

Integrasi OEE–Pareto–FMEA–Ishikawa untuk Peningkatan Efektivitas Mesin dan Mutu Kemasan Kecap Pouch 550 mL

Integrated OEE–Pareto–FMEA–Ishikawa Approach for Improving Machine Effectiveness and Packaging Quality of 550 mL Soy Sauce Pouch

Aditya Wahyu Winadi A. ^{1*}, Syaiful Bachri ¹, Avisenna Harkat ², Dyah Kusuma Wardani ³, Fredy Eka Ardhi Pratama ³

¹Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

²Jurusan Bisnis, Politeknik Negeri Jember

³Jurusan Manajemen Agribisnis, Politeknik Negeri Jember

*a_atmajaya@polije.ac.id

ABSTRAK

Stabilitas mesin pengemas otomatis menjadi faktor penting dalam menjaga kontinuitas produksi dan mutu kemasan produk pangan cair. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas mesin RTY-10S Rotary Doy Pouch pada proses pengemasan kecap pouch 550 mL melalui integrasi Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Pareto, Failure Mode and Effect Analysis, dan diagram Ishikawa. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan observasi pada 13 kali proses produksi dan total output 26.574 pouch. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata OEE sebesar 30%, terdiri atas availability 56%, performance 66%, dan quality 83%. Analisis Six Big Losses menunjukkan kerugian dominan berasal dari breakdown loss 25%, reduced speed loss 20%, small stop loss 20%, serta setup and adjustment loss 19%. Dari sisi mutu kemasan, ditemukan 4.564 produk gagal atau 17,17% dari total produksi, dengan cacat dominan berupa pouch tidak terisi sebanyak 4.218 kasus atau 15,87%. Hasil FMEA menunjukkan bahwa kurangnya preventive maintenance, ketiadaan SOP setup mesin, keausan vacuum pad, gangguan gripper, error sensor, dan ketidakstabilan parameter operasi merupakan penyebab kritis yang memengaruhi efektivitas mesin dan reliabilitas mutu kemasan. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi kehilangan efektivitas mesin dan mekanisme cacat produk ke dalam satu kerangka prioritas perbaikan. Rekomendasi perbaikan diarahkan pada preventive maintenance terjadwal, penyusunan SOP setup, inspeksi vacuum pad dan gripper, pembersihan sensor, standardisasi parameter, kalibrasi filling, serta peningkatan kompetensi operator.

Kata kunci — OEE, FMEA, Pareto, Ishikawa, mesin pengemas, pouch kecap, efektivitas mesin, reliabilitas mutu.

ABSTRACT

The stability of automatic packaging machines is essential for maintaining production continuity and packaging quality in liquid food products. This study aims to analyze the effectiveness of the RTY-10S Rotary Doy Pouch machine in the 550 mL soy sauce pouch packaging process by integrating Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Pareto analysis, Failure Mode and Effect Analysis, and Ishikawa diagram. A descriptive quantitative approach was applied through observations of 13 production runs with a total output of 26,574 pouches. The results showed that the average OEE value was 30%, consisting of 56% availability, 66% performance, and 83% quality. Six Big Losses analysis indicated that the dominant losses were breakdown loss, reduced speed loss, small stop loss, and setup and adjustment loss. From the quality perspective, 4,564 defective pouches were identified, representing 17.17% of total production, with unfilled pouch as the dominant defect at 4,218 cases or 15.87%. FMEA results showed that lack of preventive maintenance, absence of standardized setup procedures, worn vacuum pads, gripper wear, sensor errors, and unstable operating parameters were the critical causes affecting machine effectiveness and packaging quality reliability. The novelty of this study lies in integrating machine effectiveness losses and packaging defect mechanisms into a single improvement-priority framework. The recommended actions include scheduled preventive maintenance, setup standardization, vacuum pad and gripper inspection, sensor cleaning, parameter standardization, filling calibration, and operator competency improvement.

Keywords — OEE, FMEA, Pareto, Ishikawa, packaging machine, soy sauce pouch, machine effectiveness, quality reliability.

OPEN ACCESS

© 2026, Aditya Wahyu Winadi A. , Syaiful Bachri , Avisenna Harkat, Dyah Kusuma Wardani , Fredy Eka Ardhi Pratama



Creative Commons
Attribution 4.0 International License

1. Pendahuluan

Kemasan merupakan bagian penting dalam sistem produksi pangan karena berfungsi melindungi produk, menjaga keamanan pangan, mempertahankan umur simpan, dan membangun persepsi mutu di mata konsumen. Pada produk pangan cair dan semi-kental seperti kecap, keberhasilan proses pengemasan tidak hanya ditentukan oleh tampilan kemasan, tetapi juga oleh ketepatan volume, kekuatan seal, kebersihan produk, keterbacaan kode produksi, dan konsistensi hasil pengisian. Penguatan mutu kemasan juga relevan dengan peningkatan daya saing produk, sebagaimana ditunjukkan oleh Bachri et al. (2025) pada pengembangan kemasan susu kedelai madu dan Pratama et al. (2026) pada peningkatan mutu kemasan roti menggunakan Quality Function Deployment.

Mesin pengemas otomatis membutuhkan koordinasi yang stabil antara sistem mekanik, pneumatik, sensor, material handling, dan operator. Pada mesin RTY-10S Rotary Doy Pouch, proses pengemasan berlangsung secara berurutan mulai dari feeding pouch, pembukaan pouch, filling, sealing, pencetakan kode, hingga pelepasan produk akhir. Ketidakstabilan pada vacuum pad, gripper, sensor, suhu sealing, atau parameter filling dapat menyebabkan downtime, minor stoppage, reduced speed, pouch tidak terisi, seal terlipat, kebocoran, underfill, dan kegagalan pencetakan tanggal kedaluwarsa.

Overall Equipment Effectiveness atau OEE banyak digunakan untuk mengukur efektivitas mesin melalui tiga komponen utama, yaitu availability, performance, dan quality. Availability menunjukkan kemampuan mesin memanfaatkan waktu produksi, performance menunjukkan kemampuan mesin mencapai kecepatan ideal, dan quality menunjukkan proporsi produk baik terhadap total output. OEE dapat menjadi indikator awal untuk mengidentifikasi kehilangan produktivitas, tetapi interpretasinya perlu dikaitkan dengan konteks operasional dan sumber kegagalan mesin (De Ron & Rooda, 2005; Singh et al., 2021).

OEE tidak cukup untuk menjelaskan akar penyebab teknis dari rendahnya efektivitas mesin. Oleh karena itu, Failure Mode and Effect Analysis atau FMEA diperlukan untuk memetakan mode kegagalan, dampak kegagalan, penyebab kegagalan, serta prioritas risiko

berdasarkan Risk Priority Number. FMEA banyak digunakan dalam sistem produksi dan pengendalian mutu karena mampu mengubah temuan operasional menjadi prioritas tindakan korektif yang lebih sistematis (Stamatis, 2003; Rucitra & Amelia, 2021).

Analisis Pareto dan diagram Ishikawa melengkapi pendekatan tersebut dalam pengendalian mutu kemasan. Pareto membantu menentukan jenis cacat dominan sehingga perbaikan dapat difokuskan pada masalah yang paling berpengaruh. Diagram Ishikawa membantu menelusuri akar penyebab kegagalan berdasarkan faktor manusia, mesin, metode, material, pengukuran, dan lingkungan (Hisprastin & Musfiroh, 2021; Montgomery, 2019).

Penelitian terdahulu umumnya memisahkan analisis efektivitas mesin dan analisis cacat produk. Penelitian berbasis OEE lebih banyak menekankan availability, performance, quality, dan Six Big Losses, sedangkan penelitian berbasis mutu lebih berfokus pada Pareto, FMEA, dan fishbone untuk mengurangi cacat produk (Anggraeni et al., 2025; Rahayu et al., 2025). Pemisahan ini menyisakan celah metodologis karena pada mesin pengemas otomatis, kehilangan efektivitas mesin dan cacat kemasan sering berasal dari akar penyebab teknis-operasional yang sama.

Penelitian ini mengintegrasikan OEE, Six Big Losses, Pareto, FMEA, dan diagram Ishikawa untuk mengevaluasi mesin RTY-10S Rotary Doy Pouch pada proses pengemasan kecap pouch 550 mL. Kebaruan penelitian terletak pada hubungan langsung antara kehilangan efektivitas mesin dan mekanisme cacat kemasan. Kerangka ini diharapkan mampu memberikan dasar pengambilan keputusan yang lebih kuat untuk preventive maintenance, standarisasi setup, pengendalian parameter, peningkatan kompetensi operator, dan perbaikan reliabilitas mutu kemasan.

2. Metode

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode studi kasus pada proses pengemasan kecap pouch 550 mL. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan mengukur efektivitas mesin,



mengidentifikasi kehilangan dominan, menentukan cacat utama, dan menyusun prioritas perbaikan berbasis risiko. Metode yang digunakan meliputi OEE, Six Big Losses, Pareto, FMEA, dan diagram Ishikawa.

2.2 Objek dan Ruang Lingkup Penelitian

Objek penelitian adalah mesin RTY-10S Rotary Doy Pouch yang digunakan untuk mengemas kecap dalam kemasan pouch 550 mL. Ruang lingkup pengamatan meliputi persiapan mesin, feeding pouch, pembukaan pouch, filling, sealing, pencetakan tanggal kedaluwarsa, pelepasan produk, dan inspeksi akhir. Pengamatan dilakukan pada 13 kali proses produksi untuk memperoleh data performa mesin dan data mutu kemasan.

2.3 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung proses produksi, wawancara dengan operator, identifikasi gangguan mesin, serta penilaian severity, occurrence, dan detection pada FMEA. Data sekunder diperoleh dari catatan produksi perusahaan, meliputi waktu kerja mesin, downtime, output produksi, jumlah produk baik, jumlah produk cacat, dan catatan gangguan operasional.

2.4 Analisis OEE dan Six Big Losses

Efektivitas mesin dihitung menggunakan OEE yang terdiri atas availability, performance, dan quality. Formulasi OEE mengikuti konsep Total Productive Maintenance yang menempatkan efektivitas mesin sebagai hasil interaksi antara waktu operasi, kecepatan produksi, dan mutu output (Nakajima, 1988; De Ron & Rooda, 2006). Perhitungan availability, performance, quality, dan OEE digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat efektivitas mesin dibandingkan dengan standar kinerja industri.

$$Availability = \frac{Operating Time}{Loading Time} \times 100\%$$

$$Performance = \frac{Ideal Cycle Time \times Total Output}{Operating Time} \times 100\%$$

$$Quality = \frac{Good Product}{Total Output} \times 100\%$$

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

Six Big Losses digunakan untuk mengetahui sumber kehilangan terbesar yang menurunkan nilai OEE. Jenis kehilangan yang dianalisis meliputi breakdown loss, setup and adjustment loss, reduced speed loss, small stop loss, production defect loss, dan startup loss. Pendekatan ini sejalan dengan konsep TPM yang menekankan pengurangan kehilangan produksi melalui identifikasi sumber loss secara terstruktur (Nakajima, 1988).

2.5 Analisis Pareto, FMEA, dan Ishikawa

Analisis Pareto digunakan untuk menentukan jenis cacat dominan pada proses pengemasan. Jenis cacat yang diamati meliputi pouch tidak terisi, seal terlipat, bocor, underfill, dan tanggal kedaluwarsa tidak tercetak. Prinsip Pareto digunakan untuk memfokuskan perbaikan pada jenis cacat yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total kegagalan (Montgomery, 2019).

FMEA digunakan untuk menentukan prioritas risiko kegagalan berdasarkan nilai severity, occurrence, dan detection. Nilai severity menunjukkan tingkat dampak kegagalan, occurrence menunjukkan peluang atau frekuensi kegagalan, sedangkan detection menunjukkan kemampuan sistem mendeteksi kegagalan sebelum berdampak pada proses atau produk. Nilai Risk Priority Number dihitung melalui perkalian ketiga parameter tersebut (Stamatis, 2003; Rucitra & Amelia, 2021).

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

Diagram Ishikawa digunakan untuk menelusuri akar penyebab dari kegagalan dominan. Analisis dilakukan dengan pendekatan 6M, yaitu man, machine, method, material, measurement, dan environment. Hasil Ishikawa kemudian dikaitkan dengan OEE, Six Big Losses, Pareto, dan FMEA untuk menyusun prioritas perbaikan terpadu.

3. Hasil dan Diskusi

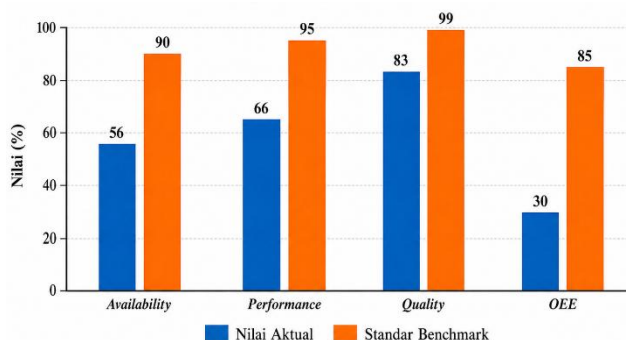
3.1 Efektivitas Mesin Berdasarkan OEE

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata OEE mesin RTY-10S Rotary Doy Pouch sebesar 30%. Nilai tersebut terdiri atas availability 56%, performance 66%, dan quality 83%. Nilai ini menunjukkan bahwa efektivitas mesin masih jauh di bawah standar OEE kelas dunia sebesar 85%.

Tabel 1. Ringkasan Hasil OEE

Indikator	Nilai (%)	Standar (%)	Status
Availability	56	90	Perlu perbaikan
Performance	66	95	Perlu perbaikan
Quality	83	99	Perlu perbaikan
OEE	30	85	Perlu perbaikan

Komponen availability menjadi indikator terendah sehingga menunjukkan besarnya kehilangan waktu operasi akibat downtime, setup, dan aktivitas non-produktif. Nilai performance yang rendah menunjukkan bahwa mesin belum mampu bekerja secara konsisten pada kecepatan ideal. Hasil ini selaras dengan pandangan De Ron dan Rooda (2005) bahwa nilai OEE perlu dibaca bukan hanya sebagai angka efektivitas, tetapi juga sebagai indikator adanya kehilangan tersembunyi pada sistem produksi.



Gambar 1. Perbandingan komponen OEE dan Standar Benchmark

Nilai quality sebesar 83% memang lebih tinggi dibandingkan availability dan performance. Akan tetapi, kondisi tersebut belum menunjukkan mutu proses yang stabil karena jumlah produk cacat masih mencapai 17,17% dari total produksi. Dalam sistem pengemasan

otomatis, mutu output sangat bergantung pada kestabilan proses mesin, bukan hanya pada inspeksi akhir produk (Montgomery, 2019; Rucitra & Amelia, 2021).

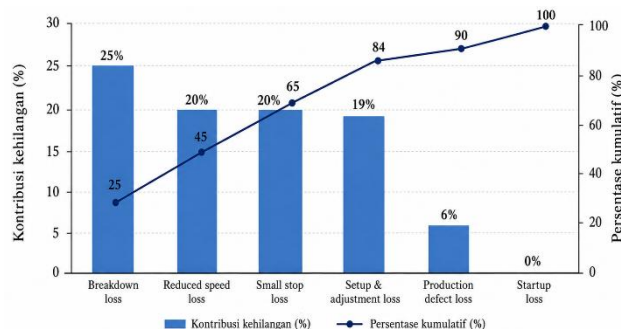
3.2 Analisis Six Big Losses

Analisis Six Big Losses menunjukkan bahwa kehilangan terbesar berasal dari breakdown loss sebesar 25%. Kehilangan berikutnya adalah reduced speed loss 20%, small stop loss 20%, setup and adjustment loss 19%, production defect loss 6%, dan startup loss 0%. Pola ini menunjukkan bahwa kerugian utama lebih banyak disebabkan oleh gangguan teknis dan ketidakstabilan proses dibandingkan oleh cacat produk semata.

Tabel 2. Ringkasan Six Big Losses

Jenis Kehilangan	Kontribusi (%)
Breakdown loss	25
Reduced speed loss	20
Small stop loss	20
Setup and adjustment loss	19
Production defect loss	6
Startup loss	0

Breakdown loss yang paling tinggi menunjukkan lemahnya sistem preventive maintenance. Kondisi ini dapat terjadi karena komponen kritis seperti vacuum pad, gripper, sensor, nozzle, dan area sealing belum diperiksa secara terjadwal. Menurut Nakajima (1988), breakdown loss merupakan salah satu sumber utama rendahnya efektivitas mesin karena langsung menghilangkan waktu operasi produktif.



Gambar 2. Diagram Pareto Six big Loseses

Reduced speed loss dan small stop loss juga menjadi indikator penting karena keduanya menunjukkan adanya ketidakstabilan operasi. Mesin dapat tetap berjalan, tetapi tidak mencapai kapasitas ideal akibat gangguan kecil yang

berulang. Kondisi ini sejalan dengan Singh et al. (2021), yang menyatakan bahwa OEE perlu diintegrasikan dengan alat analisis lain agar penyebab rendahnya performa mesin dapat dipahami secara lebih operasional.

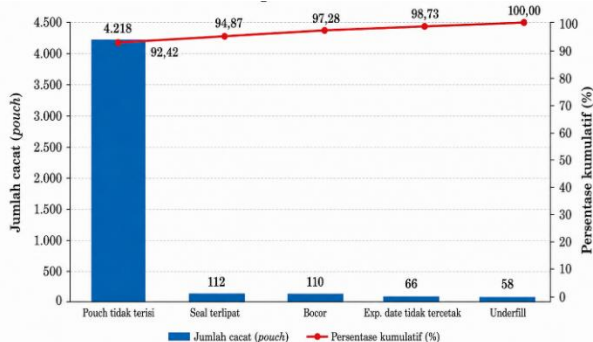
3.3 Analisis Cacat Kemasan Berdasarkan Pareto

Dari total produksi 26.574 pouch, ditemukan 4.564 produk cacat atau 17,17% dari total produksi. Jenis cacat dominan adalah pouch tidak terisi sebanyak 4.218 kasus atau 15,87% dari total produksi. Jika dihitung terhadap total cacat, pouch tidak terisi berkontribusi sebesar 92,42%.

Tabel 3. Distribusi Cacat Kemasan

Jenis Cacat	Jumlah	% Produksi	% Cacat
Pouch tidak terisi	4.218	15,87	92,42
Seal terlipat	112	0,42	2,45
Bocor	110	0,41	2,41
Exp. date tidak tercetak	66	0,25	1,45
Underfill	58	0,22	1,27
Total	4.564	17,17	100,00

Dominasi pouch tidak terisi menunjukkan bahwa titik kritis proses berada pada tahap pembukaan pouch dan pengisian produk. Jika pouch tidak terbuka sempurna, nozzle filling tidak dapat memasukkan kecap ke dalam kemasan. Prinsip Pareto menegaskan bahwa fokus perbaikan sebaiknya diarahkan pada sedikit jenis cacat yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total kegagalan (Montgomery, 2019).



Gambar 3. Diagram Pareto Cacat Kemasan

Jenis cacat lain memiliki kontribusi lebih kecil, tetapi tetap penting karena berkaitan dengan

keamanan pangan, kepatuhan label, dan kepercayaan konsumen. Seal terlipat dan bocor dapat menurunkan integritas kemasan serta meningkatkan risiko kontaminasi. Temuan ini sejalan dengan Bachri et al. (2025) dan Pratama et al. (2026), yang menegaskan bahwa mutu kemasan tidak hanya dipengaruhi oleh aspek visual, tetapi juga oleh fungsi perlindungan, kekuatan bahan, dan kesesuaian teknis kemasan.

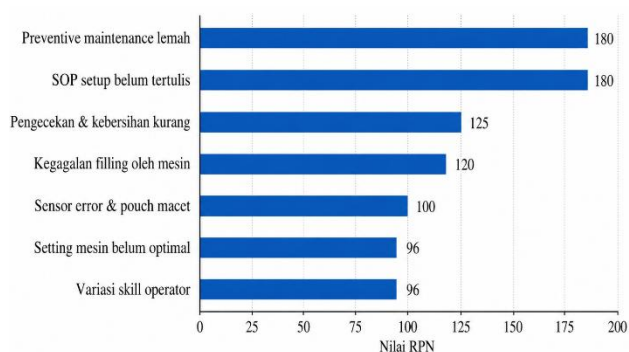
3.4 FMEA pada Kehilangan Efektivitas Mesin

FMEA pada aspek efektivitas mesin menunjukkan dua penyebab dengan nilai RPN tertinggi, yaitu kurangnya preventive maintenance dan tidak adanya SOP setup mesin. Keduanya memiliki nilai RPN 180 sehingga menjadi prioritas perbaikan utama. Penyebab lain yang juga perlu diperhatikan adalah kurangnya pengecekan rutin, kebersihan mesin, sensor error, kemacetan material pouch, dan variasi kemampuan operator.

Tabel 4. FMEA Kehilangan Efektivitas Mesin

Penyebab Utama	Loss Terkait	RPN	Prioritas
Preventive maintenance lemah	Breakdown	180	1
SOP setup belum tertulis	Setup-adjustment	180	1
Pengecekan dan kebersihan kurang	Small stop	125	2
Kegagalan filling oleh mesin	Breakdown	120	3
Sensor dan pouch macet	Small stop	100	4
Setting mesin belum optimal	Reduced speed	96	5
Variasi skill operator	Reduced speed	96	5

Preventive maintenance yang lemah berpengaruh langsung pada breakdown loss. Komponen mesin yang mengalami aus, kotor, tidak presisi, atau tidak dikalibrasi dapat menyebabkan downtime dan menurunkan availability. FMEA membantu menempatkan masalah tersebut sebagai prioritas karena risiko tidak hanya ditentukan oleh frekuensi kejadian, tetapi juga oleh dampak dan kemampuan deteksi (Stamatis, 2003; Anggraeni et al., 2025).



Gambar 4. Prioritas Resiko Kegagalan berdasarkan Nilai RPN

Tidak adanya SOP setup tertulis juga menjadi akar masalah penting. Setup yang bergantung pada pengalaman masing-masing operator akan menghasilkan variasi parameter. Variasi tersebut dapat memperpanjang waktu setup, menurunkan kecepatan, dan meningkatkan kemungkinan cacat pada pouch.

3.5 FMEA pada Cacat Kemasan

FMEA pada cacat kemasan menunjukkan bahwa pouch tidak terisi memiliki RPN tertinggi sebesar 126. Penyebab utamanya adalah vacuum pad aus dan pouch tidak terbuka secara optimal. Temuan ini konsisten dengan hasil Pareto yang menempatkan pouch tidak terisi sebagai cacat paling dominan.

Tabel 5. FMEA Cacat Kemasan

Mode Cacat	Penyebab Utama	RPN	Prioritas
Pouch tidak terisi	Vacuum pad aus; pouch tidak terbuka	126	1
Seal terlipat	Suhu sealing tidak stabil	84	2
Exp. date tidak tercetak	Gripper aus; posisi pouch lepas	64	3
Bocor	Residu pada area sealing	60	4
Underfill	Vacuum filling tidak stabil	6	5

Pouch tidak terisi menjadi masalah paling kritis karena frekuensinya tinggi dan berdampak langsung pada efisiensi produksi. Cacat ini bukan hanya menghasilkan produk gagal, tetapi juga dapat memicu penghentian kecil, pengecekan ulang, dan penurunan kecepatan mesin. Dalam

konteks ini, FMEA berfungsi sebagai penghubung antara data cacat dan tindakan perbaikan berbasis risiko (Rucitra & Amelia, 2021; Stamatis, 2003).

Seal terlipat, bocor, dan underfill tetap harus dikendalikan walaupun nilai RPN-nya lebih rendah. Cacat sealing dapat berpengaruh pada kekuatan kemasan dan potensi kebocoran selama penyimpanan atau distribusi. Pengendalian mutu kemasan perlu ditempatkan sebagai sistem pencegahan proses, bukan hanya inspeksi akhir produk (Montgomery, 2019; Lee et al., 2021).

3.6 Analisis Akar Penyebab dengan Ishikawa

Analisis Ishikawa menunjukkan bahwa pouch tidak terisi dan rendahnya efektivitas mesin disebabkan oleh interaksi beberapa faktor. Faktor mesin menjadi penyebab paling dominan karena proses pembukaan pouch dan pengisian produk bergantung pada vacuum pad, gripper, sensor, tekanan vacuum, dan sinkronisasi rotary. Faktor metode juga penting karena ketiadaan SOP setup menyebabkan variasi parameter antaroperator.

Tabel 6. Ringkasan Akar Penyebab

Faktor	Akar Penyebab
Man	Monitoring operator belum konsisten
Machine	Vacuum pad aus, gripper aus, sensor error
Method	SOP setup dan parameter belum baku
Material	Lapisan pouch mudah menempel
Measurement	Pengecekan parameter belum terdokumentasi
Environment	Kondisi area memengaruhi sensor dan vacuum

Faktor material juga berperan karena karakteristik pouch yang mudah menempel dapat menghambat proses pembukaan. Faktor measurement menunjukkan bahwa pengecekan parameter belum dilakukan secara disiplin dan terdokumentasi. Analisis Ishikawa efektif untuk menjelaskan penyebab kegagalan secara sistematis karena mampu memetakan hubungan antara faktor teknis, manusia, metode, dan lingkungan (Hisprastin & Musfiroh, 2021).

Temuan Ishikawa memperjelas bahwa masalah utama tidak berdiri sendiri. Pouch tidak terisi merupakan hasil interaksi antara komponen aus, bahan kemasan, parameter tidak baku, monitoring operator, dan inspeksi yang belum konsisten. Oleh karena itu, solusi yang diberikan harus bersifat sistemik dan tidak cukup hanya dengan mengganti satu komponen.

3.7 Diskusi Integratif OEE–Pareto–FMEA–Ishikawa

Integrasi OEE, Six Big Losses, Pareto, FMEA, dan Ishikawa memberikan gambaran yang lebih utuh tentang permasalahan mesin RTY-10S. OEE menunjukkan tingkat efektivitas mesin, Six Big Losses menjelaskan sumber kehilangan, Pareto menunjukkan cacat dominan, FMEA menentukan prioritas risiko, dan Ishikawa menelusuri akar penyebab. Dengan integrasi ini, prioritas perbaikan tidak hanya ditentukan oleh angka loss terbesar, tetapi juga oleh risiko kegagalan dan dampaknya terhadap mutu kemasan.

Tabel 7. Kerangka Prioritas Perbaikan Terpadu

Masalah Utama	Bukti Analisis	Perbaikan Prioritas
Breakdown dan pouch tidak terisi	Loss 25%; RPN 180 dan 126	Preventive maintenance; inspeksi vacuum pad dan gripper
Setup tidak stabil	Loss 19%; RPN 180	SOP setup; checklist; standar parameter
Small stop berulang	Loss 20%; RPN 100–125	Pembersihan sensor; kontrol pouch magazine
Reduced speed	Loss 20%; RPN 96	Standardisasi parameter; pelatihan operator
Cacat sealing dan filling	Seal, bocor, underfill	Kontrol suhu sealing; kalibrasi filling

Hasil integrasi menunjukkan bahwa rendahnya OEE dan tingginya cacat kemasan berasal dari akar penyebab teknis-operasional yang sama. Breakdown loss dan setup instability menurunkan availability, sedangkan reduced speed dan small stop loss menurunkan performance. Pada saat yang sama, vacuum pad

aus, gripper aus, sensor error, pouch menempel, dan parameter tidak baku menghasilkan cacat dominan berupa pouch tidak terisi.

Temuan ini juga menjelaskan mengapa production defect loss hanya 6%, sedangkan tingkat cacat aktual mencapai 17,17%. Cacat produk tidak hanya muncul sebagai produk reject, tetapi juga menimbulkan dampak lanjutan berupa small stop, rework, penurunan kecepatan, dan setup ulang. Oleh karena itu, maintenance dan quality control harus dipadukan sebagai sistem pengendalian reliabilitas mesin dan mutu kemasan (Singh et al., 2021; Wahyono et al., 2025).

4. Kesimpulan

Mesin RTY-10S Rotary Doy Pouch memiliki nilai OEE rata-rata sebesar 30%, yang terdiri atas availability 56%, performance 66%, dan quality 83%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa efektivitas mesin masih berada jauh di bawah standar OEE kelas dunia. Kerugian dominan berasal dari breakdown loss, reduced speed loss, small stop loss, serta setup and adjustment loss.

Dari aspek mutu kemasan, ditemukan 4.564 produk cacat dari total 26.574 pouch atau 17,17% dari total produksi. Cacat paling dominan adalah pouch tidak terisi sebanyak 4.218 kasus atau 15,87% dari total produksi. Hasil ini menunjukkan bahwa tahap pembukaan pouch dan filling merupakan titik kritis utama pada proses pengemasan kecap pouch 550 mL.

FMEA menunjukkan bahwa kurangnya preventive maintenance, tidak adanya SOP setup tertulis, vacuum pad aus, gripper aus, sensor error, dan parameter mesin yang tidak stabil menjadi penyebab utama rendahnya efektivitas mesin dan mutu kemasan. Analisis Ishikawa memperkuat bahwa masalah tersebut dipengaruhi oleh faktor manusia, mesin, metode, material, pengukuran, dan lingkungan. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi kehilangan efektivitas mesin dan mekanisme cacat kemasan ke dalam satu kerangka prioritas perbaikan.

Rekomendasi utama penelitian ini adalah penerapan preventive maintenance terjadwal, penyusunan SOP setup mesin, inspeksi vacuum pad dan gripper, pembersihan sensor, standardisasi parameter operasi, kalibrasi filling, pengendalian suhu sealing, serta peningkatan

kompetensi operator. Pendekatan terpadu ini diharapkan dapat meningkatkan availability, menjaga stabilitas performance, menurunkan cacat produk, dan memperkuat reliabilitas mutu kemasan secara berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- [1] Anggraeni, S. N., Dewanto, D. L., & Jaya, S. (2025). Analysis of overall equipment effectiveness (OEE) and failure mode and effect analysis (FMEA) on packer machine. *Jurnal Teknik Industri, Bisnis Digital, dan Teknik Logistik*, 4(1), 18–23. <https://doi.org/10.20895/trinistik.v4i1.1605>
- [2] Arvanitoyannis, I. S., & Varzakas, T. H. (2007). Application of failure mode and effect analysis, cause and effect analysis and Pareto diagram in conjunction with HACCP to a potato chips manufacturing plant. *International Journal of Food Science and Technology*, 42(12), 1424–1442.
- [3] Atmajaya, A. W. W., Jatisukamto, G., Triono, A., & Syuhri, S. N. H. (2019). Experimental design of add-on regenerative system for passive engine mount in diesel engine. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14(9), 1648–1655.
- [4] Atmajaya, A. W. W., Jatisukamto, G., Triono, A., & Syuhri, S. N. H. (2020). Add-on energy harvesting system using cantilever beam in an engine mount. *AIP Conference Proceedings*, 2278, 020015. <https://doi.org/10.1063/5.0026160>
- [5] Bachri, S., Harkat, A., Pratama, F. E. A., Atmajaya, A. W. W., & Adityo, A. (2025). Perbaikan mutu kualitas dan daya saing produk pada sisi kemasan susu kedelai madu di UD Sehat Sejahtera Jember. *Journal of Community Development*, 5(3), 829–842. <https://doi.org/10.47134/comdev.v5i3.1486>
- [6] Budiati, T., Adila, P., Djamila, S., Atmajaya, A. W. W., & Bahri, S. (2026). Optimization of bioactive compound extraction from tobacco stem (*Nicotiana tabacum* L.). *BIO Web of Conferences*, 210, 02005.
- [7] De Ron, A. J., & Rooda, J. E. (2005). Equipment effectiveness: OEE revisited. *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, 18(1), 190–196. <https://doi.org/10.1109/TSM.2004.836657>
- [8] De Ron, A. J., & Rooda, J. E. (2006). OEE and equipment effectiveness: An evaluation. *International Journal of Production Research*, 44(23), 4987–5003. <https://doi.org/10.1080/00207540600573402>
- [9] Fertansyah, A. A., & Suryadi, A. (2025). Quality control to reduce defect in packaging using Six Sigma and Failure Mode and Effect Analysis. *JATI EMAS: Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat*, 9(1), 1–8.
- [10] Hisprastin, Y., & Musfiroh, I. (2021). Ishikawa diagram dan Failure Mode Effect Analysis sebagai metode yang sering digunakan dalam manajemen risiko mutu di industri. *Majalah Farmasetika*, 6(1), 1–9.
- [11] Lee, J. C., Daraba, A., Voidarou, C., Rozos, G., Enshasy, H. A. E., & Varzakas, T. (2021). Implementation of food safety management systems along with other management tools: A review. *Foods*, 10(9), 2169. <https://doi.org/10.3390/foods10092169>
- [12] Montgomery, D. C. (2019). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley.
- [13] Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total productive maintenance*. Productivity Press.
- [14] Nurardisa, A. I., & Winursito, Y. C. (2025). Analysis of packaging machine effectiveness with overall equipment effectiveness and Six Big Losses. *JATI EMAS: Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat*, 9(1), 1–10.
- [15] Prastiwinarti, W., & Kristanto, Y. (2026). Quality control analysis of flexible packaging product using Failure Mode and Effect Analysis. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 15(1), 1–12.
- [16] Pratama, F. E. A., Bachri, S., Atmajaya, A. W. W., Wardani, D. K., & Andini, P. (2026). Peningkatan mutu kemasan produk roti SIP menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD) untuk meningkatkan kepuasan konsumen: Studi kasus pada Teaching Factory Bakery Politeknik Negeri Jember. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 26(1), 178–188.
- [17] Rahayu, S., Aji, S. B., Fitra, A., Feriaty, S. R., & Wiyatno, T. N. (2025). Aggregate analysis of packaging machine effectiveness using the OEE method at PT XYZ. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 9(4), 2322–2334. <https://doi.org/10.70609/g-tech.v9i4.8289>
- [18] Rucitra, A. L., & Amelia, J. (2021). Quality control of bottled tea packaging using the Statistical Quality Control and Failure Mode and Effect Analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 733, 012057. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012057>
- [19] Singh, S., Khamba, J. S., & Singh, D. (2021). Analysis and directions of OEE and its integration with different strategic tools. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, 235(2), 594–605. <https://doi.org/10.1177/0954408920952624>



- [20] Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution* (2nd ed.). ASQ Quality Press.
- [21] Stiawan, H., & Amalia, I. (2025). Pengendalian kualitas produk kemasan kaleng margarine menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis di PT Pacific Medan Industri. *Jurnal Teknik Industri*, 9(1), 1–10.
- [22] Wahyono, N. D., Kurniawati, D., Harkat, A., Wardani, D. K., Atmajaya, A. W. W., & Pratama, F. E. A. (2025). Cigar waste control based on Statistical Process Control for achieving a green and sustainable industry in Jember Regency. *International Journal of Technology, Food and Agriculture*, 2(3), 155–165. <https://doi.org/10.25047/tefa.v2i3.6372>
- [23] Wahyono, N. D., Kurniawati, D., Wardani, D. K., Atmajaya, A. W. W., & Pratama, F. E. A. (2026). Value chain analysis of cigar waste utilization as an alternative raw material for the hand-rolled kretek cigarette industry in Jember Regency, East Java. *Annals of Agri-Bio Research*, 10–27.
- [24] Wahyono, N. D., Pratama, F. E. A., Wardani, D. K., Harkat, A., & Atmajaya, A. W. W. (2025). Analisis kelayakan berbasis Decision Support System untuk pengembangan klaster agroindustri tembakau di Kabupaten Jember, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 25(1), 33–40.
- [25] Wahyono, N. D., Wardani, D. K., Harkat, A., Pratama, F. E. A., & Atmajaya, A. W. W. (2025). Peningkatan kompetensi pelaku usaha sentra industri hasil tembakau Jember melalui edukasi digital marketing. *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 10(1), 166–173.

