

## Analisis Efisiensi Alat Uji Sterilisasi Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing* di PT XYZ

Syahril

Program Studi Teknik Industri, Universitas Widyatama, Kota Bandung

[syahril@widyatama.ac.id](mailto:syahril@widyatama.ac.id)

### Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengembangan dan produksi vaksin hewan, dengan salah satu fungsi pendukung utamanya berada di laboratorium *Research and Development* (R&D). Pada April 2025, proses sterilisasi alat uji mengalami keterlambatan, dengan waktu proses aktual mencapai 729 menit secara sekuensial atau 627 menit secara paralel, melebihi kapasitas kerja harian sebesar 480 menit. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab keterlambatan, jenis pemborosan (*waste*), dan merancang perbaikan proses guna meningkatkan efisiensi kerja. Metode yang digunakan adalah pendekatan *lean manufacturing* dengan alat bantu *value stream mapping* (VSM) dan *process activity mapping* (PAM). Hasil analisis menunjukkan lima jenis pemborosan yang dominan yaitu *defect*, *waiting*, *transportation*, *motion*, dan *overprocessing*. Perbaikan dilakukan melalui eliminasi aktivitas tidak bernilai tambah, penggabungan tahapan kerja, perbaikan layout, serta penerapan prinsip 5S. Jumlah aktivitas menurun dari 68 menjadi 53 aktivitas, sedangkan waktu proses paralel berkurang dari 627 menit menjadi 516 menit. Efisiensi waktu meningkat sebesar 17,70%, dan ketercapaian alat siap pakai naik dari 80% menjadi 92,1%. Simpulan dari penelitian ini adalah bahwa penerapan *lean manufacturing* secara sistematis mampu meningkatkan efisiensi dan mendukung pencapaian target operasional laboratorium.

**Kata Kunci:** *Lean Manufacturing*, *Process Activity Mapping*, Sterilisasi Alat, *Value Stream Mapping*, *Waste*.

### I. Pendahuluan

Pendahuluan PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi vaksin hewan dan berkomitmen tinggi terhadap mutu serta inovasi produknya. Dalam mendukung pengembangan vaksin yang aman dan efektif, perusahaan ini mengandalkan laboratorium *Research and Development* (R&D) untuk melakukan serangkaian pengujian kualitas. Pengujian tersebut memerlukan alat laboratorium yang steril dan siap pakai secara konsisten. Oleh karena itu, proses sterilisasi alat menjadi tahapan pendukung yang sangat penting untuk menjamin kelancaran proses riset. Namun, dalam praktiknya, proses sterilisasi alat di laboratorium R&D PT XYZ mengalami berbagai hambatan yang berdampak pada keterlambatan penyediaan alat uji. Pada April 2025, waktu proses aktual tercatat mencapai 729 menit secara sekuensial atau 627 menit secara paralel, jauh melebihi batas waktu kerja harian yang ditetapkan perusahaan yaitu 480 menit. Sementara permintaan alat mencapai 22–25 unit per hari, kapasitas aktual peralatan sterilisasi hanya mampu menangani 20 unit per hari, pencucian ulang akibat ketidaktepatan, serta penambahan tugas operator yang mengganggu fokus kerja utama. Selama periode tersebut, ketercapaian alat siap pakai hanya mencapai rata-rata 80%, masih di bawah target perusahaan sebesar 95%. Pada Tabel 1 terlihat ketercapaian alat masih dibawah standar perusahaan.

Tabel 1 Data Ketercapaian Alat Sterilisasi Bulan April 2025

Periode	Jumlah Trial	Jumlah Kebutuhan Alat	Alat yang Terpenuhi	Alat Kurang	Ketercapaian (%)
Minggu 1	106	2.028	1.620	408	80%
Minggu 2	101	1.850	1.453	397	79%
Minggu 3	103	1.996	1.617	379	81%
Minggu 4	114	2.335	1.850	485	79%
<b>Jumlah</b>	<b>424</b>	<b>8.209</b>	<b>6.540</b>	<b>1.669</b>	
		<b>Rata-rata</b>		<b>41.725</b>	<b>80%</b>

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses sterilisasi mengandung aktivitas tidak bernilai tambah (non-value-added) dan berisiko menimbulkan pemborosan (waste) yang berdampak sistemik pada keterlambatan pengujian, penundaan produksi, serta potensi kerugian finansial. Berbagai studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa penerapan lean manufacturing efektif dalam meningkatkan efisiensi proses kerja. Saat ini belum banyak kajian yang mengangkat penerapan lean manufacturing secara spesifik pada proses sterilisasi alat di lingkungan laboratorium, khususnya dalam konteks R&D vaksin hewan yang memiliki karakteristik kerja kompleks dan variatif.

Penelitian ini mengisi gap tersebut dengan menerapkan metode lean manufacturing dengan bantuan alat value stream mapping (VSM) dan process activity mapping (PAM) untuk menganalisis aktivitas yang menyebabkan inefisiensi dalam proses sterilisasi alat. Dengan menelusuri akar permasalahan melalui pendekatan 5W+1H, penelitian ini diharapkan mampu mengidentifikasi jenis-jenis pemborosan utama serta merancang usulan perbaikan proses yang efektif dan aplikatif. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengidentifikasi faktor penyebab keterlambatan, mengklasifikasikan jenis-jenis waste yang terjadi, serta memberikan usulan perbaikan proses sterilisasi yang lebih efisien melalui pendekatan lean manufacturing.

## II. Studi Literatur

### *Lean Manufacturing*

*Lean manufacturing* adalah suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) melalui peningkatan berkelanjutan (*continuous improvement*), dengan tujuan utama meningkatkan nilai produk bagi pelanggan. Konsep lean berfokus pada penyederhanaan alur produksi, mempercepat waktu siklus, serta mengoptimalkan sumber daya untuk mencapai efisiensi maksimum (Womack & Jones, 2013). Terdapat lima prinsip utama dalam *lean manufacturing*, yaitu:

- 1) Menentukan nilai (*Specify value*)  
Nilai didefinisikan dari sudut pandang pelanggan, yakni apa yang benar-benar diinginkan dan bersedia dibayar oleh pelanggan. Identifikasi nilai ini menjadi landasan untuk seluruh upaya perbaikan.
- 2) Mengidentifikasi aliran nilai (*Map the value stream*)  
Seluruh aktivitas yang diperlukan untuk menghasilkan produk atau layanan dipetakan untuk membedakan aktivitas yang menambah nilai dan yang tidak. Aktivitas yang tidak menambah nilai perlu dihilangkan.
- 3) Menciptakan aliran (*Create flow*)  
Setelah pemborosan dihilangkan, proses produksi harus diatur agar aktivitas mengalir lancar tanpa hambatan, antrian, atau keterlambatan di antara tahapan proses.
- 4) Mengembangkan sistem tarik (*Establish pull*)  
Produksi dilakukan berdasarkan permintaan nyata dari pelanggan, bukan berdasarkan prakiraan. Sistem ini bertujuan untuk mengurangi *overproduction* dan *inventory* yang tidak perlu.
- 5) Mengejar kesempurnaan (*Pursue perfection*)  
Organisasi harus terus melakukan perbaikan berkelanjutan untuk mencapai kesempurnaan dalam setiap aspek operasional, sehingga pemborosan dapat terus diminimalisasi.

Konsep *lean* berasal dari Toyota Production System (TPS) dan menekankan pentingnya perbaikan berkelanjutan serta penghapusan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Penerapan praktik lean terbukti secara signifikan meningkatkan kinerja operasional, antara lain melalui penurunan tingkat persediaan, waktu produksi, dan biaya operasional, sekaligus meningkatkan kualitas produk dan kepuasan pelanggan. Prinsip utama lean manufacturing meliputi pengurangan pemborosan dengan mengidentifikasi serta mengeliminasi berbagai bentuk waste seperti *overproduksi*, pergerakan yang tidak perlu, dan kelebihan persediaan. Selain itu, filosofi perbaikan berkelanjutan mendorong adanya peningkatan proses secara konsisten untuk memenuhi kebutuhan pelanggan secara lebih efektif (Uttamrao et al., 2024).

Salah satu alat dasar dalam praktik lean adalah metodologi 5S, yang berfokus pada keteraturan dan efisiensi di tempat kerja (Benítez & Silva, 2022). Dalam hal dampak terhadap kinerja operasional, lean manufacturing mampu meningkatkan efisiensi biaya melalui penyederhanaan proses dan pengurangan produk cacat, serta meningkatkan kualitas dengan menurunkan insiden produk gagal (Raktate et al., 2024). Di sisi lain, penerapan *lean* juga meningkatkan fleksibilitas dan daya tanggap perusahaan terhadap

permintaan pasar, yang pada gilirannya memperbaiki lead time dan kepuasan pelanggan. Namun demikian, beberapa kritik menyatakan bahwa penerapan lean secara kaku dapat mengabaikan kebutuhan khas usaha kecil dan menengah, sehingga berisiko menghambat inovasi dan fleksibilitas dalam konteks tertentu (Suroso & Santosa, 2024).

Dalam pendekatan lean manufacturing, delapan jenis pemborosan atau waste dikenal dengan akronim **TIMWOODS**, yang berakar dari TPS yang dikembangkan oleh Taiichi Ohno. Delapan pemborosan tersebut meliputi transportation, inventory, motion, waiting, overproduction, overprocessing, defect, dan skill. Identifikasi dan pengurangan waste bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, dan produktivitas proses kerja secara menyeluruh.

### ***Process Activity Mapping (PAM)***

*Process Activity Mapping* (PAM) merupakan *tools* strategis yang digunakan untuk menganalisis dan mengoptimalkan proses dengan cara mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah dan yang tidak. Metode ini sangat efektif diterapkan di berbagai industri, termasuk manufaktur dan logistik, karena membantu merampingkan operasi dan mengurangi pemborosan. Dengan memetakan setiap langkah dalam suatu proses, organisasi dapat mengenali ketidakefisienan dan menerapkan perbaikan yang tepat sasaran.

Secara umum, PAM adalah teknik yang memvisualisasikan aliran aktivitas dalam suatu proses, dengan menyoroti area yang mengandung pemborosan dan ketidakefisienan (Mikkelsen et al., 2022). Penerapannya sangat luas, mulai dari proses pengemasan di industri manufaktur, lini produksi di industri pandai besi (Ilham et al., 2024), hingga sistem logistik untuk barang impor (Tanuputri et al., 2017). Beberapa manfaat utama dari PAM antara lain pengurangan pemborosan dengan mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah, peningkatan efisiensi melalui analisis aliran material dan informasi yang dapat menurunkan lead time dan meningkatkan produktivitas, serta peningkatan kolaborasi antar pemangku kepentingan yang penting dalam pengoptimalan sistem logistik dan distribusi.

Meskipun PAM merupakan alat yang ampuh dalam mengoptimalkan proses, implementasinya memerlukan investasi awal yang cukup besar dari segi waktu dan sumber daya. Oleh karena itu, organisasi perlu mempertimbangkan biaya tersebut dibandingkan dengan potensi manfaat jangka panjang berupa peningkatan efisiensi dan pengurangan pemborosan.

### ***Value Stream Mapping (VSM)***

Untuk mengidentifikasi efisiensi proses sterilisasi alat di laboratorium R&D, digunakan pendekatan *value stream mapping* (VSM). VSM merupakan salah satu alat penting dalam Lean Manufacturing yang digunakan untuk menganalisis dan mengoptimalkan proses produksi melalui visualisasi aliran material dan informasi. VSM memetakan seluruh alur proses, mencakup aktivitas bernilai tambah (*Value Added*) dan tidak bernilai tambah (*Non-Value Added*). Dengan memetakan proses secara menyeluruh, VSM membantu mengidentifikasi ketidakefisienan dan pemborosan yang terjadi, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya operasional.

Metodologi ini dimulai dengan pembuatan peta kondisi saat ini (*current state map*) untuk menggambarkan proses yang berjalan, kemudian dilanjutkan dengan peta kondisi masa depan (*future state map*) yang mencerminkan proses yang telah dioptimalkan. Penerapan VSM telah terbukti efektif di berbagai sektor industri. Salah satu aspek utamanya adalah kemampuan untuk mengidentifikasi pemborosan, seperti waktu tunggu dan tingkat persediaan yang berlebihan.

Sebuah studi yang dilakukan Wang et al., (2024) mencatat penerapan VSM mampu mengurangi *lead time* hingga 92%. Selain itu, dengan menampilkan keseluruhan aliran produksi, VSM mempermudah pengembangan strategi untuk merampingkan operasi, seperti yang terlihat dalam sektor konstruksi di mana VSM berhasil meningkatkan penjadwalan dan penanganan material sehingga pemanfaatan sumber daya menjadi lebih optimal.

Dalam perkembangannya, VSM juga telah diintegrasikan dengan teknologi digital untuk meningkatkan analisis data dan visualisasi, menjadikannya relevan dalam sistem produksi kompleks pada era Industri 4.0 (Scheder et al., 2023). Meskipun memiliki banyak keunggulan, sejumlah kritik menyebutkan bahwa VSM cenderung menyederhanakan proses yang kompleks, sehingga berisiko mengabaikan ketidakefisienan yang

lebih halus dan memerlukan metode analisis yang lebih mendalam. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang seimbang dengan mengombinasikan VSM bersama alat analisis lainnya untuk mencapai perbaikan proses yang lebih komprehensif. Adapun rumus-rumus yang digunakan dalam pengukuran efisiensi proses melalui VSM adalah sebagai berikut:

$$\text{Lead time} = \text{Process time} + \text{Waiting time} \quad (1)$$

Keterangan:

- *Process time* (PT) adalah waktu aktual yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas.
- *Waiting time* (WT) adalah waktu di mana produk atau layanan menunggu sebelum diproses berikutnya.

$$\text{PCE} = \frac{\text{Value-Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- *Value-added time* (VAT) adalah waktu aktivitas yang memberikan nilai bagi pelanggan (misalnya, sterilisasi aktual alat).
- *Total lead time* (TLT) adalah keseluruhan waktu dari proses, termasuk waktu tunggu dan aktivitas non-nilai tambah.

Interpretasi:

- PCE < 10% = Proses sangat tidak efisien
- PCE 10% - 50% = Perlu perbaikan
- PCE > 50% = Proses cukup efisien

Semakin tinggi PCE (%), semakin efisien proses tersebut.

Salah satu indikator yang sering digunakan dalam pendekatan lean manufacturing adalah persentase peningkatan efisiensi (*improvement percentage*), yang dihitung berdasarkan perubahan waktu proses atau lead time secara keseluruhan. Metode ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai seberapa besar dampak dari usulan perbaikan terhadap kinerja proses. Adapun rumus perhitungannya:

$$\text{Improvement Percentage} = \frac{\text{Lead time sebelum} - \text{Lead time sesudah}}{\text{Lead time sebelum}} \times 100\% \quad (3)$$

### III. Metodologi Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data primer dan data sekunder, yang diperoleh dari berbagai sumber yang relevan dan mendukung penelitian. Beberapa data yang dikumpulkan dalam tahapan ini diantaranya adalah:

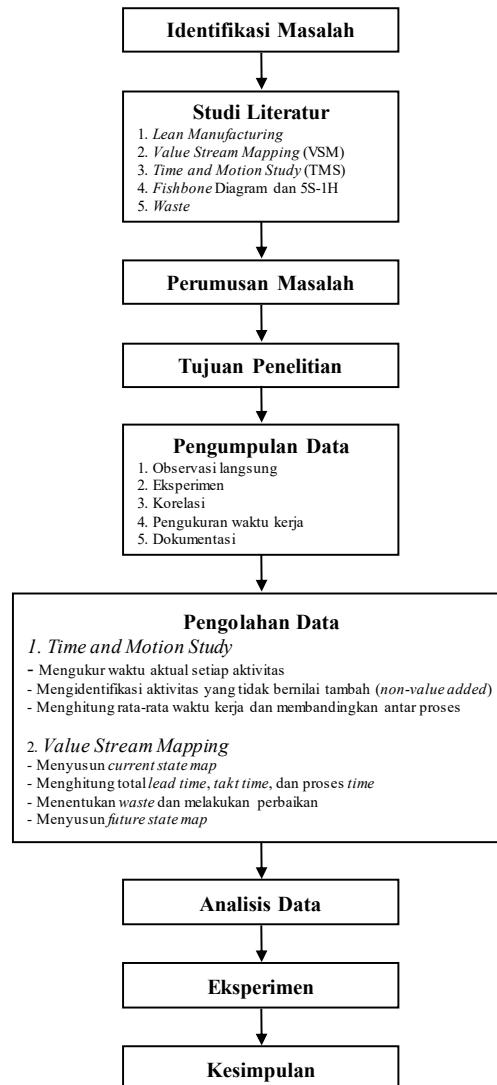
#### Data primer

- 1) Survei  
Dilakukan melalui observasi langsung terhadap alur kerja tim persiapan untuk memperoleh gambaran nyata proses dan kendala yang terjadi.
- 2) Eksperimen  
Melibatkan uji coba langsung terhadap skenario perbaikan atau perubahan metode kerja untuk melihat dampaknya terhadap efisiensi waktu.
- 3) Korelasi  
Mengkaji hubungan antara variabel seperti jumlah uji, jenis alat, atau jumlah tenaga kerja terhadap waktu kerja aktual.
- 4) Pengukuran waktu kerja (*time study*)  
Dilakukan dengan mencatat durasi waktu setiap tahapan persiapan alat secara langsung untuk mengetahui efisiensi proses.
- 5) Dokumentasi proses kerja (*foto/video*)  
Digunakan sebagai bukti visual dari kondisi nyata proses di lapangan, membantu dalam analisis dan identifikasi pemborosan.

**Data sekunder**

- 1) Dokumen SOP persiapan alat laboratorium yang berlaku.
- 2) Data historis penggunaan alat dan jadwal uji, dari catatan internal laboratorium mengenai frekuensi, jenis, dan kebutuhan alat untuk setiap jenis pengujian yang dilakukan sebelumnya.
- 3) Studi literatur dari jurnal ilmiah, buku, dan dokumen terkait konsep lean manufacturing, VSM, dan metode perbaikan efisiensi kerja.

Untuk menggambarkan tahapan-tahapan yang dilakukan selama penelitian ini secara sistematis, digunakan flowchart penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1.

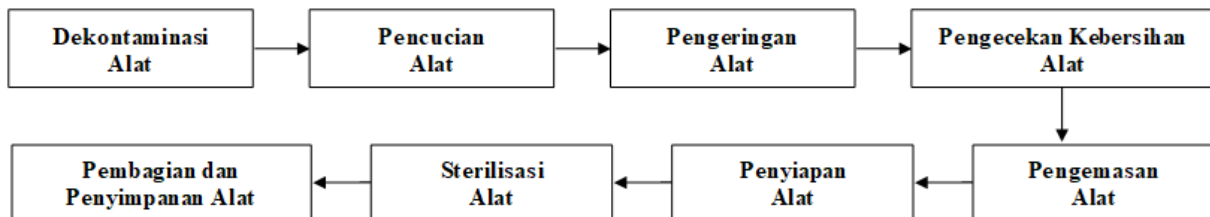


**Gambar 1 Flowchart Penelitian**

Teknik analisis data dalam penelitian menggunakan pendekatan fishbone diagram dan metode 5W+1H. *Fishbone diagram* atau diagram tulang ikan digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan penyebab utama dari permasalahan pemborosan yang terjadi dalam proses sterilisasi, berdasarkan kategori seperti manusia, mesin, metode, material, lingkungan, dan pengukuran. Setelah penyebab utama ditemukan, dilakukan analisis lanjutan menggunakan metode 5W+1H (*what, why, where, when, who, dan how*) untuk menggali lebih dalam akar masalah serta merumuskan alternatif solusi yang tepat. Kombinasi kedua metode ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap faktor penyebab inefisiensi dan membantu dalam pengambilan keputusan perbaikan proses.

#### IV. Hasil dan Pembahasan

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengembangan dan produksi vaksin hewan, di mana laboratorium R&D berperan penting dalam mendukung proses uji coba produk. Salah satu proses penunjangnya adalah proses sterilisasi alat uji, yang menjadi tanggung jawab tim persiapan alat. Proses ini dilakukan setiap hari kerja dan bertujuan untuk menyediakan alat-alat yang siap digunakan dalam pengujian. Dalam praktiknya, proses sterilisasi dilakukan berdasarkan kebutuhan aktual pengujian di laboratorium yang bersifat tidak tetap dan dapat berubah sesuai dengan jadwal trial produk. Oleh karena itu, sistem kerja di bagian ini mengikuti pendekatan “request to process”, yaitu hanya akan memproses alat uji jika terdapat permintaan dari tim penguji. Permintaan tersebut diterima oleh tim persiapan dan akan diteruskan ke seluruh tahapan proses sterilisasi mulai dari dekontaminasi, pencucian, pengeringan, pengemasan, hingga sterilisasi dan distribusi ulang. Pada Gambar 2 ditunjukkan alur proses sterilisasi alat.



Gambar 2 Alur Proses Sterilisasi Alat

Adapun informasi penting yang disampaikan oleh tim penguji kepada tim persiapan alat antara lain adalah jenis alat yang dibutuhkan, jumlah alat, jenis sterilisasi (*autoklaf* atau oven), waktu pengujian, dan tempat pengujian. Informasi tersebut akan menjadi dasar penyusunan urutan kerja oleh tim persiapan. Bila seluruh data alat sudah tersedia, maka proses sterilisasi dapat dimulai. Namun dalam kenyataannya, sering terjadi kendala keterlambatan dan pemborosan waktu, yang menyebabkan alat tidak siap tepat waktu. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan pemetaan menggunakan metode VSM, diketahui bahwa proses sterilisasi alat di laboratorium terdiri dari 68 aktivitas dengan total waktu proses mencapai 47.940 detik atau setara dengan 799 menit jika dilakukan secara berurutan (*sequential process*). Namun, dalam kondisi aktual di lapangan, beberapa aktivitas dilakukan secara bersamaan oleh anggota tim yang berbeda, sehingga waktu proses aktual yang dibutuhkan adalah sekitar 627 menit per hari. Meskipun sudah dilakukan secara paralel, waktu tersebut masih melebihi standar waktu kerja normal perusahaan yang ditetapkan sebesar 480 menit per hari (8 jam kerja). Dengan demikian, terdapat selisih waktu sebesar 147 menit (627 menit – 480 menit) atau sekitar 2 jam 27 menit, yang menyebabkan tim harus bekerja lembur secara rutin. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses saat ini belum efisien dan berpotensi menimbulkan kelelahan kerja, penurunan produktivitas, serta pemborosan sumber daya. Temuan ini juga memperkuat indikasi adanya aktivitas tidak bernilai tambah yang perlu dianalisis lebih lanjut untuk dilakukan perbaikan proses.

##### A. Process Activity Mapping (PAM)

PAM merupakan salah satu alat dalam pendekatan lean yang digunakan untuk memetakan aktivitas-aktivitas yang terjadi dalam suatu proses. Masing-masing aktivitas dianalisis berdasarkan kategori nilai tambah, yaitu:

- *Value Added (VA)*

Aktivitas yang secara langsung memberikan nilai tambah terhadap produk atau layanan akhir.

- *Necessary but Non-Value Added (NNVA)*

Aktivitas yang tidak secara langsung menambah nilai, namun tetap diperlukan untuk mendukung proses, seperti kegiatan pemeriksaan atau pencatatan.

- *Non-value Added (NVA)*

Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan dapat menjadi sumber pemborosan (*waste*), seperti waktu tunggu, perpindahan alat yang berulang, atau aktivitas tidak efisien lainnya.

Tabel 2 menunjukkan data kelompok PAM aktual pada Laboratorium R&D PT XYZ.

**Tabel 2 Data Kelompok PAM**

Aktivitas	Jumlah	Total Waktu (detik)	Persentase (%)
VA	13	37.620	78.47%
NVA	15	3.645	7.60%
NNVA	40	6.675	13.92%
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>47.940</b>	<b>100%</b>

Perhitungan efisiensi proses persiapan sterilisasi alat uji dilakukan menggunakan indikator *process cycle efficiency* (PCE), yaitu perbandingan antara waktu bernilai tambah (VA) dengan total lead time:

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

$$PCE = \frac{37.620}{47.940} \times 100\% = 79,47\%$$

Berdasarkan hasil pengukuran, PCE saat ini mencapai 78,47%, dengan waktu bernilai tambah sebesar 37.620 detik dari total lead time 47.940 detik. Artinya, masih terdapat 21,53% waktu yang tergolong pemborosan dalam proses sterilisasi alat. Untuk mencapai target efisiensi sebesar 95%, maka waktu pemborosan tersebut perlu diminimalkan secara signifikan, melalui perbaikan proses yang berfokus pada eliminasi aktivitas *non-value added*. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat sejumlah aktivitas yang masuk kategori NVA, seperti waktu tunggu saat menunggu alat sterilisasi kosong, perpindahan alat dari satu lokasi ke lokasi lain secara manual, serta waktu idle operator karena ketergantungan pada proses sebelumnya. Temuan ini menjadi dasar penting untuk merumuskan usulan perbaikan proses. Fokus utama perbaikan diarahkan untuk menghilangkan aktivitas NVA, mengonversi aktivitas NNVA menjadi lebih efisien, dan memperkuat aktivitas VA agar keseluruhan proses menjadi lebih produktif. Dengan demikian, analisis PAM ini berfungsi sebagai alat bantu untuk mengidentifikasi pemborosan (waste) dan sebagai landasan dalam penerapan lean manufacturing di laboratorium R&D PT XYZ. Pembuatan current state value stream mapping didasarkan pada data waktu siklus dari tiap aktivitas, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 3. Data ini merepresentasikan durasi aktual proses yang menjadi dasar dalam identifikasi pemborosan dan penyusunan perbaikan.

**Tabel 3 Waktu Siklus Proses Sterilisasi**

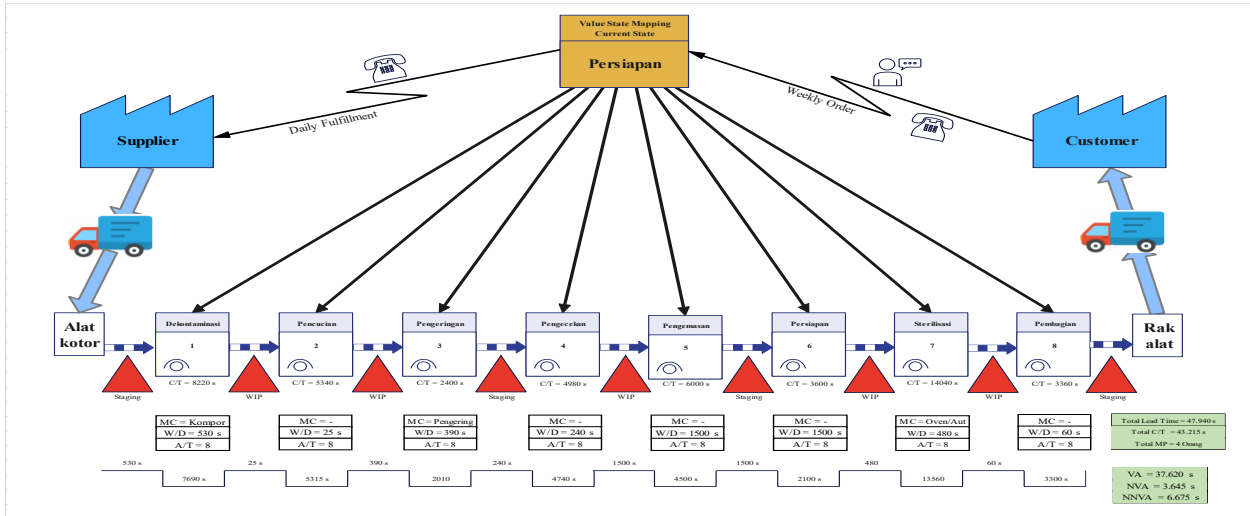
Tahapan	Data	
	Waktu Siklus (s)	A/T (s)
Dekontaminasi	8.220	
Pencucian	5.340	
Pengeringan	2.400	
Pengecekan	4.980	28.800
Pengemasan	6.000	
Persiapan	3.600	
Sterilisasi	14.040	
Pembagian alat	3.360	
<b>Total</b>	<b>47.940</b>	<b>28.800</b>

Data-data mengenai waktu siklus selanjutnya digambarkan pada sebuah peta aliran nilai untuk proses persiapan sterilisasi alat uji.

**B. Current State Mapping (CSM)**

*Current state mapping* (CSM) digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual proses bisnis atau produksi yang sedang berlangsung, pemetaan ini mencakup alur kerja material dan informasi dari awal hingga akhir proses, serta menampilkan waktu proses, waktu tunggu, jumlah inventory, dan interaksi antar aktivitas. Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (NVA), potensi pemborosan, dan inefisiensi yang terjadi. CSM memberikan gambaran menyeluruh terhadap proses yang sedang berlangsung, baik aktivitas bernilai tambah (VA) maupun tidak, sehingga organisasi dapat memahami akar masalah dan merancang perbaikan yang lebih terarah dalam future state map (FSM).

Gambar 3 menunjukkan visualisasi current state value stream mapping dari proses sterilisasi di Laboratorium R&D PT XYZ.



**Gambar 3 Current State Value Stream Mapping**

Berdasarkan analisis seluruh proses yang dilakukan dan divisualisasikan melalui current state map, terlihat bahwa pemborosan yang paling dominan terjadi pada kategori defect, pemborosan jenis ini terjadi ketika alat yang telah melewati proses pencucian dan pengeringan ternyata tidak memenuhi standar kualitas, sehingga ditandai sebagai “tidak layak digunakan” dan dikembalikan ke proses pencucian. Motion terjadi pada proses dekontaminasi, pencucian, pengeringan dan pengecekan. Overprocessing ditemukan pada proses dekontaminasi, pencucian, pengecekan dan pengemasan. Transportation terjadi pada proses dekontaminasi, pencucian, pengeringan dan pembagian alat. Waiting terjadi pada proses dekontaminasi, pencucian, pengeringan, persiapan dan sterilisasi.

Pemilihan kelima jenis waste tersebut berdasarkan pada hasil observasi langsung, pengukuran waktu kerja menggunakan metode time and motion study, serta analisis VSM yang menunjukkan adanya aktivitas non-value-added dengan durasi yang signifikan. Berdasarkan klasifikasi aktivitas yang telah dilakukan, beberapa aktivitas NVA diidentifikasi dapat dieliminasi tanpa mengganggu proses utama. Sebanyak 15 aktivitas NVA berhasil dieliminasi karena tidak memberikan kontribusi langsung terhadap proses sterilisasi, seperti gerakan berulang, pencarian alat yang tidak efisien, dan waktu tunggu yang tidak produktif. Eliminasi aktivitas ini menjadi dasar dalam penyusunan future PAM sebagai bentuk penyederhanaan alur kerja dan upaya meningkatkan efisiensi proses sterilisasi alat. Setelah aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dihilangkan, proses disusun ulang dengan hanya menyertakan aktivitas yang bernilai tambah dan aktivitas penunjang yang masih diperlukan. Tabel 4 menunjukkan data kelompok perbaikan PAM.

**Tabel 4 Data Kelompok Perbaikan PAM**

Aktivitas	Jumlah	Total Waktu (detik)	Persentase (%)
VA	13	37.500	84,89%
NVA	0	0	0%
NNVA	40	6.675	15,11%
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>44.175</b>	<b>100%</b>

Perhitungan efisiensi proses persiapan sterilisasi alat uji dilakukan menggunakan indikator process cycle efficiency (PCE), yaitu perbandingan antara waktu bernilai tambah (VA) dengan total lead time:

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

$$PCE = \frac{37.500}{44.175} \times 100\% = 84,89\%$$

Nilai PCE ini termasuk dalam kategori efisien, terjadi peningkatan nilai process cycle efficiency (PCE) pada awalnya 78,47% menjadi 84,89% setelah dilakukan analisis dan perbaikan terhadap aktivitas non-value-added dalam proses sterilisasi. Nilai PCE ini termasuk dalam kategori efisien, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar waktu proses telah digunakan untuk aktivitas bernilai tambah, sementara tingkat pemborosan semakin berkurang. Untuk mendukung hasil tersebut, dilakukan juga perhitungan persentase perbaikan waktu proses dengan menggunakan rumus:

$$\text{Improvement Percentage} = \frac{\text{Lead time sebelum} - \text{Lead time sesudah}}{\text{Lead time sebelum}} \times 100\%$$

$$\text{Improvement Percentage} = \frac{627 - 516}{627} \times 100\% = 17,71\%$$

Hasil perbaikan proses menunjukkan adanya peningkatan efisiensi yang cukup signifikan. Waktu total proses paralel berhasil dikurangi dari 627 menit menjadi 516 menit, yang setara dengan peningkatan efisiensi sebesar 17,71%.

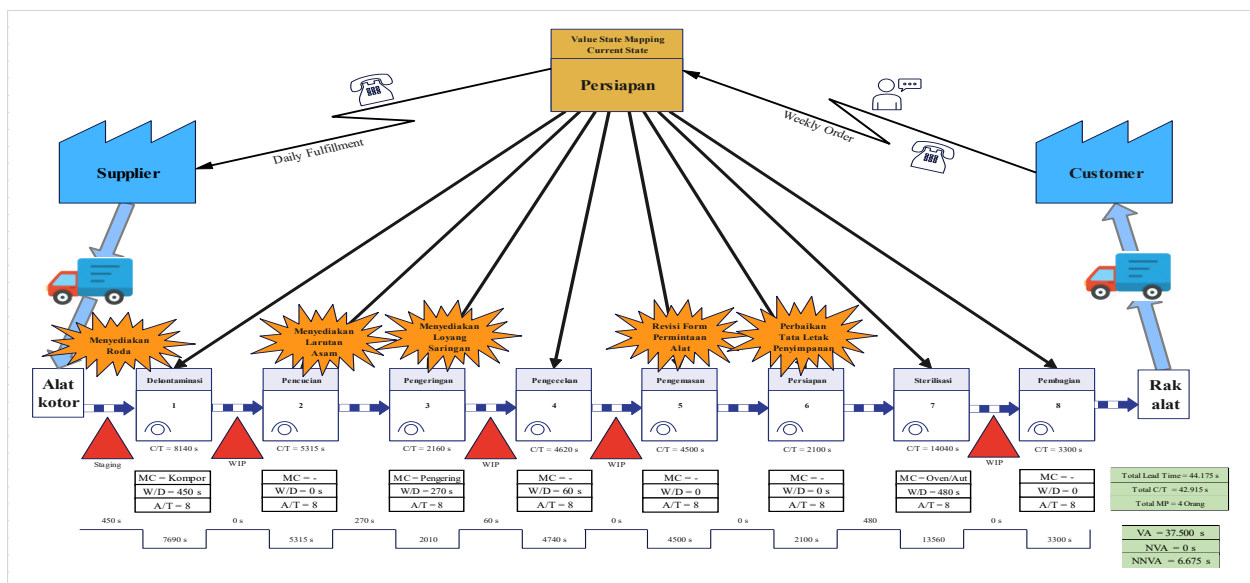
**Tabel 5 Data Ketercapaian Proses Persiapan Alat Setelah Perbaikan**

Periode	Permintaan (Alat)	Jumlah Kebutuhan Alat	Alat yang Terpenuhi	Ketercapaian (%)
Senin	23	454	402	89%
Selasa	22	429	398	93%
Rabu	20	373	354	95%
Kamis	21	384	352	92%
Jumat	22	446	414	93%
<b>Jumlah</b>	<b>108</b>	<b>2.086</b>	<b>1.920</b>	<b>92,1%</b>
<b>Rata-rata</b>				<b>92,1%</b>

Berdasarkan Tabel 5, terjadi peningkatan signifikan pada ketercapaian alat siap pakai setelah dilakukan perbaikan proses. Sebelum perbaikan, rata-rata ketercapaian alat hanya sebesar 80%, sedangkan setelah perbaikan meningkat menjadi 92,1%. Peningkatan ini dicapai tanpa adanya penambahan jam kerja, yang menunjukkan bahwa efisiensi proses kerja tim persiapan meningkat secara nyata. Hasil ini juga mengindikasikan bahwa perbaikan yang diterapkan melalui pendekatan lean manufacturing berperan penting dalam mendekati kinerja tim terhadap target ketercapaian perusahaan sebesar 95%.

**C. Future State Mapping (FSM)**

Berdasarkan hasil identifikasi pemborosan melalui VSM dan PAM, maka dirumuskan sejumlah usulan perbaikan yang menjadi dasar penyusunan future VSM yang ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4 Future State Value Stream Mapping**

Usulan perbaikan difokuskan pada pengurangan aktivitas non-value added melalui beberapa strategi, di antaranya penataan ulang ruang kerja dengan penerapan prinsip 5S untuk meningkatkan keteraturan dan efisiensi, pengadaan alat bantu kerja seperti roda pengangkut dan loyang saringan untuk mempercepat proses dan mengurangi beban fisik operator, perbaikan struktur form pemesanan alat agar lebih informatif dan mudah dikonfirmasi, serta penyusunan standar operasional prosedur (SOP) dan pelaksanaan pelatihan rutin guna menyeragamkan alur kerja operator.

## V Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemetaan proses menggunakan VSM dan analisis aktivitas melalui PAM, ditemukan bahwa proses sterilisasi terdiri dari 68 aktivitas dengan total waktu proses 47.940 detik (799 menit), sedangkan waktu aktual pelaksanaan di lapangan mencapai 627 menit per hari. Waktu tersebut jauh melebihi batas waktu kerja normal perusahaan sebesar 480 menit per hari yang menunjukkan adanya ketidakefisienan dan kebutuhan lembur yang terus-menerus.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlambatan proses sterilisasi di laboratorium R&D PT XYZ disebabkan oleh total waktu proses yang melebihi kapasitas kerja harian (111 menit), ketidakseimbangan antara kapasitas alat sterilisasi (20 unit/hari) dan permintaan alat uji (25 unit/hari). Berdasarkan analisis VSM dan PAM, lima jenis pemborosan yang teridentifikasi dalam proses sterilisasi diantaranya (1) defect, berupa alat yang masih kotor dan harus dicuci ulang, (2) waiting, waktu tunggu pada proses sterilisasi, (3) transportation, dari perpindahan alat yang tidak efisien antar area, (4) motion, akibat gerakan berlebih operator karena layout yang kurang ergonomis, dan (5) overprocessing, berupa tahapan kerja berulang yang tidak memberikan nilai tambah.

Setelah dilakukan perbaikan melalui pengurangan aktivitas NVA, penggabungan langkah kerja, perbaikan layout, serta penerapan prinsip 5S, jumlah aktivitas menurun dari 68 menjadi 53. Total waktu proses turun dari 729 menjadi 711 menit (sekuensial), dan 627 menjadi 516 menit (paralel). Pengurangan 111 menit pada waktu paralel diperoleh dari eliminasi aktivitas tidak bernilai tambah dan pengurangan waktu tunggu antar proses. Usulan perbaikan ini meningkatkan efisiensi waktu sebesar 17,70%, dan ketercapaian alat siap pakai meningkat dari 80% menjadi 92,1%, sehingga mendukung tercapainya target proses secara lebih optimal. Dengan begitu, penerapan lean manufacturing secara sistematis terbukti efektif dalam mengurangi pemborosan, meningkatkan efisiensi waktu, dan menunjang produktivitas kerja tim persiapan alat sterilisasi di laboratorium R&D PT XYZ.

## Daftar Pustaka

- Benítez, F. R. F., & Silva, G. B. N. (2022). Aplicación del Lean Manufacturing a una pequeña empresa de fundición metálica. *E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar*, 4(11), 18–30. <https://doi.org/10.53734/mj.vol4.id216>
- Ilham, M., Nofirza, N., Hadiyul Umam, M. I., Yola, M., & Anwardi, A. (2024). Evaluasi Aktivitas Non Value Added dengan menggunakan Metode Value Stream Mapping dan Process Activity Mapping. *Heuristic*, 1–12. <https://doi.org/10.30996/heuristic.v21i1.10043>
- Mikkelsen, J. S., Lydekaityte, J., & Tambo, T. (2022). Optimization of Packaging Processes for Special Orders Using Process Activity Mapping. In A. Batako, A. Burduk, K. Karyono, X. Chen, & R. Wyczółkowski (Eds.), *Advances in Manufacturing Processes, Intelligent Methods and Systems in Production Engineering* (Vol. 335, pp. 1–14). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-90532-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-90532-3_1)
- Raktate, O., Jha, V. C., & Vanarotti, M. B. (2024). *Productivity improvement in the manufacturing industry through the implementation of LM tools*. 070003. <https://doi.org/10.1063/5.0229539>
- Scheder, N., Teriete, T., Eisl, S., Nausch, M., & Böhm, M. (2023). Concept for Value Stream-Oriented Analyses of Event-based Data in Three Perspectives. *2023 International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (IDCIoT)*, 228–233. <https://doi.org/10.1109/IDCIoT56793.2023.10053516>

- Suroso, E., & Santosa, A. D. (2024). Effects Of Lean Manufacturing Practices On Operational Performance. *Journal of Research in Social Science and Humanities*, 4(2), 174–179. <https://doi.org/10.47679/jrssh.v4i1.121>
- Tanuputri, M. R., Chaveesuk, R., & Guritno, A. D. (2017). Value Analysis among the Parties on Imported Product in Indonesia Using Process Activity Mapping: Freight Forwarder, Distributor, and Retailer. *Journal of Food Science and Engineering*, 7(5). <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2017.05.006>
- Uttamrao, R. O., Jha, Dr. V. C., & Vanarotti, Dr. M. B. (2024). Lean Manufacturing Technique used for Industrial Improvement. *Journal of Advances in Science and Technology*, 20(2), 58–65. <https://doi.org/10.29070/s0q86r31>
- Wang, C.-N., Vo, T. T. B. C., Chung, Y.-C., Amer, Y., & Truc Doan, L. T. (2024). Improvement of Manufacturing Process Based on Value Stream Mapping: A Case Study. *Engineering Management Journal*, 36(3), 300–318. <https://doi.org/10.1080/10429247.2023.2265793>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2013). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon & Schuster, Limited.