Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri (PASTI)
Vol. XIX, No. 2, Agustus 2025, 200-214
p-ISSN 2085-5869/ e-ISSN 2598-4853

Analisis Kerusakan Produk Minuman dalam Proses Pengiriman dengan Metode DMAIC di Industri Minuman

Rodiyana Rodiyana[1*], Muhammad Isa Lufti [2]
[1,2)] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Univeritas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Indonesia
Email: yana.rodi@gmail.com [*], isa.lufti@mercubuana.ac.id

(Diterima: 06-08-2025; Direvisi: 22-08-2025; Disetujui: 30-08-2025)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama kerusakan produk minuman selama proses pengiriman serta merumuskan solusi perbaikan berbasis metode *Six Sigma* DMAIC. Fokus utama adalah kerusakan pada kemasan botol kaca yang pada tahun 2024 tercatat melebihi ambang toleransi perusahaan sebesar 0,05%, dengan tingkat kerusakan tertinggi mencapai 0,13%. Pendekatan DMAIC diterapkan melalui tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve,* dan *Control*. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyebab utama kerusakan adalah tidak adanya standar kelayakan kendaraan dan pengemudi, prosedur penataan barang yang belum optimal, serta belum diterapkannya sistem *monitoring real-time*. Solusi yang diimplementasikan meliputi SOP baru pengiriman, inspeksi kendaraan, penyegelan truk, serta pelacakan digital. Evaluasi implementasi selama April–Juni 2025 menunjukkan tidak ada kasus kerusakan produk, yang menandakan keberhasilan pendekatan DMAIC dalam meningkatkan kualitas distribusi dan mendukung target *zero damaged product*.

Kata kunci: *Six Sigma*; DMAIC; kerusakan produk; distribusi; logistik; kontrol kualitas

Abstract

This study aims to identify the root causes of beverage product damage during delivery and propose Improvements using the Six Sigma DMAIC method. The primary focus is on glass bottle packaging damage, which exceeded the company's tolerance limit of 0.05% in 2024, reaching a maximum of 0.13%. The DMAIC approach was applied through the phases of Define, Measure, Analyze, Improve, and Control. Analysis revealed the main causes as the absence of vehicle and driver eligibility standards, suboptimal cargo arrangement procedures, and the lack of a real-time monitoring system. Implemented Improvements included new delivery SOPs, vehicle inspections, truck sealing, and digital tracking. Evaluation from April to June 2025 showed zero product damage, indicating that DMAIC effectively enhanced distribution quality and supported the achievement of the zero damaged product target.

Keywords: *Six Sigma; DMAIC; product damage; distribution; logistics; quality Control*

PENDAHULUAN

Globalisasi dan perkembangan teknologi logistik telah memengaruhi secara signifikan pola distribusi produk, khususnya dalam industri makanan dan minuman kemasan seperti minuman botol kaca, yang menuntut sistem distribusi andal demi menjaga kualitas produk (Nurprihatin et al., 2023). Di Indonesia, pemulihan pasca-pandemi dan pertumbuhan e-commerce mendorong perkembangan sektor logistik, namun tantangan geografis dan infrastruktur di luar Jawa tetap menghambat efisiensi distribusi (Thenniarti Dian, 2024); (Hasib & Faruqui, 2020). Permintaan terhadap produk minuman kemasan terus meningkat,

namun data internal menunjukkan tingkat kerusakan botol kaca dalam pengiriman masih tinggi, mencapai 0,13% pada periode tertentu.

Kerusakan produk seperti pecah, kontaminasi, dan deformasi fisik berdampak pada biaya operasional dan kepuasan pelanggan (Haekal, 2021). Penyebab utama mencakup kualitas pengemasan, perlakuan selama pengangkutan, kondisi jalan, serta moda transportasi yang tidak sesuai. Walau regulasi seperti Permenhub No. 60 Tahun 2019 telah ditetapkan, implementasinya belum optimal di seluruh wilayah (Hasib & Faruqui, 2020). Oleh karena itu, distribusi perlu menjadi fokus utama dalam pengendalian mutu untuk menghindari pemborosan dan menjaga keandalan rantai pasok.

Metodologi Total Quality Management (TQM) dan *Six Sigma*, khususnya kerangka kerja DMAIC, telah terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas dan menurunkan tingkat cacat di sektor produksi (Dutta & Jaipuria, 2020). Sayangnya, sebagian besar studi masih terpusat pada produksi, sementara distribusi sebagai titik akhir rantai pasok kurang diperhatikan (Fatah et al., 2020). Padahal, jika distribusi tidak dikendalikan, semua upaya peningkatan kualitas sebelumnya bisa menjadi sia-sia.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk menggali lebih dalam penyebab operasional dari kerusakan produk selama distribusi, melalui wawancara dengan pelaku lapangan (Aulia et al., 2023); (Hossain, 2014). Tujuan utamanya adalah mengidentifikasi akar masalah, merancang strategi perbaikan, dan menyusun model pengendalian mutu distribusi berkelanjutan yang mendukung target *zero damaged* product pada 2026. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi baik secara teoritis dalam pengembangan literatur logistik maupun secara praktis dalam perbaikan sistem distribusi perusahaan.

Tinjauan pustaka mendukung pendekatan DMAIC sebagai metode sistematis dalam peningkatan kualitas. Kerangka ini terdiri dari lima tahap: *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control*, yang masing-masing menggunakan alat bantu seperti SIPOC, *P-Chart*, diagram Pareto, 5W+1H, serta visual *Control* dan poka-yoke (Juran, 1999); (Deming, 1986). Penelitian terdahulu seperti oleh (Kurnia et al., 2022), (Rodriguez Delgadillo et al., 2022) menunjukkan keberhasilan DMAIC dalam mengurangi cacat dan meningkatkan efisiensi di berbagai industri. Oleh karena itu, integrasi *Six Sigma* berbasis data dengan pendekatan kualitatif dipandang sebagai strategi yang tepat dalam merancang sistem distribusi yang adaptif, efisien, dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan (*applied research*) dengan pendekatan kualitatif dan metode studi kasus. Pendekatan kualitatif digunakan untuk memahami fenomena secara mendalam melalui proses interpretatif terhadap data non-numerik. Pendekatan kualitatif bertujuan mengeksplorasi makna, pengalaman, dan pandangan subyektif dari para pelaku dalam konteks tertentu, serta menekankan pada kompleksitas realitas sosial yang tidak dapat diukur secara kuantitatif.

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengurangi risiko kerusakan produk dalam proses pengiriman menggunakan pendekatan *Six Sigma* dengan model DMAIC. Penelitian bersifat deskriptif-analitis, yaitu berupaya memahami kondisi aktual yang terjadi di lapangan, menggali pengalaman dan persepsi para pihak terkait, serta merumuskan solusi perbaikan yang relevan dan aplikatif.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara mendalam, dan dokumentasi terhadap proses distribusi dan penanganan produk di lapangan. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur kepada staf logistik dan manajemen distribusi untuk

menggali informasi mengenai kendala, prosedur operasional, serta pengalaman mereka dalam menangani kerusakan produk. Wawancara semi-terstruktur memungkinkan fleksibilitas dalam eksplorasi isu-isu penting yang muncul selama proses interaksi dengan partisipan.

Studi ini dilaksanakan secara langsung pada unit distribusi salah satu perusahaan minuman berskala nasional, yang menjadi objek tunggal penelitian (*single case*).
Pemilihan lokasi ini didasarkan pada intensitas aktivitas distribusi dan kompleksitas proses logistik yang potensial menimbulkan kerusakan produk.

Jenis Data dan Informasi

Data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung dari lapangan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi proses distribusi, mencakup jumlah, jenis, lokasi, dan penyebab kerusakan produk menurut staf. Sementara itu, data sekunder meliputi dokumentasi internal perusahaan seperti laporan pengiriman, kerusakan, retur barang, SOP, serta kebijakan logistik, yang dilengkapi dengan literatur dan jurnal ilmiah pendukung konsep DMAIC. Informasi yang dikumpulkan difokuskan pada parameter kerusakan selama pengiriman, kategori dan volume kerusakan, serta mekanisme pengendalian dan pengawasan kualitas distribusi yang telah diterapkan.

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kombinasi beberapa metode pengumpulan data guna memperoleh hasil yang komprehensif. Observasi langsung dilakukan untuk memahami secara nyata proses distribusi barang dari gudang ke distributor. Selain itu, wawancara terstruktur dilaksanakan dengan personel bagian logistik, pengemudi kendaraan, serta staf kontrol kualitas (QC) untuk menggali informasi mengenai alur distribusi serta mengidentifikasi potensi titik lemah dalam rantai logistik. Peneliti juga memanfaatkan dokumentasi internal seperti laporan historis kerusakan produk, data pengembalian barang, laporan pengiriman, dan dokumen prosedur kerja. Seluruh data ini menjadi dasar analisis pada tahap *Measure* dan *Analyze* dalam metodologi DMAIC.

Metode Pengolahan dan Analisis Data

Penelitian ini bertujuan unntuk menganalisis risiko kerusakan barang pada pengiriman minuman. Tahapan pengolahan data dilakukan melalui pendekatan DMAIC (*Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, *Control*), dengan tahapan sebagai berikut:

Define adalah tahap untuk mengidentifikasi dan menetapkan masalah utama yang ingin diatasi dalam industri minuman. Salah satu masalah yang sering muncul adalah kerusakan produk, sehingga perlu dicari solusi perbaikannya. Masalah ini menjadi fokus utama penelitian. Semua kategori kerusakan tersebut dianalisis menggunakan Diagram Pareto untuk menentukan kategori kerusakan yang paling sering terjadi. Diagram Pareto ini mempermudah proses penyelesaian kerusakan produk.

Tahap *Measure* dalam pendekatan DMAIC berfokus pada pengumpulan dan kuantifikasi data untuk memahami kondisi aktual dari proses yang sedang diteliti. Tujuan utama dari tahap ini adalah untuk menetapkan baseline kinerja dan mengidentifikasi variasi proses yang dapat memicu ketidaksesuaian produk atau layanan.

Berikut adalah langkah-langkah dan metode yang digunakan dalam tahap *Measure*:
Tahap *Measure* dalam pendekatan DMAIC difokuskan pada proses pengumpulan dan kuantifikasi data untuk memperoleh gambaran nyata mengenai kondisi aktual proses yang diteliti. Tujuan utamanya adalah menetapkan baseline kinerja serta mengenali variasi dalam proses yang berpotensi menyebabkan ketidaksesuaian produk atau layanan.

Langkah pertama dalam tahap ini adalah menetapkan *Key Performance Indicators* (KPI) yang relevan, guna mengukur efektivitas dan efisiensi proses secara objektif. Pemilihan KPI dilakukan melalui diskusi dengan tim proyek dan pertimbangan atas kebutuhan bisnis. Selanjutnya, dilakukan validasi terhadap alat ukur yang digunakan dengan memastikan kalibrasi dan kesesuaian metode pengumpulan data agar data yang diperoleh akurat dan andal.

Proses pengumpulan data dilakukan secara sistematis menggunakan alat bantu seperti *Check Sheet*, yang memungkinkan pencatatan data secara terstruktur serta memudahkan dalam mengidentifikasi pola atau tren. Pengumpulan data dilakukan dalam periode tertentu untuk memastikan representasi yang valid. Setelah data terkumpul, dilakukan analisis menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC). Salah satu alat yang digunakan adalah *P-Chart*, yang berfungsi untuk memvisualisasikan proporsi cacat atau kerusakan dalam proses serta menentukan batas kontrol. Grafik ini membantu dalam mengenali variasi proses dan mendeteksi potensi masalah agar dapat diintervensi secara tepat waktu.

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung garis tengah:

1) Menghitung Garis Tengah (CL) menggunakan Persamaan

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (1)$$

Selanjutnya, akan ditetapkan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah yang dihitung menggunakan rumus berikut:

2) Menghitung batas kendali atas (UCL) dengan Persamaan

$$UCL = \overline{p} + 3\sqrt{\frac{\overline{p}(1-\overline{p})}{ni}} \quad (2)$$

3) Menghitung batas kendali bawah (LCL) dengan Persamaan

$$LCL = \overline{p} - 3\sqrt{\frac{\overline{p}(1-\overline{p})}{ni}} \quad (3)$$

Dimana:

$\bar{p}$: Garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan

Σnp : Total Kerusakan Barang

Σn : Total yang diperiksa

ni : Banyaknya sampel yang diambil

Data yang diperoleh dianalisis dengan menghitung Defects Per Million Opportunities (DPMO) dan nilai Sigma untuk menilai kualitas proses secara kuantitatif, mengidentifikasi area perbaikan, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Proses analisis ini menggunakan rumus berikut:

$$DPMO = \left(\frac{Jumlah\ kerusakan}{Jumlah\ Pengiriman\ x\ CTQ}\right) x\ 1000.000 \quad (4)$$

$$Nilai\ Sigma = -NORMSINV\left(\frac{DPMO}{1000.000}\right) + 1{,}5 \quad (5)$$

Tahap analisis dalam pendekatan DMAIC bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan utama yang dihadapi dalam proses. Mengingat kompleksitas masalah yang sering kali muncul, tahap ini membantu menentukan fokus perbaikan dengan cara menganalisis data yang ada. Salah satu alat bantu yang umum digunakan adalah diagram sebab-akibat (*Fishbone* diagram atau Ishikawa), yang berfungsi untuk mengelompokkan berbagai kemungkinan penyebab melalui sesi brainstorming, sehingga memudahkan tim dalam memahami hubungan sebab-akibat secara sistematis.

Tahap *Improve* (Perbaikan) Pada fase ini, solusi dirancang untuk mengatasi akar penyebab yang telah diidentifikasi sebelumnya. Perbaikan dapat berupa penggantian bahan kemasan, pelatihan staf logistik, maupun penataan ulang jalur distribusi. Sebelum diimplementasikan secara penuh, solusi diuji coba melalui simulasi atau skala kecil untuk menilai efektivitasnya. Pendekatan (5W+1H) *What, Why, When, Where, Who,* dan *How* juga digunakan untuk menggali informasi secara mendalam dan memperkuat pemahaman terhadap masalah. Kombinasi alat bantu analisis dan pendekatan sistematik ini memastikan bahwa solusi yang diterapkan benar-benar relevan dan tepat sasaran.

Fase kontrol bertujuan memastikan bahwa perbaikan yang telah dilakukan dapat dipertahankan dan dijalankan secara konsisten dalam jangka panjang. Langkah pertama dalam tahap ini adalah menyusun rencana kontrol terperinci, yang mencakup prosedur pemantauan dan indikator kinerja utama yang harus diperiksa secara berkala. Untuk mendukung pengawasan proses, digunakan alat bantu seperti *Control Chart* yang memungkinkan visualisasi variasi dalam proses secara *real-time*, sehingga penyimpangan dari standar dapat segera diidentifikasi dan dikoreksi.

Penting juga untuk memberikan pelatihan kepada personel yang terlibat agar mereka memahami cara kerja alat kontrol dan prosedur yang berlaku. Pengembangan kompetensi ini bertujuan agar seluruh tim mampu menjaga stabilitas proses. Selain itu, semua prosedur baru dan perubahan yang telah diterapkan perlu didokumentasikan secara lengkap dan distandarisasi agar dapat diikuti secara konsisten oleh semua pihak.

Pemantauan kinerja dilakukan secara berkelanjutan melalui pengumpulan dan analisis data rutin, guna mendeteksi potensi masalah sejak dini. Di samping itu, rencana kontrol yang sudah disusun perlu ditinjau dan disesuaikan secara berkala agar tetap relevan dengan dinamika proses dan kondisi bisnis yang berubah. Evaluasi rutin ini memastikan sistem pengendalian tetap efektif dan adaptif terhadap kebutuhan operasional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan mencakup periode Januari hingga Desember 2024, menggunakan lembar *Check Sheet* yang merekam total jumlah pengiriman serta jumlah produk yang mengalami kerusakan yang dilaporkan setiap bulan. Ringkasan data tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Data Jumlah Pengiriman & Kerusakan Periode Januari- Desember 2024

Bulan	Quantity Pengiriman	Total Pengiriman	Barang Rusak
Jan-24	2784	5568	1
	1392		1
	1392		1
Feb-24	6793	6793	2
Mar-24	7587	30349	1
	7587		1
	7587		1
	7588		2
Apr-24	16673	16673	1
May-24	26158	26158	3
Jun-24	7387	29549	1
	7387		1

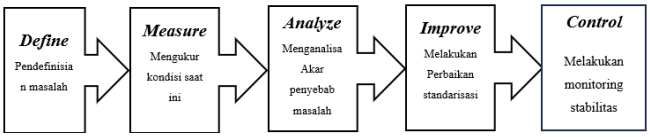
Tabel 1. Data Jumlah Pengiriman & Kerusakan Periode Januari- Desember 2024 (Lanjutan)

Bulan	Quantity Pengiriman	Total Pengiriman	Barang Rusak
	7387		3
	7388		4
Jul-24	7722	30890	2
	7722		2
	7722		2
	7724		4
Aug-24	3419	13676	2
	3419		2
	3419		2
	3419		3
Sep-24	3096	12386	1
	3096		1
	3096		1
	3098		3
Oct-24	1710	6840	1
	1710		1
	1710		1
	1710		1
Nov-24	3086	12345	1
	3086		2
	3086		2
	3087		4
Dec-24	4576	18305	2
	4576		2
	4576		2

Pengolahan Data

Pengolahan data difokuskan pada identifikasi penyebab kerusakan produk selama proses pengiriman, melalui analisis mendalam terhadap hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi di lapangan. Setiap langkah dilakukan secara terstruktur guna memperoleh gambaran menyeluruh mengenai permasalahan serta merumuskan solusi yang tepat dan aplikatif.

Berikut uraian tiap tahap secara mendalam:



Gambar 2. Proses DMAIC

1. *Define*

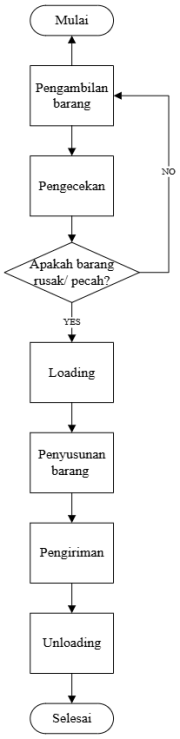
   Pada thap *Define* dilakukan hal-hal sebagi berikut:

   1. Identifikasi proses pengiriman barang minuman
   2. Pembuatan SIPOC
   3. Penentuan *Critical to Quality* pada proses pengiriman minuman

   Penelitian ini berfokus pada proses pengiriman produk minuman dalam kemasan botol dari gudang ke titik distribusi. Analisis difokuskan pada beberapa aspek penting, yaitu penanganan produk saat muat dan bongkar, kualitas pengemasan sebelum pengiriman, jenis dan kondisi kendaraan pengangkut, serta sistem pelaporan dan dokumentasi kerusakan.

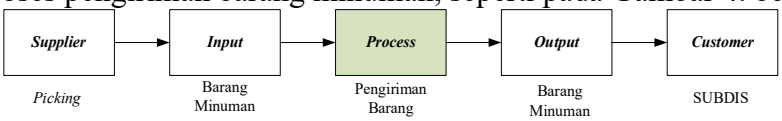
   Tahapan proses pengiriman barang dapat dilihat secara lebih jelas pada Gambar 3 berikut. Gambar ini menggambarkan alur operasional mulai dari

penerimaan pesanan hingga barang diterima oleh pelanggan, serta menunjukkan titik-titik kritis yang berpotensi menimbulkan kerusakan selama proses distribusi.



Gambar 3. Diagram Pengiriman Barang Minuman

Dari diagram SIPOC kita dapat lihat bahwa penelitian ini dilakukan pada elemen proses, yaitu proses pengiriman barang minuman, seperti pada Gambar 4. berikut:



Gambar 4. Diagram SIPOC Pengiriman Barang Minuman

Kerusakan barang pecah selama pengiriman diidentifikasi sebagai satu-satunya jenis kerusakan signifikan dan berulang, sehingga dikategorikan sebagai *Critical to Quality* (CTQ). Masalah ini menjadi fokus utama perbaikan karena berdampak langsung pada kepuasan pelanggan dan menimbulkan biaya tambahan akibat retur dan klaim. Identifikasi ini mengarahkan langkah perbaikan berikutnya untuk secara sistematis menekan kasus kerusakan tersebut.

Measure

Tahap *Measure* bertujuan untuk mengukur kondisi proses saat ini, menghitung tingkat kerusakan aktual, dan menilai sejauh mana proses berjalan secara konsisten. Data diperoleh dari dokumentasi pengiriman barang selama periode Januari hingga Desember 2024. Fokus utama pengukuran adalah menghitung jumlah barang rusak (pecah) dan proporsinya terhadap jumlah pengiriman.

1. Alat Ukur (*Check Sheet*)

   Data dikumpulkan menggunakan lembar *Check Sheet* yang berisi jumlah pengiriman dan jumlah barang rusak. Formatnya dirancang untuk memudahkan klasifikasi, pengumpulan, dan penghitungan data statistik. *Check Sheet* ini menjadi dasar untuk analisis statistik lebih lanjut menggunakan grafik kontrol (*P-Chart*) dan perhitungan *Six Sigma*.

Tabel 2. Lembar Pengumpulan Data

No	Jumlah Pengiriman	Jumlah Rusak	Proporsi Kerusakan
1	2784	1	0,000359
2	1392	1	0,000718
3	1392	1	0,000718
4	6793	2	0,000294
5	7587	1	0,000132
6	7587	1	0,000132
7	7587	1	0,000132
8	7588	2	0,000264
9	16673	1	0,000060
10	26158	3	0,000115
11	7387	1	0,000135
12	7387	1	0,000135
13	7387	3	0,000406
14	7388	4	0,000541
15	7722	2	0,000259
16	7722	2	0,000259
17	7722	2	0,000259
18	7724	4	0,000518
19	3419	2	0,000585
20	3419	2	0,000585
21	3419	2	0,000585
22	3419	3	0,000877
23	3096	1	0,000323
24	3096	1	0,000323
25	3096	1	0,000323
26	3098	3	0,000968
27	1710	1	0,000585
28	1710	1	0,000585
29	1710	1	0,000585
30	1710	1	0,000585
31	3086	1	0,000324
32	3086	2	0,000648
33	3086	2	0,000648
34	3087	4	0,001296
35	4576	2	0,000437
36	4576	2	0,000437
37	4576	2	0,000437
38	4577	3	0,000655

2. Penerapan Grafik Kontrol *P-Chart*

Untuk mengetahui kestabilan proses distribusi barang, digunakan *P-Chart* yang memvisualisasikan proporsi kerusakan tiap bulan. Berikut adalah perhitungan *P-Chart*:

a. Rata-rata proporsi kerusakan ($\bar{p}$)

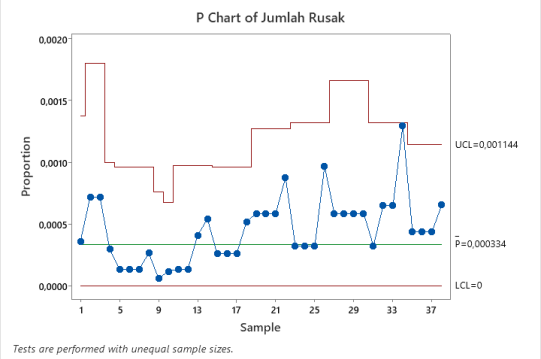
$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{70}{209532} = 0.000334$$

b. Untuk observasi pertama dengan sampel sebanyak 2784 Botol, batas kendali ditentukan sebagai berikut:

$$UCL = 0{,}000334 + 3\sqrt{\frac{0{,}000334(1-0{,}000334)}{1392}} = 0{,}0014$$

$$lCL = 0{,}000334 - 3\sqrt{\frac{0{,}000334(1-0{,}000334)}{1392}} = 0$$

c. Diagram *P-Chart* yang dihasilkan menggunakan *software* Minitab, digunakan untuk memantau proporsi produk rusak (*defectives*) selama periode pengiriman. Diagram ini membantu mengidentifikasi kestabilan proses distribusi serta mendeteksi adanya variasi yang bersifat khusus (*special cause variation*) dalam tingkat kerusakan barang dari waktu ke waktu.



Gambar 5. (*P-Chart*) Jumlah Rusak

Hasil analisis dengan *P-Chart* menunjukkan bahwa proses distribusi berada dalam kendali statistik, ditandai oleh seluruh nilai proporsi kerusakan yang berada dalam batas kendali tanpa pola penyimpangan. Variasi yang terjadi bersifat alami, dengan tingkat kerusakan yang rendah dan konsisten, mencerminkan proses yang stabil. Meski demikian, perbaikan tetap dianjurkan melalui peningkatan kualitas pengemasan dan pelatihan petugas, serta pemantauan kualitas secara berkala untuk menjaga mutu distribusi jangka panjang.

3. Perhitungan DPMO dan Nilai *Sigma*

Sebagai pelengkap analisis kuantitatif, dilakukan penghitungan Defects Per Million Opportunities (DPMO) dan konversi ke nilai Sigma untuk setiap bulan:

Tabel 3. Analisis *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) & Nilai *Sigma*

No	Jumlah Pengiriman	Jumlah Rusak	Proporsi Kerusakan	CTQ	DPMO	*Sigma*
1	2784	1	0,000359	1	359,2	4,9
2	1392	1	0,000718	1	718,4	4,7
3	1392	1	0,000718	1	718,4	4,7
4	6793	2	0,000294	1	294,4	4,9
5	7587	1	0,000132	1	131,8	5,1
6	7587	1	0,000132	1	131,8	5,1
7	7587	1	0,000132	1	131,8	5,1
8	7588	2	0,000264	1	263,6	5,0
9	16673	1	0,000060	1	60,0	5,3
10	26158	3	0,000115	1	114,7	5,2
11	7387	1	0,000135	1	135,4	5,1

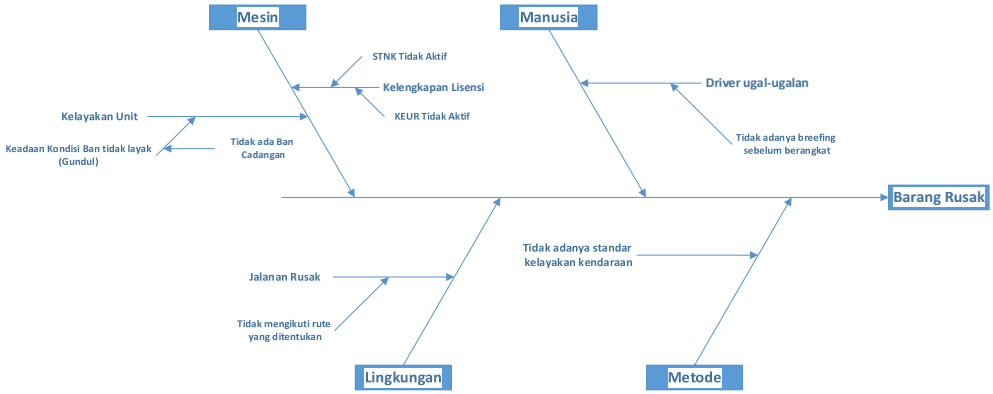
Tabel 3. Analisis *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) & Nilai *Sigma* (Lanjutan)

No	Jumlah Pengiriman	Jumlah Rusak	Proporsi Kerusakan	CTQ	DPMO	*Sigma*
12	7387	1	0,000135	1	135,4	5,1
13	7387	3	0,000406	1	406,1	4,8
14	7388	4	0,000541	1	541,4	4,8
15	7722	2	0,000259	1	259,0	5,0
16	7722	2	0,000259	1	259,0	5,0
17	7722	2	0,000259	1	259,0	5,0
18	7724	4	0,000518	1	517,9	4,8
19	3419	2	0,000585	1	585,0	4,7
20	3419	2	0,000585	1	585,0	4,7
21	3419	2	0,000585	1	585,0	4,7
22	3419	3	0,000877	1	877,4	4,6
23	3096	1	0,000323	1	323,0	4,9
24	3096	1	0,000323	1	323,0	4,9
25	3096	1	0,000323	1	323,0	4,9
26	3098	3	0,000968	1	968,4	4,6
27	1710	1	0,000585	1	584,8	4,7
28	1710	1	0,000585	1	584,8	4,7
29	1710	1	0,000585	1	584,8	4,7
30	1710	1	0,000585	1	584,8	4,7
31	3086	1	0,000324	1	324,0	4,9
32	3086	2	0,000648	1	648,1	4,7
33	3086	2	0,000648	1	648,1	4,7
34	3087	4	0,001296	1	1295,8	4,5
35	4576	2	0,000437	1	437,1	4,8
36	4576	2	0,000437	1	437,1	4,8
37	4576	2	0,000437	1	437,1	4,8
38	4577	3	0,000655	1	655,5	4,7

Analisis data pengiriman menunjukkan adanya variasi kualitas yang signifikan. Terdapat hubungan terbalik antara proporsi kerusakan, DPMO, dan nilai Sigma semakin rendah kerusakan, semakin rendah DPMO dan semakin tinggi nilai Sigma. Meskipun proses pengiriman umumnya stabil dengan nilai Sigma berkisar 4,5–5,3, masih ada ruang perbaikan menuju standar 6 Sigma. Beberapa pengiriman mencatat performa sangat baik, namun sebagian lainnya menunjukkan kerusakan tinggi yang menurunkan efisiensi. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi akar penyebab dari pengiriman berkinerja rendah dan mereplikasi praktik terbaik dari pengiriman unggulan guna meningkatkan konsistensi dan mutu distribusi secara keseluruhan.

Analyze

Pada tahap *Analyze*, identifikasi akar penyebab kerusakan produk dilakukan dengan menganalisis fluktuasi kualitas, terutama pada periode dengan DPMO tinggi dan Sigma rendah. Untuk menelusuri penyebabnya, digunakan *Fishbone Diagram* yang disusun berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan diskusi dengan tim logistik dan pengemasan.



Gambar 6. *Fishbone Diagram* Barang Rusak

Setelah menganalisis lebih lanjut dengan Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone diagram*), terdapat empat faktor yang menyebabkan kegagalan dalam pengiriman barang, yaitu:

1. Faktor Manusia: Di mana sopir tidak berkendara dengan hati-hati, padahal barang yang dibawa adalah barang pecah belah. Tidak adanya tim yang mengingatkan menjadi faktor kurang hati-hati sopir dalam berkendara.
2. Faktor Mesin juga mempengaruhi rusaknya barang, di mana kelengkapan lisensi dan kelayakan armada akan sangat berpengaruh pada keberhasilan pengiriman tanpa kerusakan.
3. Faktor lingkungan juga mempengaruhi pengiriman barang, di mana kondisi jalanan yang rusak akan memengaruhi kondisi pengiriman barang, terutama barang pecah belah.
4. Metode: Tidak adanya standar untuk armada pengiriman membuat penyedia jasa armada yang asal-asalan memberikan armada.

Improve

Tahap *Improve* bertujuan merancang dan menerapkan solusi untuk mengatasi akar penyebab kerusakan yang ditemukan pada tahap *Analyze*, khususnya kerusakan barang saat pengiriman. Pendekatan 5W+1H digunakan untuk menyusun solusi secara sistematis dan aplikatif guna meningkatkan kualitas dan stabilitas proses distribusi.

Tabel 4. Analisis 5W+1H

What	Why	Where	When	Who	How
Terjadi kerusakan produk berupa barang pecah selama proses pengiriman.	Karena tidak adanya standar prosedur pengemasan barang fragile dan alat pelindung yang memadai, serta kurangnya pengawasan dan pelatihan terhadap petugas distribusi.	Dalam proses distribusi, terutama saat pengemasan di gudang dan pengangkutan dalam kendaraan ke lokasi pelanggan.	Paling banyak terjadi pada bulan Agustus, Oktober dan November 2024, ketika volume dan intensitas pengiriman meningkat.	-Petugas gudang/pengemasan - Sopir dan kru distribusi -Tim *quality Control*	Karena barang *fragile* dikemas tanpa standar khusus, tidak diberi pelindung tambahan, serta ditempatkan secara sembarangan dalam kendaraan distribusi yang tidak dilengkapi sistem redaman atau pelindung interior.

Langkah-langkah perbaikan yang telah diimplementasikan dirangkum dalam Tabel berikut.

Tabel 5. Langkah Perbaikan yang dilakukan

No	Langkah Perbaikan	Langkah Kegiatan	Tujuan/Manfaat
1	Shipment Planning dua hari sebelum keberangkatan	- Menentukan jumlah barang, tonase, jenis truk	Menjamin kesiapan dan efisiensi pengiriman
2	Pengecekan Kelayakan Unit dan Pengemudi	- Cek kondisi fisik truk dan sistem keselamatan - Periksa dokumen kendaraan dan masa berlaku SIM	Memastikan kendaraan dan pengemudi layak serta legal
3	Penyusunan Barang di Truk	-Pasang alas terpal - Susun barang rapat & stabil - Pasang label "*Handle with Care*" - Lakukan penyegelan unit	Meminimalisir risiko kerusakan dan menjamin keamanan muatan
4	Input Data ke Sistem Monitoring	- Isi detail pengiriman (barang, driver, kendaraan, rute) - Aktivasi sistem sebelum keberangkatan	Memungkinkan pemantauan *real-time* dan respon cepat terhadap deviasi

Langkah-langkah sistematis yang diterapkan dalam proses pengiriman mencakup beberapa tahapan penting. Pertama, dilakukan perencanaan pengiriman dua hari sebelum keberangkatan, meliputi jumlah barang, tonase, dan jenis truk yang akan digunakan. Selanjutnya, kendaraan diperiksa secara menyeluruh untuk memastikan kelayakan operasional, termasuk kondisi fisik unit, fungsi sistem keselamatan, kelengkapan dokumen, serta validitas Surat Izin Mengemudi (SIM) pengemudi. Pada tahap pemuatan, barang disusun dengan hati-hati di dalam truk menggunakan alas terpal untuk mengurangi risiko benturan, disusun rapat tanpa celah, diberi label *'Handle with Care'*, dan dilakukan penyegelan untuk menjamin keamanan selama perjalanan. Terakhir, data pengiriman dimasukkan ke dalam sistem monitoring logistik, mencakup informasi lengkap seperti nomor pengiriman, jenis barang, identitas pengemudi, kendaraan, rute, dan estimasi waktu tempuh. Langkah ini memungkinkan pemantauan *real-time* oleh tim operasional, deteksi potensi keterlambatan, dan pengambilan tindakan cepat jika terjadi penyimpangan, sehingga memastikan ketepatan waktu dan keamanan pengiriman.

Control

Tahap *Control* bertujuan mengevaluasi efektivitas perbaikan dalam proses pengiriman, seperti penyesuaian truk, pengecekan kendaraan, penyusunan barang yang lebih aman, dan penggunaan aplikasi monitoring. Evaluasi dilakukan melalui pengumpulan data hasil pengiriman dan wawancara dengan pihak terkait untuk menilai apakah perbaikan tersebut berhasil menurunkan tingkat kerusakan secara signifikan.

Tabel 6. Data Hasil Implementasi *Improve* Pada Bulan April-Juni 2025

No	Bulan	Jumlah Pengiriman	Jumlah Kerusakan
1	Apr WK1	1158	0
2	Apr WK2	1458	0
3	Apr WK3	1058	0
4	Apr WK4	1558	0
5	May WK1	1812	0

Tabel 6. Data Hasil Implementasi *Improve* Pada Bulan April-Juni 2025 (Lanjutan)

No	Bulan	Jumlah Pengiriman	Jumlah Kerusakan
6	May WK2	2112	0
7	May WK3	1712	0
8	May WK4	2212	0
9	Jun WK1	3856	0
10	Jun WK2	4856	0
11	Jun WK3	2856	0
12	Jun WK4	5856	0
Total		**30504**	**0**

Tahap kontrol (April–Juni 2025) menunjukkan keberhasilan signifikan dalam menjaga kualitas dan mencegah kerusakan material. Selama 12 minggu berturut-turut, tidak ditemukan kerusakan pada 30.504 unit yang dikirim, dengan tingkat kerusakan 0,00% setiap minggu. Ini membuktikan bahwa solusi dari tahap *Improve* berhasil distandarisasi dan dijalankan secara konsisten. Hasil ini juga mengonfirmasi efektivitas solusi, keberhasilan pencegahan masalah berulang, dan mendukung potensi standardisasi prosedur (SOP). Meskipun hasil sangat positif, pemantauan berkala tetap disarankan untuk menjaga kinerja dan mendeteksi potensi penyimpangan di masa depan.

Setelah dilakukan penelitian dengan menerapkan metode DMAIC sebagai alat pengukur nilai Sigma, menggunakan diagram *Fishbone* pada tahap *Analyze*, serta pendekatan 5W+1H dalam merumuskan usulan perbaikan, dapat disimpulkan bahwa tahap *Improve* menghasilkan peningkatan yang signifikan. Peningkatan ini ditunjukkan dengan tidak ditemukannya kerusakan barang setelah implementasi perbaikan. Keberhasilan ini dipengaruhi oleh penerapan langkah-langkah perbaikan, peningkatan pengawasan, serta pelaksanaan briefing sebelum proses pengiriman sejak awal penelitian.

Berdasarkan perbandingan antara kondisi sebelum dan sesudah tahap perbaikan (*Improve*) seperti yang digambarkan dalam Diagram *P-Chart*, terlihat bahwa sebelum dilakukan perbaikan, kerusakan produk minuman selama proses pengiriman sering terjadi setiap bulan. Namun, setelah dilakukan perbaikan, selama tiga bulan terakhir (April hingga Juni 2025), tidak ditemukan lagi kerusakan produk selama proses pengiriman.

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam mendukung pencapaian *zero damaged* atau nol kerusakan pada proses distribusi produk, khususnya dalam konteks logistik pengiriman. Dengan menerapkan metodologi DMAIC (*Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, *Control*) sebagai kerangka kerja utama, penelitian ini secara sistematis berhasil mengidentifikasi faktor-faktor krusial yang menjadi penyebab utama tingginya tingkat kerusakan produk selama pengiriman.

Untuk menggali akar permasalahan secara lebih mendalam, digunakan *Fishbone* Diagram (*Ishikawa*) sebagai alat bantu analisis kausal. Hasilnya menunjukkan bahwa kerusakan produk tidak hanya dipengaruhi oleh satu elemen, tetapi merupakan akibat dari interaksi kompleks antara aspek manusia, lingkungan, peralatan, prosedur, dan material.

Berdasarkan temuan akar masalah tersebut, tim peneliti merancang strategi perbaikan dengan pendekatan 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who, How*), yang berfungsi sebagai panduan dalam merumuskan langkah-langkah konkret yang dapat diimplementasikan. Beberapa solusi yang diusulkan dan diimplementasikan antara lain:

- Perencanaan dan koordinasi pengiriman minimal dua hari sebelum keberangkatan.
- Pemeriksaan menyeluruh terhadap kelayakan teknis kendaraan.
- Pengaturan posisi barang di dalam kendaraan sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP).

- Penerapan sistem pemantauan pengiriman secara *real-time* melalui aplikasi digital berbasis monitoring.

Pendekatan terintegrasi ini tidak hanya berhasil meminimalkan risiko kerusakan barang secara signifikan, tetapi juga menciptakan sistem pengiriman yang lebih tertata, akuntabel, dan berorientasi pada kualitas. Hasil ini menjadi bukti bahwa kombinasi metode DMAIC, analisis *Fishbone*, dan strategi 5W+1H dapat menjadi solusi efektif untuk memperbaiki performa distribusi dalam rantai pasok industri.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian ini menemukan bahwa kerusakan produk minuman selama proses distribusi disebabkan oleh tiga faktor utama: tidak adanya standar baku terkait kelayakan kendaraan dan pengemudi, prosedur penanganan dan penyusunan barang yang belum sesuai standar keamanan logistik, serta kurangnya sistem pemantauan pengiriman secara *real-time*. Tingkat kerusakan yang diamati, yaitu 0,13%, 0,10%, 0,09%, 0,07%, dan 0,06% dari total pengiriman, telah melebihi batas toleransi perusahaan sebesar 0,05%, menunjukkan kebutuhan mendesak akan perbaikan sistematis. Melalui implementasi tahapan DMAIC (*Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, *Control*), beberapa langkah strategis telah berhasil diterapkan. Ini meliputi penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) perencanaan pengiriman dua hari sebelum keberangkatan, penerapan pemeriksaan kelayakan kendaraan dan validasi legalitas pengemudi, penataan barang menggunakan metode penyusunan stabil, pemasangan label, dan penyegelan unit truk, serta aktivasi sistem monitoring digital berbasis pelacakan rute dan estimasi waktu tempuh. Sebagai bukti efektivitas implementasi ini, observasi dan evaluasi menunjukkan penurunan risiko kerusakan produk yang signifikan, dengan tidak adanya kejadian kerusakan dalam periode tiga bulan evaluasi (April hingga Juni 2025) dan meningkatnya kepatuhan prosedural oleh tim operasional. Hal ini mendukung tercapainya target *zero damaged* product.

Saran

Berdasarkan temuan penelitian, disarankan agar perusahaan melakukan standardisasi prosedur yang telah terbukti efektif dalam meminimalkan kerusakan produk, sebagaimana hasil implementasi DMAIC yang menunjukkan tidak adanya kejadian kerusakan dalam periode tiga bulan evaluasi (April hingga Juni 2025). Penting bagi perusahaan untuk menetapkan dan mensosialisasikan SOP yang telah diterapkan sebagai standar baku, serta secara rutin mengadakan pelatihan bagi petugas gudang dan pengemudi agar pemahaman terhadap prosedur tetap terjaga dan kepatuhan operasional meningkat. Selain itu, peningkatan sistem monitoring logistik melalui integrasi dengan perangkat mobile dan dashboard *real-time* direkomendasikan untuk mempercepat respons terhadap deviasi pengiriman serta memperkuat sistem pelaporan berbasis data. Untuk menjaga keberlanjutan hasil perbaikan, audit internal secara berkala terhadap pelaksanaan SOP dan kepatuhan pengemudi terhadap protokol pengiriman perlu dilakukan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan studi dengan menganalisis aspek biaya logistik dan kepuasan pelanggan sebagai indikator tambahan untuk mengukur efektivitas pengiriman yang lebih menyeluruh. Selain itu, pengujian validitas SOP yang telah disusun dalam skala distribusi nasional juga direkomendasikan untuk memastikan aplikabilitasnya di berbagai wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

Aulia, E., Ninvika, D. H., Junitasari, Y., Nurfitriani, I. A. A., & Sahara, S. (2023). Dampak Perubahan Teknologi Sistem Logistik di Pelabuhan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, *9*(14), 273–289.

Deming, E. W. (1986). Out of the crisis. Cambridge, MA: center for advanced engineering study. *Massachusetts Institute of Technology*.

Dutta, S., & Jaipuria, S. (2020). Reducing packaging material defects in beverage production line using Six Sigma methodology. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, *12*(1), 59. https://doi.org/10.1504/IJSSCA.2020.107477

Fatah, M., Falah, A., & Rohani, J. M. (2020). *Implementation of Six Sigma to Increase Sigma Level: A Case Study of Food Industry*.

Haekal, J. (2021). Application of Lean Six Sigma Approach to Reduce Worker Fatigue in Racking AreasUsing DMAIC, VSM, FMEA and ProModelSimulation Methods in Sub Logistic Companies: A Case Study of Indonesia. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, *07*(06), 01–11. https://doi.org/10.31695/ijerat.2021.3716

Hasib, S., & Faruqui, A. (2020). *Application of Lean and Six Sigma Tool To Waste Reduction In Industries*.

Hossain, M. M. (2014). *An Approach to Reduce the Manufacturing Waste & Improve The Process Cycle Efficiency of a Food Processing Industry by Using Lean Six Sigma Model*.

Juran, J. M. (1999). *Juran's quality handbook*.

Kurnia, H., Jaqin, C., & Manurung, H. (2022). Implementation of The Dmaic Approach for Quality Improvement At The Elastic Tape Industry. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, *17*(1), 40–51. https://doi.org/10.14710/jati.17.1.40-51

Nurprihatin, F., Ayu, Y. N., Rembulan, G. D., Andry, J. F., & Lestari, T. E. (2023). Minimizing Product Defects Based on Labor Performance using Linear Regression and Six Sigma Approach. In *Management and Production Engineering Review* (Vol. 14, Issue 2, pp. 88–98). Polska Akademia Nauk. https://doi.org/10.24425/mper.2023.146026

Rodriguez Delgadillo, R., Medini, K., & Wuest, T. (2022). A DMAIC Framework to Improve Quality and Sustainability in Additive Manufacturing—A Case Study. *Sustainability*, *14*(1), 581. https://doi.org/10.3390/su14010581

Thenniarti Dian. (2024, January 3). *Sektor Logistik Berpotensi Jadi Pendorong Pertumbuhan Ekonomi di 2024*. Info Publik.