

Paving Block Product Quality Analysis Using Six Sigma and Kaizen Methods

Analisis Kualitas Produk Paving Block Menggunakan Metode Six sigma Dan RCA

Derif Danial Itsmet Akmal¹⁾, Inggit Marodiyah ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: inggit@umsida.ac.id

Abstract. CV. Bentonite Clay experienced various problems, including a high defect rate reaching an average of 4% per month and exceeding the company standard of 2%. The dominant types of defects include cracks, chips, breaks, and uneven surfaces with a total of 8,194 units of defects from 220,907 production units during January–March 2025. The purpose of this study was to determine the highest defects, root causes and provide recommendations for improvement. To conduct this study, the six sigma method was used to identify defect characteristics, calculate DPMO values and sigma levels, and analyze the root causes of problems and kaizen to formulate continuous improvement proposals. The results showed that the highest cause was the chip defect caused by the process of releasing from the mold that was not careful, the quality of the mold was worn, or impacts during the process of moving and arranging paving blocks after production. And for recommendations for improvements to gupil defects, namely improvements in the process of improving raw materials such as sand and cement by using good materials to produce denser and stronger paving, improvements in the mixing process with a mixture composition that meets standards, improvements in the molding process by adjusting the pressure of the press machine to ensure the mold is in precise condition, improvements in the lifting or moving process by using pallet or conveyor aids and training operators to be more careful in handling products.

Keywords – Quality; Paving Block; Six Sigma; Kaizen

Abstrak. CV. Bentonite Clay mengalami berbagai masalah, termasuk tingginya tingkat kecacatan mencapai rata rata 4% perbulan dan melebihi standar perusahaan sebesar 2%. Jenis cacat yang dominan meliputi retak, gupil, pecah, dan permukaan tidak rata dengan total cacat 8.194 unit dari 220.907 unit produksi selama Januari–Maret 2025. Tujuan mengetahui defect tertinggi, nilai dpmo dan rekomendasi perbaikan. Untuk melakukan penelitian ini menggunakan metode six sigma untuk mengidentifikasi karakteristik cacat, menghitung nilai DPMO dan tingkat sigma, serta menganalisis akar penyebab permasalahan dan kaizen untuk merumuskan usulan perbaikan secara berkelanjutan. Hasil menunjukkan penyebab tertinggi yaitu cacat gupil dengan nilai dpmo 95.467,52 yang disebabkan karena proses pelepasan dari cetakan yang kurang hati-hati, kualitas cetakan yang sudah aus, atau benturan saat proses pemindahan dan penyusunan paving block setelah produksi. Dan untuk rekomendasi perbaikan untuk cacat gupil yaitu perbaikan pada proses perbaikan bahan baku seperti pasir dan semen dengan menggunakan bahan yang baik untuk menghasilkan paving lebih padat dan kuat, perbaikan pada proses pencampuran dengan komposisi campuran yang sesuai standart, perbaikan pada proses pencetakan dengan mengatur tekanan mesin press untuk memastikan cetakan dalam kondisi presisi, perbaikan pada proses pengangkatan atau pemindahan dengan menggunakan alat bantu pallet atau conveyor dan melatih operator agar lebih hati hati dalam handling produk.

Kata Kunci – Kualitas; Paving Block; Six Sigma; RCA

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

CV. Bentonite Clay merupakan sebuah pabrik yang berkonsentrasi memproduksi bermacam-macam bentuk paving block dengan berbagai varian mulai dari bentuk persegi, segi enam, dan segitiga, industri manufaktur seperti paving block sendiri memiliki peran penting dalam mendukung pembangunan infrastruktur seperti jalan dan lingkungan permukiman. Tingginya permintaan pasar sering kali perusahaan mengabaikan standar kualitas produk yang telah ditetapkan oleh perusahaan, kualitas produk merupakan faktor penting dalam keputusan pembelian, peningkatan kualitas produk akan mendorong minat dan kepercayaan konsumen dan kualitas yang kurang baik dapat menyebabkan menurunnya kepercayaan serta keputusan konsumen untuk membeli[1]. Kualitas produk sangatlah mempengaruhi kepuasan pelanggan, karena kemampuan dalam suatu produk akan dapat memenuhi keinginan pelanggan. Kualitas yang semakin baik akan semakin menambah kepuasan konsumen terhadap produk tersebut[2].

Dalam proses produksinya CV. Bentonite Clay masih ditemukan tingkat kecacatan yang relatif tinggi seperti retak, pecah, gupil dan permukaan tidak rata, kondisi tersebut dapat menurunkan tingkat kepuasan pelanggan serta daya saing perusahaan, pada bulan Januari sampai dengan Maret 2025, perusahaan menghasilkan produk paving block sebanyak 220.907 *unit*. Pada bulan Januari menghasilkan produk 75.654 *unit* dengan total *reject* 2.889, Februari 71.389 *unit* dengan total *reject* 2.671, Maret 73.864 *unit* dengan total *reject* 2.634 *unit*. Didalam produksinya sendiri perusahaan dalam 3 bulan terakhir masih terdapat banyak kecacatan dengan paling banyak yaitu cacat gupil sebesar 2.783, dan untuk kecacatan produksi sendiri perusahaan masih mengalami cacat produksi tiap bulan cukup tinggi dengan rata-rata 4% angka tersebut melebihi standar yang telah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 2% tiap bulan.

Beberapa penelitian terdahulu yang digunakan untuk mendukung penelitian ini dilakukan oleh Fachrudin yang menjelaskan bahwa metode six sigma dengan pendekatan DMAIC terbukti mampu mengidentifikasi jenis cacat yang dominan dan menganalisis penyebab cacat serta memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat menurunkan tingkat kerusakan produk[3]. Penelitian yang dilakukan oleh Laurentine menjelaskan bahwa penerapan RCA digunakan untuk membantu menemukan usulan perbaikan yang tepat untuk setiap elemen kerja yang terlibat dengan tujuan perbaikan yang didapatkan dapat berjalan berkelanjutan sehingga dapat meminimalisir produk cacat yang dihasilkan[4]. Penelitian yang dilakukan oleh Hairiyah yang membahas tentang pengendalian kualitas menggunakan metode six sigma dan kaizen berfokus dalam mengurangi jumlah cacat produk roti dan meningkatkan kualitas produk tersebut pada PT UD CJ Bakery yang dimana harus melakukan perbaikan berkelanjutan dari masalah tersebut[1]. Tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang ada adalah sebagai berikut: (1) bagaimana penerapan metode six DMAIC dapat mengurangi tingkat kecacatan pada proses produksi. (2) merumuskan tindakan perbaikan untuk menjaga kualitas.

Six Sigma merupakan aktivitas disiplin yang berbasis pada analisis data dan digunakan untuk meminimalkan hingga menghilangkan tingkat kesalahan pada seluruh proses produksi[1]. Six sigma dapat meningkatkan kualitas produk dengan mengambil langkah-langkah yang dapat mengurangi risiko kegagalan produk cacat[5]. Tujuan six sigma untuk meningkatkan kinerja, mencapai tingkat kualitas yang tinggi, menghilangkan akar penyebab cacat, dan meminimalkan variasi pada proses dan produk[6]. DMAIC adalah bagian mendasar dari metode six sigma yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja proses dengan mengurangi atau menghilangkan cacat, DMAIC meliputi *define, measure, analyze, improve, control*[7]. Root cause analysis (RCA) adalah metode penyelidikan yang berkonsep mencari penyebab potensial dari berbagai kemungkinan faktor yang melatarbelakangi terjadinya masalah, dilakukan secara terstruktur untuk mendapati akar masalah sebenarnya[8].

II. METODE

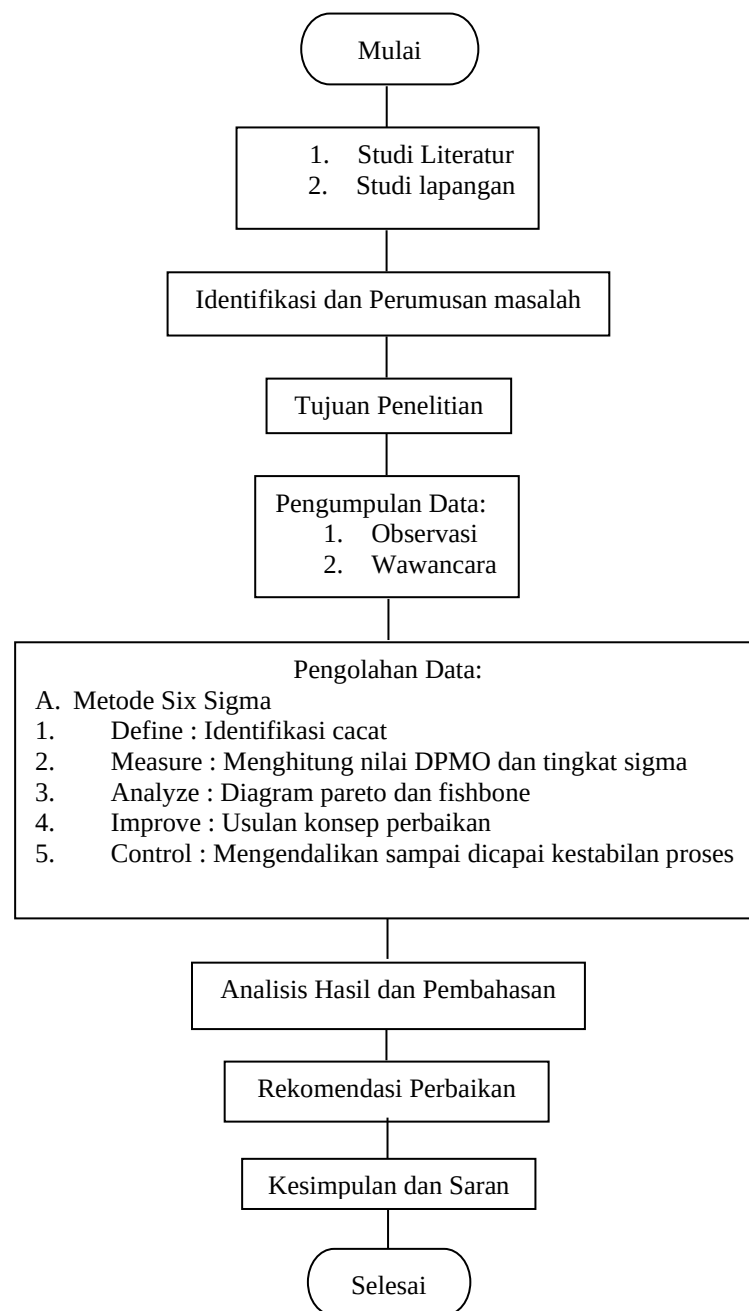
A. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di CV. Bentonite Clay salah satu industri manufaktur yang berada di Kabupaten Gresik. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan, dari bulan Januari sampai Maret 2025.

B. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data dengan beberapa metode untuk menyelesaikan studi kasus yang dilaksanakan di CV. Bentonite Clay, terdapat dua jenis data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan untuk mendapatkan informasi yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah observasi yang dilakukan dengan cara mengamati secara langsung proses produksi serta kondisi operasional untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di lingkungan kerja. Selanjutnya wawancara dilakukan dengan pihak yang memiliki pemahaman terhadap proses produksi seperti owner maupun operator dengan tujuan memperoleh informasi yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya permasalahan. Setelah itu ada data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini adalah tinjauan umum perusahaan, data jumlah produksi, data jumlah cacat produk dan data jenis cacat produk yang didapatkan dari perusahaan.

Diagram alur penelitian yang menunjukkan tahapan-tahapan dalam penelitian yang dilakukan. Berikut ini merupakan diagram alur penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini, menggunakan dua jenis metode, yakni kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif dilakukan melalui observasi lapangan dengan mengamati aktivitas yang dilakukan oleh bagian produksi. Selanjutnya, data hasil pengamatan dicatat dan objek penelitian diidentifikasi untuk pengumpulan data produksi dan jenis kecacatan pada setiap produk. Selain itu, dilakukan wawancara dengan kepala bagian produksi, dengan sejumlah pertanyaan yang hasilnya dicatat sebagai bagian dari pengumpulan data. Sementara itu, metode kuantitatif menggunakan metode six sigma dengan kaizen.

A. Six Sigma

Six sigma merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi cacat produk[9]. Six sigma termasuk strategis yang berfokus pada peningkatan kepuasan konsumen. Berikut merupakan langkah-langkah yang dipakai metode six sigma yaitu:

1. Define

Pada tahap *define* dilakukan identifikasi masalah kualitas yang dialami pada saat proses produksi, pada tahap ini produk yang mengalami kecacatan akan dicari tahu akar penyebab kecacatan dengan berdasarkan pada

permasalahan yang ada[1]. Jika hal tersebut diketahui langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan karakteristik kualitas CTQ untuk menggambarkan kebutuhan pelanggan terhadap produk. Diagram CTQ menyajikan karakteristik cacat yang paling kritis menurut pelanggan[10].

2. Measure

Tahap measure bertujuan untuk melakukan pengukuran terhadap permasalahan yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya guna mencari solusinya, serta menyusun indikator atau metrik pengukuran yang efektif untuk memantau target yang telah ditentukan, melalui tahap ini dapat diketahui tingkat pengendalian statistik pada proses produksi sekaligus dihitung nilai DPMO dan nilai sigma yang mencerminkan kinerja kualitas proses produksi[11]. Berikut merupakan tahap-tahap measure yang harus dilakukan:

a. Peta Kendali P

Peta kendali P digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan atau yang dikategorikan cacat[12]. Selain itu ada komponen-komponen khusus yang membentuk peta kendali, yaitu UCL (Upper Central Line), CL (Central Line) dan LCL (Lower Central Line). Berikut merupakan rumus untuk mencari peta kendali adalah sebagai berikut:

- Presentase Masalah atau Cacat.

$$P = \frac{np}{n} \quad (1)$$

Sumber:[13]

Keterangan:

n = jumlah sampel

np = jumlah kecacatan

p = rata-rata proporsi kecacatan

- Perhitungan baris CL bertujuan untuk menilai rata-rata kesalahan atau masalah.

$$CL = \frac{\sum X}{\sum N} \quad (2)$$

Sumber:[14]

Keterangan:

$\sum X$ = Jumlah total yang rusak

$\sum N$ = Jumlah total yang diperiksa

- Perhitungan batas kendali atas *Upper Central Line* (UCL) digunakan untuk menilai apakah data berada dalam kondisi kendali atau tidak.

$$UCL = P + 3 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{n} \quad (3)$$

Sumber:[13]

Keterangan:

p = Rata-rata kecacatan produk

n = Jumlah produksi

- Perhitungan batas kendali bawah (LCL) digunakan untuk menilai apakah data berada dalam kondisi kendali atau tidak.

$$LCL = P - 3 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{n} \quad (4)$$

Sumber:[15]

Keterangan:

p = Rata-rata kecacatan produk

n = Jumlah produksi

b. Tahap analisis DPMO dan tingkat sigma

Untuk melakukan analisis DPMO dan menentukan tingkat nilai sigma dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah yang ada dalam tabel analisis DPMO dan tingkat sigma. Berikut merupakan rumus untuk menghitung nilai DPMO:

- Pengukuran *Defect per Opportunities* (DPO)

DPO merupakan pengukuran kesalahan yang menunjukkan jumlah kesalahan per satu peluang dengan menggunakan rumus yaitu:

$$DPO = \frac{\text{Total Defect}}{\text{Total produk} \times \text{CTQ}} \quad (5)$$

Sumber:[16]

- Perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO)

DPMO adalah kinerja kualitas sebagai tingkat kerusakan per satu juta peluang yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1.000.000 \quad (6)$$

Sumber:[17]

- Perhitungan Sigma Level

Perhitungan sigma level menggunakan Microsoft Excel dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{normsinv} \left(\frac{10^6 - \text{DPMO}}{10^6} \right) + 1,5 \quad (7)$$

Sumber:[18]

3. *Analyze*

Tahap *analyze* mengidentifikasi penyebab atau akar penyebab dari terjadinya cacat dan kesalahan dalam suatu proses, pada tahap ini data yang telah diolah akan dianalisis untuk mengetahui hubungan antar variabel proses dan mengidentifikasi metode perbaikan[19].

4. *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap pemberian usulan rencana tindakan perbaikan untuk melaksanakan peningkatan kualitas[20].

5. *Control*

Control merupakan tahap peningkatan kualitas dengan memastikan level baru kinerja dalam kondisi standar dan terjaga nilai-nilai peningkatannya[1].

B. *Kaizen*

Berikut merupakan langkah-langkah menyelesaikan permasalahan menggunakan metode *kaizen* PDCA antara lain yaitu:

- *Plan* (rencana) tahap *Plan* diawali dengan memahami dasar teori yang akan digunakan dalam implementasi dengan diikuti survei kondisi pada bagian produksi kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data yang relevan.
- *Do* (pelaksanaan) tahap *Do* merupakan sebuah step untuk melaksanakan rencana perbaikan pada masalah yang sudah ditemukan di lapangan.
- *Check* (pemeriksaan) tahap *Check* 5simp konfirmasi hasil perbaikan dan penyesuaian.
- *Action* (tindakan) dengan mengambil kesimpulan dari proses perbaikan dan hasil yang diperoleh.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah rangkuman produk cacat dari produk paving dalam satu tahu yaitu dari bulan januari 2025 hingga maret 2025. Informasi ini mencakup produksi barang dan juga produk yang gagal (*reject*) berdasarkan pengamatan langsung di CV. Bentonite Clay selama periode penelitian. Rincian data terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Cacat dan Jumlah Produksi

Bulan	Jumlah Produksi	Retak	Gupil	Tidak Rata	Pecah	Total
Januari	75.654	890	932	447	620	2.889
Februari	71.389	801	978	436	456	2.671
Maret	73.864	886	873	443	432	2.634
Total	220.907	2.577	2.783	1.326	1.508	8.194

Pada tabel 1 terdapat bahwa bulan januari perusahaan memiliki jumlah produksi paving sebanyak 75.654 dengan total kecacatan sebesar 2.889. pada bulan februari perusahaan memiliki jumlah produksi paving sebanyak 71.389 dengan total kecacatan sebesar 2.671 pada bulan maret perusahaan memiliki jumlah produksi paving sebanyak 73.864 dengan total kecacatan sebesar 2.634.

B. *Tahap Define*

Tahap *define* ini dilakukan analisis jenis cacat beserta jumlahnya pada proses produksi paving block di cv. bentonite clay.

1. Penentuan nilai *Critical to Quality* (CTQ), dapat dilakukan identifikasi *Critical to Quality* (CTQ) sebagai berikut

Tabel 2. Critical to Quality Produk Paving

No	Critical to Quality	Penyebab
1	Paving Block Retak	Paving block retak disebabkan oleh komposisi campuran bahan yang tidak sesuai, seperti terlalu sedikit semen atau terlalu banyak air dan juga proses pengeringan yang terlalu cepat, tekanan cetakan yang tidak stabil, serta proses curing (perawatan) yang kurang optimal juga dapat menyebabkan munculnya retakan pada permukaan paving block
2	Paving Block Gupil	Paving block gupil disebabkan karena proses pelepasan dari cetakan yang kurang hati-hati, kualitas cetakan yang sudah aus, atau benturan saat proses pemindahan dan penyusunan paving block setelah produksi.
3	Paving Block Tidak Rata	Paving block tidak rata disebabkan oleh tekanan mesin cetak yang tidak merata, permukaan cetakan yang tidak rata, campuran bahan yang tidak merata serta proses pemadatan yang kurang maksimal
4	Paving Block Pecah	Paving block pecah disebabkan oleh kualitas bahan baku yang kurang baik perbandingan campuran semen dan agregat yang tidak tepat, tekanan cetakan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, serta kesalahan dalam proses penanganan, penyimpanan, atau pengangkutan yang menyebabkan paving block mengalami benturan atau tekanan berlebih

C. Tahap Measure

1. Peta Kendali

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan data secara kuantitatif dan pembuatan diagram peta kendali untuk mengukur kualitas proses produksi pada CV. Bentonite Clay selama bulan Januari - Maret 2025. Berikut merupakan perhitungan peta kendali pada cacat produksi paving block yang diperoleh dari persamaan rumus:

a. Menghitung Proporsi setiap periode

$$\text{Proporsi} = \frac{\text{jumlah total defect}}{\text{jumlah total sampel}}$$

$$\text{Proporsi} = \frac{2.889}{75.654}$$

$$\text{Proporsi} = 0,038$$

b. Menghitung Garis Tengah (Center Line / CL)

$$\text{CL} = \frac{\text{jumlah defect}}{\text{jumlah total produksi}}$$

$$\text{CL} = \frac{8.194}{220.907}$$

$$\text{CL} = 0,037$$

c. Perhitungan Upper Control Limit (UCL)

$$\text{UCL} = P + 3 \sqrt{\frac{P(1-P)}{a}}$$

$$\text{UCL} = 0,037 + 3 \sqrt{\frac{0,037(1-0,037)}{220,907}}$$

$$\text{UCL} = 0,037 + 3 \sqrt{\frac{0,036}{220,907}}$$

$$\text{UCL} = 0,037 + 0,0004$$

$$\text{UCL} = 0,038$$

d. Perhitungan Lower Control Limit (LCL)

$$\text{UCL} = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\text{UCL} = 0,037 - 3 \sqrt{\frac{0,037(1-0,037)}{220,907}}$$

$$\text{UCL} = 0,037 - 3 \sqrt{\frac{0,038}{220,907}}$$

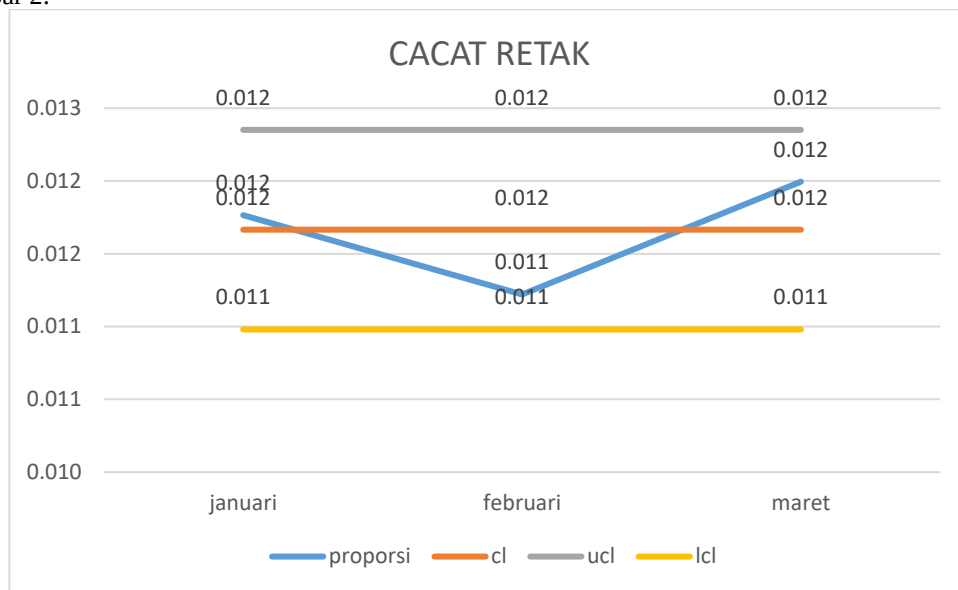
$$\text{UCL} = 0,037 - 0,0004$$

$$\text{UCL} = 0,036$$

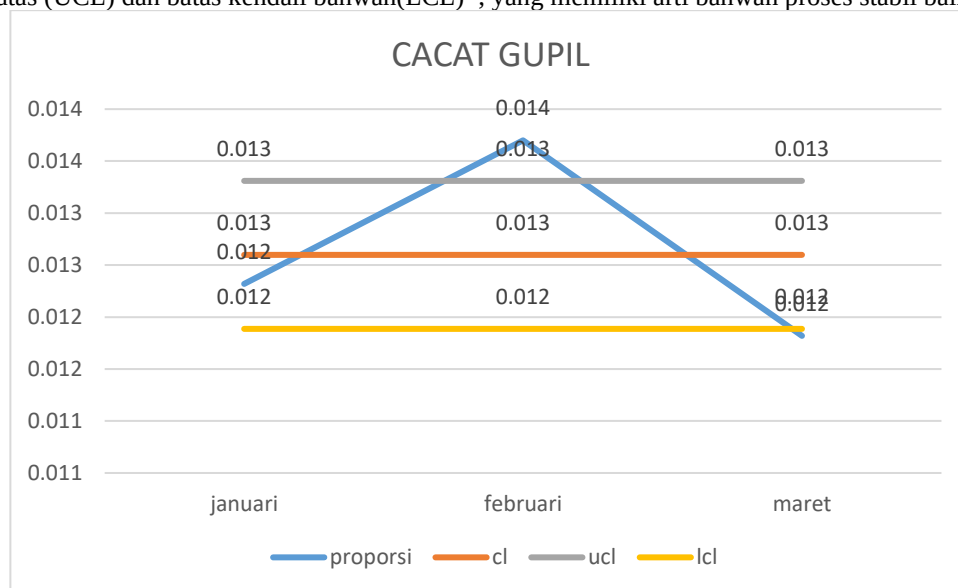
Tabel 4. Perhitungan Peta Kendali

No	Periode	Total Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi	CL	UCL	LCL
1	Januari	75.654	2.889	0,038	0,037	0,038	0,036
2	Februari	71.389	2.671	0,037	0,037	0,038	0,036
3	Maret	73.864	2.634	0,036	0,037	0,038	0,036
Total		220.907	8.194				
Rata-Rata		73,635	2,049				

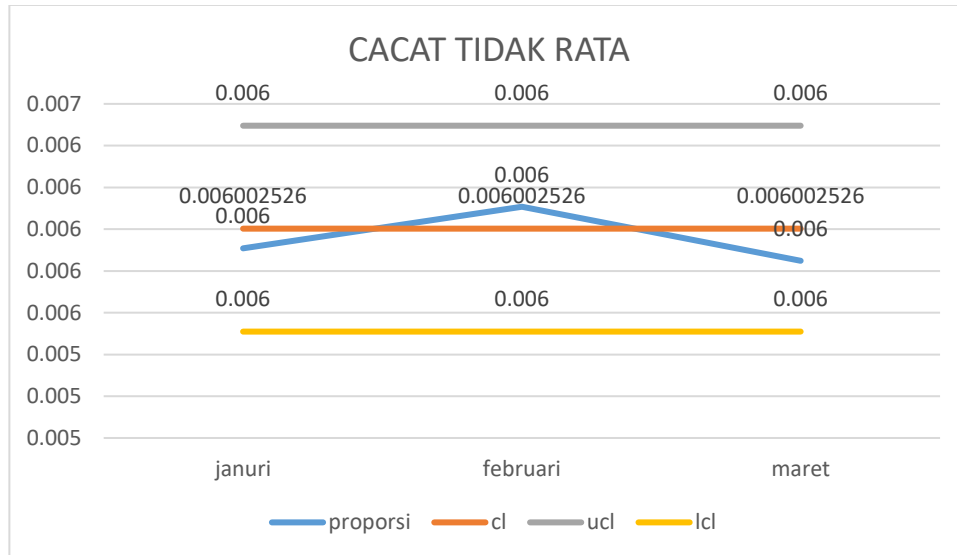
Setelah menganalisis data yang diperoleh dari Perusahaan, peta kendali (*P-Chart*) telah disusun dan dapat dilihat dalam Gambar 2.

**Gambar 2.** Peta Kendali Cacat Retak

Dari peta kendali P diatas yang menunjukkan hasil analisis grafik kontrol proporsi (p-chart) untuk periode januari hingga maret, total produksi paving block retak yang dievaluasi tercatat sebesar 2.577. Nilai garis tengah (CL) sebesar 0,012, Batas kontrol atas (UCL) sebesar 0,012 dan batas kontrol bawah (LCL) sebesar 0,011 digunakan sebagai parameter statistik untuk menilai stabilitas proses pengendalian mutu.. Dengan jumlah proporsi tersebut tidak melebihi batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah(LCL) , yang memiliki arti bahwa proses stabil baik.

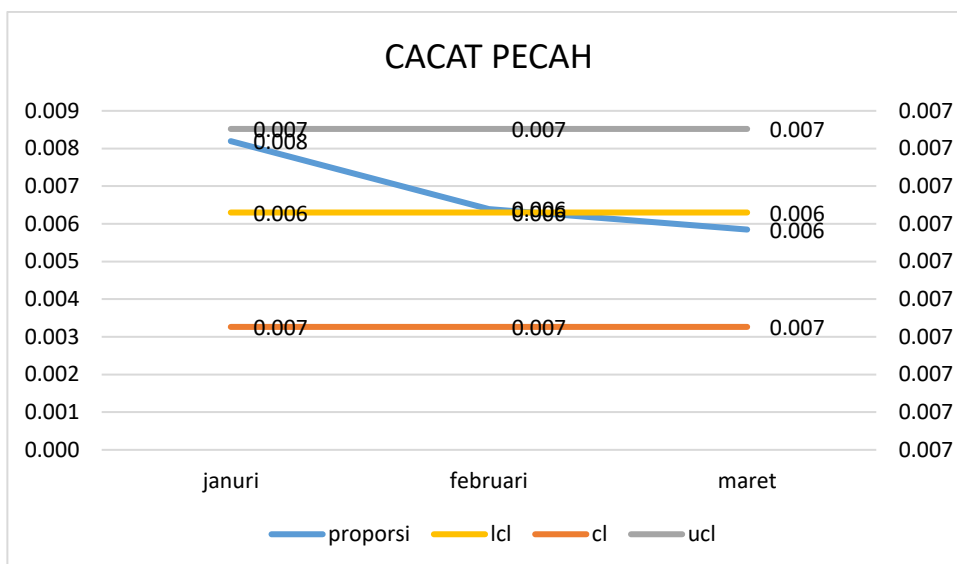


Dari peta kendali P diatas yang menunjukkan hasil analisis grafik kontrol proporsi (p-chart) untuk periode januari hingga maret, total produksi paving block retak yang dievaluasi tercatat sebesar 2.783. Nilai garis tengah (CL) sebesar 0,013, Batas kontrol atas (UCL) sebesar 0,013 dan batas kontrol bawah (LCL) sebesar 0,012 digunakan sebagai parameter statistik untuk menilai stabilitas proses pengendalian mutu.. Dengan jumlah proporsi tersebut melebihi batas kendali atas (UCL) dan tidak melebihi batas kendali bawah(LCL) , yang memiliki arti bahwa proses tidak stabil



Gambar 4. Peta Kendali Cacat Tidak Rata

Dari peta kendali P diatas yang menunjukkan hasil analisis grafik kontrol proporsi (p-chart) untuk periode januari hingga maret, total produksi paving block retak yang dievaluasi tercatat sebesar 1.326. Nilai garis tengah (CL) sebesar 0,006, Batas kontrol atas (UCL) sebesar 0,006 dan batas kontrol bawah (LCL) sebesar 0,006 digunakan sebagai parameter statistik untuk menilai stabilitas proses pengendalian mutu.. Dengan jumlah proporsi tersebut tidak melebihi batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah(LCL) , yang memiliki arti bahwa proses stabil baik



Gambar 5. Peta kendali Cacat Pecah

Dari peta kendali P diatas yang menunjukkan hasil analisis grafik kontrol proporsi (p-chart) untuk periode januari hingga maret, total produksi paving block retak yang dievaluasi tercatat sebesar 1.508. Nilai garis tengah (CL) sebesar 0,007, Batas kontrol atas (UCL) sebesar 0,007 dan batas kontrol bawah (LCL) sebesar 0,006 digunakan sebagai parameter statistik untuk menilai stabilitas proses pengendalian mutu.. Dengan jumlah proporsi tersebut tidak melebihi batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah(LCL) , yang memiliki arti bahwa proses stabil baik

b. Perhitungan DPMO dan Level Sigma

Pada tahap ini menghitung data *Defect per Opportunities* (DPO), *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan Level Sigma.

A. Perhitungan *Defect per Opportunities* (DPO)

$$DPO = \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah produk} \times \text{jumlah CTQ}}$$

$$DPO = \frac{2.889}{75.654 \times 4}$$

$$DPO = \frac{2.889}{302.616}$$

$$DPO = 0,010$$

B. Perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,010 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 95.467,52$$

C. Perhitungan Level Sigma

$$\text{Level sigma} = \text{NORSINV} \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = \text{NORSINV} \left(\frac{1.000.000 - 95.467,52}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = \text{NORSINV} \left(\frac{990.453,25}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = \text{NORSINV} (0,990) + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = 2,344 + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = 3,844 \text{ (tingkat sigma)}$$

Perhitungan ini konversi nilai sigma dari DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) menjadi nilai sigma dengan menggunakan Microsoft Excel dengan rumus = NORMSINV ((1000000-DPMO)/1000000)+1,5. Maka nilai DPMO 2,344 adalah sigma 3,844. Setelah dilakukan perhitungan secara lengkap pada setiap bulan

Tabel 5. Hasil DPMO dan Level Sigma

No	Bulan	Jumlah produksi	Jumlah cacat	Jumlah CTQ	DPO	DPMO	Level Sigma
1	Januari	75.654	2.889	4	0,010	9,546	3,844
2	Februari	71.389	2.671	4	0,009	9,353	3,851
3	Maret	73.864	2.634	4	0,009	8,915	3,869

Dari tabel 5 dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai DPMO yaitu 9,271 perbulan yang berarti proses mempunyai peluang menghasilkan cacat 9,271 sehingga diperoleh nilai sigma sebesar 3,844

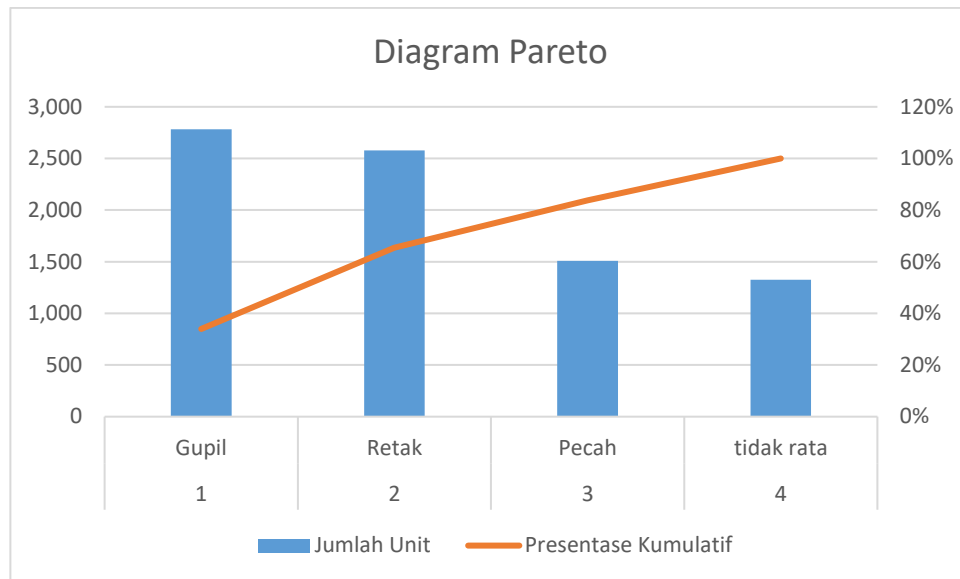
D. Analyze

1. Tabel data diagram pareto

Tabel 6. Tabel Presentase cacat

No	Kriteria Kecacatan	Jumlah Unit	Presentase
1	Gupil	2.783	34%
2	Retak	2.577	31%
3	Pecah	1.508	18%
4	tidak rata	1.326	16%
Jumlah		8.194	100%

Tahap kedua dari tabel 6 yang dilakukan adalah mengidentifikasi faktor penyebab cacat pada kemasan adalah membuat diagram *pareto*. Berikut adalah diagram *pareto* jumlah kecacatan selama periode produksi.

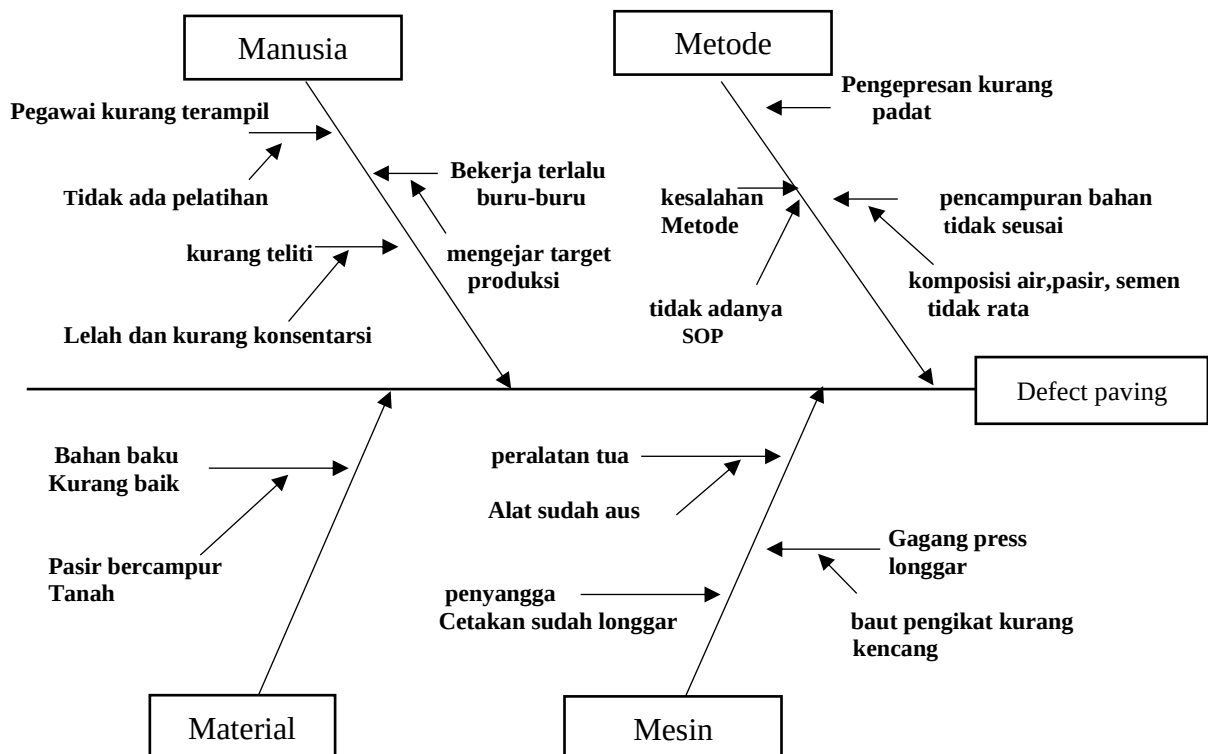


Gambar 6. Diagram Pareto

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan diagram Pareto, diketahui bahwa jenis cacat yang paling dominan selama periode pengamatan adalah cacat gupil dengan total 2.783 unit, diikuti oleh cacat retak dengan total 2.577 unit dan pecah dengan total 1.508 unit dan tidak rata dengan total 1.326 unit. Hasil diagram *pareto* menunjukkan bahwa sebagian besar permasalahan kualitas berasal dari beberapa jenis cacat utama yang memiliki frekuensi kejadian paling tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa upaya pengendalian kualitas perlu difokuskan pada jenis cacat dominan agar perbaikan yang dilakukan dapat lebih efektif dalam menurunkan tingkat kecacatan produk. Dengan mengetahui prioritas permasalahan melalui diagram *pareto*, perusahaan dapat menentukan langkah perbaikan yang lebih tepat dan terarah dalam meningkatkan kualitas proses produksi.

2. Diagram Fishbone

Langkah ke-2 adalah penyusunan diagram *fishbone* untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecacatan patah pada paving block berdasarkan aspek manusia, metode, mesin, material, .



Gambar 7. Fishbone diagram

Dari gambar 5 dapat dianalisa akar kecacatan produk terjadi karena beberapa faktor diantara lain yaitu:

1. *Man* (manusi) faktor manusia, cacat produk terjadi karena kurangnya keterampilan pekerja akibat tidak adanya pelatihan, kurangnya ketelitian yang disebabkan oleh lelah dan kurangnya konsentrasi, serta bekerja terlalu buru-buru hal ini disebabkan oleh mengejar target produksi yang tinggi.
2. *Material* (bahan baku) dari faktor material, kecacatan produk terjadi disebabkan oleh bahan baku yang kurang baik yang disebabkan oleh pemilihan bahan baku yang kurang baik dan juga penyimpanan bahan baku yang kurang baik sehingga berpengaruh pada kualitas bahan baku.
3. *Machine* (mesin) dari faktor mesin, peralatan sudah tua yang disebabkan alat sudah aus, penyangga cetakan sudah longgar karena terlalu sering digunakan dapat mengganggu pekerjaan sehingga berpengaruh pada kualitas produk, dan gagang press sudah longgar karena baut pengikat kurang kencang.
4. *Method* (metode) dari faktor metode, terjadinya kesalahan metode yang disebabkan karena tidak adanya sop pada perusahaan sehingga para pekerja bekerja tidak menggunakan standar pada umumnya, pengepresan kurang padat dikarenakan masih menggunakan manual, dan pencampuran bahan tidak sesuai disebabkan oleh komposisi bahan tidak tepat.

E. Improve

1. Setelah diidentifikasi lalu diketahui penyebab yang dominan akibat terjadinya produk cacat, langkah selanjutnya membuat rencana perbaikan. Rencana perbaikan dilakukan melalui implementasi RCA

Tabel 8. Alternatif perbaikan

No	Faktor	Masalah	Penyebab	Pemecahan masalah (usulan Perbaikan)
1	Manusia	Kurangnya keterampilan	Kurang pengalaman	Diperlukan penyelenggaraan pelatihan dan pengenalan secara berkala kepada para karyawan
		Bekerja terlalu buru-buru	Mengejar target produksi yang terlalu banyak	Diperlukan penambah SDM ketika target produksi terlalu banyak
		Peralatan sudah tua	Alat sudah aus	Melakukan pengecekan kondisi alat sebelum digunakan produksi dan melakukan perawatan secara berkala
2	Mesin	Kurangnya ketelitian	Lelah dan kurang konsentarsi	Lebih banyak pengawasan yang diberlakukan terhadap karyawan saat mereka sedang bekerja
		Penyangga cetakan sudah longgar	Karena terlalu sering digunakan	Melakukan pemeriksaan terhadap penyangga cetakan berada dalam kondisi baik pada saat akan dilakukan pencetakan
		Gagang press longga	Baut pengikat kurang kencang	Periksa apakah gagang atau sekrup pengepresan sudah benar-benar kencang dan dalam kondisi baik (tidak kendor) dan pastikan hasil pengepresan benar-benar kokoh
3	Material	Bahan baku kurang baik	Pasir bercampur tanah	Pastikan pasir yang diterima atau pasir yang digunakan tidak mengandung campuran tanah
		Kesalahan metode	Tidak adanya SOP	Membuat SOP tentang kedisiplinan karyawan, material, alat, mesin, dan melaksanakan SOP secara berkelanjutan
4	Metode	Pengepresan kurang padat	Masih menggunakan pengepresan manual	Jika memungkinkan perusahaan membeli alat press otomatis agar meminimalisir paving mengalami defect
		Pencampuran bahan tidak sesuai	Komposisi air, pasir, semen tidak tepat	Memastikan bahan yang tercampur sesuai dengan yang telah ditetapkan perusahaan[1].

Berdasarkan data tabel 8, penerapan kaizen memungkinkan evaluasi menyeluruh terhadap keempat elemen untuk mengidentifikasi bidang-bidang yang memerlukan perbaikan dan menerapkan langkah-langkah perbaikan yang tepat. Pendekatan ini mendorong peningkatan yang berkelanjutan dengan memperbaiki efisiensi, produktivitas, dan kualitas dalam aspek-aspek manusia, metode, mesin, dan material. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat mencapai tujuan secara lebih efektif dan mempertahankan daya saing yang lebih tinggi di pasar.

F. Control

Pada tahap pengendalian ini berfokus pada perbaikan yang akan terus berlanjut. Perbaikan ini menggunakan usulan konsep yang akan terus menerus akan dilakukan oleh berbagai pihak dengan membuat atau menentukan proses standard operasional yang akan dipergunakan dalam pengawasan dalam proses produksi terhadap terjadinya kegagalan agar kegagalan dapat diminimalisir dan bisa meningkatkan produktifitas kerja.

Tabel 9. Usulan perbaikan menggunakan RCA

No	Five Step Plan	Pemecahan Masalah
1	Seiri/Ringkas	1. Mengelompokkan bahan baku yang dapat digunakan dan tidak dapat digunakan 2. Mengelompokkan dan menyimpan barang-barang yang tidak diperlukan, termasuk - Mesin atau peralatan kerja yang mengalami kerusakan. - Mesin atau perlengkapan kerja yang tidak digunakan secara aktif. - Faktor yang tidak berhubungan dengan pekerjaan
2	Seiton/ Rapi	1. Simpan peralatan dengan teratur di lokasi penyimpanan yang telah ditetapkan. 2. Menyimpan peralatan atau bahan berdasarkan seberapa sering alat atau bahan tersebut digunakan.
3	Seiso/Resik	1. Membersihkan area kerja sebelum dan setelah pekerjaan dilakukan, memastikan lingkungan kerja tetap nyaman dan bersih. 2. Membersihkan peralatan yang telah digunakan setelah proses produksi selesai
4	Seiketsu/ Rawat	1. Menandai peralatan sesuai dengan fungsinya, jenis, dan ukurannya, menyusun prosedur operasional standar untuk operator, serta menyediakan instruksi di lokasi penyimpanan peralatan, material, dan barang selama dan setelah proses produksi. 2. Membuat petunjuk mengenai tempat penyimpanan alat, membuat SOP tentang tempat, mesin, dan alat; memasang poster 5S.
5	Shitsuke/Rajin	1. Menjalankan konsep 5S secara kontinu dan tanpa pengecualian, dengan karyawan dan pemilik mitra menjadi pengawas, bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih teratur dan memberikan tanggung jawab yang lebih personal kepada setiap individu. 2. Melaksanakan praktik seiri, seiton, seiko, seiketsu, dan shitsuke secara konsisten tanpa pengecualian, bertujuan supaya operator dan manajemen perusahaan terus menerus menciptakan lingkungan kerja yang lebih kondusif

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *Six Sigma* dan *RCA* berhasil mengidentifikasi tingkat dan penyebab utama kecacatan paving block pada CV Bentonite Clay. Defect tertinggi pada penelitian ini adalah Paving block gupil yang disebabkan karena proses pelepasan dari cetakan yang kurang hati-hati, kualitas cetakan yang sudah aus, atau benturan saat proses pemindahan dan penyusunan paving block setelah produksi. Analisis akar penyebab mengungkapkan bahwa rekomendasi perbaikan untuk cacat gupil yaitu perbaikan pada proses perbaikan bahan baku seperti pasir dan semen dengan menggunakan bahan yang baik untuk menghasilkan paving lebih padat dan kuat, perbaikan pada proses pencampuran dengan komposisi campuran yang sesuai standart, perbaikan pada proses pencetakan dengan mengatur tekanan mesin press untuk memastikan cetakan dalam kondisi presisi, perbaikan pada proses pengangkatan atau pemindahan dengan menggunakan alat bantu pallet atau conveyor dan melatih operator agar lebih hati-hati dalam handling produk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan CV. Bentonite Clay atas dukungan dan kontribusi yang telah diberikan selama proses penyusunan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] I. Islacha and I. Marodiyah, "Quality Control Analysis Of The Risk Of Paving Product Damage Using Six Sigma and Kaizen Methods [Analisis Quality Control Terhadap Risiko Kerusakan Produk Paving Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Dan Kaizen]," pp. 1–15, 2023.
- [2] D. A. N. Harga, T. Loyalitas, and A. F. Sholikhah, "MELALUI KEPUASAN PELANGGAN MIE GACOAN DI," vol. 2, 2023.
- [3] F. Fachrudin, A. Zaqi, and A. Faritsy, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS UNTUK MENURUNKAN JUMLAH CACAT BENANG COTTON DENGAN METODE SIX SIGMA (DMAIC)," vol. 3, no. 1, 2025.
- [4] S. E. Mahardhika, A. Z. Al-faritsy, J. T. Industri, F. Sains, and U. T. Yogyakarta, "Meminimalisir Produk Cacat Pada Produksi Batik Cap Menggunakan Penerapan Metode Six Sigma Dan Kaizen," vol. 9, no. 2, pp. 464–471, 2023.
- [5] D. S. Ramadhani and B. D. Ifalda, "Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Gula dengan Pendekatan Six Sigma pada PT . Sinergi Gula Nusantara," vol. 0741, pp. 17–26, 2025, doi: 10.28989/jumantara.v4i1.2832.
- [6] A. Widodo and D. Soediantono, "Benefits of the Six Sigma Method (DMAIC) and Implementation Suggestion in the Defense Industry : A Literature Review Manfaat Metode Six Sigma (DMAIC) dan Usulan Penerapan Pada Industri Pertahanan : A Literature Review," vol. 3, no. 3, pp. 1–12, 2022.
- [7] H. Yulius, T. Ernita, B. Rachman, and F. Salma, "Usulan Perbaikan Kualitas Produk Mi Kuning dengan Metode DMAIC pada Ud . Tani Mulia," vol. 24, pp. 261–268, 2024.
- [8] J. Manajemen, J. A. Hizbulloh, and H. C. Wahyuni, "MATRIK Integrasi Six Sigma dan Root Cause Analysis dalam Peningkatan Kinerja di PT XYZ," vol. XXIV, no. 1, pp. 73–82, 2023, doi: 10.350587/Matrik.
- [9] S. F. Utami, M. F. Almatsir, I. Mashabai, and N. Hudaningsih, "Analisis kualitas kopi arabika di matano coffee menggunakan metode six sigma DMAIC The analysis of arabica coffee quality in matano coffee using the six sigma DMAIC method," 2023, doi: 10.37373/jenius.v4i2.570.
- [10] A. Z. Al-faritsy, A. S. Wahyunoto, J. T. Industri, U. T. Yogyakarta, and K. Yogyakarta, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Meja Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT XYZ," vol. 4, no. 2, pp. 52–62, 2022.
- [11] D. L. Trenggonowati, A. Ridwan, M. Ulfah, L. Herlina, A. Bahauddin, and R. Ekawati, "Journal of System Engineering and Management," vol. 1, no. 1, 2022.
- [12] D. Sumarsono, W. Widiasih, P. Studi, T. Industri, and D. Pareto, "PRODUK DENGAN PENDEKATAN PETA KENDALI P SERTA USULAN PERBAIKAN," vol. 4, no. 1, pp. 1–16, 2024.
- [13] M. F. Figo, G. Sihombing, A. Bayu, and H. Yanto, "Implementasi Six Sigma Untuk Mengurangi Cacat Produk Menggunakan Metode DMAIC Pada PT . Suntory Garuda Beverage," vol. 6, no. 1, pp. 9–14, 2025.
- [14] D. R. Nasution, A. Hasibuan, and S. R. Sibuea, "Pengendalian Kualitas CPO untuk Meminimumkan ALB Menggunakan Metode DMAIC," 2023.
- [15] M. Rifaldi and W. Sudarwati, "Penerapan Metode Six Sigma dan FMEA Sebagai Usaha untuk Mengurangi Cacat pada Produk Bracket," no. April 2024, pp. 1–9, 1846.
- [16] P. Cv and J. Mulia, "USULAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK ORNAMEN DINDING MARMER TIPE PROFIL 15 CM DENGAN METODE SIX SIGMA (DMAIC)," 2023.
- [17] N. Imamah, A. Pusakaningwati, S. T. Industri, F. Teknik, and U. Y. Pasuruan, "As-Syirkah : Islamic Economics & Finacial Journal," vol. 3, pp. 1821–1840, 2024, doi: 10.56672/assyirkah.v3i4.339.
- [18] A. Y. Kusuma and A. Pusakaningwati, "Penerapan Metode Six Sigma dalam Analisis Kualitas Produk Obat Kolesterol 20 mg di PT Farmasi Pandaan," 2025.
- [19] P. Di, U. D. Cantenan, N. Jatun, K. Jakti, A. Zaqi, and A. Faritsy, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma dan TRIZ Untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan," vol. 2, no. 2, pp. 26–38, 2024.
- [20] D. Khalisan and A. Hasibuan, "Open Access PENGUNAAN METODE SIX SIGMA DALAM MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK USE OF THE SIX SIGMA METHOD IN IMPROVING PRODUCT QUALITY," vol. 02, no. 01, pp. 88–91, 2025.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.