

Optimalisasi Proses *Monkey Neurovirulence Test* (MNVT) pada Produksi Vaksin Polio di PT XYZ dengan Pendekatan *Lean Manufacturing*

Annisa Nurhikmah R

Program Studi Teknik Industri, Universitas Widyatama, Kota Bandung

annisa.nurhikmah@widyatama.ac.id

Abstrak

PT XYZ adalah perusahaan farmasi nasional yang memproduksi berbagai vaksin, termasuk vaksin polio. Dalam proses produksi vaksin polio terdapat tahapan krusial berupa pengujian *Monkey Neurovirulence Test* (MNVT) untuk memastikan bahwa vaksin aman dan tidak menyebabkan kerusakan pada jaringan saraf sesuai dengan pedoman WHO. Namun, berdasarkan data QC Time Desember 2023–2024, rata-rata waktu pengujian vaksin polio mencapai 192 hari per batch sehingga melebihi waktu maksimum 140 hari. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas pengujian MNVT, menganalisis faktor-faktor penyebab pemborosan dan memberikan usulan perbaikan. Metode yang digunakan adalah *Lean Manufacturing* dengan *Value Stream Mapping* (VSM), VALSAT, metode Borda untuk menentukan pemborosan dominan, serta pendekatan Kaizen. Hasil penelitian menunjukkan pemborosan dominan berupa waiting (bobot 0,24) dan defect (bobot 0,21). Mayoritas aktivitas tergolong NNVA (57%) dan NVA (2%) dengan aktivitas delay mencapai 52%. Usulan perbaikan yang diberikan antara lain optimalisasi *tissue processor*, evaluasi mingguan, dan pelatihan skill matrix. Implementasi perbaikan menurunkan waktu proses total pengujian dari 191 menjadi 186 hari. Dari pengurangan waktu tersebut menunjukkan bahwa proses telah mengalami peningkatan efisiensi sehingga diharapkan dapat mendukung tercapainya *qc time* dan kapasitas pengujian vaksin polio di PT XYZ.

Kata Kunci: Pemborosan, *Kaizen*, *Monkey Neurovirulence Test*, *Value Stream Mapping*

I. Pendahuluan

PT XYZ adalah perusahaan farmasi nasional yang telah berdiri selama lebih dari satu abad dan berperan penting dalam mendukung program kesehatan baik di tingkat nasional maupun internasional. Salah satu produk unggulan dari perusahaan ini adalah vaksin polio yang diproduksi dalam berbagai formulasi. Vaksin tersebut telah memenuhi standar kualitas internasional dari *World Health Organization* (WHO) dan telah digunakan di berbagai negara dalam upaya pemberantasan penyakit polio. Dalam proses produksi vaksin polio, terdapat tahapan krusial yang tidak dapat diabaikan, yaitu *Monkey Neurovirulence Test* (MNVT). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa vaksin tidak menimbulkan kerusakan pada sistem saraf pusat. Proses MNVT sangat kompleks karena melibatkan berbagai tahap mulai dari inokulasi hewan uji, observasi harian, otopsi, pembuatan preparat histopatologi, hingga pembacaan hasil akhir. PT XYZ menetapkan bahwa waktu maksimal untuk menyelesaikan pengujian vaksin polio adalah 140 hari per batch.

Berdasarkan data internal PT XYZ selama periode Desember 2023 hingga Desember 2024, diketahui bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengujian mencapai 192 hari per batch. Dari total waktu tersebut, 141 hari digunakan untuk persiapan dan pengondisian sampel, sementara 51 hari merupakan waktu pelaksanaan pengujian MNVT. Ketidaksiharian antara waktu aktual dan waktu standar tersebut menunjukkan adanya inefisiensi yang cukup serius. Permasalahan ini semakin mendesak untuk diatasi karena PT XYZ menghadapi peningkatan permintaan pengujian baik dari kebutuhan internal maupun kerja sama dengan mitra perusahaan. Apabila kapasitas pengujian tidak mampu memenuhi target tersebut, risiko keterlambatan distribusi dan penurunan reputasi perusahaan di pasar global menjadi hal yang tidak dapat dihindari. Hasil observasi awal menunjukkan bahwa masih banyak aktivitas yang tidak bernilai tambah serta indikasi pemborosan dalam proses pengujian yang belum teridentifikasi secara sistematis. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan terstruktur yang mampu memetakan seluruh proses dan menemukan titik-titik kritis yang menyebabkan pemborosan. Salah satu pendekatan yang tepat untuk digunakan adalah *Value Stream Mapping* (VSM), yaitu metode pemetaan proses yang membantu

memvisualisasikan aliran aktivitas dan mengidentifikasi aktivitas bernilai tambah maupun yang tidak. VSM sudah banyak digunakan di industri manufaktur dan layanan, namun masih sangat jarang diterapkan dalam konteks laboratorium farmasi yang memiliki karakteristik proses biologis yang kompleks seperti MNVT.

Sebagai pelengkap analisis, metode Borda digunakan untuk menentukan jenis pemborosan yang paling dominan berdasarkan persepsi para ahli yang terlibat langsung dalam proses. Metode ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih objektif karena mengakomodasi berbagai preferensi dengan pendekatan peringkat. Di samping itu, digunakan pula *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) sebagai alat bantu dalam memilih metode pemetaan yang paling sesuai dengan karakteristik proses yang ada di laboratorium. Untuk merumuskan solusi perbaikan yang aplikatif dan berkelanjutan, pendekatan *Kaizen* diterapkan karena terbukti efektif dalam mendorong keterlibatan karyawan dan meningkatkan efisiensi, sebagaimana dibuktikan oleh (Theresia et al., 2020) pada studi di sektor manufaktur. Dengan menggabungkan VSM, Borda, VALSAT, dan *Kaizen*, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi proses pengujian MNVT secara menyeluruh, mengidentifikasi penyebab pemborosan, serta menyusun rekomendasi perbaikan yang dapat meningkatkan efisiensi dan kapasitas pengujian. Penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi praktis bagi PT XYZ, tetapi juga mengisi kekosongan literatur dalam penerapan prinsip lean di lingkungan laboratorium farmasi.

II. Studi Literatur

Monkey Neurovirulence Test (MNVT)

MNVT merupakan metode pengujian kritikal yang digunakan untuk menilai *neurovirulensi* vaksin virus hidup, terutama vaksin polio. Prosedur ini melibatkan penyuntikan vaksin ke dalam otak hewan uji diikuti oleh masa observasi dan analisis histopatologis untuk mendeteksi potensi kerusakan saraf pusat (Fulton & Bailey, 2021). MNVT tetap menjadi metode utama dalam menilai potensi neurovirulensi vaksin hidup yang dilemahkan, khususnya untuk vaksin poliovirus dan gondongan. Uji ini diakui secara luas sebagai standar emas dalam menjamin keamanan vaksin polio oral (OPV) dan vaksin gondongan, dengan memastikan bahwa galur vaksin tidak mengalami perubahan kembali menjadi bentuk yang bersifat neurovirulen (Wang et al., 2023) (Rubin et al., 1999).

Mengingat adanya kemungkinan replikasi ulang atau reversion genetik pada vaksin hidup yang dilemahkan, MNVT menjadi sangat penting dalam memantau stabilitas genetik dan keamanan vaksin yang dikembangkan (Asher et al., 1996). Metodologi yang digunakan umumnya mencakup inokulasi secara intrakranial pada monyet, diikuti dengan analisis histopatologi mendalam terhadap sistem saraf pusat untuk mengidentifikasi tingkat neurovirulensinya. Metode ini direkomendasikan oleh WHO dan tetap digunakan sebagai standar emas dalam pengujian keamanan vaksin sebelum dipasarkan secara luas.

Lean Manufacturing

Lean Manufacturing adalah pendekatan manajerial yang bertujuan menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan efisiensi proses, dengan tetap menjaga nilai tambah bagi pelanggan (Hartini, 2013) (Womack & Jones, 2013). Prinsip dasar Lean terdiri dari identifikasi nilai, pemetaan aliran nilai (*Value Stream Mapping*), menciptakan aliran berkelanjutan, penerapan sistem tarik (*pull system*), dan mengejar kesempurnaan. Menurut Gaspersz, (2007) terdapat tujuh jenis pemborosan utama yang sering terjadi dalam proses bisnis, yaitu *overproduction, waiting, transportation, inappropriate processing, unnecessary inventory, unnecessary motion, dan defects*.

Di sektor farmasi dan laboratorium, pemborosan dapat muncul dalam bentuk waktu tunggu yang panjang, proses pengujian berulang yang tidak efisien, serta kegiatan administrasi atau pengolahan data yang tidak terstandar. Identifikasi terhadap jenis-jenis pemborosan ini sangat penting untuk perbaikan berkelanjutan, terutama dalam proses pengujian seperti MNVT yang memiliki waktu proses panjang dan kompleksitas tinggi.

Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) adalah alat visual yang digunakan untuk memetakan aliran informasi dan material dalam sebuah proses bisnis, baik di manufaktur maupun layanan (Hines & Taylor, 2000). Dalam implementasinya, VSM terbagi menjadi dua peta utama, yaitu *Current State Map* dan *Future State Map*.

Beberapa studi sebelumnya menyatakan bahwa penerapan VSM berhasil menurunkan waktu proses hingga 40–60% serta mengidentifikasi aktivitas *non-value added* secara akurat (Ariska & Aryanny, 2023) (Ramadhani & Sriwidodo, 2024).

Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Untuk mendukung identifikasi pemborosan lebih lanjut, VALSAT digunakan untuk memilih metode pemetaan yang sesuai berdasarkan kebutuhan analisis proses. VALSAT terdiri dari berbagai alat seperti *Process Activity Mapping* (PAM), *Quality Filter Mapping*, *Demand Amplification Mapping*, dll. PAM sendiri banyak digunakan untuk mengidentifikasi *non-value added activity* dalam proses pengujian atau pelayanan rumah sakit (Ariska & Aryanny, 2023).

Process Cycle Efficiency (PCE) adalah indikator kuantitatif untuk mengukur efisiensi proses berdasarkan proporsi aktivitas yang bernilai tambah terhadap total waktu siklus. Nilai PCE $\geq 25\%$ mengindikasikan proses efisien, sementara nilai di bawah 10% menunjukkan dominasi pemborosan (Rother & Shook, 2018).

Metode Borda

Metode Borda merupakan sistem pemungutan suara yang digunakan untuk mengagregasikan preferensi dan menghasilkan keputusan kolektif. Prinsip kerjanya adalah memberikan skor pada setiap opsi berdasarkan peringkatnya di daftar preferensi masing-masing pemilih, kemudian opsi dengan total skor tertinggi dipilih sebagai hasil akhir. Pendekatan ini sangat bermanfaat dalam *decision support system* yang melibatkan berbagai kriteria atau penilai, karena mampu meminimalkan subjektivitas dan bias dalam proses evaluasi. Penerapan metode Borda dapat ditemukan pada berbagai konteks, antara lain dalam pemilihan mahasiswa berprestasi di Universitas, di mana metode ini digunakan untuk mempertimbangkan berbagai faktor penilaian secara terstruktur dan objektif (Saputri, 2024).

Penelitian yang lain, metode Borda dimanfaatkan untuk mengevaluasi kinerja petugas parkir dengan menggabungkan hasil penilaian dari beberapa assessor, sehingga mengurangi subjektivitas dan meningkatkan efisiensi proses evaluasi (Bara et al., 2023). Dalam industri minuman, metode ini diaplikasikan untuk menentukan peringkat wine berdasarkan pendapat para ahli, memberikan sistem peringkat yang jelas tanpa memerlukan sifat transitivitas atau asiklikitas dalam relasi kualitas, berbeda dengan metode lain seperti Condorcet (Barberà et al., 2023).

Secara teoritis, metode Borda dapat digeneralisasi untuk mengagregasikan *valued relations*, menghasilkan weak order dari profil relasi biner, serta memiliki keterkaitan dengan metode PROMETHEE. Dalam teori pemungutan suara, metode ini menjadi alternatif bagi *majority voting* dengan mengatasi keterbatasannya melalui penggunaan urutan preferensi untuk menentukan skor. Selain itu, metode ini memiliki hubungan erat dengan eigenvector method dalam *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Mizuno & Taji, 2016).

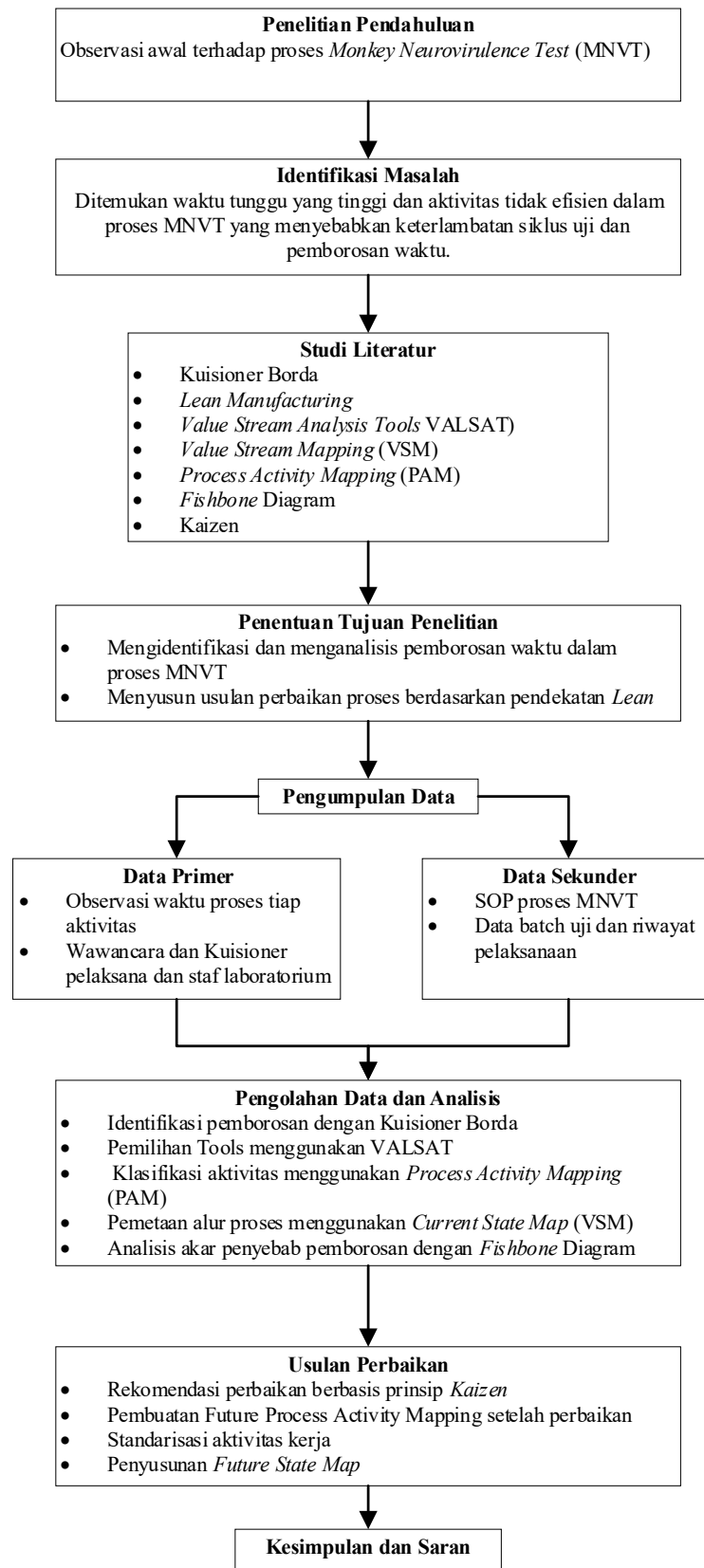
Kaizen

Kaizen adalah filosofi perbaikan berkelanjutan dengan melibatkan seluruh level organisasi dalam menciptakan proses kerja yang lebih baik. Kaizen terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi proses, mengurangi waste, dan meningkatkan partisipasi karyawan secara aktif (Theresia et al., 2020).

III. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di PT XYZ, tepatnya di fasilitas laboratorium pengujian vaksin polio. Data diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap aktivitas proses *Monkey Neurovirulence Test* (MNVT) serta pemanfaatan data sekunder yang dimiliki oleh perusahaan, seperti SOP pengujian dan dokumentasi historis pelaksanaan batch pengujian. Periode pengumpulan data berlangsung dari bulan Maret hingga Juni 2025, dengan menggunakan data proses dari Desember 2023 hingga Desember 2024 sebagai dasar analisis. Langkah penelitian diawali dengan studi literatur mengenai konsep lean manufacturing, *Value Stream Mapping* (VSM), *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT), *Process Activity Mapping* (PAM), *Fishbone Diagram*, metode Borda, serta prinsip *Kaizen*, dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan dan usulan perbaikan berbasis lean. Gambar 1 menunjukkan tahapan metodologi penelitian yang terdiri dari

identifikasi masalah, penentuan tujuan, pengumpulan dan pengolahan data, hingga perumusan usulan perbaikan yang aplikatif untuk proses MNVT.



Gambar 1 Flowchart langkah penelitian

IV. Hasil dan Pembahasan

Data QC Time

Berdasarkan data realisasi waktu pengujian *Monkey Neurovirulence Test* (MNVT) yang diperoleh dari bagian Quality Control PT XYZ selama periode Desember 2023 hingga Desember 2024, rata-rata waktu penyelesaian pengujian mencapai 192 hari per batch dimana 141 hari berisi waktu persiapan dan pengkondisian sebelum proses pengujian MNVT dan 51 hari merupakan proses pengujian MNVT. Hanya sedikit *batch* yang berada dalam rentang waktu optimal. Hal ini melebihi batas waktu maksimal 140 hari yang ditetapkan perusahaan. Temuan ini mengindikasikan adanya inefisiensi dalam proses pengujian. Secara saintifik, waktu yang terlalu panjang dapat menurunkan *throughput* proses dan mengancam target kapasitas tahunan perusahaan.

Metode Borda

Pengumpulan data kuesioner dengan metode borda dilakukan secara langsung di laboratorium pengujian *Monkey Neurovirulence Test* (MNVT) PT XYZ. Kuesioner disebarikan kepada sebelas orang responden yang berasal dari berbagai posisi dan jabatan dalam struktur organisasi laboratorium. Peringkat *waste* diberikan dari skala 1 hingga 7, di mana nilai 1 menunjukkan pemborosan yang paling sering terjadi dan paling berdampak, sedangkan nilai 7 menunjukkan pemborosan yang paling jarang terjadi. Tabel 1 menunjukkan perhitungan skor akhir hasil kuesioner dan bobot *waste* :

Tabel 1 Perhitungan Skor Akhir dan Bobot

Jenis Waste	Peringkat							Skor Akhir	Bobot
	1	2	3	4	5	6	7		
<i>Overproduction</i>			1	1	2	2	5	13	0,08
<i>Waiting</i>	1	4		4	1	1		41	0,24
<i>Transportation</i>		1	1	1	2		6	16	0,09
<i>Overprocessing</i>		1	1	3	4		2	26	0,15
<i>Inventory</i>			1	1	3	3	3	16	0,09
<i>Motion</i>		2	1	1	2	1	4	22	0,13
<i>Defect</i>		2	4	2	1	1	1	35	0,21
<i>Skor Borda</i>	6	5	4	3	2	1	0	169	

Tabel 1 menunjukkan bahwa pemborosan *waiting* (bobot 0,24) dan *defect* (bobot 0,21) merupakan *waste* dominan, masing-masing mewakili lebih dari 20% total penilaian responden. Sebaliknya, *overproduction* memperoleh skor akhir sebesar 13, yang dihitung berdasarkan perhitungan: $(1 \times 4) + (2 \times 3) + (2 \times 2) + (2 \times 1) + (5 \times 0) = 13$. Nilai ini menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil responden yang menganggapnya sebagai pemborosan utama. Dengan demikian, *waiting* dan *defect* menjadi prioritas utama dalam perancangan usulan perbaikan proses.

Value Stream Analysis Tools

Setelah mengidentifikasi jenis pemborosan dalam proses *Monkey Neurovirulence Test* (MNVT), tahap selanjutnya adalah menentukan alat analisis yang tepat menggunakan metode VALSAT. VALSAT digunakan untuk memilih tools yang paling sesuai berdasarkan tingkat kesesuaian dengan karakteristik *waste* yang ditemukan. Hasil pemilihan alat analisis ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Jenis Waste	Bobot	Value Stream Analysis Tools						
		PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<i>Overproduction</i>	0,08	1	3		1	3	3	
<i>Waiting</i>	0,24	9	9	1		3	3	1
<i>Transportation</i>	0,09	9						
<i>Overprocessing</i>	0,15	9		3	1		1	
<i>Inventory</i>	0,09	3	9	3		9	3	1
<i>Motion</i>	0,13	9	1					
<i>Defect</i>	0,21	1			9			
Total	1,00	6,16	3,40	0,99	2,09	1,81	1,40	0,34

Berdasarkan hasil perhitungan VALSAT, alat analisis dengan skor tertinggi adalah *Process Activity Mapping* (PAM) dengan bobot 6,16. Oleh karena itu, PAM dipilih sebagai alat utama dalam penelitian ini karena paling relevan untuk menganalisis aktivitas proses dan mengidentifikasi pemborosan dominan, khususnya *waiting time* dalam proses MNVT.

Process Activity Mapping

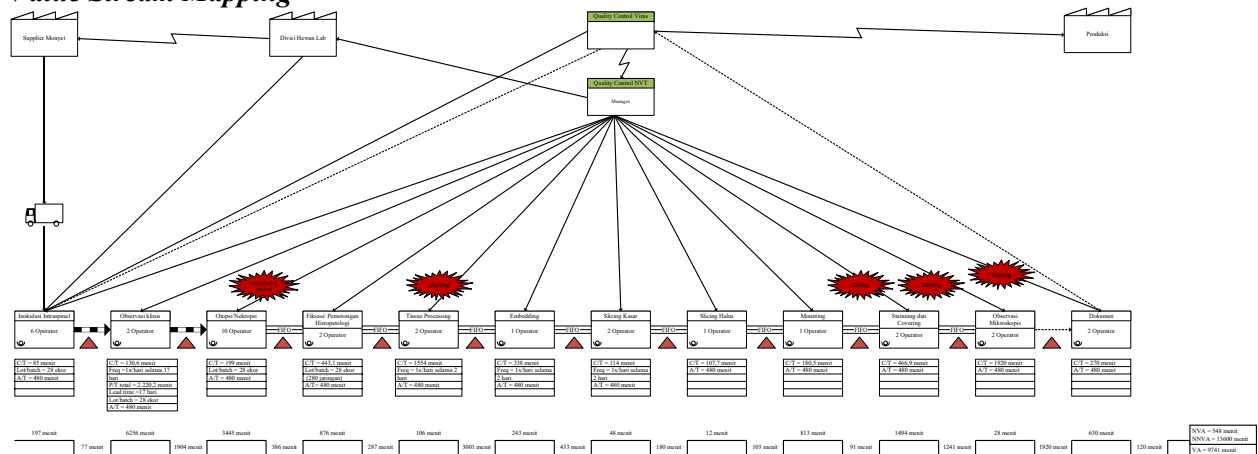
Setelah ditetapkan bahwa *Process Activity Mapping* (PAM) merupakan alat analisis paling relevan melalui metode VALSAT, langkah selanjutnya adalah menerapkan PAM untuk mengkaji aktivitas dalam proses *Monkey Neurovirulence Test* (MNVT). Berdasarkan hasil analisis *Process Activity Mapping* (PAM), diperoleh waktu siklus dan persentase masing-masing aktivitas yang telah dikelompokkan menurut jenis aktivitas dan jenis *value*. Rangkuman hasil perhitungannya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Rekapitulasi Perhitungan PAM

Kategori	Jumlah	Waktu (menit)	Persen
<i>Operation</i> (O)	67	7377	31%
<i>Transportation</i> (T)	20	95	1%
<i>Inspection</i> (I)	10	594	2%
<i>Storage</i> (S)	4	3375	14%
<i>Delay</i> (D)	13	12448	52%
Total	114	23888	100%
<i>Value Added</i>	42	9741	41%
<i>Necessary-Non Value Added</i>	69	13600	57%
<i>Non Value Added</i>	3	548	2%
Total	114	23888	100%

Berdasarkan Tabel 3, total waktu proses mencapai 23.888 menit atau sekitar 49,7 hari kerja (dengan asumsi 8 jam per hari) untuk 114 aktivitas. Dari jumlah tersebut, kategori *Delay* mencakup 13 aktivitas dengan waktu tertinggi, yaitu 12.448 menit atau 52% dari total durasi, menunjukkan dominasi waktu tunggu dalam proses. Aktivitas *Operation* hanya mencakup 31%, sisanya terdiri dari *storage* dan *inspection*. Dari sisi nilai tambah, terdapat 42 aktivitas *Value Added* (41% waktu), 69 aktivitas *Necessary Non-Value Added* (57%), dan sisanya 2% merupakan *Non-Value Added*. Temuan ini mengindikasikan potensi perbaikan besar, terutama dalam mengurangi *delay* dan mengoptimalkan efisiensi proses.

Value Stream Mapping

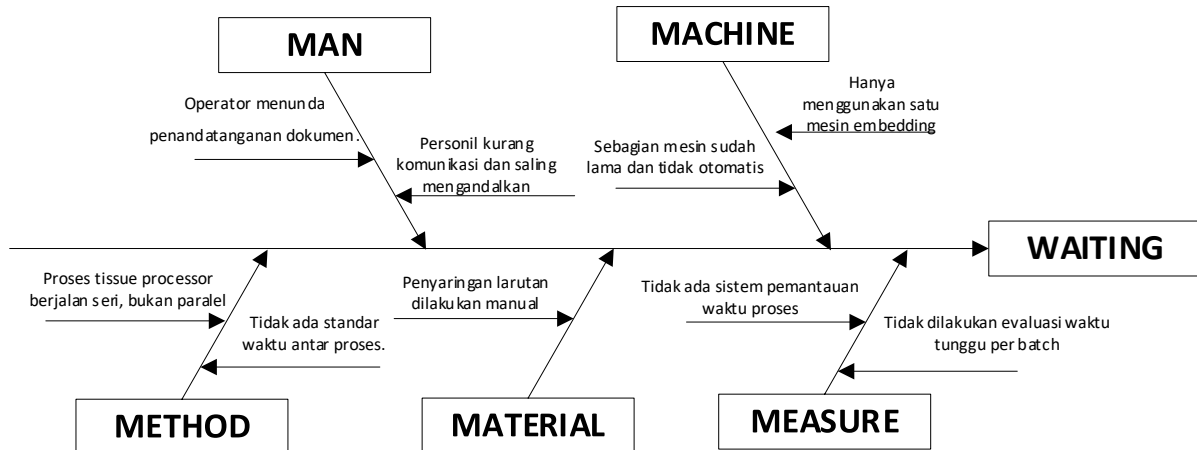


Gambar 2 Current State Value Stream Mapping

Gambar 2 menunjukkan *Current Value Stream Mapping* (VSM) dari proses *Monkey Neurovirulence Test* (MNVT) di PT XYZ, yang menggambarkan aliran proses dari awal hingga akhir. Sebesar 59% dari total waktu masih didominasi oleh aktivitas non-value added. Lima simbol “*Kaizen Burst*” pada VSM menandai titik-titik perbaikan potensial, terutama pada aktivitas dengan waktu tunggu tinggi seperti sebelum dan sesudah *tissue processing* serta saat pembacaan preparat. Aktivitas-aktivitas ini kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan diagram fishbone untuk mengidentifikasi akar penyebab pemborosan.

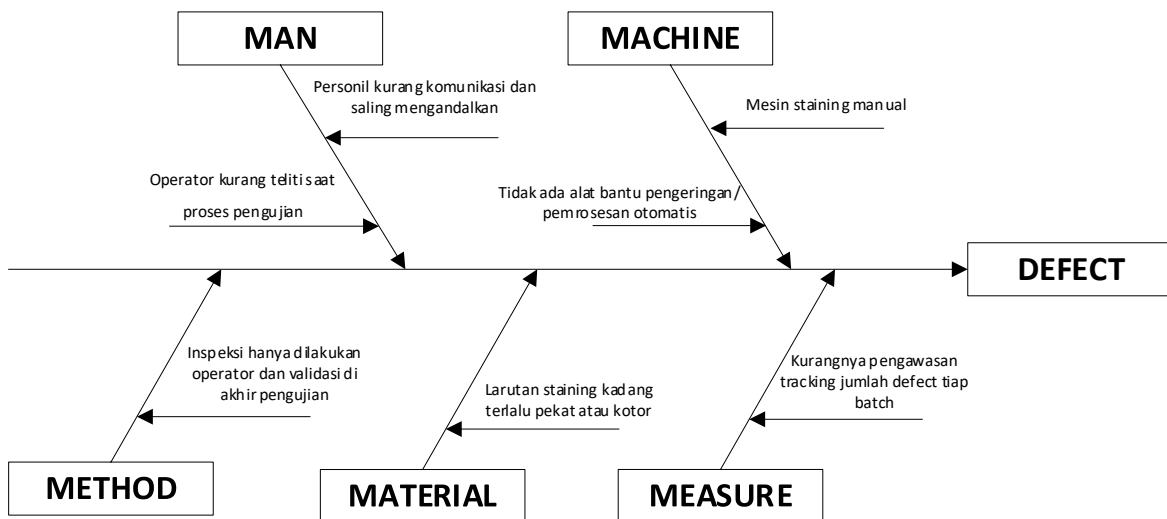
Fishbone

Berdasarkan hasil pembobotan dengan metode Borda, pemborosan dominan dalam proses *Monkey Neurovirulence Test* (MNVT) di PT XYZ adalah *waiting* dan *defect*, yang berdampak signifikan pada kelancaran dan kualitas proses. Untuk menelusuri akar penyebabnya, dilakukan analisis menggunakan *Fishbone Diagram*, yang mengelompokkan faktor penyebab ke dalam lima kategori: manusia, metode, material, alat, dan lingkungan. Identifikasi ini didasarkan pada observasi lapangan, wawancara, dan analisis proses. Gambar 3 menampilkan faktor-faktor penyebab pemborosan *waiting* dalam proses MNVT.



Gambar 3 *Fishbone Waiting*

Gambar 3 menunjukkan bahwa pemborosan *waiting time* disebabkan oleh keterlambatan administrasi (*Man*), sistem kerja seri pada *tissue processor* (*Method*), dan ketiadaan standar waktu antar proses. Pemborosan *waiting* juga dipengaruhi keterbatasan alat, seperti hanya satu mesin embedding (*Machine*), dan proses manual tanpa alat percepatan seperti filtrasi vakum (*Material*). Semua faktor ini memperlambat proses. Selain *waiting*, pemborosan *defect* juga dianalisis dan ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4 *Fishbone Defect*

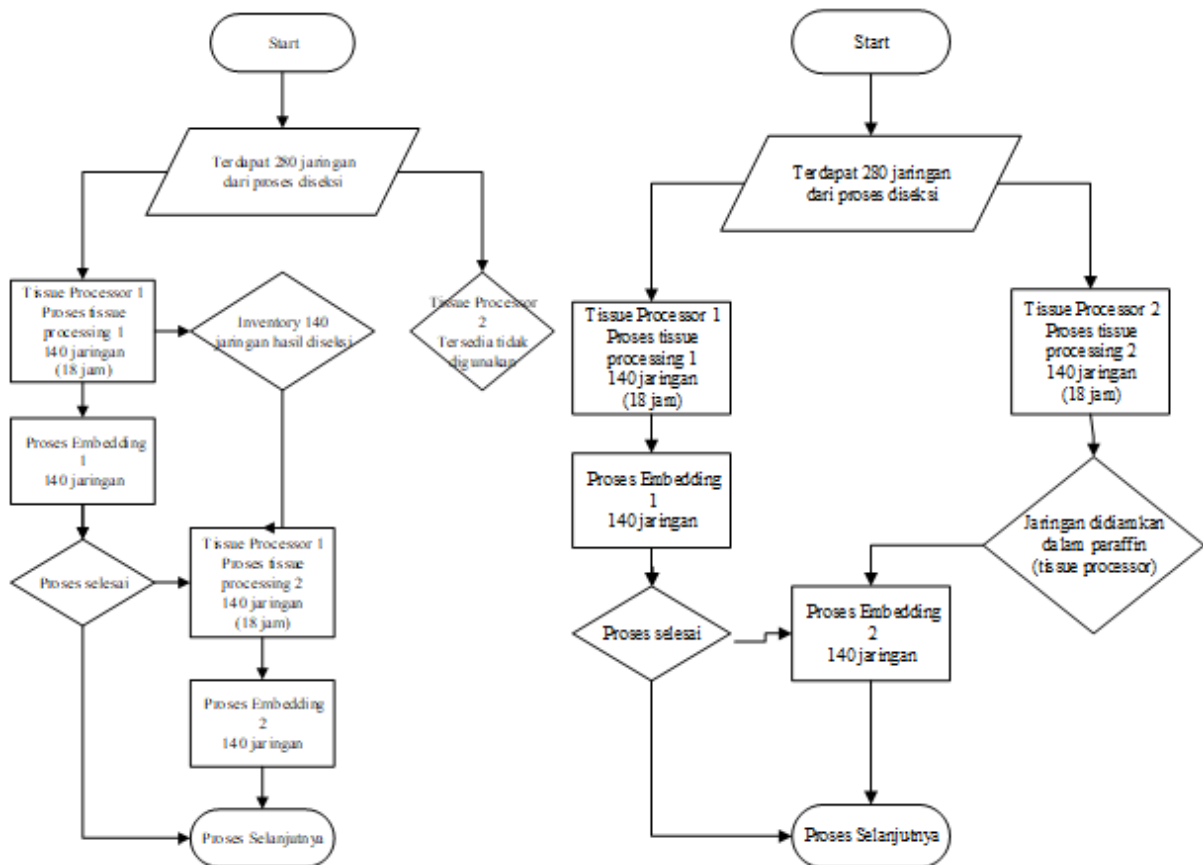
Kaizen

Pendekatan *Kaizen* digunakan untuk mengatasi pemborosan dominan berupa *waiting* dan *defect* dalam proses MNVT. Usulan perbaikan disusun berdasarkan hasil analisis *Fishbone Diagram* dan *Process Activity Mapping* (PAM), dengan fokus utama pada kategori *Man*, *Machine*, dan *Measurement*. Tabel 4, memuat daftar usulan perbaikan terhadap pemborosan proses pengujian MNVT di PT XYZ yang dirancang berdasarkan pendekatan *Kaizen*.

Tabel 4 Usulan Perbaikan

Permasalahan	Penyebab Utama	Usulan Perbaikan (Kaizen)
Limbah bangkai memperlambat proses	Posisi kantong limbah tidak ergonomis	Tambahkan pengait stainless di meja untuk efisiensi gerak
Tissue processing lambat (2 siklus)	Hanya 1 mesin digunakan, 1 mesin idle	Gunakan 2 mesin paralel; simpan hasil di mesin ke-2 saat menunggu embedding
Waktu tunggu penyaringan larutan	Proses manual & tidak paralel	Lakukan aktivitas lain seperti penirisan saat penyaringan berlangsung
Pembacaan preparat memakan waktu	Operator multitasking & terbatas	Jadwalkan sesi khusus & lakukan rotasi operator sesuai skill matrix
Defect preparat tinggi	Kesalahan tidak terdeteksi dini	Tambahkan inspeksi, pelatihan rutin & evaluasi mingguan
Pengisian dokumen lambat	Operator tidak langsung isi setelah proses	Pelatihan ulang pentingnya form aktual & pengawasan pengisian dokumen

Perubahan proses divisualisasikan dalam Gambar 5, kiri (aktual) dan kanan (usulan paralel), yang menunjukkan efisiensi waktu melalui pemanfaatan dua mesin tissue processor. Secara keseluruhan, penerapan perbaikan berbasis *Kaizen* ini ditujukan untuk mengurangi aktivitas non-value added serta meningkatkan kelancaran alur proses MNVT di PT XYZ.



Gambar 5 Tissue Processing, kiri (aktual), Kanan (Usulan perbaikan)

Future Process Activity Mapping

Setelah identifikasi pemborosan dan penerapan usulan perbaikan berbasis Kaizen, dilakukan penyusunan ulang *Process Activity Mapping* (PAM) untuk menggambarkan kondisi proses MNVT pasca perbaikan. Perubahan difokuskan pada pengurangan waktu tunggu, penghapusan aktivitas tidak bernilai tambah, dan penyederhanaan alur kerja. Tabel 5 merupakan hasil perhitungan *Future Process Activity Mapping* (PAM)

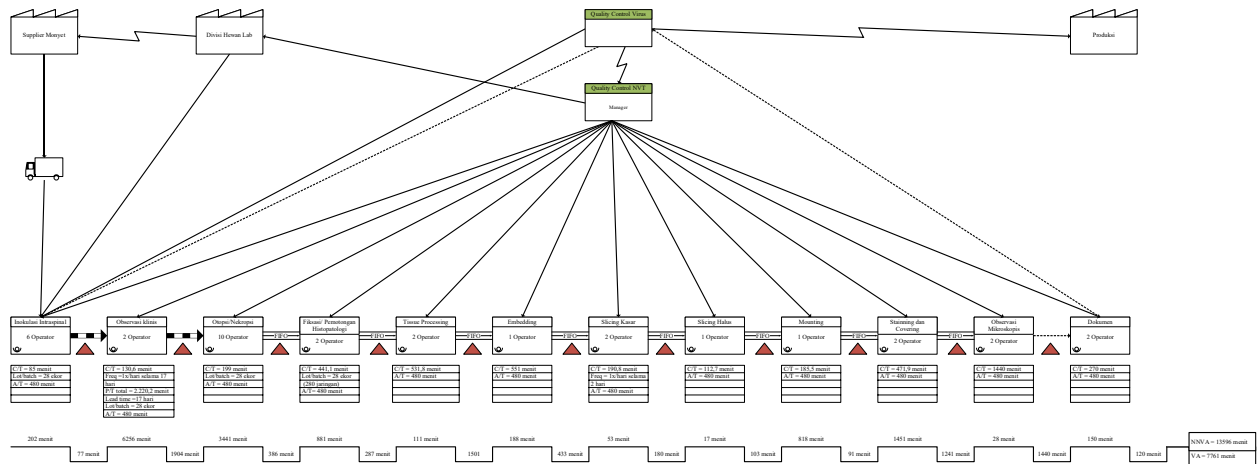
Tabel 5 Rekapitulasi *Future Process Activity Mapping*

Kategori	Jumlah	Waktu(menit)	Persentase
Operation (O)	67	6417	30%
Transportation (T)	20	85,57	1%
Inspection (I)	19	638,98	3%
Storage (S)	4	2294,7	11%
Delay (D)	11	11920,1	56%
Total	121	21356,35	100%
<i>Value Added</i>	42	7760,6	36%
<i>Necessary Non-Value Added</i>	79	13595,7	64%
<i>Non-Value Added</i>	0	0,0	0%
Total	121	21356,35	100%

Berdasarkan Tabel 5, total waktu proses setelah perbaikan adalah 21.356 menit (44 hari) dengan 121 aktivitas. Delay masih mendominasi 56% waktu, namun menurun dari kondisi sebelumnya. Aktivitas operation meningkat jadi 30%. Tidak ada lagi aktivitas NVA, menunjukkan pemborosan berhasil dieliminasi. VA mencapai 36%, dan NNVA 64%, mencerminkan peningkatan efisiensi proses MNVT.

Future Value Stream Mapping

Setelah analisis Lean dan identifikasi akar masalah dengan diagram fishbone, disusun usulan perbaikan Kaizen untuk mengurangi *waiting* dan *defect*. Gambar 6 menyajikan *Future Value Stream Mapping* sebagai gambaran proses MNVT pasca perbaikan.



Gambar 6 *Future Value Stream Mapping*

Gambar 6 menunjukkan pengurangan waktu proses, dengan NVA berhasil dieliminasi, NNVA tercatat 13.596 menit, dan VA 7.281 menit. Selanjutnya, Tabel 6 menyajikan perbandingan antara *Current* dan *Future Value Stream Mapping*.

Tabel 6 Perbandingan *Value Stream Mapping*

Kategori	Current VSM	Future VSM
Waktu VA	9741	7761
Waktu NNVA	13600	13596
Waktu NVA	548	0
Total Waktu	23888	21356
Persentase VA	41%	36%
Persentase NNVA	57%	64%
Persentase NVA	2%	0%

V Kesimpulan

Berdasarkan penelitian proses Monkey Neurovirulence Test (MNVT) di PT XYZ menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing*, ditemukan bahwa pemborosan dominan dalam proses adalah *waiting* dengan bobot 0,24 dan *defect* dengan bobot 0,21. Alat analisis yang paling relevan untuk mendalami pemborosan tersebut adalah *Process Activity Mapping* (PAM) dengan skor tertinggi 6,16. Hasil pemetaan menunjukkan mayoritas aktivitas tergolong *Necessary Non-Value Added* (NNVA) sebesar 57% dan aktivitas menunggu (*delay*) mendominasi total waktu proses sebesar 52%. Penyebab utama pemborosan berasal dari keterbatasan mesin, keterlambatan dokumentasi, dan rendahnya kontrol kualitas, sebagaimana teridentifikasi melalui *Fishbone* Diagram. Usulan perbaikan berbasis *Kaizen* dilakukan melalui optimalisasi mesin, pelatihan skill operator, dan evaluasi rutin. Implementasi perbaikan ini berhasil menurunkan waktu proses MNVT dari 23.888 menit (50 hari kerja) menjadi 21.356 menit (sekitar 45 hari), serta mempercepat total durasi pengujian vaksin dari 191 hari menjadi 186 hari, dengan efisiensi waktu mencapai 11%.

Daftar Pustaka

- Ariska, Y. D. N., & Aryanny, E. (2023). Analisis Tingkat Pemborosan Waktu Pelayanan Poli Mata Dengan Value Stream Mapping Dan Value Stream Analysis Pada RSUD Muhammadiyah Ponorogo. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(1), 57–73. <https://doi.org/10.58169/saintek.v2i1.136>
- Asher, D. M., Chumakov, K. M., Dragunsky, E. M., Ridge, J. S., Taffs, R. E., Rezapkin, G. V., Norwood, L. P., Chernokhvostova, Y. V., Douthitt, M. P., & Levenbook, I. S. (1996). Recent Advances In Safety Testing Of Live Oral Poliovirus Vaccines. • 979. *Pediatric Research*, 39, 166–166. <https://doi.org/10.1203/00006450-199604001-01001>
- Bara, F. A. U. B., Sembiring, M. A., & Latiffani, C. (2023). The Borda Method for Scoring Parking Officer Performance at Departement of Transportation Asahan. *JURTEKSI (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi)*, 9(3), 355–360. <https://doi.org/10.33330/jurteks.v9i3.2178>
- Barberà, S., Bossert, W., & Moreno-Ternero, J. D. (2023). Wine rankings and the Borda method. *Journal of Wine Economics*, 18(2), 122–138. <https://doi.org/10.1017/jwe.2023.7>
- Fulton, C. M., & Bailey, W. J. (2021). Live Viral Vaccine Neurovirulence Screening: Current and Future Models. *Vaccines*, 9(7), 710. <https://doi.org/10.3390/vaccines9070710>
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Gramedia Pustaka Utama.
- Hartini, S. (2013). Perancangan Sistem Kanban Untuk Pelancaran Produksi Dan Mereduksi Keterlambatan. *J@TI UNDIP : JURNAL TEKNIK INDUSTRI*, 8(3), 193–202. <https://doi.org/10.12777/jati.8.3.193-202>
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going lean: A guide to implementation*. Lean Enterprise Research Centre.
- Mizuno, T., & Taji, K. (2016, August 15). *Voting Theory and Pairwise Comparison Matrices*. The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process. <https://doi.org/10.13033/isahp.y2016.127>
- Ramadhani, N. A., & Sriwidodo, S. (2024). Implementasi Pendekatan Lean Manufacturing dengan Berbagai Metode di Industri Farmasi untuk Meningkatkan Efektivitas Proses Produksi. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 4(6), 3999–4008.
- Rother, M., & Shook, J. (2018). *Learning to see: Value-stream mapping to create value and eliminate muda* (Version 1.5 ; 20th Anniversary Edition). Lean Enterprise Inst.
- Rubin, S. A., Snoy, P. J., Wright, K. E., Brown, E. G., Reeve, P., Beeler, J. A., & Carbone, K. M. (1999). The Mumps Virus Neurovirulence Safety Test in Rhesus Monkeys: A Comparison of Mumps Virus Strains. *The Journal of Infectious Diseases*, 180(2), 521–525. <https://doi.org/10.1086/314905>
- Saputri, G. (2024). Using the Borda Method on a Decision Support System to Choose the Most Outstanding Students. *Journal of Data Analytics, Information, and Computer Science*, 1(1), 19–24. <https://doi.org/10.59407/jdaics.v1i1.422>
- Theresia, L., Ranti, G., & Kreshna, R. (2020). Implementation of Lean Manufacturing and Kaizen to Improve Productivity in The Production Floor. *Jurnal IPTEK*, 4(2). <https://doi.org/10.31543/jii.v4i2.166>
- Wang, X., Ren, R., Ma, B., Xie, J., Ma, Y., Luo, H., Guo, Y., Ding, L., Zhang, L., Zhang, M., Wang, T., Shuang, Z., & Zhu, X. (2023). Comparative Study on MNVT of OPV Type I and III Reference Products in Different Periods. *Diseases*, 11(1), 28. <https://doi.org/10.3390/diseases11010028>



Womack, J. P., & Jones, D. T. (2013). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon & Schuster, Limited.