

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK PAKAIAN DINAS HARIAN MENGGUNAKAN *SIX SIGMA* DAN FMEA PADA CV. PERMATA STORE

QUALITY CONTROL ANALYSIS OF DAILY UNIFORM PRODUCTION USING SIX SIGMA AND FMEA AT CV. PERMATA STORE

Muhammad Hilmidias Ardiansyah, Taqwanur*

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo

taqwanur.tin@unusida.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima: 15 Juni 2026

Direvisi: 22 Juni 2026

Disetujui: 10 Juli 2026

Kata Kunci:

FMEA; Pengendalian Kualitas, Pakaian Dinas Harian, Six Sigma UKM Konveksi.

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada analisis penerapan pengendalian mutu pada proses produksi Pakaian Dinas Harian (PDH) di CV. Permata Store dengan menerapkan metode *Six Sigma* melalui tahapan *Define, Measure, Analyze, dan Improve* (DMAI) yang dipadukan dengan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Data penelitian diperoleh melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan *check sheet* selama periode Januari–Maret 2026. Analisis dilakukan menggunakan indikator *Defects per Million Opportunities* (DPMO), *Yield*, *Sigma Level*, diagram *Pareto*, *Fishbone Diagram*, dan FMEA. Temuan penelitian mengindikasikan bahwa jenis kecacatan yang mendominasi adalah bordir terjepit mesin dan finishing terpotong. Nilai DPMO sebesar 87.102, *Yield* sebesar 82,58%, dan *Sigma Level* sebesar 2,86 mengindikasikan bahwa kapabilitas proses produksi masih memerlukan peningkatan. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa penyebab dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi menjadi prioritas utama dalam penyusunan usulan perbaikan. Rekomendasi yang diberikan meliputi pelatihan operator, penerapan *Standard Operating Procedure* (SOP), pemeriksaan mesin secara berkala, serta penggunaan alat bantu khusus pada proses *finishing*. Penerapan usulan tersebut diharapkan mampu mengurangi jumlah kecacatan produk serta meningkatkan mutu proses produksi di CV. Permata Store.

ABSTRACT

This study aims to analyze quality control in the production process of Daily Uniforms (PDH) at CV. Permata Store using the Six Sigma method integrated with Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Data were collected through observations, interviews, documentation, and check sheets during the January–March 2026 production period. The analysis employed Defects per Million Opportunities (DPMO), Yield, Sigma Level, Pareto Diagram, Fishbone Diagram, and FMEA. The results showed that the dominant defects were embroidery trapped by the machine and cut finishing. The production process achieved a DPMO value of 87,102, a Yield of 82.58%, and a Sigma Level of 2.86, indicating that the process capability still requires improvement. Based on the FMEA results, the highest-risk failure causes were prioritized for corrective actions. The proposed improvements include operator training, implementation of Standard Operating Procedures (SOP), periodic machine inspections, and appropriate finishing tools. These recommendations are expected to reduce product defects and improve production quality at CV. Permata Store.

Keywords:

Daily Uniform; FMEA; Quality Control; Six Sigma.

*Corresponding author: taqwanur.tin@unusida.ac.id

I. PENDAHULUAN

Persaingan industri manufaktur, termasuk sektor konveksi, mewajibkan pelaku usaha untuk senantiasa memproduksi barang dengan mutu terjamin, guna memenuhi kebutuhan dan meningkatkan kepuasan pelanggan [1]. Mutu produk menjadi salah satu faktor utama yang menentukan daya saing perusahaan, karena produk yang tidak memenuhi spesifikasi berpotensi meningkatkan biaya produksi, menurunkan produktivitas, serta mengurangi kepercayaan konsumen [2]. Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan sistem pengendalian

kualitas yang optimal agar tingkat kecacatan produk dapat diminimalkan [3].

CV. Permata Store merupakan perusahaan yang beroperasi di bidang industri konveksi yang menjadikan ... sebagai salah satu produk utamanya adalah Pakaian Dinas Harian (PDH). Selama proses produksi, masih ditemukan berbagai jenis kecacatan produk yang mengakibatkan terjadinya pengerjaan ulang (*rework*) maupun penolakan produk yang menyebabkan terjadinya pengerjaan ulang bahkan penolakan produk. Kondisi tersebut mengakibatkan meningkatnya waktu produksi, penggunaan bahan baku yang lebih banyak, serta bertambahnya biaya produksi.

Maka dari itu, diperlukan suatu metode pengendalian kualitas yang mampu mengidentifikasi tingkat kapabilitas proses, menentukan penyebab utama kecacatan, dan memberikan rekomendasi perbaikan yang tepat [4].

Metode *Six Sigma* merupakan salah satu pendekatan pengendalian kualitas yang berfokus pada pengurangan variasi proses serta meminimalkan jumlah kecacatan produk melalui tahapan *Define, Measure, Analyze, dan Improve* (DMAI) [5]. Pada tahap *Measure*, kapabilitas proses dapat dievaluasi menggunakan indikator DPMO, *Yield*, dan *Sigma Level* [6]. Selanjutnya, tahap *Analyze* dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab utama kecacatan menggunakan diagram Pareto dan *Fishbone Diagram*, sedangkan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) digunakan sebagai dasar penentuan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) [7].

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan *Six Sigma* mampu menekan persentase produk gagal dengan mengenali penyebab utamanya dominan dan penyusunan strategi perbaikan yang sistematis [8][9][10]. Meskipun begitu, mayoritas kajian sekadar menyoroti pengukuran kapabilitas proses tanpa mengintegrasikan analisis prioritas risiko menggunakan FMEA [11]. Padahal, integrasi kedua metode tersebut dapat membantu perusahaan menentukan penyebab kegagalan yang paling kritis sehingga rekomendasi perbaikan menjadi lebih terarah dan efektif [12].

Berdasarkan dengan mempertimbangkan situasi yang ada, studi ini berupaya menelaah kontrol mutu selama tahapan produksi. PDH di CV. Permata Store menggunakan metode *Six Sigma* dengan tahapan DMAI yang dipadukan dengan FMEA. Hasil penelitian diharapkan dapat menyajikan deskripsi mengenai kemampuan yang dimiliki oleh alur produksi, mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecacatan produk, serta menghasilkan usulan perbaikan sebagai landasan bagi entitas bisnis untuk mengevaluasi dan memperbaiki mutu produk serta efisiensi alur produksinya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menganalisis pengendalian kualitas pada proses produksi Pakaian Dinas Harian (PDH) di CV. Permata Store. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2026 dengan menggunakan data produksi dan data kecacatan produk selama periode penelitian.

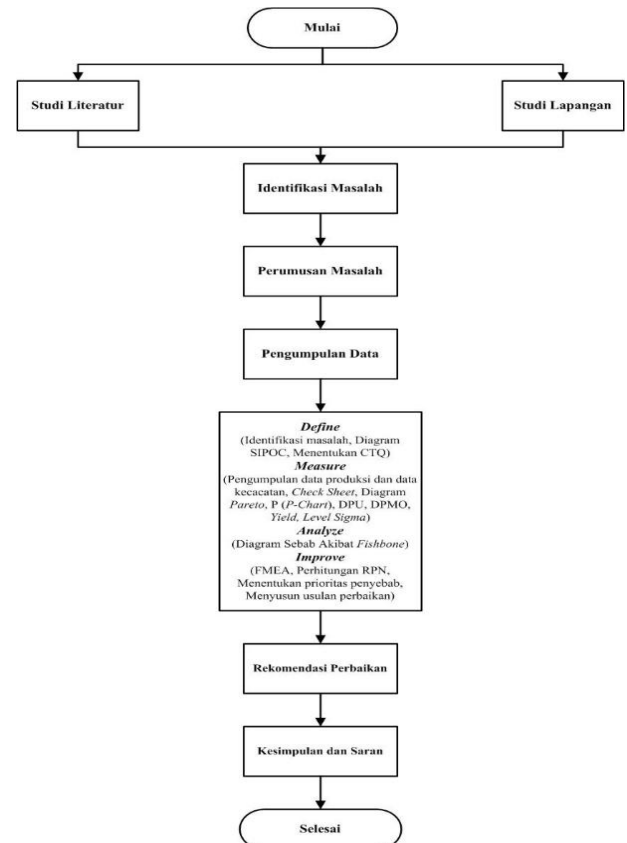
Pengumpulan data dilakukan melalui observasi secara langsung terhadap proses produksi, wawancara dengan pemilik dan operator produksi, dokumentasi perusahaan, serta pencatatan jumlah produksi dan jumlah kecacatan menggunakan *check sheet* [13]. Data yang diperoleh meliputi jumlah produksi, jenis cacat produk, frekuensi kecacatan, serta informasi mengenai penyebab terjadinya kecacatan pada setiap tahapan proses produksi.

Pendekatan analisis yang diaplikasikan adalah *Six Sigma* dengan tahapan DMAI [14]. Tahap *Define* dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik kualitas yang menjadi perhatian CTQ serta jenis-jenis kecacatan produk [15]. Tahap *Measure* bertujuan mengukur evaluasi kapabilitas proses dilakukan melalui indikator DPMO, *Yield*, dan

Sigma Level [16]. Di samping itu, pada fase ini pun digunakan peta kendali (*P-Chart*) untuk menilai kestabilan proses produksi.

Tahap *Analyze* dilakukan menggunakan diagram *Pareto* untuk menentukan jenis kecacatan yang paling dominan dan *Fishbone Diagram* untuk menganalisis faktor-faktor penyebab kecacatan yang ditinjau dari aspek manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja [17]. Selanjutnya, metode FMEA digunakan untuk menentukan prioritas penyebab kegagalan melalui perhitungan RPN berdasarkan nilai *Severity, Occurrence, dan Detection*.

Tahap *Improve* dilakukan dengan menyusun rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil analisis FMEA [18]. Rekomendasi peningkatan menitikberatkan pada penyebab kegagalan dengan nilai RPN tertinggi sehingga diharapkan mampu menekan angka kerusakan produk sekaligus mengoptimalkan mutu alur produksi di CV. Permata Store. Penelitian ini difokuskan pada identifikasi tingkat kapabilitas proses produksi, penentuan akar penyebab kecacatan, serta penyusunan rekomendasi perbaikan berdasarkan kondisi aktual di lapangan. Oleh karena itu, penelitian hanya mencakup tahapan identifikasi masalah, pengukuran kinerja proses, analisis penyebab kegagalan, dan penyusunan usulan perbaikan. Tahap pengendalian (*Control*) tidak dilaksanakan karena implementasi rekomendasi memerlukan keterlibatan perusahaan dalam jangka waktu yang lebih panjang agar efektivitas perbaikan dapat dievaluasi melalui pengukuran ulang terhadap kinerja proses. Dengan demikian, penelitian ini menghasilkan rekomendasi yang dapat dijadikan dasar bagi perusahaan



untuk menerapkan perbaikan secara berkelanjutan, sedangkan evaluasi keberhasilannya menjadi ruang

Gambar 1 Alur Penelitian

pengembangan bagi penelitian berikutnya. Alur pelaksanaan penelitian secara keseluruhan disajikan pada Gambar 1:

Berdasarkan Gambar 1, penelitian diawali dengan identifikasi masalah yang berkaitan dengan tingginya tingkat kecacatan pada proses produksi Pakaian Dinas Harian (PDH) di CV. Permata Store. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan *check sheet*. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode *Six Sigma* dengan tahapan DMAI. Pada tahap *Define* dilakukan identifikasi karakteristik kualitas dan jenis kecacatan produk. Tahap *Measure* bertujuan mengukur kapabilitas proses menggunakan DPMO, *Yield*, *Sigma Level*, dan *P-Chart*. Tahap *Analyze* dilakukan dengan menggunakan diagram Pareto, diagram sebab-akibat *Fishbone Diagram*, dan FMEA untuk mengidentifikasi penyebab utama serta menentukan prioritas perbaikan. Tahap *Improve* menghasilkan usulan perbaikan berdasarkan penyebab kegagalan dengan nilai RPN tertinggi. Selanjutnya, hasil analisis menjadi dasar dalam penyusunan kesimpulan penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Define*

Tahap *Define* adalah langkah pembuka dalam pendekatan *Six Sigma*, dengan fokus utama pada pengenalan dan penentuan masalah kualitas yang muncul di alur produksi. PDH di CV. Permata Store [19]. Pada tahap ini dilakukan pengidentifikasian karakteristik kualitas yang menjadi perhatian *Critical to Quality* (CTQ) serta jenis-jenis kecacatan yang ditemukan selama proses produksi [20]. Data tersebut dihimpun melalui pengamatan langsung pada tahapan produksi, Sesi dialog dengan perwakilan perusahaan, serta dokumentasi data kecacatan selama periode Januari–Maret 2026.

Hasil identifikasi telah mengungkapkan keberadaan berbagai bentuk kekurangan yang berakibat pada kualitas produk, yaitu bordir terjepit mesin, *finishing* terpotong, jahitan tidak rapi, pemasangan atribut tidak sesuai, dan ukuran produk yang tidak sesuai spesifikasi. Jenis-jenis kecacatan tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penentuan CTQ untuk dianalisis pada tahapan berikutnya [21].

Berdasarkan hasil observasi dan identifikasi terhadap proses produksi PDH, diperoleh dua karakteristik kualitas CTQ yang menjadi fokus dalam penelitian, yaitu bordir terjepit mesin dan *finishing* terpotong. Kedua jenis kecacatan tersebut dipilih karena merupakan cacat yang paling dominan terjadi selama periode penelitian dan memberikan kontribusi terbesar terhadap jumlah produk cacat. Adapun karakteristik kualitas CTQ yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1:

TABEL I
Critical to Quality (CTQ) Produk Pakaian Dinas Harian

CTQ	Karakteristik Kecacatan	Dampak
Bordir Terjepit Mesin	Terjadi lubang kecil pada kain akibat kain terjepit oleh jarum atau mekanisme mesin bordir.	Produk memerlukan proses <i>rework</i> menggunakan kain viselin tipis dan setrika uap.
<i>Finishing</i> Terpotong	Terjadi lubang kecil pada kain akibat terkena ujung gunting pada proses <i>finishing</i> .	Produk memerlukan proses <i>rework</i> menggunakan kain viselin tipis dan setrika uap.

Berdasarkan Tabel 1, terdapat dua karakteristik kualitas yang menjadi fokus pengendalian kualitas, yaitu bordir terjepit mesin dan *finishing* terpotong. Kedua jenis kecacatan tersebut dipilih sebagai CTQ karena memiliki frekuensi kejadian yang paling tinggi selama periode penelitian. Selanjutnya, kedua CTQ tersebut menjadi dasar dalam perhitungan kapabilitas proses pada tahap *Measure* serta analisis penyebab kecacatan pada tahap *Analyze*.

B. *Measure*

Tahap *Measure* bertujuan mengevaluasi kapabilitas proses produksi berdasarkan tingkat kecacatan yang terjadi yang terjadi pada produk PDH di CV. Permata Store [22]. Pengukuran dilakukan menggunakan data produksi dan jumlah produk cacat selama periode Januari–Maret 2026 yang diperoleh melalui *check sheet*. Pada tahap ini dilakukan evaluasi kinerja proses untuk mengetahui kemampuan proses produksi dalam menghasilkan produk yang memenuhi standar kualitas perusahaan. Indikator yang digunakan meliputi DPU, DPO, DPMO, *Yield*, dan *Sigma Level* [23]. Selain itu, digunakan peta kendali untuk mengevaluasi apakah proses produksi berada dalam kondisi yang terkendali secara statistik. Hasil pengukuran tersebut memberikan gambaran mengenai tingkat kapabilitas proses produksi serta digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan. Dengan demikian, hasil pada tahap *Measure* akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan penyebab utama kecacatan pada tahap *Analyze*.

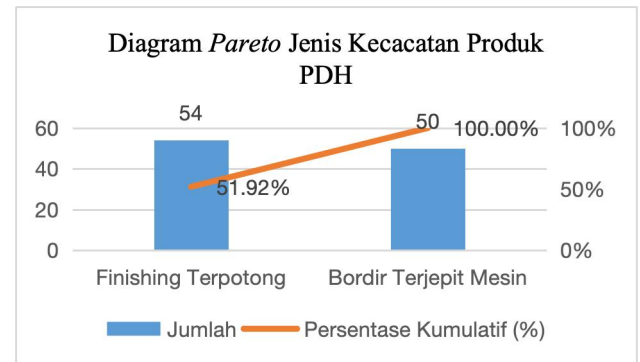
Rekapitulasi volume produksi dan angka kecacatan produk dalam rentang waktu tertentu penelitian direkapitulasi dalam bentuk *check sheet*. Rekapitulasi ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai jumlah produk yang diproduksi, jumlah kecacatan produk, serta distribusi jenis kecacatan yang terjadi pada setiap periode pengamatan. Hasil rekapitulasi *check sheet* disajikan pada Tabel 2:

TABEL II
check sheet

Jumlah Produksi	Bordir Terjepit Mesin	Finishing Terpotong	Jumlah Cacat	Persentase Cacat (%)
18	2	2	4	22,22
25	2	2	4	16,00
32	2	3	5	15,63
40	3	3	6	15,00
15	2	2	4	26,67
55	3	3	6	10,91
27	2	2	4	14,81
36	2	3	5	13,89
48	3	3	6	12,50
22	3	2	5	22,73
30	2	2	4	13,33
41	3	2	5	12,20
26	2	3	5	19,23
35	2	2	4	11,43
50	3	3	6	12,00
24	2	3	5	20,83
38	3	2	5	13,16
21	2	2	4	19,05
45	3	3	6	13,33
29	2	3	5	17,24
40	2	2	4	10,00
597	50	54	104	17,42%

Mengacu pada Tabel 1, diperoleh informasi mengenai jumlah produksi, jumlah produk yang mengalami kecacatan, serta frekuensi setiap jenis cacat selama periode penelitian. Data tersebut kemudian dimanfaatkan sebagai dasar penyusunan Diagram Pareto digunakan untuk menentukan jenis kecacatan yang paling dominan, sekaligus sebagai acuan dalam perhitungan DPU, DPO, DPMO, *Yield*, dan *Sigma Level*.

Berdasarkan data pada *check sheet*, dilakukan analisis menggunakan Diagram Pareto untuk mengidentifikasi jenis kecacatan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total produk cacat. Analisis ini menggunakan prinsip *Pareto* (80/20), yaitu sebagian besar permasalahan umumnya disebabkan oleh sebagian kecil faktor penyebab. Hasil Diagram *Pareto* disajikan pada Gambar 2:

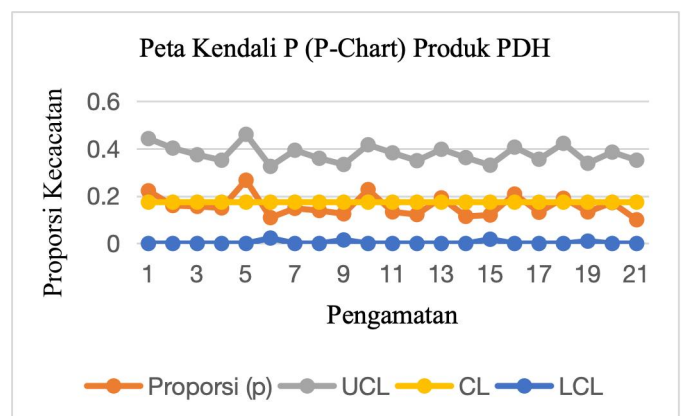


Gambar 2 Diagram Pareto

Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan bahwa jenis kecacatan yang paling banyak ditemukan adalah bordir terjepit mesin dan *finishing* terpotong. Kedua jenis kecacatan tersebut memberikan kontribusi terbesar terhadap jumlah produk cacat selama periode penelitian sehingga menjadi fokus utama dalam analisis penyebab kecacatan pada tahap berikutnya.

Dominannya kedua jenis kecacatan tersebut menunjukkan bahwa risiko kegagalan lebih banyak terjadi pada proses bordir dan penyelesaian akhir dibandingkan tahapan produksi lainnya. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa kedua aktivitas masih memiliki variasi proses yang cukup tinggi sehingga konsistensi kualitas produk belum sepenuhnya tercapai. Pada proses bordir, ketepatan pemasangan kain dan kestabilan posisi material sangat menentukan hasil akhir. Sementara itu, pada proses *finishing*, aktivitas pemotongan benang yang masih dilakukan secara manual meningkatkan peluang terjadinya kesalahan operator. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa sebagian besar produk cacat berasal dari aktivitas yang membutuhkan ketelitian tinggi sehingga pengendalian terhadap kedua proses tersebut menjadi prioritas utama dalam upaya peningkatan kualitas.

Selain mengidentifikasi jenis kecacatan yang dominan, pada pada tahap *Measure* dilakukan analisis menggunakan peta kendali proporsi (*P-Chart*) untuk mengevaluasi kestabilan proses produksi. Peta kendali digunakan untuk mengevaluasi kestabilan proses produksi berdasarkan proporsi produk cacat serta mengetahui apakah variasi kecacatan yang terjadi masih berada dalam kondisi terkendali secara statistik. Hasil peta kendali proses produksi PDH di CV. Permata Store disajikan pada Gambar 3:

Gambar 3 Peta Kendali (*P-Chart*) PDH

Berdasarkan Gambar 3, seluruh nilai proporsi kecacatan berada di antara batas kendali atas (*Upper Control Limit/UCL*) dan batas kendali bawah (*Lower Control Limit/LCL*). Hal ini berdasarkan data statistik, terbukti bahwa keseluruhan alur produksi masih dapat dikendalikan. Meskipun demikian, tingkat kecacatan yang masih relatif tinggi menunjukkan bahwa perusahaan tetap perlu melakukan upaya perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk.

Meskipun seluruh titik pengamatan masih berada di dalam batas kendali statistik, kondisi tersebut belum menunjukkan bahwa proses telah berjalan secara optimal. Peta kendali hanya menggambarkan kestabilan variasi proses, sedangkan besarnya proporsi kecacatan masih tergolong tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa penyebab kecacatan yang muncul merupakan variasi yang bersifat umum (*common cause variation*) sehingga secara konsisten terjadi selama proses produksi berlangsung. Dengan demikian, perusahaan tetap perlu melakukan penyempurnaan terhadap sistem kerja untuk menurunkan tingkat kecacatan meskipun proses belum menunjukkan adanya penyimpangan yang bersifat khusus (*special cause variation*).

Setelah dilakukan analisis menggunakan peta kendali (*P-Chart*), tahap selanjutnya adalah menghitung nilai *Defect per Unit* (DPU). Perhitungan DPU bertujuan untuk mengetahui rata-rata jumlah kecacatan yang terjadi pada setiap unit produk yang diproduksi. Nilai DPU menjadi indikator awal dalam mengukur tingkat kualitas proses produksi dan digunakan sebagai dasar dalam perhitungan kapabilitas proses pada tahap berikutnya. Adapun perhitungan DPU dilakukan menggunakan persamaan berikut.

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Unit} \times \text{Jumlah Opportunity}} \times 1.000.000 \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan tersebut, perhitungan *Defects per Million Opportunities* (DPMO) dilakukan menggunakan data jumlah kecacatan, jumlah unit produksi, dan jumlah peluang kecacatan (*opportunity*) pada setiap unit produk. Adapun contoh perhitungan DPMO adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= \frac{104}{597 \times 2} \times 1.000.000 \\ &= \frac{104}{1194} \times 1.000.000 \\ &= 87.102 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh nilai DPMO sebesar 87.102. Nilai tersebut menunjukkan bahwa dalam satu juta peluang kecacatan diperkirakan terdapat sekitar 87.102 kecacatan pada proses produksi PDH. Semakin kecil nilai DPMO yang diperoleh, semakin baik kapabilitas proses produksi. Besarnya nilai DPMO

menunjukkan bahwa peluang munculnya produk yang tidak memenuhi spesifikasi masih cukup tinggi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa variasi proses belum dapat dikendalikan secara optimal sehingga peluang terjadinya kesalahan masih sering muncul pada beberapa tahapan produksi. Nilai ini juga menggambarkan bahwa sistem pengendalian kualitas yang diterapkan perusahaan belum mampu mencegah terjadinya kecacatan secara konsisten sejak awal proses produksi dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar kualitas.

Setelah diperoleh nilai DPMO, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai *Yield*. Perhitungan *Yield* bertujuan untuk mengetahui persentase produk yang memenuhi standar kualitas atau tidak mengalami kecacatan selama proses produksi. Semakin tinggi nilai *Yield*, semakin baik Kapabilitas suatu rangkaian produksi untuk menciptakan keluaran yang memenuhi standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Perhitungan *Yield* dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$Yield = (1 - DPU) \times 100\% \quad (2)$$

Berdasarkan persamaan tersebut, nilai *Yield* dihitung menggunakan nilai *Defect per Opportunity* (DPO) yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Adapun contoh perhitungan *Yield* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= (1 - 0,1742) \times 100\% = 82,58\% \\ &Yield = 82,58\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai *Yield* sebesar 82,58%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sebesar 82,58% produk PDH yang diproduksi telah memenuhi standar kualitas yang ditetapkan perusahaan, sedangkan 17,42% sisanya masih mengalami kecacatan. Hasil ini menunjukkan bahwa proses produksi masih memerlukan upaya perbaikan untuk meningkatkan persentase produk yang memenuhi spesifikasi kualitas dan mengurangi jumlah produk cacat.

Setelah diperoleh nilai *Yield*, tahap selanjutnya adalah menentukan *Sigma Level* untuk mengetahui tingkat kapabilitas proses produksi. Nilai *Sigma Level* diperoleh berdasarkan nilai DPMO yang telah dihitung pada tahap sebelumnya. Semakin tinggi nilai sigma yang diperoleh, semakin baik kapabilitas proses dalam menghasilkan produk sesuai dengan standar kualitas. Adapun perhitungan *Sigma Level* dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$Level\ sigma = NORMSINV \left(1 - \frac{DPMO}{1.000.000} \right) + 1.5 \quad (3)$$

Berdasarkan nilai DPMO yang telah diperoleh yakni 87.102, selanjutnya dilakukan penentuan *Sigma Level*. Adapun hasil perhitungan *Sigma Level* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Level sigma} &= \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{87.102}{1.000.000} \right) + 1,5 \\
 &= \text{NORMSINV} (0,912898) + 1,5 \\
 &= 1,3585 + 1,5 \\
 &= 2,8585 \\
 &\approx 2,86 \text{ Sigma}
 \end{aligned}$$

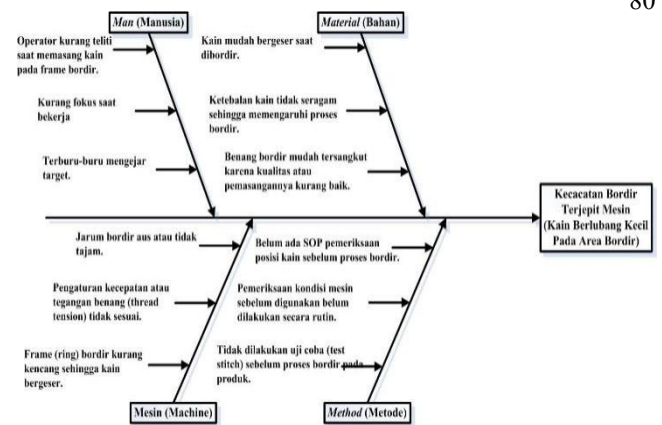
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai *Sigma Level* sebesar 2,86. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kapabilitas proses produksi PDH di CV. Permata Store masih berada di bawah target *Six Sigma*, yaitu 6 sigma. Dengan demikian, Proses produksi masih menunjukkan tingkat kecacatan yang relatif tinggi sehingga diperlukan langkah-langkah peningkatan kualitas untuk mengurangi jumlah produk cacat kecacatan.

Kapabilitas proses yang berada pada level 2,86 menunjukkan bahwa kualitas produksi masih berada pada kategori menengah sehingga peluang terjadinya kecacatan relatif lebih besar dibandingkan proses yang telah mencapai tingkat kapabilitas tinggi. Nilai tersebut mencerminkan bahwa variasi proses masih dipengaruhi oleh beberapa faktor operasional yang belum sepenuhnya terkendali, seperti perbedaan tingkat ketelitian operator, belum tersedianya prosedur kerja yang seragam, serta kondisi peralatan yang belum memperoleh perawatan secara terjadwal. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian mengenai pengendalian kualitas yang menyatakan bahwa rendahnya kapabilitas proses umumnya dipengaruhi oleh kombinasi faktor manusia, metode kerja, dan kondisi mesin sehingga diperlukan perbaikan yang dilakukan secara sistematis.

C. Analyze

Tahap *Analyze* bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya kecacatan pada proses produksi PDH di CV. Permata Store. Analisis dilakukan berdasarkan hasil pengukuran pada tahap *Measure* yang menunjukkan jenis kecacatan dominan selama periode penelitian. Pada tahap ini digunakan *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab kecacatan berdasarkan aspek manusia, mesin, metode, dan material.

Berdasarkan hasil pengukuran pada tahap *Measure*, diketahui bahwa salah satu jenis kecacatan yang dominan adalah bordir terjepit mesin. Oleh karena itu, dilakukan analisis menggunakan *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya kecacatan tersebut berdasarkan faktor manusia, mesin, metode, dan material. Hasil analisis *Fishbone Diagram* untuk cacat bordir terjepit mesin disajikan pada Gambar 4:

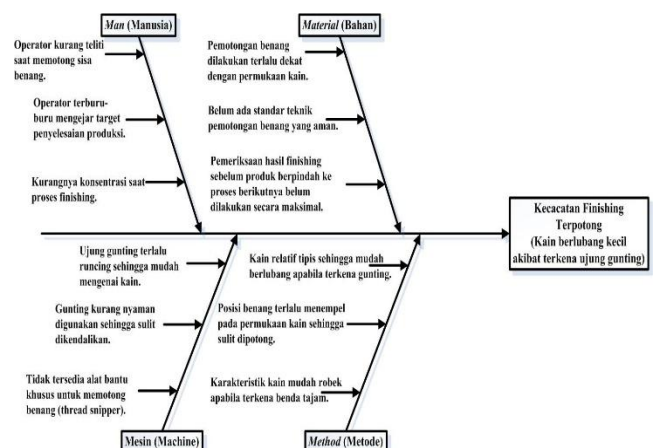


Gambar 4 *Fishbone Diagram* Kecacatan Bordir Terjepit Mesin

Berdasarkan Gambar 4, diketahui bahwa akar penyebab kecacatan bordir terjepit mesin berasal dari faktor manusia, mesin, metode, dan material. Faktor-faktor tersebut saling berkaitan dan berpotensi memengaruhi kualitas hasil bordir sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya kecacatan. Hasil identifikasi ini menjadi dasar acuan dalam penyusunan rekomendasi perbaikan pada tahap *Improve*.

Analisis menunjukkan bahwa penyebab kecacatan tidak berasal dari satu faktor tunggal, melainkan merupakan hasil interaksi beberapa faktor yang saling berkaitan. Ketelitian operator yang kurang optimal akan semakin meningkatkan risiko apabila kondisi *frame* bordir tidak mampu menahan kain secara stabil. Di sisi lain, belum adanya prosedur pemasangan kain yang baku menyebabkan setiap operator menggunakan cara kerja yang berbeda sehingga konsistensi proses sulit dipertahankan. Hubungan antar faktor tersebut menyebabkan kemungkinan terjadinya kain bergeser selama proses bordir semakin besar dan akhirnya menghasilkan cacat berupa kain terjepit oleh jarum mesin.

Selain cacat bordir terjepit mesin, analisis juga dilakukan terhadap cacat finishing terpotong karena termasuk jenis kecacatan yang dominan pada proses produksi PDH. Analisis menggunakan *Fishbone Diagram* dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab kecacatan berdasarkan faktor manusia, mesin, metode, dan material. Hasil analisis *Fishbone Diagram* untuk cacat finishing terpotong disajikan pada Gambar 5:



Gambar 5 Fishbone Diagram Kecacatan *Finishing* Terpotong

Berdasarkan Gambar 5, diketahui bahwa penyebab terjadinya cacat *finishing* terpotong dipengaruhi oleh aspek manusia, mesin, metode, dan material. Keempat faktor tersebut memberikan kontribusi terhadap munculnya kecacatan pada proses *finishing*. Oleh karena itu, hasil identifikasi akar penyebab ini berperan sebagai fondasi saat menetapkan urutan kepentingan usulan perbaikan pada tahap *Improve*.

Penyebab kecacatan pada proses *finishing* juga menunjukkan keterkaitan yang erat antara faktor manusia, metode kerja, dan peralatan yang digunakan. Aktivitas pemotongan benang dilakukan secara manual sehingga sangat bergantung pada ketelitian operator. Risiko kesalahan menjadi semakin tinggi ketika belum tersedia standar kerja yang mengatur teknik pemotongan maupun penggunaan alat yang sesuai. Kondisi tersebut menyebabkan variasi cara kerja antar operator semakin besar sehingga peluang kain terkena ujung gunting tidak dapat dihindari sepenuhnya. Oleh karena itu, peningkatan kompetensi operator perlu disertai dengan standarisasi metode kerja dan penggunaan alat yang lebih aman.

D. IMPROVE

Tahap *Improve* bertujuan menyusun rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil identifikasi akar penyebab kecacatan yang telah diperoleh pada pembahasan sebelumnya. Penyusunan rekomendasi dilakukan menggunakan FMEA untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan yang perlu diprioritaskan dalam upaya peningkatan kualitas produk. Proses penentuan prioritas dilakukan melalui penilaian SOD yang kemudian menghasilkan nilai RPN sebagai indikator tingkat risiko dari setiap penyebab kegagalan. Semakin besar nilai RPN, semakin tinggi tingkat risiko yang ditimbulkan terhadap kualitas produk sehingga memerlukan tindakan perbaikan yang lebih cepat. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan memusatkan perhatian pada penyebab yang paling berpengaruh terhadap munculnya kecacatan, sehingga rekomendasi yang dihasilkan menjadi lebih terarah, efektif, dan sesuai dengan kondisi proses produksi di lapangan. Hasil analisis FMEA yang menunjukkan urutan prioritas risiko beserta usulan tindakan perbaikan disajikan pada Tabel 3:

TABEL III
Hasil Analisis FMEA

Jenis Kecacatan	Failure Mode	Penyebab Potensial	Dampak Kegagalan	S	O	D	RPN
Bordir terjepit mesin	Kain berlubang pada area bordir	Operator kurang teliti saat memasang kain pada <i>frame</i>	Produk memerlukan perbaikan (<i>rework</i>)	7	6	5	210
Bordir terjepit mesin	Kain berlubang pada area bordir	<i>Frame</i> bordir kurang kencang	Posisi kain bergeser saat proses bordir	7	5	5	175
Bordir terjepit mesin	Kain berlubang pada area bordir	Jarum bordir mulai aus	Hasil bordir tidak sesuai standar	6	5	5	150
Bordir terjepit mesin	Kain berlubang pada area bordir	Belum terdapat SOP pemasangan kain	Posisi kain tidak sesuai	7	6	4	168
<i>Finishing</i> terpotong	Kain berlubang akibat gunting	Operator kurang teliti saat memotong benang	Produk memerlukan perbaikan (<i>rework</i>)	8	6	5	240
<i>Finishing</i> terpotong	Kain berlubang akibat gunting	Penggunaan gunting berujung runcing	Kain terpotong saat proses <i>finishing</i>	7	5	5	175
<i>Finishing</i> terpotong	Kain berlubang akibat gunting	Belum terdapat standar pemotongan benang	Risiko kain terpotong meningkat	7	6	4	168
<i>Finishing</i> terpotong	Kain berlubang akibat gunting	Belum menggunakan <i>thread snipper</i>	Proses pemotongan kurang aman	6	5	4	120

Berdasarkan Tabel 3, telah teridentifikasi bahwa pemicu kecacatan adalah melalui nilai RPN tertinggi adalah operator kurang teliti saat memotong benang dengan nilai RPN sebesar 240. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penyebab ini memiliki tingkat risiko tertinggi sehingga diprioritaskan dalam pelaksanaan tindakan korektif. Selanjutnya, Penyebab lain yang memiliki nilai RPN tinggi adalah faktor operator kurang teliti saat memasang kain pada *frame* dengan nilai RPN sebesar 210. Selain itu, terdapat beberapa penyebab lain yang juga memerlukan perhatian, seperti *frame* bordir kurang kencang dan penggunaan gunting berujung runcing yang masing-masing memiliki nilai RPN sebesar 175. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa faktor manusia dan peralatan menjadi penyebab dominan terjadinya kecacatan pada proses produksi PDH, sehingga usulan perbaikan difokuskan pada peningkatan ketelitian operator, penerapan prosedur kerja yang lebih baik, serta perawatan dan penggunaan peralatan yang sesuai. Sehingga kapabilitas proses produksi mampu berkembang, di mana mutu produk yang dihasilkan juga akan semakin optimal.

Prioritas risiko yang dihasilkan melalui analisis FMEA menunjukkan bahwa sebagian besar penyebab kegagalan memiliki keterkaitan dengan aktivitas yang dilakukan secara manual. Nilai RPN tertinggi menunjukkan bahwa kesalahan operator memiliki peluang kejadian yang relatif sering, memberikan dampak yang cukup besar terhadap kualitas produk, serta belum mudah dideteksi sebelum proses selesai. Oleh sebab itu, tindakan perbaikan tidak cukup hanya berfokus pada peningkatan keterampilan individu, tetapi juga harus didukung oleh penerapan prosedur kerja yang baku, pemeriksaan peralatan secara berkala, dan penyediaan alat bantu yang sesuai agar peluang terjadinya kesalahan dapat ditekan secara konsisten.

Berdasarkan hasil analisis FMEA, rekomendasi perbaikan difokuskan pada penyebab kegagalan dengan nilai RPN tertinggi. Usulan perbaikan bertujuan untuk mengurangi potensi terjadinya kecacatan pada proses produksi PDH melalui peningkatan kinerja operator, penyempurnaan prosedur kerja, serta perawatan dan penggunaan peralatan yang lebih optimal. Adapun usulan perbaikan yang direkomendasikan disajikan pada Tabel 4:

TABEL IV
USULAN PERBAIKAN

Penyebab Kegagalan	RPN	Prioritas	Usulan Perbaikan
Operator kurang teliti saat proses <i>finishing</i>	240	1	Memberikan pelatihan kepada operator mengenai teknik pemotongan benang yang benar serta meningkatkan ketelitian melalui pengawasan selama proses <i>finishing</i> .
Operator kurang teliti saat memasang kain pada <i>frame</i> bordir	210	2	Menyusun SOP pemasangan kain pada <i>frame</i> bordir dan melakukan pengecekan sebelum proses bordir dimulai.
<i>Frame</i> bordir kurang kencang	175	3	Melakukan pemeriksaan kekencangan <i>frame</i> sebelum digunakan dan mengganti <i>frame</i> yang sudah tidak layak pakai.
Penggunaan gunting berujung runcing	175	4	Menggunakan <i>thread snipper</i> atau gunting khusus <i>finishing</i> untuk mengurangi risiko kain terpotong.
Belum terdapat SOP pemasangan kain	168	5	Menyusun dan menerapkan SOP pemasangan kain sebagai pedoman bagi operator.
Belum terdapat standar pemotongan benang	168	6	Menyusun standar teknik pemotongan benang yang aman agar kain tidak terkena ujung gunting.
Jarum bordir mulai aus	150	7	Melakukan pemeriksaan dan penggantian jarum bordir secara berkala sesuai jadwal perawatan.
Belum menggunakan <i>thread snipper</i>	120	8	Menyediakan <i>thread snipper</i> pada setiap stasiun kerja <i>finishing</i> untuk membantu operator memotong benang dengan lebih aman.

Berdasarkan Tabel 4, usulan perbaikan diprioritaskan pada penyebab kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi. Prioritas pertama adalah meningkatkan ketelitian operator pada proses *finishing* melalui pelatihan teknik pemotongan benang yang benar serta pengawasan selama proses produksi. Prioritas berikutnya meliputi penyusunan dan penerapan SOP pemasangan kain pada

frame bordir, pemeriksaan kekencangan *frame* sebelum digunakan, penggunaan *thread snipper* atau gunting khusus *finishing*, penyusunan standar pemotongan benang, serta pemeriksaan dan penggantian jarum bordir secara berkala. Penerapan usulan perbaikan tersebut diharapkan mampu menurunkan jumlah kecacatan bordir terjepit mesin dan *finishing* terpotong, sehingga kualitas produk dan kapabilitas proses produksi dapat mengalami perbaikan.

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah diperoleh, temuan penelitian ini selanjutnya dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu untuk mengetahui kesesuaian maupun perbedaan hasil penerapan metode *Six Sigma* dan FMEA pada objek penelitian yang berbeda. Perbandingan tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai posisi penelitian ini serta memperkuat interpretasi terhadap hasil yang diperoleh.

Secara umum, penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian Hidayati dkk. [5] dan Montororing dkk. [8] dalam penerapan *Six Sigma* yang dikombinasikan dengan FMEA untuk mengidentifikasi penyebab utama kecacatan serta menentukan prioritas tindakan perbaikan. Ketiga penelitian sama-sama menunjukkan bahwa pendekatan tersebut mampu mengidentifikasi sumber variasi proses secara sistematis sehingga rekomendasi yang dihasilkan lebih terarah dalam meningkatkan kualitas produk. Perbedaannya, penelitian Hidayati dkk. menerapkan seluruh tahapan DMAIC hingga tahap *Control* sehingga usulan perbaikan dapat diimplementasikan dan dievaluasi. Hasil implementasi tersebut menunjukkan adanya penurunan nilai DPMO dari 11.835 menjadi 10.448 disertai peningkatan level sigma dari 3,76 menjadi 3,81, yang mengindikasikan peningkatan kapabilitas proses setelah perbaikan diterapkan.

Hasil yang serupa juga dilaporkan oleh Montororing dkk. [8], di mana implementasi rekomendasi berupa penyusunan instruksi kerja, pelaksanaan *preventive maintenance*, pelatihan operator, serta penggunaan checklist dan logbook perawatan mesin mampu meningkatkan level sigma dari 4,18 menjadi 4,46. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan tindakan perbaikan yang diikuti dengan tahap pengendalian berkontribusi terhadap peningkatan kapabilitas proses secara berkelanjutan.

Berbeda dengan kedua penelitian tersebut, penelitian ini difokuskan pada identifikasi tingkat kapabilitas proses, analisis penyebab kecacatan, serta penyusunan usulan perbaikan pada proses produksi Pakaian Dinas Harian (PDH). Oleh karena itu, penelitian belum mencakup implementasi rekomendasi maupun evaluasi hasil setelah perbaikan diterapkan. Meskipun demikian, hasil analisis berhasil menunjukkan bahwa kecacatan produk lebih banyak dipengaruhi oleh aktivitas bordir dan proses *finishing* yang masih didominasi pekerjaan manual. Kondisi tersebut tercermin dari nilai sigma sebesar 2,86 yang menunjukkan bahwa kapabilitas proses masih perlu ditingkatkan melalui penerapan rekomendasi yang telah disusun. Dengan demikian, usulan perbaikan yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai dasar bagi perusahaan untuk melaksanakan program peningkatan kualitas secara berkelanjutan, sedangkan pengukuran efektivitasnya dapat

dilakukan pada penelitian selanjutnya setelah rekomendasi tersebut diimplementasikan.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma* dengan tahapan DMAI, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *Six Sigma* mampu mengidentifikasi tingkat kapabilitas proses produksi serta penyebab utama kecacatan pada produk Pakaian Dinas Harian (PDH) di CV. Permata Store. Hasil pengukuran mengungkapkan bahwa jenis kecacatan yang paling lazim adalah bordir terjepit mesin dan *finishing* terpotong. Selain itu, diperoleh nilai DPU sebesar 0,1742, DPMO sebesar 87.102, *Yield* sebesar 82,58%, dan *Sigma Level* sebesar 2,86. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kapabilitas proses produksi masih berada di bawah target *Six Sigma*, sehingga penting untuk melaksanakan pembenahan guna menekan persentase cacat pada produk.

Hasil analisis menggunakan *Fishbone Diagram* mengindikasikan bahwa penyebab utama kecacatan berasal dari faktor manusia, mesin, metode, dan material (*material*). Selanjutnya, analisis menggunakan FMEA mengindikasikan bahwa pemicu dengan nilai RPN tertinggi berasal dari kurangnya ketelitian operator saat proses *finishing* dengan nilai RPN sebesar 240, diikuti oleh operator kurang teliti saat memasang kain pada *frame* bordir dengan nilai RPN sebesar 210. Kedua penyebab tersebut menjadi prioritas utama sehingga diprioritaskan dalam penyusunan rekomendasi perbaikan.

Mengacu pada hasil analisis FMEA, rekomendasi perbaikan diarahkan pada peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan, serta penyusunan dan penerapan *Standard Operating Procedure* (SOP), pemeriksaan serta perawatan peralatan secara berkala, serta penggunaan peralatan yang sesuai pada proses produksi. Penerapan usulan langkah-langkah penyempurnaan tersebut diperkirakan mampu meminimalkan angka kerusakan dan memperkuat kapasitas operasional dalam proses produksi, serta menghasilkan PDH yang lebih berkualitas.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena belum mengevaluasi efektivitas usulan perbaikan melalui tahap pengendalian setelah rekomendasi diterapkan pada proses produksi. Oleh sebab itu, perubahan tingkat kapabilitas proses setelah implementasi belum dapat diukur secara kuantitatif. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pemantauan terhadap hasil penerapan rekomendasi serta melakukan pengukuran ulang terhadap indikator kualitas sehingga keberlanjutan perbaikan dapat dibuktikan secara empiris.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. F. Munawar, U. A. N. Aini, D. H. Novrido, R. M. Jannah, M. V. Syahanifadhel, and A. Azzam, "Analisis Perencanaan Produksi Dan Quality Control Dompot Pria Menggunakan Metode MRP Dan FMEA," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, p. 362, 2023, doi: 10.24014/jti.v9i2.21895.
- [2] F. N. Azizah, Y. Rohayati, and M. Rendra, "Pengembangan Produk Celana Denim Berbasis Preferensi Konsumen Untuk Meningkatkan Keunggulan Bersaing," *J. Nusantara. Apl. Manaj. BISNIS*, vol. 9, no. 1, pp. 119–133, 2024, doi: 10.29407/nusamba.v9i1.20645.
- [3] V. Rahmenda, T. I. F. Rahma, and M. L. Ilhamy, "PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRODUKSI KONVEKSI RUMAHAN DALAM MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK (STUDI KASUS VIVANA KONVEKSI)," *ECOBISMA (JURNAL Ekon. BISNIS DAN MANAJEMEN)*, vol. 10, no. 2, pp. 67–80, 2023, doi: 10.36987/ecobi.v10i2.4436.
- [4] S. Teja, A. Ahmad, and L. L. Salomon, "PENINGKATAN KUALITAS PRODUKSI PAKAIAN PADA USAHA KONVEKSI SUSILAWATI DENGAN BERBASIS METODE SIX SIGMA," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 9–20, 2022, doi: 10.24912/jitiuntar.v10i1.15949.
- [5] N. Hidayati, Y. D. Pratiwi, and A. Mahruis, "Analisis Kualitas Produk Barecore dengan Metode Six Sigma (DMAIC) dan Mode And Effect Analysis (FMEA) di PT Kemilau Anugrah Sejati," *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 7, no. 3, pp. 1858–1866, 2024, doi: 10.31004/jutin.v7i3.31434.
- [6] F. Sumasto, D. A. Arliananda, F. Imansuri, S. Aisyah, and B. H. Purwojatmiko, "Enhancing Automotive Part Quality in SMEs through DMAIC Implementation: A Case Study in Indonesian Automotive Manufacturing," *Qual. Innov. Prosper.*, vol. 27, no. 3, pp. 57–74, 2023, doi: 10.12776/qip.v27i3.1889.
- [7] A. Waruwu, V. R. Tampubolon, M. A. Pratama, and D. Putri, "Pengendalian Kualitas Metode Six Sigma Untuk Mengurangi Tingkat Kerusakan Produk Kalender Di PT. KLM," *IMTechno J. Ind. Manag. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 82–90, 2022, doi: 10.31294/imtechno.v3i2.1186.
- [8] Y. D. R. Montororing, M. Widyantoro, and A. Muhazir, "Production process improvements to minimize product defects using DMAIC six sigma statistical tool and FMEA at PT KAEF," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2157, no. 1, p. 12032, 2022, doi: 10.1088/1742-6596/2157/1/012032.
- [9] A. Rahman and S. Perdana, "Analisis Perbaikan Kualitas Produk Carton Box di PT XYZ Dengan Metode DMAIC dan FMEA," *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.30998/joti.v3i1.9287.
- [10] S. Bahri, F. N. Rahmadani, and A. Darmawan, "Analysis on Product Quality of Semi Refined Carrageenan using Six Sigma and Cost of Poor Quality," *Ind. J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 9, no. 3, pp. 195–202, 2020, doi: 10.21776/ub.industria.2020.009.03.4.
- [11] G. Lekhasri, K. M. Bhaarani, D. Durgadevi, and M. Sowmiya, "Study and Analysis on Internal Quality Assessment to Overcome Defects in Apparel Industry," *Eng. Headw.*, vol. 16, pp. 19–40, 2025, doi: 10.4028/p-rqjcp2.
- [12] C. Series, "Production process improvements to minimize product defects using DMAIC six sigma

- statistical tool and FMEA at PT KAEF Production process improvements to minimize product defects using DMAIC six sigma statistical tool and FMEA at PT,” 2022, doi: 10.1088/1742-6596/2157/1/012032.
- [13] V. O. Ajayi, “A Review on Primary Sources of Data and Secondary Sources of Data,” vol. 2, no. 3, pp. 3–5, 2023.
 - [14] S. E. Mahardhika and A. Z. Al-Faritsy, “Meminimalisir Produk Cacat Pada Produksi Batik Cap Menggunakan Penerapan Metode Six Sigma Dan Kaizen,” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, p. 464, 2023, doi: 10.24014/jti.v9i2.23442.
 - [15] T. A. Ashari and Y. A. Nugroho, “ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN KAIZEN (Study Kasus: PT XYZ),” *J. Cakrawala Ilm.*, vol. 1, no. 10, pp. 2505–2516, 2022, doi: 10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v1i10.2581.
 - [16] F. Imansuri, T. Chayatunnufus, S. Safril, F. Sumasto, B. H. Purwojatmiko, and D. Salati, “Reducing Defects Using DMAIC Methodology in an Automotive Industry,” *SPEKTRUM Ind.*, vol. 22, no. 1, pp. 1–13, 2024, doi: 10.12928/si.v22i1.171.
 - [17] M. A. K. Tengtarto, M. L. Singgih, and N. Siswanto, “From 1904 to 2022: A Comprehensive Review of Six Sigma Methodology,” 2023. doi: 10.2991/978-2-38476-052-7\ 69.
 - [18] R. Azura, N. Nazaruddin, S. Suherman, M. I. H. Umam, and M. Nur, “ANALISIS KUALITAS PRODUK TAHU DALAM UPAYA MEMINIMALKAN PRODUK CACAT MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN FUZZY FMEA PADA PABRIK TAHU PAK BUDI,” *J. PERANGKAT LUNAK*, vol. 6, no. 1, pp. 66–80, 2024, doi: 10.32520/jupel.v6i1.2963.
 - [19] L. Bulto and S. Kant, “Total Quality Management integration with Six Sigma for Operational Success of a Project,” vol. 03, no. 004, pp. 1–12, 2023.
 - [20] A. F. Burhanuddin and W. Sulistiyowati, “Quality Control Design to Reduce Shoes Production Defects Using Root Cause Analysis and Lean Six Sigma Methods,” *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1242.
 - [21] Daruhadi & Sopiati, “Pengumpulan Data Penelitian,” vol. 3, no. 5, pp. 5423–5443, 2024.
 - [22] T. Siddiqui and M. Iqbal, “Six Sigma Practices on The Perceived Betterment of Organization Performance,” *J. Entrep. Manag. Innov.*, vol. 3, no. 1, pp. 77–96, 2021, doi: 10.52633/jemi.v3i1.52.
 - [23] H. Kartika, S. A. Rafi, and C. S. Bakti, “Analisis Perbaikan Proses Kerja untuk Mengurangi Manufacture Defect Rate (MDR) dengan Metode DMAIC,” *J. Ilmu Tek. dan Komput.*, vol. 7, no. 2, p. 110, 2023, doi: 10.22441/jitkom.v7i2.005.