

Analisis Perbaikan Kualitas Produk Besi Beton Ulir dengan Pendekatan DMAIC dan Poka Yoke di PT X

Mochammad Wildani Akbar^{1*}, Manik Ayu Titisari²

^{1,2}Teknik Industri, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Indonesia

Email: wildaniakbarkuliah20@gmail.com¹, manikayu@unipasby.ac.id²,

*Penulis Korespondensi: wildaniakbarkuliah20@gmail.com

Abstract. This study aims to analyse the defect rate of threaded reinforcing bars, identify the dominant defects, determine Six Sigma capability, and design conceptual improvements based on Poka Yoke. The method used is Six Sigma with the DMAIC approach, combined with the Poka Yoke concept, supported by observational data, interviews, and historical data collected over a 15-day period. The results of the study indicate that the production process is not yet stable, with an average value of 3.96 Sigma and a Defects Per Million Opportunities (DPMO) of 6,831.37. A Pareto analysis identified dents (74.25 per cent) and tears (15.60 per cent) as the dominant defects. The FMEA evaluation found that the root cause with the highest priority was the absence of machine initial setup records (RPN 392) and parameter sheets (RPN 343). As a solution, it is proposed to implement Visual and Administrative Poka-Yoke measures via a One-Point Lesson (OPL) board to prevent 'blind setup', as well as to make the completion of check sheets mandatory. This proposal is projected to reduce the RPN for tear defects to 128 and for dent defects to 112, which will subsequently be formalised in Standard Operating Procedures (SOPs).

Keywords: Deformed Steel Bar; DMAIC; Poka-Yoke; Quality Control; Six Sigma.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat kecacatan produk besi beton ulir, mengidentifikasi cacat dominan, menentukan kapabilitas Six Sigma, dan merancang perbaikan konseptual berbasis Poka Yoke. Metode yang digunakan adalah Six Sigma dengan pendekatan DMAIC yang dipadukan dengan konsep Poka Yoke, didukung oleh data observasi, wawancara, dan data historis selama 15 hari. Hasil penelitian menunjukkan proses produksi belum stabil dengan nilai rata-rata 3,96 Sigma dan Defects Per Million Opportunities (DPMO) sebesar 6.831,37. Analisis Pareto mengidentifikasi cacat kempung (74,25%) dan sobek (15,60%) sebagai penyimpangan dominan. Evaluasi FMEA menemukan akar masalah tertinggi adalah ketiadaan dokumen catatan pengaturan awal mesin (RPN 392) dan lembar parameter (RPN 343). Sebagai solusi, diusulkan penerapan Poka Yoke Visual dan Administratif melalui papan One-Point Lesson (OPL) guna mencegah penyetelan buta (blind setup), serta kewajiban pengisian Check Sheet. Usulan ini diproyeksikan mampu mereduksi RPN cacat sobek menjadi 128 dan cacat kempung menjadi 112, yang selanjutnya dibakukan dalam Standar Operasional Prosedur (SOP).

Kata Kunci: Besi Beton Ulir; DMAIC; Pengendalian Kualitas; Poka Yoke; Six Sigma.

1. LATAR BELAKANG

Dalam industri manufaktur, kualitas produk merupakan kunci yang menentukan daya saing dan kelangsungan hidup sebuah perusahaan. Hal ini membuat para pelaku industri harus memastikan produksinya berjalan dengan baik dengan tujuan menjaga kualitas produk (Walujo et al., 2020). Kualitas produk adalah hal yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan pada suatu perusahaan agar produk yang dihasilkan tetap terjaga dari produk cacat sehingga perusahaan mampu membuat produk sesuai dengan apa yang diinginkan oleh konsumen (Yanuar & Putri, 2021).

PT X merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi dan pengolahan billet baja. Produk utama dari perusahaan ini adalah besi beton polos dan besi beton ulir. Dalam proses produksinya, perusahaan ini mempunyai masalah terkait kecacatan produk,

terutama pada produksi baja ulir. Penurunan kualitas ini dapat mengakibatkan menurunnya daya jual produk dan tingkat kepuasan konsumen.

Kualitas produk merupakan faktor krusial bagi keberlangsungan perusahaan. Fakta bisnis menunjukkan bahwa preferensi konsumen terhadap mutu disertai peningkatan jumlah produk dan jasa semakin menguat. Dengan demikian, daya saing dan ketahanan usaha tidak lagi ditentukan semata oleh biaya rendah, melainkan oleh nilai tambah yang diciptakan melalui peningkatan kualitas (Lestari & Purwatmini, 2021).

Pengendalian kualitas merupakan langkah yang perlu diterapkan dari awal produksi, selama produksi berlangsung, hingga tahap produksi selesai. Tujuannya adalah untuk memastikan barang atau produk yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu yang ditetapkan, melakukan perbaikan terhadap kualitas yang belum sesuai serta mempertahankan mutu yang memenuhi kriteria (Adi Juwito, 2022).

Penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC yang dikombinasikan dengan penerapan *Poka Yoke*. *Six Sigma* merupakan metodologi terstruktur untuk perbaikan proses yang berfokus pada pengurangan variasi (Izzah and Rozi 2019). *Poka Yoke* dinilai sebagai pelengkap dari *Six Sigma*, yang bermakna pencegahan kesalahan akibat kecerobohan manusia. *Six Sigma* ialah kerangka pemikiran manajemen yang bertujuan untuk pengurangan cacat produk dengan menekankan kegiatan analisis, pengukuran, serta peningkatan berkelanjutan pada proses produksi (Sulistiani et al., 2026).

Poka Yoke berasal dari bahasa Jepang yang berarti upaya pencegahan kesalahan yang disebabkan oleh kelalaian manusia. Konsep ini didasarkan pada pemahaman bahwa manusia pada dasarnya memiliki kecenderungan untuk lupa dan melakukan kekeliruan, terutama dalam lingkungan kerja, sehingga kesalahan sering kali dibebankan kepada pekerja (Budiani Bella Permana, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab kecacatan produk, sehingga dapat dirumuskan usulan perbaikan kualitas untuk proses produksi mendatang guna menekan kerugian dan meningkatkan produktivitas perusahaan.

2. KAJIAN TEORITIS

Konsep Pengendalian Kualitas pada Industri Manufaktur

Pengendalian kualitas merupakan elemen krusial dalam industri manufaktur untuk menekan tingkat kecacatan produk dan memastikan output memenuhi standar spesifikasi yang ditentukan (Susanti & Haniatu, 2025). Di sektor manufaktur seperti pengolahan logam, baja, maupun industri fabrikasi lainnya, stabilitas proses sangat dipengaruhi oleh fluktuasi parameter

mesin dan keandalan operasional (Fatoni & Yuamita, 2026). Pengendalian kualitas modern menuntut pergeseran dari inspeksi akhir yang bersifat reaktif menuju pencegahan cacat secara sistemik sejak dini di rantai produksi untuk mengurangi material yang terbuang (*reject material*).

Metodologi Six Sigma dan Siklus DMAIC

Metodologi Six Sigma diakui sebagai salah satu strategi paling efektif dalam mereduksi variabilitas proses menuju target *zero defect* (Setiafindari, 2023). Pendekatan ini menggunakan siklus terstruktur yang terdiri dari lima tahapan utama: *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control* (DMAIC). Melalui pemanfaatan data kuantitatif pada fase *Measure*, perusahaan dapat mengukur kapabilitas proses secara presisi menggunakan metrik level Sigma dan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) (Kurnia, 2021). Penggunaan alat kontrol statistik (*Statistical Process Control*) membantu mendeteksi penyimpangan proses secara cepat sehingga tindakan korektif dapat segera diambil (Ibrahim et al., 2022).

Evaluasi Risiko dengan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

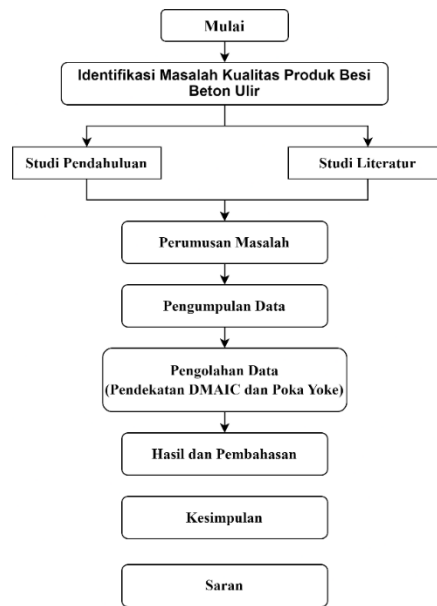
Pada tahapan *Analyze* dalam siklus *DMAIC*, integrasi metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) berperan penting untuk membedah akar penyebab masalah dan mengevaluasi mode kegagalan pada sistem produksi (Gatot Basuki HM, 2024). FMEA mengukur risiko secara kuantitatif melalui perhitungan Risk Priority Number (RPN) yang didasarkan pada tiga parameter utama : tingkat keparahan (*Severity*), frekuensi kejadian (*Occurrence*), dan tingkat kemampuan deteksi sistem (*Detection*) (Suryawan, 2023). Analisis nilai RPN yang tajam memberikan landasan empiris bagi manajemen untuk memprioritaskan perbaikan pada aspek mesin, metode, atau material yang memiliki risiko kegagalan tertinggi.

3. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini menguraikan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

Diagram Alur Penelitian

Alur pada penelitian ini dituangkan dalam bentuk flowchart diagram. Flowchart merupakan urutan atau langkah-langkah untuk memecahkan suatu masalah dalam bentuk diagram (Wulandari et al., 2026).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah produk besi beton ulir di PT X.

Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut (Romadhona & Titisari, 2024). Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode, yaitu wawancara, observasi, dan studi literatur. Wawancara dilakukan dengan staf *Quality Control* untuk memperoleh informasi dan data yang berkaitan dengan permasalahan penelitian. Selain itu, observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses yang berlangsung di perusahaan guna memperoleh data yang dibutuhkan serta memahami kondisi nyata di lapangan. Selanjutnya, studi literatur dilakukan dengan mengkaji berbagai sumber referensi, seperti buku, jurnal ilmiah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode *Six Sigma* dan *Poka Yoke* sebagai landasan teori dalam penelitian

Metode yang digunakan adalah *six sigma* dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*). Strategi penerapan *six sigma* merupakan suatu metode sistematis yang digunakan dengan mengumpulkan data lalu menganalisis sumbervariasi dan cara untuk menghilangkannya (Adi Juwito, 2022). Berikut ini adalah penjelasan mengenai DMAIC. Define, tahap ini disusun rencana tindakan untuk setiap proses bisnis kunci, disertai pemetaan awal proses dan kebutuhan pelanggan. Pengidentifikasian dilakukan melalui penggunaan diagram SIPOC. Untuk mengidentifikasi aliran proses untuk mengidentifikasi jenis kecacatan serta CTQ untuk mengidentifikasi jenis kecacatan (Masbar,

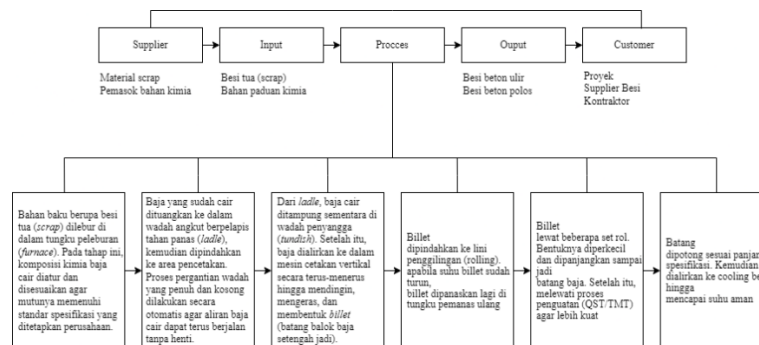
2022). Measure, Pada tahap ini Melakukan perhitungan proporsi cacat menggunakan Peta Kendali (P-Chart), diagram Pareto, nilai DPMO, dan level sigma (Masbar, 2022).

Analyze, tahap ini berfokus pada mengidentifikasi, mengorganisasi, dan memvalidasi penyebab utama dari permasalahan yang berpotensi memengaruhi kualitas. Pada tahap ini, akar penyebab dari CTQ yang paling penting ditelusuri dengan memanfaatkan alat analisis seperti diagram sebab-akibat (fishbone diagram) (Ekawati et al., 2017). Improve, Tahap Improve bertujuan untuk menyusun usulan perbaikan berdasarkan hasil identifikasi akar penyebab kecacatan, sehingga nilai sigma proses dapat meningkat. Melakukan evaluasi risiko dengan Failure Mode and Effect dan merancang solusi pencegahan berupa Poka Yoke (Windarti, 2012). Poka Yoke dinilai sebagai pelengkap dari Six Sigma yang bermakna pencegahan kesalahan akibat kecerobohan manusia (Faizal, N. Y. Nababan, 2020). Control, Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah tahap pengendalian (Control), yang bertujuan untuk memastikan setiap aktivitas proses produksi berjalan secara optimal serta meminimalkan terjadinya pemborosan waktu, permasalahan, dan biaya yang tidak diperlukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*).

Define



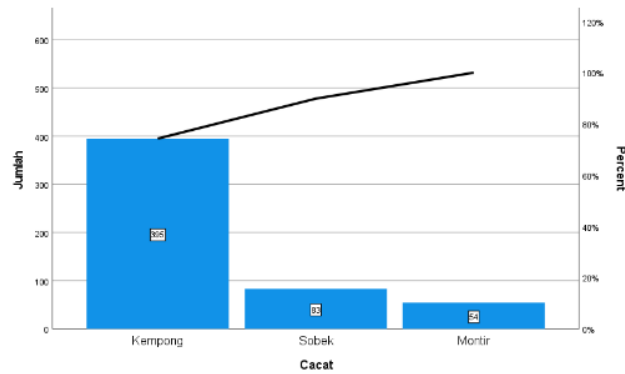
Gambar 2. Diagram SIPOC.

Berdasarkan pemetaan alur operasional komprehensif menggunakan diagram SIPOC, teridentifikasi bahwa titik kritis (*bottleneck*) kualitas bermuara pada fase *Process*, secara spesifik pada tahap lini pengerolan (*rolling*).

Measure

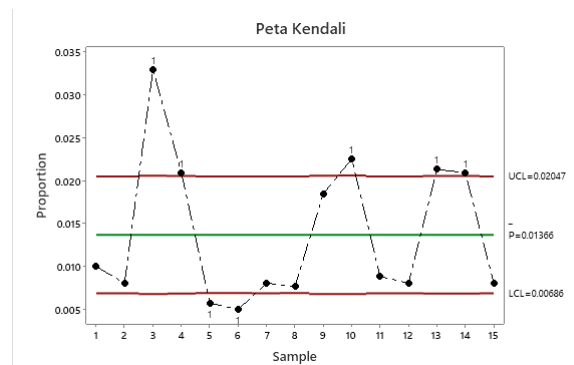
Tabel 1. Tabel Porpori Cacat.

Jenis cacat	Jumlah Cacat	Presentase	% Kumulatif
Kempong	395	74.25%	74.25%
Sobek	83	15.60%	89.85%
Montir	54	10.15%	100.00%



Gambar 3. Diagram Pareto.

Data defect kemudian diolah dalam bentuk diagram pareto menggunakan software SPSS seperti pada gambar diatas. Dari diagram pareto, dapat disimpulkan bahwa defect tertinggi adalah Kempong sebesar 392 Unit dan Sobek 83 unit. Tahap selanjutnya dilakukan analisis peta kendali atau Control Chart (P-Chart) untuk sebuah kemampuan pada suatu proses apakah perlu dilakukan perbaikan atau tidak. Berikut ini adalah hasil dari analisis menggunakan peta kendali.



Gambar 4. Peta Kendali.

Hasil Peta Kendali P (P-Chart) pada fase Measure menunjukkan proses produksi belum stabil secara statistik. Dengan ukuran sampel harian yang bervariasi, diperoleh nilai Center Line (CL) sebesar 0,01363 (1,36%), batas atas (UCL) 0,0196, dan batas bawah (LCL) 0,00633. Ketidakstabilan ini dibuktikan oleh tujuh titik observasi di luar batas kendali, yakni melampaui UCL pada observasi ke-3, 4, 10, 13, dan 14, serta berada di bawah LCL pada observasi ke-5 dan 6.

Perhitungan nilai sigma dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$DPU = \frac{d}{u}$$

$$DPO = \frac{DPU}{CTQ}$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

Selain itu juga dapat menggunakan rumus dengan microsoft excel sebagai berikut :

$$\text{NORMSINV} = \left(1 - \frac{\text{DPMO}}{1.000.000}\right) + 1.5 \quad (\text{i})$$

Tabel 2. Nilai Sigma.

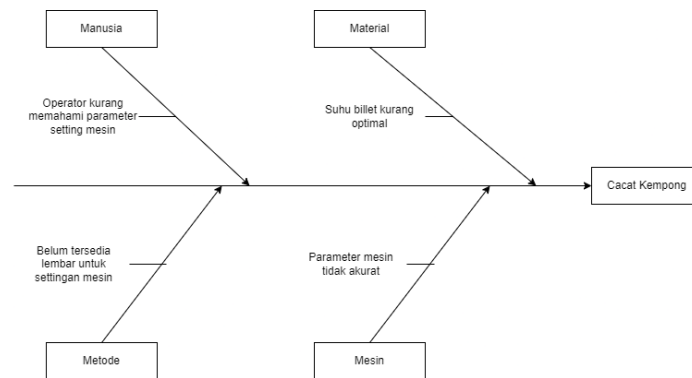
Tanggal	Jumlah	Produk Cacat	DPU	DPO	DPMO	Nilai Sigma
1	2612	26	0.010	0.005	4977.03	4.08
2	2617	21	0.008	0.004	4012.23	4.15
3	2550	84	0.033	0.016	16470.59	3.63
4	2584	54	0.021	0.010	10448.92	3.81
5	2623	15	0.006	0.003	2859.32	4.26
6	2625	13	0.005	0.002	2476.19	4.31
7	2617	21	0.008	0.004	4012.23	4.15
8	2618	20	0.008	0.004	3819.71	4.17
9	2545	47	0.018	0.009	9233.79	3.86
10	2531	57	0.023	0.011	11260.37	3.78
11	2615	23	0.009	0.004	4397.71	4.12
12	2617	21	0.008	0.004	4012.23	4.15
13	2583	55	0.021	0.011	10646.54	3.80
14	2584	54	0.021	0.010	10448.92	3.81
15	2617	21	0.008	0.004	4012.23	4.15

Tabel tersebut menunjukkan menunjukkan performa kualitas yang fluktuatif dengan nilai rata-rata *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) sebesar 6.589,72 dan tingkat kapabilitas proses berada dalam rentang 3,63 hingga 4,31 *Sigma*. Performa terbaik tercapai pada hari ke-6 dengan nilai 4,31 *Sigma*, sementara penurunan kualitas yang signifikan terjadi pada hari ke-3 dan hari ke-10 dengan nilai *Sigma* masing-masing sebesar 3,63 dan 3,78. Variabilitas data ini mengindikasikan adanya ketidakkonsistenan dalam proses yang memerlukan identifikasi lebih lanjut terhadap faktor-faktor penyebab kegagalan (special cause variation).

Analyze

Analisis pada tahap ini menggunakan fishbone diagram untuk mengetahui faktor yang menyebabkan terjadinya defect produk. Berikut ini adalah fishbone diagram kempung dan sobek.

Cacat Kempung



Gambar 5. Fishbone Kempung.

Penjelasan dari fishbone pada gambar diatas adalah sebagai berikut.

a. Manusia

Faktor manusia yang menjadi penyebab cacat kempung adalah operator mesin tidak memahami parameter setting mesin secara mendalam.

b. Mesin

Faktor mesin yang menjadi penyebab cacat kempung adalah pengaturan parameter mesin yang tidak akurat sehingga menyebabkan pergeseran setting celah roll.

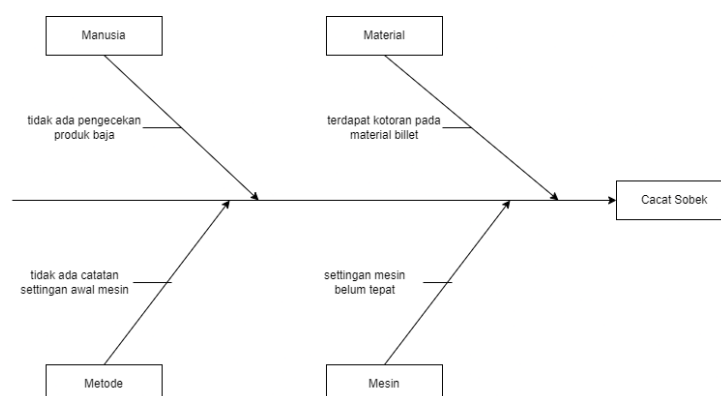
c. Material

Faktor material yang menjadi penyebab cacat kempung adalah suhu baja billet yang kurang optimal pada saat memasuki mesin rolling mil.

d. Metode

Faktor metode yang menjadi penyebab cacat kempung adalah tidak tersedia lembar settingan mesin yang menyebabkan perbedaan pada saat setting awal mesin.

Cacat Sobek



Gambar 6. Fishbone Sobek.

Penjelasan dari fishbone pada gambar diatas adalah sebagai berikut.

a. Manusia

Faktor manusia yang menjadi penyebab cacat kempung adalah ketiadaan proses pengecekan produk baja secara berkala.

b. Mesin

Faktor mesin yang menjadi penyebab cacat kempung adalah penyetelan parameter mesin yang belum tepat.

c. Material

Faktor material yang menjadi penyebab cacat kempung adalah adanya kotoran yang menempel pada baja billet.

d. Metode

Faktor metode yang menjadi penyebab cacat kempung adalah tidak adanya dokumen standar atau catatan mengenai pengaturan awal (setup) mesin.

Improve

Tahap *Improve* merupakan fase krusial dalam metodologi *DMAIC* di mana usulan perbaikan dirumuskan dan diimplementasikan untuk mengatasi akar permasalahan yang telah diidentifikasi pada tahap *Analyze*. Pemilihan prioritas perbaikan didasarkan pada hasil evaluasi risiko menggunakan matriks *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Tabel 3. Tabel FMEA.

No	Jenis Cacat	S	O	D	RPN	Akar Penyebab (Root Cause)	Usulan Tindakan Perbaikan
1	Cacat Kempung	7	6	6	252	Operator kurang memahami parameter setting mesin	Memberikan pelatihan dan peningkatan kerja operator
		7	7	7	343	Belum tersedia lembar untuk settingan mesin kurang fokus saat pengecekan produk baja	Membuat dokumen <i>Check Sheet</i> Setup parameter mesin
		8	6	7	336		Mewajibkan rutinitas pengecekan dan inspeksi fisik material baja secara berkala
2	Cacat Sobek						kerja operator.
		8	7	7	392	Tidak ada catatan settingan awal mesin	Menyusun SOP penyetelan awal mesin yang terintegrasi dengan sistem <i>Poka Yoke</i>

Hasil analisis FMEA menunjukkan empat prioritas perbaikan utama. Risiko tertinggi berasal dari ketiadaan dokumen standar setting awal (RPN 392) dan ketiadaan lembar setting mesin (RPN 343), yang memicu cacat sobek dan kempung. Selain itu, faktor kelalaian manusia seperti kurangnya fokus operator (RPN 336) dan minimnya pemahaman parameter mesin (RPN

252) juga menjadi perhatian. Guna menekan human error dan mencegah cacat berulang, dirancang usulan perbaikan berupa sistem *Poka Yoke* (mistake-proofing) yang terintegrasi langsung dengan operasional mesin.

Perbaikan difokuskan pada penerapan *Poka Yoke* karena modifikasi mekanis pada mesin tidak memungkinkan. Pendekatan ini menggabungkan Manajemen Visual melalui pemasangan papan peringatan *One Point Lesson* (OPL) untuk mencegah kesalahan sejak awal. Selain itu, kontrol administratif diterapkan melalui kewajiban pengisian *Check Sheet* ukuran aktual, yang berfungsi sebagai sistem deteksi dini sebelum material baja diproses.



Gambar 7. Papan OPL Poka Yoke.

Control

Pada penelitian ini tidak sampai tahap control, control dapat dilakukan jika usulan perbaikan dapat diterapkan di perusahaan. Akan tetapi, Sebagai langkah pengendalian, usulan *Poka Yoke* dibakukan ke dalam SOP. Formulir *Check Sheet* penyetelan mesin difungsikan sebagai instrumen audit harian yang wajib divalidasi sebelum mesin dijalankan untuk memastikan stabilitas mutu secara berkesinambungan (Amin et al., 2019).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, total produksi besi beton ulir pada periode Januari-November 2025 adalah 39.750 unit dengan 532 unit cacat (1,34%). Cacat kempong merupakan yang paling dominan dengan persentase 74,25%, diikuti cacat sobek 15,60%. Ketidakstabilan proses ditunjukkan dengan level Sigma fluktuatif antara 3,65 hingga 4,31. Akar penyebab utama dari kerusakan tersebut berpusat pada faktor kelalaian saat melakukan setup awal pada mesin rolling yang tidak menggunakan standar alat ukur (blind setup). Usulan perbaikan preventif yang diberikan adalah penerapan sistem *Poka Yoke* Manajemen Visual berupa pemasangan papan peringatan *One Point Lesson* (OPL), serta implementasi alat kendali administratif berupa *Check Sheet* harian yang diintegrasikan ke dalam *Standard Operating Procedure* (SOP) perusahaan. Melalui standarisasi ini, diharapkan tingkat cacat dapat

terdeteksi sejak dini sehingga mampu meningkatkan kepuasan konsumen dan efisiensi perusahaan.

DAFTAR REFERENSI

- Adi Juwito, & A. Z. A.-F. (2022). 1, 2 1,2. 1(12), 3295–3315.
- Amin, Q., Dwilaksana, D., & Ilminnafik, N. (2019). *Analisis Pengendalian Kualitas Cacat Produk Kaleng 307 di PT . X Menggunakan Metode Six Sigma*. 12(2), 52–57.
- Budiani Bella Permana, F. F. (2020). *Standarisasi pelabelan menggunakan metode poka yoke untuk menghindari larutan kadaluarsa*. 8(2), 105–115.
- Ekawati, R., Rachman, R. A., Raya, J., Sudirman, J., Cilegon, K. M., Ctg, K. K., Kualitas, P., & Sigma, S. (2017). *ANALISA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK HORN PT . MI MENGGUNAKAN SIX SIGMA*. 3(1), 32–38.
- Faizal, N. Y. Nababan, and M. E. J. (2020). *USULAN PERBAIKAN DEFECT PADA SABLON PLASTIK MENGGUNAKAN METODE POKA YOKE DI*. 6(2), 167–175.
- Fatoni, A., & Yuamita, F. (2026). *Analisis pengendalian kualitas produk menggunakan metode six sigma dan fmea pada perusahaan manufaktur logam 1*. 3(1).
- Gatot Basuki HM, Y. W. D. (2024). *Quality Control Analysis Using the Six Sigma Approach and Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) As an Effort To Reduction Product Defects At CV . Hikmah Jaya Convection*. 5(2), 86–95.
- Ibrahim, N. T., Putro, B. E., & Sutoni, A. (2022). *Analisis Rekayasa Kualitas Produk Peralatan Kesehatan dengan Pendekatan DMAIC Metode Six sigma Studi Kasus CV Nuri Teknik*. 8(2), 209–222.
- Kurnia, T. E. (2021). *Analisis Peningkatan Efektivitas pada Perusahaan Kargo dengan Metode Six Sigma DMAIC dan FMEA Analysis of Increasing Effectiveness in Cargo Service Companies by Applying Six*. 3, 29–34.
- Lestari, F. A., & Purwatmini, N. (2021). *Pengendalian Kualitas Produk Tekstil Menggunakan Metoda DMAIC*. 5(1), 79–85.
- Masbar, A. A. S. A. M. (2022). 1, 2 1,2. 8(June), 234–242.
- Romadhona, R. I., & Titisari, M. A. (2024). *PERANCANGAN STRATEGI MITIGASI RESIKO PADA RANTAI PASOK*. 12(1), 40–51.
- Setiafindari, R. K. W. (2023). *Analisa Pengendalian Cacat Produk Cetakan Cookies Dengan Metode Lean Six Sigma*. *JUMANTARA: Jurnal Manajemen Dan Teknologi Rekayasa*, Vol 2, No 2 (2023): Juli, 32–40. <https://ejournals.itda.ac.id/index.php/jumantara/article/view/1559/pdf>
- Sulistiani, W., Wahyudin, W., Fasa, N., & Desinta, M. (2026). *Volume 10 No . 2 April 2026 Strategi Mengurangi Produk Defect pada Proses Pencetakan Documents Security dengan Penerapan Six Sigma di PT WCD P-ISSN : 2776-4745*. 10(2).
- Suryawan, M. R. (2023). *Analisis Kualitas Produk Solid Flooring untuk Meminimasi Cacat dengan Metode Six Sigma dan FMEA*. 1(2).
- Susanti, Haniatu, V. N. H. (2025). *QUALITY IMPROVEMENT IN FOOTWEAR SME USING THE DMAIC*. 16(2).

- Walujo, D. A., Koesdijati, T., & Utomo, Y. (2020). *Pengendalian kualitas*. Scopindo Media Pustaka.
https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=govUDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=pengendalian+kualitas&ots=WeHER9Ywhk&sig=9iPgY1Em7Q0ctoKAQXwjBGhssds&redir_esc=y#v=onepage&q=pengendalian+kualitas&f=false
- Windarti, T. (2012). *PADA PROSES PRODUKSI BESI BETON*. 2007, 173–180.
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jgti/article/view/7365/6016>
- Wulandari, R. A., Hendrawan, A. T., & Susanto, D. (2026). *Volume 10 No . 2 April 2026 Analisis Perbaikan Kualitas pada Produksi Printing Kain Cotton Menggunakan DMAIC dan Kaizen di PT . TFX P-ISSN : 2776-4745*. 10(2).
- Yanuar, R., & Putri, E. P. (2021). *Pengendalian Kualitas dalam Upaya Menurunkan Produk Cacat dengan Metode PDCA (Studi Kasus di PT . XYZ)*. 45, 1–12.