

Integrasi *Lean Manufacturing* dan FMEA dalam Pengendalian Kualitas Produk Air Minum Dalam Kemasan : Sebuah Tinjauan Literatur

Teti Febrianti¹, Widya Retno Prasinta²

Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Digital Bandung, Indonesia^{1,2}

*Email Korespodensi: febriantiandhara0@gmail.com

Sejarah Artikel:

Diterima 14-05-2026
Disetujui 18-05-2026
Diterbitkan 20-05-2026

ABSTRACT

The bottled drinking water (AMDK) industry demands consistent high quality and operational efficiency due to its direct relationship to public health. This study proposes improvements to the 330 mL bottled drinking water production process at PT Muawanah Al Masoem Cikalang by integrating Lean Manufacturing and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) concepts. Lean Manufacturing is used to identify and eliminate waste through Value Stream Mapping (VSM), while FMEA is applied to analyze process failure risks and determine improvement priorities based on the Risk Priority Number (RPN). The integration of these two methods is expected to reduce lead times, reduce reject rates, and sustainably increase production efficiency.

Keywords: Lean Manufacturing, FMEA, Bottled Drinking Water, Value Stream Mapping, Quality Control.

ABSTRAK

Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) menuntut konsistensi kualitas tinggi dan efisiensi operasional karena berkaitan langsung dengan kesehatan publik. Penelitian ini mengusulkan perbaikan proses produksi AMDK botol 330 mL di PT Muawanah Al Masoem Cikalang dengan mengintegrasikan konsep Lean Manufacturing dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Lean Manufacturing digunakan untuk mengidentifikasi dan eliminasi pemborosan (waste) melalui Value Stream Mapping (VSM), sementara FMEA diterapkan untuk menganalisis risiko kegagalan proses dan menentukan prioritas perbaikan berdasarkan Risk Priority Number (RPN). Integrasi kedua metode ini diharapkan dapat mengurangi lead time, menekan angka reject, dan meningkatkan efisiensi produksi secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Lean Manufacturing, FMEA, AMDK, Value Stream Mapping, Pengendalian Kualitas.

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Febrianti, T., & Prasinta, W. R. (2026). Integrasi Lean Manufacturing Dan FMEA Dalam Pengendalian Kualitas Produk Air Minum Dalam Kemasan : Sebuah Tinjauan Literatur. Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 2(3), 4563-4567. <https://doi.org/10.63822/rv65gj08>

PENDAHULUAN

Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) merupakan sektor manufaktur pangan yang memiliki karakteristik proses ketat, sensitivitas mutu tinggi, dan ketergantungan besar pada standarisasi operasi. Produk akhir AMDK dihasilkan melalui kombinasi proses pengolahan air (water treatment) dan proses pengemasan (filling – sealing – packing). Karena dikonsumsi langsung oleh masyarakat, aspek higiene, keamanan pangan, dan integritas kemasan menjadi faktor kritis yang tidak dapat dikompromikan (Dewi & Fitrillia, 2024).

PT Muawanah Al Masoem Cikalang, sebagai salah satu pelaku industri AMDK, menghadapi tantangan dalam menjaga efisiensi produksi dan meminimalkan produk cacat (reject). Masalah umum dalam industri ini meliputi ketidakseimbangan lini produksi, waktu tunggu (waiting time), serta defect pada kemasan seperti kebocoran atau label yang tidak sesuai. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pendekatan sistematis yang tidak hanya berfokus pada pengendalian kualitas akhir, tetapi juga perbaikan aliran proses dan mitigasi risiko potensi kegagalan.

Penelitian ini mengusulkan integrasi dua metodologi utama: Lean Manufacturing untuk efisiensi aliran proses dan eliminasi waste, serta Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk manajemen risiko kualitas. Sinergi antara keduanya diharapkan mampu menciptakan sistem produksi yang lebih ramping, responsif, dan bebas dari kegagalan kritis.

LANDASAN TEORI

Karakteristik Industri AMDK

Proses produksi AMDK botol melibatkan rangkaian aktivitas mulai dari pengambilan air baku, sterilisasi, pengisian, penutupan, pelabelan, hingga pengemasan. Industri ini memiliki tiga karakteristik khas:

Industri Proses dan Pengemasan: Produk akhir bergantung pada sinergi antara kualitas air dan keandalan mesin filling-sealing.

Sensitivitas Mutu Tinggi: Reject kecil pada kemasan dapat berdampak fatal terhadap kepercayaan konsumen dan keamanan pangan.

Standarisasi Ketat: Diperlukan konsistensi dari hulu (bahan baku) hingga hilir (distribusi) (Derlini & Siagian, 2025).

Konsep Lean Manufacturing

Lean Manufacturing adalah filosofi produksi yang berorientasi pada penciptaan nilai tambah maksimum bagi pelanggan dengan cara mereduksi pemborosan (waste). Menurut Hartini (2022), tujuan utamanya adalah mencapai kepuasan pelanggan dengan kualitas maksimal, biaya minimal, dan waktu produksi pendek.

Dalam penerapannya, Lean mengidentifikasi tujuh jenis pemborosan (7 Waste):

1. Overproduction: Produksi melebihi permintaan
2. Waiting Time: Waktu tunggu akibat ketidakseimbangan lini.
3. Transportation: Pемindahan material yang tidak perlu.
4. Overprocessing: Proses yang lebih rumit dari yang dibutuhkan.
5. Inventory: Penumpukan stok berlebih.

6. Motion: Gerakan operator yang tidak efisien.
7. Defects: Produk cacat yang memerlukan rework atau dibuang.

Alat utama dalam Lean adalah Value Stream Mapping (VSM), yang memetakan aliran material dan informasi untuk membedakan aktivitas value-added dan non-value-added. VSM membantu menyusun Current State Map (kondisi saat ini) dan Future State Map (kondisi ideal) untuk mengurangi Lead Time (Witriani & Prasinta, 2026).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah metode sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mencegah kegagalan dalam proses produksi. Dalam konteks ini, digunakan Process FMEA (PFMEA) yang fokus pada kegagalan akibat defisiensi proses manufaktur.

Tiga parameter utama dalam FMEA adalah:

1. Severity (S): Tingkat keparahan dampak kegagalan (Skala 1-10).
2. Occurrence (O): Frekuensi atau kemungkinan terjadinya penyebab kegagalan (Skala 1-10).
3. Detection (D): Kemampuan sistem mendeteksi kegagalan sebelum sampai ke pelanggan (Skala 1-10).

Nilai prioritas risiko dihitung menggunakan rumus:

$$RPN=S \times O \times D$$

Semakin tinggi nilai RPN, semakin prioritas masalah tersebut untuk segera ditangani. Kategori kekritisitas RPN umumnya dibagi menjadi Rendah (1-250), Sedang (251-500), dan Tinggi (501-1000) (Ulfia, 2024).

METODOLOGI INTEGRASI LEAN DAN FMEA

Penelitian ini menerapkan pendekatan integratif yang terdiri dari tiga tahapan utama (Hartanti et al., 2022):

Tahap 1: Identifikasi Pemborosan (Waste Identification)

Menggunakan Value Stream Mapping (VSM) dan analisis Seven Waste, peneliti memetakan aliran proses produksi AMDK botol 330 mL di PT Muawanah Al Masoem Cikalang. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, pengukuran waktu siklus (cycle time), dan wawancara operator.

Pengukuran Waktu Baku: Dilakukan setelah uji keseragaman dan kecukupan data. Waktu baku dihitung dengan mempertimbangkan waktu siklus, faktor penyesuaian (metode Westinghouse), dan kelonggaran (allowance) untuk istirahat dan kebutuhan pribadi.

Analisis VSM: Mengidentifikasi bottleneck dan aktivitas non-value added seperti waktu tunggu antar stasiun kerja atau transportasi material yang berlebihan.

Tahap 2: Analisis Risiko Kegagalan (FMEA)

Setelah area bermasalah teridentifikasi melalui Lean, analisis dilanjutkan dengan FMEA untuk memahami akar penyebab kegagalan kualitas (misalnya: botol penyok, cincin patah, atau kebocoran).

Identifikasi Modus Kegagalan: Mendaftar potensi error di setiap stasiun kerja kritis.

Penilaian S, O, D: Tim lintas fungsi memberikan skor berdasarkan data historis reject dan expert judgment.

Perhitungan RPN: Menentukan prioritas masalah. Masalah dengan RPN tertinggi menjadi fokus utama perbaikan.

Tahap 3: Perancangan Usulan Perbaikan

Hasil dari Lean (efisiensi aliran) dan FMEA (mitigasi risiko) digabungkan untuk menyusun rekomendasi perbaikan. Contoh tindakan perbaikan meliputi:

1. Standarisasi Kerja (SOP): Memperbaiki instruksi kerja untuk mengurangi variasi operator (Motion & Defects).
2. Perbaikan Layout: Mengurangi jarak transportasi material (Transportation Waste).
3. Preventive Maintenance: Meningkatkan keandalan mesin filling-sealing untuk menurunkan nilai Occurrence pada FMEA.
4. Inspeksi Otomatis/Visual: Meningkatkan kemampuan deteksi dini (Detection) sehingga produk cacat tidak lolos ke tahap pengemasan.

HASIL

Relevansi dengan Penelitian Terdahulu

Integrasi Lean dan FMEA telah terbukti efektif dalam berbagai studi terdahulu. Derlini & Siagian (2025) menunjukkan bahwa penerapan Lean dapat meningkatkan efisiensi produksi hingga 30% dan mengurangi lead time hingga 25%. Sementara itu, studi oleh Silalahi et al. (2025) pada industri AMDK lain menemukan bahwa FMEA berhasil menurunkan RPN sebesar 30-50% dengan fokus pada optimalisasi suhu sealing dan kontrol aliran air.

Di PT Muawanah Al Masoem sendiri, penelitian sebelumnya oleh Shalleh et al. (2025) menggunakan metode TRIZ dan SQC menemukan bahwa 60% reject disebabkan oleh botol penyok, cincin patah, dan kebocoran. Usulan perbaikan dalam penelitian ini melengkapi temuan tersebut dengan menambahkan perspektif eliminasi waste secara holistik melalui Lean, sehingga perbaikan tidak hanya bersifat teknis pada mesin, tetapi juga sistemik pada aliran proses.

KESIMPULAN

Usulan perbaikan proses produksi AMDK botol 330 mL di PT Muawanah Al Masoem Cikalang menggunakan integrasi Lean Manufacturing dan FMEA menawarkan solusi komprehensif untuk meningkatkan kinerja operasional.

Lean Manufacturing berperan dalam memangkas lead time dan biaya operasional dengan menghilangkan 7 jenis pemborosan, khususnya waiting time dan defects.

FMEA berperan dalam mencegah berulangnya kesalahan kualitas dengan mengidentifikasi akar penyebab kegagalan berbasis risiko (RPN).

Dengan menerapkan Value Stream Mapping untuk melihat gambaran besar aliran proses, dan FMEA untuk mendetailkan kontrol kualitas pada titik kritis, PT Muawanah Al Masoem Cikalang dapat mencapai target produksi yang lebih efisien, konsisten, dan memenuhi standar keamanan pangan yang ketat. Rekomendasi selanjutnya adalah implementasi Future State Map dan monitoring berkala terhadap nilai RPN pasca-perbaikan untuk memastikan keberlanjutan peningkatan kualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Daniallabib, & Apsari. (2024). Analisis Risiko Proses Manufaktur.
- Derlini, T., & Siagian. (2025). Penerapan Lean Manufacturing untuk mengurangi waste dalam proses produksi di industri manufaktur. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*.
- Dewi, & Fitrillia. (2024). Karakteristik Industri Air Minum Dalam Kemasan.
- Hartini, S. (2022). Manajemen Operasi dan Lean Manufacturing.
- Hartanti, et al. (2022). Integrasi Lean dan FMEA dalam Perbaikan Proses.
- Shalleh, M. U., Nugraha, & Luthfi, N. (2025). Pengendalian Kualitas Produk AMDK dengan Menggunakan Metode TRIZ di PT. Muawanah Al-Ma'soem. *Bandung Conference Series Teknik Industri*.
- Silalahi, S. E., Gani, S. A., & Fatimah. (2025). Pengendalian Kualitas AMDK Menggunakan FMEA di CV. XYZ. *JIEOM*.
- Ulfia. (2024). Panduan Penerapan FMEA dalam Industri Pangan.
- Witriani, D., & Prasinta, W. R. (2026). Analisis Pemborosan Waktu Tunggu Distribusi Bantuan Bahan Pangan. *JURIMBIK*.