

Improvement of Carton Box Product Quality Using Statistical Quality Control (SQC) and Root Cause Analysis (RCA) Methods

[Peningkatan Kualitas Produk Carton Box Menggunakan Metode *Statistical Quality Control* (SQC) dan *Root Cause Analysis* (RCA)]

Favian Ataya Putra Defa¹⁾, Inggit Marodiyah ^{*,2)}

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

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

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

Abstract. *The high rate of open joint defects in the carton box production gluing process reduces product quality and poses a risk of company losses. Based on observation data during the July-September 2025 period (36 days of production), a total of 326,850 units were produced, with a defect of 9,358 units defective, for a defect rate of 2.86%. Improvement efforts are needed to enhance process capabilities. This study aims to identify the highest defects, determine their root causes, and provide repair recommendations. The methods used in this study are Statistical Quality Control (SQC) with a control chart to analyze process stability, and Root Cause Analysis (RCA) to identify the root cause of the problem. The study found that the highest defect was the open joint defect, at 5265 units (1.61%). The root cause of open joint defects is that the quality management system has not been properly documented or standardized. Recommendations for improving quality and reducing defects include standardizing machine pressure parameters and pressing time through written SOPs, implementing daily monitoring checklists to control machine pressure and glue volume, and providing periodic training for operators on process parameter control.*

Keywords – *Statistical Quality Control; Root Cause Analysis; Quality; DPMO; Level Sigma*

Abstrak. *Tingginya tingkat defect open joint pada proses gluing produksi carton box menyebabkan penurunan kualitas produk dan potensi kerugian perusahaan. Berdasarkan data pengamatan selama periode Juli–September 2025 (36 hari produksi), diperoleh total produksi sebesar 326.850 unit dengan jumlah defect sebanyak 9.358 unit atau defect rate sebesar 2,86%, sehingga diperlukan upaya perbaikan untuk meningkatkan kapabilitas proses. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui defect tertinggi, mengetahui akar penyebab defect tertinggi, dan memberikan rekomendasi perbaikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Statistical Quality Control (SQC) dengan peta kendali untuk menganalisis kestabilan proses, dan Root Cause Analysis (RCA) untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah. Hasil penelitian adalah bahwa defect tertinggi terdapat pada defect open joint sebesar 5265 unit atau 1,61%. Akar penyebab permasalahan terjadinya defect open joint adalah sistem manajemen kualitas belum terdokumentasi dan terstandarisasi dengan baik. Rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan mengurangi defect yaitu standarisasi parameter tekanan dan waktu mesin pressing melalui penyusunan SOP tertulis, penerapan checklist monitoring harian untuk pengendalian tekanan mesin dan volume lem, serta pelaksanaan pelatihan berkala kepada operator terkait pengendalian parameter proses.*

Kata Kunci – *Statistical Quality Control; Root Cause Analysis; Quality; DPMO; Level Sigma.*

I. PENDAHULUAN

Industri kemasan karton memiliki peranan penting dalam mendukung distribusi dan perlindungan produk, khususnya pada industri minuman yang membutuhkan kemasan sekunder yang kuat, presisi, dan konsisten kualitasnya [1]. Produk *carton box single wall* banyak digunakan sebagai kemasan luar (*secondary packaging*) untuk menjaga keamanan produk selama proses penyimpanan dan distribusi [2]. Oleh karena itu, kualitas *carton box* sangat penting untuk menjaga kepuasan pelanggan dan citra perusahaan [3]. Dalam proses produksi *carton box*, masih ditemukan berbagai jenis kecacatan seperti printing blur, dimensi tidak sesuai, lem tidak merekat sempurna, deformasi, maupun ketidaksesuaian *slotting* [4]. Kecacatan tersebut dapat menyebabkan peningkatan produk *reject*, *rework*, pemborosan material, serta potensi keterlambatan pengiriman kepada pelanggan [5]. Jika tidak dikendalikan secara sistematis, tingkat kecacatan yang tinggi dapat menurunkan efisiensi operasional dan meningkatkan biaya produksi [6]. Pengendalian kualitas merupakan aktivitas penting untuk memastikan produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi kemasan carton box untuk sektor makanan dan minuman. Produk *carton box* dalam penelitian ini merupakan kemasan sekunder

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

berbahan dasar *corrugated board tipe single wall* yang tersusun dari satu lapisan *flute* dan dua lapisan *liner* [7]. *Carton* jenis ini umumnya digunakan sebagai kemasan luar untuk distribusi produk makanan dan minuman, seperti botol minuman, kemasan kaleng, maupun produk olahan dalam kemasan primer [8]. Secara fisik, karton berbentuk kotak lipat dengan sistem perekat (*gluing*) pada bagian sambungan sisi (*joint*) untuk membentuk struktur yang kokoh. Kekuatan sambungan tersebut sangat menentukan daya tahan karton selama proses penyimpanan dan distribusi. Oleh karena itu, kualitas proses *gluing* menjadi faktor kritis dalam menjamin fungsi proteksi kemasan. Dalam proses produksinya, perusahaan menghadapi berbagai potensi permasalahan yang dapat memengaruhi kualitas produk, khususnya pada tahap proses *gluing* yang berfungsi sebagai penyambung sisi karton agar membentuk struktur kotak yang kokoh. Permasalahan yang terjadi pada PT. XYZ adalah munculnya *defect open joint*, yaitu kondisi di mana sambungan sisi karton tidak merekat secara sempurna. Kecacatan ini dapat menyebabkan menurunnya kekuatan struktur kemasan dan berpotensi menimbulkan kerusakan produk selama proses distribusi.

Berdasarkan data produksi periode Juli hingga September 2025, diperoleh total produksi sebesar 326.850 *unit* dengan jumlah *defect* sebanyak 9.358 *unit* atau *defect rate* sebesar 2,86%, *defect open joint* terjadi secara berulang dan konsisten, sehingga berdampak pada meningkatnya aktivitas *rework*, bertambahnya waktu produksi, serta potensi pemborosan material dan biaya operasional. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengendalian kualitas pada proses *gluing* belum berjalan secara optimal dan memerlukan evaluasi yang lebih sistematis. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam pengendalian kualitas secara kuantitatif adalah *Statistical Quality Control (SQC)*. Metode ini memanfaatkan teknik statistik seperti perhitungan persentase kecacatan dan peta kendali (*control chart*) untuk mengetahui stabilitas proses produksi serta mendeteksi adanya penyimpangan yang terjadi [9]. Namun demikian, analisis statistik saja belum cukup untuk menyelesaikan permasalahan kualitas secara menyeluruh. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mampu mengidentifikasi akar penyebab masalah dan merumuskan tindakan perbaikan permanen. *Root Cause Analysis (RCA)* digunakan untuk menelusuri penyebab utama terjadinya kecacatan melalui pendekatan *fishbone diagram* dan analisis *five-whys*. Selanjutnya, metode *Eight Disciplines (8D)* diterapkan untuk menyusun langkah perbaikan secara sistematis dan berkelanjutan [10]. Dengan pendekatan tersebut, diharapkan tingkat kecacatan dapat ditekan dan kapabilitas proses produksi dapat meningkat secara berkelanjutan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *defect* tertinggi, mengetahui akar penyebab *defect* tertinggi, dan memberikan rekomendasi perbaikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Statistical Quality Control (SQC)* dengan peta kendali untuk menganalisis kestabilan proses dan *Root Cause Analysis (RCA)* untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah. Dengan pendekatan kedua metode tersebut, penelitian ini dapat meningkatkan kualitas produk carton box dan mengurangi *defect* produk.

II. METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama 3 bulan (Juni–September) 2025 pada salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pengolahan karton box dan kemasan. Pemilihan perusahaan ini berdasarkan tingginya tingkat kecacatan bahan baku yang diterima selama periode waktu tertentu.

B. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi Lapangan

Studi lapangan pada penelitian ini dilakukan di PT. XYZ untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi dan kegiatan yang dilakukan. Studi di lapangan dilakukan sebagai tahap awal dalam penelitian untuk dapat menemukan fenomena yang menjadi landasan dilakukannya penelitian.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka pada penelitian ini adalah SQC dan RCA. Hal ini sesuai dengan permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan objek penelitian.

3. Perumusan Masalah

Setelah dilakukan studi lapangan dan studi pustaka, maka dapat dilakukan simpulan permasalahan apa yang terdapat di perusahaan.

4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui *defect* tertinggi, mengetahui akar penyebab *defect* tertinggi, dan memberikan rekomendasi perbaikan.

5. Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data melalui observasi lapangan dan wawancara dengan informan kunci, yaitu supervisor bagian produksi dan kualitas. Data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung pada proses produksi, khususnya proses *gluing*, serta wawancara dengan supervisor bagian produksi dan kualitas. Data sekunder berupa laporan jumlah produksi harian, rekapitulasi jenis *defect*, dan jumlah produk cacat selama periode penelitian. Berdasarkan analisis awal terhadap data kecacatan, *defect* yang paling dominan pada proses *gluing*, sehingga penelitian difokuskan pada jenis *defect* tersebut. Data penelitian dikumpulkan selama tiga bulan dengan total 36 hari pengamatan. Setiap bulan diambil 12 hari produksi aktif yang dipilih secara purposive berdasarkan kondisi produksi normal dan stabil. Pemilihan 12 hari per bulan mempertimbangkan ketersediaan data valid, hari produksi efektif, serta konsistensi ukuran sampel harian. Secara statistik, jumlah 36 subgrup pengamatan telah memenuhi kecukupan analisis peta kendali atribut dalam mengevaluasi kestabilan proses.

6. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan melalui tahapan selanjutnya, yaitu pengolahan data. Data diolah dengan menggunakan pendekatan *Statistical Quality Control* (SQC). SQC digunakan untuk menganalisis tingkat kecacatan serta kestabilan proses produksi secara kuantitatif [11]. Tahap awal dilakukan dengan menghitung *defect rate* untuk mengetahui persentase kecacatan menggunakan rumus sebagai berikut [12] [13] [14]:

$$Defect Rate = \frac{Jumlah Defect}{Total Produksi} \times 100\%$$

Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan peta kendali p (p-chart) untuk mengetahui apakah proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik [15]. Perhitungan dilakukan dengan menentukan nilai rata-rata proporsi cacat ($\bar{p}$), batas kendali atas (UCL), dan batas kendali bawah (LCL) [16]. Proses dinyatakan tidak terkendali apabila terdapat titik pengamatan yang berada di luar batas kendali. Selain itu, untuk mengukur kapabilitas proses digunakan perhitungan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) dengan rumus [17] [18] [19]:

$$DPO = \frac{Jumlah Defect}{Total Unit \times Peluang Cacat}$$

Karena penelitian difokuskan pada satu *jenis cacat*, maka peluang cacat bernilai satu. Nilai DPMO kemudian dikonversi menjadi level sigma untuk mengetahui tingkat kinerja proses sebelum dan sesudah perbaikan.

7. Analisa dan Pembahasan

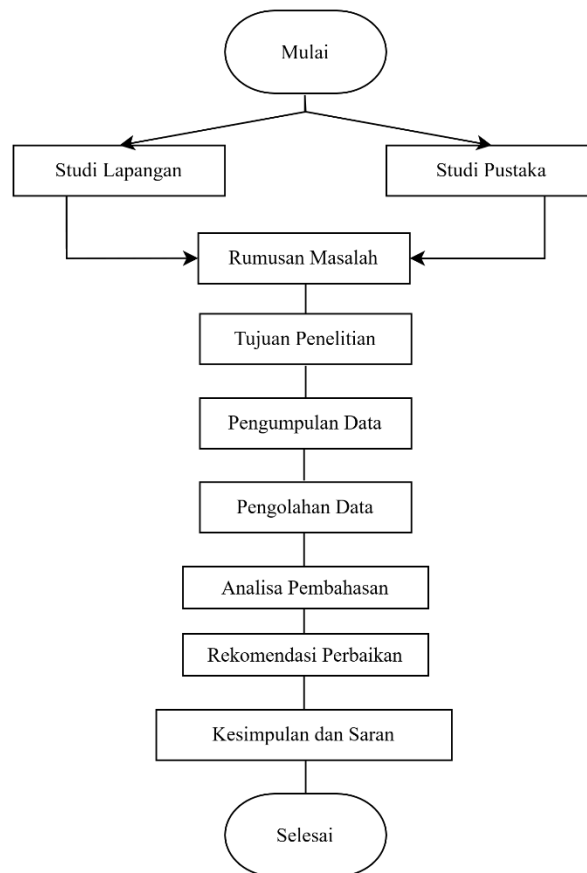
Setelah dilakukan pengolahan data, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis penyebab defect tertinggi dengan menggunakan pendekatan *Root Cause Analysis* (RCA). *Root Cause Analysis* (RCA) digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama terjadinya *defect open joint* pada proses *gluing* [20]. Analisis dilakukan menggunakan *fishbone* diagram dengan pendekatan faktor 4M1E, yaitu *Man, Machine, Method, Material, Measurement*, dan *Environment* [21]. Melalui identifikasi faktor-faktor tersebut, diperoleh dugaan penyebab potensial yang selanjutnya dianalisis lebih lanjut menggunakan teknik *five-whys* [22]. Teknik ini dilakukan dengan menelusuri penyebab secara bertahap hingga ditemukan akar masalah yang paling mendasar dan dapat dikendalikan [23]. Setelah dilakukan analisis akar penyebab permasalahan, tahapan selanjutnya adalah menerapkan tindakan perbaikan dengan peningkatan kualitas (*quality improvement*). Perbaikan kualitas dengan menggunakan pendekatan *Eight Disciplines* (8D). Metode *Eight Disciplines* (8D) digunakan untuk merumuskan dan mengimplementasikan tindakan perbaikan secara sistematis berdasarkan hasil analisis RCA [24]. Penerapan metode ini meliputi pembentukan tim perbaikan, pendeskripsian masalah secara jelas, penentuan tindakan sementara untuk mengendalikan dampak *defect*, identifikasi dan verifikasi akar penyebab, penetapan tindakan perbaikan permanen, implementasi serta evaluasi efektivitas perbaikan, hingga standarisasi untuk mencegah terulangnya masalah [25]. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan tingkat kecacatan sebelum dan sesudah implementasi tindakan perbaikan [26].

8. Rekomendasi Perbaikan

Tahapan selanjutnya adalah memberikan rekomendasi perbaikan sebagai kontrol proses yang berkelanjutan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan standar kualitas sesuai kebutuhan konsumen dan spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan dan meminimalkan jumlah *defect* produk *carton box*.

9. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan tahapan terakhir yang memberikan simpulan dari tujuan yang telah dicapai dan saran masukan baik untuk pelaku usaha (perusahaan), perguruan tinggi dan mahasiswa.



Gambar 1. Contoh gambar Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, data yang digunakan adalah data produksi selama tiga bulan, yaitu bulan Juli sampai dengan bulan September 2025. Berdasarkan observasi dan wawancara di lapangan dengan supervisor produksi dan *quality control*, dapat diketahui bahwa pada produk *carton box* terdapat empat jenis *defect*. Berdasarkan Tabel 1, merupakan definisi dan ciri serta dampak defect pada *carton box*.

Tabel 1. Contoh tabel Definisi, ciri dan dampak dari Jenis *Defect carton box*

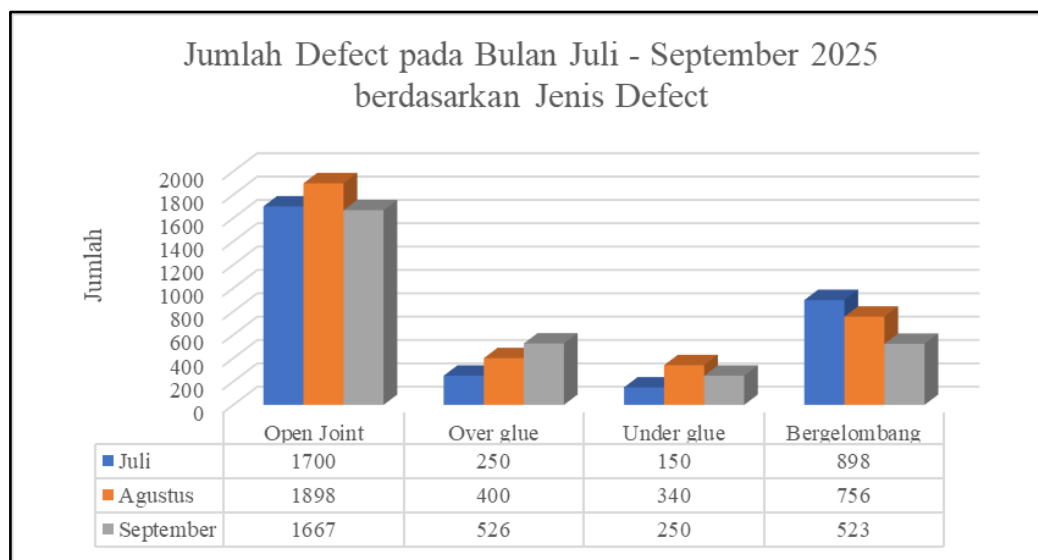
Jenis Defect	Definisi
<i>Over Glue</i> (Lem Berlebih)	Kondisi ketika jumlah lem yang diaplikasikan melebihi kebutuhan standar, sehingga lem meluber dari area <i>joint</i> /permukaan. Hal ini menyebabkan bagian tertentu menjadi basah, lengket, dan mengganggu tampilan fungsi <i>box</i>
<i>Under Glue</i> (Lem Kurang)	Kondisi ketika lem yang diberikan tidak cukup untuk menghasilkan ikatan sambungan yang kuat sesuai standar, sehingga join tidak merekat sempurna atau mudah lepas.
<i>Warping</i> (Bergelombang)	Kondisi di mana permukaan lembar <i>carton</i> tidak rata (muncul gelombang/kerutan/ <i>warping</i>), sehingga <i>box</i> terlihat melengkung tidak presisi saat dilipat atau ditumpuk.
<i>Open Joint</i> (Sambungan Terbuka)	Kondisi ketika sambungan <i>carton box</i> (<i>joint</i>) tidak menutup atau tidak merekat dengan sempurna sehingga terbuka sebagian/seluruhnya.

Tabel 2 merupakan data produksi dan jenis *reject* pada *carton box*. Data yang diambil adalah data bulan Juli – September 2025.

Tabel 2. Contoh tabel Jumlah Produksi dan jenis *defect carton box* bulan Juli – September 2025

Bulan	Jumlah Produksi	Jenis Defect			
		<i>Open Joint</i>	<i>Over glue</i>	<i>Under glue</i>	<i>Bergelombang</i>
Juli	108250	1700	250	150	898
Agustus	110950	1898	400	340	756
September	107650	1667	526	250	523
Jumlah	326850	5265	1176	740	2177

Sumber: PT. XYZ, Data diolah, 2026

**Gambar 2.** Contoh gambar Jumlah *Defect* berdasarkan jenisnya bulan Juli – September 2025

Sumber: PT. XYZ, Data diolah, 2025

Berdasarkan gambar 2, diketahui bahwa jenis *defect* produk karton box yaitu *defect Open Joint* sebanyak 5265 unit atau 1.61%, *defect over glue* sebanyak 1176 unit atau 0.359%, *defect under glue* sebanyak 740 unit atau 0.22%, dan *defect bergelombang* sebanyak 2177 unit atau 0.67%.

B. Pengolahan Data

Berdasarkan data produksi selama periode penelitian yang terdiri dari 36 hari pengamatan dalam tiga bulan, diperoleh total produksi *carton box single wall* sebanyak 326.850 unit. Dari jumlah tersebut, ditemukan *defect open joint* sebanyak 5.265 unit dan merupakan jenis *defect* tertinggi, sehingga fokus perbaikan hanya pada *defect open joint*. Data produksi dan jumlah *defect open joint* selama periode penelitian dikumpulkan selama tiga bulan pengamatan pada proses *gluing* produk *carton box single wall*. Data tersebut digunakan untuk menganalisis tingkat kecacatan dan kestabilan proses produksi.

1. Proporsi Jumlah Defect

Proporsi jumlah *defect* merupakan perbandingan antara jumlah produk cacat (*defect*) dengan jumlah total produk yang diperiksa dalam suatu periode atau sampel tertentu. Sehingga proporsi menunjukkan tingkat kecacatan produk yang terjadi pada proses produksi. Tabel 2 menunjukkan data produksi dan data *defect* pada bulan Juli – September 2025 pada produk *carton box* untuk *defect open joint*.

Tabel 3. Contoh tabel Data Produksi dan *Defect Open Joint* pada Bulan Juli – September 2025

Bulan	Jumlah Produksi (Unit)	<i>Open Joint</i> (Unit)	Proporsi ($p = d/n$)
Juli	108250	1700	0.016
Agustus	110950	1898	0.017
September	107650	1667	0.015

Jumlah	326850	5265	0.048
---------------	---------------	-------------	--------------

Berdasarkan Tabel 3, total produksi bulan Juli sebesar 108.250 unit dengan jumlah *defect open joint* sebanyak 1.700 unit. Proporsi cacat bulan Juli sebesar 0,016 atau 1,6%. Pada bulan Agustus sebesar 108.250 unit dengan jumlah *defect open joint* sebanyak 1.700 unit. Proporsi cacat harian (p) berada pada rentang 0,0152–0,0164. Proporsi *defect* pada bulan Agustus sebesar 0,017 atau 1,7%. Pada bulan September sebesar 110.950 unit dengan jumlah *defect open joint* sebanyak 1.898 unit. Proporsi cacat harian (p) berada pada rentang 0,15%. Dibandingkan dengan bulan Juli dan Agustus, terjadi penurunan proporsi cacat pada bulan September. Kondisi ini mengindikasikan adanya variasi proses yang perlu dianalisis lebih lanjut menggunakan peta kendali $\bar{p}$. Hal ini untuk mengetahui apakah peningkatan tersebut masih berada dalam batas kendali statistik atau disebabkan oleh faktor khusus.

2. Perhitungan Statistical Quality Control (SQC)

Perhitungan *Statistical Quality Control (SQC)* digunakan untuk mengevaluasi kestabilan proses produksi berdasarkan data atribut berupa jumlah *defect open joint*. Mengingat data yang digunakan berbentuk proporsi cacat dengan ukuran sampel harian yang relatif seragam, alat analisis yang digunakan adalah peta kendali p (p -chart). Peta kendali ini digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik serta mengidentifikasi kemungkinan adanya variasi penyebab khusus. Data yang dianalisis merupakan hasil rekapitulasi produksi selama 36 hari pengamatan dalam periode tiga bulan, dengan total produksi sebesar 326.850 unit dan total *defect open joint* sebanyak 5.265 unit.

1. Perhitungan Proporsi Cacat Rata-rata

Proporsi cacat rata-rata dihitung menggunakan rumus:

$$\bar{p} = \frac{\sum d}{\sum n}$$

$$\bar{p} = \frac{5.265}{326.850}$$

$$= 0,0161$$

Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata proporsi cacat selama periode penelitian adalah sebesar 0,0161 atau 1,61%.

2. Perhitungan Batas Kendali

Karena jumlah produksi harian bervariasi pada rentang 8.800–9.300 unit, maka batas kendali dihitung menggunakan pendekatan rata-rata ukuran sampel harian:

$$n_{avg} = \frac{326.850}{36} = 9.079$$

Batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) dihitung dengan rumus:

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

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

Substitusi nilai:

$$UCL = 0,0161 + 3 \sqrt{\frac{0,0161(0,9839)}{9.079}}$$

$$UCL = 0,0161 + 0,00396$$

$$UCL = 0,0201$$

$$LCL = 0,0161 - 0,00396$$

$$LCL = 0,0121$$

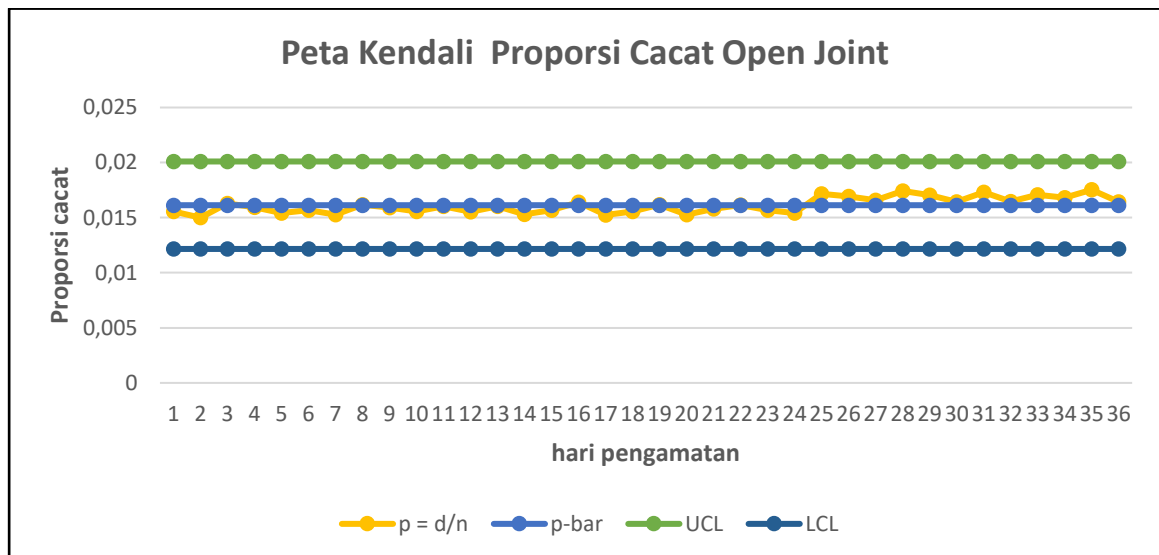
Sehingga parameter peta kendali diperoleh sebagai berikut:

- Garis tengah (CL) = 0,0161
- Batas kendali atas (UCL) = 0,0201

- Batas kendali bawah (LCL) = 0,0121

3. Penyusunan dan Interpretasi Peta Kendali

Setelah diperoleh nilai proporsi cacat rata-rata ($\bar{p}$), batas kendali atas (UCL), dan batas kendali bawah (LCL), langkah selanjutnya adalah menyusun peta kendali p (p-chart). Peta kendali p digunakan untuk memonitor kestabilan proporsi cacat *open joint* selama periode pengamatan serta mengidentifikasi adanya variasi penyebab khusus (assignable cause). Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, terdapat pada Gambar 2, diperoleh nilai garis tengah (CL) sebesar 0,0161, batas kendali atas (UCL) sebesar 0,0201, dan batas kendali bawah (LCL) sebesar 0,0121. Parameter tersebut kemudian digunakan sebagai acuan dalam penyusunan grafik peta kendali.



Gambar 3. Contoh gambar Peta Kendali Proporsi Cacat Periode Juli-September

Berdasarkan gambar 3 peta kendali yang telah disusun, seluruh titik proporsi cacat harian berada di antara batas kendali atas dan batas kendali bawah. Tidak terdapat titik yang melewati batas kendali maupun pola penyimpangan ekstrem yang menunjukkan adanya variasi penyebab khusus. Dengan demikian, proses produksi pada tahap gluing dapat dikatakan berada dalam kondisi terkendali secara statistik.

Berdasarkan peta kendali yang telah disusun, seluruh titik proporsi cacat harian berada di antara batas kendali atas dan batas kendali bawah. Tidak terdapat titik yang melewati batas kendali maupun pola penyimpangan ekstrem yang menunjukkan adanya variasi penyebab khusus. Dengan demikian, proses produksi pada tahap gluing dapat dikatakan berada dalam kondisi terkendali secara statistik.

4. Perhitungan Defect Rate

Tingkat kecacatan dihitung menggunakan rumus *defect rate*:

$$\begin{aligned}
 \text{Defect Rate} &= \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Total Produksi}} \times 100\% \\
 &= \frac{5.265}{326.850} \times 100\% \\
 &= 1,61\%
 \end{aligned}$$

Nilai *defect rate* sebesar 1,61% menunjukkan bahwa dalam setiap 100 *unit* produksi yang dihasilkan, terdapat sekitar 1–2 *unit* yang mengalami cacat *open joint*. Nilai ini menjadi dasar untuk melakukan analisis stabilitas proses menggunakan peta kendali.

C. Analisa dan Pembahasan

Setelah dilakukan perhitungan dan analisis menggunakan *Statistical Quality Control* (SQC) dan diketahui bahwa proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik, namun masih memiliki tingkat cacat yang relatif tinggi, maka diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan. Metode yang digunakan dalam tahap ini adalah *Root Cause Analysis* (RCA), yang bertujuan untuk menelusuri penyebab utama terjadinya cacat *open joint* secara sistematis. Analisis dilakukan melalui pendekatan diagram sebab-akibat (*fishbone*

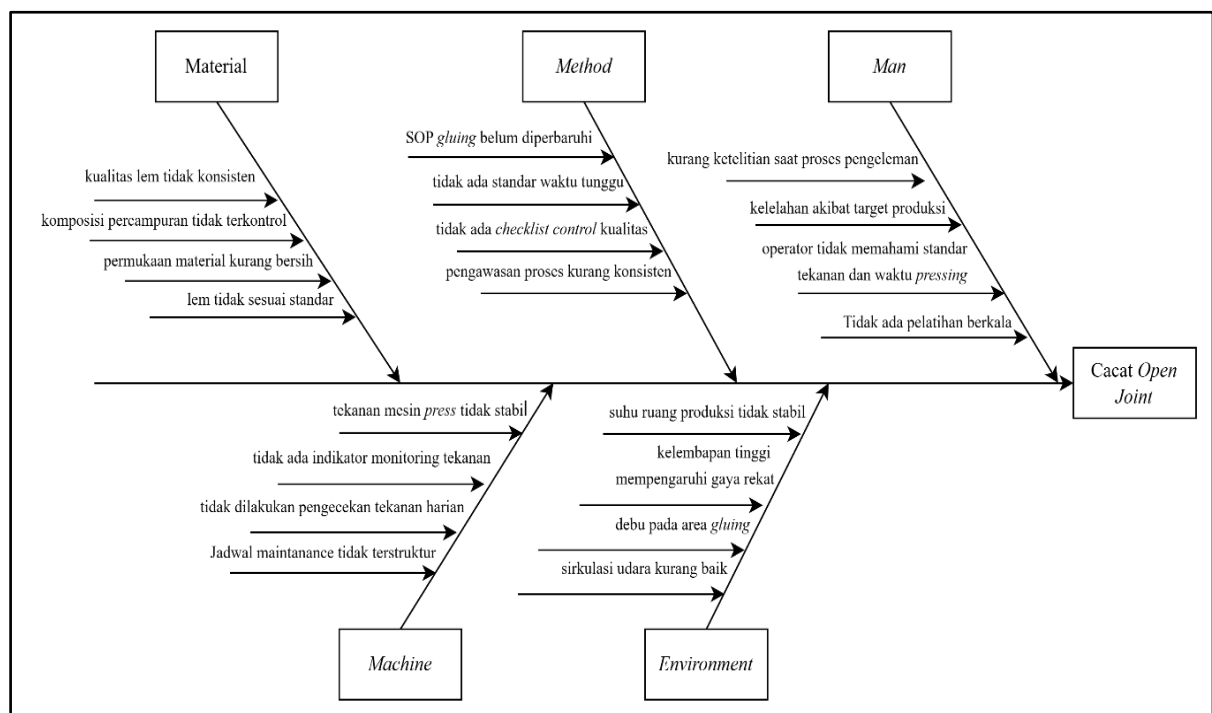
diagram) dan metode 5 *Why* untuk memperoleh faktor dominan yang memengaruhi kualitas produk. Tahapan dalam analisis *RCA* yaitu:

1. Identifikasi Permasalahan

Berdasarkan hasil analisis Statistical Quality Control (SQC), diketahui bahwa proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik. Namun demikian, nilai *defect rate* sebesar 1,61% dengan level sigma 3,63 menunjukkan bahwa kapabilitas proses masih belum optimal dan masih terdapat peluang perbaikan. Selain itu, pada peta kendali terlihat kecenderungan peningkatan proporsi cacat pada periode akhir pengamatan. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya cacat *open joint* pada proses *gluing*.

2. Identifikasi Faktor Penyebab

Untuk mengidentifikasi faktor penyebab, digunakan pendekatan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) dengan pendekatan 4M1E (*Man, Machine, Method, Material, Environment*). Gambar 3 merupakan *fishbone diagram* hasil identifikasi faktor penyebab *defect open joint*.



Gambar 4. Contoh gambar *Fishbone Diagram*

Berdasarkan gambar 4 diagram *fishbone*, faktor Machine dan Method menunjukkan hubungan yang paling signifikan terhadap terjadinya cacat *open joint*, terutama berkaitan dengan kestabilan tekanan mesin *press* dan tidak adanya standar monitoring parameter proses. Oleh karena itu, analisis lanjutan menggunakan metode 5 *Why* difokuskan pada kedua faktor tersebut.

1. Analisis 5 *Why*

Analisis 5 *Why* dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab utama *defect open joint* secara sistematis berdasarkan hubungan sebab-akibat yang terstruktur. Tabel 3 merupakan 5 *Why* pada *Defect Open Joint*

Tabel 4. Contoh tabel Analisis 5 *Why Defect Open Joint*

Tahap Why	Pertanyaan	Jawaban Analitis	Indikasi Masalah Sistem
Why 1	Mengapa terjadi cacat open joint pada produk?	Sambungan tidak merekat sempurna sehingga terjadi celah setelah proses <i>pressing</i> .	Kualitas hasil <i>gluing</i> tidak stabil
Why 2	Mengapa sambungan tidak merekat sempurna?	Karena daya rekat lem tidak optimal saat proses penekanan (<i>pressing</i>).	Parameter proses tidak konsisten

Why 3	Mengapa daya rekat lem tidak optimal?	Karena tekanan dan waktu pressing tidak sesuai dengan standar teknis yang dibutuhkan untuk jenis material tersebut.	Pengendalian parameter proses lemah
Why 4	Mengapa tekanan dan waktu pressing tidak sesuai standar?	Karena tidak dilakukan pengukuran dan verifikasi tekanan mesin secara berkala, serta tidak terdapat indikator kontrol tekanan yang mudah dipantau oleh operator.	Tidak ada sistem monitoring mesin
Why 5	Mengapa tidak ada pengukuran dan verifikasi tekanan secara berkala?	Karena perusahaan belum memiliki prosedur baku (SOP) terkait pengendalian parameter mesin <i>press</i> dan belum menerapkan checklist preventive maintenance harian.	Sistem manajemen kualitas belum terdokumentasi dan terstandarisasi dengan baik

Berdasarkan analisis 5 *Why* yang telah dilakukan, diketahui bahwa penyebab utama terjadinya cacat open joint bukan hanya disebabkan oleh kesalahan operator, tetapi lebih dominan pada lemahnya sistem pengendalian parameter mesin *press*. Tidak adanya prosedur baku terkait pengecekan tekanan dan waktu pressing menyebabkan variasi proses yang berdampak pada kualitas daya rekat lem. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan yang berfokus pada standarisasi prosedur, monitoring mesin, serta penerapan sistem *preventive maintenance* untuk meminimalkan potensi terjadinya cacat serupa.

2. Implementasi Perbaikan Menggunakan 8D

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA), selanjutnya dilakukan implementasi tindakan perbaikan menggunakan metode *Eight Disciplines* (8D). Metode ini digunakan untuk memastikan bahwa permasalahan cacat *open joint* dapat ditangani secara sistematis mulai dari pembentukan tim hingga pencegahan terulangnya masalah. Tabel 4 Implementasi perbaikan menggunakan metode 8D.

Tabel 5. Contoh tabel Implementasi Perbaikan Menggunakan Metode 8D

Tahap	Deskripsi Implementasi
D1 – Team	Dibentuk tim QC, Supervisor Produksi, dan <i>Maintenance</i>
D2 – Problem Description	<i>Defect open joint</i> pada proses <i>gluing</i> periode Juli–September sebesar 1,61% dengan nilai DPMO 16.109 dan level sigma 3,63
D3 – Containment Action	Inspeksi 100% sementara pada produk jadi untuk mencegah produk cacat terkirim ke pelanggan selama proses analisis berlangsung
D4 – Root Cause Analysis	RCA menunjukkan belum adanya standar parameter tekanan dan waktu pressing serta tidak adanya sistem monitoring tekanan mesin secara berkala
D5 – Corrective Action	Menyusun SOP setting tekanan & volume lem
D6 – Implement & Validate	Uji coba parameter baru selama 12 hari dan dilakukan pengukuran ulang <i>defect rate</i> menggunakan peta kendali untuk mengevaluasi efektivitas perbaikan
D7 – Prevent Recurrence	Pembuatan <i>checklist</i> harian & training operator
D8 – Recognition	Pemberian apresiasi kepada tim perbaikan dan dokumentasi hasil perbaikan sebagai standar operasional baru

Berdasarkan Tabel 5, tindakan perbaikan difokuskan pada standarisasi parameter mesin *press*, penyusunan SOP, serta penerapan sistem monitoring melalui checklist harian. Implementasi perbaikan kemudian divalidasi melalui pengukuran ulang tingkat defect untuk mengetahui efektivitas tindakan yang telah diterapkan

3. Evaluasi Hasil Perbaikan

Setelah tindakan perbaikan melalui metode 8D diimplementasikan pada akhir September 2025, dilakukan evaluasi efektivitas perbaikan pada bulan Oktober 2025 selama 12 hari produksi aktif dengan mengukur kembali jumlah produksi dan jumlah *defect open joint* yang terjadi. Berdasarkan hasil penerapan 8D, terdapat penurunan proporsi kecacatan produk, yaitu dengan produksi sebesar 109.350 unit dan *defect open joint* sebesar 1.150 unit atau 0,01%, dibandingkan dengan sebelum penerapan 8D, yaitu rata-rata data tiga bulan sebelumnya sebesar 0,161%.

4. Perhitungan Defect Rate Setelah Perbaikan

$$\text{Defect rate} = \frac{1.150}{109.350} \times 100\% = 1,05\%$$

Nilai tersebut menunjukkan adanya penurunan dibandingkan dengan kondisi sebelum perbaikan sebesar 1,61%.

5. Perhitungan DPMO Setelah Perbaikan

Karena penelitian difokuskan pada satu jenis *defect*, maka peluang cacat bernilai satu.

$$DPMO = \frac{1.150}{109.350} \times 1.000.000 = 10,515$$

Untuk memperjelas efektivitas tindakan perbaikan yang telah diterapkan melalui metode 8D, dilakukan perbandingan kinerja proses sebelum dan sesudah perbaikan berdasarkan parameter *defect rate*, DPMO, dan level sigma.

Tabel 6. Contoh tabel Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Parameter	Sebelum	Sesudah	Perubahan
Defect Rate	1,61%	1,05%	Turun 34%
DPMO	16.130	10.515	Turun 5.615

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa terjadi penurunan *defect rate* dari 1,61% menjadi 1,05% serta penurunan nilai DPMO dari 16.130 menjadi 10.515. Hal ini menunjukkan bahwa tindakan perbaikan yang diterapkan efektif dalam meningkatkan kapabilitas proses produksi.

6. Rekomendasi dan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis *Statistical Quality Control* (SQC), *Root Cause Analysis* (RCA), dan implementasi metode *Eight Disciplines* (8D), rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan secara berkelanjutan meliputi standarisasi parameter tekanan dan waktu pressing mesin melalui penyusunan SOP tertulis, penerapan *checklist* monitoring harian untuk pengendalian tekanan mesin dan volume lem, serta pelaksanaan pelatihan berkala kepada operator terkait pengendalian parameter proses. Selain itu, perusahaan disarankan mengintegrasikan sistem *preventive maintenance* terjadwal guna menjaga kestabilan performa mesin *press* dan meminimalkan variasi proses. Rekomendasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan konsistensi kualitas produksi, mencegah terulangnya *defect open joint*, serta meningkatkan kapabilitas proses secara berkelanjutan.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa *defect* tertinggi terdapat pada *defect open joint* sebesar 5265 unit atau 1,61%. Akar penyebab permasalahan terjadinya *defect open joint* adalah sistem manajemen kualitas belum terdokumentasi dan terstandarisasi dengan baik. Rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan mengurangi *defect* yaitu standarisasi parameter tekanan dan waktu pressing mesin melalui penyusunan SOP tertulis, penerapan *checklist* monitoring harian untuk pengendalian tekanan mesin dan volume lem, serta pelaksanaan pelatihan berkala kepada operator terkait pengendalian parameter proses.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan PT XYZ sebagai tempat pelaksanaan penelitian.

REFERENSI

- [1] A. D. Anggoro and F. Rhohman, "Analisa Komposisi Bahan Penyusun Kertas Medium Fluting, Brown Kraft, dan Test Liner," *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 4, no. 2, pp. 100–107, Dec. 2021, doi: 10.29407/jmn.v4i2.17291.
- [2] A. Islamiyani, T. Aspiranti, and C. Cyntiawati, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (Sqc) untuk Mengurangi Produk Cacat," *Bandung Conference Series: Business and Management*, vol. 2, no. 2, Jul. 2022, doi: 10.29313/bcsbm.v2i2.3301.
- [3] A. Z. Saputra and Ah. S. Fauzi, "Pengolahan Sampah Kertas Menjadi Bahan Baku Industri Kertas Bisa Mengurangi Sampah di Indonesia," *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 5, no. 1, pp. 41–52, Jun. 2022, doi: 10.29407/jmn.v5i1.17522.
- [4] I. A. S. Wulandari, N. R. Hanun, and A. S. Cahyana, "A Model for Enhancing the Environmental Performance by Integrating Lean and Green Productivity Concept: A Case Study of Food Production," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 25, no. 1, pp. 83–96, Feb. 2024, doi: 10.22219/jtiumm.vol25.no1.83-96.
- [5] F. Faturahman and R. Ferdian, "Penerapan Metode Root Cause Analysis dan Pendekatan Plan, Do, Check, Action pada Mesin Tin Sealer untuk Mengendalikan Kualitas Produk PT XYZ," *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 7, no. 12, pp. 16465–16477, Dec. 2022, doi: 10.36418/syntax-literate.v7i12.10219.
- [6] D. H. Erdi, "Pengaruh Kualitas Bahan Baku Dan Proses Produksi Terhadap Kualitas Produk Di Pt Karawang Foods Lestari," *JURNAL IKRAITH-EKONOMIKA*, vol. 6, no. 1, 2023.
- [7] H. Rahmi¹ and Y. Oktayanti², "Pembuatan Kertas Daur Ulang dari Kertas Bekas, Ampas Tebu dan Kulit Buah Naga sebagai Alternatif Kertas Seni," 2024. [Online]. Available: <https://orcid.org/noidorcidhttps://orcid.org/noidorcid>
- [8] I. Marodiyah, A. S. Cahyana, I. R. Nurmalasari, W. Widhianingsih, and D. F. Kusuma, "Utilizing disposable masks as effort to manage household waste to create cherry blossom bonsais," *Community Empowerment*, vol. 8, no. 7, pp. 1075–1080, Jul. 2023, doi: 10.31603/ce.9059.
- [9] D. Hilary and I. Wibowo, "PENGARUH KUALITAS BAHAN BAKU DAN PROSES PRODUKSI TERHADAP KUALITAS PRODUK PT. MENJANGAN SAKTI," *Jurnal Manajemen Bisnis Krisnadwipayana*, vol. 9, no. 1, Apr. 2021, doi: 10.35137/jmbk.v9i1.518.
- [10] O. Hana Catur Wahyuni and M. Wiwik Sulistiyowati, *BUKU AJAR PENGENDALIAN KUALITAS INDUSTRI MANUFAKTUR DAN JASA*.
- [11] J. Mahasiswa and A. Samudra, "PERANAN STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC) DALAM PENGENDALIAN KUALITAS: STUDI LITERATUR."
- [12] M. Rifaldi and W. Sudarwati, "Penerapan Metode Six Sigma dan FMEA Sebagai Usaha untuk Mengurangi Cacat pada Produk Bracket."
- [13] N. Ilmi and A. Lawi, "Penerapan Metode Six Sigma dalam Menganalisis dan Menanggulangi Defect Rate pada Pengelasan Tubular," *Jurnal Teknik Industri (JURTI)*, vol. 1, no. 2, pp. 128–137, 2022.
- [14] S. Z. Setiawan and A. W. Rizqi, "Penerapan Metode Six sigma dengan Fault Tree Analysis (FTA) untuk Pengendalian Kualitas Produksi Figure Toys Disney (Studi Kasus: PT LBJ)," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, vol. 4, no. 4, pp. 2136–2145, 2025.
- [15] A. Fathurochman, W, and F. Yuamita, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK DI PT ADI SATRIA ABADI DENGAN PENDEKATAN STATISTICAL QUALITY CONTROL UNTUK MENINGKATKAN STANDAR MUTU," *Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa*, vol. 4, no. 1, pp. 22–29, 2026, doi: 10.61722/jipm.v4i1.1844.
- [16] M. Henry Cipta Dinata, D. Andesta, and Hidayat, "MENGURANGI KECACATAN PRODUK MENGGUNAKAN METODE STATISTIK QUALITY CONTROL (SQC) ANALYSIS OF QUALITY CONTROL OF PT. AJG IRON STAIRS PRODUCTS TO REDUCE PRODUCT DEFECTS USING STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC) METHODS." [Online]. Available: <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jieom/index>
- [17] J. A. Zulkhulaifah and F. 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*, vol. 2, no. 3, pp. 119–133, May 2024, doi: 10.56211/factory.v2i3.495.
- [18] S. Joes, L. Salomon, and F. J. Daywin, "Penerapan Lean Six Sigma untuk Meningkatkan Efisiensi dan Kualitas Produk Kemasan Food Pail pada Perusahaan Percetakan."
- [19] E. Riandari, J. Susetyo, and E. W. Asih, "PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI GENTENG MENGGUNAKAN PENERAPAN METODE SIX SIGMA DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)," *Jurnal REKAVASI*, vol. 10, no. 1, pp. 64–71, 2022.

- [20] K. Wang, C. Liu, and Y. Lu, "Ensemble Bayesian Network for root cause analysis of product defects via learning from historical production data," *J. Manuf. Syst.*, vol. 75, pp. 102–115, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.jmsy.2024.06.001.
- [21] B. B. Nanda and W. Sulistiyowati, "Minimize Defects in 5 Liters Jerry Cans by Using Statistical Quality Control and Root Cause Analysis," *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 4, no. 2, pp. 51–63, Mar. 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i2.1302.
- [22] Y. Nursyanti and R. Partisia, "Analisis Discrepancy Inventaris di Gudang Menggunakan Root Cause Analysis," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, vol. 3, no. 3, pp. 313–323, 2024.
- [23] V. Methalina Afma, A. Merjani, and F. P. Ayu, "PENGURANGAN CACAT ASSEMBLY MODEL M370 DENGAN PENDEKATAN RCA (ROOT CAUSE ANALYSIS) DAN FTA (FAULT TRR ANALYSIS) (STUDI KASUS : PT.SHIMANO BATAM)," *Sigma Teknika*, vol. 6, no. 1, pp. 60–076, 2023.
- [24] R. Assidiqy and A. Rahmana, "Analisis Kecacatan Pada Produk Pakaian Jadi Menggunakan Metode Eight Disciplines (8D) Di Konveksi XYZ," *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, vol. 8, no. 2, Dec. 2025, doi: 10.31602/jieom.v8i2.19981.
- [25] N. Venkateshwaran, "A Study On 8d Methodology in Manufacturing Industry," *Online*, 2025, doi: 10.35940/ijmh.J1722.11060225.
- [26] M. Z. Abdillah *et al.*, "Analisa 8D Reporting Method untuk Menurunkan Yield Loss Reject Golf Ball Bond Menggunakan Root Cause Analysis," *Journal of Manufacturing in Industrial Engineering and Technology (MINE-TECH)*, vol. 4, no. 1, pp. 2985–3516, 2025, doi: 10.30651/mine-tech.v4i1.26100.

Conflict of Interest Statement:

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