E-ISSN: 3031-8629
P-ISSN: 3032-3258
Halaman 537-553
Volume 3 Nomor 4 Tahun 2026

Evaluasi Kinerja Sistem Pengukuran dan *Root Cause Reject* Kemasan Sekunder Produksi Wafer Coating Coklat Menggunakan Metode RCA Dan MSA Pada FMCG

Lifia Citra Ramadhanti[1], Dyah Ajeng Kartika[2], Rakay Edhiargo Toyosito[3]

[1]Program Studi Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang
[2,3]Program Studi Teknik Industri, Universitas Tangerang Raya
e-mail: lifia.citra@ft.unsika.ac.id, dyahajeng.21@gmail.com, rakaytoyosito@untara.ac.id

Abstrak

Tingginya reject kemasan sekunder (pouch) pada produk Wafer Coating Coklat di perusahaan FMCG meningkatkan pemborosan material, aktivitas repacking, dan ketidakefisienan proses. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi keandalan sistem pengukuran dan mengidentifikasi akar penyebab reject sebagai dasar perbaikan. Data reject periode April–September 2025 diperoleh dari laporan produksi, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis dilakukan melalui diagram Pareto untuk menentukan reject dominan, Gage Repeatability and Reproducibility (Gage R&R) untuk mengevaluasi sistem pengukuran, serta fishbone dan 5 Why untuk mengidentifikasi akar penyebab. Hasil menunjukkan reject isi kurang mencapai 147.383 pouch atau 79,56% dari total reject. Hasil MSA menghasilkan %EV 3,93%, %AV 85,63%, %GRR 85,71%, %PV 51,55%, dan NDC 1. Sistem pengukuran belum layak karena %GRR melebihi 30% dan NDC kurang dari 2. Akar penyebab reject isi kurang terutama berasal dari belum tersedianya hopper, conveyor transfer, visual marking, standar gap produk, dan standar timing delay pusher. Variasi inspeksi reject sealer terutama berasal dari kompetensi operator dan metode inspeksi. Implementasi perbaikan menurunkan persentase reject isi kurang dari

16,95% menjadi 4,38% dan reject sealer dari 5,17% menjadi 2,10%. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi MSA dan RCA dapat digunakan sebagai dasar perbaikan proses dan standardisasi inspeksi.

Kata kunci: *MSA, Gage R&R, RCA, Reject, Kemasan Pouch*

Abstract

High rejection of secondary pouch packaging for chocolate-coated wafer products at an FMCG company increased material waste, repacking activity, and process inefficiency. This study aimed to evaluate measurement system reliability and identify rejection root causes as a basis for improvement. Rejection data from April to September 2025 were collected from production reports, observations, interviews, and documentation. The analysis used a Pareto chart to identify dominant rejection types, Gage Repeatability and Reproducibility (Gage R&R) to evaluate the measurement system, and fishbone and 5 Why analyses to identify root causes. The results showed that under-filled pouches accounted for 147,383 units or 79.56% of total rejection. The MSA produced %EV of 3.93%, %AV of 85.63%, %GRR of 85.71%, %PV of 51.55%, and NDC of 1. The measurement system was not acceptable because %GRR exceeded 30% and NDC was below 2. The main causes of under-filled pouches were the absence of a hopper and transfer conveyor, missing visual marking, lack of product-gap standards, and absence of a pusher timing-delay standard. Variation in sealer inspection mainly came from operator competence and inspection methods. Improvement implementation reduced under-filled rejection from 16.95% to 4.38% and sealer rejection from 5.17% to 2.10%. These results indicate that integrating MSA and RCA provides a practical basis for process improvement and inspection standardization.

Keywords : *MSA, Gage R&R, RCA, Rejection, Pouch Packaging*

LATAR BELAKANG

Pengendalian kualitas pada proses pengemasan perlu memastikan bahwa karakteristik produk dan hasil inspeksi memenuhi standar yang ditetapkan. Pengendalian yang konsisten membantu perusahaan mempertahankan mutu proses dan mengurangi potensi cacat yang berulang. Dalam konteks produksi, pengendalian kualitas merupakan rangkaian aktivitas untuk menjaga hasil proses tetap sesuai spesifikasi perusahaan (Wardah et al., 2022).

Pada proses pengemasan produk Wafer Coating Coklat, mesin counting digunakan untuk menghitung dan memasukkan produk ke dalam kemasan pouch. Ketidakkonsistenan proses feeding dapat menyebabkan jumlah produk di dalam pouch tidak sesuai standar. Data perusahaan periode April–September 2025 menunjukkan total reject 185.247 pouch. Reject isi kurang mencapai 147.383 pouch atau 79,56% dari total reject, sedangkan reject sealer mencapai 36.411 pouch. Data ini menunjukkan bahwa reject isi kurang menjadi masalah yang perlu diprioritaskan (Data Perusahaan, 2025).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode perbaikan kualitas seperti Six Sigma dan FMEA dapat menurunkan defect pada proses pengemasan. Namun, pendekatan tersebut tidak selalu mengevaluasi apakah sistem inspeksi yang menghasilkan data reject sudah konsisten. Integrasi evaluasi sistem pengukuran diperlukan agar keputusan perbaikan didasarkan pada data inspeksi yang dapat dipercaya (Fertansyah & Islami, 2025).

Measurement System Analysis (MSA) digunakan untuk mengevaluasi sumber variasi dalam sistem pengukuran. Salah satu pendekatan MSA adalah Gage R&R yang menilai repeatability dan reproducibility. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Gage R&R dapat digunakan untuk mengetahui kontribusi variasi alat dan operator dalam sistem pengukuran (Cahyanika et al., 2022a). Pada inspeksi visual, variasi antaroperator juga dapat menjadi masalah ketika standar penilaian belum seragam (Huda & Islahudin, 2021).

Root Cause Analysis (RCA) dapat digunakan untuk menelusuri penyebab utama suatu kegagalan melalui identifikasi masalah, pemeriksaan penyebab, dan penentuan tindakan. Fishbone dan 5 Why dapat membantu menghubungkan masalah dengan faktor penyebab yang lebih mendasar (Sitompul, 2024). Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian

ini mengintegrasikan MSA dan RCA untuk mengevaluasi sistem pengukuran reject sealer, menentukan penyebab dominan reject kemasan pouch, serta menyusun dan mengevaluasi tindakan perbaikan pada proses mesin counting.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada proses pengemasan produk Wafer Coating Coklat di divisi wafer perusahaan FMCG yang berlokasi di Batuceper, Tangerang. Penelitian berlangsung selama enam bulan, mulai Maret sampai Agustus 2026. Data primer diperoleh melalui observasi proses counting, wawancara dengan produksi, Quality Control (QC), teknisi, dan operator, serta pemeriksaan kondisi proses feeding. Data sekunder berupa laporan output produksi dan laporan reject pouch per kategori selama April–September 2025.

Variabel dependen penelitian adalah tingkat reject kemasan pouch. Variabel independen berupa faktor penyebab reject yang diidentifikasi melalui kategori Man, Machine, Method, Material, dan Environment. Populasi penelitian berupa produk kemasan pouch selama periode pengamatan, sedangkan data yang dianalisis mencakup seluruh reject pouch yang tercatat pada laporan produksi. Untuk analisis Gage R&R digunakan 10 kasus reject sealer yang diperiksa oleh tiga operator secara independen dengan standar inspeksi yang sama.

Analisis dilakukan dalam enam tahap. Tahap pertama mengumpulkan dan mengelompokkan data reject berdasarkan kategori. Tahap kedua menggunakan diagram Pareto untuk menentukan reject dominan. Tahap ketiga melakukan uji kecukupan data dengan tingkat ketelitian 5%. Tahap keempat mengevaluasi sistem pengukuran menggunakan Gage R&R melalui perhitungan Equipment Variation (EV), Appraiser Variation (AV), Gage R&R, Part Variation (PV), Total Variation (TV), persentase variasi, dan Number of Distinct Categories (NDC). Pendekatan Gage R&R digunakan untuk menilai konsistensi sistem pengukuran (Nurhikmah, 2021).

Kriteria yang digunakan dalam penelitian mengikuti acuan yang dicantumkan pada skripsi, yaitu %Gage R&R kurang dari 10% dinilai layak, 10% sampai 30% dapat digunakan secara bersyarat, dan lebih dari 30% dinilai tidak layak. NDC lebih dari 5 dinilai layak, 2

sampai 5 layak bersyarat, dan kurang dari 2 tidak layak. Uji kecukupan data menunjukkan N=3 lebih besar daripada N′ =1 sehingga data dinyatakan cukup.

Tahap kelima menggunakan RCA melalui fishbone untuk mengelompokkan penyebab dan 5 Why untuk memverifikasi akar penyebab. Tahap keenam menyusun action plan dan melakukan pilot project pada reject isi kurang dan reject sealer. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan persentase reject sebelum dan sesudah perbaikan. Pendekatan analisis akar penyebab digunakan untuk memastikan tindakan perbaikan diarahkan pada faktor yang dapat dikendalikan dalam proses (Zaki Mubarok & Hariono, 2024).

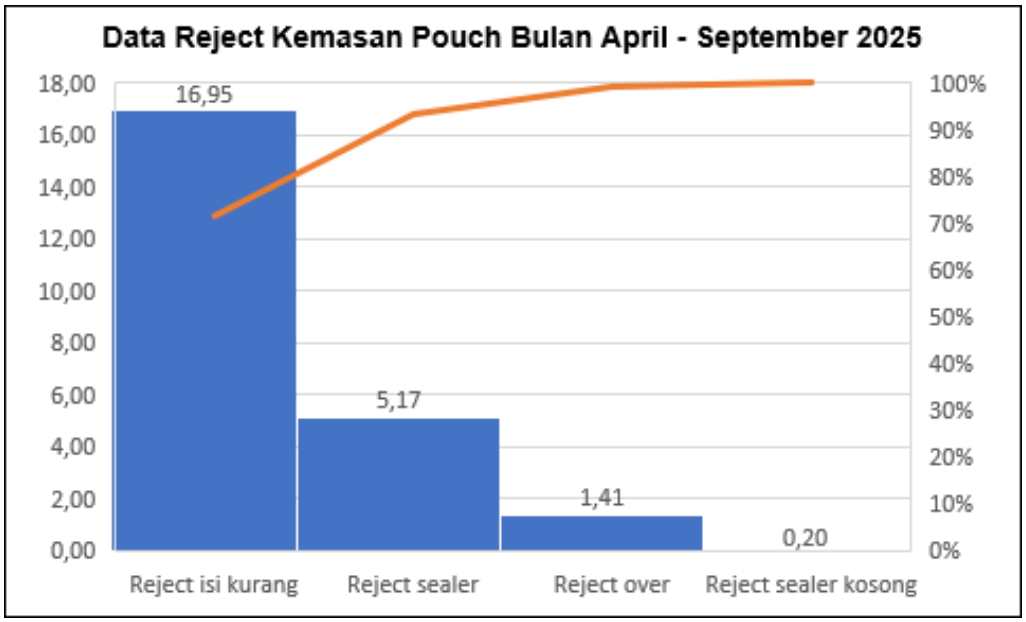
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data reject kemasan pouch selama April–September 2025 menunjukkan empat kategori reject, yaitu reject over, reject sealer, reject isi kurang, dan reject sealer kosong. Total reject mencapai 185.247 pouch. Reject isi kurang merupakan kategori terbesar dengan 147.383 pouch atau 79,56% dari total reject. Persentase berdasarkan output produksi menunjukkan reject isi kurang sebesar 16,95%, reject sealer 5,17%, reject over 1,41%, dan reject sealer kosong 0,20%. Kondisi ini menetapkan reject isi kurang sebagai fokus utama analisis proses.

Tabel 1. Data Reject Kemasan Pouch Periode April–September 2025

Bulan	Reject Over	Reject Sealer	Reject Isi Kurang	Reject Sealer Kosong
April 2025	1.145	5.307	13.858	165
Mei 2025	1.231	3.553	23.197	130
Juni 2025	81	3.992	26.583	323
Juli 2025	2.448	7.011	7.815	188
Agustus 2025	1.975	6.790	26.338	392
September 2025	2.311	9.758	49.592	255
Total	9.191	36.411	147.383	1.453

Sumber: Data Perusahaan (2025).



Gambar 1. Diagram Pareto Reject Pouch di Proses Mesin Counting

Diagram Pareto memperlihatkan bahwa reject isi kurang memiliki kontribusi tertinggi. Prioritas ini sejalan dengan pendekatan pengendalian kualitas yang menempatkan kategori cacat dominan sebagai sasaran awal perbaikan. Studi pada proses kemasan juga menunjukkan bahwa identifikasi defect dominan membantu perusahaan memusatkan tindakan perbaikan pada sumber masalah dengan kontribusi terbesar (Wijaya et al., 2021).

Evaluasi berikutnya diarahkan pada sistem pengukuran reject sealer. Sebanyak 10 kasus reject sealer diperiksa oleh tiga operator. Uji kecukupan data menghasilkan $N=3$ dan $N' = 1$, sehingga data yang tersedia dinilai cukup untuk analisis. Hasil Gage R&R menunjukkan bahwa variasi alat relatif kecil, sedangkan variasi antaroperator sangat besar. Temuan ini konsisten dengan penelitian yang menunjukkan bahwa perbedaan penilaian operator dapat menjadi sumber variasi penting pada inspeksi visual (Huda & Islahudin, 2021).

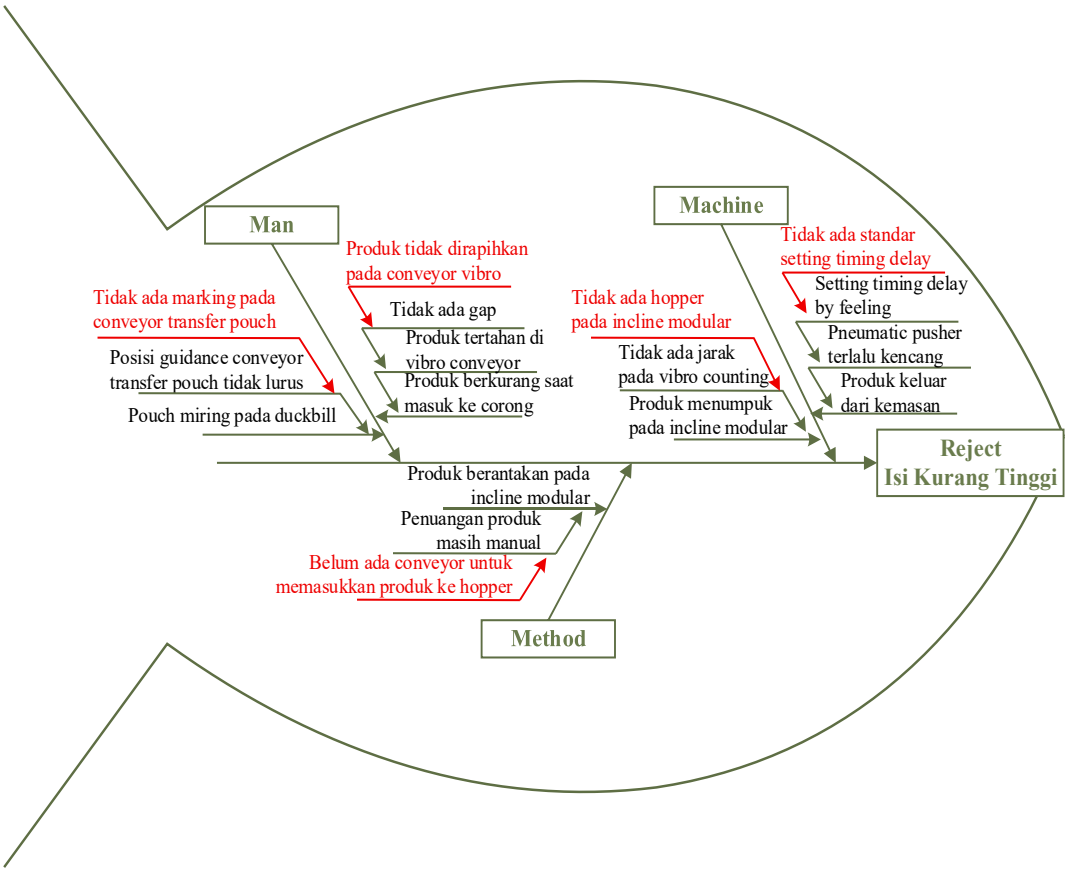
Tabel 2. Hasil Measurement System Analysis (MSA)

Parameter	Nilai	Keputusan
%EV	3,93%	Diterima
%AV	85,63%	Tidak diterima
%GRR	85,71%	Tidak diterima
%PV	51,55%	Diterima
NDC	1	Tidak direkomendasikan

Sumber: Data Pengamatan (2026).

Nilai %EV sebesar 3,93% menunjukkan kontribusi variasi alat ukur relatif kecil. Sebaliknya, %AV sebesar 85,63% menunjukkan bahwa sumber variasi utama berasal dari perbedaan penilaian operator. Nilai %GRR sebesar 85,71% jauh di atas batas 30%, sedangkan NDC sebesar 1 menunjukkan bahwa sistem belum mampu membedakan variasi karakteristik produk secara memadai. Dengan demikian, data inspeksi reject sealer belum dapat dianggap cukup andal tanpa tindakan perbaikan pada metode dan kompetensi inspeksi.

Analisis RCA terhadap reject isi kurang menunjukkan lima akar penyebab. Pertama, belum tersedia visual marking sebagai acuan posisi conveyor transfer pouch. Kedua, belum terdapat standar gap produk pada conveyor vibro sehingga produk dapat bertumpuk. Ketiga, belum tersedia hopper pada incline modular. Keempat, belum ada standar setting timing delay pusher. Kelima, belum tersedia conveyor transfer menuju hopper sehingga feeding masih dilakukan secara manual. Penyebab tersebut menunjukkan keterkaitan antara desain fasilitas, kestabilan aliran material, dan standardisasi parameter proses. Pengendalian variasi proses melalui standar kerja menjadi penting karena konsistensi pelaksanaan SOP mendukung stabilitas proses produksi (Rafli, 2025).

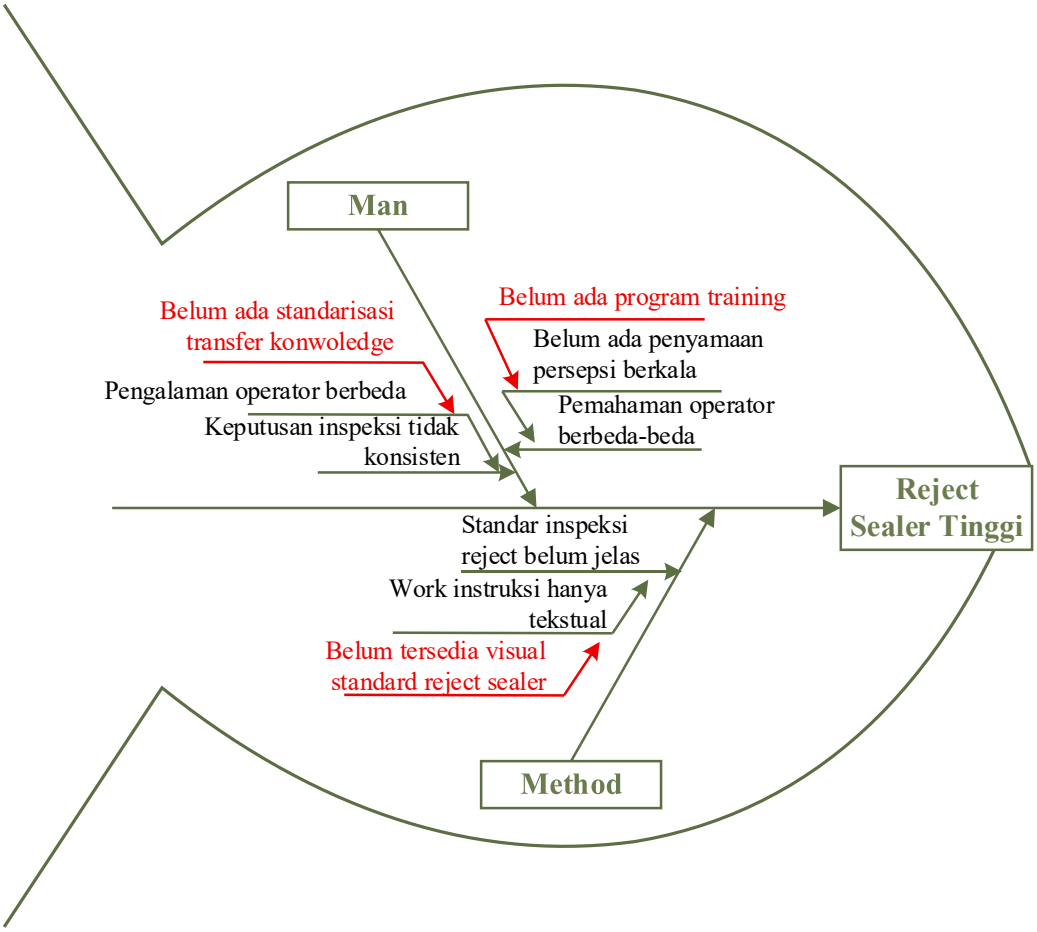


Gambar 2. Fishbone Diagram Reject Isi Kurang

Fishbone pada reject isi kurang memperlihatkan dominasi faktor Machine dan Method. Hasil 5 Why memperjelas bahwa akar masalah bukan hanya kondisi mesin, tetapi juga ketiadaan standar visual, standar gap, standar timing delay, dan sistem transfer produk otomatis. Karena itu, perbaikan perlu diarahkan pada pengurangan variasi aliran produk dan pengendalian setup mesin. Pendekatan RCA pada proses pengemasan juga digunakan untuk menghubungkan defect dengan faktor mesin, metode, operator, dan pemeliharaan (Zaki Mubarok & Hariono, 2024).

Pada reject sealer, fishbone menunjukkan bahwa variasi sistem pengukuran terutama berkaitan dengan Man dan Method. Hasil 5 Why menunjukkan tiga akar penyebab utama, yaitu belum adanya refresh training inspeksi, belum adanya standar

transfer knowledge, dan belum tersedianya visual standard yang menjelaskan batas OK dan Reject. Kondisi ini menjelaskan mengapa %AV menjadi komponen terbesar dalam variasi Gage R&R. Perbaikan sistem inspeksi harus mengurangi ruang interpretasi operator dengan standar visual dan pelatihan yang konsisten.



Gambar 3. Fishbone Diagram Reject Sealer

Tabel 3. Ringkasan Akar Penyebab dan Tindakan Perbaikan

Masalah	Akar Penyebab Utama	Tindakan Perbaikan
Reject isi kurang	Tidak ada hopper dan conveyor transfer	Pemasangan prototype hopper dan conveyor transfer

Masalah	Akar Penyebab Utama	Tindakan Perbaikan
Reject isi kurang	Tidak ada standar gap dan timing delay	Penetapan standar gap dan timing delay pusher
Reject isi kurang	Posisi conveyor tidak memiliki visual marking	Pembuatan marking posisi conveyor
Reject isi kurang	Feeding dan penataan produk belum seragam	Sosialisasi OPL dan pelatihan operator/helper
Reject sealer	Belum ada refresh training inspeksi	Refresh training berkala
Reject sealer	Belum ada standar transfer knowledge	Program transfer knowledge operator
Reject sealer	Belum ada visual standard inspeksi	Pembuatan Visual Standard Inspection
Reject sealer	Belum ada audit konsistensi sistem pengukuran	Audit inspeksi dan evaluasi MSA berkala

Sumber: Data Pengamatan (2026).

Implementasi pilot project dilakukan pada dua jenis reject. Untuk reject isi kurang, tindakan mencakup pemasangan prototype hopper, uji conveyor transfer, penentuan timing delay, marking posisi conveyor, dan pelatihan operator. Untuk reject sealer, tindakan mencakup trial suhu, tekanan, dan sealing time, pemeriksaan komponen sealing, checklist inspeksi sebelum produksi, serta standardisasi inspeksi. Strategi perbaikan tersebut sejalan dengan temuan penelitian pengendalian kualitas kemasan yang menempatkan standardisasi proses, parameter mesin, dan kompetensi operator sebagai bagian penting dalam penurunan defect (Fertansyah & Islami, 2025).

Hasil evaluasi before-after menunjukkan perubahan yang nyata pada dua kategori prioritas. Reject isi kurang turun dari 16,95% menjadi 4,38%, atau berkurang 74,16%. Reject sealer turun dari 5,17% menjadi 2,10%, atau berkurang 59,38%. Jika seluruh kategori reject dibandingkan, total persentase empat kategori turun dari 23,73% menjadi 8,03%, atau berkurang 66,16%. Perhitungan ini menggunakan persentase yang tercantum pada hasil

penelitian dan menunjukkan bahwa pilot project memberikan perbaikan pada kondisi proses yang diamati.



Gambar 4. Before-After Perbaikan

Penurunan reject isi kurang berkaitan dengan stabilisasi aliran produk melalui hopper dan conveyor transfer serta penetapan timing delay pusher. Penurunan reject sealer berkaitan dengan pengendalian parameter sealing dan perbaikan konsistensi inspeksi. Namun, hasil MSA awal menunjukkan sistem pengukuran belum layak. Karena itu, evaluasi MSA setelah implementasi tetap diperlukan untuk memastikan penurunan reject tidak hanya dipengaruhi oleh perubahan proses, tetapi juga didukung oleh sistem inspeksi yang lebih konsisten. Penggunaan MSA sebelum analisis perbaikan juga menjadi pembeda utama penelitian ini dibandingkan studi yang hanya berfokus pada penurunan defect proses (Laurensius Setyabudhi et al., 2021).

Temuan penelitian juga memperkuat gap penelitian terdahulu. Studi Six Sigma dan FMEA telah banyak digunakan untuk menurunkan defect kemasan, tetapi penelitian ini menambahkan validasi sistem pengukuran melalui Gage R&R sebelum RCA digunakan untuk menetapkan tindakan perbaikan. Pendekatan tersebut membantu memisahkan variasi yang berasal dari sistem pengukuran dari variasi proses sehingga keputusan

perbaikan menjadi lebih terarah. Integrasi tersebut juga relevan dengan penelitian yang menunjukkan manfaat metode pengendalian kualitas dalam menekan defect pada proses manufaktur (Kusumaningrum et al., 2024).

Tabel 4. Posisi Penelitian terhadap Studi Terdahulu

Studi	Fokus	Posisi Penelitian Ini
Wijaya et al. (2021)	Six Sigma, FMEA, dan Seven Tools untuk defect kemasan	Menambahkan evaluasi MSA sebelum RCA
Huda & Islahudin (2021)	MSA pada inspeksi visual operator	Melanjutkan MSA dengan RCA dan tindakan proses
Cahyanika et al. (2022a)	Gage R&R pada sistem pengukuran	Menerapkan Gage R&R pada inspeksi reject kemasan
Wicaksono & Yuamita (2022)	FMEA untuk cacat produk sarden	Menilai repeatability dan reproducibility inspeksi
Fertansyah & Islami (2025)	Six Sigma dan FMEA pada defect kemasan	Menggabungkan validasi pengukuran dan RCA
Zaki Mubarok & Hariono (2024)	FMEA dan RCA pada reject pengemasan	Menambahkan validasi sistem inspeksi melalui MSA

Perbandingan penelitian menunjukkan bahwa studi terdahulu memberikan dasar kuat untuk pengendalian defect, tetapi fokus metode berbeda. Penelitian Wijaya et al. (2021) menggunakan Six Sigma, FMEA, dan Seven Tools untuk meminimasi kecacatan kemasan. Huda dan Islahudin (2021) berfokus pada konsistensi operator melalui MSA Attribute Agreement. Cahyanika et al. (2022a) menggunakan Gage R&R untuk mengevaluasi sistem pengukuran, sedangkan penelitian Fertansyah dan Islami (2025) mengarahkan Six Sigma dan FMEA pada defect kemasan. Penelitian ini menempatkan MSA sebagai tahap validasi data inspeksi dan RCA sebagai tahap penelusuran akar penyebab sehingga keduanya digunakan dalam satu alur perbaikan.

Dari sisi operasional, hasil penelitian menunjukkan bahwa akar penyebab reject isi kurang berada pada titik yang dapat dikendalikan perusahaan. Hopper dan conveyor transfer berkaitan dengan kestabilan suplai produk. Visual marking berkaitan dengan konsistensi posisi peralatan setelah cleaning atau setup. Standar gap dan timing delay

berkaitan dengan sinkronisasi aliran produk. Pelatihan operator berkaitan dengan kepatuhan terhadap metode kerja. Kombinasi tindakan tersebut lebih tepat daripada hanya mengubah satu parameter karena penyebab yang ditemukan berasal dari beberapa titik proses.

Pada reject sealer, masalah utama tidak terletak pada Equipment Variation. Nilai %EV hanya 3,93%, sedangkan %AV mencapai 85,63%. Temuan ini menunjukkan bahwa perbaikan sistem pengukuran perlu berfokus pada manusia dan metode. Visual standard, refresh training, transfer knowledge, SOP, dan audit MSA merupakan tindakan yang langsung menargetkan sumber variasi tersebut. Pendekatan ini juga mendukung prinsip bahwa data inspeksi harus konsisten sebelum digunakan untuk keputusan pengendalian kualitas.

Penurunan persentase reject pada pilot project memperlihatkan dampak praktis dari tindakan yang diusulkan. Reject isi kurang turun 12,57 poin persentase, dari 16,95% menjadi 4,38%. Reject sealer turun 3,07 poin persentase, dari 5,17% menjadi 2,10%. Penurunan tersebut perlu dipertahankan melalui kontrol setelah implementasi. Skripsi merekomendasikan monitoring tren reject, preventive maintenance, kalibrasi alat ukur, dan pengukuran MSA ulang. Dengan demikian, keberhasilan perbaikan tidak hanya dinilai dari penurunan reject pada saat pilot project, tetapi juga dari kemampuan proses mempertahankan hasil setelah implementasi.

Tabel 5. Komponen Perhitungan Gage R&R

Komponen	Nilai
Average Range ($\bar{R}$)	0,80
Range of Appraiser Average	19,60
Equipment Variation (EV)	0,47
Appraiser Variation (AV)	10,25
Gage R&R	10,26
Part Variation (PV)	6,17
Total Variation (TV)	11,97
NDC	1

Perhitungan Gage R&R menunjukkan perbedaan yang jelas antara variasi alat dan variasi operator. Average Range sebesar 0,80 digunakan untuk memperoleh Equipment Variation sebesar 0,47. Rentang rata-rata antaroperator sebesar 19,60 menghasilkan Appraiser Variation sebesar 10,25. Selanjutnya diperoleh Gage R&R sebesar 10,26, Part Variation sebesar 6,17, dan Total Variation sebesar 11,97. Komposisi tersebut menjelaskan mengapa %AV dan %GRR menjadi tinggi. Sistem pengukuran perlu diperbaiki terutama melalui standardisasi keputusan inspeksi, bukan hanya melalui penggantian alat ukur.
Uji kecukupan data menghasilkan N′ sebesar 1, sedangkan data yang tersedia berjumlah 3. Karena N lebih besar daripada N′ , data dinyatakan cukup. Untuk Gage R&R, sepuluh kasus reject sealer diperiksa oleh tiga operator. Struktur pengamatan tersebut memungkinkan variasi antaroperator dan variasi antarcase dibandingkan secara langsung. Hasilnya menjadi dasar untuk menetapkan bahwa masalah utama sistem pengukuran berasal dari reproducibility, khususnya perbedaan penilaian antaroperator.

SIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa reject isi kurang merupakan masalah dominan pada kemasan pouch produk Wafer Coating Coklat, dengan jumlah 147.383 pouch atau 79,56% dari total reject periode April–September 2025. Evaluasi MSA menghasilkan %EV 3,93%, %AV 85,63%, %GRR 85,71%, %PV 51,55%, dan NDC 1. Sistem pengukuran belum layak karena %GRR melebihi 30% dan NDC kurang dari 2. RCA menunjukkan akar penyebab utama reject isi kurang berasal dari ketiadaan hopper, conveyor transfer, visual marking, standar gap, dan standar timing delay, sedangkan variasi inspeksi reject sealer terutama berasal dari kompetensi operator dan metode inspeksi. Implementasi perbaikan menurunkan reject isi kurang dari 16,95% menjadi 4,38% dan reject sealer dari 5,17% menjadi 2,10%. Perusahaan disarankan mempertahankan standardisasi proses, refresh training, visual standard, preventive maintenance, serta melakukan evaluasi MSA secara berkala untuk menjaga konsistensi sistem pengukuran dan keberlanjutan penurunan reject.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Tangerang Raya, pihak perusahaan FMCG, serta seluruh pihak yang mendukung pengumpulan data, observasi proses, wawancara, dan pelaksanaan pilot project penelitian ini. Penelitian ini tidak menggunakan nomor kontrak pendanaan karena berdasarkan skripsi sumber tidak mencantumkan pendanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Cahyanika, L. F., Sudarmaji, H., & Aritonang, E. J. (2022a). Penerapan measurement system analysis gage repeatability and reproducibility dengan metode DMAIC pada housing water inlet.

Campos Filho, L. E., Fernandes Silva, V. H. A., Vinci, V., Yokota, M. H., Rodrigues dos Santos, E., Bitencourt de Almeida, G. V., Gatani, M. P., de Alvarenga Freire, M. T., & Fiorelli, J. (2025). Innovative food packaging with sensible design to reduce losses and waste. Sustainability, 17(10). https://doi.org/10.3390/su17104489

Dos Santos, W. Q., McDermott, O., & Trubetskaya, A. (2025). Lean Six Sigma 4.0 application in the food & beverage industry: A case study. IEEE Engineering Management Review. https://doi.org/10.1109/EMR.2025.3538268

Fertansyah, A. A., & Islami, M. C. (2025). Quality control to reduce defect in packaging using Six Sigma and FMEA methods at PT XYZ. 9(1).

Firmansyah, D., & Dede. (2022). Teknik pengambilan sampel umum dalam metodologi penelitian: Literature review. Jurnal Ilmiah Pendidikan Holistik (JIPH), 1(2), 85–114. https://doi.org/10.55927

Huda, H., & Islahudin, N. (2021). Measurement system analysis pada operator pengecekan visual menggunakan metode Attribute Agreement System di industri manufaktur. JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri, 8(2), 35–40. https://doi.org/10.24853/jisi.8.2.35-40

Kusumaningrum, J., Haris, H., Fanani, M. Z., Jumiono, A., & Amalia, L. (2024). Analisis pengendalian mutu kemasan produk mi instan X dengan metode Six Sigma di PT. Y. https://ojs.unida.ac.id/JIPH/article/view/13663/version/13194

Laurensius Setyabudhi, A., Veza, O., Meldra, D., Abdurahman, N. C., Rizki, D. M., & Saputra, R. (2021). Penerapan metode measurement system analysis Gage R&R pada pengukuran produk base plate magazine.

Nurhikmah, S. (2021). Analisis kualitas pengukuran part member front side rear (57131-BZ021) dengan metode Gage Repeatability dan Reproducibility pada PT. Mekar Armada Jaya.

Rafli, M. (2025). Pentingnya standar operasional prosedur (SOP) dalam proses pembuatan kabel. Islamic Economics & Financial Journal, 4, 228. https://doi.org/10.56672/assyirkah.v4i2.455

Ramadhanti, L. C., Toyosito, R. E., & Sugiarto, E. (2024). Pengendalian kapabilitas proses produksi Bintang Todjoedi PT. Bintang Todjoe.

Sitompul, M. A. (2024). Implementasi metode Root Cause Analysis (RCA) untuk mengendalikan reject produk NP Project di PT. XYZ. Journal of Manufacturing in Industrial Engineering & Technology, 3(2), 83–92. https://doi.org/10.30651/mine-tech.v3i2.24157

Wardah, S., Suharto, S., & Lestari, R. (2022). Analisis pengendalian kualitas proses produksi produk Nata De Coco dengan metode Statistical Quality Control (SQC). JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri, 9(2), 165–175. https://doi.org/10.24853/jisi.9.2.165-175

Wicaksono, A., & Yuamita, F. (2022). Pengendalian kualitas produksi sarden menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk meminimumkan cacat kaleng di PT. Maya Food Industries. Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan, 1.

Wijaya, B. S., Andesta, G., & Priyana, E. D. (2021). Minimasi kecacatan pada produk kemasan kedelai menggunakan Six Sigma, FMEA dan Seven Tools di PT. SATP. Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri, 5(2).

Zaki Mubarok, R., & Hariono, B. (2024). Penerapan metode FMEA dan RCA untuk mengurangi reject pada proses pengemasan mesin single line. https://doi.org/10.25047/nacia.v2i1.221