

Penerapan Six Sigma untuk Menurunkan Cacat Pengemasan Amplang

Ridzky Zul Asdi ^{1*)}, Zila Maghfirah ¹⁾, Dutho Suh Utomo ¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman

E-mail: asdiridzky@ft.unmul.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menerapkan pendekatan *Six Sigma* dengan kerangka kerja *Define, Measure, Analyze, Improve* (DMAI) untuk menurunkan cacat pada lini pengemasan amplang di sebuah UMKM di Kota Samarinda. Tiga *Critical-to-Quality* (CTQ) yang dianalisis adalah: kemasan tidak merekat, cacat label, dan kebocoran pada kemasan. Data dikumpulkan selama 12 minggu (total 4.800 unit) menggunakan lembar periksa, kemudian dianalisis dengan metrik kapabilitas (DPU, DPO, DPMO/level sigma), peta kendali atribut (*p-chart*), Pareto, dan diagram sebab-akibat. Hasil menunjukkan kinerja proses saat ini: DPU 0,0654; DPO 0,0218; DPMO 21.805,56 ($\approx 3,5$ sigma). Peta kendali *p-chart* mengindikasikan proses stabil secara statistik (*in control*), namun masih terdapat peluang perbaikan. Analisis Pareto mengungkap dua jenis cacat dominan—kemasan tidak merekat dan cacat label—yang menyumbang 91% dari total cacat. Akar penyebab teridentifikasi pada faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Rekomendasi perbaikan yang terukur mencakup: pelatihan dan rotasi operator, supervisi aktif dan *checklist* harian, standardisasi spesifikasi serta inspeksi bahan, kalibrasi dan perawatan mesin *sealer*/cetak, pengendalian kelembaban dan kebersihan area (5R), penggunaan *jig* dan SOP visual untuk pelabelan, serta *first article inspection* dan sampling berkala. Temuan ini memberi peta jalan praktis bagi UMKM pangan untuk menekan DPMO, menaikkan level sigma, dan menstabilkan mutu kemasan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *six sigma*, DMAI, pengendalian mutu, UMKM, kualitas

ABSTRACT

This study applies the Six Sigma framework—Define, Measure, Analyze, Improve (DMAI)—to reduce defects in the amplang packaging line of an MSME in Samarinda, Indonesia. Three Critical-to-Quality (CTQ) characteristics were examined: unsealed packages, labeling defects, and package leakage. Over 12 weeks, 4,800 units were inspected via check sheets and analyzed using process capability metrics (DPU, DPO, DPMO/sigma level), attribute control charts (p-chart), Pareto analysis, and cause-effect diagrams. Current performance measured DPU 0.0654, DPO 0.0218, and DPMO 21,805.56 ($\approx 3.5\sigma$). The p-chart indicated a statistically stable process that still allows improvement. Pareto analysis identified two dominant defects—unsealed packages and labeling issues—accounting for 91% of total defects. Root causes were traced to factors of manpower, machine, method, material, and environment. Actionable improvements include operator training and rotation, active supervision with daily checklists, specification standardization and incoming inspection, sealer/printer calibration and maintenance, humidity control and housekeeping (5S), jigs and visual SOPs for labeling, and first-article inspection with periodic sampling. Findings provide a practical roadmap for food MSMEs to lower DPMO, raise sigma levels, and stabilize packaging quality sustainably.

Keyword: *Six Sigma*, DMAI, quality control, MSME, quality

1. Pendahuluan

Amplang merupakan pangan olahan tradisional khas Kalimantan Timur (khususnya Samarinda–Balikpapan) berbahan dasar ikan tenggiri dengan pasar yang bertumpu pada UMKM/IKM. Daya saing produk ini sangat dipengaruhi oleh mutu pengemasan karena berhubungan dengan keawetan, penerimaan konsumen, dan kepatuhan label. Posisi amplang sebagai identitas kuliner daerah sekaligus komoditas oleh-oleh menjadikan kualitas kemasan faktor penentu keberterimaan pasar.

Dalam praktik industri pangan, cacat kemasan yang umum muncul meliputi *seal defect* (mis-seal, under/over-seal), *label defect* (pudar, salah posisi/cetak), dan kebocoran (Bahauddin & Arya, 2020; Paulin dkk., 2022; A. H. Putri dkk., 2025). Literatur menunjukkan bahwa integritas *heat seal* pada kemasan fleksibel dipengaruhi oleh kombinasi suhu *sealing*, tekanan, dan waktu/ *dwell time*, serta karakteristik

bahan seperti ketebalan film. Ketidaktepatan pengaturan parameter ini berimplikasi langsung pada kebocoran dan cacat segel (Ilhan dkk., 2021).

Pada sisi kelembagaan, banyak Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) pangan menghadapi keterbatasan adopsi program penjaminan mutu dan praktik pengendalian proses yang sistematis. Tantangannya meliputi keterbatasan kompetensi teknis, prosedur baku yang belum konsisten, serta pembiayaan untuk pemantauan mutu (Abe dkk., 2015; Chhabra dkk., 2023; Maryam dkk., 2023; Stankalla dkk., 2018; Zimon, 2017). Hal ini berdampak pada variasi kualitas dan tingginya tingkat cacat pada tahap downstream seperti pengemasan.

Beragam studi di sektor pangan menunjukkan bahwa Six Sigma—khususnya kerangka kerja *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC)—dan *Statistical Process Control* (SPC) efektif menurunkan cacat, menstabilkan proses, serta meningkatkan kapabilitas melalui pemetaan *Critical-to-Quality* (CTQ), analisis akar masalah, dan verifikasi perbaikan (Abdurrahman & Al-Faritsy, 2021; Destyanto & Nurimannisa, 2024; N. S. R. Putri dkk., 2025; Salsabila dkk., 2025). Pada lini pengemasan, penggunaan peta kendali atribut relevan untuk memantau proporsi atau jumlah cacat; sementara diagram Pareto dan *fishbone* membantu memfokuskan prioritas pada penyebab dominan. Dengan pendekatan ini, intervensi yang terarah dapat dievaluasi dampaknya terhadap penurunan nilai *Defects per Million Opportunities* (DPMO) dan kenaikan level sigma (Widiwati dkk., 2025).

Studi kasus industri pangan menunjukkan penerapan Lean Six Sigma/SPC pada proses pengemasan mampu menekan variasi dan cacat melalui pengaturan parameter mesin, penyeragaman material, dan perbaikan prosedur inspeksi (Akyazi dkk., 2020; Hitzmann dkk., 2015; Khusaini dkk., 2016; Triwuni & Nugroho, 2023). Namun, bukti terapan pada produk tradisional berbasis UMKM di Indonesia—termasuk camilan khas seperti amplang—masih terbatas dan tersebar, sehingga dibutuhkan kajian kontekstual yang memadukan ukuran kinerja dengan rekomendasi teknis yang dapat diimplementasikan di skala UMKM (Desai dkk., 2015).

Variasi mutu pada proses pengemasan amplang masih memunculkan cacat dominan—terutama *seal* tidak merekat/*over-/under-seal*, cacat label (pudar, salah posisi, salah cetak), dan kebocoran—yang berimplikasi pada penurunan daya simpan, keluhan pelanggan, dan biaya kualitas (Desai dkk., 2015; Triwuni & Nugroho, 2023; Zakaria & Sarofa, 2024). Kondisi ini menimbulkan pertanyaan: bagaimana profil dan proporsi tiap jenis cacat pada lini pengemasan amplang; sejauh mana stabilitas dan kapabilitas proses saat ini jika dievaluasi dengan metrik atribut dan peta kendali; serta penyebab dominan apa yang mendorong terjadinya cacat dalam kerangka *Man–Machine–Method–Material–Environment* (MMME) dan intervensi perbaikan apa yang paling layak diterapkan pada konteks sumber daya UMKM/IKM.

Sejalan dengan perumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan (1) mengidentifikasi dan memetakan jenis cacat pada kemasan produk amplang; (2) menilai kapabilitas proses melalui perhitungan level sigma beserta indikator terkait dalam kerangka DMAI; dan (3) menyusun saran perbaikan yang terukur dan aplikatif berdasarkan temuan analisis akar masalah, sehingga dapat menurunkan tingkat cacat, menstabilkan proses, dan menjadi dasar pengendalian berkelanjutan pada tahap *Control*.

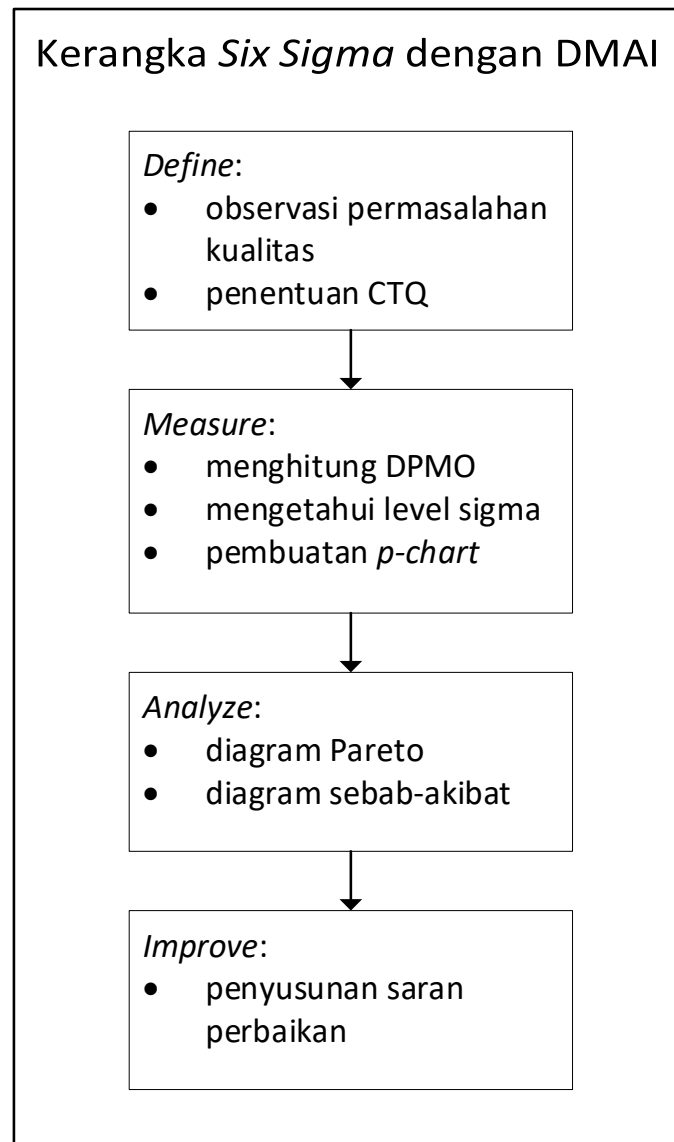
Secara akademik, penelitian ini mengisi celah penerapan *Six Sigma* pada produk pangan tradisional di konteks UMKM Indonesia, menawarkan kontribusi metodologis berupa integrasi peta kendali atribut, Pareto–*fishbone*, dan metrik sigma. Secara kemasyarakatan, hasil penelitian diharapkan mendukung pemberdayaan UMKM melalui penurunan *cost of poor quality*, meningkatkan konsistensi mutu, serta memperkuat citra produk daerah (Lim dkk., 2014).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan *mixed-method* dengan perspektif pragmatis berlandaskan kerangka Six Sigma yaitu *Define, Measure, Analyze, dan Improve* (DMAI). Komponen kuantitatif digunakan untuk mengukur kinerja proses (DPU, DPMO, level sigma, peta kendali atribut), sedangkan komponen kualitatif dipakai untuk penelusuran akar masalah dengan diagram sebab-akibat serta perumusan saran perbaikan yang kontekstual pada skala UMKM. Pilihan *mixed-method* dipertimbangkan karena tujuan penelitian tidak hanya menghitung tingkat cacat, tetapi juga menaукannya dengan penyebab operasional dan rekomendasi tindakan yang layak diterapkan.

Penelitian dilaksanakan sebagai studi kasus pada UMKM XYZ, produsen sekaligus penjual amplang di Kota Samarinda. Fokus pengamatan berada pada lini pengemasan sebagai titik kritis mutu, sehingga

temuan kuantitatif mengenai tingkat cacat dapat ditautkan langsung dengan kondisi operasional setempat dan menjadi dasar perbaikan proses yang realistis.



Gambar 1. Kerangka Kerja Six Sigma dengan DMAI

a. Tahap Define

Pada tahap *Define*, penelitian diawali dengan observasi langsung pada lini pengemasan guna memetakan variasi mutu secara faktual tanpa prakonsepsi mengenai jenis cacat yang krusial. Temuan observasi tersebut kemudian dianalisis dan disintesis untuk menetapkan *Critical-to-Quality* (CTQ) yang selanjutnya diformalkan sebagai fokus pengukuran pada tahap *Measure*.

b. Tahap Measure

Pengukuran jumlah kecacatan dilakukan berbasis *checksheet* per subgrup waktu dengan ukuran subgrup yang konstan agar analisis statistik stabil. Untuk setiap subgrup, peneliti mencatat total unit yang diperiksa, jumlah unit *defective* (gagal), serta jumlah cacat per CTQ. Indikator inti dihitung meliputi *Defects per Unit* (DPU) yaitu rata-rata jumlah cacat per unit produk, *Defects per Opportunity* (DPO) yaitu jumlah cacat per peluang cacat, dan DPMO yang menormalisasi peluang cacat per. Nilai DPMO kemudian dikonversi menjadi level sigma menggunakan Tabel 1 (dengan asumsi shift 1.5σ). Stabilitas proses dipantau menggunakan *p-chart* untuk proporsi unit gagal di setiap subgrup. Titik di luar batas kendali serta pola *run/shift* pada *p-chart* menjadi sinyal adanya *special cause* yang perlu ditelusuri pada tahap berikutnya.

$$DPU = \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah unit yang diperiksa}} \quad (1)$$

$$DPO = \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah unit} \times \text{jumlah peluang per unit}} \quad (2)$$

$$DPMO = DPO \times 1,000,000 \quad (3)$$

Tabel 1. Konversi Nilai DPMO ke Level Sigma

Level Sigma	DPMO	Kualitas (% yield)
2σ	308537	69,15%
3σ	66807	93,32%
4σ	6210	99,38%
5σ	233	99,977%
6σ	3,4	99,9997%

c. Tahap Analyze

Data kecacatan produk kemudian diurai dengan diagram Pareto guna mengidentifikasi *vital few*—CTQ atau jenis cacat yang menyumbang porsi terbesar dari total kegagalan. Masing-masing CTQ kemudian dianalisa dengan diagram sebab-akibat (*fishbone*) yang disusun di bawah kategori *Man*, *Machine*, *Method*, *Material*, dan *Environment* untuk mendapatkan faktor penyebabnya. Analisis diagram sebab akibat ini kemudian dijadikan dasar untuk merumuskan langkah perbaikan.

d. Tahap Improve

Saran perbaikan dilakukan berdasarkan analisis diagram sebab-akibat. Saran perbaikan diberikan untuk jenis cacat dominan berdasarkan hasil analisis diagram Pareto.

3. Hasil dan Pembahasan**a. Tahap Define**

Berdasarkan hasil observasi, ditetapkan tiga CTQ yang akan dianalisa, yaitu: (1) jenis cacat kemasan tidak merekat, (2) jenis cacat label, (3) jenis cacat kebocoran pada kemasan. Jenis cacat kemasan tidak merekat terjadi ketika kemasan tidak rapat pada bagian sambungan atau *seal*. Hal ini menyebabkan kemasan tidak tertutup sempurna, yang dapat menyebabkan produk terkontaminasi udara, debu, atau kotoran lainnya. Cacat label terjadi ketika informasi pada kemasan tidak tercetak dengan baik atau label terpasang tidak sesuai. Cacat kebocoran kemasan terjadi ketika terdapat lubang pada kemasan, sehingga kemasan tidak kedap udara, serta rentan terkontaminasi udara, air, dan debu. Kontaminasi ini membuat amplang tidak renyah serta rentan basi.

b. Tahap Measure

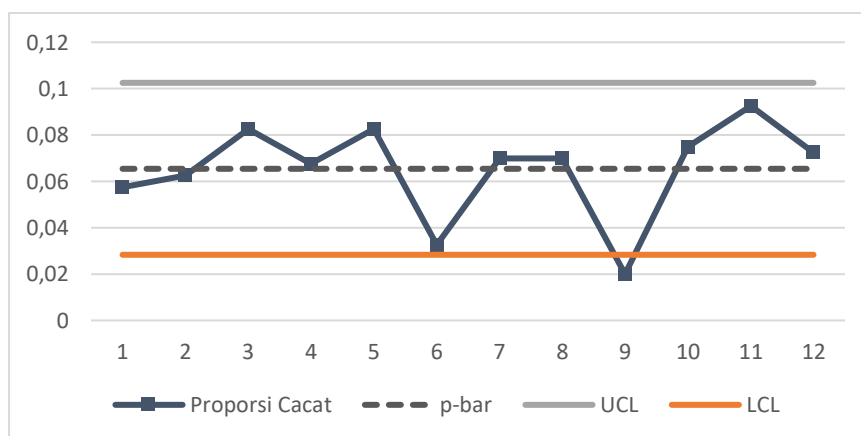
Tabel 2 menunjukkan hasil pengamatan jumlah cacat produk selama 12 minggu, dengan jumlah pengamatan sebanyak 400 sampel untuk masing-masing minggu (subgrup). Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan Persamaan (1), (2), dan (3), diperoleh nilai DPU sebesar 0,0654; DPO sebesar 0,0218; serta DPMO sebesar 21.805,56. Nilai DPU mengindikasikan bahwa dalam setiap seribu unit produk rata-rata terdapat sekitar 65 cacat. Jika ditinjau dari peluang terjadinya cacat, DPO menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya kecacatan pada setiap peluang adalah sebesar 2.18%. Dengan tiga peluang kecacatan yang diamati pada setiap unit (yaitu cacat segel, cacat label, dan kebocoran kemasan), maka tingkat ketelitian proses menghasilkan *Rolled Throughput Yield* (RTY) sekitar 93–94%, yang berarti hanya sekitar 6–7% unit yang memiliki satu atau lebih cacat.

Tabel 2. Hasil Penilaian Risiko

Minggu ke-	Jumlah Sampel	Jenis Cacat			Jumlah Cacat
		KTM*	Label	Bocor	
1	400	19	3	1	23
2	400	14	7	4	25
3	400	17	14	2	33
4	400	14	12	1	27
5	400	18	10	5	33
6	400	4	6	3	13
7	400	15	9	4	28
8	400	16	11	1	28
9	400	3	5	0	8
10	400	14	13	3	30
11	400	18	16	3	37
12	400	20	7	2	29
Total	4800	172	113	29	314

*jenis cacat kemasan tidak merekat

Selanjutnya, nilai DPMO sebesar 21.805,56 menempatkan kinerja proses berada pada kisaran 3,5 sigma. Posisi ini menunjukkan bahwa kualitas proses relatif lebih baik dibanding standar tiga sigma (≈ 66.807 DPMO), tetapi masih cukup jauh dari standar empat sigma (≈ 6.210 DPMO). Dengan kata lain, masih terdapat ruang signifikan untuk peningkatan kualitas agar tingkat cacat dapat ditekan hingga mendekati target empat sigma. Jika diterapkan pada skala produksi yang lebih besar, misalnya 10.000 unit, maka potensi cacat yang terjadi diperkirakan mencapai 654 unit, sehingga berimplikasi pada meningkatnya biaya produksi akibat *rework* maupun penurunan kepuasan konsumen. Oleh karena itu, langkah perbaikan perlu difokuskan pada jenis cacat yang paling dominan, yang dapat diidentifikasi melalui analisis Pareto dan ditelusuri akar penyebabnya menggunakan diagram sebab-akibat. Strategi perbaikan yang tepat akan memungkinkan penurunan tingkat DPO hingga mendekati 0,62%, sehingga proses produksi dapat mencapai performa empat sigma dengan rata-rata kurang dari 19 cacat per seribu unit.

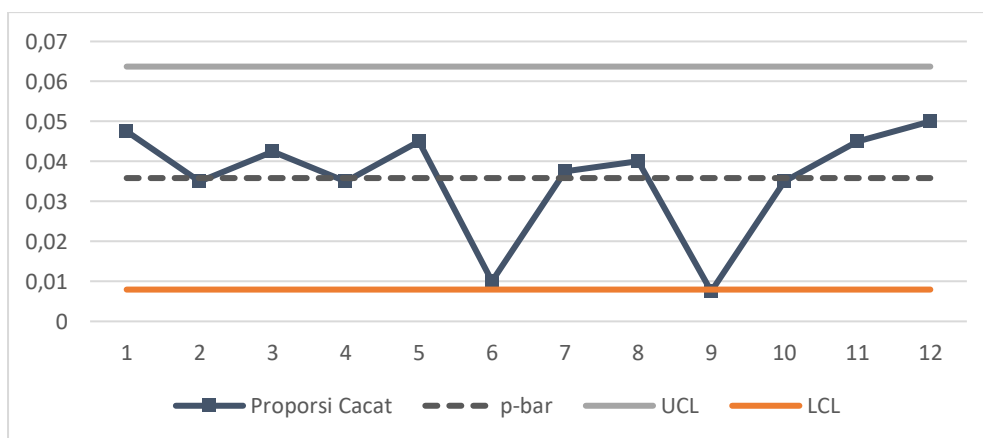
**Gambar 2.** Peta Kendali Kecacatan Keseluruhan

Peta kendali *p-chart* untuk cacat keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2. Analisis *p-chart* terhadap data proporsi cacat menunjukkan bahwa rata-rata proporsi cacat (\bar{p}) adalah 0,066 dengan batas kendali atas (UCL) sebesar 0,102 dan batas kendali bawah (LCL) sebesar 0,028. Seluruh titik pengamatan dari periode 1 hingga 12 berada dalam rentang batas kendali, sehingga proses dapat dikategorikan terkendali secara statistik. Hal ini sejalan dengan konsep yang dikemukakan

Montgomery (2020), bahwa suatu proses dianggap stabil apabila seluruh titik pengamatan berada dalam batas kendali dan tidak menunjukkan pola penyimpangan khusus.

Fluktuasi proporsi cacat yang terjadi masih dalam batas wajar (*common cause variation*) tanpa adanya indikasi penyimpangan signifikan (*special cause*). Namun, terdapat dua periode (ke-6 dan ke-9) dengan tingkat cacat mendekati LCL yang mengindikasikan performa lebih baik dibanding periode lainnya. Kondisi ini sesuai dengan pandangan (Gasperz, 2007), yang menekankan pentingnya mengidentifikasi titik-titik dengan performa unggul untuk dijadikan acuan dalam perbaikan berkelanjutan.

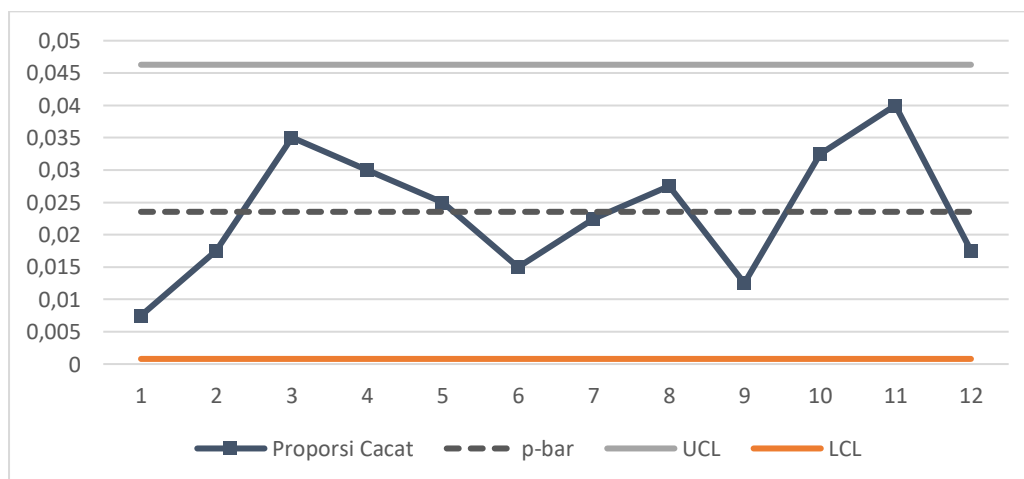
Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa proses pengemasan berjalan stabil dengan rata-rata cacat sekitar 6–7%. Meski demikian, upaya pengurangan variasi dan penerapan praktik terbaik dari periode dengan cacat rendah perlu dilakukan guna menekan tingkat cacat ke level yang lebih rendah secara konsisten. Dengan demikian, penerapan konsep *continuous improvement* melalui pendekatan *Six Sigma* menjadi relevan untuk mencapai peningkatan mutu yang berkelanjutan.



Gambar 3. Peta Kendali untuk Jenis Cacat Kemasan Tidak Merekat

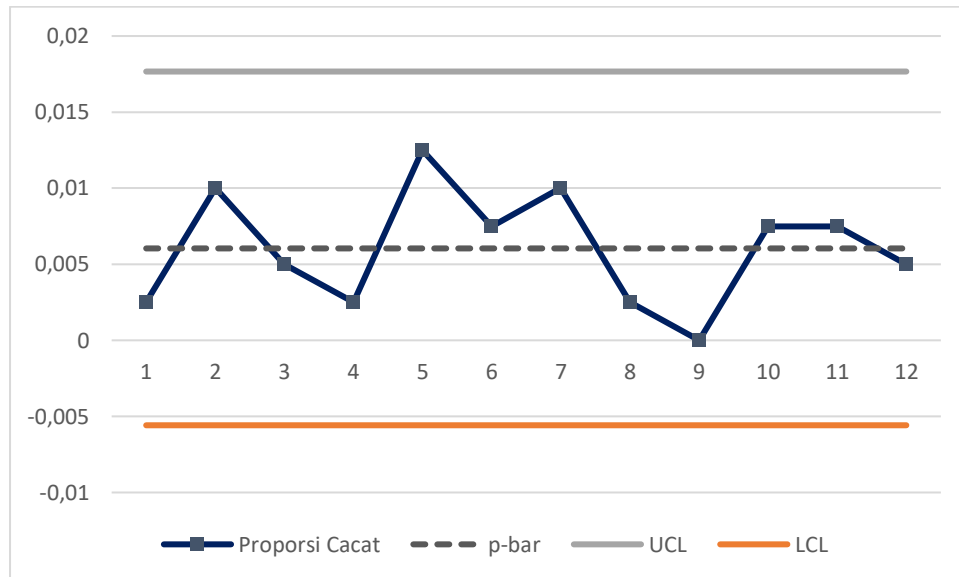
Hasil *p-chart* menunjukkan bahwa seluruh titik proporsi cacat berada dalam batas kendali ($UCL = 0,063$; $LCL = 0,008$) dengan rata-rata proporsi cacat ($p\text{-bar}$) sebesar 0,036. Hal ini menandakan proses pengemasan masih terkendali secara statistik dan variasi yang terjadi merupakan *common cause variation*.

Meskipun demikian, terlihat adanya fluktuasi antar periode, di mana periode ke-6 dan ke-9 menunjukkan kinerja terbaik (dekat LCL), sedangkan periode ke-1, ke-5, dan ke-12 mendekati UCL. Kondisi ini mengindikasikan perlunya menjaga konsistensi proses dengan mengoptimalkan faktor-faktor yang menekan cacat serta mengendalikan penyebab meningkatnya proporsi cacat.



Gambar 4. Peta Kendali untuk Jenis Cacat Label

Berdasarkan peta kendali p untuk cacat label, diperoleh nilai proporsi cacat rata-rata sebesar 0,023 dengan UCL 0,0463 dan LCL 0,0008. Seluruh titik data berada di dalam batas kendali sehingga proses pelabelan dinyatakan stabil secara statistik. Meskipun demikian, terdapat fluktuasi dengan nilai tertinggi 0,040 pada subgrup ke-11 yang mendekati UCL. Hal ini menunjukkan variasi yang terjadi masih dalam batas wajar, tetapi berpotensi meningkat jika tidak dilakukan perbaikan. Oleh karena itu, konsistensi mutu label, pengaturan mesin, dan ketelitian operator perlu tetap dijaga agar proporsi cacat tidak bertambah.



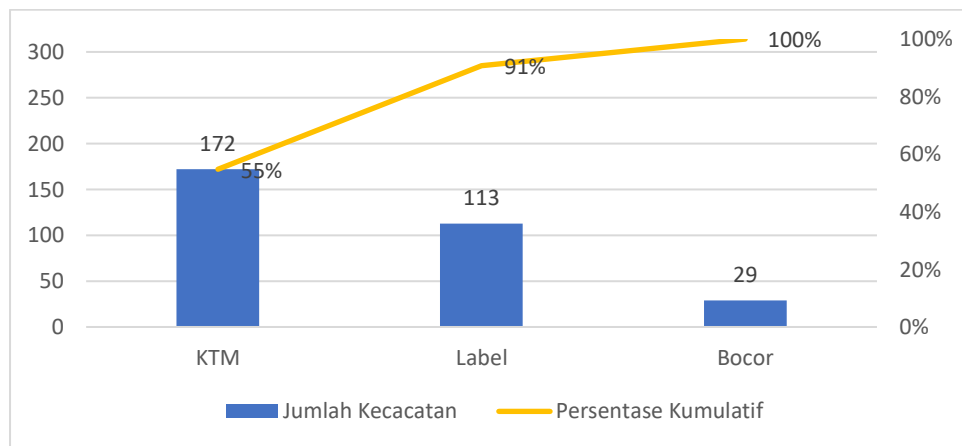
Gambar 5. Peta Kendali untuk Jenis Cacat Kemasan Bocor

Hasil analisis peta kendali p -chart untuk jenis cacat kemasan bocor ditampilkan pada Gambar 5. Garis tengah (p -bar) menunjukkan rata-rata proporsi cacat sebesar 0,006 atau 0,6%, dengan batas kendali atas (UCL) sebesar 0,018 dan batas kendali bawah (LCL) bernilai negatif sehingga ditetapkan nol. Seluruh titik proporsi cacat pada periode pengamatan (1–12) berada di dalam batas kendali yang telah ditetapkan. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pengemasan berada dalam kondisi terkendali secara statistik (*in control*), di mana variasi yang terjadi masih termasuk kategori *common cause variation* dan tidak terdapat indikasi *special cause variation* seperti titik yang melewati batas kendali atau pola tidak wajar (*run*, *trend*, maupun siklus tertentu).

Meskipun demikian, rata-rata cacat kemasan bocor sebesar 0,6% menunjukkan bahwa masih terdapat produk yang tidak sesuai standar mutu. Kondisi ini dapat dipandang sebagai peluang perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) agar proporsi cacat dapat ditekan lebih rendah. Upaya yang dapat dilakukan antara lain adalah evaluasi kondisi mesin *sealer*, standarisasi prosedur kerja operator, serta peningkatan pengendalian bahan baku kemasan. Dengan demikian, meskipun proses secara statistik stabil, terdapat kebutuhan untuk menurunkan tingkat kecacatan agar kualitas produk semakin mendekati target *zero defect*.

c. Tahap Analyze

Berdasarkan analisis diagram Pareto (Gambar 6), ditemukan bahwa jenis cacat kemasan tidak merekat (KTM) merupakan penyumbang terbesar dengan jumlah 172 kasus atau sekitar 55% dari total kecacatan. Jenis cacat berikutnya adalah cacat label sebanyak 113 kasus (36%), sedangkan cacat bocor hanya mencapai 29 kasus (9%). Jika ditinjau dari persentase kumulatif, KTM dan label secara bersama-sama telah mencakup 91% dari total kecacatan produk. Hal ini sejalan dengan prinsip Pareto yang menyatakan bahwa sebagian besar masalah biasanya disebabkan oleh sedikit faktor dominan (Juran, 1954; Slack dkk., 2010). Dengan demikian, perbaikan mutu sebaiknya difokuskan pada dua jenis cacat utama, yaitu KTM dan label, karena keduanya memiliki kontribusi terbesar terhadap rendahnya kualitas produk.

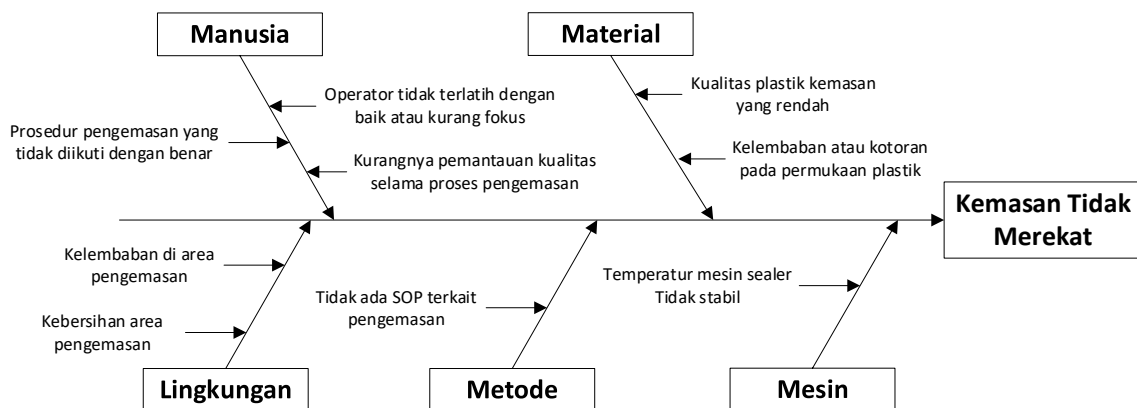


Gambar 6. Diagram Pareto untuk Seluruh Jenis Cacat

Temuan ini menunjukkan bahwa proses penyegelan kemasan masih menjadi titik kritis yang harus mendapatkan perhatian khusus, baik dari sisi pengaturan parameter mesin (suhu, tekanan, dan waktu *sealing*), kualitas bahan kemasan, maupun keterampilan operator. Sementara itu, perbaikan pada aspek label diperlukan untuk memastikan konsistensi pencetakan dan penempelan sesuai standar mutu yang diharapkan. Adapun cacat bocor yang jumlahnya relatif kecil tetap perlu dipantau agar tidak berkembang menjadi masalah signifikan di kemudian hari. Dengan memusatkan upaya perbaikan pada cacat KTM dan label, perusahaan berpotensi menekan lebih dari 90% total kecacatan sehingga mutu produk dapat ditingkatkan secara signifikan.

Hal ini juga sejalan dengan temuan terdahulu yang menunjukkan bahwa penerapan analisis Pareto efektif dalam mengidentifikasi jenis cacat dominan pada proses produksi pangan maupun nonpangan (Juwito & Al-Faritsy, 2022). Dengan demikian, penerapan metode ini dapat menjadi dasar bagi manajemen mutu UMKM untuk merancang strategi perbaikan yang terfokus, efisien, dan berdampak langsung terhadap pengendalian kualitas produk.

Berdasarkan analisis diagram sebab-akibat (Gambar 7), permasalahan kemasan tidak merekat dipengaruhi oleh lima faktor utama, yaitu manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan. Dari aspek manusia, penyebab dominan adalah operator yang kurang terlatih atau tidak fokus dalam bekerja serta minimnya pemantauan kualitas selama proses pengemasan. Faktor material terkait dengan rendahnya kualitas plastik kemasan yang digunakan serta adanya kelembaban atau kotoran pada permukaan plastik yang menghambat proses perekatannya. Dari sisi mesin, ketidakstabilan temperatur pada *sealer* menjadi penyebab penting yang memengaruhi konsistensi hasil pengemasan. Sementara itu, pada aspek metode, ketiadaan standar operasional prosedur (SOP) yang jelas mengenai tata cara pengemasan menyebabkan variasi pelaksanaan di lapangan. Lingkungan kerja juga berkontribusi terhadap munculnya cacat, khususnya kelembaban dan kebersihan area pengemasan yang tidak terkontrol dengan baik.

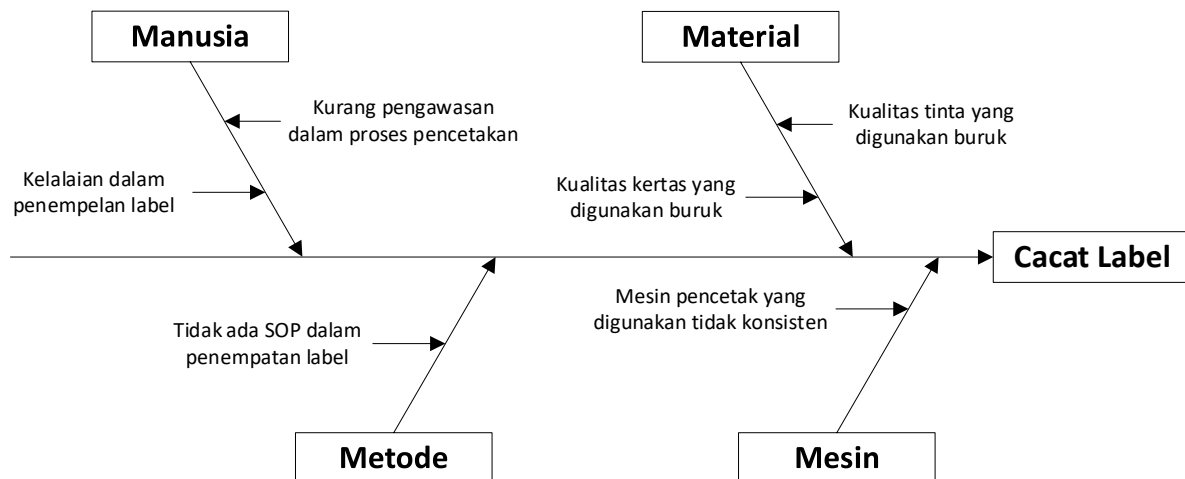


Gambar 7. Diagram Sebab-Akibat untuk Jenis Cacat Kemasan Tidak Merekat

Analisis ini menunjukkan bahwa penyebab kemasan tidak merekat bersifat multidimensional, di mana interaksi antara faktor manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan sama-sama memberikan kontribusi terhadap timbulnya kecacatan. Hal ini sejalan dengan konsep manajemen kualitas (Ishikawa, 1982) yang menekankan pentingnya analisis menyeluruh melalui *fishbone* diagram untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah. Penelitian sebelumnya juga melaporkan bahwa ketidakstabilan mesin, kualitas bahan baku, dan keterampilan operator merupakan faktor dominan dalam menimbulkan cacat kemasan pada industri pangan (Juwito & Al-Faritsy, 2022; Paulin dkk., 2022; A. H. Putri dkk., 2025; Triwuni & Nugroho, 2023; Zakaria & Sarofa, 2024).

Berdasarkan analisis diagram sebab-akibat (Gambar 8), cacat label pada kemasan disebabkan oleh empat faktor utama, yaitu manusia, material, mesin, dan metode. Dari aspek manusia, kelalaian dalam proses penempelan label serta kurangnya pengawasan pada tahap pencetakan menjadi faktor yang paling dominan. Faktor material berkaitan dengan kualitas bahan baku yang digunakan, khususnya kertas dan tinta, di mana mutu yang rendah dapat menurunkan keterbacaan label dan mengurangi daya rekatnya. Dari sisi mesin, penggunaan mesin pencetak yang tidak konsisten mengakibatkan variasi kualitas hasil cetak, sehingga label tidak seragam dan berpotensi menimbulkan kesan produk cacat. Sementara itu, aspek metode juga turut berperan, terutama karena ketiadaan standar operasional prosedur (SOP) dalam penempatan label, yang menyebabkan variasi posisi label pada setiap produk.

Analisis ini memperlihatkan bahwa cacat label merupakan hasil dari kombinasi faktor teknis dan non-teknis. Hal ini konsisten dengan teori Ishikawa (1982) bahwa kualitas produk dipengaruhi oleh interaksi antara faktor manusia, material, mesin, dan metode. Hasil serupa juga dilaporkan dalam penelitian terdahulu, di mana kualitas bahan cetak dan ketidakkonsistenan mesin menjadi penyebab dominan timbulnya cacat label dalam industri pangan (Lim dkk., 2014; Triwuni & Nugroho, 2023; Zakaria & Sarofa, 2024).



Gambar 8. Diagram Sebab-Akibat untuk Jenis Cacat Label

d. Tahap Improve

Berdasarkan hasil identifikasi faktor penyebab kecacatan kemasan, disusun sejumlah saran perbaikan yang bersifat teknis maupun manajerial. Pada jenis cacat kemasan tidak merekat, solusi yang diusulkan meliputi peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan rutin mengenai penggunaan mesin *sealer*, penerapan rotasi kerja untuk mengurangi kelelahan, serta penguatan supervisi aktif di lini produksi. Selain itu, dibuat mekanisme *checklist* harian bagi operator sebelum memulai proses pengemasan, serta peningkatan peran *quality control* (QC) dalam melakukan inspeksi secara acak dan terdokumentasi.

Dari sisi material, saran perbaikan diarahkan pada pembuatan standar spesifikasi bahan baku plastik serta penerapan inspeksi kualitas terhadap setiap pengiriman material. Upaya lain mencakup penyusunan prosedur pembersihan area kerja dan plastik kemasan, penyimpanan bahan dalam kondisi kering dan tertutup, serta pengendalian kelembaban ruang pengemasan dengan penggunaan

dehumidifier atau pendingin ruangan. Untuk mengatasi ketidakstabilan suhu mesin *sealer*, dilakukan kalibrasi rutin, pengecekan suhu berkala, serta penempatan visualisasi SOP yang mudah dipahami oleh operator.

Pada aspek lingkungan, penerapan jadwal kebersihan harian berbasis prinsip 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin) serta pembatasan akses ke area pengemasan menjadi strategi utama untuk mencegah kontaminasi. Dengan kombinasi tindakan tersebut, faktor eksternal yang memengaruhi kegagalan perekat kemasan dapat diminimalkan.

Untuk jenis cacat label, saran perbaikan difokuskan pada penguatan sistem pengawasan dan standarisasi proses. Pada tahap pencetakan, perlu adanya inspeksi awal cetak (*first article inspection*) sebelum produksi massal serta pemeriksaan acak hasil cetakan secara rutin. Kelalaian dalam penempelan label dapat diminimalkan dengan penggunaan alat bantu (*jig*) untuk memastikan posisi label seragam, disertai pelatihan bagi operator mengenai prosedur penempelan yang benar.

Perbaikan pada aspek material dilakukan dengan menjalin kerja sama bersama pemasok tinta dan kertas label yang memiliki reputasi baik, melakukan uji coba ketahanan material sebelum produksi, serta menetapkan standar minimum kualitas bahan yang digunakan. Sementara itu, masalah inkonsistensi mesin cetak diatasi dengan membuat jadwal perawatan rutin dan mempertimbangkan investasi pada mesin cetak modern untuk meningkatkan reliabilitas produksi. Sebagai langkah akhir, penyusunan SOP visual mengenai penempatan label dipandang penting agar operator memiliki panduan yang jelas dan konsisten dalam melaksanakan tugas.

Secara keseluruhan, saran perbaikan yang diusulkan mencerminkan pendekatan holistik, melibatkan perbaikan pada faktor manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan. Dengan implementasi yang konsisten, diharapkan perusahaan mampu menekan angka kecacatan secara signifikan dan meningkatkan mutu produk agar sesuai dengan standar yang diharapkan konsumen.

Tabel 3. Saran Perbaikan

Jenis Kecacatan	Faktor Penyebab	Saran Perbaikan
Kemasan Tidak Merekat	Operator tidak terlatih dengan baik atau kurang fokus.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan Operator: Mengadakan pelatihan rutin mengenai penggunaan mesin <i>sealer</i> dan pentingnya fokus selama bekerja. 2. Rotasi Kerja: Menerapkan rotasi kerja untuk mengurangi kelelahan dan kebosanan.
	Prosedur pengemasan yang tidak diikuti dengan benar (misalnya, tidak memeriksa suhu mesin atau kekuatan tekanan).	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Checklist</i> Harian: Membuat <i>checklist</i> atau lembar kerja harian yang wajib diisi operator sebelum memulai proses produksi. 2. Supervisi Aktif: Meningkatkan pengawasan langsung oleh kepala bagian produksi.
	Kurangnya pemantauan kualitas selama proses pengemasan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Quality Control</i> (QC) di Lini Produksi: Menempatkan staf QC untuk melakukan pengecekan acak (<i>random sampling</i>) setiap jam. 2. Dokumentasi Hasil: Setiap hasil pengecekan harus didokumentasikan untuk evaluasi.
	Kualitas plastik kemasan yang rendah atau tidak sesuai dengan spesifikasi.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Standar Spesifikasi Bahan: Membuat standar spesifikasi yang jelas untuk pemasok plastik. 2. Pengecekan Bahan Baku: Melakukan inspeksi kualitas pada setiap bahan baku plastik yang datang dari pemasok.

Jenis Kecacatan	Faktor Penyebab	Saran Perbaikan
	Kelembaban atau kotoran pada permukaan plastik yang mengganggu proses pengemasan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prosedur Pembersihan: Membuat SOP untuk membersihkan area kerja dan permukaan plastik sebelum digunakan. 2. Penyimpanan yang Tepat: Menyimpan gulungan plastik di tempat yang kering dan tertutup.
	Temperatur <i>sealer</i> tidak stabil.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kalibrasi Mesin: Melakukan kalibrasi dan perawatan rutin pada mesin <i>sealer</i>. 2. Pengecekan Suhu Berkala: Operator wajib memeriksa dan mencatat suhu mesin setiap 30 menit sekali.
	Tidak ada prosedur standar operasi (SOP) yang jelas terkait pengaturan suhu dan tekanan mesin.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembuatan SOP: Membuat dan mensosialisasikan SOP yang detail mengenai pengaturan suhu, waktu, dan tekanan <i>sealer</i> untuk setiap jenis kemasan. 2. Visualisasi SOP: Menempelkan panduan singkat (infografis) SOP di dekat mesin.
	Kelembaban di area pengemasan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengendalian Kelembaban: Menggunakan <i>dehumidifier</i> atau pendingin ruangan (AC) untuk menjaga kelembaban ideal. 2. Ventilasi yang Baik: Memastikan sirkulasi udara di ruang pengemasan berjalan dengan baik.
	Kebersihan area pengemasan yang kurang dijaga, mengakibatkan kontaminasi pada plastik kemasan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jadwal Kebersihan: Menerapkan jadwal pembersihan harian yang ketat (prinsip 5R). 2. Area Steril: Membatasi akses ke area pengemasan untuk mencegah kontaminasi dari luar.
Kecacatan pada Label Kemasan	Kurangnya pengawasan dalam proses pencetakan label.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengecekan Awal Cetak: Mewajibkan QC untuk menyetujui sampel cetakan pertama (<i>first article inspection</i>) sebelum produksi massal. 2. Pemeriksaan Hasil Cetak: Melakukan pemeriksaan acak pada hasil cetakan label.
	Kesalahan dalam penempelan label (misalnya, label terbalik, tidak rata, atau salah posisi).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alat Bantu (<i>Jig</i>): Menggunakan alat bantu atau mal untuk memastikan posisi label selalu konsisten. 2. Pelatihan Ulang: Memberikan pelatihan kepada operator tentang cara penempelan label yang benar.
	Kualitas tinta atau bahan label yang buruk (misalnya, tinta mudah pudar atau luntur).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleksi Pemasok: Bekerja sama dengan pemasok tinta dan label yang memiliki reputasi baik. 2. Uji Coba Bahan: Melakukan tes ketahanan tinta dan bahan label sebelum digunakan untuk produksi.

Jenis Kecacatan	Faktor Penyebab	Saran Perbaikan
	Kualitas kertas yang digunakan buruk.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Standarisasi Kertas: Menetapkan standar minimum untuk jenis dan ketebalan kertas label. 2. Evaluasi Pemasok: Secara rutin mengevaluasi kualitas kertas dari pemasok.
	Mesin pencetak yang digunakan tidak konsisten.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perawatan Mesin Cetak: Membuat jadwal perawatan dan pembersihan rutin untuk mesin cetak. 2. <i>Upgrade</i> Teknologi: Mempertimbangkan untuk berinvestasi pada mesin cetak yang lebih modern jika masalah terus berlanjut.
	Tidak ada SOP yang jelas terkait penempatan label.	<ol style="list-style-type: none"> 1. SOP Penempelan Label: Membuat SOP visual yang menunjukkan dengan jelas di mana dan bagaimana label harus ditempelkan pada kemasan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi dan memetakan jenis serta proporsi cacat pada kemasan produk amplang, dengan tiga CTQ utama yaitu kemasan tidak merekat, cacat label, dan kebocoran kemasan. Hasil perhitungan kapabilitas proses menunjukkan nilai 0,0654 DPU; 0,0218 DPO, serta 21.805,56 DPMO yang setara dengan tingkat sigma 3,5, menandakan bahwa kualitas proses masih perlu ditingkatkan. Analisis peta kendali *p-chart* menunjukkan bahwa fluktuasi proporsi cacat yang terjadi masih dalam batas wajar (*common cause variation*) tanpa adanya indikasi penyimpangan signifikan (*special cause*). Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa proses pengemasan berjalan stabil dengan rata-rata cacat sekitar 6–7%. Analisis Pareto mengungkap bahwa cacat kemasan tidak merekat dan cacat label menyumbang sekitar 91% dari total produk cacat, sehingga menjadi prioritas utama perbaikan.

Upaya perbaikan difokuskan pada kedua jenis cacat dominan dengan pendekatan diagram sebab-akibat yang mempertimbangkan faktor manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan. Solusi yang diusulkan meliputi peningkatan kompetensi operator, rotasi kerja, supervisi aktif, inspeksi material, kalibrasi mesin, perbaikan lingkungan kerja berbasis 5R, serta penguatan standar bahan baku. Untuk cacat label, langkah strategis mencakup inspeksi awal cetak, pemeriksaan acak, penggunaan jig, kerja sama dengan pemasok yang andal, uji ketahanan material, perawatan mesin cetak, serta penyusunan SOP visual.

Secara keseluruhan, rancangan perbaikan ini menunjukkan pendekatan holistik yang terukur dan aplikatif, sehingga dapat menurunkan tingkat cacat, menstabilkan proses, dan menjadi dasar pengendalian berkelanjutan pada tahap *Control* dalam kerangka DMAIC.

5. Daftar Pustaka

- Abdurrahman, M. A., & Al-Faritsy, A. Z. (2021). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Roti Bolu Dengan Metode Six Sigma Dan FMEA. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 3(2), 73–80. <https://doi.org/10.37631/jri.v3i2.481>
- Abe, M., Troilo, M., & Batsaikhan, O. (2015). Financing small and medium enterprises in Asia and the Pacific. *Journal of Entrepreneurship and Public Policy*, 4(1), 2–32. <https://doi.org/10.1108/JEPP-07-2012-0036>
- Akyazi, T., Goti, A., Oyarbide, A., Alberdi, E., & Bayon, F. (2020). A guide for the food industry to meet the future skills requirements emerging with Industry 4.0. *Foods*, 9(4), 492. <https://doi.org/10.3390/foods9040492>

- Bahauddin, A., & Arya, V. (2020). Pengendalian kualitas produk tepung kemasan 20 kg menggunakan metode Six Sigma (studi kasus pada PT. XYZ). *Journal Industrial Serviss*, 6(1), 66. <https://doi.org/10.36055/jiss.v6i1.9480>
- Chhabra, A., Botos, S., & Felfoldi, J. (2023). Digitized value chain in food industries: opportunities and challenges for SMEs. *SEFBIS Journal*, 1–10. <https://doi.org/10.14267/SEFBIS.2023.02>
- Desai, D. A., Kotadiya, P., Makwana, N., & Patel, S. (2015). Curbing variations in packaging process through Six Sigma way in a large-scale food-processing industry. *Journal of Industrial Engineering International*, 11(1), 119–129. <https://doi.org/10.1007/s40092-014-0082-6>
- Destyanto, A. R., & Nurimannisa, M. (2024). Six Sigma untuk Peningkatan Kualitas Sajian Makanan Dine-In: Studi Kasus Usaha Makanan dan Minuman di Indonesia. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(4), 2253–2263. <https://doi.org/10.70609/gtech.v8i4.4997>
- Gasperz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Gramedia.
- Hitzmann, B., Hauselmann, R., Niemoeller, A., Sangi, D., Traenkle, J., & Glassey, J. (2015). Process analytical technologies in food industry – challenges and benefits: A status report and recommendations. *Biotechnology Journal*, 10(8), 1095–1100. <https://doi.org/10.1002/biot.201400773>
- Ilhan, I., Turan, D., Gibson, I., & ten Klooster, R. (2021). Understanding the factors affecting the seal integrity in heat sealed flexible food packages: A review. *Packaging Technology and Science*, 34(6), 321–337. <https://doi.org/10.1002/pts.2564>
- Ishikawa, K. (1982). *Guide to Quality Control*. Asian Productivity Organization.
- Juran, J. M. (1954). Universals in management planning and controlling. *Management Review*, 43(11), 748–761.
- Juwito, A., & Al-Faritsy, A. Z. (2022). Analisis pengendalian kualitas untuk mengurangi cacat produk dengan metode six sigma di UMKM Makmur Santosa. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 1(12), 3295–3314. <https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawailmiah.v1i12.3193>
- Khusaini, N. S., Ismail, A., & Rashid, A. A. (2016). Investigation of the prominent barriers to lean manufacturing implementation in Malaysian food and beverages industry using Rasch Model. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 114, 012090. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/114/1/012090>
- Lim, S. A. H., Antony, J., & Albliwi, S. (2014). Statistical Process Control (SPC) in the food industry – A systematic review and future research agenda. *Trends in Food Science & Technology*, 37(2), 137–151. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.03.010>
- Maryam, Husniati, A. M., Fahira, L., & Suwiji, Y. (2023). Implementation of policies for developing Aceh's micro, small, and medium enterprises. *Proceedings of International Conference on Social Science, Political Science, and Humanities (ICoSPOLHUM)*, 3, 00013. <https://doi.org/10.29103/icospolhum.v3i.153>
- Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to Statistical Quality Control* (8 ed.). John Wiley & Sons.
- Paulin, J., Ahmad, A., & Andres, A. (2022). Pengendalian kualitas proses printing kemasan polycellonium menggunakan metode Six Sigma di PT. ACP. *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 1(1). <https://doi.org/10.24912/jmti.v1i1.18276>
- Putri, A. H., Wahyudi, R., & Nugraha, A. T. (2025). Pendekatan Six Sigma dengan tahapan DMAI terhadap kualitas pada kemasan gula. *Teknoin*, 30(1), 42–51. <https://doi.org/doi.org/10.20885/teknoin.vol30.iss1.art5>

- Putri, N. S. R., Dewi, S. K., & Utama, D. M. (2025). Peningkatan Efisiensi Produksi Dengan Pendekatan Lean Six Sigma di Industri Makanan. *Journal of Industrial View*, 7(1), 50–64. <https://doi.org/https://doi.org/10.26905/jiv.v7i1.14705>
- Salsabila, N. F., Nurmala, Z. A., Sitohang, E., Kamil, Z., & Madyanti, A. N. (2025). Implementasi metode Six Sigma pada usaha UMKM Catering Nyeblak Spot terhadap kecacatan produk. *Journal of Social Science and Multidisciplinary Analysis*, 2(2), 109–127.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations Management*. Financial Times Prentice Hall.
- Stankalla, R., Koval, O., & Chromjakova, F. (2018). A review of critical success factors for the successful implementation of Lean Six Sigma and Six Sigma in manufacturing small and medium sized enterprises. *Quality Engineering*, 30(3), 453–468. <https://doi.org/10.1080/08982112.2018.1448933>
- Triwuni, Z., & Nugroho, Y. A. (2023). Upaya pengurangan produk cacat pada air dalam kemasan cup 250 ml di PT Duta Putra Lexindo (Bolesa) menggunakan metode Lean Six Sigma. *Jurnal TRINISTIK: Jurnal Teknik Industri, Bisnis Digital, dan Teknik Logistik*, 2(1), 16–20. <https://doi.org/10.20895/trinistik.v2i1.665>
- Widiwati, I. T. B., Liman, S. D., & Nurprihatin, F. (2025). The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry. *Journal of Engineering Research*, 13(2), 611–626. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.01.022>
- Zakaria, K. Z., & Sarofa, U. (2024). Peningkatan kualitas produksi wafer stick di PT Garudafood Putra Putri Jaya dengan metode Six Sigma. *Jurnal Teknotan*, 18(1), 43–53.
- Zimon, D. (2017). Analysis of the impact of standardized quality management system for the improvement of cooperation in the supply chain on the basis of small and medium-sized organizations. *Journal of Positive Management*, 7(2), 36. <https://doi.org/10.12775/JPM.2016.010>