

Available online at: <http://inventory.poltekatiptdg.ac.id/>

INVENTORY

Industrial Vocational E-Journal on Agroindustry

| ISSN Online 2723-1895 |



Analisis Peningkatan Kualitas Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Integrasi *Six Sigma* dan *Failure Mode and Effect Analysis*

M. Hanifuddin Hakim^{1*}, *Noviana Rina Ramadani*¹, *Kadex Widhy Wirakusuma*²

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya, 60113, Indonesia

² Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali, Morowali, 94974, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: September 17, 2024

Revised: October 14, 2024

Accepted: October 18, 2024

KEYWORDS

Bottled Drinking Water, Failure Mode and Effect Analysis, Quality, Root Cause Diagram, Six Sigma

CORRESPONDENCE*

Name: M. Hanifuddin Hakim

E-mail: m.hanifuddin.hakim@um-surabaya.ac.id

ABSTRACT

PT. UMSurya Bina Bangsa is a company engaged in the production of Bottled Drinking Water (AMDK). The products produced by PT. UMSurya Bina Bangsa include Suli 5 in 120 ml and 240 ml sizes, as well as *S-Five* in 330 ml and 600 ml sizes. The issues faced by PT. UMSurya Bina Bangsa include *Defects* such as dented bottles and broken caps. The aim of this study is to improve the quality of bottled water products. The author of this study uses the integration of Six Sigma and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) methods to improve product quality. Based on the research results, the Root Cause Analysis (RCA) indicates that the majority of product *Defects* are caused by operator inaccuracy and the use of low-quality materials. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) results show that the highest RPN is caused by the bottle cap pressing process. From the *Measure* phase, sigma level calculations show a sigma value of 2.10 with a DPMO of 36,041. Improvement recommendations include creating racks for bottle caps to reduce *Defects* in broken caps, and adding dividers for bottles to prevent crushing while on the conveyor. From the estimated calculations, after implementing the improvement recommendations, the sigma level is expected to increase from 2.10 to 2.54.

PENDAHULUAN

Air minum merupakan kebutuhan penting bagi manusia. Sebelum dikonsumsi, air minum harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Air minum yang baik adalah yang bebas dari bahan kimia berbahaya dan mikroorganisme, serta tidak memiliki rasa atau warna [1]. Produksi air minum dalam kemasan memerlukan proses disinfeksi yang penting agar air tersebut aman untuk dikonsumsi. Produk dengan kualitas rendah dapat menyebabkan konsekuensi serius, baik terhadap produk itu sendiri maupun kesehatan orang yang mengkonsumsinya. Disinfeksi menggunakan sinar ultraviolet dan ozon sering digunakan dalam proses ini [2].

PT. UMSurya Bina Bangsa merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi Air Minum Dalam Kemasan

(AMDK). Perusahaan ini memproduksi berbagai produk, termasuk Suli 5 dalam kemasan 120 ml dan 240 ml, serta *S-Five* dalam kemasan 330 ml dan 600 ml. Namun, perusahaan sering menghadapi masalah produk cacat yang tidak memenuhi standar yang telah ditentukan. Contoh cacat yang umum terjadi adalah botol penyok, tutup botol pecah, dan lid yang patah atau melengkung ke dalam. Masalah-masalah ini tidak dapat diterima oleh pelanggan, namun terkadang produk cacat tersebut masih lolos dari pengawasan kualitas dan sampai ke konsumen. Cacat produk dianggap sebagai sebuah pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah.

Perusahaan menetapkan standar air minum yang sehat tanpa kandungan mineral, yang dikenal dengan TDS 0. *Total Dissolved Solids* (TDS) adalah jumlah zat padat terlarut dalam air, dan beberapa zat tersebut dapat berbahaya bagi tubuh manusia [3]. Area distribusi produk Suli 5 meliputi 4 hingga 5 kabupaten atau kota,

termasuk Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo, Jombang, Nganjuk, dan sekitarnya.

Kualitas produk yang buruk tentu saja sangat mempengaruhi kepuasan pelanggan terhadap Air Minum Dalam Kemasan (AMDK), mengingat air minum berkaitan erat dengan kesehatan seseorang. Jika pelanggan merasa bahwa produk air minum tersebut dapat mengancam kesehatan, ini akan menjadi masalah besar bagi perusahaan. Pelanggan sangat mungkin beralih ke produk air minum lain. Oleh karena itu, PT. UMSurya Bina Bangsa harus segera memperbaiki baik proses produksi maupun layanan pelanggan.

Masalah kualitas sangat mempengaruhi strategi dan taktik perusahaan secara keseluruhan agar tetap kompetitif dan mampu bersaing dengan produk serupa dari perusahaan lain [4]. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk terus bersaing, industri dapat menjadikan isu kualitas produk sebagai upaya menjaga kepercayaan konsumen [5]. Kualitas produk bukanlah hasil kebetulan, melainkan ditentukan oleh standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Kualitas adalah tingkat kesesuaian produk dengan standar yang ditentukan [6] [7].

Salah satu metode yang sudah terbukti mampu meningkatkan kualitas yaitu *Six Sigma*. *Six Sigma* adalah metodologi standar kualitas yang bertujuan untuk mengurangi variasi cacat hingga 3,4 kali per sejuta peluang (DPMO), yang berarti proses tersebut mendekati sempurna. *Six Sigma* hadir sebagai upaya untuk memperbaiki kualitas menuju nol cacat. Metodologi ini digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan tingginya variasi dalam proses produksi sehingga produk dapat memenuhi kebutuhan konsumen [8] [9].

PT. UMSurya Bina Bangsa, sebagai perusahaan industri, menghasilkan beberapa produk seperti Suli 5 kemasan cup, botol 600 ml, *S-Five* kemasan botol 600 ml, 330 ml, serta Aslim dalam kemasan galon. Berdasarkan observasi, perusahaan ini masih menghadapi masalah produk cacat dalam proses produksinya. Jenis cacat yang paling sering terjadi adalah botol penyok dan tutup pecah, dengan cacat tutup pecah pada produk air minum *S-Five* kemasan 600 ml sebagai cacat yang paling dominan.

Six Sigma menggunakan pendekatan statistik untuk menghitung jumlah cacat dalam produk, dengan tujuan mengurangi variasi dalam proses produksi dan menghilangkan cacat yang dapat mempengaruhi kepuasan pelanggan [10]. Metode *Six Sigma* dianggap sebagai metode yang cukup efektif untuk meningkatkan proses produksi [11]. *Six Sigma* adalah metode

peningkatan kualitas yang bertujuan mencapai 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dalam setiap transaksi produk, baik itu barang maupun jasa, sebagai upaya mencapai kesempurnaan. Pendekatan *zero Defect* berfokus pada penanganan kesalahan yang terjadi karena kurangnya pengetahuan, dengan memanfaatkan teknik-teknik modern. Kesalahan yang disebabkan oleh kurangnya fasilitas yang memadai dapat diminimalkan dengan melakukan inspeksi berkala terhadap pabrik dan peralatan

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah sistematis dari aktivitas yang mengidentifikasi dan mengevaluasi tingkat kegagalan (*failure*) potensial yang ada pada sistem, produk atau proses terutama pada bagian akar – akar fungsi produk atau proses pada faktor-faktor yang mempengaruhi produk atau proses [12]. Integrasi dengan metode FMEA berfungsi untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi tingkat kegagalan (*failure*) potensial yang ada pada sistem, produk atau proses terutama pada bagian akar – akar fungsi produk atau proses pada faktor – faktor yang mempengaruhi produk atau proses. Tujuan FMEA adalah mengembangkan, meningkatkan, dan mengendalikan nilai – nilai probabilitas dari *failure* yang terdeteksi dari sumber (input) dan juga mereduksi efek – efek yang ditimbulkan oleh kejadian “*failure*” tersebut [13] [14]. Dengan menggunakan metode *Six Sigma* dan FMEA, diharapkan perusahaan dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi di PT. UMSurya Bina Bangsa. Hal ini dicapai melalui pengurangan jumlah produk cacat agar nilai sigma meningkat.

METODOLOGI

Pemilihan metode *Six Sigma* dikarenakan terbukti mengurangi cacat dalam proses produksi dengan menurunkan variasi guna mencapai kualitas yang lebih konsisten, yang sangat penting dalam industri air minum dalam kemasan, di mana menjaga kualitas air, integritas kemasan, dan kebersihan produk adalah kunci untuk menghindari cacat seperti kebocoran, kontaminasi, atau ketidakstabilan rasa. Melalui pendekatan sistematis DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), *Six Sigma* memandu proses peningkatan kualitas secara terstruktur, dimulai dari identifikasi masalah, analisis akar penyebab, perbaikan proses, hingga pengendalian perbaikan agar bertahan lama. Pendekatan berbasis data ini memastikan setiap keputusan dalam penelitian didasarkan pada bukti kuantitatif dari proses produksi, sehingga perbaikan yang diusulkan dan diterapkan menjadi akurat dan efektif.

Sedangkan Integrasi dengan FMEA digunakan dalam langkah *Analyze* dan *Improve* untuk menganalisis potensi

kegagalan dalam proses produksi air minum dan dampaknya terhadap kualitas produk. FMEA adalah alat yang kuat untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam proses produksi dan mengevaluasi dampaknya terhadap kualitas produk, khususnya dalam produksi air minum dalam kemasan, di mana risiko seperti kontaminasi, kesalahan pengisian, atau kerusakan kemasan dapat dianalisis secara sistematis. Dengan penilaian kuantitatif melalui *Risk Priority Number* (RPN) yang mempertimbangkan keparahan, frekuensi kejadian, dan kemampuan deteksi, FMEA membantu memprioritaskan perbaikan pada area yang paling kritis. Metode ini fokus pada pencegahan kegagalan sebelum terjadi, memungkinkan tindakan pencegahan yang meningkatkan kualitas secara keseluruhan.

Objek penelitian ini berfokus pada proses produksi air minum kemasan 600 ml di PT. UMSurya Bina Bangsa. Penelitian ini menyoroti masalah produk cacat dan efisiensi di lini produksi yang menjadi faktor penyebab cacat pada kemasan botol 600 ml.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi

Pada tahap observasi, peneliti melakukan pengamatan langsung di perusahaan, khususnya pada proses produksi air kemasan *S-Five* 600 ml dan pemborosan di lini produksi.

2. Wawancara

Pada tahap ini, peneliti melakukan wawancara langsung dengan pihak perusahaan untuk mendapatkan data yang relevan sesuai kebutuhan penelitian.

3. Studi Pustaka

Peneliti juga mencari berbagai referensi dari jurnal dan skripsi yang relevan untuk mendukung penelitian ini.

Variabel Penelitian

Variabel Independen (Independent Variable)

Variabel independen adalah variabel yang memengaruhi variabel terikat, baik secara positif maupun negatif [15]. Dalam penelitian ini, variabel independen yang digunakan adalah kualitas produk dan proses produksi.

Variabel Dependen (Dependent Variable)

Variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel independen [16]. Pada penelitian ini, variabel dependen meliputi jumlah produk cacat dan kepuasan pelanggan.

Operasional Variabel

Operasional variabel menjelaskan tentang variabel yang diteliti, termasuk konsep, indikator, dan skala pengukuran yang digunakan dalam penelitian. Variabel operasional dalam penelitian ini meliputi:

1. Produk cacat
2. Kualitas produk

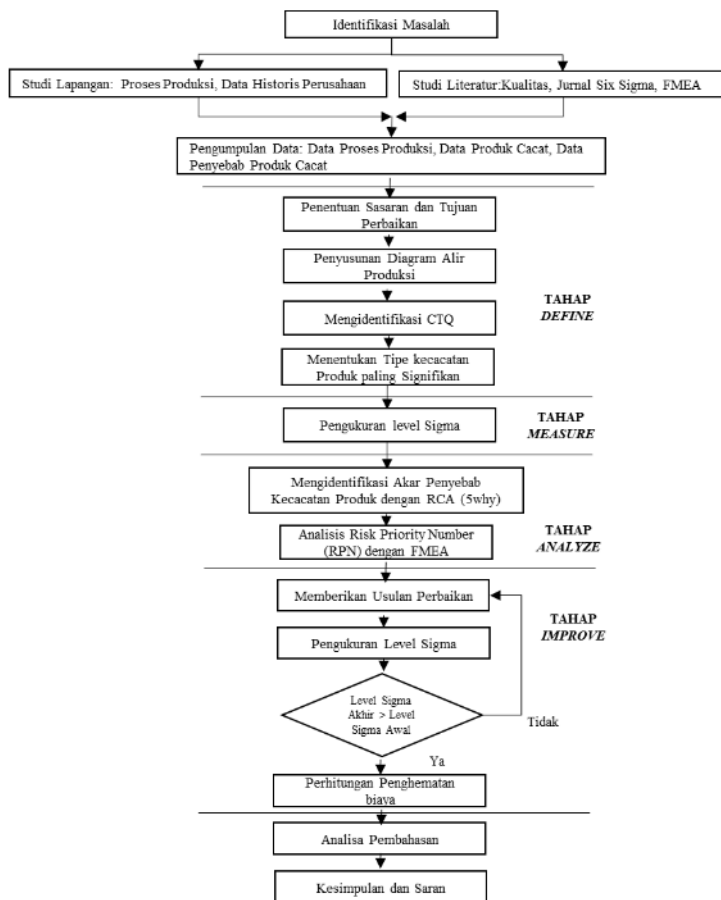
Tabel 1. Oprasional Variabel

Variabel	Konsep	Indikator	Skala
Produk cacat	Produk cacat merupakan produk yang tidak memiliki standar yang telah ditentukan, tetapi mengeluarkan biaya untuk pengerjaan kembali	Melakukan analisis produk cacat dan melakukan pengolahan data	Persentase
Kualitas produk	Kualitas produk merupakan salah satu karakteristik yang ada pada suatu produk yang dapat membuat konsumen puas	Daya tahan, kinerja, estetika produk	<i>Likert</i>
Proses produksi	Cara, metode atau teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa.	Tenaga kerja, mesin, dan bahan	<i>Likert</i>
Kepuasan Pelanggan	Tingkat kepuasan atau kebahagiaan yang dirasakan oleh pelanggan setelah membeli atau menggunakan produk tersebut dari sebuah perusahaan.	Kualitas produk, harga, persepsi nilai	<i>Likert</i>

Tahap Identifikasi Awal

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi terhadap objek yang akan dijadikan bahan penelitian tugas akhir. Identifikasi ini bertujuan untuk menemukan permasalahan yang ada pada objek yang diamati serta menentukan data-data yang diperlukan. Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan,

merumuskan tujuan penelitian, dan menentukan manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Identifikasi Masalah

Dalam tahap ini, peneliti melakukan diskusi dan *brainstorming* dengan pihak perusahaan terkait sistem produksi, produk yang dihasilkan, dan aspek-aspek lainnya. Diskusi ini menjadi dasar bagi peneliti dalam menentukan topik dan masalah yang akan diangkat dalam penelitian. Hasil dari *brainstorming* menunjukkan adanya permasalahan berupa cacat produk pada kemasan S-Five botol 600 ml.

Perumusan Masalah

Setelah masalah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah merumuskan permasalahan. Perumusan ini akan menjadi fokus utama dari isu-isu yang akan diselesaikan dalam penelitian.

Tujuan

Setelah permasalahan dirumuskan, penentuan tujuan dilakukan untuk menetapkan apa yang ingin dicapai melalui penelitian ini.

Studi Lapangan dan Studi Literatur

Pada tahap ini, terdapat dua bagian utama: studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan melibatkan pengamatan langsung terhadap proses produksi,

sedangkan studi literatur dilakukan dengan mencari referensi dari berbagai sumber, seperti jurnal dan skripsi, untuk mendukung penelitian.

Tahap Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui beberapa metode, yaitu observasi langsung, wawancara dengan pihak perusahaan, dan analisis data dari laporan perusahaan. Data yang dikumpulkan terdiri dari dua jenis: data primer dan data sekunder. Data sekunder mencakup informasi umum mengenai perusahaan atau data yang sudah ada terkait dengan masalah yang sedang diteliti, sedangkan data primer diperoleh langsung melalui observasi di lapangan. Berikut ini data yang digunakan dalam penelitian; Data Sekunder (Profil Perusahaan, Struktur organisasi Perusahaan, dan Proses produksi secara keseluruhan), Data Primer (Data jumlah produksi, Data jumlah cacat produk)

Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menerapkan metodologi DMAIC, yang mencakup penjelasan rinci mengenai fase *Define* dan fase *Measure*.

Tahap Define

Define adalah tahap awal dalam metode DMAIC di *Six Sigma* yang bertujuan untuk menjelaskan permasalahan yang terjadi di perusahaan.

Tahap Measure

Tahap *measure* digunakan untuk melakukan pengukuran dan pengolahan data yang telah diperoleh. Pengukuran *Critical to Quality* (CTQ): CTQ merupakan karakteristik yang harus dimiliki suatu produk agar sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Pada tahap ini, jenis cacat pada proses produksi diukur untuk dijadikan acuan dalam perhitungan DPMO dan level sigma guna melakukan analisis serta perbaikan kualitas produk. Perhitungan DPMO dan level sigma dilakukan untuk mengevaluasi seberapa baik proses produksi memenuhi kebutuhan pelanggan.

Tahap Analyze

Tahap analisis meliputi beberapa kegiatan berikut: Analisis akar penyebab waste dengan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA), termasuk teknik 5 Whys atau diagram sebab-akibat, untuk menemukan faktor penyebab waste di perusahaan. Dan Analisis *Risk Priority Number* (RPN) dari FMEA, di mana penyebab yang memiliki nilai RPN tertinggi akan menjadi prioritas perbaikan.

Tahap Improve

Tahap ini adalah tahap pemilihan dan pemberian rekomendasi perbaikan kepada perusahaan terkait permasalahan yang telah diidentifikasi.

Usulan perbaikan terhadap waste yang berpengaruh, serta pemberian alternatif perbaikan berdasarkan nilai RPN dari FMEA. Jika perbaikan yang dilakukan meningkatkan efisiensi dan level sigma, maka penyusunan standar operasional dilakukan. Jika tidak, alternatif perbaikan lainnya dipertimbangkan.

Tahap Control

Pada tahap ini dilakukan penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk mengawasi dan mempertahankan perbaikan yang telah dilakukan, sehingga proses produksi air minum kemasan tetap sesuai standar perusahaan.

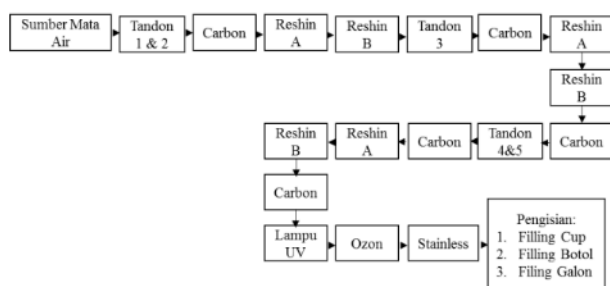
Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir ini berisi penarikan kesimpulan dari keseluruhan proses penelitian, yang bertujuan untuk menjawab tujuan penelitian. Selain itu, saran untuk perbaikan perusahaan dan arahan bagi penelitian selanjutnya juga diberikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Proses pengolahan air minum dimulai dari pengambilan air dari sumber mata air pegunungan hingga tahap produksi menjadi minuman yang siap dikonsumsi. Proses ini sangat penting, terutama untuk air minum yang dikonsumsi setiap hari, guna memastikan kualitas dan keamanan air yang dihasilkan. Pengolahan ini juga bertujuan untuk memeriksa kandungan yang ada di dalam air minum tersebut. Berikut adalah tahapan pengolahan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) di PT. UMSurya Bina Bangsa.



Gambar 2. Alur Proses Produksi

Pengolahan Data

Tahap Define

PT. UMSurya Bina Bangsa memproduksi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) sesuai dengan permintaan pelanggan setiap hari. Namun, dalam proses produksi, masih ditemukan perbedaan antara jumlah produksi dan jumlah produk cacat. Pada proses produksi air minum, terdapat sejumlah produk yang mengalami cacat. Berikut adalah data produk cacat untuk AMDK 600 ml *S-Five*.

Tabel 2. Data Jumlah *Defect* Satuan botol Produk *S-Five* 600 ml

Jumlah <i>Defect</i> Dalam Satuan Box				
Bulan	Jumlah Produksi	<i>Defect</i>	Botol Peyok	Tutup Pecah
Jan	191	12,63	3,17	9,46
Feb	215	15,3	2,13	13,13
Mar	260	13	2,46	10,5
Apr	290	24,33	2,33	22
Mei	227	15,75	1,92	13,83
Jun	285	15,25	2,54	12,71
Jul	242	12,6	1,63	10,96
Ags	402	26,9	2,79	24,17
Sept	334	26,6	2,1	24,5
Okt	279	23,2	0,4	22,8
Nov	587	57,5	2,75	54,79
Des	436	27,1	2,5	24,6
Total	3748	270,16	26,72	243,45

(Sumber: Pengumpulan Data)

Tahap Measure

Pada tahap ini, dilakukan pengukuran terhadap pemborosan (waste) yang terjadi selama produksi Air Minum Dalam Kemasan botol 600 ml di PT. UMSurya Bina Bangsa. Pengukuran ini meliputi aspek *Critical To Quality* (CTQ) dan penentuan nilai sigma di perusahaan tersebut.

Pengukuran Critical to Quality (CTQ)

Pengukuran CTQ digunakan untuk menentukan kriteria kualitas yang dianggap penting oleh pelanggan. Data CTQ diperoleh melalui wawancara dengan pihak perusahaan, yaitu kepala produksi dan admin produksi. Menurut perusahaan, banyak keluhan konsumen yang berkaitan dengan cacat produk, terutama tutup botol yang pecah dan botol yang penyok. CTQ adalah elemen yang paling krusial bagi pelanggan. Berdasarkan pendapat konsumen, aspek yang paling sering dikeluhkan dan dianggap penting adalah kualitas tutup botol. Berikut adalah berbagai atribut CTQ selama proses produksi Air Minum Dalam Kemasan botol 600 ml merk *S-Five*, yang dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ) *S-Five* 600 ml

Produk	CTQ	Spesifikasi
Produk <i>S-Five</i> 600 ml	Tutup Pecah	Diameter tutup botol yang tidak sesuai
	Botol peyok	Bahan dari botol yang digunakan tipis
	Label miring	Label yang tidak pas

(Sumber: Hasil wawancara 2024)

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak perusahaan, *critical to quality* atau titik kritis pada produk yang paling sering menimbulkan keluhan dari pelanggan adalah tutup botol yang pecah. Selain itu, ada juga masalah botol penyok dan label yang tidak sempurna, meskipun label yang miring tidak terlalu berdampak signifikan. Masalah yang paling berpengaruh adalah tutup botol.

Tutup Botol Pecah

Tutup botol yang pecah disebabkan oleh ukuran diameter tutup yang tidak sesuai. Beberapa tutup botol berbentuk oval, bukan bulat sempurna, yang menyebabkan tutup menjadi pecah saat proses pengepresan. Selain itu, tekanan mesin press yang terlalu kuat juga dapat menjadi penyebab pecahnya tutup botol.



Gambar 3. *Defect* Tutup Botol Pecah

Botol Penyok

Botol penyok dapat disebabkan oleh penanganan yang kasar, seperti ketika botol dibanting, yang menyebabkan deformasi. Selain itu, penyok juga bisa terjadi karena tekanan antara jalur botol di mesin terlalu kuat saat botol menuju proses pengisian, yang menyebabkan botol tertekan hingga penyok.



Gambar 4. *Defect* Tutup Botol Penyok

Label Miring

Cacat berupa label yang miring lebih jarang terjadi di PT. UMSurya Bina Bangsa, dan keluhan terkait masalah ini juga relatif sedikit.

Pengukuran Tingkat Kinerja Proses

Perhitungan *Defect per million opportunity* (DPMO) dan level sigma digunakan untuk mengevaluasi kinerja proses saat ini. Berikut adalah hasil perhitungan tingkat kinerja proses.

Tabel 4. Level Sigma

Keterangan	Perhitungan
Berapa banyak jumlah produksi	3748
Berapa banyak unit yang gagal	270.16
Tingkat <i>Defect</i> (kesalahan)	0.072081110
Banyak CTQ yang terjadi	2
Peluang <i>Defect</i>	0.0360
Kemungkinan <i>Defect</i> per satu juta kesempatan (DPMO)	36041
Level Sigma	2.10

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tahap Analyze

Tahap ini merupakan analisis dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, serta menjelaskan rekomendasi perbaikan yang diperlukan.

Analisis Hasil *Value Stream Mapping* (VSM)

Berdasarkan hasil pengolahan data dari VSM, terdapat empat bagian dalam proses produksi, yaitu pelabelan, pengisian, penutupan, dan pengemasan. Setiap bagian memiliki aktivitas yang berbeda, yang diklasifikasikan menjadi tiga tipe aktivitas: *Value Added* (VA), *Non-Value Added* (NVA), dan *Necessary Non-Value Added* (NNVA). Setiap aktivitas memiliki durasi proses yang berbeda.

Dalam VSM, ditemukan dua jenis *waste* (pemborosan), yaitu pada proses NNVA yang melibatkan waktu tunggu karena pekerja harus menunggu mesin disetel ulang akibat kehabisan material di tengah proses produksi, serta *waste* transportasi yang terjadi pada pengambilan barang dari gudang ke ruang produksi.

1. Bagian Pelabelan

Pada bagian ini terdapat dua aktivitas, di mana satu aktivitas tergolong *Value Added* dan satu *Necessary Non-Value Added*. Pemasangan label pada botol merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah (VA) karena memudahkan konsumen mengenali produk, dengan durasi 24 detik. Sementara itu, persiapan botol termasuk aktivitas NNVA yang tidak memberikan nilai tambah namun masih diperlukan.

2. Bagian Pengisian

Terdapat tiga aktivitas di bagian ini, dengan satu aktivitas tergolong VA dan dua tergolong NNVA. Inspeksi volume air merupakan aktivitas NNVA dengan durasi 16 detik, yang tidak memberikan nilai tambah tetapi

dibutuhkan perusahaan. Sedangkan aktivitas pengisian air tergolong VA dengan durasi 70,4 detik.

3. Bagian Penutupan

Di bagian ini, terdapat empat aktivitas, dua di antaranya tergolong VA dan dua NNVA. Aktivitas pemasangan tutup botol dengan waktu 22,4 detik dan pengepresan tutup botol dengan waktu 29 detik termasuk VA karena penting untuk mencegah kontaminasi air dan memastikan tutup botol terpasang rapat. Sementara itu, set up mesin dan persiapan tutup botol, masing-masing dengan durasi 16 detik dan 17,2 detik, tergolong NNVA.

4. Bagian Pengemasan

Bagian ini terdiri dari empat aktivitas, dengan satu aktivitas VA dan tiga NNVA. Pengemasan botol ke dalam kotak dengan durasi 15,6 detik merupakan VA karena menjadi bagian penting dalam proses pengiriman. Sedangkan persiapan bahan baku (kotak) dengan waktu 25 detik dan inspeksi akhir dengan waktu 12,8 detik tergolong NNVA. Total durasi aktivitas *value added* adalah 161,4 detik dengan persentase 56,4%, sementara aktivitas *necessary non-value added* berdurasi 124,8 detik dengan persentase 44%.

Analisis Level Sigma

Hasil perhitungan sigma menunjukkan nilai sigma sebesar 2,10 dengan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) sebesar 36.041. Ini berarti dari satu juta kesempatan, terdapat 36.041 kemungkinan terjadinya cacat dalam proses produksi. Level sigma ini masih di atas rata-rata industri Indonesia, yang berada pada level 3 sigma. Namun, jika dibandingkan dengan standar industri kelas dunia yang mencapai level sigma 6, hasil ini masih memerlukan perbaikan untuk menurunkan DPMO dan meningkatkan level sigma perusahaan.

Analisis Akar Penyebab Waste menggunakan Root Cause Analysis (5 Whys)

Root Cause Analysis (RCA) adalah metode yang digunakan untuk menemukan akar penyebab masalah. Dalam penelitian ini, RCA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab pemborosan (waste) di perusahaan. Proses ini melibatkan tabel 5 *Why* serta *brainstorming* dengan pihak perusahaan, seperti kepala produksi, manajer, dan admin produksi.

Tabel 5. RCA-5 *Why* untuk Botol Pecah

<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
Kesalahan Dimensi Tutup botol	Dimensi tutup botol yang tidak sesuai dari <i>supplier</i>	Operator kurang teliti	Tidak adanya inspeksi terhadap dimensi botol	N/A
	Kualitas tutup botol yang mudah pecah	Material kebocoran saat musim hujan	Kesalahan saat penumpukan barang digudang	N/A
Kualitas tutup botol	Keadaan tutup yang sudah pecah dari <i>supplier</i>	Material yang digunakan kurang bagus	Pembelian tutup botol dengan dua tempat yang memiliki kualitas berbeda	Tidak adanya pemeriksaan material saat pembelian
Tekanan mesin <i>press</i> botol	Tekanan yang terlalu tinggi saat menutup botol	Pengaturan mesin yang tidak tepat	Operator terburu-buru	N/A

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil identifikasi, pemborosan yang paling berpengaruh adalah *Defect*. Selama proses produksi, banyak terjadi cacat, terutama tutup botol pecah dan botol penyok. *Defect* ini menyebabkan kerugian signifikan, karena material yang cacat harus langsung dibuang, yang pada akhirnya meningkatkan biaya.

Dengan menggunakan analisis 5 *Why*, diharapkan dapat ditemukan akar penyebab dari cacat tersebut sehingga langkah-langkah antisipasi bisa diambil. Berikut ini adalah analisis 5 *Why* untuk *Defect* tutup botol pecah dan botol penyok.

Tabel 6. RCA-5 Why Untuk Botol Peyok

<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>
Kesalahan saat penumpukan dan penataan di gudang	Penumpukan botol yang terlalu tinggi dapat menyebabkan botol peyok	Jumlah botol kosong yang terlalu banyak	N/A
Material botol yang kurang bagus	Kesalahan dalam pemilihan material botol	Tidak adanya inspeksi ulang setelah pembelian material botol	N/A
Tekanan pengisian yang berlebihan	Tekanan saat botol antri masuk ke mesin <i>filling</i> yang terlalu tinggi dapat menyebabkan botol peyok	Operator kurang teliti saat menata botol	N/A
Penanganan yang kasar	Pengambilan material botol yang kurang berhati-hati	Operator yang kurang berhati-hati	N/A

(Sumber: Pengolahan Data)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Setelah akar penyebab masalah ditemukan, langkah selanjutnya adalah memilih penyebab yang paling kritis berdasarkan tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*). Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat tabel kriteria dan peringkat penilaian untuk setiap kriteria. Kemudian, akar penyebab masalah diinput sebagai bentuk kegagalan dalam FMEA. Penyebab masalah ini akan digunakan untuk menentukan seberapa besar dampak (*effect*) dan kemampuan deteksi kegagalan tersebut (*detection*). Penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* terhadap semua kegagalan dilakukan melalui *brainstorming* dengan pihak

perusahaan, seperti kepala produksi dan manajer, serta melalui pengamatan langsung.

Dalam tabel FMEA, terdapat beberapa kolom, termasuk *potential failure mode* (jenis kegagalan yang mungkin terjadi), *potential failure effect* (dampak yang ditimbulkan oleh kegagalan tersebut), *potential failure cause* (penyebab kegagalan), serta kontrol yang ada saat ini (*current control*). Penilaian untuk *severity*, *occurrence*, dan *detection* dilakukan untuk menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN), yang diperoleh dengan mengalikan ketiga nilai tersebut. Berikut adalah Tabel yang menunjukkan hasil FMEA untuk kedua jenis cacat yang terjadi.

Tabel 7. Hasil Perhitungan FMEA

<i>Failure Mode Potencial Effect</i>		<i>S</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>O</i>	<i>Current Control</i>	<i>D</i>	<i>SxOxD= RPN</i>
Tutup Pecah	Kesalahan desain tutup botol	5	Desain tutup botol yang tidak sesuai	6	Pemeriksaan material tutup botol sebelum digunakan.	2	60
	Kualitas tutup botol	7	Keadaan tutup botol yang tidak bagus	4	Inpeksi saatakan melakukan pembelian	3	84
	Penyimpanan yang salah	8	Kesalahan saat penumpukkan digudang	6	Penataan material dengan rapisaat menyimpan digudang	3	144
	Tekanan saat pengepresan	7	Tekanan yang terlalu kuat saat pengepresan tutup botol akan membuat tutup botol tersebut pecah	6	Setting kecepatan mesin presstutup botol	5	210
Botol Peyok	Material botol yang kurang bagus	3	Bahan botol yang tipis	2	Inpeksivisual	4	24

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel 7, *Defect* dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi pertama sebesar 210 disebabkan oleh tekanan berlebih saat pengepresan tutup botol, yang dapat menyebabkan tutup pecah. RPN tertinggi kedua, sebesar 144, terjadi karena kesalahan dalam penumpukan material di gudang yang tidak rapi, menyebabkan kerusakan material. *Defect* ketiga, dengan RPN 108, disebabkan oleh tekanan saat botol masuk ke mesin pengisian, yang membuat botol terhimpit dan penyok. RPN keempat sebesar 84 disebabkan oleh kualitas tutup botol yang buruk, yang dapat menyebabkan tutup pecah saat pengepresan. Selain itu, penumpukan botol yang terlalu tinggi di gudang juga menyebabkan penyok dengan RPN sebesar 72. Penanganan kasar oleh operator seperti membanting botol menghasilkan RPN sebesar 36, sementara pemilihan material botol yang tipis dan kurang kuat, menyebabkan botol mudah penyok, dengan RPN sebesar 24.

Improve

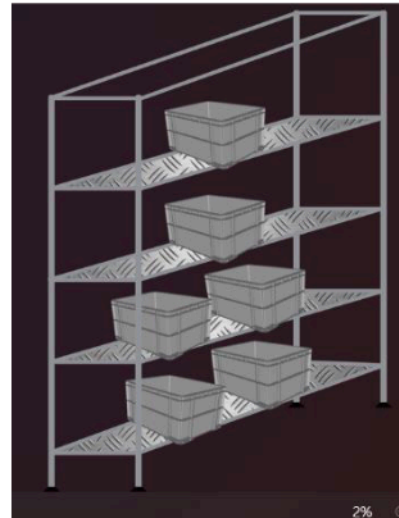
Rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan level sigma didasarkan pada nilai RPN tertinggi yang diperoleh dari analisis FMEA. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi nilai RPN tertinggi, dan masalah dengan nilai RPN tertinggi akan diselesaikan terlebih dahulu. Ada dua jenis *Defect* yang telah diidentifikasi, yaitu tutup botol pecah dan botol penyok. Berikut adalah rekomendasi perbaikan untuk kedua *Defect* tersebut:

Defect tutup botol pecah yang memiliki nilai RPN tertinggi, disebabkan oleh tekanan berlebih selama proses pengepresan dan posisi tutup botol yang belum tepat. Rekomendasi perbaikan meliputi pembuatan Standar Operasional Prosedur (SOP) Pengaturan Mesin Press:

1. Lakukan pemeriksaan awal untuk memastikan mesin dalam keadaan bersih dan bebas dari debu atau kontaminan lainnya.
2. Periksa kondisi fisik mesin untuk memastikan tidak ada kerusakan.
3. Sesuaikan kecepatan mesin dengan kapasitas produksi yang diinginkan.
4. Pastikan kecepatan mesin tidak terlalu tinggi agar tidak menyebabkan cacat produk.
5. Uji beberapa tutup botol untuk memastikan mesin berfungsi dengan baik.
6. Pastikan tutup botol terpasang dengan sempurna dan tidak mengalami cacat.
7. Pantau mesin secara berkala untuk memastikan semua parameter tetap sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.
8. Lakukan pemeriksaan visual terhadap produk secara rutin untuk memastikan kualitas tetap terjaga.
9. Lakukan perawatan rutin pada mesin dan catat jadwal perawatan.

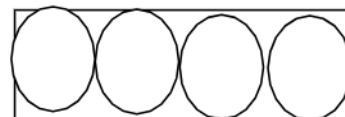
10. Bersihkan mesin setelah digunakan, pastikan mesin benar-benar dimatikan sesuai prosedur.

Defect penyimpanan material di gudang yang memiliki nilai RPN tertinggi kedua, disebabkan oleh penataan material yang tidak rapi. Rekomendasi perbaikannya adalah membuat rak dengan *box* untuk menyimpan tutup botol secara teratur, guna menghindari kerusakan pada material.



Gambar 5. Usulan Desain Rak

Defect botol penyok saat antrian di mesin pengisian yang memiliki nilai RPN tertinggi ketiga, disebabkan oleh antrian botol yang tidak teratur. Rekomendasi perbaikannya adalah menambahkan pembatas lubang botol sesuai dengan ukuran botol agar botol tidak saling mendesak.



Gambar 6. Desain Pembatas Botol

Estimasi Peningkatan Level Sigma Dan Penghematan

Estimasi pengurangan cacat tutup botol pecah sebesar 30% didasarkan pada identifikasi nilai RPN tertinggi, yang diprioritaskan untuk diselesaikan terlebih dahulu. Usulan perbaikan diharapkan dapat mengurangi cacat hingga 30%, meskipun masih diperlukan penyesuaian lebih lanjut. Sementara itu, cacat sebesar 40% terjadi karena alat yang tersedia belum sesuai dengan kebutuhan.

Estimasi pengurangan cacat dihitung berdasarkan penerapan rekomendasi perbaikan yang telah dilakukan, seperti pada cacat tutup botol pecah dan botol penyok, yang disebabkan oleh faktor berbeda. Untuk mengatasi cacat tutup botol pecah, rekomendasi perbaikannya adalah pembuatan rak dan *box* untuk penyimpanan tutup

botal agar lebih rapi di gudang. Dengan perbaikan ini, diperkirakan pengurangan *Defect* mencapai 83,71 *box* dari total cacat sebelumnya, yang berkontribusi pada peningkatan level sigma. Awalnya, level sigma adalah

2,10, dan setelah perbaikan, level sigma meningkat menjadi 2,54. Pendapatan tambahan dari implementasi perbaikan juga dapat dilihat dari tabel pengukuran level sigma setelah proses perbaikan dilakukan.

Tabel 8. Estimasi Pengurangan *Defect*

Jenis <i>Defect</i>	Jumlah <i>Defect</i> Awal	Perbaikan	Pengurangan	Estimasi Pengurangan <i>Defect</i>
Tutup Botol Pecah	243,45	Membuat standar operasional setting mesin press tutup. Pembuatan rak dan wadah untuk menaruh tutup botol	30%	73,03
Botol Peyok	26,72	Pemberian alat pembatas untuk botol agar botol tersebut tidak berdesakan saat antri	40%	10,68
Total <i>Defect</i> 270,16				83,71

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Tabel 9. Estimasi Peningkatan Level Sigma

Karakteristik Target	Jumlah <i>Defect</i>	Level Sigma
Kondisi awal	270,17	2,10
Setelah perbaikan	83,71	2,54

Berdasarkan tabel 9 diatas setelah menerapkan rekomendasi perbaikan dapat dilihat dari level sigma yang meningkat. Level sigma yang awalnya 2,10 menjadi 2,54 setelah dilakukan rekomendasi perbaikan.

Tabel 10. Estimasi Penghematan Biaya

Jenis <i>Defect</i>	Perbaikan	Biaya
Tutup Botol Pecah	Membuat standar operasional setting mesin press	Rp. 0,-
	Pembuatan rak dan wadah untuk menaruh tutup botol	Rp. 700.000
Botol Peyok	Pembuatan pembatas untuk menaruh botol	Rp. 500.000
Total <i>Defect</i>	89,46	Rp. 1.200.000
Total	Rp 2.511.300 – Rp 1.200.000 = Rp 1.311.300	

(Sumber: Hasil Analisis Data)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan DPMO dan level sigma. PT. UMSurya Bina Bangsa memiliki level sigma 2,10 dengan DPMO sebesar 36.041. Hasil analisis cacat produk menggunakan *Root Cause and Effect Analysis* menunjukkan bahwa penyebab utama cacat produk adalah kurangnya inspeksi saat pembelian material (tutup botol dan botol), ketelitian operator yang rendah, serta kesalahan dalam penumpukan material di gudang yang menyebabkan kerusakan.

Rekomendasi perbaikan untuk mengurangi cacat produk, seperti tutup botol pecah dan botol penyok, termasuk menyediakan rak dan *box* untuk menyimpan tutup botol agar tertata rapi di gudang dan tidak rusak. Untuk mengurangi botol penyok, disarankan untuk menambahkan pembatas pada botol agar tidak saling berhimpitan saat memasuki mesin pengisian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. N. Nabih, A. Takwanto, and M. Rahayu, "Pengaruh Konsentrasi Ozon Terhadap Nilai Ph Dan Total Dissolve Solid (Tds) Produk Air Minum Dalam Kemasan (Amdk)," *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, pp. 347–352, 2021.
- [2] S. Novianti and L. Sulistyorini, "Gambaran Pengolahan Air Baku menjadi Air Minum di Sumur PDAM X," *J. Ilm. Permas J. Ilm. STIKES Kendal*, vol. 12, no. 4, pp. 921–928, 2022.
- [3] D. Iswadi, F. Febrianti, and L. Lutvi, "MEMBANDINGKAN PROSES PENGOLAHAN AIR SUNGAI UNTUK MENGHASILKAN KUALITAS AIR BERSIH," *Ensiklopedia J.*, vol. 6, no. 3, pp. 64–70, 2024.
- [4] H. H. Purba, F. Debora, T. M. Sitorus, S. Aisyah, and C. Jaqin, "Analisis Kualitas Pelayanan Berbasis Preferensi Konsumen: Studi Kasus Pada Bengkel Kendaraan Roda Empat," *Invent. Ind. Vocat. E-Journal Agroindustry*, vol. 3, no. 2, pp. 49–53, 2022.
- [5] K. W. Wirakusuma, K. Kadriadi, and A. P. P. Purba, "Implementasi Metode Six Sigma Untuk Mereduksi Cacat Pada Produksi Sendok Premium (Studi Kasus PT. ABC)," *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 95–103, 2023.
- [6] N. Rahmawati, M. H. Hakim, and R. Akbar, "Peningkatan Kualitas Udang Rebon Kering Multirespon Mengintegrasikan Metode Taguchi Gray Relational Analysis dan Principal

DOI: <http://dx.doi.org/10.52759/inventory.v5i2.202>

Component Analysis,” vol. 4, no. 2, pp. 47–56, 2023.

- [7] M. hanifuddin Hakim and I. P. Augustlin, “Analisis Perbaikan Permasalahan Ukuran pada Klinker di PT. XYZ dengan Menggunakan Metode Fishbone,” *MINE-TECH J. Manuf. Ind. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 34–42, 2023.
- [8] H. Nursasongko, N. Niman, and L. E. Biardhian, “Sosialisasi Penggunaan Lean Six Sigma dengan Konsep DMAIC untuk Menghilangkan Muda Proses Pengambilan Baut Lebih dari Standar,” *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 11, pp. 443–454, 2022.
- [9] L. Chaplin and S. T. J. O’Rourke, “Lean Six Sigma and marketing: a missed opportunity,” *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. Vol. 63, no. No. 5, pp. 665–674, 2014.
- [10] A. Trimarjoko, D. M. H. Fathurohman, and S. Suwandi, “Metode Value Stream Mapping dan Six Sigma untuk Perbaikan Kualitas Layanan Industri di Automotive Services Indonesia,” *IJIEM-Indones. J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 1, no. 2, p. 91, 2020.
- [11] A. K. Akmal, R. Irawan, K. Hadi, H. T. Irawan, I. Pamungkas, and K. Kasmawati, “Pengendalian Kualitas Produk Paving Block untuk Meminimalkan Cacat Menggunakan Six Sigma pada UD. Meurah Mulia,” *J. Optim.*, vol. 7, no. 2, pp. 236–248, 2021.
- [12] S. Kaidah, T. M. Sitorus, and H. Dewi, “Integrasi Statistical Quality Control dan Failure Mode and Effect Analysis Dalam Menganalisis Defect Pada Proses Produksi,” *Invent. Ind. Vocat. E-Journal Agroindustry*, vol. 5, no. 1, pp. 11–19, 2024.
- [13] M. H. Hakim and M. L. Singgih, “Reduction defect in sewing work stations by integrating OTSM-TRIZ and FMEA,” *IPTEK J. Proc. Ser.*, no. 5, pp. 495–501, 2019.
- [14] A. Hidayat, *Strategi six sigma+ CD*. Elex Media Komputindo, 2007.
- [15] R. I. Anatasya, I. M. B. Dirgantara, and R. Nurdianasari, “Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Minat Beli Somethinc Di Kota Tangerang Selatan (Studi Pada Platform Tiktok Shop),” *Diponegoro J. Manag.*, vol. 12, no. 2, 2023.
- [16] N. Hidayani and M. Arief, “Pengaruh Kualitas Produk, Brand Image, Dan Harga Terhadap Kepuasan Konsumen Pada Bittersweet By Najla,” *J. Ind. Kreat. dan Kewirausahaan*, vol. 6, no. 1, pp. 60–74, 2023.