterlambatan penyampaian informasi antara pemilik usaha dengan operator. Selama tahun 2025, ditemukan produk cacat sebanyak 0,2% dari keseluruhan produksi. Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses produksi (Erniyani *et al.*, 2025).

Lean manufacturing hadir sebagai konsep manajemen yang berorientasi pada eliminasi *waste* di setiap tahap produksi dan perbaikan berkelanjutan terhadap akar penyebabnya (Erniyani *et al.*, 2025). Konsep ini diterapkan melalui *Toyota Production System* (TPS) dan kini digunakan luas oleh berbagai perusahaan global (Septiana *et al.*, 2025). *Value Stream Mapping* (VSM) merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*) dalam proses manufaktur. VSM dijadikan dalam bentuk peta visual aliran proses yang berfungsi untuk menggambarkan keseluruhan aktivitas produksi, sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi sumber pemborosan serta peluang perbaikan (Sirajudeen & Krishnan, 2022). *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) adalah sebuah pendekatan yang berfungsi untuk menentukan pembobotan *waste*, lalu mengidentifikasi *tool* atau alat yang cocok untuk mengatasi *waste* dengan bobot terbesar melalui suatu matriks (Nasution *et al.*, 2024).

VSM dan VALSAT *tools* PAM pada proses penyamakan kulit mampu mengidentifikasi *waste* dominan secara terstruktur dan menghasilkan peningkatan utilitas proses sebesar 3,89% setelah penerapan usulan perbaikan (Chaeron *et al.*, 2020). Perbaikan proses produksi kaos sablon berdasarkan VSM dan VALSAT juga menunjukkan adanya penurunan waktu siklus dari 22007 detik menjadi 14892 detik atau sama dengan 32% peningkatan efisiensi (Surya & Sulistiyowati, 2025). Metode ini juga terbukti dapat menurunkan *lead time* produksi dari 76 jam 69 menit, menjadi 73 jam 45 menit (Pratama & Faritsy, 2024).

Metode VSM dan VALSAT telah banyak diterapkan pada berbagai sektor manufaktur tetapi penerapan pada industri batik printing masih terbatas. Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis *waste* yang paling dominan, menganalisis akar penyebab *waste* paling dominan, serta memberikan usulan perbaikan untuk meminimalkan atau menghilangkan *waste* pada proses produksi batik printing di Batik ArYu. Penelitian difokuskan pada jenis batik empat warna menggunakan VSM VALSAT dengan *fishbone diagram* sebagai *root cause analysis*.

Allah berfirman dalam QS. Ar-Ra'd ayat 11 memiliki penggalan arti, yaitu "*Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.*" Ayat ini mengandung makna bahwa perubahan ke arah yang lebih baik memerlukan usaha nyata. Prinsip tersebut selaras dengan konsep *lean manufacturing* yang menekankan usaha perbaikan berkelanjutan melalui identifikasi dan minimasi *waste* untuk meningkatkan efisiensi proses produksi.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Batik ArYu, UKM produksi batik printing yang berlokasi di Kampung Batik Laweyan, Surakarta, dengan fokus penelitian berupa proses produksi batik printing empat warna. Data waktu aktivitas produksi diambil sebanyak 10 kali pengamatan pada satu siklus produksi. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

2.1 Identifikasi Permasalahan

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi kondisi proses produksi batik printing serta menentukan tujuan dan batasan penelitian. Studi literatur juga dilakukan yaitu meliputi *lean manufacturing*, VSM, VALSAT, dan *fishbone diagram*.

2.2 Pengumpulan Data

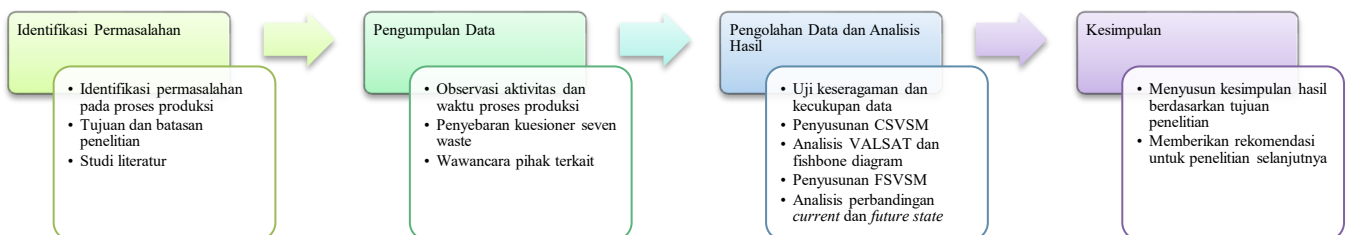
Tahap pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses produksi, wawancara, serta penyebaran kuesioner *seven waste* kepada empat responden. Data yang dikumpulkan meliputi alur proses produksi, aktivitas tiap proses produksi, jumlah operator, *cycle time*, *lead time*, *process time*, *available time*, dan kuesioner *seven waste*.

2.3 Pengolahan Data dan Analisis Hasil

Data hasil pengamatan selanjutnya diuji keseragaman dan uji kecukupan data sebelum dilakukan analisis. Setelah data dikatakan layak, disusun *Current State VSM* untuk memetakan kondisi aktual proses produksi. Hasil kuesioner *seven waste* yang telah didapatkan, digunakan sebagai dasar pembobotan *waste* dan dianalisis menggunakan VALSAT untuk menentukan *tools* yang paling sesuai. Selanjutnya, *waste* dominan dianalisis menggunakan *fishbone diagram* untuk mengidentifikasi akar penyebab pemborosan. Berdasarkan penyebab yang telah ditemukan, disusun usulan perbaikan untuk membuat *Future VSM*.

2.4 Kesimpulan

Tahap terakhir dilakukan dengan menyusun kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Kesimpulan disusun berdasarkan tujuan penelitian. Selain itu, disampaikan juga rekomendasi atau saran bagi penelitian selanjutnya.

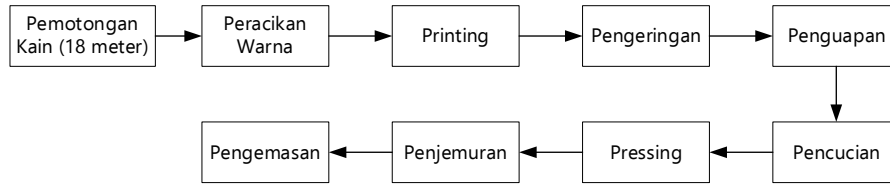


Gambar 2. Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Alur Proses Produksi

Pembuatan kain batik printing memerlukan beberapa langkah produksi. Penelitian ini berfokus pada pembuatan kain batik printing jenis empat warna mulai dari pemotongan kain hingga pengemasan. Alur proses produksi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur Proses Produksi Batik Printing

3.2 Cycle Time Proses Produksi

Waktu setiap aktivitas produksi, dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data sebelum diolah. Uji keseragaman data merupakan suatu analisis statistik yang dilakukan untuk memastikan bahwa data hasil pengamatan memiliki tingkat variasi yang wajar dan berasal dari kondisi proses yang sama (Zakaria *et al.*, 2025). Rumus uji keseragaman data dapat dilihat pada persamaan 1-4 (Lee *et al.*, 2025).

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \dots\dots\dots(1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N-1}} \dots\dots\dots(2)$$

$$BKA = \bar{x} + k\sigma \dots\dots\dots(3)$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- $\bar{x}$ = nilai rata-rata
- x_i = data ke-i
- N = jumlah data yang diambil
- k = tingkat kepercayaan (*confidence level*)
- σ = standar deviasi
- BKA = batas kontrol atas
- BKB = batas kontrol bawah

Uji kecukupan data bertujuan untuk memastikan bahwa jumlah data hasil pengamatan telah memadai dan representatif dalam menggambarkan kondisi aktual (Suryatman & Aprilia, 2022). Rumus uji kecukupan data ada pada persamaan 5 (Asarela & Sari, 2023).

$$N' = \left[\frac{\frac{K}{S} \sqrt{Nx \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- N' = jumlah data yang seharusnya diambil
- N = jumlah data yang diambil
- x = sampel ke-
- S = tingkat ketelitian (*level of accuracy*)
- K = tingkat kepercayaan (*confidence level*)

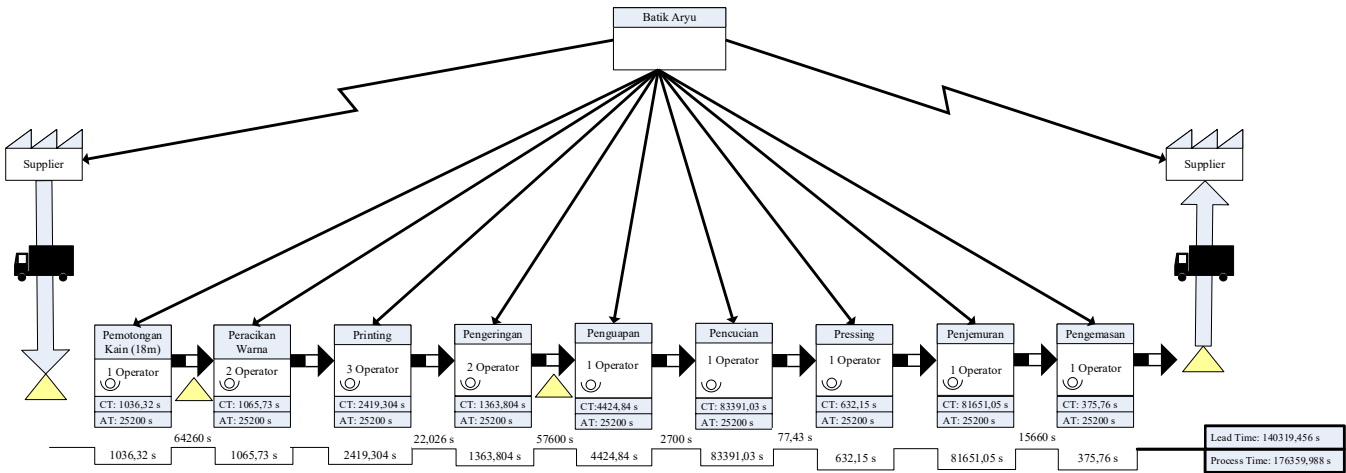
Data waktu proses produksi diperoleh melalui pengamatan langsung dengan jumlah pengamatan (N) sebanyak 10 kali. Data sudah dinyatakan seragam dan cukup untuk dianalisis lebih lanjut. Data *cycle time* proses produksi ada pada Tabel 3.

Tabel 3. Data *Cycle Time* Proses Produksi

No	Proses	Cycle Time (detik)
1	Pemotongan Kain 18 meter	163,65
2	Peracikan Warna	65325,73
3	Printing	2419,304
4	Pengeringan	1385,83
5	Penguapan	62024,84
6	Pencucian	86091,03
7	Pressing	709,58
8	Penjemuran	81651,05
9	Pengemasan	16075,76
Total		315846,774

3.3 Current State Value Stream Mapping (CSVSM)

Current State VSM merupakan representasi visual yang menggambarkan aliran material dan aliran informasi pada *value stream* berdasarkan kondisi aktual proses produksi pada saat penelitian atau pengamatan dilakukan (Woldemicael *et al.*, 2024). CSVSM dikembangkan melalui pengumpulan data proses produksi pada objek penelitian yang mencakup *cycle time*, *available time*, dan identifikasi pemborosan berdasarkan tujuh jenis *waste* (Sanusi *et al.*, 2024). Hasil pemetaan kondisi aktual ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Current State Value Stream Mapping* (CSVSM)

Berdasarkan Gambar 4, dapat dianalisis aliran informasi dan aliran produksi. Aliran informasi ditunjukkan oleh garis yang menghubungkan *customer*, Batik ArYu, dan *supplier*. Informasi dari *customer*

berupa pesanan produk, digunakan sebagai dasar perencanaan proses produksi yang bersifat *Make To Order* (MTO). Selanjutnya, Batik ArYu menyampaikan kebutuhan bahan baku kepada *supplier* agar material dapat dikirim sesuai permintaan. Sedangkan pada aliran manual, proses dimulai dari kedatangan bahan baku dari *supplier* lalu bergerak secara berurutan melalui setiap stasiun kerja, yaitu pemotongan kain, peracikan warna, printing, pengeringan, penguapan, pencucian, *pressing*, penjemuran, hingga pengemasan sebelum dikirim kepada *customer*. Total *lead time* antar proses produksi sebesar 140319,456 detik (38,978 jam), sedangkan total *process time* sebesar 175527,318 detik (48,758 jam) sehingga total *cycle time* adalah 315846,774 detik atau sama dengan 3,66 hari.

3.4 Pembobotan *Waste*

Rekapitulasi pembobotan *waste* dilakukan berdasarkan hasil penyebaran kuesioner *seven waste* kepada empat responden. Skala yang digunakan adalah 0 – 5 dengan keterangan tidak pernah terjadi hingga sangat sering terjadi (Pramono & Utami, 2024). Hasil kuesioner berfungsi untuk menentukan jenis *waste* yang menjadi prioritas untuk diberikan usulan perbaikan dalam mengurangi pemborosan. Rekapitulasi pembobotan *waste* dilakukan berdasarkan hasil penyebaran kuesioner *seven waste* kepada empat responden. Responden yang dipilih adalah orang yang paling mengerti tentang kondisi aktual di perusahaan, yaitu pemilik usaha, kepala produksi, dan dua pekerja yang memiliki masa kerja paling lama (Oktavera *et al.*, 2025). Rekapitulasi pembobotan *waste* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Pembobotan *Waste*

Jenis <i>Waste</i>	Responden				Skor Akhir	Bobot	Ranking
	1	2	3	4			
<i>Over Production</i>	1	1	1	1	4	0,0727	6
<i>Waiting</i>	3	3	3	3	12	0,2182	3
<i>Transportation</i>	0	0	0	0	0	0,0000	7
<i>Over Processing</i>	2	3	3	4	12	0,2182	2
<i>Inventory</i>	2	2	1	2	7	0,1273	5
<i>Motion</i>	3	2	3	4	12	0,2182	1
<i>Defect</i>	2	2	2	2	8	0,1455	4
Total					55	1	

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh bobot *over production* sebesar 7%, *waiting* sebesar 21,82%, *transportation* sebesar 0%, *over processing* sebesar 21,82%, *inventory* sebesar 13%, *motion* sebesar 21,82%, dan *defect* sebesar 15%. Hasil ini menunjukkan bahwa pemborosan yang dominan pada proses produksi batik printing adalah *waiting*, *over processing*, dan *motion*. Penelitian ini akan difokuskan untuk mengidentifikasi akar penyebab dan menyusun usulan perbaikan terhadap ketiga jenis *waste* tersebut.

3.5 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Hasil pembobotan kuesioner digunakan untuk menentukan *tools* analisis yang paling sesuai menggunakan matriks VALSAT berdasarkan perangkat nilai tertinggi, sehingga proses identifikasi dan usulan perbaikan *waste* dapat dilakukan secara lebih terarah (Oktavera *et al.*, 2025). VALSAT dimanfaatkan sebagai alat analisis memilih strategi yang paling tepat dalam meminimalkan pemborosan yang terjadi pada proses produksi (Suhardi *et al.*, 2020). Hasil pembobotan VALSAT dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pembobotan VALSAT

<i>Waste</i>	Bobot	VALSAT Tools						
		PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<i>Over Production</i>	0,0727	0,0727	0,2182		0,0727	0,2182	0,2182	
<i>Waiting</i>	0,2182	1,9636	1,9636	0,2182		0,6545	0,6545	
<i>Transportation</i>	0,0000	0,0000						
<i>Over Processing</i>	0,2182	1,9636		0,6545	0,2182		0,2182	
<i>Inventory</i>	0,1273	0,3818	1,1455	0,3818		1,1455	0,3818	0,1273
<i>Motion</i>	0,2182	1,9636	0,2182					
<i>Defect</i>	0,1455	0,1455			1,3091			
Total		6,4909	3,5455	1,2545	1,6000	2,0182	1,4727	0,1273
Persentase		39%	21%	8%	10%	12%	9%	1%
Peringkat		1	2	6	4	3	5	7

Berdasarkan Tabel 5, *Process Activity Mapping* (PAM) memperoleh persentase tertinggi sebesar 39% dibandingkan *tools* VALSAT lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pemborosan pada proses produksi batik printing lebih dominan terjadi pada tingkat aktivitas proses. Oleh karena itu, PAM dipilih sebagai *tools* yang paling sesuai untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi.

3.6 Current Process Activity Mapping (CPAM)

Current Process Activity Mapping (CPAM) digunakan untuk mengidentifikasi seluruh aktivitas pada proses produksi dengan mengelompokkan setiap aktivitas ke dalam kategori *Value Added* (VA), *Necessary but Non-Value Added* (NNVA), dan *Non-Value Added* (NVA). Melalui pemetaan ini, lokasi terjadinya *waste* dapat diketahui sehingga menjadi dasar dalam mengidentifikasi aktivitas yang perlu dieliminasi maupun ditingkatkan efisiensinya. PAM mengklasifikasikan aktivitas proses ke dalam lima kategori, yaitu *operation*, *transportation*, *inspection*, *storage*, dan *delay* (Suhardi *et al.*, 2020). Hasil PAM dan rekapitulasi jenis aktivitasnya disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. *Current Process Activity Mapping* (CPAM)

Kode	Aktivitas	Mesin/	Jml	Waktu	Aktivitas					Kategori
		Alat	Opt	(detik)	O	I	T	S	D	
Pemotongan Kain (18 m)										
A1	Membawa gulungan kain dari gudang	Manual	1	39,41			T			NNVA
A2	Membuka gulungan kain			28,51	O					NNVA
A3	Mengukur dan memotong kain	Meteran		95,73	O					VA
		gantung								
Peracikan Warna										
B1	Kain disimpan di gudang	Manual		64260				S		NNVA
B2	Mencampurkan pewarna ke-1 ke dalam mangkok	Sendok		209,96	O					NNVA
B3	Memasukkan air, gelatin, dan pewarna ke-1 ke dalam ember		30,16	O					NNVA	
B4	Mengaduk pewarna ke-1	Mixer		156,06	O					NNVA
B5	Mencampurkan pewarna ke-2 ke dalam mangkok	Sendok		116,06	O					NNVA
B6	Memasukkan air, gelatin, dan pewarna ke-2 ke dalam ember		43,28	O					NNVA	
B7	Mengaduk pewarna ke-2	Mixer	1	104,81	O					NNVA
B8	Mencampurkan pewarna ke-3 ke dalam mangkok	Sendok		82,86	O					NNVA
B9	Memasukkan air, gelatin, dan pewarna ke-3 ke dalam ember		50,15	O					NNVA	
B10	Mengaduk pewarna ke-3	Mixer		76,12	O					NNVA
B11	Mencampurkan pewarna ke-4 ke dalam mangkok	Sendok		67,33	O					NNVA
B12	Memasukkan air, gelatin, dan pewarna ke-4 ke dalam ember		38,19	O					NNVA	
B13	Mengaduk pewarna ke-4	Mixer		90,75	O					NNVA
Printing										
C1	Membawa kain ke area printing	Manual	3	37,25			T			NNVA
C2	Menempelkan kain di meja kerja			203,51	O					NNVA
C3	Mengambil screen warna ke-1 dari rak			11,06			T			NNVA
C4	Menempelkan screen di atas kain			6,16	O					NNVA
C5	Menuangkan pewarna ke-1 di atas screen	Manual		13,17	O					NNVA
C6	Proses penyablonan warna ke-1	Screen, begel, kunci inggris		703,54	O					VA

Kode	Aktivitas	Mesin/ Alat	Jml Opt	Waktu (detik)	Aktivitas					Kategori
					O	I	T	S	D	
C7	Memindahkan alat curing ke meja kerja	Manual		19,38			T		NNVA	
C8	Menyetel alat curing			12,20	O				NNVA	
C9	Curing kain warna ke-1	Alat curing		180,61	O				VA	
C10	Mengambil screen warna ke-2 dari rak	Manual		11,37			T		NNVA	
C11	Menempelkan screen di atas kain			6,32	O				NNVA	
C12	Menuangkan pewarna ke-2 di atas screen			11,75	O				NNVA	
C13	Proses penyablonan warna ke-2	Screen		204,50	O				VA	
C14	Curing kain warna ke-2	Alat curing		162,55	O				VA	
C15	Mengambil screen warna ke-3 dari rak	Manual		10,07			T		NNVA	
C16	Menempelkan screen di atas kain			5,87	O				NNVA	
C17	Menuangkan pewarna ke-3 di atas screen			10,23	O				NNVA	
C18	Proses penyablonan warna ke-3	Screen		208,34	O				VA	
C19	Curing kain warna ke-3	Alat curing		185,41	O				VA	
C20	Mengambil screen warna ke-4 dari rak	Manual		10,33			T		NNVA	
C21	Menempelkan screen di atas kain			6,05	O				NNVA	
C22	Menuangkan pewarna ke-4 di atas screen			10,21	O				NNVA	
C23	Proses penyablonan warna ke-4	Screen		211,07	O				VA	
C24	Curing kain warna ke-4	Alat curing		178,36	O				VA	
Pengeringan										
D1	Kain menunggu untuk masuk ke proses pengeringan	Manual	2	22,03				D	NVA	
D2	Melepaskan dan menggantung kain di atas meja kerja	Manual		108,87	O				NNVA	
D3	Kain digantung hingga kering			1200,00				D	NNVA	
D4	Mengambil kain dari gantungan di atas meja kerja	Manual		28,28	O				NNVA	
D5	Melipat kain yang telah kering			6,92	O				NNVA	
D6	Membawa kain ke tempat penyimpanan			19,73			T		NNVA	
Penguapan										
E1	Kain disimpan di gudang	Manual	1	57600				S	NNVA	
E2	Membawa kain dari gudang			42,17			T		NNVA	
E3	Memindahkan kain ke motor			101,79			T		NNVA	
E4	Membawa kain ke tempat steam	Motor		340,44			T		NNVA	
E5	Kain diproses di tempat steam	Alat steamer		3600	O				VA	

Kode	Aktivitas	Mesin/ Alat	Jml Opt	Waktu (detik)	Aktivitas					Kategori
					O	I	T	S	D	
E6	Membawa kembali kain dari tempat steam	Motor		340,44			T			NNVA
Pencucian										
F1	Pemanasan air	Kompor		2700					D	NNVA
F2	Membawa kain ke tempat pencucian	Manual		42,01			T			NNVA
F3	Memasukkan kain ke bak air pertama			24,25	O					NNVA
F4	Mencuci kain di bak air pertama	Tongkat		96,17	O					VA
F5	Memindahkan kain ke bak air kedua	Manual		80,25	O					NNVA
F6	Mencuci kain di bak air kedua	Tongkat		244,42	O					VA
F7	Memindahkan kain ke bak pelorodan	Manual		35,69	O					NNVA
F8	Proses pelorodan kain	Tongkat	1	1435,82	O					VA
F9	Kain didiamkan sejenak di kayu di atas bak pelorodan			101,87					D	NNVA
F10	Memindahkan kain ke bak air keempat	Manual		99,67	O					NNVA
F11	Merendam kain di bak air keempat			78780					D	NNVA
F12	Mencuci kain di bak air keempat			160,65	O					VA
F13	Memindahkan kain ke bak air kelima			17,85	O					NNVA
F14	Mencuci kain di bak air kelima	Tongkat		291,78	O					VA
F15	Merendam kain di bak air kelima	Manual		1980,60					D	NNVA
Pressing										
G1	Kain menunggu untuk masuk ke proses pressing			77,43					D	NVA
G2	Memindahkan kain ke mesin press	Manual		48,11			T			NNVA
G3	Memasukkan air dengan pelembut ke mesin press		1	14,08	O					VA
G4	Memasang plastik di bawah mesin press			12,42	O					NNVA
G5	Proses pressing kain	Mesin press		557,54	O					VA
Penjemuran										
H1	Membawa kain ke area penjemuran			26,60			T			NNVA
H2	Menggantungkan kain ke atas bambu			73,31	O					NNVA
H3	Menarik kain yang telah digantung ke dalam sela-sela gantungan			325,06	O					NNVA
H4	Meratakan bagian kanan dan kiri kain pada gantungan	Manual	1	102,43	O					NNVA
H5	Kain dijemur hingga kering			81000					D	NNVA
H6	Mengangkat kain yang telah selesai dijemur			104,18	O					NNVA

Kode	Aktivitas	Mesin/ Alat	Jml Opt	Waktu (detik)	Aktivitas					Kategori
					O	I	T	S	D	
H7	Merapikan kain yang telah selesai dijemur			19,47	O					NNVA
Pengemasan										
I1	Kain menunggu untuk masuk ke proses pengemasan			15660					D	NVA
I2	Melipat kain			81,54	O					VA
I3	Memasukkan kain ke dalam plastik	Manual	1	17,89	O					VA
I4	Mengikat plastik dengan tali rafia			51,65	O					NNVA
I5	Memasukkan kain ke dalam karung			81,21	O					NNVA
I6	Mengikat karung dengan tali rafia			147,64	O					NNVA
I7	Memberi label alamat tujuan pada karung			35,83	O					NNVA

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Jenis Aktivitas CPAM

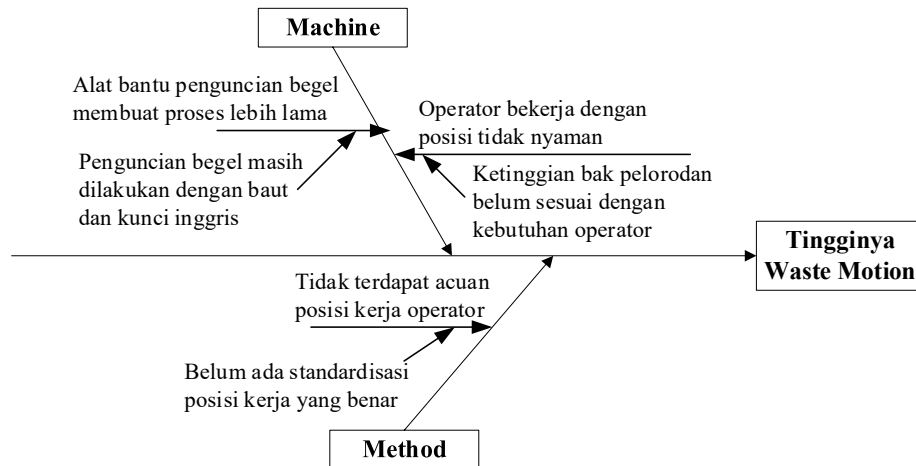
Kategori	Jumlah	Total Waktu	Persentase
<i>Operation</i> (O)	60	11364,68	4%
<i>Inspection</i> (I)	0	0,00	0%
<i>Transportation</i> (T)	15	1100,16	0%
<i>Storage</i> (S)	2	121860,00	39%
<i>Delay</i> (D)	9	181521,93	57%
Total	86	315846,77	100%
VA	19	8629,99	3%
NVA	3	15759,46	5%
NNVA	64	291457,33	92%
Total	86	315846,77	100%

Berdasarkan Tabel 7, diperoleh 86 aktivitas yang terdiri dari 60 *operation*, 15 *transportation*, 2 *storage*, dan 9 *delay*. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa proses produksi masih mengandung aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sehingga waktu penyelesaian produk menjadi lebih panjang. Berdasarkan klasifikasi nilai tambah, terdapat 19 aktivitas VA, 64 aktivitas NNVA, dan 3 aktivitas NVA. Hal ini menunjukkan masih terdapat peluang perbaikan melalui eliminasi aktivitas yang tidak bernilai tambah dan pengurangan waktu aktivitas yang masih diperlukan agar waktu siklus produksi menurun.

3.7 Analisis Penyebab Waste Menggunakan *Fishbone Diagram*

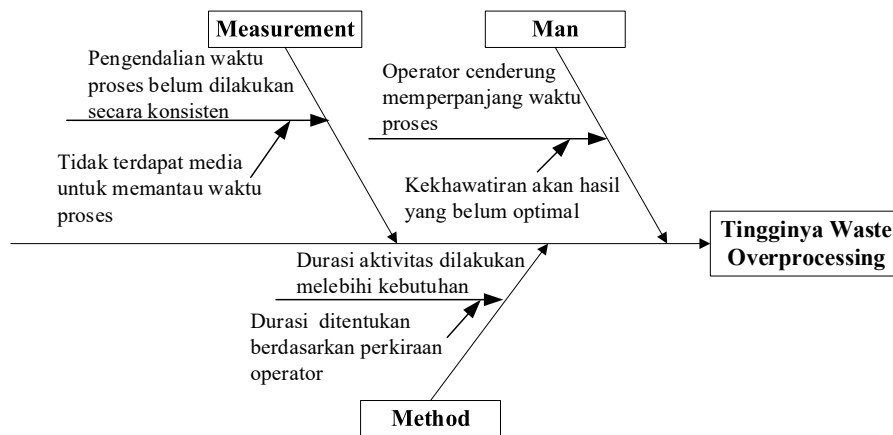
Fishbone diagram dimanfaatkan sebagai alat analisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya pemborosan. Analisis dilakukan dengan meninjau berbagai aspek, antara lain *man*, *material*, *method*, *machine*, *measurement*, dan *environment* (Surya & Sulistiyowati, 2025). Analisis penyebab waste

menggunakan *fishbone diagram* difokuskan pada *waste* dominan yang terjadi berdasarkan hasil kuesioner *seven waste*. *Fishbone diagram* untuk tingginya *waste motion* dapat dilihat pada Gambar 5.



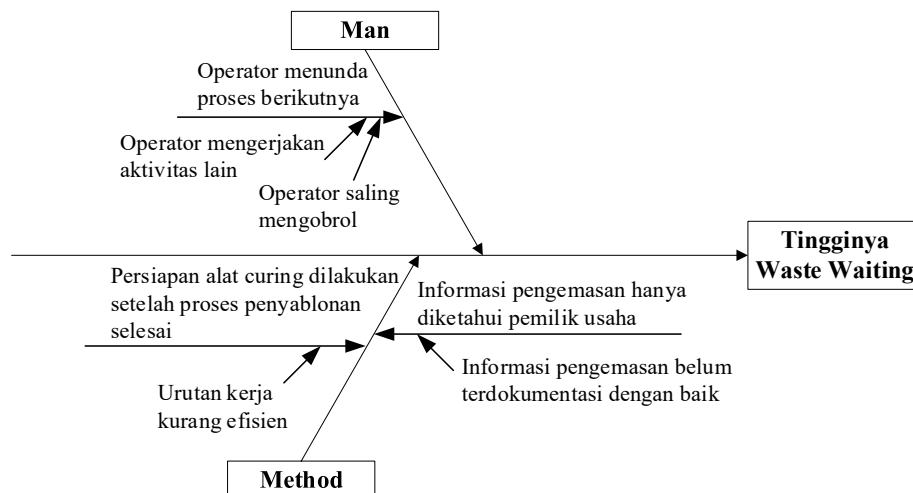
Gambar 5. *Fishbone Diagram* untuk Tingginya *Waste Motion*.

Jenis *waste* berikutnya adalah *over processing*, yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Fishbone Diagram* untuk Tingginya *Waste Over Processing*

Selanjutnya adalah jenis *waste waiting*, yang faktor penyebabnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. *Fishbone Diagram* untuk Tingginya *Waste Waiting*

3.8 Usulan Perbaikan

- a. Penggantian sistem penguncian begel menggunakan *head knob screw*.

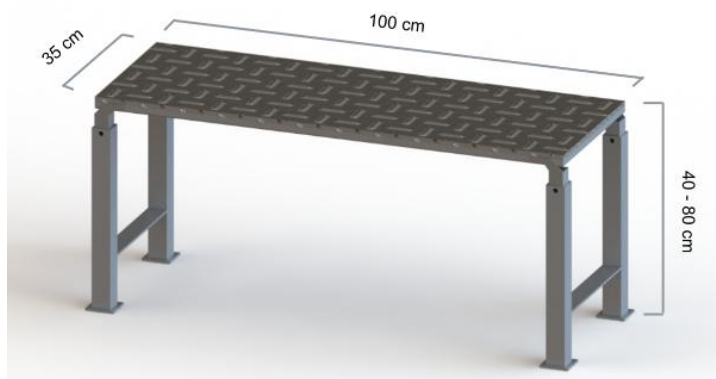
Usulan perbaikan ini bertujuan untuk mengurangi *waste motion*. Mekanisme alat ini memungkinkan proses pemasangan dan penguncian begel dilakukan lebih cepat tanpa memerlukan alat bantu tambahan sehingga dapat mengurangi gerakan operator yang tidak memberikan nilai tambah. Tohiron *et al* (2025), menyatakan bahwa aktivitas *screwing* dengan banyak titik merupakan sumber *waste motion* yang signifikan sehingga penyederhanaan gerakan dapat menurunkan waktu proses. Said *et al* (2023) dan Purbaningrum *et al* (2024), menunjukkan bahwa penyederhanaan sistem penguncian mampu mengurangi waktu *set up* melalui proses penguncian yang lebih cepat. *Head knob screw* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. *Head Knob Screw*

- a. Penggunaan *adjustable work platform* untuk pekerja saat proses pelorodan.

Penggunaan *adjustable work platform* pada area kerja pelorodan yang ditempatkan di sisi bak pelorodan bertujuan untuk mengurangi *waste motion*. Alat tersebut berfungsi meningkatkan posisi kerja operator setinggi 40-80 cm sehingga jangkauan terhadap bak pelorodan setinggi 100 cm menjadi lebih baik tanpa harus berdiri di bibir bak. Dimensi yang dipakai, sudah disesuaikan berdasarkan *benchmarking* dari produk serupa yang dijual di *e-commerce*. Operator dapat melakukan aktivitas pengadukan kain dengan gerakan yang lebih leluasa, stabil, dan aman sehingga mengurangi risiko kontak dengan air panas. Primasari & Budiyanto (2025) menyatakan bahwa ketidaksesuaian tinggi fasilitas kerja merupakan salah satu penyebab *waste of motion* sehingga perbaikan ergonomi pada stasiun kerja dapat meningkatkan efisiensi proses produksi. Penggunaan *adjustable workstation* mampu memperbaiki postur kerja dan menurunkan beban fisik operator melalui penyesuaian tinggi stasiun kerja (Ozkaya *et al.*, 2025). *Adjustable work platform* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *Adjustable Work Platform*

- b. Pengadaan *Standard Operating Procedure* (SOP) untuk proses pencucian dan pelorodan.

Usulan penyusunan SOP ditujukan untuk mengurangi *waste over* serta *waste motion* melalui standardisasi waktu kerja dan metode kerja operator. SOP yang disusun memuat standard durasi pemanasan air, perendaman kain, serta posisi kerja operator pada proses pencucian dan pelorodan sehingga setiap aktivitas dapat dilakukan secara konsisten tanpa melebihi waktu yang diperlukan. Adanya SOP ini membuat operator dapat melaksanakan setiap aktivitas secara konsisten dan terkontrol serta mengurangi kebiasaan pribadi dalam menentukan durasi proses. Saputri (Saputri, 2026), menunjukkan bahwa penggunaan SOP menjadi salah satu faktor berkurangnya waktu total produksi dari 1429 menit menjadi 1194 menit. SOP pencucian dan pelorodan dapat dilihat pada Gambar 10.

Tanggal Berlaku:	STANDARD OPERATING PROCEDURE	BATIK ARYU
Tanggal Revisi:		
Halaman:		
PROSES PENCUCIAN DAN PELORODAN		
1. TUJUAN		
Menstandarkan proses pelorodan dan pencucian untuk mengurangi gerakan, proses, dan waktu tunggu yang tidak perlu.		
2. RUANG LINGKUP		
Seluruh kegiatan pencucian dan pelorodan kain batik printing setelah proses penguapan sampai kain siap menuju proses pressing		
3. TANGGUNG JAWAB		
a. Kepala Produksi		
b. Tenaga kerja pencucian dan pelorodan		
4. KESELAMATAN KERJA		
a. Gunakan sepatu boot selama proses pencucian dan pelorodan		
b. Operator wajib menggunakan <i>adjustable work platform</i> saat proses pelorodan		
c. Operator tidak diperbolehkan berdiri pada bibir bak air.		
d. Hindari kontak langsung dengan air panas.		
5. POSISI KERJA OPERATOR		
a. Operator berdiri di atas adjustable work platform yang telah disediakan, posisikan kaki selebar bahu agar tubuh tetap stabil. Jaga posisi punggung tetap tegak selama bekerja.		
b. Pegang tongkat menggunakan kedua tangan.		
c. Hindari membungkuk dan menjangkau terlalu jauh ke dalam bak.		
6. PROSEDUR KERJA		
a. Isi bak pelorodan dengan air dan tambahkan 3 sendok takar sabun cuci.		
b. Panaskan air menggunakan kompor sampai mendidih selama 30 menit. Gunakan timer sebagai pengontrol waktu.		
c. Cuci kain pada bak pertama dan kedua menggunakan tongkat hingga sisa bahan pelapis mulai terlepas.		
d. Masukkan kain ke bak pelorodan dan aduk menggunakan tongkat selama 15 menit. Operator wajib menggunakan <i>adjustable work platform</i> agar posisi kerja lebih aman dan memudahkan pengadukan kain.		
e. Pindahkan kain ke bak air keempat dan rendam hingga seluruh bagian terendam sempurna selama 5 jam. Gunakan timer sebagai pengontrol waktu perendaman.		
f. Cuci kain menggunakan tongkat hingga residu yang masih menempel dapat dibersihkan.		
g. Pindahkan kain ke bak air kelima dan rendam kain selama 15 menit. Gunakan timer sebagai pengontrol waktu.		
h. Cuci kain menggunakan tangan dan langsung lanjutkan ke proses <i>pressing</i> tanpa penundaan.		
7. KETENTUAN		
a. Timer wajib digunakan pada proses pemanasan air dan perendaman kain. Alarm menandakan aktivitas sudah selesai dan bisa dilanjutkan ke tahap berikutnya.		
b. Tidak diperkenankan memperpanjang waktu proses tanpa alasan yang jelas.		
c. Kain yang telah melalui pelorodan dan pencucian harus segera dilanjutkan ke proses berikutnya.		
Prepared by: Manajemen Batik Aryu		

Gambar 10. SOP Pencucian dan Pelorodan

Selain penyusunan SOP, penggunaan poster posisi kerja yang benar juga dapat ditempatkan di area pelorodan. Poster tersebut berfungsi sebagai media visual pendukung SOP yang memuat panduan postur kerja operator agar tetap nyaman dan tidak cepat lelah. Poster posisi kerja pelorodan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Poster Posisi Kerja Pelorodan

- c. Penggunaan *visual management* berupa *timer digital* dan papan informasi pengemasan

Timer digital berfungsi sebagai alat pengendali waktu yang memberikan pengingat kepada operator saat durasi pemanasan air dan perendaman kain telah mencapai standard yang ditetapkan sehingga aktivitas tidak berlangsung melebihi kebutuhan. Penggunaan *timer* ini membantu mengurangi *waste over processing*. Selain itu, papan informasi pengemasan digunakan untuk menyampaikan informasi terkait jadwal pengiriman, identitas pelanggan, jumlah produk, keterangan pengemasan, dan statusnya sehingga operator dapat segera melaksanakan proses pengemasan tanpa menunggu instruksi dari pemilik usaha. Papan informasi ini ditujukan untuk mengurangi *waste waiting* sebelum proses pengemasan. Amoretti-Magallanes *et al* (2024) berhasil meningkatkan efisiensi produksi pada industri telur dengan menerapkan *visual management* sebagai bagian dari *lean manufacturing* melalui penggunaan media visual untuk meningkatkan transparansi informasi, memberikan pengingat kepada operator, serta mengurangi pemborosan akibat keterlambatan informasi dalam proses produksi. Contoh *timer digital* ada pada Gambar 12 dan papan informasi pengemasan pada Gambar 13.



Gambar 12. *Timer* Digital

INFORMASI PENGEMASAN

Batik ArYu

Tanggal Pengiriman	Nama Pelanggan	Alamat	Jumlah (meter)	Keterangan Pengemasan	Status
					☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Gambar 13. Papan Informasi Pengemasan

3.9 Future Process Activity Mapping (FPAM)

FPAM merupakan pemetaan aktivitas produksi setelah usulan perbaikan yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. FPAM dibuat melalui pengurangan waktu, penghapusan, dan penggabungan aktivitas (Fitriadi & Wijayanti, 2024). Rincian minimasi dan eliminasi aktivitas FPAM ada pada Tabel 8 dan rekapitulasi FPAM pada Tabel 9.

Tabel 8. Rincian Minimasi dan Eliminasi Aktivitas pada FPAM

Jenis Waste	Kode	Aktivitas	Usulan Perbaikan	Waktu Aktivitas Sebelum Perbaikan (detik)	Waktu Aktivitas Setelah Perbaikan (detik)
Motion	C6	Proses penyablonan warna ke-1	Head knob screw	703,539	492,477
	F8	Proses pelorodan kain	Adjustable work platform	1435,82	900
	F1	Pemanasan air	SOP dan poster	2700	1800
Over processing	F11	Merendam kain di bak air keempat	SOP dan timer digital	78780	18000
	F15	Merendam kain di bak air kelima	SOP dan timer digital	1980,6	900
	C7	Memindahkan alat curing ke meja kerja	Penggabungan dengan aktivitas sebelumnya	19,38	0
Waiting	C8	Menyetel alat curing		12,196	0
	D1	Kain menunggu untuk proses pengeringan	Briefing kepada operator untuk	22,026	0
	G1	Kain menunggu untuk proses pressing	memprioritaskan pekerjaan	77,43	0
	I1	Kain menunggu untuk proses pengemasan	Papan informasi pengemasan	15660	0

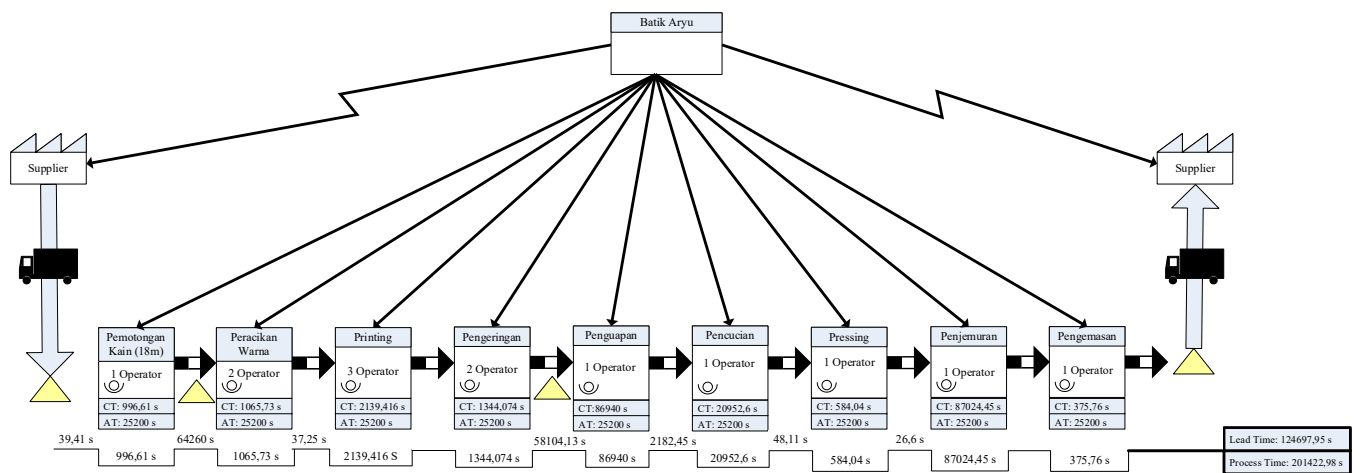
Tabel 9. Rekapitulasi Perhitungan Jenis Aktivitas pada FPAM

Aktivitas	Jumlah	Total Waktu	Persentase
<i>Operation</i> (O)	59	10605,61	4%
<i>Inspection</i> (I)	0	0,00	0%
<i>Transportation</i> (T)	14	1080,78	0%
<i>Storage</i> (S)	2	121860,00	52%
<i>Delay</i> (D)	6	103001,87	44%
Total	81	236548,26	100%
VA	19	7883,11	3%
NVA	0	0,00	0%
NNVA	62	228665,15	97%
Total	81	236548,26	100%

Berdasarkan Tabel 9, terjadi perubahan pada jumlah aktivitas dari 86 aktivitas menjadi 81 aktivitas. Pengurangan tersebut berasal dari berkurangnya satu aktivitas *operation*, satu aktivitas *transportation*, dan tiga aktivitas *delay* yang berhasil dieliminasi. Total waktu aktivitas *operation* berkurang sebesar 759,08 detik dan *transportation* berkurang sebesar 19,38 detik. Penurunan terbesar terjadi pada aktivitas *delay*, yaitu sebesar 78520,06 detik. Hal ini menunjukkan bahwa usulan perbaikan mampu mengurangi waktu menunggu antar proses secara signifikan. Seluruh aktivitas NVA berhasil dieliminasi sehingga waktu NVA berkurang sebesar 15759,46 detik. Sementara itu, waktu aktivitas NNVA juga mengalami penurunan sebesar 65792,18 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa usulan perbaikan diperkirakan dapat menyederhanakan aktivitas proses dan mengurangi *waste* pada aliran produksi.

3.10 Future State Value Stream Mapping (FSVSM)

FVSM disusun sebagai gambaran kondisi proses produksi di masa depan setelah dilakukan perbaikan berdasarkan usulan yang telah dirumuskan. Pemetaan menggunakan CSVSM dan FSVSM dapat memudahkan perusahaan dalam merencanakan perbaikan berkelanjutan dan mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sehingga dapat menambah produktivitas (Surya & Sulistiyowati, 2025). FSVSM bertujuan untuk melihat perubahan setelah adanya usulan perbaikan dilihat dari berkurangnya waktu siklus produksi (Suhardi *et al.*, 2020). FSVSM dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. *Future State Value Stream Mapping (FSVSM)*

Berdasarkan hasil FSVSM, terjadi perbaikan pada aliran proses produksi. *Lead time* antar proses mengalami penurunan dari 38,98 jam menjadi 34,35 jam atau berkurang sebesar 4,63 jam. Selain itu, *process time* juga menurun dari 48,76 jam menjadi 31,36 jam atau berkurang sebesar 17,40 jam. Hal ini menyebabkan *cycle time* juga menurun dari 3,66 hari menjadi 2,74 hari. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa usulan perbaikan mampu mempercepat aliran proses produksi melalui pengurangan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, penyederhanaan metode kerja, serta berkurangnya waktu menunggu antar proses.

4. PENUTUP

Analisis dengan pendekatan *lean manufacturing* menggunakan VSM dan VALSAT mengidentifikasi tiga *waste* dominan pada proses produksi batik printing yaitu *motion*, *over processing*, dan *waiting* dengan masing masing persentase sebesar 21,82%. Analisis menggunakan *fishbone diagram* menunjukkan bahwa *waste* tersebut dipengaruhi oleh faktor *man*, *method*, *machine*, dan *measurement*. Usulan perbaikan yang dirancang berupa penggunaan *head knob screw*, *adjustable work platform*, penyusunan SOP, penerapan *visual management* melalui *timer* digital dan papan informasi pengemasan, disertai dengan briefing rutin kepada operator. Usulan tersebut diperkirakan mampu menurunkan *cycle time* dari 3,66 hari menjadi 2,74 hari.

Penelitian ini terbatas pada proses produksi batik printing empat warna, hanya menganalisis aktivitas internal perusahaan, serta usulan perbaikan yang masih bersifat konseptual dan belum diimplementasikan secara langsung. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melakukan implementasi dan evaluasi usulan perbaikan secara aktual serta mengembangkan analisis menggunakan *tools lean manufacturing* lainnya agar diperoleh hasil yang lebih mendalam.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Akbari, A. D., Sari, E., Goni, F. A., Amran, T. G., Marie, I. A., Ismail, M. L., & Abu, M. Y. (2026). Sustainability Analysis of Small Medium Enterprise Using Sustainable Lean Production and Product-Service System. *Engineering Journal*, 30(5), 35–47. <https://doi.org/10.4186/ej.2026.30.5.35>
- Amoretti-Magallanes, M. S., Carpio-Montesinos, P. A., & Corzo-Chavez, J. (2024). Production Model Based On Lean Manufacturing and Systematic Layout Planing To Reduce Waste in a Company in the Poultry Sector : A Case Study. *International Journal of Environmental Pollution and Remediation (IJEPR)*, 12, 44–51. <https://doi.org/10.11159/ijepr24.006>
- 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), 6479–6486. <https://doi.org/10.32672/jse.v8i3.6315>
- Chaeron, M., Sentosa, R., & Soepardi, A. (2020). The Implementation of the Lean Thinking Concept for Reducing Waste : A Study Case in the Leather Tanning Process. *2020 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 992–995. <https://doi.org/10.1109/IEEM45057.2020.9309825>
- Erniyani, E., Ramdhani, I., Raodah, R., Fuadah, N., & Jayanegara, S. (2025). Implementasi Lean Manufacturing dengan Pendekatan Value Stream Mapping untuk Mengurangi pemborosan Produksi Bakso. *Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri*, 4(2), 96–104. <https://doi.org/10.56211/factory.v4i2.1234>
- Fitriadi, R., & Wijayanti, W. R. (2024). Identification of Waste in The Production Process Using Lean Manufacturing Approach (Case Study : PT . Multiyasa Abadi Sentosa). *The 10th International Conference on Engineering, Technology, and Industrial Application (ICETIA 2023)*, 06004, 1–8. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451706004>
- Lee, H., Sitania, F. D., & Sukmono, Y. (2025). Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mengidentifikasi Waste Pada Proses Produksi Menggunakan Value Stream Mapping di Perusahaan Gas Industri. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 4(2), 653–662. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v4i2.869>
- Nasution, S., Haq, A., & Karmilah, S. (2024). The Application of Lean Supply Chain in the Process of Loading and Unloading Fish in UKM Camar Laut South Jakarta. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 3(1), 81–89. <https://doi.org/10.56127/juit.v3i1.1170>
- Oktavera, R., Yudistira, D. A., Deviyanti, I. S., & Fais, M. A. (2025). Optimizing Lean Manufacturing for Timely Product Completion in Project Manufacturing Company : A Case Study. *International Journal of Integrated Engineering*, 17(5), 138–152. <https://doi.org/10.30880/ijie.2025.17.05.012>
- Ozkaya, K., Ilce, A. C., & Polat, O. (2025). Investigation of the impact of adjustable workstations on ergonomic performance and worker health in furniture assembly Mobilya montajında ayarlanabilir iş istasyonlarının ergonomik performans ve işçi sağlığı üzerindeki etkisinin araştırılması. *Turkish Journal of Forestry*, 26(1), 55–64. <https://doi.org/10.18182/tjf.1556285>
- Pawitan, Z., & Prawira, N. G. (2021). Penciptaan Desain Motif Batik Digital Melalui Teknik Discharge Printing. *Hastagina: Jurnal Kriya Dan Industri Kreatif*, 1(01), 1–7. <https://doi.org/10.59997/hastagina.v1i01.67>
- Pramono, Y. B., & Utami, A. R. (2024). Optimizing the Production Process of Biscuit Industry as an Approach to Strengthening the Local Agricultural Sector Which Reduce Vulnerability of the Global Food Crisis Case Study: Analysis of Waste in Coconut Biscuit Industry with the DMAIC Method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012080. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1364/1/012080>
- Pratama, R. A., & Faritsy, A. Z. Al. (2024). Optimalisasi Proses Produksi Briket dengan Metode Lean Manufacturing (Studi Kasus: CV Harico). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 3(2), 220–229. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v3i2.349>
- Primasari, I. A., & Budiyo, T. (2025). Lean Ergonomic Approach to Ergonomic Risk Analysis for Workplace Assessment. *Journal of Engineering Design and Technology*, 25(1), 35–44. <https://doi.org/10.31940/logic.v25i1.35-44>

- Purbaningrum, S. P., Lianny, I. K. M., Solih, E. S., Arohman, A. W., & Satiman, B. (2024). Clamping Dies Design to Minimize Automotive Components Setup Time. *Jurnal Media Mesin*, 25(2), 77–84. <https://doi.org/10.23917/mesin.v25i2.3012>
- Said, N. A., Roslan, M. A., Ngah, N., & Mohamad, A. J. (2023). Design and Fabrication of Jig and Fixture for Drilling Machine in the Manufacturing Industry to Improve Time Productivity. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 29(2), 304–313. <https://doi.org/10.37934/araset.29.2.304313>
- Sanusi, S., Bareduan, S. A., & Larisang, L. (2024). Identifying and Prioritizing Waste in OCTG Production Lines Through Value Stream Mapping and Borda Count Method. *Journal Européen Des Systèmes Automatisés*, 57(2), 373–382. <https://doi.org/10.18280/jesa.570207>
- Saputri, D. O. (2026). Implementation of Lean Manufacturing in Reducing Waste and Improving Efficiency in Tapioca Flour Production. *Indonesian Interdisciplinary Journal of Sharia Economics (IIJSE)*, 9(1), 475–491. <https://doi.org/10.31538/ijse.v9i1.6603>
- Septiana, A. D., Febryanti, C., Wibowo, H., Khulilah, S., & Irwati, D. (2025). Pengaruh Penerapan Lean Manufacturing Terhadap Kinerja Produksi di PT. XYZ. *Journal Industrial Engineering and Management (JUST-ME)*, 06(02), 336–340. <https://doi.org/10.47398/just-me.v6i02.137>
- Sirajudeen, R. S., & Krishnan, K. A. (2022). Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing : A case study. *Materials Today: Proceedings*, 65, 1105–1111. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.159>
- Suhardi, B., S. M. H. P. K., & Jauhari, W. A. (2020). Implementation Of Value Stream Mapping to Reduce Waste in a Textile Products Industry. *Cogent Engineering*, 7(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1842148>
- Supriono, Y. P. (2024). *Ensiklopedia The Heritage of Batik, Identitas Pemersatu Kebanggaan Bangsa* (M. Maya (ed.); 1st ed.). Penerbit Andi. <https://books.google.co.id/books?id=Q5T3EAAQBAJ>
- Surya, A. I. A., & Sulistiyowati, W. (2025). Peningkatan Produktivitas Produksi Kaos Sablon Menggunakan Metode Lean Manufacturing dan Kaizen. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 4(3), 1014–1023. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v4i3.1118>
- Suryatman, T. H., & Aprilia, E. C. (2022). Meminimasi Waste Pada Proses Fabrikasi Struktur Baja dengan Konsep Lean Manufacturing Menggunakan Metode Value Stream Mapping (Studi Kasus PT. CDB). *Jurnal Teknik (JT)*, 11(02), 80–92. <https://doi.org/10.31000/jt.v11i2.6920>
- Tohiron, A., Hardianto, R., M, I. M., Syahbana, M. I., & Irwati, D. (2025). Optimasi Urutan Screwing untuk Meminimalkan Waktu Proses Assembly: Pendekatan Berbasis Time Study. *Jurnal Teknik Industri*, 6(01), 58–66. <https://doi.org/10.37366/jutin.v6i01.6010>
- Woldemicael, W. W., Berhan, E., Kitaw, D., & Gezahegn, T. (2024). Enhancing Operation Efficiency of Leather Manufacturing Industry Through Hybrid of Value Stream Mapping and Discrete Event Simulation. *Cogent Engineering*, 11(1), 1–31. <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2375423>
- Zakaria, M., Anshar, K., & Safrinanda, S. (2025). Implementation of Lean Manufacturing to Identify and Minimize Waste in UMKM Cado Agrofood Semesta. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 6(6), 200–211. <https://doi.org/10.7777/jiemar.v6i6.668>