

Analisis Pengendalian Kualitas Produk Paving *Block* Menggunakan *Software* Matlab di UD. Raja Paving

Nureni*, Emmalia Adriantantri, Reiny Ditta Myrtanti

Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur

*Koresponden email: renikates@gmail.com

Diterima: 14 Januari 2026

Disetujui: 22 Januari 2026

Abstract

Quality control is a critical aspect of the production process to ensure that the products manufactured meet the established quality standards. UD. Raja Paving continues to encounter issues related to a high number of defective products, with an average defect rate of 3.12% during the period of January–August 2025, exceeding the company's tolerance limit of 1%. This study aims to identify the factors causing defects in paving block products and to formulate improvement recommendations by applying the Six Sigma method using the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) approach, supported by Matlab software. The Measure phase resulted in an average DPMO value of 31,517 and a sigma level of 3.36, indicating that the production process has not yet achieved optimal capability. Pareto analysis showed that the most dominant defect type was chipped paving blocks, contributing 46% of total defects. The fishbone diagram and FMEA analysis identified improper dough texture as the main contributing factor, with the highest Risk Priority Number (RPN) of 252. Improvement recommendations focus on standardizing material composition, utilizing calibrated measuring tools, and enhancing supervision of the mixing process by the production supervisor. Through the implementation of these proposed actions, the company is expected to improve the consistency of paving block quality and reduce the defect rate sustainably.

Keywords: *six-sigma, fmea, matlab, quality control*

Abstrak

Pengendalian kualitas merupakan aspek penting dalam proses produksi untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi standar mutu yang ditetapkan. UD. Raja Paving masih menghadapi permasalahan tingginya jumlah produk cacat, dengan rata-rata persentase cacat sebesar 3,12% pada periode Januari–Agustus 2025, melebihi batas toleransi perusahaan yakni 1%. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab kecacatan produk paving *block* serta memberikan rekomendasi perbaikan menggunakan metode *Six-Sigma* dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yang didukung oleh *Software* Matlab. Tahap *Measure* menghasilkan nilai rata-rata DPMO sebesar 31.517 dan level sigma 3,36, menunjukkan bahwa proses produksi belum berada pada kondisi yang optimal. Hasil analisis Pareto menunjukkan bahwa cacat dominan adalah paving gupil sebesar 46%. Analisis *fishbone* dan FMEA mengidentifikasi tekstur adonan yang tidak sesuai sebagai faktor penyebab utama, dengan nilai RPN tertinggi sebesar 252. Usulan perbaikan difokuskan pada standarisasi komposisi material, penggunaan alat ukur takaran yang terkalibrasi, serta pengawasan proses pencampuran oleh kepala produksi. Melalui penerapan rekomendasi perbaikan ini, perusahaan diharapkan mampu meningkatkan konsistensi kualitas paving *block* dan menurunkan tingkat kecacatan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *six-sigma, fmea, matlab, pengendalian kualitas*

1. Pendahuluan

Pesatnya perkembangan perindustrian seperti transportasi, tatanan pertamanan kota dan perumahan turut mempengaruhi industri paving [1]. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan paving *block* yang semakin banyak digunakan sebagai pengganti aspal dengan keuntungan biaya perawatan paving *block* yang lebih murah dibandingkan dengan aspal, contohnya jalan perumahan yang banyak menggunakan paving *block* dibandingkan dengan penggunaan aspal. Paving *block* adalah komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat sejenis, air dan agregat halus dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu dari beton tersebut [2].

Dengan banyaknya industri paving, perusahaan dituntut untuk memproduksi produk dengan kualitas yang lebih tinggi. Perusahaan perlu memantau proses produksinya untuk memastikan kinerja tetap optimal, termasuk dalam menjaga kualitas produk. Pengendalian kualitas menjadi penting agar produk yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan, namun dengan waktu dan biaya yang efisien [3]. Agar

perusahaan memiliki daya saing tinggi dalam skala global, maka perusahaan harus mampu menghasilkan barang dan jasa yang berkualitas tinggi dengan harga bersaing. Untuk dapat menghasilkan barang dan jasa yang mampu bersaing di masa depan, diperlukan upaya yang tidak hanya bergantung pada keunggulan komparatif, tetapi juga pada keunggulan kompetitif. Keunggulan kompetitif tersebut dapat tercapai apabila pengelolaan sumber daya alam didukung oleh sumber daya manusia yang memiliki kemampuan dan potensi tinggi dalam mengelolanya secara efektif dan berkelanjutan[4].

UD. Raja Paving adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di industri bahan bangunan, khususnya produk paving. Perusahaan yang berdiri pada tahun 2019 dan beralamat di Jln. Kawi No.17 Kauman Srengat, Kabupaten Blitar, Provinsi Jawa Timur 66152 ini terus berupaya menghasilkan produk berkualitas untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Namun, dalam praktiknya proses produksi masih menghasilkan sejumlah produk cacat. Produk cacat dapat menjadi kerugian dari aspek ekonomis dan produktivitas karena perusahaan harus mengeluarkan biaya untuk perbaikan dan menghambat proses produksi, sehingga diperlukan sebuah analisa untuk pengendalian produk cacat dan meningkatkan proses bisnis [5].

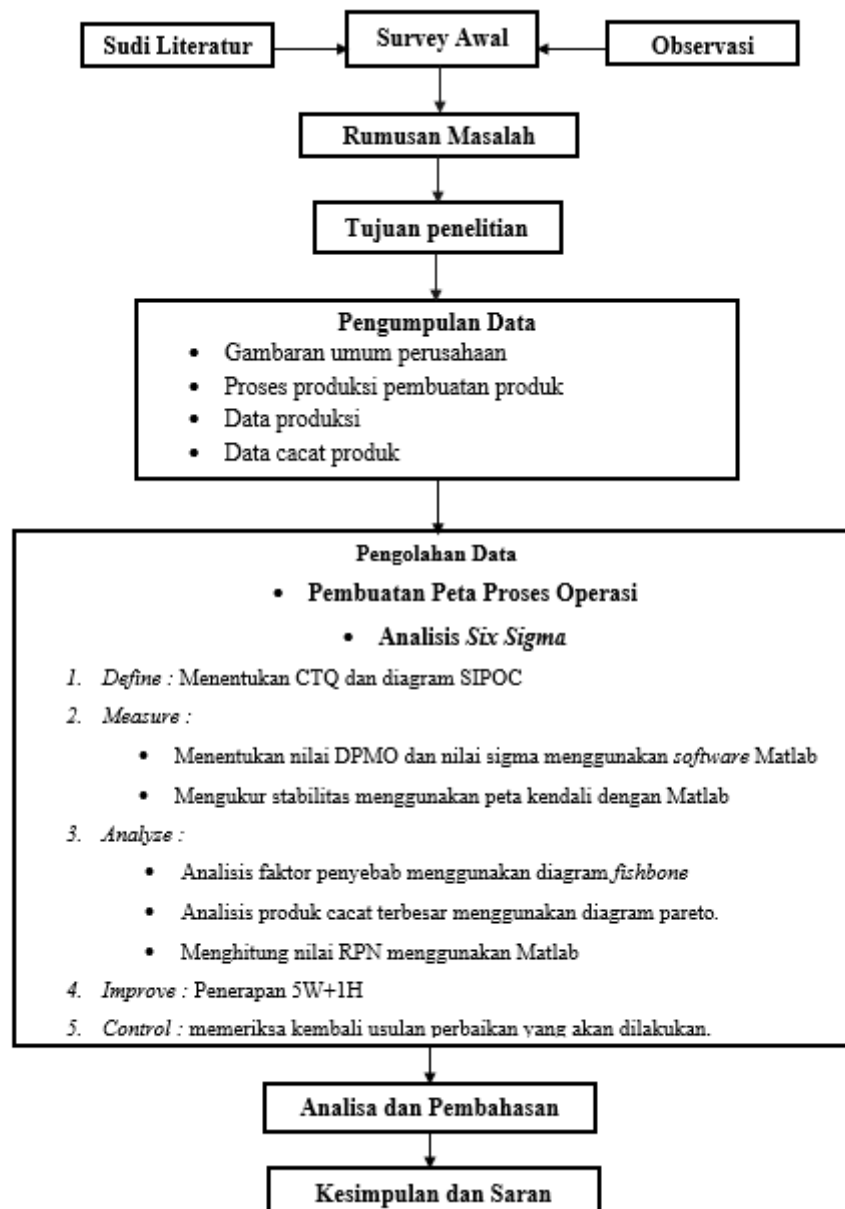
Terdapat beberapa jenis cacat yang ditemukan pada produk paving, seperti paving retak, paving gupil (pecah kecil pada sisi paving), dan paving patah. Total kecacatan yang ditemukan pada periode Januari hingga Agustus 2025 mencapai 5.268 pcs dari total produksi sebanyak 168.831 pcs. Secara rata-rata, persentase produk cacat mencapai sekitar 3,12%, yang menunjukkan masih adanya permasalahan kualitas produk paving block, karena angka tersebut masih melebihi batas toleransi perusahaan yang ditetapkan sebesar 1% atau mendekati nol cacat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan penelitian dan analisis terhadap produk cacat. Penelitian ini menerapkan metode *Six Sigma* untuk meminimalis sumber-sumber kecacatan. *Six-Sigma* merupakan metode peningkatan kualitas dengan konsep menurunkan cacat produk hingga 3,4 cacat dalam satu juta produk yang dihasilkan. Six Sigma memiliki lima tahapan yaitu DMAIC [6]. Penerapan metode *Six Sigma* bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi usulan perbaikan pada alur produksi [7]. Dengan metode tersebut diharapkan dapat mengurangi produk cacat pada proses produksi produk paving *block* di UD. Raja Paving.

Untuk mendukung pengendalian kualitas dengan metode *Six Sigma*, digunakan *Software Matlab* sebagai alat bantu. Berbagai permasalahan matematika dapat dengan mudah dicari penyelesaiannya dengan *Matlab*, perangkat lunak ini membantu memastikan setiap tahap dalam *Six Sigma* dapat dijalankan secara lebih sistematis dan terukur [8]. *Matlab* memudahkan perhitungan seperti DPO, DPMO, nilai sigma, dan pembuatan grafik pendukung analisis *Six Sigma*. Dengan penggunaan *Matlab*, seluruh kegiatan peningkatan kualitas dapat terdokumentasi dengan baik, sehingga proses pemantauan, evaluasi, dan pengendalian kualitas dapat dilakukan secara berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif karena bertujuan untuk mengukur, menganalisis, dan mendeskripsikan permasalahan kualitas pada produk paving block di UD. Raja Paving. Analisis data dilakukan dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecacatan menggunakan metode *Six Sigma* yang didukung *Software Matlab*. Langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian

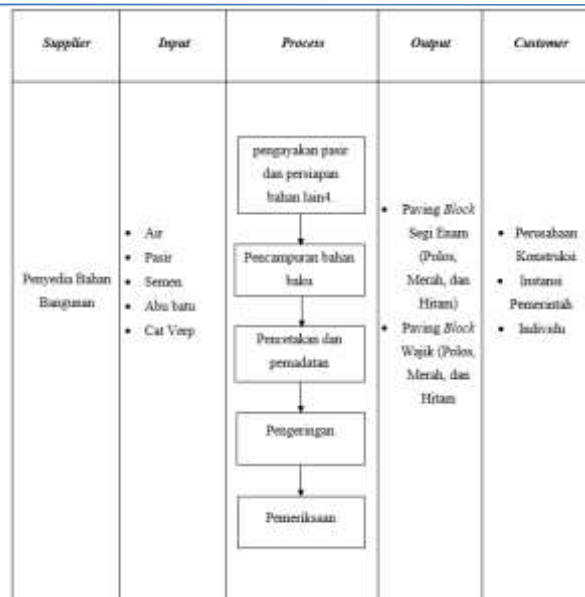
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tahap *Define*

Define adalah tahap pertama dalam metode peningkatan kualitas Six Sigma. Pada tahap ini didefinisikan masalah yang terjadi di perusahaan [9]. Pembahasan pada tahap ini mengenai identifikasi Diagram SIPOC dan *Critical to Quality* (CTQ). Berikut hasil analisis diagram SIPOC dan CTQ:

Diagram SIPOC

SIPOC adalah akronim yang digunakan dalam manajemen proses dan kualitas untuk menggambarkan elemen-elemen utama dari suatu proses bisnis secara sederhana. SIPOC membantu dalam memahami dan mendokumentasikan proses dari awal hingga akhir, serta mengidentifikasi hubungan antara pemasok, masukan, proses, keluaran, dan pelanggan. [10]. Berikut diagram SIPOC UD. Raja Paving.



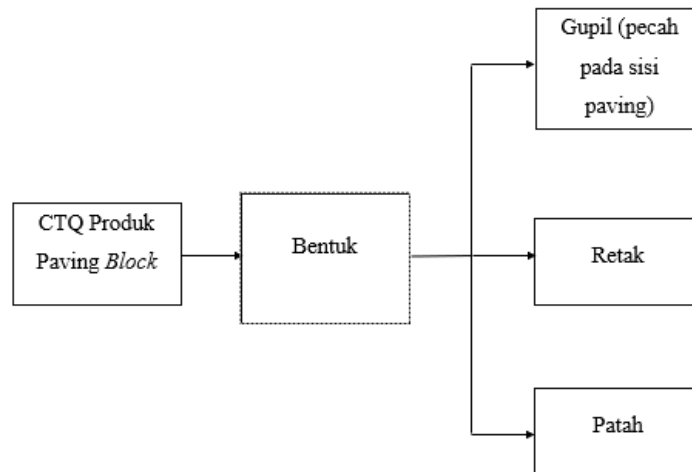
Gambar 2. Diagram SIPOC UD. Raja Paving

Gambar 2 menunjukkan SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) untuk proses bisnis dalam produksi Paving Block di UD. Raja Paving. Berikut adalah keterangan detail untuk masing-masing bagian diagram tersebut:

1. *Supplier* (Pemasok)
Pihak yang menyediakan sumber daya untuk proses produksi adalah Penyedia Bahan Bangunan: Pihak eksternal yang memasok material dasar seperti semen, pasir, dan zat pewarna kepada produsen paving block.
2. *Input* (Masukan)
Bahan-bahan atau sumber daya yang dibutuhkan untuk menjalankan proses yaitu Air, Pasir, Semen, Abu Batu, dan Cat Verp
3. *Process* (Proses)
Langkah-langkah transformasi dari bahan mentah menjadi produk jadi:
 1. Pengayakan Pasir
 2. Pencampuran Bahan Baku
 3. Pencetakan dan Pematatan
 4. Pengeringan
 5. Pemeriksaan
4. *Output* (Hasil)
Produk akhir yang dihasilkan dari proses tersebut adalah Paving Block Segi Enam (Hexagon) dan Paving Block Wajik.
5. *Customer* (Pelanggan)
Pihak yang menggunakan atau membeli produk tersebut:
 - Perusahaan Konstruksi: Untuk proyek jalan, area parkir, atau perumahan.
 - Instansi Pemerintah: Untuk pembangunan fasilitas publik seperti trotoar atau taman kota.
 - Individu: Masyarakat umum yang menggunakan paving untuk halaman rumah atau renovasi pribadi.

Critical to Quality (CTQ)

Metode penentuan Kritis terhadap Kualitas (CTQ) melibatkan identifikasi kualitas yang memiliki kapasitas untuk terwujud sebagai cacat dalam proses produksi akhir. Identifikasi ini dilakukan dengan menganalisis data kesalahan produksi, mulai dari yang paling signifikan hingga yang paling tidak signifikan [11]. Berikut identifikasi CTQ pada produk paving block di UD. Raja Paving.



Gambar 3. Critical to Quality (CTQ)

Pada **Gambar 3** merinci bahwa kegagalan standar bentuk produk paving ada dalam tiga jenis kecacatan spesifik, yaitu gupil atau pecah pada bagian sisi, retak pada permukaan, serta patah yang merusak struktur dan bentuk produk.

3.2 Tahap Measure

Tahap *measure* ini merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* [9]. Tahap ini dilakukan untuk mengukur tingkat kualitas produk melalui perhitungan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*), tingkat sigma, serta melakukan analisis menggunakan peta kendali pada produk Paving Block di UD. Raja Paving.

Nilai DPMO dan Nilai Sigma

Berikut hasil nilai DMO dan Nilai Sigma yang di hitung menggunakan *software* Matlab.

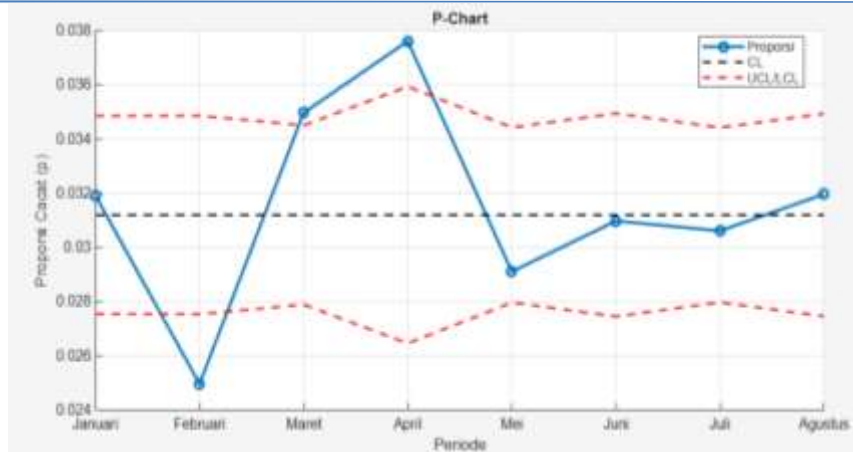
Tabel 1. Nilai DPMO dan Sigma

Periode	DPMO	Sigma
Januari	31912	3,35
Februari	24964	3,46
Maret	34971	3,31
April	37614	3,28
Mei	29113	3,39
Juni	30979	3,37
Juli	30616	3,37
Rata-rata	31517	3,36

Dari **Tabel 1** diketahui hasil perhitungan menggunakan matlab bahwa nilai dpmo rata rata adalah 31517 dimana nilai ini belum memenuhi standar ideal *Six-Sigma* yaitu 3,4 DPMO. dan nilai sigma adalah 3,36 Untuk nilai Sigma tersebut masih berada jauh di bawah target ideal 6 Sigma, sehingga perusahaan membutuhkan perbaikan lebih lanjut.

Peta Kendali

Peta kendali digunakan untuk menilai apakah terjadi penyimpangan yang dihasilkan selama periode waktu tertentu. Berikut adalah hasil analisis menggunakan peta kendali untuk periode Januari hingga Agustus 2025 yang dibantu dengan menggunakan *software* Matlab.



Gambar 4. Peta Kendali-P

Dari **Gambar 4** Peta Kendali P, menunjukkan terdapat dua titik periode yang melebihi batas kendali atas UCL yaitu bulan Maret dan April yang disebabkan banyaknya kecacatan yang terjadi, sehingga perlu tindakan untuk perbaikan kualitas.

3.3 Tahap Analyze

Pada tahap ini dilakukan analisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi akar penyebab terjadinya cacat pada produk. Adapun alat analisis yang digunakan meliputi diagram Pareto, diagram *fishbone* (tulang ikan), serta FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).

Diagram Pareto

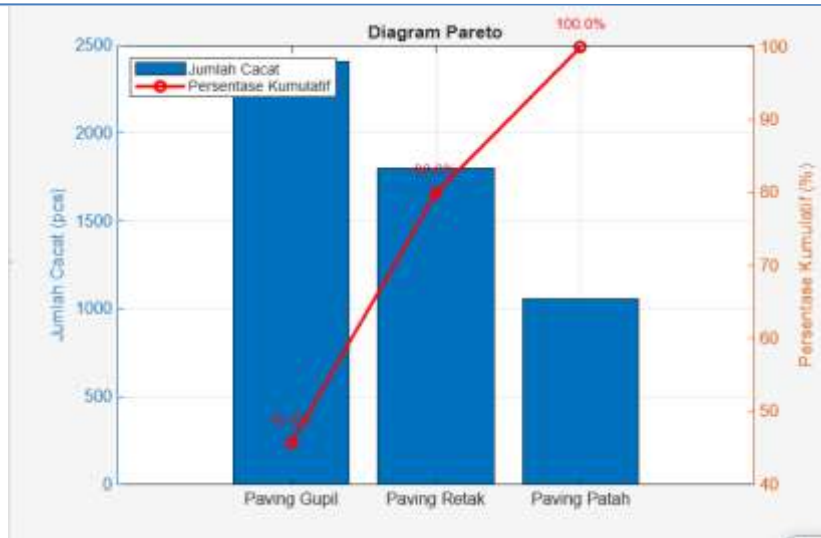
Diagram pareto adalah suatu grafik berbentuk batang (histogram) yang menunjukkan masalah yang terjadi, dikelompokkan berdasarkan dari masalah banyaknya kejadian yang berurutan [12]. Berikut tabel presentase kumulatif cacat produk.

Tabel 2. Kumulatif Cacat

Jenis Cacat	Jumlah (pcs)	Persentase (%)	Persentase kumulatif (%)
Gupil	2411	46	46
Retak	1801	34	80
Patah	1056	20	100
Total	5268	100	

Dari **Tabel 2** tentang kumulatif cacat, total kerusakan yang teridentifikasi selama periode pengamatan adalah sebanyak 5.268 pcs, di mana cacat jenis gupil (pecah pada sisi paving) menjadi kontributor utama kegagalan kualitas dengan jumlah 2.411 pcs atau sebesar 46%. Cacat retak menempati posisi kedua dengan persentase 34% (1.801 pcs), sementara cacat patah memiliki proporsi terendah sebesar 20% (1.056 pcs). selanjutnya dari tabel kumulatif cacat, dapat dibuat dalam bentuk diagram pareto menggunakan Matlab seperti **Gambar 5**.

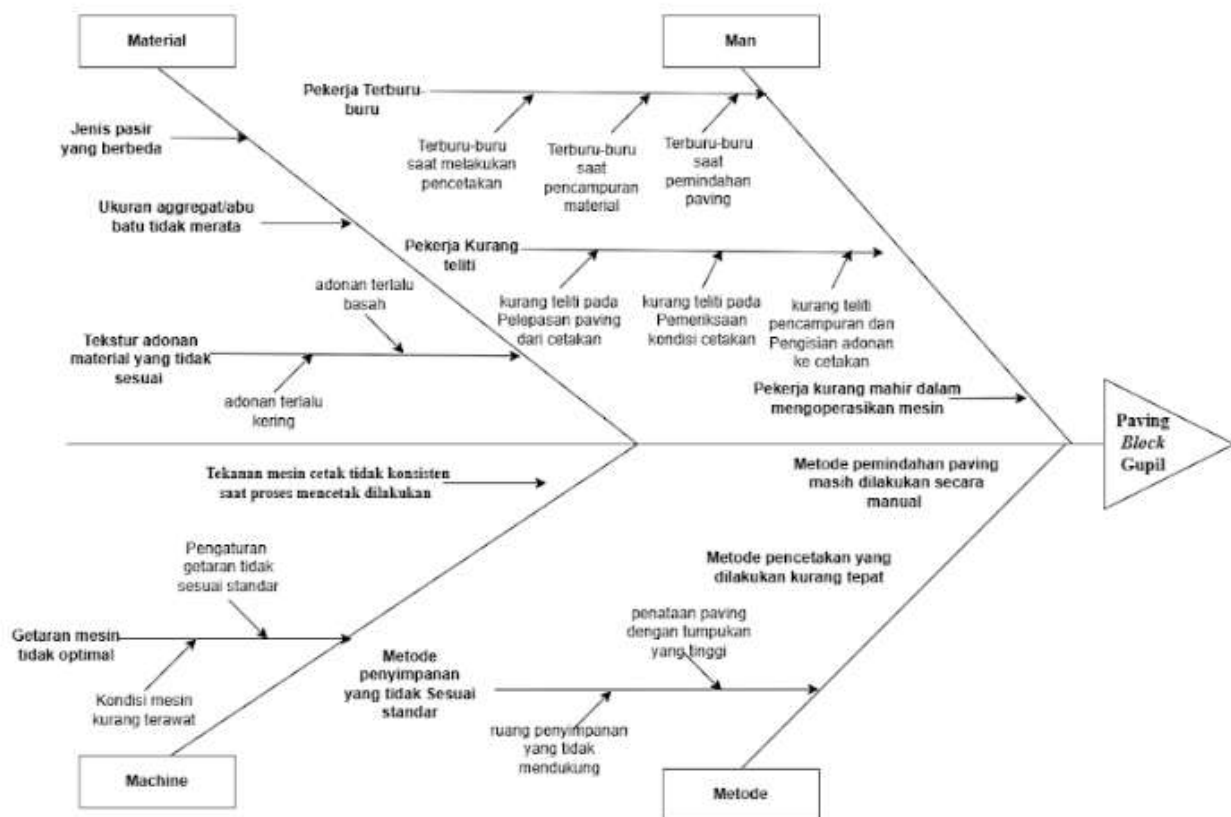
Pada **Gambar 5** diketahui bahwa dari 3 jenis cacat yang terjadi pada produk pada periode Januari sampai Agustus 2025 yaitu cacat gupil, retak dan patah. Untuk tingkat cacat pada paving gupil sebesar 45,8%, disusul dengan cacat paving retak sebesar 34,2%, dan cacat paving patah sebesar 20%, dari presentase tersebut dapat diketahui bahwa cacat paving gupil merupakan cacat yang paling sering terjadi, sehingga perlu perbaikan terhadap cacat paving gupil.



Gambar 5. Diagram Pareto

Diagram fishbone

Diagram *fishbone* atau diagram tulang ikan merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai faktor penyebab terjadinya cacat atau penurunan kualitas produk. Dari analisis diagram pareto yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa jenis cacat yang paling banyak yaitu cacat gupil sebesar 46%. Berikut merupakan hasil analisis diagram *fishbone* untuk jenis cacat gupil.



Gambar 6. Diagram Fishbone

Berdasarkan **Gambar 6** analisis diagram *fishbone*, dapat diidentifikasi penyebab utama terjadinya cacat paving *block* gupil dikelompokkan menjadi empat faktor utama, yaitu: Material, Man (Manusia), *Machine* (Mesin), dan Metode. Faktor Material meliputi jenis pasir yang berbeda, tekstur adonan yang tidak sesuai, dan ukuran agregat/abu batu yang tidak merata. Faktor Manusia mencakup perilaku terburu-buru, kurang teliti, dan pekerja kurang mahir dalam mengoperasikan mesin. Faktor Mesin disebabkan oleh tekanan mesin yang tidak konsisten serta getaran mesin yang tidak optimal. Faktor Metode meliputi proses

pemindahan paving secara manual, pencetakan yang kurang tepat, dan penyimpanan yang tidak sesuai standar.

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Setelah diidentifikasi penyebab utama cacat produk dengan menggunakan diagram *fishbone*, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis menggunakan FMEA. *Failure Mode Effect Analysis* atau FMEA merupakan alat yang sering digunakan didalam metode perbaikan kualitas. FMEA berbentuk tabel dan berfungsi untuk mengidentifikasi dampak dari kegagalan proses/desain, memberikan analisa mengenai prioritas dari penanggulangan dengan menggunakan parameter nilai resiko prioritas atau *Risk Priority Number (RPN)*, mengidentifikasi modus kegagalan potensial, serta meminimumkan peluang kegagalan dikemudian hari [13]. Dalam FMEA, dilakukan perhitungan *Risk Priority Number (RPN)* untuk menentukan tingkat prioritas dari suatu kegagalan [14]. Nilai RPN ditentukan dengan persamaan berikut:

Tabel 3. Nilai RPN

Faktor	Potential Failure Mode	Nilai Bobot			RPN
		S	O	D	
Man (Manusia)	Pekerja Terburu-buru	4	7	5	140
	Pekerja kurang teliti	3	7	6	126
	Pekerja kurang mahir dalam mengoperasikan mesin	4	3	3	36
Material	Jenis pasir yang berbeda	6	4	4	96
	Tekstur adonan yang tidak sesuai	7	6	6	252
	Ukuran agregat/abu batu tidak merata	4	3	5	60
Machine	Tekanan mesin tidak konsisten	5	3	7	105
	Getaran mesin tidak optimal	5	3	6	90
Metode	Pemindahan paving manual	7	6	3	126
	Pencetakan kurang tepat	4	5	5	100
	Penyimpanan tidak sesuai standar	5	7	4	140

Pada **Tabel 3**, hasil perhitungan RPN menggunakan *software* Matlab diketahui bahwa nilai RPN tertinggi adalah 252. Ini menandakan bahwa masih terdapat kegagalan atau masalah dengan resiko tinggi, yang disebabkan oleh faktor material, yaitu tekstur adonan yang tidak sesuai sehingga memerlukan tindakan perbaikan segera.

3.4 Tahap Improve

Pada tahap ini dilakukan tindakan perbaikan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya [15]. Setelah mengidentifikasi jenis cacat yang paling dominan beserta penyebab utamanya dan faktor yang menjadi prioritas yaitu tekstur adonan yang tidak sesuai. Langkah berikutnya adalah melakukan perbaikan terhadap faktor prioritas tersebut. Untuk menguraikan permasalahan secara rinci dan menyusun rencana usulan perbaikan digunakan metode 5W+1H (*What, Why, Who, Where, When, How*). Berikut disajikan rencana tindakan perbaikan berdasarkan analisis 5W+1H.

Tabel 4. Analisis 5W+1H

Jenis	5W+1H	Deskripsi
Tujuan	What apa	Tekstur adonan yang tidak sesuai seperti, adonan yang terlalu kering dan terlalu basah.
Alasan kegunaan	Why (Mengapa)	Untuk memastikan tekstur campuran bahan baku sudah sesuai tidak terlalu kering maupun basah agar mudah dalam proses pencetakan.
Lokasi	Where (Dimana)	Di lokasi produksi pada proses pencampuran material.
Urutan	When (Kapan)	Dilakukan sebelum dan saat proses pencampuran material.
Orang	Who (siapa)	SDM yang terlibat dalam proses produksi yaitu: <ul style="list-style-type: none"> • Kepala produksi • Karyawan yang menyiapkan adonan
Metode	How (bagaimana)	Pengecekan rutin pada proses pencampuran dan menggunakan alat ukur (wadah takar/ukur dan timbangan) agar takaran tepat dan sesuai.

Dari hasil analisis menggunakan metode 5W+1H diketahui rencana-rencana tindakan yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. *What* (apa rencana perbaikan yang perlu yang diusulkan?) untuk rencana perbaikan yang diusulkan adalah menstandarisasi tekstur adonan agar konsisten (tidak terlalu kering atau terlalu basah). Hal ini dilakukan dengan memastikan akurasi takaran bahan baku selama proses pencampuran.
2. *Why* (mengapa masalah itu perlu perbaikan?) perbaikan diperlukan Untuk memastikan tekstur campuran bahan baku sudah sesuai tidak terlalu kering maupun basah agar mudah dalam proses pencetakan.
3. *Where* (dimana lokasi yang tepat untuk melaksanakan perbaikan?) Perbaikan dilakukan langsung di lokasi produksi, khususnya pada area atau stasiun kerja proses pencampuran material.
4. *When* (kapan alokasi waktu yang diperkirakan bisa menghasilkan perbaikan?) Perbaikan ini harus diimplementasikan secara berkelanjutan, yaitu pada saat sebelum dan selama proses pencampuran material berlangsung untuk setiap batch produksi.
5. *Who* (siapa yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan perbaikan tersebut?) pihak yang bertanggung jawab adalah kepala produksi sebagai pengawas kualitas dan karyawan bagian adonan, sebagai pelaksana teknis yang menyiapkan dan mencampur bahan.
6. *How* (bagaimana metode atau cara untuk memperbaiki faktor penyebab utama tersebut?) untuk metode yang dapat dilakukan yaitu melakukan pengecekan rutin pada proses pencampuran dan menggunakan alat ukur (wadah takar/ukur dan timbangan) agar takaran tepat dan sesuai.

Berikut *flowchart* prosedur yang dapat dilakukan dalam pengecekan secara rutin pada proses pencampuran dan menggunakan alat ukur agar takaran tepat dan sesuai.



Gambar 7. Prosedur Pengecekan Campuran Material

Gambar 7 menunjukkan alur kerja yang dapat dilakukan untuk mendukung analisis 5W+1H pada tahap *How* yaitu dimulai dengan sesi pengarahan (*briefing*) yang dilanjutkan dengan persiapan serta pemeriksaan alat ukur untuk memastikan kesiapan teknis. Inti dari proses ini terletak pada tahap pengecekan kesesuaian takaran; jika takaran belum sesuai (*tidak sesuai*), maka dilakukan penyesuaian ulang sebelum akhirnya dicatat, sedangkan jika sudah sesuai (*sesuai*), data bisa langsung masuk ke tahap pencatatan hasil pengecekan hingga prosedur dinyatakan selesai.

Usulan Perbaikan

Berdasarkan analisis menggunakan metode 5W+1H pada akar penyebab kecacatan dominan dan *flowchart* prosedur, berikut disajikan usulan tindakan perbaikan yang direkomendasikan untuk diterapkan oleh UD. Raja Paving guna mencapai peningkatan kualitas dan menekan tingkat cacat produk.

- a. Melakukan penetapan rasio komposisi ideal setiap material melalui pengujian tekanan atau kekuatan terhadap produk paving yang telah dicetak menggunakan komposisi yang ditetapkan sebelumnya, untuk memastikan bahwa komposisi adonan memiliki kekuatan serta kualitas yang baik. Berikut *check sheet* yang dapat digunakan untuk mengetahui kekuatan paving dari rasio yang direncanakan:
- b. Pengadaan alat takar untuk setiap jenis material menunjukkan usulan alat takar yang perlu disediakan untuk setiap jenis material dalam proses produksi paving *block*, seperti wadah takar atau ukur dan timbangan.
- c. Kepala Produksi melaksanakan pengecekan takaran material yang dimasukkan ke mesin dan tekstur adonan. Dengan membuat *check sheet* untuk mempermudah melakukan pemeriksaan takaran dan tekstur pada adonan.

3.5 Tahap Control

Tahap *control* merupakan tahap akhir dalam upaya peningkatan kualitas dengan metode *Six Sigma* dari tahapan DMAIC. Dalam penelitian ini usulan perbaikan pada tahap *improve* tidak diimplementasikan secara langsung, sehingga pada tahap *control* akan dijelaskan rencana implementasi pengontrolan yang akan dilakukan oleh perusahaan.

Tahap *control* memiliki tujuan utama yaitu memastikan usulan perbaikan pada tahap *improve* dapat dilakukan secara berkelanjutan. Berikut proses *control* yang akan diterapkan untuk mendukung usulan perbaikan pada tahap *improve*:

1. *Control* hasil pengujian terhadap penentuan rasio komposisi yang ideal antara semen, pasir, dan air untuk memastikan ketepatan formulasi, sehingga menghasilkan takaran dan tekstur adonan paving *block* yang konsisten sesuai standar kualitas dengan melakukan validasi uji tekstur dan homogenitas yang telah dilakukan, dimana kontrol ini dilakukan oleh Supervisor Produksi atau *Quality Control* (QC)
2. *Control* penggunaan alat-alat yang disediakan, *control* ini memastikan bahwa alat takar yang telah diadakan benar-benar digunakan dengan baik dan tetap akurat dalam jangka panjang guna menjamin konsistensi kualitas produksi. Berikut adalah rincian tindakan kontrol yang dapat dilakukan:
 - Verifikasi kebersihan dan sisa material, pemeriksaan dilakukan oleh operator setiap kali pergantian *shift* atau setelah proses pencampuran selesai. Kontrol ini bertujuan untuk memastikan tidak ada sisa semen atau pasir yang mengeras (kerak) di dalam alat takar, yang dapat mengurangi kapasitas volume asli dan mengakibatkan ketidakakuratan rasio komposisi pada *batch* berikutnya.
 - Validasi kepatuhan penggunaan alat, kontrol ini dilakukan melalui observasi oleh *supervisor* untuk memastikan operator selalu menggunakan alat dengan baik dan mengisi alat takar sesuai takaran yang ditentukan, serta tidak melakukan penakaran berdasarkan perkiraan mata semata. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan faktor *human error* dalam proses input material ke mesin.
 - Evaluasi periodik fungsi alat, pemeriksaan dilakukan setiap enam bulan oleh teknisi pemeliharaan untuk memastikan peralatan masih dalam keadaan baik.
3. *Control* kinerja pemeriksaan takaran material, *control* ini dilakukan untuk memvalidasi bahwa prosedur inspeksi yang dilakukan telah berjalan secara konsisten dan data hasil pemeriksaan sesuai dengan standar yang ditetapkan.
4. *Control* proses *briefing*, ini bertujuan untuk memastikan bahwa pemahaman yang diberikan saat *briefing* benar-benar diterapkan secara konsisten oleh karyawan pada proses produksi dan tidak diabaikan setelah *briefing* selesai.
Berikut adalah rincian tindakan kontrol :
 - Audit Kepatuhan Lapangan, pemeriksaan dilakukan oleh Kepala Produksi di tengah jam kerja untuk memantau perilaku karyawan dalam menjalankan instruksi terbaru. untuk memastikan bahwa pembahasan saat *briefing* tetap dijalankan secara disiplin.
 - Verifikasi Pemahaman Melalui Tanya Jawab, kontrol ini dilakukan oleh Kepala Produksi dengan memberikan pertanyaan singkat kepada operator untuk memvalidasi bahwa informasi *briefing* benar-benar dipahami.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, penyebab cacat produk paving block dapat berasal dari faktor manusia, material, mesin, dan metode. Faktor manusia meliputi pekerja yang terburu-buru, kurang teliti, dan kurang mahir dalam mengoperasikan mesin. Faktor material disebabkan oleh perbedaan jenis pasir, tekstur adonan yang tidak sesuai, serta ukuran agregat yang tidak merata. Faktor mesin meliputi tekanan mesin yang tidak konsisten dan getaran mesin yang tidak optimal, sedangkan faktor metode berkaitan dengan proses pemindahan paving secara manual, pencetakan yang kurang tepat, serta penyimpanan yang belum sesuai standar dan berdasarkan analisis 5W+1H, usulan perbaikan yang dapat dilakukan adalah menetapkan rasio komposisi ideal antara semen, pasir, dan air, menyediakan alat takar untuk setiap jenis material, memberikan briefing rasio komposisi kepada karyawan, serta melakukan pengecekan rutin terhadap takaran material dan tekstur adonan oleh Kepala Produksi.

5. Referensi

- [1] Napitupulu, Monica Elisa, and Shinta Wahyu Hati. "Analisis pengendalian kualitas produk garment pada project in line inspector dengan metode six sigma di bagian sewing produksi pada pt bintang bersatu apparel batam." *Journal of Applied Business Administration* 2.1 (2018): 29-45.
- [2] H. Nofrianto and H. Hutrio, "Analisis Mutu Paving Block Dengan Variasi Agregat Halus," *J. Teknol. dan Vokasi*, vol. 1, no. 1, pp. 54–62, 2023, doi: 10.21063/jtv.2023.1.1.8.
- [3] Mochammad Fathan Yuda Haryono and Sumiati Sumiati, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Paving Block Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) Dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Di PT. Duta Beton Mandiri, Pasuruan," *J. Penelit. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 2, no. 3, pp. 45–65, 2023, doi: 10.55606/juprit.v2i3.1992.
- [4] N. Widyastuti, "Pengaruh Penerapan Quality Management System Terhadap Kualitas Sumber Daya Manusia Pada PT. Casuarina Harnessindo Bekasi," *Kaji. Bisnis STIE Widya Wiwaha*, vol. 23, no. 1, pp. 40–51, 2017, doi: 10.32477/jkb.v23i1.202.
- [5] Khatammi, A., & Wasiur, A. R. (2022). Analisis Kecacatan Produk Pada Hasil Pengelasan Dengan Menggunakan Metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). *Jurnal Serambi Engineering*, 7(2). <https://doi.org/10.32672/jse.v7i2.3853>
- [6] Irwanto, A., Arifin, D., & Arifin, M. M. (2020). Peningkatan Kualitas Produk Gearbox Dengan Pendekatan Dmaic Six Sigma Pada PT. X, Y, Z. *Jurnal KaLIBRASI: Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, 3(1), 1-17.
- [7] Deviyanti, I. S., & Supriadi, I. (2018). Penerapan six sigma pada pengendalian kualitas proses produksi Good Day Cappuccino. *MATRIK*, 12(2), 67-74.
- [8] Atina, A. (2019). Aplikasi Matlab pada Teknologi Pencitraan Medis. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 1(1), 28-34.
- [9] A. Harsono and G. P. Liansari, "Usulan Perbaikan Untuk Mengurangi Jumlah Cacat pada Produk Sandal Eiger S-101 Lightspeed dengan Menggunakan Metode Six Sigma," *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, vol. 02, no. 02, pp. 256–267, 2014.
- [10] Ahman, N. M. (2025). *Optimalisasi Pengendalian Produksi Karton Box Dengan Six Sigma Dan FMEA (Studi Kasus: PT. Sinar Garuda Makmurindo)* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gsrk).
- [11] M. Zaki, E. Ismiah, and A. W. Rizqi, "Analisis Kualitas Produksi Leaf Spring Type Volvo Dengan Metode Six Sigma Pada PT. XYZ," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. VIII, no. 4, pp. 6938–6948, 2023.
- [12] Wardhani, R. P., Sarungu, S., & Norhidayah, S. (2024). Teknik Pengendalian Mutu Dengan Menggunakan Metode Diagram Pareto Dalam mencapai Customer Satisfaction. *Jurnal Teknosains Kodepena*, 4(2), 12-17.
- [13] Aristriyana, E., & Fauzi, R. A. (2022). Analisis Penyebab Kecacatan Produk Dengan Metode Fishbone Diagram Dan Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Pada Perusahaan Elang Mas Sindang Kasih Ciamis. *Jurnal Industrial Galuh*, 4(2), 75-85.
- [14] Anggraini, W., Fachri, M., Yola, M., & Harpito, H. (2020). Reliability Centered Maintenance pada Komponen Kritis Mesin Press. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 6(2), 86-92.
- [15] Zulkhulaifah, Jasmina Atria, and Fany Apriliani. "Penerapan Six Sigma dan Metode Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) untuk Analisis Green Tyre Shortage di PT Merpati Putih." *Factory Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri* 2.3 (2024): 119-133.