Journal of Manufacturing in Industrial Engineering and Technology (MINE-TECH)
Vol.5, No.2, Desember 2026, E-ISSN : 2985-3516
DOI : 10.30651/mine-tech.v5i2.31862

Analisis Waste Pada Proses Printing Motif Keramik Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing

Bagas Subarkah[1*], Wiwin Widiasih[2]
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya[1,2]
1412200273@surel.untag-sby.ac.id[1], wiwin_w@untag-sby.ac.id[2]

Informasi Artikel

Riwayat Artikel:

Disubmit Mei, 28, 2026
Diterima Agustus, 8, 2026
Diterbitkan November, 22, 2026

Kata Kunci:

Lean Manufacturing
Value Stream Mapping
Waste
Fishbone Diagram

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi *waste*, menganalisis penyebabnya, dan merumuskan usulan perbaikan pada proses produksi *printing* motif keramik PT XYZ menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing*. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi, kemudian dianalisis menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Root Cause Analysis* berbasis *Fishbone Diagram*. Hasil penelitian menemukan enam jenis *waste* yaitu *defect*, *waiting*, *transportation*, *inventory*, *motion*, dan *overprocessing*, dengan *lead time* awal 136 menit dan *non-value added* 79 menit. Setelah diterapkan usulan perbaikan berupa penjadwalan ulang pembakaran *kiln*, penataan aliran material, dan penataan area kerja, *Future State* VSM menunjukkan *lead time* turun menjadi 105 menit dan *non-value added* menjadi 48 menit, sekaligus menyasar akar penyebab *defect* sehingga berpotensi menekan tingkat cacat produk secara berkelanjutan.

© This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

***Penulis Korespondensi*:**

Bagas Subarkah
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No.45, Surabaya, Indonesia
Email: 1412200273@surel.untag-sby.ac.id

1. PENDAHULUAN

Sektor manufaktur memainkan peran penting dalam perekonomian global dan nasional karena menjadi penggerak produksi barang, penciptaan lapangan kerja, serta sumber nilai tambah yang signifikan dalam struktur ekonomi [1]. PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang list motif keramik. Rangkaian produksinya bermula dari tahap Lab Warna, yakni penentuan dan penyesuaian warna sesuai kebutuhan motif, dilanjutkan ke tahap Sablon untuk mencetak motif pada permukaan keramik. Hasil cetakan kemudian diproses pada tahap Didrosa, yaitu penaburan bubuk pada area bermotif untuk menciptakan efek timbul. Setelah itu, produk memasuki tahap Pembakaran menggunakan mesin *kiln* guna mengokohkan motif dan menstabilkan struktur material, sebelum melalui tahap Pendinginan, Pemotongan sesuai ukuran, dan diakhiri dengan Packing untuk persiapan penyimpanan atau pengiriman.

Pengamatan awal di lapangan menangkap fenomena angka *defect* yang relatif tinggi, dengan rata-rata 2,16% pada lini produksi *list* keramik dapat dilihat pada **Tabel 2**, mengindikasikan bahwa mutu produk yang dihasilkan belum berada pada level optimal. Kondisi ini berpotensi merugikan perusahaan, baik lewat produk yang harus di-*reject* maupun yang memerlukan *rework*, yang ujungnya membebani biaya produksi secara langsung [2]. Defect yang tidak segera ditangani dapat berdampak luas terhadap kualitas produk, kepuasan pelanggan, hingga efisiensi operasional perusahaan secara keseluruhan [3]. Bertolak dari temuan tersebut, pendekatan *Lean Manufacturing* dipilih sebagai kerangka penyelesaian, karena orientasinya adalah memangkas pemborosan sekaligus mendongkrak nilai yang dirasakan pelanggan [4]. Inti dari *lean manufacturing* sendiri adalah mengenali serta menekan berbagai bentuk *waste* di sepanjang lini produksi, sehingga sumber daya yang tersedia dapat dipakai secara lebih efektif.

2. METODE

Riset ini ditempuh melalui pengamatan langsung pada lini produksi *printing* motif keramik di PT XYZ. Variabel yang dihimpun mencakup urutan tahapan produksi, *cycle time* di setiap stasiun kerja, jumlah produk *defect*, jarak tempuh perpindahan material antarstasiun, serta kondisi-kondisi yang memicu munculnya *waste*. Teknik pengambilan data yang dipakai adalah observasi lapangan, wawancara dengan operator, dan penelusuran dokumen perusahaan, demi memperoleh gambaran kondisi nyata di lapangan.

Pada tahap analisis, riset ini bersandar pada *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan aliran kerja sekaligus membedakan aktivitas yang bernilai tambah dari yang tidak [5]. *Current State* VSM secara khusus dipakai untuk memotret kondisi aktual lini produksi dan menyaring jenis *waste* yang paling menonjol pada setiap tahapan. Setelah jenis *waste* tersebut teridentifikasi, ditelusuri lebih jauh akar penyebabnya melalui *Root Cause Analysis* (RCA) berpendekatan *Fishbone Diagram* secara bertahap hingga ke sumber masalah yang fundamental [6]. Pendekatan RCA berbasis machine learning maupun manual terbukti efektif menelusuri akar penyebab defect secara sistematis pada berbagai proses manufaktur [7].

Pemilihan RCA dalam riset ini didasarkan pada pertimbangan bahwa metode ini lebih relevan dibandingkan alternatif lain seperti *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) atau *Waste Assessment Model* (WAM), mengingat fokus riset adalah menggali sebab-sebab dari *waste* yang sudah lebih dulu teridentifikasi—khususnya *defect*, *waiting*, *transportation*, *inventory*, *motion*, dan *overprocessing*—bukan sekadar mengevaluasi risiko kegagalan sistem secara umum [8].

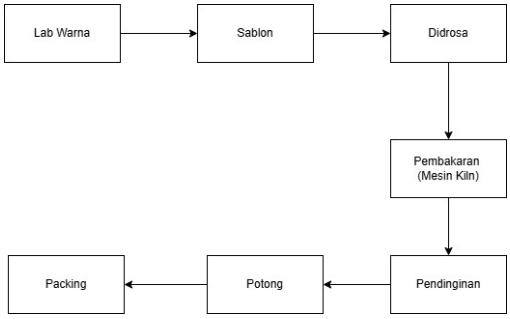
3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dimulai dengan melakukan pengamatan secara langsung dilapangan dan juga didukung dengan data yang ada diperusahaan serta melakukan tanya jawab terhadap karyawan.

3.1.1 Data Alur Proses Produksi

Urutan tahapan produksi diperoleh dari kombinasi pengamatan langsung di lantai produksi dan wawancara dengan pihak PT XYZ, sebagaimana digambarkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Alur Proses1

3.1.2 Data Cycle Time

Data cycle time diperoleh melalui pengamatan langsung dan pengukuran waktu pada setiap stasiun kerja proses produksi printing motif keramik di PT XYZ. Berikut merupakan data cycle time setiap stasiun kerja disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. *Data Cycle Time*

Proses	Cycle Time (Menit)
Lab Warna	3
Printing	8
Didrosa	3
Pembakaran	15
Pendinginan	12
Pemotongan	4
Packing	12

3.1.3 Data Produksi Dan *Defect*

Data produksi dan *defect* selama empat periode pengamatan disajikan pada **Tabel 2**. Berdasarkan **Tabel 2**, jumlah produksi dan *defect* berfluktuasi setiap bulan, dengan produksi tertinggi pada Desember 2025 sebesar 190.556 unit dan *defect* 4.185 unit, sedangkan persentase *defect* berkisar 2,13%–2,20% pada seluruh periode pengamatan.

Tabel 2. Data Produksi Dan Defect

Bulan	Produksi	Defect	Persentase
Nov-25	129.340	2.760	2,13%
Des-25	190.556	4.185	2,20%
Jan-26	166.948	3.590	2,15%
Feb-26	160.304	3.480	2,17%

3.1.4 Data Jarak Antar Stasiun

Pengukuran jarak perpindahan material antarstasiun, sebagaimana tercantum pada **Tabel 3**, menunjukkan bahwa total jarak tempuh perpindahan material masih cukup panjang, dengan akumulasi mencapai lebih dari 25 meter untuk seluruh rangkaian proses.

Tabel 3. Data Jarak Antar Stasiun kerja

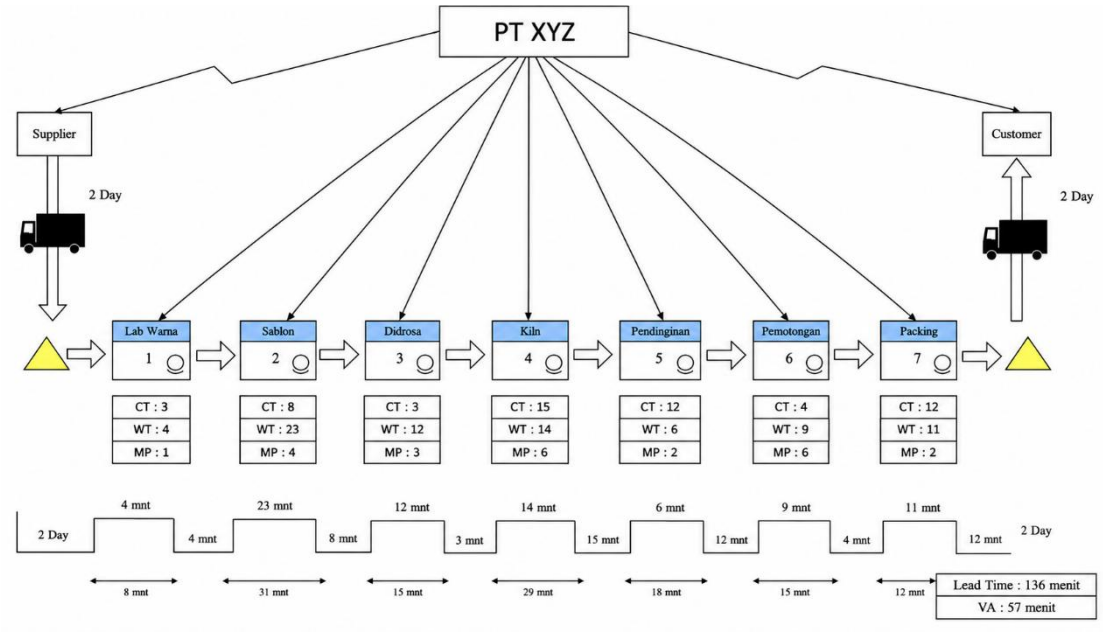
Aktivitas	Jarak (m)
Mengangkut material dari lab warna printing ke tempat sablon	4,0
Mengangku material dari bahan baku keramik ke sablon	5,0

Mengangkut material dari keramik yang sudah disablon ke Didrosa	8,5
Mengangkut material dari Didrosa ke pembakaran	2,5
Mengangkut material dari pembakaran ke pendinginan	2,0
Mengangkut material dari pendinginan ke pemotongan	4,4
Mengangkut material dari pemotongan ke packing	6,3
Mengangkut material dari packing ke penyimpanan	2,4
Total	25,1

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 *Current State Mapping*

Current State Value Stream Mapping digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual karena metode VSM efektif digunakan untuk menganalisis aliran proses produksi manufaktur [9]. Penggunaan VSM sebagai alat pemetaan aliran proses telah banyak terbukti mampu meningkatkan performa produksi pada berbagai studi kasus manufaktur [10]. Seperti tersaji pada **Gambar 2**. Pemetaan ini mengungkap *lead time* produksi sebesar 136 menit, dengan komposisi *value added time* 57 menit dan *non-value added time* 79 menit.



Gambar 2. *Current State Mapping*

3.2.2 Proses Aktivitas *Mapping (PAM)*

Aktivitas yang bersifat *value added* (VA) merupakan aktivitas pada proses produksi yang memberikan nilai tambah terhadap produk. Aktivitas yang termasuk *necessary but non value added* (NNVA) adalah aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah secara langsung, namun tetap diperlukan dalam proses produksi, seperti menyiapkan bahan baku dan peralatan, membersihkan area kerja, menunggu perpindahan material, serta proses print paper. Sementara itu, aktivitas *non value added* (NVA) merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan tidak diperlukan, seperti aktivitas menunggu (waiting) yang dapat menyebabkan keterlambatan proses produksi. Pengelompokan aktivitas ke dalam kategori *value added* (VA), *necessary but non-value added* (NNVA), dan *non-value added* (NVA) ditampilkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Klasifikasi Aktivitas VA, NNVA DAN NVA

Bagian	Aktivitas	Klasifikasi			Waktu
		VA	NNVA	NVA	(Menit)
Lab Warna	Menyiapkan bahan baku warna		√		4
	Pencampuran warna	√			3
Sablon	Menyiapan bahan baku keramik		√		8
	Pengaturan screen sablon		√		4
	Proses printing motif	√			8
	Pemeriksaan hasil sablon		√		2
	Menunggu proses pengeringan			√	9
Didrosa	Pemindahan material ke Didrosa			√	6
	Pergantian screen Didrosa		√		4
	Proses Didrosa	√			3
	Inspeksi hasil Didrosa		√		2
Kiln	Pemindahan material ke kiln			√	6
	Menunggu antrean pembakaran			√	8
	Proses pembakaran	√			15
Pendinginan	Pemindahan material ke pendinginan			√	6
	Pendinginan produk		√		12
Pemotongan	Pemindahan material ke pemotongan			√	6
	Pemotongan produk	√			4
	Pemeriksaan Pemotongan		√		3
Packing	Pemindahan material ke packing			√	6
	Packing produk	√			12
	Penyimpanan sementara			√	5
TOTAL		**6**	**8**	**8**	

3.2.3 Identifikasi Waste

Setelah dilakukan klasifikasi aktivitas *Value Added* (VA), *Non-Value Added* (NVA), dan *Necessary but Non-Value Added* (NNVA), selanjutnya dilakukan identifikasi waste untuk mengetahui aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada proses produksi [11]. Hasil identifikasi *waste* dirangkum pada **Tabel 5**, yang menunjukkan adanya enam jenis pemborosan: *defect*, *waiting*, *transportation*, *inventory*, *motion*, dan *overprocessing*.

Tabel 5. Identifikasi Waste

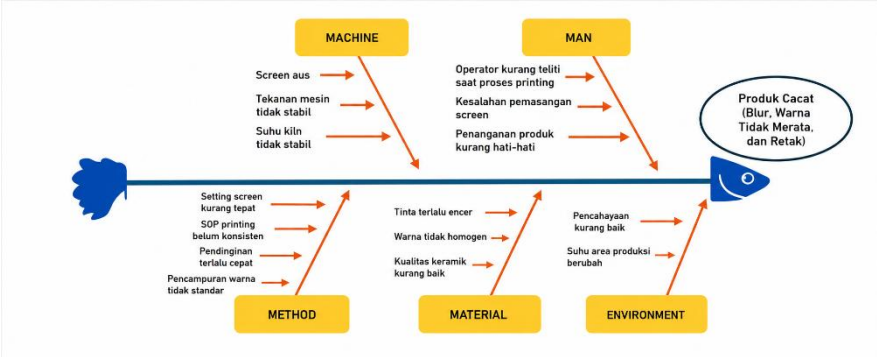
Waste	Definisi	Kondisi yang Terjadi	Deskripsi Masalah
Defect	Produk tidak sesuai standar kualitas yang ditetapkan	1.Motif blur pada hasil printing 2. Warna tidak merata 3. Produk retak setelah pembakaran	Defect terjadi pada proses printing dan pembakaran sehingga menyebabkan produk reject dan rework.
Waiting	Menunggu material atau proses produksi berikutnya	1. Menunggu antrean pembakaran 2. Menunggu proses pengeringan 3. Penumpukan barang sebelum kiln	Waste waiting sering terjadi sebelum proses pembakaran sehingga menyebabkan lead time produksi menjadi lebih panjang.

Transportation	Perpindahan material yang tidak memberikan nilai tambah	1. Pemindahan material antar proses cukup jauh 2. Perpindahan produk menuju kiln	Jarak antar stasiun kerja menyebabkan perpindahan material membutuhkan waktu lebih lama dan menurunkan efisiensi proses produksi.
Inventory	Penumpukan material atau barang setengah jadi	Penumpukan produk sebelum proses pembakaran	Terjadi penumpukan barang setengah jadi akibat antrean proses pembakaran sehingga aliran produksi menjadi terhambat.
Motion	Gerakan operator yang tidak memberikan nilai tambah	1. Operator bolak-balik saat pergantian screen 2. Pengambilan alat kerja berulang	Gerakan operator yang berulang menyebabkan aktivitas kerja menjadi kurang efisien.
overprocessing	Aktivitas tambahan yang tidak memberikan nilai tambah	Pemeriksaan ulang akibat hasil printing kurang sesuai	Adanya pemeriksaan ulang dan rework menyebabkan waktu proses produksi menjadi lebih lama.

3.2.4 Fishbone Diagram

Fishbone Diagram digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara masalah dan faktor penyebabnya secara sistematis [12], Penelusuran akar penyebab masing-masing jenis *waste* ditampilkan secara berurutan pada **Gambar 3** (*waste defect*), **Gambar 4** (*waste waiting*), **Gambar 5** (*waste transportation*), **Gambar 6** (*waste inventory*), **Gambar 7** (*waste motion*), dan **Gambar 8** (*waste overprocessing*), Diagram ini membantu menyederhanakan analisis masalah yang kompleks menjadi kategori-kategori penyebab yang lebih mudah dikelola dan ditindaklanjuti[13].

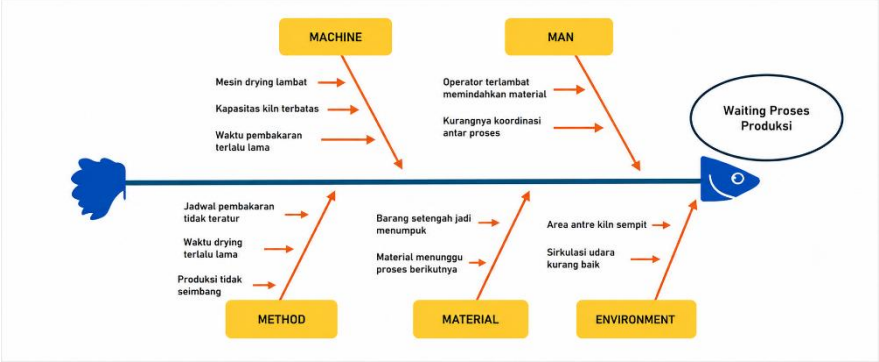
1. Penyebab *Waste Defect*



Gambar 3. *Waste Defect*

Pada **Gambar 3**, diagram *fishbone* memperlihatkan bahwa pemicu utama *defect* berasal dari minimnya ketelitian operator, kondisi mesin *printing* dan *kiln* yang belum stabil, metode kerja yang belum terstandar, serta kualitas tinta dan bahan keramik yang tidak konsisten—gabungan faktor inilah yang memunculkan cacat berupa motif blur, warna tidak rata, dan keretakan produk.

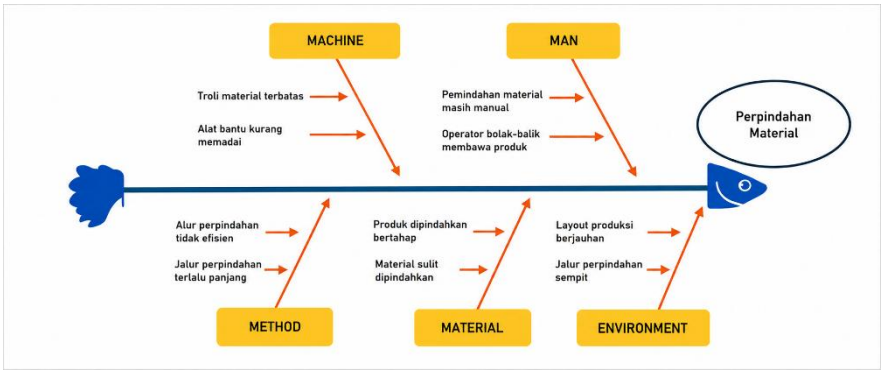
2. Penyebab *Waste Waiting*



Gambar 4. *Waste Waiting*

Pada **Gambar 4**, keterlambatan perpindahan material, kapasitas *kiln* yang terbatas, ketidakseimbangan metode produksi, serta penumpukan barang setengah jadi teridentifikasi sebagai pemicu *waste waiting*, yang berujung pada antrean proses dan perpanjangan waktu tunggu dalam aliran produksi.

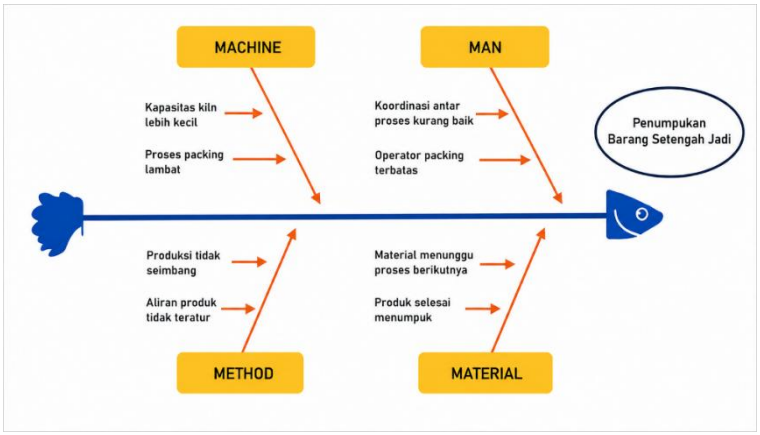
3. Penyebab *Waste Transportation*



Gambar 5. *Waste Transportation*

Pada **Gambar 5**, perpindahan material yang masih dilakukan secara manual, terbatasnya alat bantu angkut, serta tata letak produksi yang berjauhan menjadi penyebab *waste transportation*, yang berdampak pada pemborosan waktu dan tenaga kerja selama proses berlangsung.

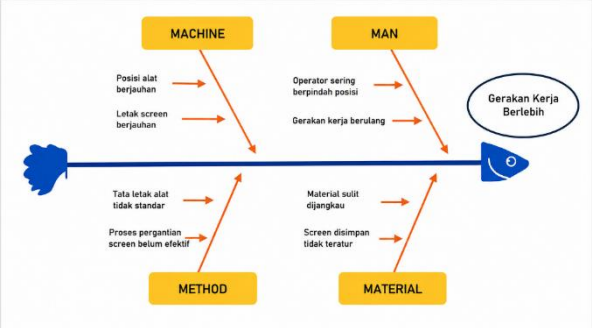
4. Penyebab *Waste Inventory*



Gambar 6. *Waste Inventory*

Pada **Gambar 6**, lemahnya koordinasi antarproses, kapasitas *kiln* yang terbatas, serta aliran produksi yang belum seimbang menjadi pemicu *waste inventory*, yang menyebabkan barang setengah jadi menumpuk dan menghambat kelancaran aliran produksi.

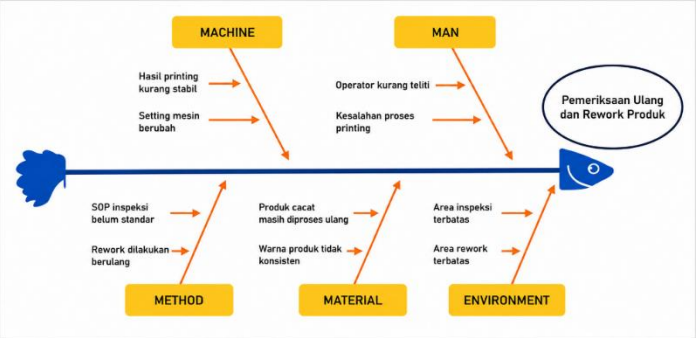
5. Penyebab *Waste Motion*



Gambar 7. *Waste Motion*

Pada **Gambar 7**, posisi alat kerja dan *screen* yang berjauhan serta tata letak yang belum standar memicu *waste motion*, berupa gerakan operator yang berulang dan kurang efisien.

6. Penyebab *Waste Overprocessing*



Gambar 8. *Waste Overprocessing*

Pada **Gambar 8**, ketidakstabilan hasil *printing*, ketiadaan standar prosedur inspeksi, serta keterbatasan area inspeksi dan *rework* menjadi pemicu *waste overprocessing*, yang termanifestasi dalam tingginya aktivitas pemeriksaan ulang dan pengerjaan ulang produk.

3.2.5 Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan disusun berdasarkan hasil identifikasi waste dan analisis akar penyebab yang telah dilakukan sebelumnya. Perbaikan difokuskan pada pengurangan aktivitas non-value added dan peningkatan efisiensi proses produksi, sebagaimana dirangkum pada **Tabel 6**.

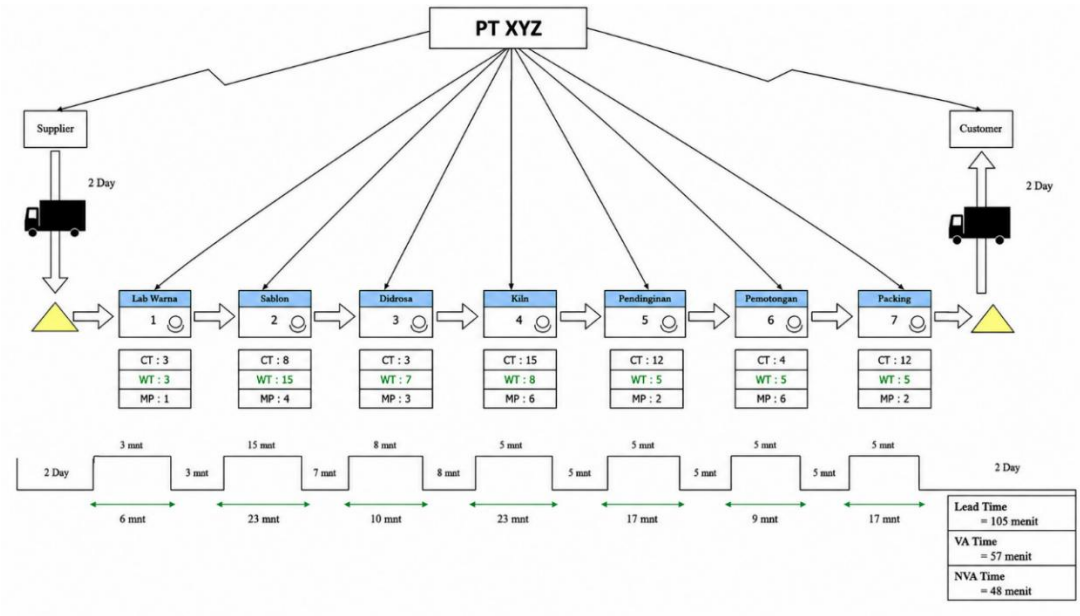
Tabel 6. Usulan Perbaikan

Waste	Kondisi yang Terjadi	Penyebab Utama	Usulan Perbaikan
Defect	Motif blur dan warna tidak merata pada proses sablon	Setting screen belum standar dan pencampuran warna tidak konsisten	Membuat standar setting screen dan standar pencampuran warna sebelum proses printing
	Produk retak setelah pembakaran	Suhu kiln tidak stabil dan pendinginan kurang terkontrol	Melakukan pengecekan suhu kiln secara berkala dan pengaturan pendinginan produk

Waiting	Antrean produk sebelum proses pembakaran	Kapasitas kiln terbatas dan aliran produksi tidak seimbang	Membuat jadwal pembakaran berdasarkan kapasitas kiln
	Waktu tunggu pada proses Didrosa dan pengeringan	Material menumpuk sebelum proses berikutnya	Mengatur aliran material secara bertahap pada setiap proses
Transportation	Perpindahan material antar proses cukup jauh	Layout area produksi berjauhan	Menata area penyimpanan sementara lebih dekat dengan proses berikutnya
Inventory	Penumpukan barang setengah jadi sebelum kiln	Material menunggu antrean pembakaran	Mengatur jumlah work in process (WIP) pada setiap proses produksi
Motion	Operator sering bolak-balik mengambil alat dan screen	Posisi alat kerja dan screen berjauhan	Menempatkan alat kerja dan screen lebih dekat dengan operator
Overprocessing	Pemeriksaan ulang dan rework produk	Hasil printing kurang stabil	Menerapkan standar inspeksi dan pengecekan hasil printing

3.2.6 *Future State Mapping*

Berdasarkan rangkaian usulan perbaikan tersebut, disusun **Gambar 9** sebagai gambaran *Future State Value Stream Mapping*. Hasilnya menunjukkan *lead time* produksi menyusut dari 136 menit menjadi 105 menit, sedangkan aktivitas *non-value added* berkurang dari 79 menit menjadi 48 menit, sementara *value added time* tetap konstan di angka 57 menit karena tidak ada tahapan proses utama yang dihilangkan perbaikan hanya menyasar pemborosan di sekitar proses tersebut, Penurunan lead time melalui perbaikan lean manufacturing tanpa mengubah tahapan proses utama sejalan dengan temuan penelitian sejenis [15].



Gambar 3. Future Stream Mapping

3.3 Analisis Hasil

Untuk menakar sejauh mana usulan perbaikan berdampak nyata, dilakukan pembandingan kondisi *current state* dan *future state* pada dua sisi: efisiensi waktu proses dan efisiensi jarak perpindahan material.

3.3.1 Efisiensi Waktu Proses

Untuk Menghitung *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebagaimana tercantum rumus pada **nomer rumus 3.1**.

$$PCE = (VA\ Time / Lead\ Time) \times 100\% \qquad (3.1)$$

Hasilnya, PCE pada *current state* tercatat 41,91% (57/136), naik menjadi 54,29% (57/105) pada *future state*, seperti dirinci pada **Tabel 7**. Kenaikan ini terutama didorong oleh berkurangnya *waiting time* pada stasiun Sablon, Didrosa, Kiln, dan Packing, sehingga proporsi waktu yang benar-benar produktif dalam aliran produksi meningkat signifikan.

Tabel 7. Perbandingan Indikator Waktu Proses

Keterangan	Current State	Future State	Selisih
Lead Time	136 menit	105 menit	Turun 31 menit (22,79%)
Value Added Time	57 menit	57 menit	Tetap
Non-Value Added Time	79 menit	48 menit	Turun 31 menit (39,24%)
Process Cycle Efficiency	41,91%	54,29%	Naik 12,38%

3.3.2 Efisiensi Jarak Material

Penataan ulang tata letak kerja memangkas jarak pada dua lintasan terpanjang, yaitu Sablon-Didrosa (dari 8,5 m menjadi 5,0 m) dan Pemotongan-Packing (dari 6,3 m menjadi 4,0 m), seperti tertera pada **Tabel 8**. Secara agregat, total jarak perpindahan material turun dari 35,1 m menjadi 29,3 m, atau setara penurunan 16,52%, sehingga kontribusi *waste transportation* terhadap keseluruhan pemborosan dapat ditekan.

Tabel 8. Perbandingan Jarak Perpindahan Material

Lintasan	Current State (m)	Future State (m)	Selisih (m)
Sablon → Didrosa	8,5	5,0	3,5
Pemotongan → Packing	6,3	4,0	2,3
Total	**35,1**	**29,3**	**5,8 (16,52%)**

3.3.3 Pembahasan

Hasil perbandingan pada **Tabel 7** dan **Tabel 8** secara bersama-sama menggambarkan dampak nyata dari keseluruhan usulan perbaikan terhadap efisiensi proses produksi di PT XYZ. Dari sisi waktu, *lead time* berhasil dipangkas 22,79% dari 136 menit menjadi 105 menit, sedangkan porsi aktivitas *non-value added* turun lebih signifikan yakni 39,24%, dari 79 menit menjadi 48 menit. Penurunan ini mendorong *Process Cycle Efficiency* naik dari 41,91% menjadi 54,29%, yang berarti lebih dari separuh waktu produksi kini digunakan untuk kegiatan yang benar-benar bernilai tambah bagi produk. Dari sisi jarak, penataan ulang tata letak area kerja berhasil memangkas total

perpindahan material sebesar 16,52%, dari 35,1 m menjadi 29,3 m, sehingga beban *waste transportation* dalam aliran produksi berkurang secara nyata.

Perlu ditegaskan bahwa peningkatan PCE dan penurunan jarak material pada dasarnya mengukur kelancaran aliran proses (*flow efficiency*), yang merupakan indikator berbeda dari tingkat *defect* produk. Meski demikian, kedua capaian ini tidak terpisah sepenuhnya dari isu *defect*, sebab usulan perbaikan yang diajukan—khususnya standardisasi prosedur *setting screen* dan pengecekan suhu *kiln* secara berkala sebagaimana tercantum pada **Tabel 6,** Secara langsung menyasar akar penyebab *waste defect* yang teridentifikasi pada **Gambar 3**. Dengan demikian, perbaikan yang dilakukan tidak sekadar memperlancar aliran produksi, tetapi juga menghilangkan kondisi-kondisi yang selama ini memicu munculnya cacat seperti motif *blur*, warna tidak rata, dan keretakan produk setelah pembakaran.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan proses penelitian terhadap lini produksi *printing* motif keramik di PT XYZ dengan pendekatan *Lean Manufacturing* berbasis *Value Stream Mapping* dan *Root Cause Analysis*, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Teridentifikasi enam jenis *waste* pada proses produksi, yaitu *defect*, *waiting*, *transportation*, *inventory*, *motion*, dan *overprocessing*. *Waste defect* ditemukan pada proses sablon dan pembakaran dalam bentuk motif *blur*, warna tidak rata, dan produk retak; *waste waiting* terjadi pada antrean sebelum proses pembakaran *kiln* dan proses pengeringan; *waste transportation* dipicu oleh jarak antarstasiun yang cukup jauh dengan total 25,1 m; *waste inventory* berupa penumpukan barang setengah jadi sebelum *kiln*; *waste motion* berupa gerakan operator yang berulang akibat posisi alat dan *screen* yang berjauhan; serta *waste overprocessing* berupa pemeriksaan ulang dan *rework* produk akibat hasil *printing* yang tidak stabil.
2. Akar penyebab keenam *waste* tersebut diidentifikasi melalui *Fishbone Diagram* yang mencakup faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. *Waste defect* bersumber dari *setting screen* yang belum terstandar dan suhu *kiln* yang tidak stabil; *waste waiting* dan *inventory* dipicu oleh kapasitas *kiln* yang terbatas dan ketidakseimbangan aliran produksi; sedangkan *waste transportation* dan *motion* terjadi akibat tata letak area kerja yang belum optimal.
3. Pemetaan *Current State* VSM mengungkap *lead time* produksi sebesar 136 menit dengan porsi *non-value added* 79 menit dan *Process Cycle Efficiency* 41,91%. Setelah diterapkan usulan perbaikan berupa penjadwalan pembakaran *kiln*, penataan aliran material, standardisasi proses *setting screen*, dan penataan ulang area kerja, *Future State* VSM menunjukkan *lead time* turun menjadi 105 menit (turun 22,79%), *non-value added* turun menjadi 48 menit (turun 39,24%), *Process Cycle Efficiency* naik menjadi 54,29%, dan total jarak perpindahan material berkurang dari 35,1 m menjadi 29,3 m (turun 16,52%). Selain mendongkrak efisiensi aliran produksi, usulan perbaikan ini juga menyasar langsung akar penyebab *defect*, sehingga berpotensi menekan tingkat cacat produk secara berkelanjutan.

KONTRIBUSI PENULIS

Penulis pertama memiliki kontribusi dalam naskah ini meliputi perancangan penelitian, studi literatur dan lapangan, pengumpulan data (observasi, wawancara, dan dokumentasi), pemetaan proses menggunakan Value Stream Mapping, analisis akar penyebab dengan Fishbone Diagram, serta penyusunan draf awal naskah. Sedangkan penulis kedua memiliki kontribusi antara lain

supervisi penelitian, validasi metode dan hasil analisis, interpretasi temuan, penyempurnaan usulan perbaikan, serta peninjauan dan penyuntingan naskah.

PERNYATAAN PENDANAAN

Penelitian ini bersifat mandiri dan tidak menerima hibah khusus atau dukungan finansial dari lembaga pendanaan mana pun, baik dari sektor publik, komersial, maupun nirlaba.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis pada penelitian ini menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan finansial, profesional, atau pribadi yang dapat memengaruhi penelitian, interpretasi hasil, atau penyusunan naskah ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada objek amatan yang menjadi tempat penelitian analisis waste pada proses printing motif keramik menggunakan pendekatan lean manufacturing ini.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN (AI)

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada AI generatif atau teknologi berbantuan AI yang digunakan dalam penyusunan naskah ini.

PERNYATAAN KETERSEDIAAN DATA

Penulis menyatakan data yang mendukung temuan penelitian tidak tersedia untuk umum, dapat diperoleh dari penulis korespondensi atas permintaan yang wajar, disertakan dalam artikel dan/atau bahan tambahan, memiliki pembatasan akses, atau tidak relevan dengan penelitian ini.

PERNYATAAN ETIK

Penelitian ini tidak memerlukan persetujuan etik.

REFERENSI

[1] Kurniati, A. K. M. S., Dian. (t.t.). *Manufaktur Tumbuh Lebih Tinggi dari PDB Nasional, Ini Kata Pemerintah*. DDTCNews - Berita Pajak Terkini dan Terpercaya di Indonesia dan Internasional. Diambil 7 Februari 2026, dari https://news.ddtc.co.id/berita/nasional/1815055/manufaktur-tumbuh-lebih-tinggi-dari-pdb-nasional-ini-kata-pemerintah

[2] Aji Pramudya Wardana, Wiwin Widiasih. (2023). Penerapan Dmaic Dan Fmea Untuk Pengendalian Kualitas Produk Kemasan Kertas Perusahaan Percetakan PT.XYZ. *Jurnal SENOPATI : Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, *5*(1), 47–55. https://doi.org/10.31284/j.senopati.2023.v5i1.4562

[3] Sadikin, M. A. (2023). Defect Reduction in The Manufacturing Industry: Systematic Literature Review. *International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, *5*(2), 73–83. https://doi.org/10.24002/ijieem.v5i2.7495

[4] Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2023). Towards smart sustainable development through value stream mapping – a systematic literature review. Heliyon, 9(5), e15852. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15852

[5] Ahmad, R., Amin, R. F. M., & Mustafa, S. A. (2022a). Value stream mapping with lean thinking model for effective non-value added identification, evaluation and solution processes. *Operations Management Research*, *15*(3), 1490–1509. https://doi.org/10.1007/s12063-022-00265-9

[6] Aristriyana, E., & Fauzi, R. A. (2022). ANALISIS PENYEBAB KECACATAN PRODUK DENGAN METODE FISHBONE DIAGRAM DAN FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA) PADA PERUSAHAAN ELANG MAS SINDANG KASIH CIAMIS. *Jurnal Industrial Galuh*, *4*(2), 75–85. https://doi.org/10.25157/jig.v4i2.3021

[7] Papageorgiou, K., Theodosiou, T., Rapti, A., Papageorgiou, E. I., Dimitriou, N., Tzovaras, D., & Margetis, G. (2022). A systematic review on machine learning methods for root cause analysis towards zero-defect manufacturing. *Frontiers in Manufacturing Technology*, *2*, 972712. https://doi.org/10.3389/fmtec.2022.972712

[8] Al-Rifai, M. (2025). Unlocking insights: Evaluating 5Whys methodology for root cause analysis and employee problem-solving skills in 91 case studies. *International Journal of Lean Six Sigma*, *16*(5), 1276–1304. https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2024-0077

[9] Arunizal, S., Wardhani, D. H., & Windarta, J. (2024). Penerapan Value Stream Mapping (VSM) untuk Menurunkan Lead Time Process dan Meningkatkan Kinerja Aktivitas Pengadaan di Site Tambang. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, *2*(3), 141–150. https://doi.org/10.14710/jpii.2024.23282

[10] Kathem, A., Al-Kindi, L., & Al-Baldawi, Z. (2023). Adopting Value Stream Mapping as a Lean Tool to Improve Production Performance. *Engineering and Technology Journal*, *41*(6), 793–806. https://doi.org/10.30684/etj.2023.136269.1307

[11] Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2023). Towards smart sustainable development through value stream mapping – a systematic literature review. *Heliyon*, *9*(5), e15852. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15852

[12] 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), 39–46. https://doi.org/10.14421/jiehis.1827

[13] Kumah, A., Nwogu, C. N., Issah, A.-R., Obot, E., Kanamitie, D. T., Sifa, J. S., & Aidoo, L. A. (2024). Cause-and-Effect (Fishbone) Diagram: A Tool for Generating and Organizing Quality Improvement Ideas. *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, *7*(2), 85–87. https://doi.org/10.36401/JQSH-23-42

[14] Rahima Shabeen, S., & Aravind Krishnan, K. (2022). Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study. *Materials Today: Proceedings, International Conference on Advances in Construction Materials and Structures*, *65*, 1105–1111. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.159

[15] Gebeyehu, S. G., Abebe, M., & Gochel, A. (2022). Production Lead Time Improvement Through Lean Manufacturing. *Cogent Engineering*, *9*(1), 2034255. https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255