Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST)
Website: http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst
Email: jurnal.ajst@ardenjaya.com

Analisis Waste dan Efisiensi Material Handling pada Proses Produksi Mesin Labelling Menggunakan Metode Value Stream Mapping (VSM)

INFO PENPULIS

Deby Oktavia
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
Oktaviadebi40@gmail.com

M.Nushron Ali Mukhtar
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
nushron@unipasby.ac.id

INFO ARTIKEL

ISSN: 3026-3603
Vol. 4, No. 2 Oktober 2026
http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst

© 2026 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Oktavia, D., Mukhtar, M. N. A. (2026). Analisis Waste dan Efisiensi Material Handling pada Proses Produksi Mesin Labelling Menggunakan Metode Value Stream Mapping (VSM). *Arus Jurnal Sains dan Teknologi , 4*(2), 560-571.

Abstrak

Aktivitas penanganan material (material handling) pada lini produksi mesin labelling PT XXS masih mengalami inefisiensi yang memicu tingginya waste transportation dan waiting. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pemborosan, menganalisis efisiensi aktual, dan merancang usulan perbaikan menggunakan metode Value Stream Mapping (VSM) serta Process Activity Mapping (PAM). Pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan dengan pengumpulan data melalui time study, observasi, dan wawancara, serta analisis akar masalah berbasis Fishbone Diagram (5M). Hasil Current State VSM mengidentifikasi 11 aktivitas (5 Value Added / 45,45% dan 6 Necessary but Non-Value Added / 54,55%) dengan Total Cycle Time 13.320 detik, Waiting Time 2.520 detik, dan Lead Time 15.840 detik, menghasilkan Process Cycle Efficiency (PCE) aktual sebesar 66,29%. Titik kritis pemborosan utama terjadi pada stasiun Testing (600 s), QC (300 s), dan relokasi material (240 s). Melalui perancangan Future State VSM (optimasi layout, Kanban, dan pengujian paralel), Total Cycle Time berhasil diturunkan menjadi 12.420 detik (-6,76%), Waiting Time dipangkas menjadi 1.080 detik (-57,14%), dan Lead Time dipercepat menjadi 13.500 detik (-14,77%), sehingga PCE meningkat signifikan menjadi 77,78%. Eliminasi pemborosan pada material handling terbukti efektif meningkatkan efisiensi dan kapasitas lini produksi.

Kata Kunci: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping (VSM), Waste, Material Handling, Process Cycle Efficiency (PCE).

Abstract

Material handling activities on the labelling machine production line at PT XXS suffer from inefficiencies that trigger high transportation and waiting wastes. This study aims to identify waste, analyze actual efficiency, and design improvement proposals using Value Stream Mapping (VSM) and Process Activity Mapping (PAM). A quantitative descriptive method was applied, collecting data via time study, observations, and interviews, alongside root cause analysis using a 5M Fishbone Diagram. Current State VSM identified 11 activities (5 Value Added / 45.45% and 6 Necessary but Non-Value Added / 54.55%), yielding a Total Cycle Time of 13,320 seconds, Waiting Time of 2,520 seconds, and Lead Time of 15,840 seconds, resulting in a Process Cycle Efficiency (PCE) of 66.29%. Major bottlenecks occurred at Testing (600 s), QC (300 s), and material relocation (240 s). Through Future State VSM (layout optimization, Kanban, and parallel testing), Total Cycle Time was reduced to 12,420 seconds (-6.76%), Waiting Time was cut to 1,080 seconds (-57.14%), and Lead Time was shortened to 13,500 seconds (-14.77%), significantly increasing the PCE to 77.78%. Eliminating material handling waste effectively enhances production line efficiency.

Keywords: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping (VSM), Waste, Material Handling

A. Pendahuluan

Perkembangan industri manufaktur di era globalisasi menuntut setiap perusahaan untuk terus meningkatkan produktivitas, kualitas produk, serta efisiensi proses produksi agar mampu bertahan di pasar yang semakin kompetitif (Sumarya et al., 2026). Persaingan industri saat ini tidak hanya mengharuskan perusahaan menghasilkan produk berkualitas tinggi, tetapi juga menuntut optimasi pemanfaatan sumber daya, pemangkasan biaya operasional, dan percepatan waktu penyelesaian produk (Prakoso et al., 2025). Oleh karena itu, perusahaan manufaktur wajib menerapkan strategi perbaikan yang berkelanjutan (*continuous improvement*) pada seluruh lini produksi guna mengeliminasi berbagai bentuk ketidakefisiensian yang mengonsumsi waktu, tenaga, dan biaya tanpa memberikan nilai tambah bagi pelanggan (Siagian & Saifudin, 2024).

Salah satu faktor krusial yang memengaruhi kelancaran dan efisiensi aliran produksi adalah aktivitas penanganan material (*material handling*). Aktivitas ini meliputi pemindahan, penyimpanan, dan pengendalian material antarstasiun kerja yang, meskipun tidak memberikan nilai tambah secara langsung terhadap produk jadi, sangat menentukan durasi total waktu penyelesaian produksi (Pratiwi et al., 2026). Sistem *material handling* yang tidak dikelola dengan efektif sering kali memicu berbagai bentuk pemborosan (*waste*), seperti perpindahan material yang terlalu jauh (*transportation*), penumpukan antrean komponen (*waiting*), hingga gerakan operator yang tidak efisien (*motion*) (Imtinan & Cahyaputri, 2024). Kondisi ini secara nyata terjadi pada PT XXS, sebuah perusahaan manufaktur *make-to-order* di bidang *mechanical* dan *electrical engineering*. Berdasarkan observasi awal pada lini produksi mesin *labelling*, proses perpindahan material antarstasiun kerja mulai dari gudang material, area *machining*, perakitan (*assembly*), *quality control*, hingga pengemasan masih menunjukkan tingginya *waste transportation* akibat rute perpindahan material yang panjang serta *waste waiting* karena adanya ketidakseimbangan waktu proses antarstasiun kerja.

Untuk mengatasi permasalahan pemborosan tersebut, pendekatan *Lean Manufacturing* melalui metode *Value Stream Mapping* (VSM) merupakan alat bantu analitis yang sangat efektif dan teruji dalam sistem produksi (Sahdhani et al., 2025). *Value Stream Mapping* digunakan untuk memetakan secara visual seluruh aliran material dan aliran informasi, mulai dari penerimaan bahan baku hingga pengiriman produk jadi kepada pelanggan (Fathimah & Winarno, 2024). Melalui pemetaan *Current State VSM*, perusahaan dapat mengklasifikasikan seluruh aktivitas produksi ke dalam tiga kategori utama, yaitu aktivitas yang memberikan nilai tambah (*Value Added* / VA), aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah namun dibutuhkan dalam proses produksi (*Necessary but Non-Value Added* / NNVA), serta aktivitas pemborosan murni yang harus dihilangkan (*Non-Value Added* / NVA) (Ernawati et al., 2024). Metode ini mampu mengidentifikasi akar dari delapan jenis pemborosan (*eight wastes*) secara transparan dan menjadi landasan komprehensif dalam merancang peta kondisi ideal di masa depan melalui *Future State VSM* (Kurniawan & Wulandari, 2024).

Sejumlah penelitian terdahulu telah membuktikan keberhasilan implementasi *Value Stream*

Mapping dalam mereduksi *waste* dan meningkatkan efisiensi proses manufaktur. Sebagai contoh, Siagian & Saifudin (2024) berhasil menurunkan *cycle time* dan meminimalkan pemborosan pada lini produksi keramik melalui integrasi VSM. Penelitian lain oleh (Kurniawan & Wulandari, 2024) dan (Prakoso et al., 2025) juga menunjukkan bahwa penerapan VSM sangat efektif dalam mendeteksi dan memangkas waktu pada aktivitas NVA, sehingga tingkat efisiensi siklus proses (*Process Cycle Efficiency*) dapat meningkat secara signifikan. Meskipun demikian, sebagian besar literatur terdahulu masih didominasi oleh studi pada sistem produksi massal dan sering kali memiliki keterbatasan dalam menyajikan data kuantitatif riil terkait inefisiensi fisik pada aktivitas *material handling*. *Research gap* inilah yang diisi oleh penelitian ini, dengan menerapkan analisis VSM secara mendalam yang difokuskan pada optimalisasi efisiensi *material handling* dalam sistem produksi *make-to-order* untuk mesin *labelling* berbasis data aktual dari lantai produksi PT XXS.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini dilakukan dengan judul *"Analisis Waste dan Efisiensi Material Handling pada Proses Produksi Mesin Labelling Menggunakan Metode Value Stream Mapping (VSM) di PT XXS."* Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis-jenis *waste* yang terjadi pada proses produksi mesin *labelling* di PT XXS menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM); (2) menganalisis tingkat efisiensi aktual pada aktivitas *material handling* dan aliran produksi melalui *Current State VSM*; serta (3) merancang usulan perbaikan berkelanjutan melalui penyusunan *Future State VSM* guna mereduksi pemborosan dan memperpendek *lead time* produksi.

Melalui analisis yang sistematis dan terstruktur ini, diharapkan pemborosan yang terjadi pada aktivitas *material handling* dapat diminimalkan secara nyata, sehingga aliran proses produksi mesin *labelling* menjadi lebih lancar, cepat, dan efisien. Selain memberikan solusi teknis dan rekomendasi perbaikan yang aplikatif bagi peningkatan kinerja operasional PT XXS, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi kontribusi literatur serta referensi empiris bagi penerapan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) berbasis *Lean Manufacturing* pada industri manufaktur dengan karakteristik proses produksi sejenis.

B. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus pada lini produksi mesin *labelling* di PT XXS. Pendekatan ini dipilih untuk memetakan kondisi aktual aliran material dan informasi, mengidentifikasi aktivitas pemborosan (*waste*) yang tidak memberikan nilai tambah, menganalisis efisiensi penanganan material (*material handling*), serta merancang usulan perbaikan berkelanjutan berbasis *Lean Manufacturing* menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM).

Objek pengamatan difokuskan pada seluruh tahapan proses manufaktur mesin *labelling*, mulai dari penerimaan material dari pemasok, penyimpanan di gudang, proses fabrikasi (*machining*), perakitan rangka (*assembly*), pemasangan komponen mekanik dan elektrikal, pemeriksaan kualitas (*quality control*), pengujian fungsi mesin (*testing*), pengemasan (*packing*), hingga proses pengiriman (*shipping*) kepada pelanggan.

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung pada area produksi, pengukuran waktu proses (cycle time), pengukuran jarak perpindahan material antarstasiun kerja, wawancara dengan operator produksi, bagian PPIC, dan supervisor produksi, serta dokumentasi aktivitas produksi. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, meliputi data produksi mesin labelling, layout fasilitas produksi, alur proses produksi, standar operasional prosedur (SOP), serta dokumen pendukung lainnya.

Alur Penelitian

Alur pelaksanaan penelitian digambarkan melalui bagan alur (*flowchart*) pada Gambar 1 berikut:



Prosedur dan Langkah-Langkah Penelitian

Secara operasional, tahapan penelitian ini dibagi menjadi lima langkah utama sebagai berikut:

1. Tahap Pendahuluan dan Identifikasi Masalah
   Tahap awal diawali dengan observasi langsung (*preliminary study*) di lantai produksi PT XXS untuk mengamati realitas proses manufaktur mesin *labelling*. Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah terkait tingginya frekuensi perpindahan material dan waktu tunggu antarstasiun kerja yang berpotensi menurunkan efisiensi lini produksi. Selanjutnya dilakukan studi literatur mengenai *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping* (VSM), dan *Process Activity Mapping* (PAM) sebagai landasan teori analisis.
2. Tahap Pengumpulan Data
   Data yang zein dianalisis dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu:
   a) Data Primer: Diperoleh melalui pengamatan langsung di lantai produksi, pengukuran waktu siklus (*cycle time*) dengan *stopwatch time study*, pengukuran waktu tunggu (*waiting time*), pengukuran jarak perpindahan material antarstasiun kerja, serta wawancara mendalam dengan operator produksi, supervisor, dan tim PPIC (*Production Planning and Inventory Control*).
   b) Data Sekunder: Diperoleh dari dokumentasi internal PT XXS, yang meliputi data histori produksi mesin *labelling*, tata letak (*layout*) fasilitas produksi aktual, alur proses manufaktur (*process flow chart*), Standar Operasional Prosedur (SOP), serta jumlah operator pada masing-masing stasiun kerja.
3. Tahap Pengolahan dan Pemetaan Data Aktual
   Setelah data terkumpul, dilakukan pengolahan data menggunakan dua instrumen utama *Lean*:
   a) Penyusunan *Current State Value Stream Mapping* (CSVSM): Data waktu siklus, waktu tunggu, dan inventori dipetakan ke dalam ikon-ikon VSM untuk memvisualisasikan kondisi aktual aliran material dan aliran informasi dari pemasok hingga konsumen akhir. Penyusunan *Process Activity Mapping* (PAM): Setiap elemen aktivitas operasi dibedah dan diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu:

1) *Value Added* (VA): Aktivitas yang secara langsung mengubah bentuk atau sifat produk sesuai permintaan pelanggan. *Necessary but Non-Value Added* (NNVA): Aktivitas yang tidak menambah nilai produk, namun wajib dilakukan karena keterbatasan sistem atau
2) teknologi saat ini (misal: inspeksi kualitas, setup mesin, dan transportasi material).
3) *Non-Value Added* (NVA): Aktivitas pemborosan murni yang tidak memberikan nilai tambah dan harus dihilangkan (misal: antrean penumpukan barang, menunggu material, dan gerakan berlebih).

b) Perhitungan Efisiensi Aktual: Tingkat efisiensi aliran proses dihitung menggunakan parameter *Process Cycle Efficiency* (PCE) dengan rumus:

$$\text{PCE} = \frac{\sum \text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\%$$

di mana Total Lead Time merupakan penjumlahan dari seluruh waktu proses (*cycle time*) dan waktu tunggu (*waiting time*) pada proses produksi.

4. Tahap Analisis Akar Masalah (*Root Cause Analysis*) Berdasarkan hasil pemetaan CSVSM dan PAM, diidentifikasi jenis pemborosan dominan (*dominant wastes*), khususnya pada aktivitas *material handling* seperti *transportation waste*, *waiting waste*, dan *motion waste*. Untuk menelusuri sumber penyebab terjadinya pemborosan tersebut, dilakukan analisis akar masalah menggunakan *Fishbone Diagram* (*Cause and Effect Diagram*) dengan meninjau lima faktor utama, yaitu Manusia (*Man*), Mesin/Peralatan (*Machine*), Metode Kerja (*Method*), Material (*Material*), dan Lingkungan Kerja (*Environment*).
5. Tahap Perancangan Usulan Perbaikan dan Evaluasi Langkah terakhir adalah merancang kondisi ideal produksi di masa depan melalui penyusunan *Future State Value Stream Mapping* (FSVSM). Usulan perbaikan difokuskan pada eliminasi aktivitas NVA, minimasi durasi aktivitas NNVA melalui perbaikan rute *material handling*, tata ulang penempatan komponen, serta optimalisasi koordinasi operator. Efektivitas usulan perbaikan dievaluasi dengan melakukan analisis komparatif antara kondisi sebelum (*Current State*) dan sesudah (*Future State*) perbaikan berdasarkan indikator penurunan total *lead time*, pemangkasan *waiting time*, dan peningkatan persentase *Process Cycle Efficiency* (PCE)

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Gambaran Umum Proses Produksi Mesin Labelling

Proses manufaktur mesin *labelling* di PT XXS merupakan sistem produksi *make-to-order* yang melibatkan serangkaian tahapan terintergrasi, mulai dari penerimaan bahan baku dari pemasok hingga pengiriman produk jadi (*shipping*) kepada pelanggan. Untuk memetakan aliran proses dan mengidentifikasi pemborosan secara rinci, dilakukan pengamatan langsung di lantai produksi serta pengukuran waktu menggunakan studi waktu (*time study*). Parameter yang diukur mencakup waktu siklus (*cycle time*) untuk setiap operasi, waktu tunggu (*waiting time*) antarstasiun kerja, serta pengklasifikasian aktivitas ke dalam kategori *Value Added* (VA) dan *Necessary but Non-Value Added* (NNVA). Hasil identifikasi awal dan rekapitulasi pengukuran waktu aktual pada lini produksi mesin *labelling* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 *Current State Value Stream Mapping Proses Produksi Mesin Labelling*

No	Proses Produksi	Aktivitas Material Handling	Cycle Time (detik)	Waiting Time (detik)	Jenis Aktivitas
1	Penerimaan Material	Material diterima dari supplier menuju gudang	300	120	NNVA
2	Penyimpanan Material	Penyimpanan material di gudang	180	300	NNVA
3	Pengambilan Material	Material dipindahkan ke area machining	240	60	NNVA

No	Proses Produksi	Aktivitas Material Handling	Cycle Time (detik)	Waiting Time (detik)	Jenis Aktivitas
4	Machining/Fabrikasi	Pemotongan dan pembentukan komponen	2.400	180	VA
5	Assembly	Perakitan rangka mesin	3.000	240	VA
6	Pemasangan Komponen Mekanik	Pemasangan bearing, motor, conveyor, dan komponen lainnya	2.100	180	VA
7	Pemasangan Electrical	Instalasi panel, sensor, kabel, dan sistem kontrol	1.800	120	VA
8	Quality Control	Pemeriksaan dimensi dan fungsi mesin	600	300	NNVA
9	Testing	Uji coba pengoperasian mesin	1.200	600	VA
10	Packing	Pengemasan mesin	900	180	NNVA
11	Shipping	Pengiriman ke pelanggan	600	240	NNVA
Total			**13.320**	**2.520**	

Berdasarkan Tabel 1, keseluruhan aliran produksi mesin *labelling* di PT XXS terdiri dari 11 tahapan aktivitas. Total waktu pemrosesan aktual (*Total Cycle Time*) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit mesin *labelling* adalah sebesar 13.320 detik. Namun, aliran produksi tersebut mengalami hambatan berupa total waktu tunggu (*Total Waiting Time*) sebesar 2.520 detik, yang terutama terakumulasi pada area pengujian/testing (600 detik), penyimpanan di gudang (300 detik), dan *quality control* (300 detik)

Akumulasi antara total waktu siklus dan total waktu tunggu menghasilkan total waktu penyelesaian produk (*Total Lead Time*) sebesar 15.840 detik:

$$\text{Total Lead Time} = \text{Total Cycle Time} + \text{Total Waiting Time} = 13.320 + 2.520$$
$$= 15.840 \text{ detik}$$

Dari 11 aktivitas yang teridentifikasi, durasi aktivitas yang benar-benar memberikan nilai tambah (*Total Value Added Time*) adalah sebesar 10.500 detik (mencakup proses *machining*, *assembly*, pemasangan mekanik, pemasangan elektrikal, dan *testing*). Sementara itu, akumulasi waktu non-nilai tambah (aktivitas NNVA dan waktu tunggu) mencapai 5.340 detik. Berdasarkan perbandingan antara *Value Added Time* dan *Total Lead Time*, diperoleh nilai efisiensi siklus proses (*Process Cycle Efficiency* / PCE) aktual sebesar 66,29%:

$$\text{PCE} = \frac{\text{Total Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\% = \frac{10.500}{15.840} \times 100\% = 66{,}29\%$$

Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa lini produksi mesin *labelling* di PT XXS masih mengalami inefisiensi waktu sebesar 33,71% yang disebabkan oleh tingginya waktu tunggu (*waiting*) serta aktivitas transportasi material (*handling*).

Rekapitulasi Process Activity Mapping (PAM) dan Efisiensi Aktual

Di samping pengelompokan jenis aktivitas, dilakukan pula kalkulasi akumulatif terhadap total waktu pemrosesan (*Total Cycle Time*), total waktu antrean (*Total Waiting Time*), dan waktu penyelesaian total (*Total Lead Time*). Data akumulasi waktu tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan nilai efisiensi siklus proses (*Process Cycle Efficiency* / PCE)

kondisi aktual. Rekapitulasi data kuantitatif dari hasil pemetaan *Current State Value Stream Mapping* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Current State Value Stream Mapping

Parameter	Hasil
Jumlah Aktivitas	11 Aktivitas
Aktivitas Value Added (VA)	5 Aktivitas
Aktivitas Necessary but Non-Value Added (NNVA)	6 Aktivitas
Aktivitas Non-Value Added (NVA)	0 Aktivitas
Total Cycle Time	13.320 detik
Total Waiting Time	2.520 detik
Total Lead Time	15.840 detik
Total Value Added Time	10.500 detik
Process Cycle Efficiency (PCE)	66,29%

Berdasarkan Tabel 2, keseluruhan aliran proses produksi mesin *labelling* di PT XXS terdiri dari 11 aktivitas utama. Melalui klasifikasi *Process Activity Mapping* (PAM), aktivitas tersebut terbagi menjadi 5 aktivitas *Value Added* (VA), 6 aktivitas *Necessary but Non-Value Added* (NNVA), dan 0 aktivitas *Non-Value Added* (NVA) murni.

1. Dominasi Aktivitas Pendukung (NNVA)
   Jumlah aktivitas NNVA (6 aktivitas) lebih mendominasi dibandingkan aktivitas VA (5 aktivitas). Hal ini mengindikasikan bahwa proses produksi masih dibebani oleh aktivitas pendukung yang tidak memberikan nilai tambah langsung bagi pelanggan, seperti transportasi antarstasiun kerja (*material handling*), penyimpanan di gudang, pemeriksaan kualitas (*quality control*), dan pengemasan.
2. Analisis Waktu dan Lead Time
   Proses produksi membutuhkan *Total Cycle Time* sebesar 13.320 detik. Namun, kelancaran proses ini terhambat oleh *Total Waiting Time* yang cukup tinggi, yakni mencapai 2.520 detik, akibat antrean material dan jeda perpindahan komponen. Akumulasi kedua waktu tersebut menghasilkan *Total Lead Time* produksi sebesar 15.840 detik.
3. Efisiensi Siklus Proses (*Process Cycle Efficiency*)Dengan membandingkan *Total Value Added Time* (10.500 detik) terhadap *Total Lead Time*, diperoleh efisiensi siklus proses (*Process Cycle Efficiency* / PCE) aktual sebesar 66,29%:

$$\text{PCE} = \frac{10.500}{15.840} \times 100\% = 66{,}29\%$$

Angka efisiensi 66,29% ini menunjukkan bahwa sekitar 33,71% durasi produksi masih terserap oleh aktivitas yang tidak memberi nilai tambah, khususnya waktu tunggu (*waiting*) dan penanganan material (*handling*). Faktual kuantitatif ini menjadi dasar utama dalam merancang *Future State VSM*, yaitu dengan memprioritaskan pemangkasan waktu tunggu sebesar 2.520 detik serta mengoptimalkan rute pada 6 aktivitas NNVA guna meningkatkan efisiensi lini produksi secara keseluruhan.

Hasil pemetaan dan pengukuran aktual pada lini produksi mesin *labelling* di PT XXS, teridentifikasi sebanyak 11 aktivitas utama dalam alur manufaktur. Dari total aktivitas tersebut, distribusi klasifikasi *Process Activity Mapping* (PAM) menunjukkan bahwa aktivitas *Value Added* (VA) berjumlah 5 aktivitas (45,45%), sedangkan aktivitas pendukung *Necessary but Non-Value Added* (NNVA) berjumlah 6 aktivitas (54,55%), dan aktivitas *Non-Value Added* (NVA) murni adalah 0 aktivitas. Dominasi kuantitatif aktivitas NNVA ini membuktikan bahwa alur produksi saat ini masih terserap secara signifikan oleh kegiatan penanganan material (*material handling*), transportasi antarstasiun kerja, penyimpanan gudang, serta inspeksi kualitas. Secara akumulatif, proses produksi ini membutuhkan total waktu pemrosesan (*Total Cycle Time*) sebesar 13.320 detik dan total waktu tunggu (*Total Waiting Time*) sebesar 2.520 detik, sehingga menghasilkan *Total Lead Time* aktual mencapai 15.840 detik.

Perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE) aktual menghasilkan angka sebesar 66,29%, yang diperoleh dari perbandingan antara waktu bernilai tambah (*Total Value Added Time* sebesar 10.500 detik) terhadap *Total Lead Time* (15.840 detik):

$$\text{PCE}_{\text{Aktual}} = \frac{10.500}{15.840} \times 100\% = 66{,}29\%$$

Angka efisiensi 66,29% ini mengindikasikan bahwa sebesar 33,71% (setara dengan 5.340 detik) dari total durasi produksi merupakan waktu yang tidak memberikan nilai tambah secara langsung pada produk. Analisis kuantitatif lebih dalam menunjukkan bahwa *waiting waste* (waktu tunggu) menyumbang pemborosan waktu terbesar, di mana tiga titik kritis (*bottleneck*) dengan waktu tunggu tertinggi terjadi pada: (1) proses *Testing* mesin sebesar 600 detik, (2) pemeriksaan *Quality Control (QC)* sebesar 300 detik, dan (3) penyimpanan material di gudang sebesar 300 detik. Selain itu, besarnya waktu pada 6 aktivitas NNVA (total mencapai 2.820 detik) dipicu oleh *transportation waste* akibat panjangnya jarak relokasi material dari area gudang ke area *machining* (240 detik) serta perpindahan dari proses QC ke area pengemasan.

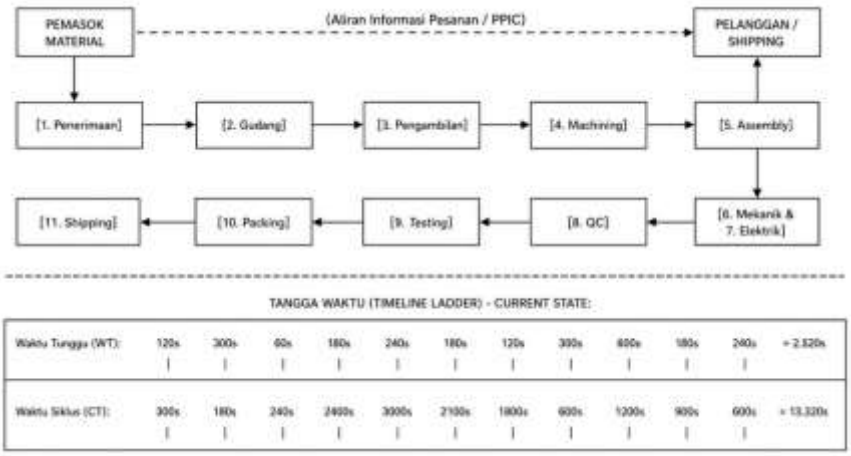
Untuk mereduksi inefisiensi kuantitatif tersebut, penyusunan *Future State Value Stream Mapping* (FSVSM) difokuskan pada perbaikan tata letak (*layout*) guna memendekkan rute *material handling*, penerapan sistem Kanban untuk mengurangi waktu antrean komponen, serta pelaksanaan inspeksi QC yang diparalelkan dengan persiapan *Testing*. Berdasarkan simulasi rancangan perbaikan *Future State VSM*, diperoleh penurunan *Total Cycle Time* dari 13.320 detik menjadi 12.420 detik (hemat 900 detik atau efisiensi 6,76%). Lebih lanjut, waktu tunggu (*waiting time*) berhasil dipangkas secara drastis dari 2.520 detik menjadi 1.080 detik (turun 57,14%). Pemangkasan waktu non-nilai tambah ini berdampak langsung pada perbaikan *Total Lead Time* produksi dari 15.840 detik menjadi 13.500 detik (lebih cepat 14,77%), sehingga angka *Process Cycle Efficiency* (PCE) meningkat signifikan sebesar 11,49%, yaitu dari 66,29% menjadi 77,78%:

$$\mathrm{PCE}_{\mathrm{Usulan}} = \frac{10.500}{13.500} \times 100\% = 77{,}78\%$$

Selama proses produksi berlangsung, material dan komponen berpindah dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya mengikuti urutan proses produksi. Aktivitas perpindahan tersebut merupakan bagian dari material handling yang berperan penting dalam menjaga kelancaran aliran produksi. Namun demikian, apabila aktivitas material handling tidak dirancang secara efektif, dapat menimbulkan berbagai bentuk pemborosan (waste), seperti perpindahan material yang berlebihan (transportation waste), waktu tunggu antarproses (waiting waste), serta gerakan operator yang tidak efisien (motion waste). Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan waktu produksi, mengurangi produktivitas, dan menurunkan efisiensi proses secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan analisis menggunakan metode Value Stream Mapping (VSM) untuk memetakan aliran material dan informasi, mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah maupun yang tidak memberikan nilai tambah, serta menyusun usulan perbaikan guna meningkatkan efisiensi material handling dan kinerja proses produksi mesin labelling di PT XXS.

Analisis Current State Value Stream Mapping (Current State VSM)

Current State Value Stream Mapping (CSVSM) dipetakan secara visual untuk menelusuri letak inefisiensi pada 11 tahapan aktivitas produksi mesin *labelling* di PT XXS. Pemetaan aktual ini



Gambar 1 peta CSVSM

Dari total waktu siklus pemrosesan sebesar 13.320 detik, aktivitas *Value Added* (VA) yang mencakup 5 stasiun kerja utama (machining, assembly, pemasangan mekanik, elektrikal, dan testing) berkontribusi sebesar 10.500 detik (78,83% dari total waktu siklus). Sementara itu, 6 aktivitas lainnya dikategorikan sebagai *Necessary but Non-Value Added* (NNVA) dengan durasi siklus mencapai 2.820 detik (21,17%), yang didominasi oleh aktivitas transportasi material (*handling*), inspeksi *Quality Control* (QC), serta pengemasan dan pengiriman.

Meskipun aktivitas *Non-Value Added* (NVA) murni tercatat 0 aktivitas pada prosedur standar operasi (SOP), pemetaan CSVSM mengungkapkan adanya total waktu tunggu (*waiting time*) sebesar 2.520 detik yang terjadi di antara stasiun-stasiun kerja tersebut. Keberadaan waktu tunggu dan besarnya proporsi aktivitas NNVA inilah yang menyebabkan *Total Lead Time* produksi membengkak hingga 15.840 detik, sehingga membatasi *Process Cycle Efficiency* (PCE) aktual hanya pada angka 66,29%. Data kuantitatif ini menjadi landasan bahwa perbaikan tidak dapat hanya berfokus pada kecepatan permesinan (VA), melainkan wajib diprioritaskan pada efisiensi penanganan material dan pemangkasan waktu tunggu.

Identifikasi Waste pada Aktivitas Material Handling

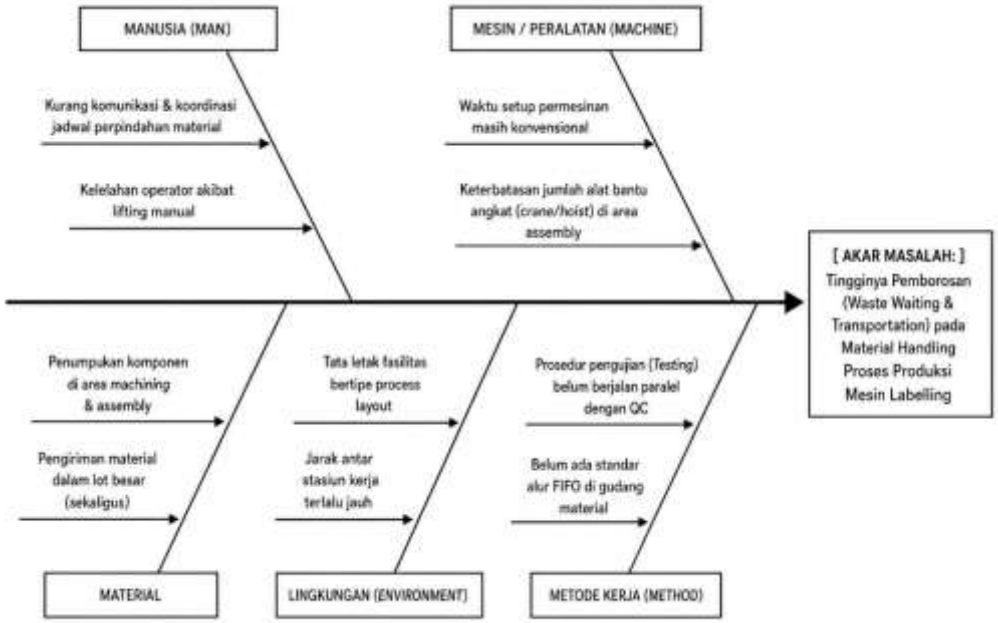
Identifikasi *Berdasarkan pemetaan waktu pada CSVSM dan Process Activity Mapping (PAM), identifikasi pemborosan (waste) difokuskan pada 5.340 detik waktu non-nilai tambah (gabungan waktu siklus NNVA dan waktu tunggu). Analisis menunjukkan bahwa aktivitas material handling menyumbang empat jenis pemborosan dominan dalam lini produksi mesin labelling:*

1. *Waiting Waste* (Waktu Tunggu*):* Merupakan pemborosan waktu terbesar dengan total 2.520 detik (15,91% dari total lead time). Tiga titik kritis antrean (bottleneck) terbesar terjadi pada stasiun Testing mesin (600 detik), pemeriksaan QC (300 detik), dan penyimpanan di gudang (300 detik) akibat ketidakseimbangan kapasitas antarproses.
2. *Transportation Waste* (Perpindahan Berlebih): Terjadi pada aktivitas pemindahan material dari gudang ke area machining yang memakan waktu siklus hingga 240 detik, serta relokasi dari area QC menuju packing. Tingginya waktu ini disebabkan oleh jarak antarstasiun kerja yang berjauhan.
3. *Inventory Waste* (Penumpukan Barang): Teridentifikasi dari adanya waktu tunggu material di gudang selama 300 detik sebelum diproses, yang mengindikasikan belum diterapkannya sistem tarik (pull system) secara optimal.
4. *Motion Waste* (Gerakan Tidak Efisien): Terjadi selama proses perakitan mekanik dan elektrikal, di mana operator kehilangan waktu produktif untuk mencari peralatan kerja dan menunggu perpindahan alat bantu angkat (crane/hoist).

Analisis Penyebab *Waste*

Untuk menelusuri akar permasalahan dari besarnya waktu tunggu (2.520 detik) dan tingginya durasi aktivitas pendukung NNVA (2.820 detik), dilakukan analisis sebab-akibat menggunakan *Fishbone Diagram* yang ada digambar dibawah ini:

Gambar 2 Fishbone Diagram



Analisis ini membedah faktor penyebab inefisiensi berdasarkan lima aspek utama:

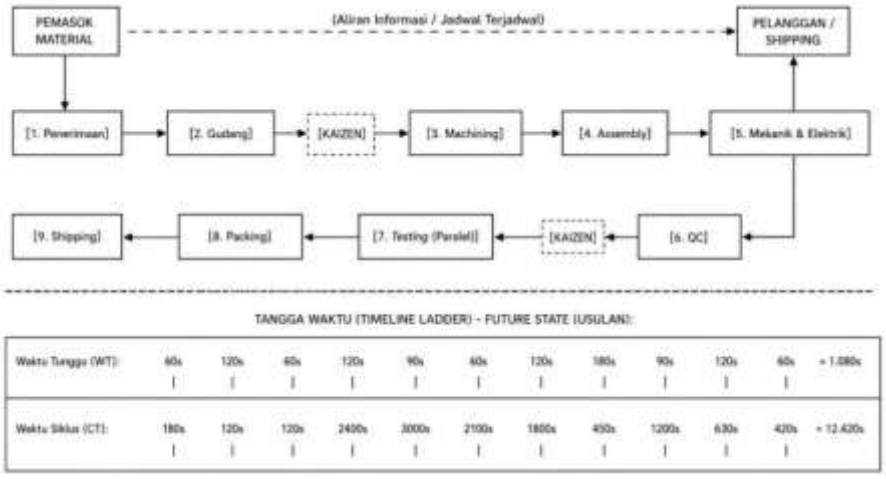
1. Manusia (*Man*): Terjadinya kelelahan operator akibat aktivitas *lifting* manual pada pemindahan komponen, serta kurangnya komunikasi dan koordinasi jadwal perpindahan material antarstasiun kerja.
2. Mesin/Peralatan (*Machine*): Keterbatasan jumlah alat bantu angkat (*crane/hoist*) di area *assembly* yang menyebabkan antrean menunggu alat bantu selama 180 detik, serta waktu

setup permesinan yang masih konvensional.

3. Metode Kerja (*Method*): Belum diterapkannya standar alur penanganan material berbasis *First-In First-Out* (FIFO) di gudang, serta prosedur pengujian (*Testing*) yang baru bisa dilakukan setelah proses QC selesai sepenuhnya (tidak berjalan paralel).
4. Material: Penumpukan komponen di area *machining* dan perakitan karena pengiriman material dari gudang dilakukan secara sekaligus dalam lot besar, bukan berdasarkan kebutuhan riil stasiun kerja.
5. Lingkungan Kerja (*Environment*): Tata letak (*layout*) fasilitas produksi yang masih bertipe *process layout*, di mana area gudang, fabrikasi, dan perakitan terpisah oleh jarak lintasan yang cukup panjang sehingga meningkatkan durasi *transportation waste*.

Future State Value Stream Mapping

Untuk mengatasi akar penyebab yang telah diidentifikasi, dirancang usulan perbaikan melalui pemetaan *Future State Value Stream Mapping* (FSVSM). Strategi perbaikan (*Kaizen*) difokuskan pada tiga langkah kuantitatif: (1) optimalisasi tata letak dengan mendekatkan area gudang ke *machining* untuk memotong waktu transportasi material, (2) penerapan sistem Kanban dan visual manajemen di gudang, serta (3) pelaksanaan inspeksi QC yang diparalelkan dengan persiapan stasiun *Testing Pemetaan aliran nilai kondisi usulan (Future State VSM) secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 4*.



Gambar 3 pemetaan FSVSM

Implementasi rancangan FSVSM ini memberikan estimasi perbaikan kuantitatif yang sangat signifikan. Total waktu siklus produksi (*Total Cycle Time*) berhasil diturunkan dari 13.320 detik menjadi 12.420 detik, yang berarti terdapat penghematan waktu operasional sebesar 900 detik (efisiensi 6,76%) pada aktivitas NNVA. Selain itu, sinkronisasi jadwal kerja dan perbaikan sistem *material handling* mampu memangkas waktu tunggu (*waiting time*) secara drastis sebesar 57,14%, yaitu turun dari 2.520 detik menjadi hanya 1.080 detik.

Secara keseluruhan, rancangan usulan ini berhasil memperpendek *Total Lead Time* produksi dari 15.840 detik menjadi 13.500 detik (lebih cepat 14,77%). Pemangkasan waktu non-nilai tambah tersebut berdampak langsung pada lonjakan *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebesar 11,49%, yakni meningkat dari kondisi aktual 66,29% menjadi 77,78% pada kondisi usulan.

Pembahasan

Hasil penerapan metode *Value Stream Mapping* (VSM) membuktikan bahwa pemborosan terbesar dalam sistem produksi *make-to-order* mesin *labelling* di PT XXS justru terletak pada aktivitas pendukung (*material handling*) dan waktu tunggu antarproses, bukan pada lama pemmesinan komponen. Pada kondisi aktual (*Current State*), besarnya proporsi aktivitas NNVA yang mencapai 54,55% dari total tahapan proses menunjukkan bahwa aliran material masih belum terintegrasi dengan optimal.

Melalui pendekatan analitis yang menghubungkan CSVSM, *Process Activity Mapping*, dan *Fishbone Diagram*, perbaikan tata letak dan metode kerja terbukti mampu memberikan kontribusi penghematan waktu total sebesar 2.340 detik per unit produk. Peningkatan efisiensi siklus proses (PCE) menjadi 77,78% mengkonfirmasi bahwa eliminasi *transportation waste* dan *waiting waste* pada aktivitas *material handling* adalah kunci utama dalam meningkatkan kapasitas produksi dan daya saing perusahaan. temuan ini tidak hanya memberikan solusi

teknis yang aplikatif bagi PT XXS, tetapi juga memperkuat bukti empiris literatur mengenai efektivitas integrasi VSM dalam memangkas *lead time* pada industri manufaktur berkarakteristik kustom.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada lini produksi mesin *labelling* di PT XXS, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Identifikasi dan Klasifikasi *Waste* (*Process Activity Mapping*): Melalui *Process Activity Mapping* (PAM), teridentifikasi 11 aktivitas utama dalam alur produksi mesin *labelling*, yang terdiri dari 5 aktivitas *Value Added* (VA) / 45,45% dan 6 aktivitas *Necessary but Non-Value Added* (NNVA) / 54,55%. Pemborosan (*waste*) dominan yang ditemukan adalah *waiting waste* dengan total waktu tunggu sebesar 2.520 detik, di mana titik kritis (*bottleneck*) utama terjadi di stasiun *Testing* (600 detik), *Quality Control* (300 detik), dan penyimpanan gudang (300 detik), serta *transportation waste* berupa waktu relokasi material dari gudang ke area *machining* selama 240 detik.
2. Tingkat Efisiensi Aktual (*Current State VSM*): Hasil pemetaan *Current State Value Stream Mapping* (CSVSM) menunjukkan total waktu pemrosesan (*Total Cycle Time*) sebesar 13.320 detik dan *Total Waiting Time* sebesar 2.520 detik, sehingga menghasilkan *Total Lead Time* aktual sebesar 15.840 detik. Dengan total waktu bernilai tambah (*Value Added Time*) sebesar 10.500 detik, diperoleh nilai efisiensi siklus proses (*Process Cycle Efficiency* / PCE) aktual sebesar 66,29%. Hal ini mengindikasikan adanya inefisiensi aliran proses sebesar 33,71% akibat pemborosan waktu penanganan material dan antrean.
3. Rancangan Usulan Perbaikan (*Future State VSM*): Perancangan usulan perbaikan melalui *Future State Value Stream Mapping* (FSVSM) dengan strategi optimalisasi tata letak fasilitas, penerapan sistem Kanban, dan pelaksanaan prosedur pengujian paralel berhasil meningkatkan efisiensi lini produksi secara signifikan:

a) Total *Cycle Time* berkurang dari 13.320 detik menjadi 12.420 detik (hemat 900 detik atau 6,76%).
b) Total *Waiting Time* berhasil dipangkas dari 2.520 detik menjadi 1.080 detik (turun 57,14%).
c) Total *Lead Time* dipercepat dari 15.840 detik menjadi 13.500 detik (lebih cepat 14,77%).
d) Nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) meningkat sebesar 11,49%, yaitu dari 66,29% menjadi 77,78%.

Secara keseluruhan, pengeliminasian *waste* pada aktivitas *material handling* dan pemangkasan waktu tunggu terbukti secara kuantitatif mampu mempercepat aliran produksi serta meningkatkan efisiensi operasional lini produksi mesin *labelling* di PT XXS.

E. Referensi

Ernawati, R., Khoiriyah, N., Miranda, N., Istikomah, N., Na'imah, B. Z., & Aditya, F. E. P. (2024). Penerapan lean manufacturing guna mengurangi waste dengan metode Value Stream Mapping dan Waste Assessment Model pada home industry konveksi Warsito. *Tekinfo: Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Informasi*, *12*(2), 146–157.

Fathimah, A. N., & Winarno, W. (2024). Penerapan lean manufacturing menggunakan Value Stream Mapping pada VCT rotor di PT XYZ. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, *7*(1), 590–598.

Imtinan, I., & Cahyaputri, B. (2024). Waste identification using the Value Stream Mapping (VSM) method on the PT XYZ transparent bar soap production line. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, *22*(1), 27–34.

Kurniawan, M. A., & Wulandari, I. A. S. (2024). Integration of Value Stream Mapping and VALSAT in lean manufacturing to reduce waste at PT SPLN. *Metode: Jurnal Teknik Industri*, *10*(2), 217–226.

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), 7903–7911.

Pratiwi, E., Feblidiyanti, N., & Lukito, R. (2026). Integration of Value Stream Mapping and Systematic Layout Planning using supermarket material system to reduce material handling cost in sports footwear manufacturing. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, *5*(2), 918–928.

Sahdhani, M. A., Karningsih, P. D., & Dewi, D. S. (2025). Development Value Stream Mapping to identify eight types of waste. *Tibuana*, *8*(2), 120–127.

Siagian, W. T. W., & Saifudin, J. A. (2024). Analisis penerapan lean manufacturing dengan metode Value Stream Mapping (VSM) guna mengurangi waste dan cycle time pada proses produksi keramik di PT XYZ. *Tekmapro*, *19*(2).

Sumarya, E., Alwi, M., Suhara, A., & Yusriski, R. (2026). Lean manufacturing strategy based on Value Stream Mapping to increase production process efficiency in the manufacturing industry. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, *17*(1), 35–45.