Analisis Penerapan *Lean Six Sigma* untuk Meningkatkan Kualitas Proses Produksi *Paving Block* PT. XYZ

Analysis of Lean Six Sigma Application for Improving Paving Block Quality at PT. XYZ

Jeane Angela Mariyan Ema Sigo[1], Kifayah Amar[1*]
[1]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl Poros Malino Km. 6, Bontomarannu, Gowa, 92171
* Penulis Korespondensi, E-mail: kifayah.amar@unhas.ac.id

Diterima 10 Agustus, 2026; Disetujui 27 Oktober, 2026; Dipublikasikan 31 Oktober, 2026

Abstrak

Pemborosan dalam proses produksi menjadi tantangan serius bagi perusahaan manufaktur, termasuk PT. XYZ yang bergerak di bidang produksi *paving block*. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis dan sumber pemborosan (*waste*), menganalisis penerapan *Lean Six Sigma*, serta merumuskan usulan perbaikan untuk eliminasi *waste* pada proses produksi paving block. Penelitian menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma* dengan kerangka DMAIC *(Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control*) karena mampu mengintegrasikan pengurangan pemborosan dengan pengendalian variasi dan kecacatan produk pada proses produksi *paving block*. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Alat dan teknik kualitas yang digunakan meliputi SIPOC Diagram, CTQ, *Value Stream Mapping* (VSM), DPMO, P-*Chart*, *fishbone* diagram, *Kaizen Five*-M *Checklist*, dan 5W+1H dalam tahapan DMAIC. Hasil analisis menemukan tiga kategori waste dominan, yaitu *defect*, *waiting*, dan *inventory*. Sebanyak 53.949 produk cacat ditemukan dari total 4.667.001 produk yang diproduksi, dengan nilai DPMO 2.649,66 dan level sigma 4,29. Analisis menunjukkan *waste waiting* mencapai 65 menit per siklus produksi dengan taksiran kerugian Rp18.229 per hari, sedangkan *waste inventory* akibat keterbatasan kapasitas gudang dan penumpukan stok produk jadi memicu *opportunity cost* sekitar Rp18.000.000 per hari. Setelah perbaikan dirancang, *Process Cycle Efficiency* (PCE) meningkat dari 37,45% menjadi 43,88%. Berdasarkan hasil penelitian, perusahaan direkomendasikan meningkatkan kompetensi operator, melakukan perawatan mesin secara berkala, serta menyesuaikan volume produksi dengan kapasitas gudang.

Kata kunci: DMAIC, *Kaizen*, *Lean Six Sigma*, *paving block, Value Stream Mapping* (VSM)

Abstract

The waste produced during manufacturing processes is a considerable obstacle for production-oriented firms, such as PT. XYZ, which specializes in paving block production. This research seeks to identify waste types and sources, analyze the implementation of Lean Six Sigma, and suggest improvements to minimize waste in the paving block manufacturing process. The DMAIC framework was selected for its ability to integrate waste reduction with variation management. Data were gathered through direct observation, interviews, and documentation utilizing techniques including the SIPOC Diagram, CTQ, Value Stream Mapping (VSM), DPMO, P-control chart, fishbone diagram, Kaizen Five-M Checklist, and 5W+1H. The results revealed three primary categories of waste: defects, waiting, and inventory. Of the 4,667,001 units manufactured, 53,949 were defective, resulting in a DPMO of 2,649.66, which corresponds to a sigma level of 4.29. Waiting waste reached 65 minutes per production cycle, resulting in estimated daily losses of IDR 18,229, whereas inventory waste arose from limited temporary storage space and surplus finished products, generating an estimated opportunity cost of IDR 18,000,000 per day. Based on the proposed improvements, Process Cycle Efficiency (PCE) is projected to increase from 37.45% to 43.88%. The company is advised to improve operator competency, perform regular machine maintenance, and synchronize production levels with available storage capacity.

Keywords: DMAIC, *Kaizen*, *Lean Six Sigma*, *paving block*, *Value Stream Mapping* (VSM)

1. Pendahuluan

Persaingan global yang semakin ketat menuntut organisasi untuk bersaing secara kompetitif dan inovatif dengan menekankan kualitas serta orientasi pada pelanggan. Kualitas menjadi hal penting agar produk manufaktur tetap bersaing di pasar. Oleh karena itu, perusahaan perlu mengoptimalkan proses produksinya tanpa mengabaikan kualitas produk yang diharapkan pelanggan (Widiwati et al., 2025). Produk yang cacat atau tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan dapat menimbulkan pemborosan biaya produksi, sehingga pengendalian dan perbaikan kualitas menjadi salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan maupun kegagalan suatu perusahaan (Dwiguna & Amalia, 2023; Abuzied, 2022). Kepuasan pelanggan pun menjadi aspek krusial yang hanya dapat tercapai apabila perusahaan mampu menyediakan produk dengan karakteristik yang sesuai harapan pelanggan (Fathurohman et al., 2021).

Lean Six Sigma (LSS) adalah pendekatan yang menggabungkan *Lean Manufacturing* dan *Six Sigma*, di mana *Lean* ditujukan untuk eliminasi kegiatan yang tidak menghasilkan nilai tambah, sementara *Six Sigma* difokuskan pada minimasi variasi dan kecacatan produk secara sistematis. Perpaduan kedua pendekatan ini membentuk LSS menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan kualitas, efisiensi, dan daya saing perusahaan secara berkelanjutan (Gutierrez et al., 2025). Penerapannya dapat dilakukan dengan menggunakan *Value Stream Mapping (VSM)* untuk memetakan alur nilai produksi guna mengidentifikasi pemborosan seperti persediaan berlebih dan waktu tunggu, sebagai dasar perancangan perbaikan proses yang lebih efisien (Kurniawan & Wulandari, 2024).

PT. XYZ adalah perusahaan yang beroperasi di sektor produksi material konstruksi, di antaranya *paving block*, genteng, dan gorong-gorong, yang berlokasi di Jalan Malino, Pakatto, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Meskipun memiliki peluang bisnis yang menjanjikan, namun perusahaan masih menghadapi kendala berupa tingginya jumlah cacat produksi yang mengakibatkan meningkatnya biaya produksi, pemborosan material, serta terhambatnya pencapaian target produksi dan kepuasan pelanggan. Kondisi ini mendorong penerapan metode yang mampu mengendalikan dan mengurangi produk cacat (*defect*), salah satunya dengan menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma*.

Penelitian terdahulu telah menerapkan *Lean Six Sigma* untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses (Fibriani et al., 2024) mengidentifikasi pemborosan pada industri garmen menggunakan WAM, VALSAT, dan FMEA, sedangkan (Adeodu et al., 2023) meningkatkan PCE pergudangan dari 40% menjadi 70% melalui pendekatan DMAIC. (Sirajudeen & Krishnan, 2022) menggunakan VSM pada manufaktur komponen beton pracetak untuk mengurangi *lead time*. Berbeda dari penelitian tersebut, penelitian ini mengintegrasikan analisis *defect, waiting,* dan *inventory*, pengukuran DPMO dan level sigma, evaluasi PCE, serta estimasi dampak finansial pemborosan pada produksi *paving block*. Kontribusi penelitian ini terletak pada hasil analisis kualitas produk, efisiensi proses, dan estimasi kerugian finansial sebagai dasar penyusunan usulan perbaikan melalui *Lean Six Sigma* dengan kerangka DMAIC.

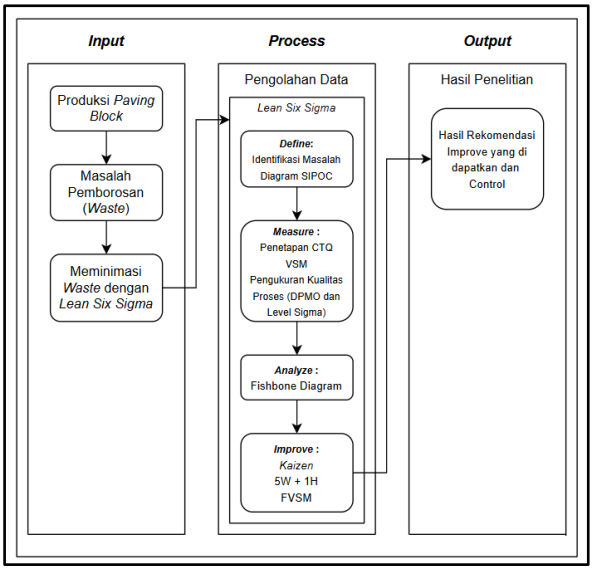
Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis dan sumber pemborosan (*waste*), menganalisis penerapan Lean Six Sigma dengan kerangka DMAIC, serta merumuskan usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan kualitas serta efisiensi proses produksi *paving block* di PT. XYZ.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh melalui observasi proses produksi *paving block* dan wawancara dengan pekerja, serta data sekunder berupa laporan produksi dan data kecacatan produk dari perusahaan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah serta permasalahan kualitas dan kendala produksi. Literatur terkait *Lean Six Sigma* digunakan sebagai referensi pendukung analisis.

Kerangka berpikir penelitian meliputi tahap *input, process,* dan *output*. Tahap *input* mencakup proses produksi dan permasalahan pemborosan, sedangkan tahap *process* menerapkan Lean Six Sigma dengan kerangka DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve,* dan *Control*) untuk mengukur kinerja kualitas, menganalisis penyebab masalah, serta merumuskan usulan perbaikan dan pengendalian. Tahap

output menghasilkan rekomendasi untuk mengurangi pemborosan serta meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi *paving block*, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kerangka berpikir

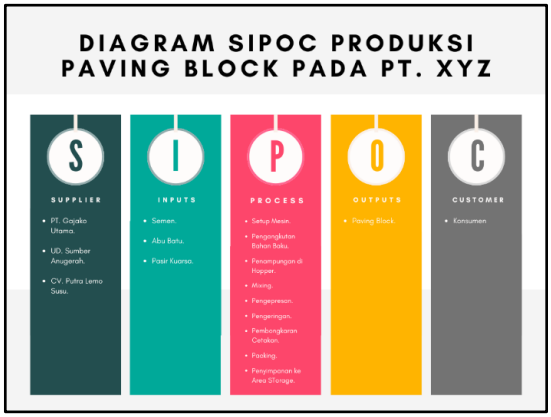
3. Hasil dan Pembahasan

Analisis penelitian ini menggunakan metodologi DMAIC (*Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control*) guna meningkatkan kualitas proses produksi *paving block*.

3.1 *Define*

Tahap *Define* merupakan fase pertama untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada, sekaligus menentukan batasan dan tujuan proyek perbaikan. Selain itu, fase ini juga mencakup penentuan kebutuhan pelanggan agar solusi yang dirumuskan nantinya selaras dengan ekspektasi pelanggan.

Diagram SIPOC digunakan pada fase ini dengan tujuan untuk menunjukkan hubungan mulai dari pemasok hingga pelanggan secara sistematis dari kiri ke kanan, sehingga memudahkan dalam memahami aliran proses (Jou et al., 2022). Gambar 2 menyajikan Diagram SIPOC yang menggambarkan alur proses produksi *paving block* di PT. XYZ.



Gambar 2 Diagram SIPOC

Pada fase *Define* juga dilakukan pengumpulan data waktu produksi di setiap tahapan proses produksi *paving block*. Data ini diperoleh dari hasil wawancara dengan pekerja yang terlibat langsung, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rata-rata waktu proses produksi *paving block* PT. XYZ

No	Proses	Rata-rata Waktu (Menit)
1	*Setup* Mesin	30
2	Pengangkutan Bahan Baku	15
3	Penampungan di *Hopper*	10
4	*Mixing*	20
5	Pengepresan	25
6	Pengeringan	720
7	Pembongkaran Cetakan	20
8	*Packing*	10
9	Penyimpanan ke Area *Storage*	10

Berdasarkan observasi, wawancara, dan data produksi perusahaan, pemborosan yang dianalisis meliputi *defect* berdasarkan data kecacatan produk, *waiting* berdasarkan waktu tunggu proses, serta *inventory* berdasarkan penumpukan produk jadi dan keterbatasan kapasitas penyimpanan.

a. *Defect*

Defect merupakan salah satu bentuk pemborosan yang muncul selama proses produksi *paving block* pada PT. XYZ. Rincian jumlah produksi dan cacat tahun 2025 disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Data jumlah produksi dan cacat produk PT. XYZ 2025

Bulan	Jumlah Produksi	Jenis cacat				Total cacat
		Retak	Sudut Sumpil	Patah	Permukaan Tidak Rata	
Januari	323.332	531	437	155	136	1.259
Februari	200.678	519	582	247	112	1.460
Maret	355.324	2893	2674	447	311	6.325
April	391.221	2.483	2.303	403	245	5.434
Mei	450.679	1.649	1.494	249	176	3.568
Juni	524.739	2.633	2.401	509	264	5.807
Juli	175.591	847	709	191	125	1.872
Agustus	478.073	2794	2525	421	294	6.034
September	353.339	2978	2886	558	353	6.775
Oktober	425.431	3318	3137	598	351	7.404
November	519.031	1.592	1.398	303	282	3.575
Desember	469.563	2.054	1.811	357	214	4.436
Total	**4.667.001**	**24.291**	**22.357**	**4.438**	**2.863**	**53.949**

b. *Waiting*

Waiting merupakan pemborosan berupa waktu menunggu yang terjadi ketika material, mesin, atau operator tidak melakukan aktivitas bernilai tambah karena menunggu proses berikutnya.

Tabel 4 Data *waste waiting* dan hasil konversi kerugian produksi 2025

Jenis *Waiting*	*Idle Time*	Biaya Kerugian
Menunggu proses *setup* mesin	30 menit	Rp8.413
Menunggu pemindahan hasil proses *mixing*	20 menit	Rp5.609
Menunggu proses pembongkaran	15 menit	Rp4.207
Total	**65 menit**	**Rp18.229**

Total *waste waiting* yang ditemukan adalah 65 menit per produksi. Waktu menunggu tersebut dapat dikonversi menjadi biaya kerugian dengan memperhitungkan *man hour* karyawan, dimana biaya tenaga kerja sebesar Rp3.500.000 per-bulan dengan hari kerja 26 hari dan jam kerja 8 jam per-hari.

$$\textit{Man hour} = \frac{\text{Biaya tenaga kerja/bulan}}{\text{Hari kerja} \times \text{Jam kerja/hari}} \quad (1)$$

$$\textit{Man hour} = \frac{3.500.000}{26 \times (8 \times 60)}$$

Man hour = Rp280,448/menit

Hasil konversi biaya kerugian akibat *waste waiting* pada setiap proses ditunjukkan pada Tabel 4.

c. *Inventory*

Pemborosan *inventory* merupakan kondisi yang terjadi ketika barang hasil produksi mengalami penumpukan karena tidak segera diproses lebih lanjut atau didistribusikan ke pelanggan. Data *waste inventory* yang ditemukan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Data *waste inventory* dan hasil konversi kerugian produksi 2025

Penyebab	Frekuensi Terjadi (Kali/Hari)	*Opportunity Cost*	Total Biaya Kerugian
Gudang *full* sementara waktu	2	Rp3.600.000	Rp7.200.000
Stok masih banyak	3		Rp10.800.000
Total			**Rp18.000.000**

Pemborosan *inventory* menyebabkan ruang penyimpanan menjadi terbatas sehingga proses produksi tidak berjalan optimal. Kerugian dihitung menggunakan *opportunity cost* berdasarkan selisih antara harga jual Rp1.600 per unit dan HPP sebesar Rp1.400 dan kapasitas produksi 18.000 pcs per-hari.

Opportunity cost = (Harga jual per-unit – HPP) × Kapasitas produksi/unit (2)

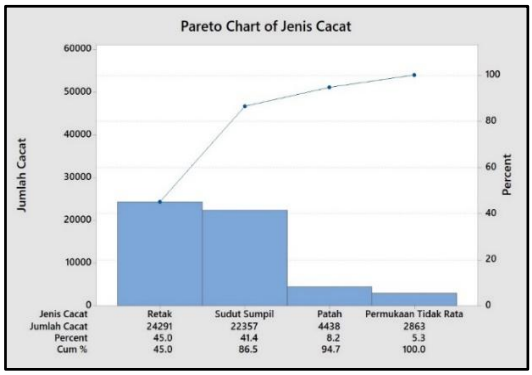
Opportunity cost = (Rp1.600 – Rp1.400) × 18.000

Opportunity cost = Rp3.600.000

Hasil konversi biaya kerugian akibat *waste inventory* ditunjukkan pada Tabel 5.

3.2 *Measure*

Fase *Measure* berfungsi untuk mengevaluasi capaian kinerja proses dengan mengacu pada hasil yang ditentukan di tahap *define* (Daniyan et al., 2022). Penetapan *Critical to Quality* (CTQ) dilakukan agar dapat diketahui jenis cacat yang memberikan dampak paling besar bagi kepuasan pelanggan dalam proses produksi seperti pada Gambar 3. Hasil penetapan CTQ dijadikan acuan dalam pengukuran dan perbaikan kualitas tahap selanjutnya.



Gambar 3 Diagram Pareto

Penentuan CTQ dilakukan dengan prinsip Pareto, dimana cacat retak dan sudut sumpil menyumbang 86,5% dari total cacat sehingga menjadi fokus utama perbaikan. Selain itu, *waste* yang ditemukan berupa *waiting* dan *inventory* yang didapatkan melalui kegiatan observasi dan wawancara secara langsung dengan pihak-pihak yang terlibat.

Value Stream Mapping (VSM) menggambarkan aliran material dan informasi untuk mengidentifikasi pemborosan (Salwin et al., 2023). Aktivitas pada Tabel 6 dikelompokkan menjadi *Value Added* (VA), yaitu aktivitas yang memberikan nilai tambah pada produk, dan *Necessary Non-Value Added* (NNVA), yaitu aktivitas yang tidak menambah nilai secara langsung, tetapi masih diperlukan dalam proses produksi.

Tabel 6 Pengelompokkan aktivitas VSM

No	Aktivitas	Mesin atau alat	Jarak (m)	Waktu (Menit)	Jumlah Operator	*Waste*					Aktivitas
						O	T	I	S	D	
1	*Setup* Mesin	Semua mesin	0	30	2					✓	NNVA
2	Pengangkutan Bahan Baku	*Wheel loader*	50	15	1		✓				NNVA
3	Penampungan di *Hopper*	*Hopper bin*	0	10	1			✓			NNVA

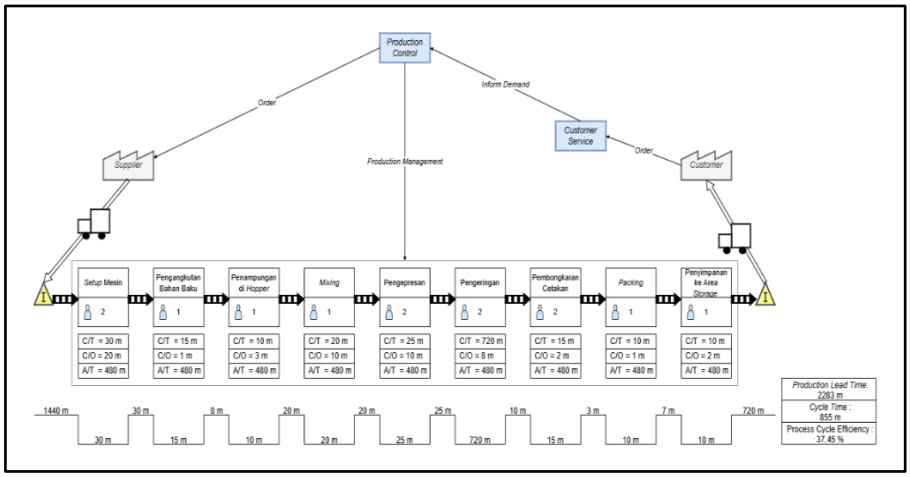
No	Aktivitas	Mesin atau alat	Jarak (m)	Waktu (Menit)	Jumlah Operator	*Waste*					Aktivitas
						O	T	I	S	D	
4	*Mixing*	*Pan mixer*	3	20	1	✓					VA
5	Pengepresan	*Hydraulic press machine*	5	25	2	✓					VA
6	Pengeringan	Area *curing*	15	720	2					✓	VA
7	Pembongkaran Cetakan	*Concrete block stacking machine*	20	20	2	✓					NNVA
8	*Packing*	Plastik *wrapping*	0	10	1	✓					NNVA
9	Penyimpanan ke Area *Storage*	*Forklift*	50	10	1				✓		NNVA

Availability Time (A/T) adalah waktu kerja yang tersedia untuk proses produksi setelah dikurangi waktu istirahat. Di PT. XYZ, total *availability time* sebesar 8 jam atau 480 menit per hari. Selain itu, terdapat *Changeover Time* (C/O) yaitu durasi yang diperlukan untuk mengubah pengaturan mesin dari satu jenis produk ke jenis produk lainnya, dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 7 Data *changeover time*

Proses	Rata-rata Waktu (menit)
Setup Mesin	20
Pengangkutan Bahan Baku	1
Penampungan di *Hopper*	3
Mixing	10
Pengepresan	10
Pengeringan	8
Pembongkaran Cetakan	2
Packing	1
Penyimpanan ke Area *Storage*	2

Gambar 4 menyajikan *current Value Stream Mapping* (VSM) proses produksi *paving block* di PT. XYZ, dengan *production lead time* 2.883 menit, waktu pengeringan 720 menit, dan *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebesar 37,45%.



Gambar 4 *Current Value Stream Mapping* (VSM)

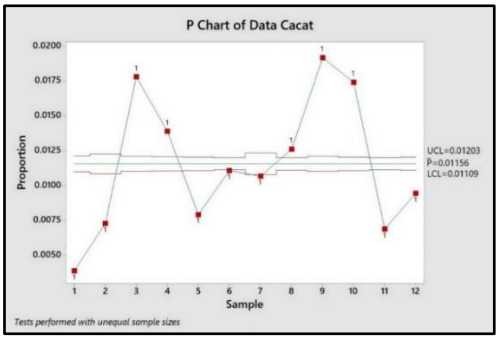
Stabilitas proses merupakan kondisi ketika proses berjalan secara konsisten dari waktu ke waktu tanpa gangguan yang signifikan. Stabilitas proses diukur menggunakan P-*chart* karena data yang dianalisis berupa proporsi produk cacat terhadap jumlah produksi bulanan yang bervariasi. P-*chart* digunakan untuk memantau perubahan proporsi cacat pada setiap periode pengamatan berdasarkan batas kendali atas (*Upper Control Limit*/UCL) dan batas kendali bawah (*Lower Control Limit*/LCL). Data yang digunakan untuk perhitungan P-*chart* ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8 Perhitungan data proporsi cacat, CL, UCL dan LCL

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi	CL	UCL	LCL
Januari	323332	1259	0,389	0,011	0,0116	0,0104
Februari	200678	1460	0,728	0,011	0,0117	0,0103
Maret	355324	6325	1,780	0,011	0,0115	0,0105
April	391221	5434	1,389	0,011	0,0115	0,0105

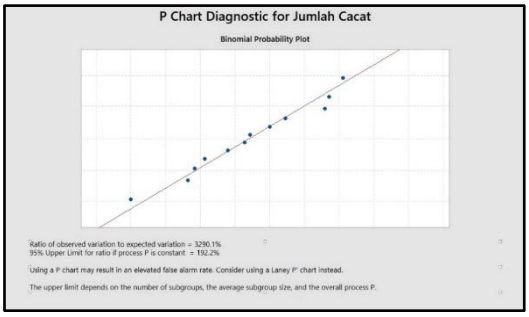
Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi	CL	UCL	LCL
Mei	450679	3568	0,792	0,011	0,0115	0,0105
Juni	524739	5807	1,107	0,011	0,0114	0,0106
Juli	175591	1872	1,066	0,011	0,0117	0,0103
Agustus	478073	6034	1,262	0,011	0,0115	0,0105
September	353339	6775	1,917	0,011	0,0115	0,0105
Oktober	425431	7404	1,740	0,011	0,0115	0,0105
November	519031	3575	0,689	0,011	0,0114	0,0106
Desember	469563	4436	0,945	0,011	0,0115	0,0105

Berdasarkan data pada Tabel 8, maka P-*chart* yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



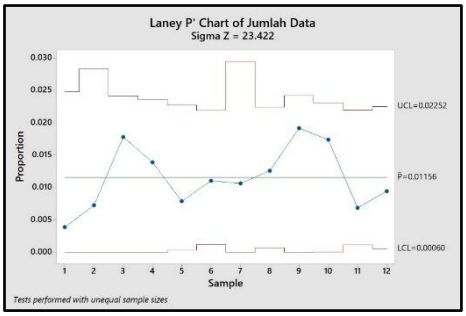
Gambar 5 P-*chart* produksi *paving block*

Berdasarkan Gambar 5, hampir semua titik data berposisi di luar batas kendali UCL dan LCL dengan nilai proporsi cacat rata-rata sebesar 0,01156 dengan batas kendali atas sebesar 0,01203 dan batas kendali bawah sebesar 0,01109. Hal ini mengindikasikan jika proses masih berada pada kondisi belum terkendali sebab variasi yang terjadi sudah dipengaruhi oleh faktor tertentu. Oleh karena itu, diperlukan diagram P-*chart* diagnostik untuk mengetahui penyebab utama penyimpangan agar perbaikan dapat dilakukan dan proses menjadi lebih stabil.



Gambar 6 P-*chart diagnostic* pada produksi *paving block*

Berdasarkan P-*chart* diagnostik pada Gambar 6, Sebagian besar titik data melampaui batas kepercayaan 95% dengan nilai rasio variasi yang diamati terhadap variasi yang diharapkan sebesar 3290,1%, jauh melebihi batas atas sebesar 192,2%, yang menunjukkan bahwa variasi dalam proses sangat besar dan belum berjalan secara konsisten karena masih dipengaruhi oleh faktor di luar variasi wajar. Oleh karena itu, digunakan *Laney* P-*chart* yang direkomendasikan dari hasil P-*chart* diagnostik untuk menyesuaikan variasi data agar batas kendali yang dihasilkan lebih realistis dan tidak terlalu sempit, sehingga analisis kestabilan proses dapat dilakukan lebih tepat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7 *Laney* P' *chart* pada produksi *paving block*

Berdasarkan Gambar 7, *Laney* P-*chart* memperlihatkan bahwa seluruh titik data terletak dalam batas kendali dengan UCL sebesar 0,02252, LCL sebesar 0,00060, serta proporsi cacat rata-rata sebesar 0,01156. Tidak ada titik melampaui batas tersebut maka dapat dikatakan proses sudah dalam kondisi stabil dan terkendali. Kondisi ini menunjukkan bahwa variasi yang sebelumnya terlihat terlalu besar sudah dapat disesuaikan melalui *Laney* P-*chart*, sehingga hasil analisis dapat digunakan sebagai dasar untuk tahap selanjutnya.

Perhitungan nilai sigma dilakukan untuk mengukur sejauh mana kemampuan proses dalam menghasilkan produk tanpa cacat. Pengukuran nilai sigma dilakukan dengan mengacu pada total produksi dan total cacat produk yang ditemukan sepanjang tahun 2025, dimulai dengan menghitung nilai DPMO kemudian dikonversi ke nilai sigma.

$$\text{DPMO} = \frac{nP_i}{n_i \times CTQ} \times 1.000.000 \quad (3)$$

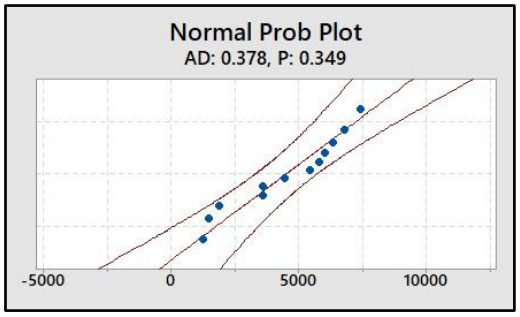
Hasil nilai DPMO beserta konversi ke nilai sigma untuk hasil produksi tahun 2025 disajikan pada Tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9 Hasil nilai DPMO beserta konversi ke nilai sigma

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	CTQ Potensial	DPMO	Level *Sigma*
Januar	323332	1259	4	973,46	4,598
Februari	200678	1460	4	1.818,83	4,408
Maret	355324	6325	4	4.450,16	4,116
April	391221	5434	4	3.472,46	4,199
Mei	450679	3568	4	1.979,24	4,381
Juni	524739	5807	4	2.766,61	4,274
Juli	175591	1872	4	2.665,28	4,286
Agustus	478073	6034	4	3.155,38	4,231
September	353339	6775	4	4.793,56	4,090
Oktober	425431	7404	4	4.350,88	4,124
November	519031	3575	4	1.721,96	4,425
Desember	469563	4436	4	2.361,77	4,325

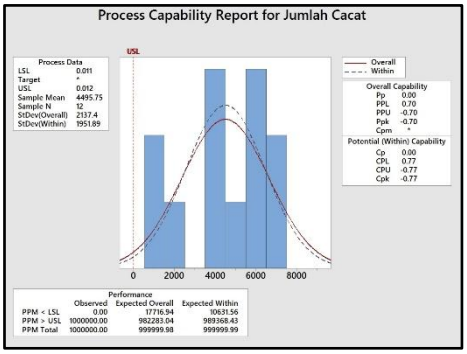
Berdasarkan Tabel 9, proses produksi *paving block* di PT. XYZ berada pada tingkat sigma 4,29 dengan nilai DPMO sebesar 2.649,66. Nilai ini masih berada di bawah target ideal *Six Sigma*, yaitu 3,4 DPMO, sehingga menunjukkan adanya peluang untuk mengurangi kecacatan produk. Berdasarkan HPP sebesar Rp1.400 per pcs, estimasi kerugian akibat produk cacat mencapai Rp3.709.524 per produksi, yang menunjukkan dampak finansial dari permasalahan kualitas tersebut.

Tahap selanjutnya, dilakukan pengukuran terhadap kapabilitas proses dengan menerapkan uji normalitas data serta *capability analysis*. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan apakah sebaran data yang diperoleh mengikuti distribusi normal, sekaligus mengevaluasi sejauh mana proses produksi mampu menghasilkan *output* yang sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan. Berikut merupakan hasil pengujian pada proses produksi *paving block* di PT. XYZ.



Gambar 8 Hasil uji normalitas

Hasil pengujian memperlihatkan data berdistribusi secara normal dengan nilai P-*value* sebesar 0,349 lebih besar dari 0,05 sehingga data telah memenuhi asumsi normalitas.



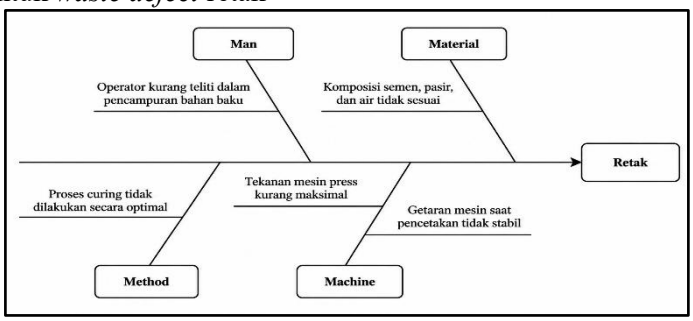
Gambar 9 *Process capability report*

Hasil *capability analysis* menunjukkan proses belum mampu menghasilkan produk sesuai standar dengan nilai Ppk = -0,70, Cpk = -0,77, Pp = 0,00, dan Cp = 0,00 dimana nilai tersebut masih jauh dari standar minimum Cp dan Cpk ≥ 1,33 (Nurhayati & Hasanah, 2022).

3.3 *Analyze*

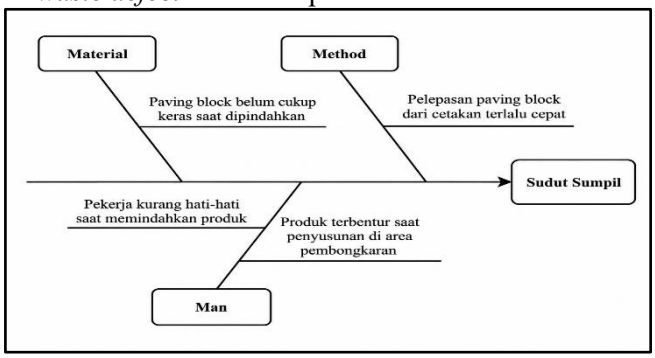
Fase *Analyze* dilakukan dengan mengevaluasi nilai DPMO dari fase *Measure* untuk mengidentifikasi akar penyebab cacat produk, dilengkapi diagram *Pareto* untuk menampilkan tingkat kecacatan dominan (Eko et al., 2026). Selain itu, tahap ini juga menganalisis faktor penyebab *waste* menggunakan *fishbone diagram*, yang memuat garis utama sebagai objek analisis dan cabang-cabang kategori penyebab berdasarkan pendekatan 5M+1E: *Man, Method, Machine, Material, Measurement,* dan *Environment* (Rusnidiyanto et al., 2024). Setiap jenis *waste* dianalisis menggunakan *fishbone diagram* terpisah karena memiliki faktor penyebab yang berbeda, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 10 hingga Gambar 15.

a. *Fishbone* diagram untuk *waste defect* retak



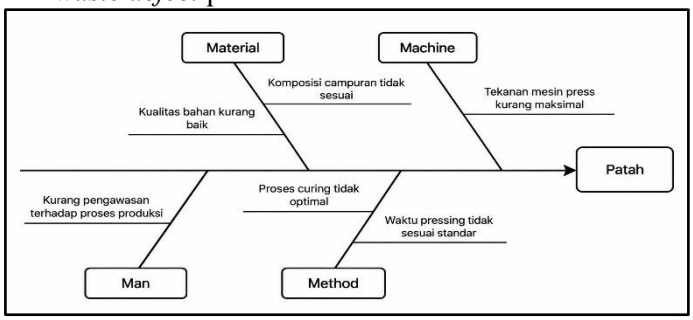
Gambar 10 *Fishbone* diagram retak

b. *Fishbone* diagram untuk *waste defect* sudut sumpil



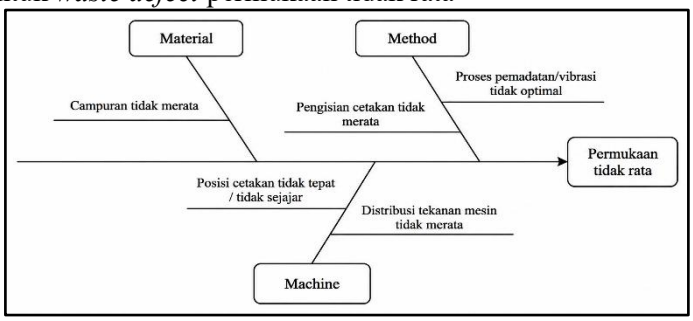
Gambar 11 *Fishbone* diagram sudut sumpil

c. *Fishbone* diagram untuk *waste defect* patah



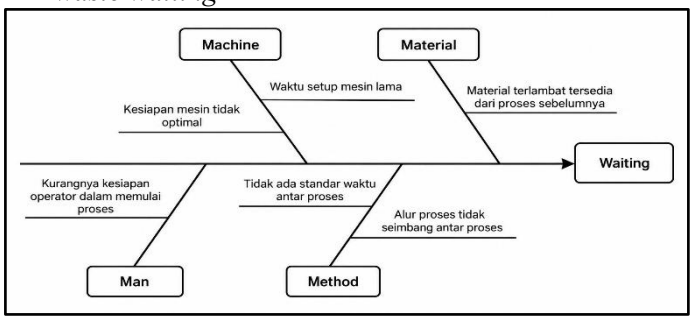
Gambar 12 *Fishbone* diagram patah

d. *Fishbone* diagram untuk *waste defect* permukaan tidak rata



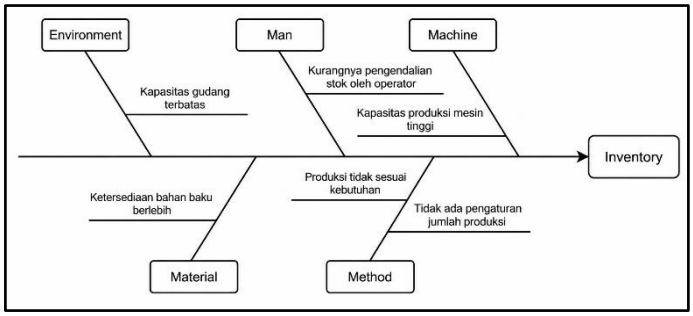
Gambar 13 *Fishbone* diagram permukaan tidak rata

e. *Fishbone* diagram untuk *waste waiting*



Gambar 14 *Fishbone* diagram *waiting*

f. *Fishbone* diagram untuk *waste inventory*



Gambar 15 *Fishbone* diagram *inventory*

3.4 *Improve*

Perbaikan kualitas dilakukan pada fase *Improve* dengan menggunakan beberapa *tools/techniques*, yaitu *Kaizen Five-M Checklist*, *Kaizen Five-Step Plan*, 5W+1H, serta *future VSM* yang diterapkan secara bertahap mulai dari identifikasi sumber masalah, perancangan langkah perbaikan, penyusunan rencana tindakan, hingga penggambaran kondisi proses setelah perbaikan. Penyusunan seluruh tabel *Kaizen Five-M Checklist* mengacu pada hasil identifikasi penyebab masalah dalam *fishbone diagram* untuk setiap jenis *waste*. Tabel 10 berikut merupakan hasil analisis penyusunan langkah perbaikan untuk *waste defect*.

a. *Kaizen Five-M Checklist waste defect*

Tabel 10 *Kaizen Five-M Checklist waste defect*

No	Jenis Cacat	Potensi Penyebab	Usulan Perbaikan
1	Retak	***Man***: Operator kurang teliti dalam pencampuran bahan baku	Operator perlu diberikan arahan supaya proses penakaran dan pencampuran bahan baku dilakukan dengan lebih teliti sesuai standar baku yang telah ditentukan oleh perusahaan.
		Material: Komposisi semen, pasir, dan air tidak sesuai	Melakukan pengontrolan komposisi bahan baku sebelum proses produksi agar perbandingan semen, pasir, dan air tetap sesuai standar.
		Machine: Tekanan mesin press kurang maksimal dan getaran mesin saat pencetakan tidak stabil	Melakukan pengecekan serta perawatan mesin secara rutin agar tekanan dan getaran mesin tetap stabil sehingga proses pencetakan dapat berjalan dengan optimal.
		Method: Proses *curing* tidak dilakukan secara optimal	Melakukan pengawasan dan pengendalian proses *curing* agar proses pengerasan *paving block* berlangsung secara optimal sehingga risiko terjadinya retak dapat diminimalkan.
2	Sudut sumpil	***Material***: *Paving block* belum cukup keras saat dipindahkan	Memastikan *paving block* telah cukup keras dan siap dipindahkan agar bagian sudut tidak mudah rusak saat proses pemindahan.
		Method: Pelepasan *paving block* dari cetakan terlalu cepat	Menentukan waktu pelepasan *paving block* dari cetakan sesuai standar agar produk memiliki bentuk dan kekuatan yang lebih baik.
		Man: Pekerja kurang hati-hati saat memindahkan produk dan produk terbentur saat penyusunan di area pembongkaran	Memberikan arahan kepada pekerja agar lebih berhati-hati saat memindahkan dan menyusun *paving block* agar produk tidak saling berbenturan.
3	Patah	***Material***: Komposisi campuran tidak sesuai dan kualitas bahan kurang baik	Melakukan pengawasan terhadap komposisi campuran serta memastikan bahan baku yang digunakan memenuhi standar kualitas yang agar kekuatan *paving block* lebih maksimal.
		Machine: Tekanan mesin press kurang maksimal	Melakukan pengecekan tekanan mesin press secara berkala agar proses pemadatan campuran dapat berjalan dengan baik.
		Man: Kurang pengawasan terhadap proses produksi	Memperketat pengawasan pada setiap tahapan produksi guna menjamin bahwa pelaksanaan proses telah sesuai dengan prosedur yang berlaku.
		Method: Durasi *pressing* belum memenuhi ketentuan standar dan tahapan *curing* kurang optimal	Menyesuaikan waktu *pressing* serta melakukan pengontrolan proses *curing* dengan baik agar *paving block* mencapai kekuatan maksimal.
4	Permukaan tidak rata	***Material***: Campuran tidak merata	Memastikan proses pencampuran dilakukan secara merata agar distribusi material di dalam cetakan lebih seimbang.
		Method: Proses pemadatan atau vibrasi tidak optimal dan pengisian cetakan tidak merata	Mengatur proses pemadatan, vibrasi, serta pengisian material ke cetakan sesuai standar agar permukaan *paving block* lebih rata dan seragam.
		Machine: Distribusi tekanan mesin tidak merata dan posisi cetakan tidak tepat atau tidak sejajar	Melakukan pemeriksaan rutin pada sistem tekanan mesin dan memastikan posisi cetakan sejajar sebelum proses pencetakan dilakukan.

b. *Kaizen Five-M Checklist waste waiting*

Tabel 11 *Kaizen Five-M Checklist waste waiting*

No	Faktor Penyebab	Masalah	Pemecahan Masalah
1	*Machine* (mesin)	• Waktu *setup* mesin yang cukup lama pada saat persiapan awal produksi • Kesiapan mesin yang belum optimal saat akan digunakan dalam proses produksi	• Menata urutan kegiatan *setup* mesin dengan lebih teratur serta menyiapkan alat dan kebutuhan *setup* sebelum proses dimulai agar waktu persiapan mesin dapat dilakukan lebih cepat dan mengurangi waktu tunggu produksi. • Melakukan pemeriksaan kondisi dan pengaturan mesin secara rutin sebelum digunakan agar mesin siap beroperasi dan tidak menyebabkan keterlambatan proses produksi.
2	*Material* (bahan baku)	• Material dari proses sebelumnya terlambat tersedia untuk digunakan pada proses berikutnya.	• Memastikan proses sebelumnya selesai tepat waktu dan material telah siap sebelum proses berikutnya dimulai agar tidak terjadi waktu tunggu dalam alur produksi.
3	*Man* (manusia)	• Operator belum siap memulai proses produksi sesuai waktu yang telah ditentukan.	• Mengingatkan operator untuk menyiapkan peralatan dan posisi kerja sebelum proses dimulai agar proses berikutnya dapat berjalan tanpa keterlambatan.
4	*Method* (metode)	• Alur proses yang tidak seimbang antar tahapan proses produksi. • Tidak adanya standar waktu antar proses pada kegiatan produksi.	• Melakukan penyesuaian alur kerja antar proses produksi agar waktu pada setiap proses lebih seimbang dan tidak menimbulkan waktu tunggu yang terlalu lama. • Menentukan standar waktu kerja pada setiap tahapan produksi agar proses berjalan lebih teratur dan dapat mengurangi terjadinya *waste waiting*.

c. *Kaizen Five-M Checklist waste inventory*

Tabel 12 *Kaizen Five-M Checklist waste inventory*

No	Faktor Penyebab	Masalah	Pemecahan Masalah
1	*Machine* (mesin)	• Kapasitas produksi mesin yang tinggi menghasilkan produk dalam jumlah besar dalam waktu singkat.	• Mengatur waktu dan penggunaan mesin produksi secara lebih terkontrol agar hasil produksi tidak menumpuk di area penyimpanan.
2	*Man* (manusia)	• Kurangnya pengendalian stok oleh operator selama proses produksi berlangsung.	• Meningkatkan pengawasan terhadap jumlah stok di area penyimpanan sebelum proses produksi dilakukan agar produksi berjalan sesuai kebutuhan.
3	*Environment* (lingkungan)	• Kapasitas area penyimpanan yang terbatas untuk menampung hasil produksi.	• Menata area penyimpanan produk dengan lebih rapi dan teratur agar hasil produksi dapat disusun dengan baik dan tidak menyebabkan penumpukan.
4	*Method* (metode)	• Produksi dilakukan tidak sesuai dengan jumlah kebutuhan atau permintaan yang sebenarnya. • Tidak adanya pengaturan jumlah produksi pada proses produksi.	• Menyesuaikan jumlah produksi dengan kebutuhan atau permintaan agar tidak terjadi penumpukan produk di area penyimpanan. • Menentukan batas atau target jumlah produksi pada setiap proses agar jumlah produk yang dihasilkan lebih terkontrol.
5	*Material* (bahan baku	• Ketersediaan bahan baku yang berlebih sehingga produksi terus berjalan.	• Pengendalian terhadap penggunaan kuantitas bahan baku agar selaras dengan kebutuhan produksi, sehingga produksi berlebih dapat dihindari.

d. *Kaizen Five-Step Plan*

Kaizen merupakan filosofi perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) yang bertujuan meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan. Dalam penelitian ini, pendekatan 5S digunakan sebagai salah satu bentuk implementasi *Kaizen*.

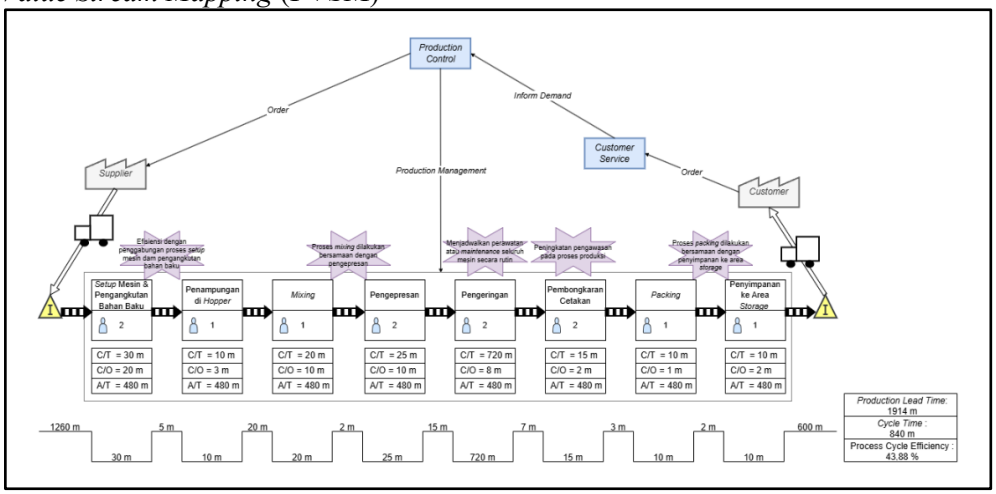
1) *Seiri* (pemeliharaan), tahap *seiri* dilakukan dengan memilah material, peralatan, dan produk yang masih digunakan maupun tidak diperlukan di area produksi, serta mengendalikan jumlah bahan baku dan hasil produksi untuk mengurangi penumpukan pada area penyimpanan.
2) *Seiton* (penataan), tahap *seiton* dilakukan dengan menata area kerja, peralatan, dan hasil produksi agar lebih rapi dan mudah digunakan. Area penyimpanan hasil produksi perlu ditata ulang sesuai alur proses produksi agar proses kerja menjadi lebih efisien.
3) *Seiso* (kebersihan), tahap *seiso* difokuskan pada menjaga kebersihan area produksi, mesin, dan cetakan secara rutin agar sisa material tidak mempengaruhi kualitas produk dan proses produksi tetap berjalan dengan baik.
4) *Seiketsu* (pemeliharaan), tahap *seiketsu* dilakukan dengan mempertahankan kondisi kerja yang baik melalui pemeriksaan mesin secara rutin serta penerapan standar pencampuran bahan baku, waktu pressing, dan proses curing secara konsisten.
5) *Shitsuke* (pembiasaan), tahap *shitsuke* bertujuan membentuk kebiasaan kerja yang disiplin agar langkah perbaikan yang sudah diterapkan mampu dilakukan terus-menerus serta dapat menjadi budaya kerja pada proses produksi.

e. 5W+1H

Tabel 13 Analisis 5W+1H

No	*Waste*	Jenis	*What*	*Why*	*Who*	*When*	*Where*	*How*
1	*Defect*	Retak	Memperhatikan komposisi campuran dan kondisi mesin *press*	Agar *paving block* tidak mudah mengalami retak	Operator *mixing* dan operator mesin *press*	Saat proses *mixing* dan pencetakan	Area *mixing* dan pencetakan	Melakukan pengecekan komposisi bahan dan perawatan mesin secara rutin
		Sudut sumpil	Memperhatikan proses pemindahan dan penyusunan produk	Agar sudut *paving block* tidak mudah rusak atau sumpil	Operator produksi	Saat pembongkaran dan pemindahan produk	Area pembongkaran dan penyimpanan	Memindahkan dan menyusun produk dengan lebih hati-hati
		Patah	Memperhatikan kualitas bahan baku dan proses *curing*	Agar *paving block* tidak mudah patah	Operator produksi dan pengawas	Saat proses *curing* dan pemindahan	Area produksi dan *curing*	Mengontrol kualitas bahan dan memastikan proses *curing* berjalan optimal
		Permukaan tidak rata	Memperhatikan proses pengisian cetakan dan pemadatan	Agar permukaan *paving block* lebih rata dan seragam	Operator mesin *press*	Saat proses pencetakan	Area pencetakan	Mengatur pengisian cetakan dan tekanan mesin sesuai standar
2	*Waiting*	*Idle time* produksi	Memperhatikan kesiapan produksi dari mesin dan material	Supaya durasi tunggu produksi dapat dikurangi	Operator mesin-mesin produksi	Sebelum serta selama tahapan produksi	Area produksi	Menyiapkan mesin dan material sebelum proses dimulai
3	*Inventory*	Penumpukan hasil produksi	Memperhatikan jumlah produksi dan area penyimpanan	Agar tidak terjadi penumpukan produk	Operator dan pengawas produksi	Setelah proses produksi	Area penyimpanan hasil produksi	Menyesuaikan jumlah produksi dengan kapasitas gudang serta menata produk secara teratur.

f. *Future Value Stream Mapping* (FVSM)



Gambar 15 *Future Value Stream Mapping* (FVSM) proses produksi *paving block*

Berdasarkan hasil analisis *current VSM*, perbaikan yang diusulkan dalam *Future Value Stream Mapping* (FVSM) dilakukan dengan menggabungkan kegiatan *setup* mesin dan pengangkutan bahan baku menjadi satu tahapan persiapan, serta melakukan proses *mixing* dan pengepresan secara

bertahap dan bersamaan. Selain itu, proses *packing* dan penyimpanan ke area *storage* dilakukan secara bersamaan agar perpindahan produk lebih lancar dan penumpukan produk dapat dikurangi. Usulan lainnya meliputi perawatan mesin secara rutin serta peningkatan pengawasan pada proses pencampuran bahan baku, pengepresan, dan pemindahan produk. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa *production lead time* menurun dari 2.883 menit menjadi 1.914 menit, sedangkan *Process Cycle Efficiency* (PCE) meningkat dari 37,45% menjadi 43,88%, atau naik sebesar 6,43%.

3.5 *Control*

Fase *control* berperan sebagai fase akhir pada penerapan *Lean Six Sigma* untuk proses produksi *paving block* di PT. XYZ, dengan fokus pada pengawasan terhadap usulan perbaikan yang telah dirancang pada tahap *improve* sebagai upaya perbaikan proses secara berkelanjutan. Pengawasan dilakukan melalui pemantauan proses produksi, perawatan mesin secara rutin, pengaturan jumlah produksi sesuai kapasitas area *storage*, serta pengawasan kualitas produk agar hasil produksi tetap terjaga dan perbaikan yang diusulkan dapat berjalan optimal.

Hasil penelitian ini sejalan dengan (Fibriani et al., 2023), yang mengidentifikasi *defect, inventory,* dan *waiting* sebagai pemborosan dominan pada industri garmen, serta (Adeodu et al., 2023), yang meningkatkan *Process Cycle Efficiency* (PCE) dari 40% menjadi 70% melalui pendekatan Lean Six Sigma–DMAIC. (Sirajudeen & Krishnan, 2022) juga menunjukkan bahwa penerapan *Value Stream Mapping* (VSM) pada manufaktur komponen beton pracetak dapat mendukung identifikasi pemborosan dan perbaikan aliran proses. Berbeda dari penelitian terdahulu, penelitian ini menganalisis kecacatan produk (*defect*), waktu tunggu (*waiting*), dan penumpukan persediaan (*inventory*) pada produksi *paving block*, serta mengaitkannya dengan efisiensi proses dan estimasi kerugian finansial di PT. XYZ. Berdasarkan *future VSM*, usulan perbaikan diproyeksikan menurunkan *production lead time* dari 2.883 menjadi 1.914 menit dan meningkatkan PCE dari 37,45% menjadi 43,88%. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi berupa evaluasi kualitas produk, efisiensi proses, dan estimasi kerugian finansial sebagai dasar penyusunan usulan perbaikan produksi.

4. Kesimpulan

Proses produksi *paving block* di PT. XYZ menghadapi tiga jenis *waste* utama, yaitu *defect, waiting,* dan *inventory*, dengan total 53.949 produk cacat dari 4.667.001 unit produksi pada tahun 2025. Cacat retak dan sudut sumpil menjadi prioritas perbaikan karena menyumbang 86,5% dari total cacat. Penerapan Lean Six Sigma melalui kerangka DMAIC menunjukkan nilai DPMO sebesar 2.649,66 dan level sigma 4,29, tetapi hasil *capability analysis* dengan nilai Cpk −0,77 dan Ppk −0,70 menunjukkan bahwa proses belum mampu memenuhi spesifikasi secara konsisten. Selain itu, *current Value Stream Mapping* (VSM) menghasilkan *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebesar 37,45%, dengan waktu tunggu 65 menit per siklus produksi dan estimasi kerugian *inventory* sebesar Rp18.000.000 per hari. Usulan perbaikan melalui *Kaizen Five-M Checklist*, *Kaizen Five-Step Plan*, analisis 5W+1H, dan *Future Value Stream Mapping* (FVSM) mencakup peningkatan kompetensi operator, perawatan mesin secara berkala, pengendalian kualitas, serta penyesuaian jumlah produksi dengan kapasitas penyimpanan. Hasil FVSM memproyeksikan penurunan *production lead time* dari 2.883 menjadi 1.914 menit dan peningkatan PCE dari 37,45% menjadi 43,88%. Kontribusi penelitian ini terletak pada hasil analisis kualitas produk, efisiensi proses, dan estimasi kerugian finansial yang menjadi dasar penyusunan usulan perbaikan produksi *paving block*. Namun, usulan perbaikan tersebut belum diuji melalui implementasi langsung. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat menerapkan usulan tersebut untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap kualitas produk, efisiensi proses, dan biaya produksi.

Referensi

Abuzied, Y. (2022). A Practical Guide to the Kaizen Approach as a Quality Improvement Tool. *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, *5*(3), 79–81. https://doi.org/10.36401/jqsh-22-11

Adeodu, A., Maladzhi, R., Kana-Kana Katumba, M. G., & Daniyan, I. (2023). Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach. A case of third party logistics (3PL) services. *Heliyon*, *9*(4), e14915.

https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14915
Daniyan, I., Adeodu, A., Mpofu, K., Maladzhi, R., & Kana-Kana Katumba, M. G. (2022). Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry. *Heliyon*, *8*(3), e09043. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09043
Dwiguna, S., & Amalia, A. N. (2023). Analisa Kualitas Produk Staple Fiber Reguler Dengan Metode Six Sigma DMAIC Di PT. Asia Pacific Fibers. *Metode: Jurnal Teknik Industri*, *9*(2), 110-123.
Eko, S., Sugiarto, A., Robiansyah, M. R., Octavianto, A., & Kurnia, H. (2026). Analisis Six Sigma untuk Mengurangi Cacat Karton pada Mesin Wraparound. *Metode: Jurnal Teknik Industri*, *12*(1), 39-51. https://doi.org/10.33506/mt.v12i1.5092
Fathurohman, D. M. H., Purba, H. H., & Trimarjoko, A. (2021). Value stream mapping and six sigma methods to improve service quality at automotive services in Indonesia. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, *4*(2), 36–54. https://doi.org/10.31181/oresta20402036f
Fibriani, L., Garside, A. K., & Amallynda, I. (2024). Lean Six Sigma approach to improve the production process in the garment company: A case study. *Journal of Engineering and Management in Industrial System,* *11*(2), 153–168. https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2023.011.02.7
Gutierrez, J. M. C., Correa, M. N. M., Espinoza, J. M. V., & Cornejo, J. (2025). Lean Six Sigma for Industry 4.0 to Improve Sustainability and Supply Chain Efficiency in Manufacturing Companies: A Systematic Review. *ISAS 2025 - 9th International Symposium on Innovative Approaches in Smart Technologies, Proceedings*, 1–6. https://doi.org/10.1109/ISAS66241.2025.11101881
Jou, Y. T., Silitonga, R. M., Lin, M. C., Sukwadi, R., & Rivaldo, J. (2022). Application of Six Sigma Methodology in an Automotive Manufacturing Company: A Case Study. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(21), 1–27. https://doi.org/10.3390/su142114497
Kurniawan, M. A., & Wulandari, I. A. S. (2024). Integrasi vsm dan valsat di lean manufacturing untuk kurangi waste di pt. Spln. *Metode: Jurnal Teknik Industri*, *10*(2), 217-226. https://doi.org/10.33506/mt.v10i2.3448
Nurhayati, & Hasanah, A. N. (2022). Analisis kapabilitas proses produksi sediaan drop dengan menggunakan program statistik Minitab. *Majalah Farmasetika,* *7*(4), 325–406. https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v7i4.39297
Rusnidiyanto, Rakhmanhuda, I., & Mukti Pradanarka, A. (2024). Analysis of SQDCMPE based on Lean Concepts in the Daily Workwear Production Process at PT. XYZ's Convection Company. *Journal of Research and Technology*, *10*(2), 207–215 https://doi.org/10.55732/jrt.v10i2.1336
Sirajudeen, R. S., & Krishnan, K. A. (2022). Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study. *Materials Today: Proceedings*, *65*, 1105–1111 https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.159
Salwin, M., Pszczółkowska, K., Pałęga, M., & Kraslawski, A. (2023). Value-Stream Mapping as a Tool to Improve Production and Energy Consumption: A Case Study of a Manufacturer of Industrial Hand Tools. *Energies*, *16*(21). https://doi.org/10.3390/en16217292
Widiwati, I. T. B., Liman, S. D., & Nurprihatin, F. (2025). The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry. *Journal of Engineering Research (Kuwait)*, *13*(2), 611–626. https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.01.022