

Analisis Pengendalian Kualitas Galon Air Mineral Menggunakan Metode Six Sigma dan FTA (Studi Kasus: PT. SMU)

Rizki Ahmad Prayogi¹, Akhmad Wasiur Rizqi²

^{1,2}) Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatra 101 GKB Randuagung, Gresik 61121

Email: rizkiprayogi48@gmail.com¹, akhmad_wasiur@umg.ac.id²

ABSTRAK

PT. SMU adalah perusahaan air minum dalam kemasan galon yang menghadapi permasalahan kualitas produk *reject* seperti galon bocor, pecah, volume kurang, dan galon berlumut. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan memperbaiki mutu produk menggunakan metode *Six Sigma* dan FTA dikarenakan sebelumnya perusahaan belum pernah menggunakan metode ini untuk menyelesaikan permasalahan pada pengendalian kualitas. Hasil nilai rata-rata DPMO sebesar 13.161 dengan *level Sigma* sebesar 2.49 yang menunjukkan proses belum optimal. Analisis FTA menunjukkan *defect* tinggi galon bocor mempunyai akar permasalahan yaitu, kurangnya jam istirahat yang cukup, kurangnya pengawasan dan papasan prosedur, tidak adanya penjadwalan pembersihan rutin, dan tidak adanya sensor suhu dan ventilasi ruang sesuai SOP. Didapatkan perbaikan (5W+1H) yaitu, menerapkan rotasi *shift* kerja dan mewajibkan 30 menit istirahat, supervisor logistik mengawasi pemuatan dan menerapkan sanksi pada operator yang mengabaikan SOP, pasang papan SOP bergambar di area pemuatan dan melakukan audit harian kepatuhan SOP, wajib *checklist* inspeksi visual pada galon kosong serta latih QC mendeteksi retakan mikro, buat penjadwalan rutin pembersihan dan menyiapkan alat pembersih standar untuk gudang, dan pasang sensor suhu yang memadai serta tetapkan alarm jika terlampaui batas suhu maksimum 30°C.

Kata kunci: Pengendalian Kualitas, Six Sigma, Fault Tree Analysis.

ABSTRACT

PT. SMU is a bottled water company that faces product quality issues such as leaking, broken, underfilled, and moldy bottles. This study aims to analyze and improve product quality using the Six Sigma and FTA methods, as the company has never used these methods to solve quality control problems before. The average DPMO value was 13,161 with a Sigma level of 2.49, indicating that the process was not yet optimal. FTA analysis showed that the root causes of the high number of leaking gallons were insufficient rest periods, lack of supervision and procedural violations, lack of routine cleaning schedules, and lack of temperature sensors and ventilation in the room according to SOPs. Improvements (5W+1H) were identified, namely implementing shift rotation and requiring a 30-minute break, having logistics supervisors supervise loading and imposing sanctions on operators who ignore SOPs, installing illustrated SOP boards in the loading area and conducting daily SOP compliance audits, requiring visual inspection checklists for empty gallons and training QC to detect microcracks, creating a routine cleaning schedule and preparing standard cleaning tools for the warehouse, and installing adequate temperature sensors and setting alarms if the maximum temperature limit of 30°C is exceeded.

Keywords: Quality Control, Six Sigma, Fault Tree Analysis.

Pendahuluan

Industri air minum dalam kemasan (AMDK) di Indonesia terus berkembang karena permintaan konsumen akan produk air minum praktis dan aman semakin meningkat. Di tengah persaingan yang semakin ketat, perusahaan AMDK, termasuk PT. SMU, menghadapi tantangan untuk mempertahankan kualitas produk, yang merupakan komponen penting dalam mempertahankan kepercayaan konsumen. Agar perusahaan dapat bertahan dan bersaing di pasar yang kompetitif, mereka harus menjaga kepuasan pelanggan, yang sangat dipengaruhi oleh kualitas produk. Salah satu produk unggulan PT. SMU adalah perusahaan air minum dalam kemasan galon. Namun, masalah kualitas sering terjadi selama proses produksi, yang menyebabkan produk cacat atau produk kembali. Salah satu cacat produk ini adalah galon bocor, pecah, volume kurang, dan galon berlumut. batas toleransi barang *reject* yang ditetapkan sebesar 2%. Berikut data barang produksi pada bulan Agustus 2025 :

Tabel 1. Data Batang Produksi

Minggu	Periode Tanggal	Total Produksi (Galon)	Galon Bocor	Pecah	Volume Kurang	Galon Berlumut	Barang Reject (Galon)	Presentase
--------	-----------------	------------------------	-------------	-------	---------------	----------------	-----------------------	------------

1	01 - 07 Agustus 2025	7.000	24	15	12	9	60	0,86%
2	08 - 14 Agustus 2025	7.000	31	19	16	12	78	1,11%
3	15 - 21 Agustus 2025	7.000	46	29	23	17	115	1,64%
4	22 - 31 Agustus 2025	10.000	66	41	33	25	165	1,65%

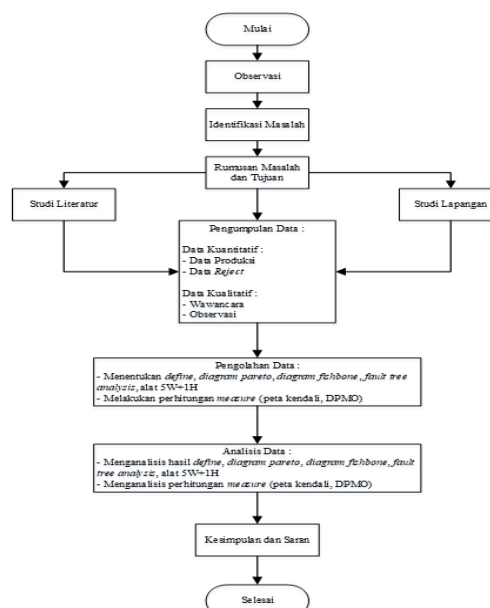
Meskipun terjadi *tren* kenaikan reject dari minggu pertama hingga minggu keempat, seluruh hasil produksi masih dalam batas aman karena tidak melebihi toleransi 2%. Secara keseluruhan, rata-rata *reject* bulan Agustus 2025 adalah 1,32%, yang menunjukkan bahwa kualitas produksi masih terjaga dengan baik, namun perlu dilakukan pengendalian agar *tren* kenaikan tidak berlanjut di bulan berikutnya.

Tingginya tingkat *defect* ini menandakan kualitas di PT. SMU memerlukan evaluasi dan peningkatan. Berdasarkan penelitian metode *Six Sigma* dan *Fault Tree Analysis* (FTA) cocok untuk menyelesaikan permasalahan ini, dikarenakan sebelumnya perusahaan belum pernah menggunakan metode ini untuk menyelesaikan permasalahan pada pengendalian kualitas. *Six Sigma* proses peningkatan secara berkala untuk menurunkan kecacatan produk dengan memprioritaskan tahap DMAIC (*Define, Measurement, Analyze, Improve, Control*) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan selama tahap analisis untuk mengidentifikasi elemen yang dapat menyebabkan insiden [1]. Penerapan gabungan *Six Sigma* dan FTA masih jarang ditemukan, terutama dalam industri AMDK di Indonesia. *Six Sigma* menyediakan kerangka kerja terstruktur untuk mengukur dan mengontrol peningkatan, sementara FTA memberikan kedalaman analitis pada tahap '*Analyze*' DMAIC untuk memvisualisasikan dan menentukan kombinasi kegagalan dasar yang menyebabkan cacat produk. Penelitian pengendalian kualitas dengan *Six Sigma* sering diaplikasikan pada industri manufaktur yang bersifat solid (seperti otomotif, tekstil, elektronik). Penerapan di industri AMDK, yang memiliki tantangan unik terkait kebersihan (sanitasi), pengemasan (kebocoran/pecah galon), dan fluida (volume), memberikan kontribusi baru pada literatur [2]. Akibatnya, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu PT. SMU meningkatkan kualitas dan daya saingnya dengan memberikan solusi untuk perbaikan dan pengendalian kualitas yang berkelanjutan.

Metode Penelitian

Pengumpulan Data

Pada bulan Agustus 2025, observasi dan wawancara langsung dilakukan dengan operator produksi, kontrol kualitas, dan karyawan gudang PT. SMU untuk mengumpulkan data. Data ini dikumpulkan melalui pengolahan perhitungan dan analisis *Six Sigma* dan FTA.



Gambar 1. Flowchart Diagram

Six Sigma

Suatu pendekatan manajemen kualitas yang meningkatkan kualitas produk atau layanan dengan mengurangi variabilitas proses [3]. Metode DMAIC adalah sebuah pendekatan terstruktur yang digunakan untuk memperbaiki proses bisnis dengan tujuan meningkatkan kualitas produk dan layanan serta menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi [4]. Metode ini terdiri dari lima langkah: mendefinisikan, mengukur, menganalisis, meningkatkan, dan mengontrol [5].

1. Gunakan *six sigma*, yaitu *define*, untuk mendefinisikan langkah pertama dalam memulai analisis. Untuk meningkatkan kualitas produk, tahapan konkrit digunakan untuk menemukan penyebab utama kesalahan produk [6].
2. Langkah pengukuran berfungsi sebagai jalan menuju langkah analisis, bukan langkah pendefinisian. Setelah data dianalisis, proses yang dilakukan untuk mendapatkan data manajemen mutu yang tepat [7].

a. Peta Kendali (*Control Chart*)

Rasio antara jumlah produk yang benar-benar diperiksa dan jumlah produk yang salah yang ditemukan selama operasi atau inspeksi Untuk menghitung peta kendali, rumusnya adalah sebagai berikut [8]:

- Rumus *Proporsi*

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

Keterangan :

np : Jumlah kecacatan yang ditemukan dalam subgrup (galon cacat)

n : Jumlah yang diteliti untuk masing-masing subgrup (galon produksi)

- Rumus *Central Line (CL)*

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2)$$

Keterangan :

$\sum np$: Jumlah cacat total (galon cacat)

$\sum n$: Mengenai jumlah sampel (galon produksi)

- Rumus *Upper Control Limit (UCL)*

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

Keterangan

$\bar{p}$: Ketidaksesuaian produk rata-rata

n : Jumlah produk yang dibuat

- Rumus *Lower Control Limit (LCL)*

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \quad (4)$$

Keterangan

$\bar{p}$: Ketidaksesuaian produk rata-rata

n : Jumlah produk yang dibuat (galon produksi)

b. DPMO

Nilai UCL dan LCL masing – masing jenis defect pada air mineral galon kemudian dihitung dengan menggunakan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) pada peta kendali (*Control Chart*) [9]. Mengenai nilai yang diperlukan menghitung DPMO, serta satuan lainnya (U) yang mewakili jumlah produk yang diperiksa selama periode pengamatan, dan *Opportunity* (OP) mengidentifikasi karakteristik yang berpotensi mengakibatkan *defect*. Berikut rumus perhitungan DPMO [10]:

- Rumus *Defect per Unit (DPU)*

$$DPU = \frac{D}{U} \quad (5)$$

$$DPMO = \frac{Total Reject}{Total Produksi} \times 1.000.000 \quad (6)$$

Keterangan

D : Jumlah total kecacatan (galon cacat)

U : Jumlah total produk yang diperiksa (galon)

DPMO : Cacat per 1.000.000 kesempatan

- Rumus tingkat *Sigma*

$$Sigma = NORMSINV\left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000}\right) + 1,5 \quad (7)$$

Keterangan

Sigma : Tingkat kualitas proses

NORMSINV : Fungsi inverse distribusi normal standar

1,5 : Pergeseran proses jangka panjang

3. Langkah pertama untuk lebih masuk ke dalam detail, memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang tahapan yang terlibat dalam proses masalah, dan menemukan metode dan masalah adalah dengan menggunakan *diagram fishbone* dan analisis cabang kerusakan (FTA).
4. Tahap perbaikan menguraikan konsep perbaikan dan solusi untuk memecahkan masalah kualitas produk dengan menggunakan alat 5W+1H, yang mengandung arti kata tanya seperti *What, Why, When, Where, Who, dan How*.

Hasil Dan Pembahasan

Berikut ini merupakan pengolahan data dengan metode *Six Sigma* dan *Fault Tree Analysis* (FTA) :

Define

Quality Control PT. SMU dalam proses produksi air mineral galon yang sesuai dengan standar masih terdapat *reject* yang dialami, seperti galon bocor, pecah, volume kurang, dan galon berlumut.

- a. Galon bocor

Ditemukan tetesan air, rembesan, dan genangan air di sekitar galon, terutama setelah pengisian, penyegelan, atau selama penyimpanan. Kebocoran umumnya terjadi di leher galon karena segel tutup yang tidak rapat atau retakan halus pada badan galon yang melebar saat diberi tekanan air

- b. Pecah

Terjadi keretakan besar atau lubang yang jelas pada badan galon menyebabkan air tumpah. Terjadi akibat benturan keras saat pemuatan material atau pengangkutan produk, kelemahan material galon, atau tekanan berlebihan selama proses pengisian.

- c. Volume kurang

Level air (kurang dari 19 liter) di dalam galon berada di batas minimum yang ditentukan. Masalah ini biasanya terkait dengan kalibrasi mesin pengisian yang tidak tepat, sensor level yang rusak, atau kecepatan lini yang tidak sinkron dengan waktu pengisian.

- d. Galon berlumut

Ditemukan lapisan berwarna hijau, coklat, atau kehitaman di dinding bagian dalam galon. *Defect* ini berasal dari pencucian galon tidak sempurna, sterilisasi yang gagal, atau kebersihan tempat penyimpanan yang buruk.

Masurement

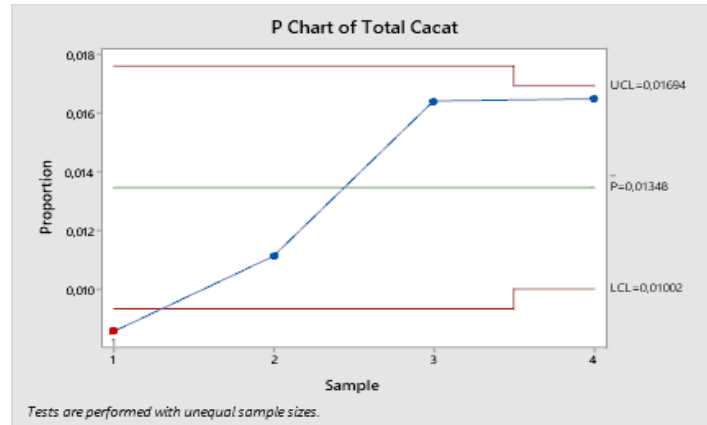
Saat ini, masalah dan peluang divalidasi dengan data, dan fakta dan angka digunakan untuk menganalisis akar permasalahan. Tahap ini dilakukan pendekatan yaitu peta kendali dan perhitungan *defect per unit*.

- a. Peta Kendali (*Control Chart*)

Berikut perhitungan peta kendali :

Tabel 2. Perhitungan Peta Kendali

Minggu	Jumlah Sampel	Total Cacat	Proporsi	CL	UCL	LCL
1	7000	60	0,009	0,013	0,012	0,006
2	7000	78	0,011	0,013	0,015	0,007
3	7000	115	0,016	0,013	0,020	0,012
4	10000	165	0,017	0,013	0,021	0,013
Total	31000	418				



Gambar 2. Grafik Peta Kendali

Berikut gambar 2 hasil analisis yang didapatkan selama bulan Agustus 2025 di atas pada *defect* galon air mineral ditemukan adanya data yang melebihi batas LCL (kendali bawah) yaitu pada minggu ke 1 titik data berada dibawah LCL (0,007). Secara statistik, ini menunjukkan periode di mana proses sangat baik atau terdapat *special cause variation* yang positif. Pada minggu ke 2,3,4 masih di batas kendali UCL (kendali atas) dan LCL (kendali bawah) meskipun dalam batas kendali, terdapat tren kenaikan yang konsisten, dari 0,011 menjadi 0,017. Ini mengindikasikan proses menunjukkan ketidakstabilan dan menuju batas kritis.

b. Perhitungan *defect per unit* (DPU)

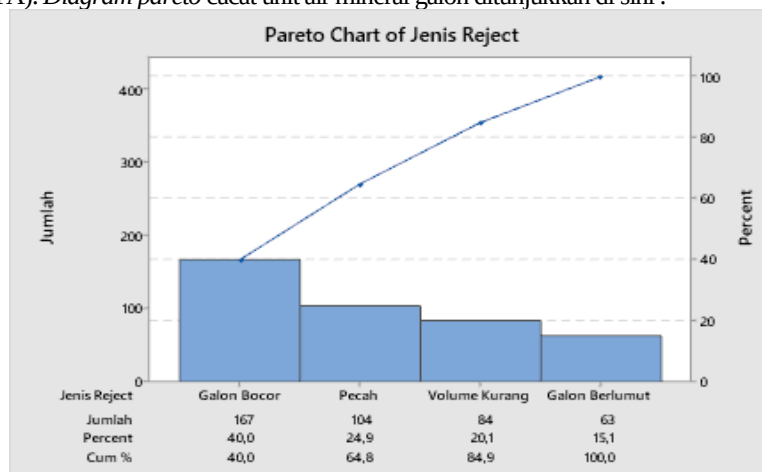
Tabel 3. Perhitungan *Defect Per Unit*

Minggu	Jumlah Sampel	Total Cacat	DPU	DPMO	SIGMA
1	7000	60	0,009	8571	2,49
2	7000	78	0,011	11143	2,49
3	7000	115	0,016	16429	2,48
4	10000	165	0,017	16500	2,48
Total	31000	418	0,053	52643	9,95
Rata-rata	7750	105	0,013	13161	2,49

PT. SMU memiliki nilai sigma 2,49 dan hasil DPMO 13161 per juta, yang berarti 13161 produk dari 1 juta produk air mineral galon mengalami cacat produk.. Nilai 2,49 Sigma adalah nilai kinerja yang jauh dari standar industri 6 Sigma (3,4 DPMO). Secara empiris, perusahaan kelas dunia umumnya beroperasi pada tingkat 4.5σ (sekitar 6.210 DPMO) ke atas. Tingkat 2.49σ (13.161 DPMO) mengindikasikan bahwa proses di PT. SMU memiliki tingkat kecacatan yang sangat tinggi, memerlukan perbaikan struktural besar untuk mencapai daya saing pasar yang berkelanjutan.

Analyze

Proses ini melibatkan tiga tahap, yang masing-masing terdiri dari *diagram pareto*, *diagram fishbone*, dan analisis cabang kerusakan (FTA). *Diagram pareto* cacat unit air mineral galon ditunjukkan di sini :



Gambar 3. Diagram Pareto

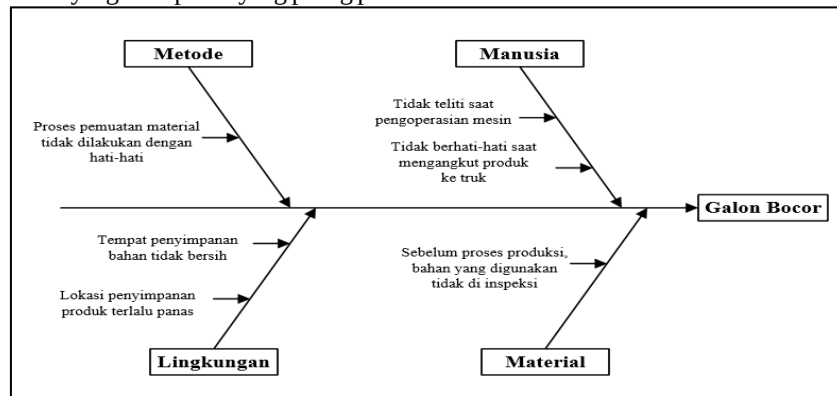
Pada gambar 3 diketahui ada 4 jenis cacat produk air mineral galon, yaitu dengan kecacatan tertinggi sebesar 40% galon bocor, di lanjutkan oleh pecah sebesar 24,9%, volume kurang sebesar 20,1%, dan galon berlumut sebesar 15,1%.

Tabel 4. Analisis *Pareto*

Jenis Cacat	Jumlah (Galon)	Persentase	Persentase Kumulatif
Galon Bocor	167	40,0%	40,0%
Pecah	104	24,9%	64,8%
Volume Kurang	84	20,1%	84,9%
Galon Berlumut	63	15,1%	100%
Total	418		

Pada tabel 4 bahwa prinsip *pareto* 80/20 menunjukkan bahwa 84,9% dari total cacat (418 galon) disebabkan oleh hanya tiga jenis cacat : bocor, pecah, dan volume kurang. Berdasarkan temuan ini, tim *improve* harus memfokuskan sumber daya mereka secara eksklusif pada galon bocor karena merupakan *top defect* (40%).

Untuk memvisualisasikan hubungan antara masalah, *diagram fishbone* digunakan. Berikut adalah *diagram fishbone* untuk *defect* galon bocor yang merupakan yang paling parah :



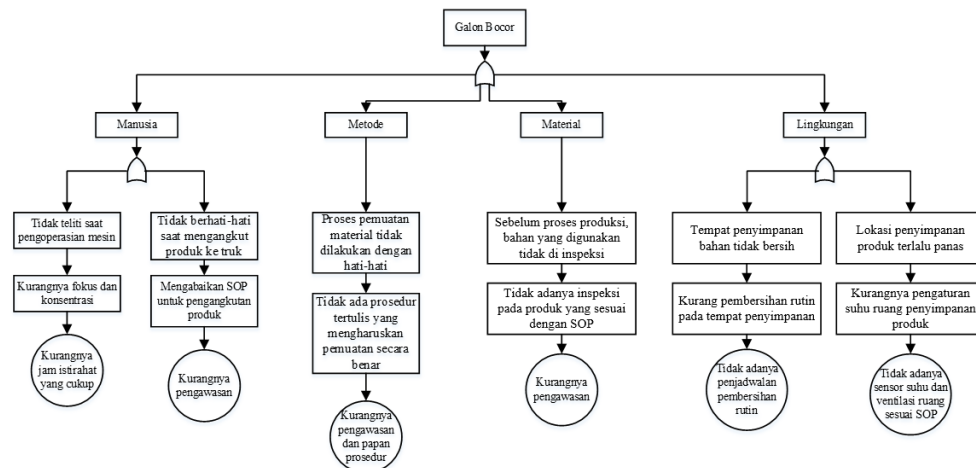
Gambar 4. *Diagram Fishbone* Galon Bocor

Pada gambar 4 *diagram fishbone* ini menganalisis semua potensi akar masalah dari *defect* utama yang di klasifikasikan kedalam empat kategori utama yaitu :

1. Faktor Manusia
 - Tidak teliti saat pengoperasian mesin : kurang fokus dan konsentrasi yang menjadi akar masalahnya adalah kurangnya jam istirahat yang cukup. Ketidakfokusan ini dapat menyebabkan galon terbentur mesin atau tidak ditempatkan dengan benar, menciptakan retakan halus yang memicu kebocoran saat pengisian.
 - Tidak berhati-hati saat mengangkat produk ke truk : ini terjadi karena mengabaikan SOP untuk pengangkutan produk, yang diperparah oleh kurangnya pengawasan. Penanganan kasar pada galon yang sudah terisi dapat menyebabkan keretakan pada badan galon, memicu kebocoran selama proses *loading*.
2. Faktor Metode
 - Proses pemuatan material tidak dilakukan dengan hati-hati : ini sumber dari tidak ada prosedur tertulis yang mengharuskan pemuatan secara benar, yang diperburuk oleh kurangnya pengawasan dan papan prosedur. Ketiadaan SOP ini menyebabkan operator memuat galon kosong secara sembarangan, meningkatkan risiko kerusakan fisik sebelum galon diisi.
3. Faktor Material
 - Sebelum proses produksi, bahan yang digunakan tidak di inspeksi : akar penyebabnya adalah tidak adanya inspeksi pada produk yang sesuai dengan SOP, yang pada akhirnya karena kurangnya pengawasan. Akibatnya, galon yang sudah memiliki retakan halus, cacat cetakan di leher, atau tutup segel berkualitas rendah lolos masuk lini, yang secara langsung menyebabkan galon bocor saat diberikan tekanan air atau disegel.
4. Faktor Lingkungan
 - Tempat penyimpanan bahan tidak bersih : disebabkan oleh kurang pembersihan rutin pada tempat penyimpanan karena tidak adanya penjadwalan pembersihan rutin. Kotoran dapat mengganggu kerapatan segel saat penutupan, menyebabkan kebocoran.
 - Lokasi penyimpanan produk terlalu panas : disebabkan oleh kurangnya pengaturan suhu ruang penyimpanan produk karena tidak adanya sensor suhu dan ventilasi ruang sesuai SOP. Suhu tinggi menyebabkan material galon (plastik) memuai atau melunak, yang dapat melonggarkan segel tutup galon dan memicu kebocoran.

Fault Tree Analysis (FTA)

Selanjutnya, pada PT. SMU, tahap akar pohon permasalahan dilakukan terhadap besaran unit air mineral galon. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan kesalahan terbesar.



Gambar 5. Fault Tree Analysis Galon Bocor

Pada gambar 5 disimpulkan bahwa dari *defect* galon bocor mempunyai akar permasalahan atau *basic event* diantaranya, kurangnya jam istirahat yang cukup, kurangnya pengawasan dan papasan prosedur, tidak adanya penjadwalan pembersihan rutin, dan tidak adanya sensor suhu dan ventilasi ruang sesuai SOP.

Berdasarkan masalah yang telah tertulis di atas, perbaikan dilakukan untuk meningkatkan kualitas produk. Untuk memperbaiki masalah, alat seperti 5W+1H dapat digunakan. Dalam analisis ini, perencanaan usaha penerapan dibahas untuk meningkatkan kualitas produk air mineral galon PT. SMU.

Tabel 5. 5W+1H Galon Bocor

No	What	Why		When	Where	Who	How
		Faktor Penyebab	Penyebab Terjadinya				
1	Tidak teliti saat pengoperasian mesin	Kurang fokus dan konsentrasi	Kurangnya jam istirahat yang cukup	Selama jam kerja/ <i>filling</i>	Stasiun pengisian	Operator produksi	Terapkan rotasi <i>shift</i> yang ketat dan wajibkan istirahat 30 menit setelah 4 jam kerja
2	Tidak berhati-hati saat mengganggu produk ke truk	Mengabaikan SOP untuk pengangkutan produk	Kurangnya pengawasan	Proses pemuatan ke truk	Area <i>loading dock</i>	Operator logistik/gudang dan pengawas	Tunjuk supervisor logistik yang bertanggung jawab penuh mengawasi pemuatan dan terapkan sanksi bagi operator yang mengabaikan SOP
3	Proses pemuatan material tidak dilakukan dengan hati-hati	Tidak ada prosedur tertulis yang mengharuskan pemuatan secara benar	Kurangnya pengawasan dan papan prosedur	Proses pemuatan galon kosong ke lini	Stasiun pemuatan awal	Supervisor produksi dan operator material	Buat dan pasang papan SOP bergambar di area pemuatan dan lakukan audit harian kepatuhan terhadap SOP

4	Sebelum proses produksi bahan yang digunakan tidak di inspeksi	Tidak ada inspeksi pada produk yang sesuai dengan SOP	Kurangnya pengawasan	Saat penerimaan material dan sebelum masuk lini	Area <i>incoming</i> QC dan awal lini	Staf <i>quality control</i> dan operator lini	Wajibkan <i>checklist</i> inspeksi visual 100% pada leher, badan galon kosong, dan latih QC untuk mendeteksi retakan mikro
5	Tempat penyimpanan bahan tidak bersih	Kurang pembersihan rutin pada tempat penyimpanan	Tidak adanya penjadwalan pembersihan rutin	Mingguan/bulanan terjadwal	Gudang penyimpanan	Petugas kebersihan dan supervisor gudang	Buat jadwal pembersihan harian/mingguan yang ditandatangani, diaudit, dan sediakan sikat/alat pembersih standar untuk gudang
6	Lokasi penyimpanan produk terlalu panas	Kurangnya pengaturan suhu ruang penyimpanan produk	Tidak adanya sensor suhu dan ventilasi ruang sesuai SOP	24 jam/7 hari monitoring berkelanjutan	Gudang penyimpanan	Tim <i>maintenance</i> dan pengawas gudang	Pasang termometer/sensor suhu, ventilasi mekanis yang memadai, tetapkan batas suhu maksimum 30°C, dan berikan alarm jika terlampaui

Pada tabel 5 secara keseluruhan, implementasi solusi-solusi ini akan mengubah pendekatan perusahaan dari reaktif (menanggapi masalah) menjadi proaktif (mencegah masalah). Perusahaan akan memiliki sistem kontrol kualitas yang lebih berlapis (dari inspeksi bahan baku, disiplin kerja, prosedur yang jelas, hingga kontrol lingkungan penyimpanan), yang pada akhirnya akan meningkatkan output produk berkualitas, mengurangi biaya rework atau scrap, dan memperkuat kepercayaan pelanggan terhadap mutu produk.

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian yang dilaksanakan pada PT. SMU maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut. Pada PT. SMU didapatkan *defect* tetinggi pada galon bocor yang disebabkan oleh kurangnya jam istirahat yang cukup, kurangnya pengawasan dan papasan prosedur, tidak adanya penjadwalan pembersihan rutin, dan tidak adanya sensor suhu dan ventilasi ruang sesuai SOP. Didapatkan perbaikan/implementasi bertujuan untuk mengurangi *defect* galon bocor, yaitu menerapkan rotasi *shift* kerja dan mewajibkan 30 menit istirahat, supervisor logistik mengawasi pemuatan dan menerapkan sanksi pada operator yang mengabaikan SOP, pasang papan SOP bergambar di area pemuatan dan melakukan audit harian kepatuhan SOP, wajib *checklist* inspeksi visual pada galon kosong serta latih QC mendeteksi retakan mikro, buat penjadwalan rutin pembersihan dan menyiapkan alat pembersih standar untuk gudang, dan pasang sensor suhu yang memadai serta tetapkan alarm jika terlampaui batas suhu maksimum 30°C. Hasil ini dapat menjadi basis data awal bagi penelitian lain untuk melakukan studi komparatif di industri sejenis. Data dan observasi mungkin terikat pada periode waktu tertentu saat penelitian dilakukan, sehingga tidak sepenuhnya menagkapai variasi musiman atau perubahan operasional jangka panjang yang mungkin memengaruhi tingkat *defect*. Penelitian selanjutnya memperluas cakupan penelitian untuk mengidentifikasi dan mengatasi akar masalah dari semua jenis *defect* yang signifikan pada PT. SMU.

Daftar Pustaka

- [1] D. R. Pratama and A. Z. Al Faritsy, "Implementasi Six Sigma dan Fault Tree Analysis Dalam Peningkatan Kualitas Produk Tahu (Studi Kasus : UMKM Bapak Sugiono)," *JTMIT*, vol. 3, no. 3, pp. 304-312, 2024.
- [2] P. R. A. Sugito, E. W. Yunitasari and S. Ma'arif, "Quality Control on Bogo Helmet Coating Process Using the Six Sigma Method, Fault Tree Analysis (FTA) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)," *Jurnal Engine*, vol. 7, no. 1, pp. 45-54, 2023.
- [3] V. Alvionitas, "Evaluasi Risiko Produksi Dengan Metode Six Sigma dan Fault Tree Analysis (FTA) Dalam Pengendalian Kualitas di PT. Busana Indah Global," University Nusa Putra, Sukabumi, 2024.
- [4] A. H. Astyanti, E. W. Yunitasari and D. A. Susanti, "Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Fault Tree Analysis (FTA), Six Sigma, dan Fuzzy FMEA Pada PT. Homeware Internasional Indonesia," *Sinlimatek*, pp. TIN 180-TIN 194, 2023.
- [5] M. Effendi, "Perbaikan Tingkat Cacat Kantong Semen Dengan Metode DMAIC dan FTA Pada Industri Semen di Daerah Bogor," Universitas Mercu Buana, Jakarta, 2025.
- [6] A. I. Pratiwi and R. Y. Santosa, "Pengendalian Kualitas Pada Proses Penerimaan Barang Untuk Menurunkan Defect Product Dengan Pendekatan Six Sigma," *Jurnal Indutry Xplore*, vol. 6, no. 1, pp. 12-22, 2021.
- [7] R. P. A. A. Riyanto, K. N. Anisa and G. S. Prihandana, "Quality Control Analysis of Plastic Produk Utilizing Six Sigma With DMAIC Stage : A Case Study," *Icatam*, pp. 277-292, 2024.
- [8] M. R. Fazliansyah, A. Dimas, M. R. R. Putra, D. Alfiansyah and Y. Prasetyo, "Legano Product Quality Control Using DMAIC and FTA for Quality Improvement Efforts at PT. Fitria Jaya Lestari," *Journal of Multidisciplinary in Social Sciences*, vol. 01, no. 13, pp. 531-539, 2024.
- [9] R. Fitriana, K. D. Sari and S. Medina, "Quality Improvement on Welding Process of Colt Diesel Cabin Using Six Sigma Method," *Proceedings of the Second Asia Pacific International Conference*, pp. 2549-2558, 2021.
- [10] M. R. Rizki, "Analisis Pengendalian Kualitas Dalam Upaya Mengurangi Kecacatan Produk A di PT. XYZ," Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta, 2023.
- [11] M. Khakim and S. S. Dahda, "Analysis of Wood Pallet Quality Control with Six Sigma and FMEA Methods," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 11, no. 1, pp. 111-119, 2025.
- [12] A. A. Fetansyah and M. C. Islami, "Quality Control to Reduce Defect in Packaging Using Six Sigma and FMEA Methods at PT. XYZ," *Jati Emas*, vol. 9, no. 1, pp. 55-62, 2025.
- [13] Z. P. Putra and W. Sulistiyowati, "Quality Improvement Using Lean Six Sigma and Failure Modes and Effect Analysis at PT. Cipta Warna Pelangi," *The Journal for Technology and Science*, vol. 1, no. 2, pp. 38-61, 2024.
- [14] V. Devani and N. Amalia, "Usulan Penerapan Lean Six Sigma Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Semen," *J@ti Undip*, vol. 16, no. 1, pp. 62-73, 2021.
- [15] "Penerapan Metode Six Sigma DMAIC dan Fuzzy FMEA untuk Perbaikan Kualitas Rokok di PT. XYZ," *Industrial Engineering Online Jurnal*, pp. 1-10, 2023.
- [16] Y. Saputro and H. C. Wahyuni, "Analisis Pengendalian Kualitas Trafo Menggunakan Metode Six Sigma Dan Metode Fault Tree Analysis (FTA)," *Umsida*, pp. 1-10, 2023.
- [17] R. Oktavani, H. Rachmand and M. R. Zulfikar, "Pengendalian Kualitas Produk Sachet Minuman Serbuk Menggunakan Metode Six Sigma DMAIC," *Jurnal Taguchi*, vol. 2, no. 1, pp. 122-130, 2022.
- [18] N. Rauf, A. Padhil and T. Alisahbana, "Analysis of Quality Control of T-Shirt Screen Printing Products With Six Sigma DMAIC Method On CV. Macca Clothing," *Journal of Industrial Engineering Management*, vol. 7, no. 1, p. 2022, 2022.
- [19] L. M. Monday, "Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) Methodology as a Roadmap in Quality Improvement," *Journal Innovations*, vol. 5, no. 2, pp. 44-46, 2022.
- [20] R. S. Wulandari, L. Hakim and R. F. Haris, "Analysis of Product Defects in the Packing Production Process at PT. XYZ Using FTA and FMEA Methods," *Jkie*, vol. 9, no. 1, pp. 52-60, 2022.
- [21] T. G. Nayoga and M. N. A. Mukhtar, "Analysis of Defect in Laminated Doors Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA)," *Journal of Applied Industrial Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 152-160, 2024.
- [22] F. R. Izzati and D. S. Donoriyanto, "Analysis of Quality Control of PE Plastic Tarpaulin Products With The Fault Tree Analysis (FTA) Method at PT. XYZ," *Iijse*, vol. 8, no. 1, pp. 1758-1772, 2025.

- [23] A. Wahid, Nuriyanto, M. Munir and A. Syarifuddin, "Identifikasi Cacat Produk Botol Plastik 500 ML dengan Pendekatan Metode FTA (Fault Tree Analysis) di PT. X Pasuruan," *Journal of Industrial View*, vol. 5, no. 1, pp. 36-48, 2023.
- [24] J. C. Soejanto, Y. Ekawati and Purnomo, "Perancangan Perbaikan Untuk Mengurangi Cacat Produk Pada Departemen Fiber PT. XYZ Dengan Metode FTA," *Sakti*, vol. 03, no. 02, pp. 100-108, 2023.
- [25] F. Yazera, "Penggunaan Metode FTA (Failure Tree Analysis) dan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Untuk Mengidentifikasi Penyebab Defect dan Menentukan Prioritas Perbaikan Dalam Produksi Tissue Pada Mesin Tipe Steam Hood," Itsb, Deltamas, 2021.