

## OPTIMALISASI KUALITAS PRODUK AMDK MELALUI PENDEKATAN SIX SIGMA DALAM UPAYA MENURUNKAN CACAT PRODUK

Raodah<sup>1</sup>, Irin Ramdhani<sup>2</sup>, Nurul Ilmi<sup>3</sup>, Erniyani<sup>4</sup>, Dwi Handayani<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Rekayasa Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar

<sup>5</sup>Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

\*Email: raodah@unm.ac.id

### Abstract

Product quality is a crucial factor in enhancing the competitiveness of the manufacturing industry, particularly in the Bottled Drinking Water (BDW) industry. This study aims to optimize the quality of bottled drinking water products through the Six Sigma approach in an effort to reduce product defect rates. The method employed is Six Sigma with the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) framework. The data used consist of product defect records collected over a three-month period, including broken bridge defects, tilted caps, standing caps, and overpressure defects. In the measure phase, defect rates, Defects Per Million Opportunities (DPMO), and sigma levels were calculated to evaluate the performance of the production process. The analyze phase revealed that broken bridge defects were the dominant type of defect based on Pareto diagram analysis, making them the primary focus for improvement efforts. Root cause analysis using a cause-and-effect (fishbone) diagram indicated that the main contributing factors originated from machine, method, and human aspects. Furthermore, in the improve phase, several corrective actions were proposed, including machine torque adjustment, operator training, implementation of Standard Operating Procedures (SOPs), and improvement of raw material quality. The control phase was conducted by establishing operational standards and process monitoring systems to ensure the sustainability of improvements. The results demonstrate that the implementation of Six Sigma provides a systematic solution for reducing product defects and continuously improving the quality of bottled drinking water products.

**Keywords:** Six Sigma; DMAIC; Bottled Drinking Water Product Quality

### 1. Pendahuluan

Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) merupakan salah satu sektor manufaktur yang mengalami pertumbuhan pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap air minum yang higienis, praktis, dan berkualitas tinggi. Dalam situasi persaingan industri yang semakin kompetitif, kualitas produk menjadi elemen strategis yang menentukan keunggulan bersaing perusahaan sekaligus membangun kepercayaan konsumen. Kualitas tidak semata-mata berkaitan dengan kesesuaian terhadap standar yang ditetapkan, tetapi juga mencerminkan kapabilitas perusahaan dalam menjaga konsistensi proses produksi secara berkelanjutan.

Namun pada implementasinya, industri AMDK masih dihadapkan pada berbagai permasalahan kualitas, khususnya tingginya tingkat cacat (*defect*) selama proses produksi. Kondisi ini terjadi pada perusahaan AMDK yang ada di

Makassar yang menjadi objek penelitian. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan proses secara sistematis agar perusahaan mampu mengatasi berbagai penyimpangan yang terjadi dalam proses produksinya serta meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Bentuk cacat yang kerap muncul antara lain *bridge patah*, *cap miring*, *cap standing*, dan *overpressure*. Permasalahan tersebut tidak hanya meningkatkan biaya produksi akibat aktivitas perbaikan ulang (*rework*) dan produk gagal (*scrap*), tetapi juga berdampak negatif terhadap kepuasan pelanggan serta citra perusahaan. Ningsi & Bota (2026) mengindikasikan bahwa cacat produk pada industri AMDK umumnya dipengaruhi oleh faktor mesin, manusia, metode, dan material yang belum terkelola secara optimal.

**Tabel 1.** Data kecacatan

Periode (Bulan)	Total Produksi (pcs)	Kecacatan (pcs)	Persentase (%)
I	3.906.020	64.474	1,65%

Periode (Bulan)	Total Produksi (pcs)	Kecacatan (pcs)	Persentase (%)
II	4.000.276	34.045	0,85%
III	4.003.012	43.120	1,08%

Sumber: Data diolah

Dari hasil data cacat di atas, menunjukkan bahwa terdapat tingkat kecacatan yang cukup signifikan sehingga perlu dilakukan analisis mendalam menggunakan pendekatan Six Sigma untuk mengidentifikasi penyebab utama cacat serta merumuskan langkah perbaikan yang tepat dan berkelanjutan.

Pendekatan pengendalian kualitas konvensional seringkali belum mampu memberikan solusi yang komprehensif dalam menekan tingkat cacat secara signifikan. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang berbasis data (*data-driven*) dan terstruktur untuk meningkatkan kualitas proses secara sistematis. Salah satu pendekatan yang terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas dan menurunkan variasi proses adalah metode Six Sigma. Six Sigma merupakan metodologi manajemen kualitas yang berfokus pada pengurangan variasi dan cacat hingga mencapai tingkat 3,4 cacat per satu juta peluang (*Defects Per Million Opportunities/DPMO*) (Gaspersz, 2002); (Montgomery, 2020).

Metode Six Sigma mengadopsi siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) sebagai pendekatan sistematis dalam upaya peningkatan kualitas proses secara berkesinambungan. Melalui rangkaian tahapan tersebut, perusahaan mampu menentukan karakteristik mutu yang paling penting (*Critical to Quality/CTQ*), mengevaluasi performa proses secara kuantitatif, mengidentifikasi akar penyebab terjadinya penyimpangan, serta merancang dan mengimplementasikan tindakan perbaikan yang tepat guna. Implementasi Six Sigma pada industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) efektif dalam menurunkan tingkat cacat produksi secara signifikan sekaligus meningkatkan kapabilitas proses yang tercermin dari nilai sigma yang lebih tinggi (Jasuli & Wahid, 2023).

Sejalan dengan urgensi peningkatan kualitas tersebut, penerapan metode Six Sigma dalam industri AMDK tidak hanya berorientasi pada penurunan jumlah cacat, tetapi juga pada upaya membangun sistem pengendalian kualitas yang terintegrasi dan berkelanjutan. Dalam perspektif *Total Quality Management (TQM)*, keberhasilan implementasi Six Sigma sangat ditentukan oleh komitmen manajemen puncak, keterlibatan

sumber daya manusia, serta budaya organisasi yang mendukung perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) (Evans & Lindsay, 2010). Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya bersifat teknis-operasional, melainkan juga strategis dalam menciptakan keunggulan kompetitif jangka panjang.

Integrasi antara Six Sigma dengan teknik analisis kualitas seperti *Statistical Process Control (SPC)*, *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*, serta *Root Cause Analysis (RCA)* menjadi faktor kunci dalam mengidentifikasi dan meminimalkan sumber variasi proses. Pendekatan berbasis statistik ini memungkinkan perusahaan untuk mengambil keputusan yang lebih akurat dan berbasis fakta (*fact-based decision making*), sehingga setiap tindakan perbaikan yang dilakukan memiliki tingkat efektivitas yang tinggi (Montgomery, 2020). Dalam konteks industri AMDK, penggunaan alat-alat tersebut sangat relevan untuk mengendalikan parameter kritis seperti tekanan pengisian (*filling pressure*), akurasi volume, dan kualitas penyegelan kemasan.

Implementasi Six Sigma dalam industri AMDK masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan sumber daya manusia yang kompeten, kurangnya komitmen manajemen, serta belum optimalnya sistem pengumpulan dan analisis data produksi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih mendalam untuk mengkaji penerapan Six Sigma secara komprehensif dalam upaya mengoptimalkan kualitas produk AMDK sekaligus menurunkan tingkat cacat produksi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan guna menganalisis tingkat kualitas proses produksi AMDK serta mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya cacat dengan menggunakan pendekatan Six Sigma. Melalui penerapan tahapan DMAIC secara terstruktur dan sistematis, diharapkan dapat dihasilkan rekomendasi perbaikan yang efektif dan implementatif guna menekan tingkat cacat, meningkatkan kapabilitas proses, serta memastikan pencapaian standar mutu produk yang optimal. Pada akhirnya, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi secara teoritis dalam pengembangan bidang manajemen kualitas serta kontribusi praktis bagi industri AMDK dalam memperkuat daya saing di tengah persaingan pasar yang semakin kompetitif.

## 2. 2. Landasan Teori

### 2.1 Konsep Kualitas

Kualitas merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan daya saing perusahaan manufaktur, khususnya pada industri air minum dalam kemasan (AMDK). Kualitas tidak hanya mencakup kesesuaian spesifikasi teknis, tetapi juga persepsi pelanggan terhadap nilai dan kepuasan produk yang diterima. Dalam konteks industri modern, kualitas menjadi indikator keberhasilan sistem produksi yang terintegrasi dan berorientasi pada pelanggan (*customer-oriented*) (Heizer et al., 2020).

Secara konseptual, kualitas dapat diartikan sebagai kemampuan suatu produk untuk memenuhi atau melampaui harapan pelanggan. Pendekatan ini dikenal sebagai *fitness for use*, yang menekankan bahwa kualitas tidak hanya diukur dari standar teknis, tetapi juga dari kegunaan produk dalam memenuhi kebutuhan konsumen (Goetsch & Davis, 2020).

Dalam perspektif *Total Quality Management* (TQM), kualitas merupakan tanggung jawab seluruh elemen organisasi, bukan hanya bagian produksi. Implementasi TQM mendorong perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) melalui keterlibatan seluruh karyawan dan penggunaan data dalam pengambilan keputusan (Oakland et al., 2020). Pendekatan ini sangat penting untuk meminimalkan cacat produk pada proses produksi AMDK.

Kualitas produk juga dapat diukur melalui indikator seperti tingkat cacat (*defect rate*), kepuasan pelanggan, dan kesesuaian terhadap standar industri. Dalam penelitian Takwah (2025), ditemukan bahwa tingkat cacat seperti kebocoran kemasan dan kerusakan tutup menjadi indikator utama kualitas yang harus dikendalikan secara ketat. Selain itu, standar kualitas pada industri AMDK sangat dipengaruhi oleh regulasi keamanan pangan dan kesehatan. Produk harus memenuhi standar mutu air minum yang aman dan layak konsumsi, sehingga pengendalian kualitas menjadi aspek penting dalam menjaga kepercayaan konsumen (Usman et al., 2024).

### 2.2 Six Sigma

Six Sigma merupakan metode manajemen kualitas yang bertujuan untuk mengurangi variasi proses dan meminimalkan cacat hingga mencapai tingkat mendekati nol (*zero defect*). Secara statistik, Six Sigma mengacu pada tingkat cacat sebesar 3,4 per satu juta peluang (*defects per*

*million opportunities/DPMO*) (Pyzdek & Keller, 2021),

Metode ini berfokus pada peningkatan kualitas melalui pendekatan berbasis data dan analisis statistik. Six Sigma banyak digunakan dalam industri manufaktur karena mampu meningkatkan efisiensi proses dan menurunkan biaya akibat cacat produk.

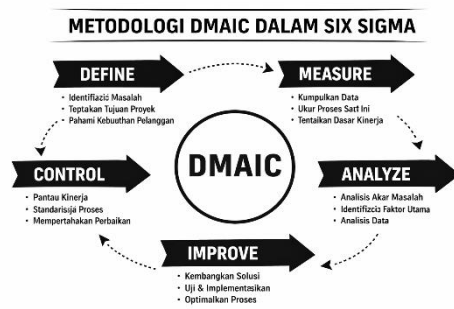
Six Sigma tidak hanya dipahami sebagai metode statistik, tetapi juga sebagai pendekatan strategis dalam pengendalian dan peningkatan kualitas produk secara berkelanjutan. Penelitian menunjukkan bahwa Six Sigma mampu mengendalikan variasi proses produksi melalui pendekatan berbasis data sehingga menghasilkan produk yang lebih konsisten dan sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Selain itu, pendekatan ini juga memperkuat pengambilan keputusan berbasis fakta (*fact-based decision making*) yang menjadi ciri utama manajemen kualitas modern (Suwanda, 2024).

Dalam implementasinya, Six Sigma mengintegrasikan berbagai alat kualitas seperti diagram Pareto, diagram sebab-akibat, dan analisis statistik untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk melakukan perbaikan secara sistematis dan terukur.

### 2.3 Metodologi DMAIC dalam Six Sigma

Metodologi DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) merupakan kerangka kerja utama dalam Six Sigma yang digunakan untuk meningkatkan kualitas proses secara sistematis dan berbasis data. DMAIC dirancang untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menghilangkan penyebab utama variasi serta cacat dalam proses produksi maupun layanan (Raodah, 2023). Pendekatan ini bersifat terstruktur dan berorientasi pada peningkatan berkelanjutan (*continuous improvement*) yang terukur secara kuantitatif (Pongboonchai-Empl et al., 2026).

DMAIC menekankan penggunaan metode statistik dan analisis data untuk memastikan bahwa setiap keputusan perbaikan didasarkan pada bukti empiris. Hal ini menjadikan DMAIC sebagai pendekatan yang unggul dibandingkan metode konvensional yang seringkali berbasis intuisi. Selain itu, DMAIC juga berfungsi sebagai kerangka pemecahan masalah (*problem-solving framework*) yang mampu meningkatkan stabilitas dan kapabilitas proses secara signifikan (AL-Tahat & Nsour, 2026).



**Gambar 1.** Metodologi DMAIC dalam Six Sigma

Gambar 1 di atas menggambarkan alur metodologi DMAIC dalam Six Sigma yang disusun secara berulang sebagai pendekatan sistematis untuk peningkatan kualitas proses. Tahapan dimulai dari *Define* yang berfokus pada identifikasi masalah, penetapan tujuan, dan pemahaman kebutuhan pelanggan, kemudian dilanjutkan dengan *Measure* untuk mengumpulkan data dan mengukur kinerja proses saat ini sebagai dasar evaluasi. Selanjutnya pada tahap *Analyze*, dilakukan analisis akar penyebab permasalahan menggunakan berbagai alat kualitas, yang menjadi dasar dalam tahap *Improve* untuk merancang, menguji, dan mengimplementasikan solusi perbaikan yang efektif. Tahap terakhir yaitu *Control* bertujuan menjaga keberlanjutan hasil perbaikan melalui pengendalian, standarisasi, dan pemantauan proses, sehingga kualitas yang telah dicapai dapat dipertahankan secara konsisten. Siklus ini bersifat kontinu, yang menunjukkan bahwa peningkatan kualitas merupakan proses berkelanjutan (*continuous improvement*).

DMAIC banyak diterapkan pada berbagai sektor industri, termasuk manufaktur, farmasi, dan jasa. Implementasi DMAIC mampu meningkatkan efisiensi proses, menurunkan tingkat cacat, serta meningkatkan produktivitas melalui pengurangan variasi proses. Hal ini menunjukkan bahwa DMAIC tidak hanya relevan secara teoritis, tetapi juga memiliki dampak nyata dalam peningkatan kinerja organisasi (Hieu et al., 2025).

Selain itu, DMAIC juga menjadi bagian integral dari Lean Six Sigma yang menggabungkan prinsip pengurangan variasi dan eliminasi pemborosan (*waste reduction*). Integrasi ini semakin diperkuat dengan perkembangan

teknologi Industri 4.0, di mana penggunaan data *real-time* dan analitik canggih meningkatkan efektivitas implementasi DMAIC dalam pengendalian kualitas (Pongboonchai-Empl et al., 2026).

Dengan demikian, DMAIC dapat dipandang sebagai pendekatan komprehensif yang tidak hanya berfokus pada perbaikan teknis, tetapi juga mencakup aspek manajerial, analitis, dan strategis dalam meningkatkan kualitas produk dan proses.

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif dan analitik, yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengukur, serta menganalisis tingkat cacat produk pada proses produksi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) menggunakan pendekatan Six Sigma. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini berbasis data numerik berupa jumlah cacat produk yang diolah menggunakan alat statistik untuk menentukan kinerja proses produksi.

Desain penelitian yang digunakan adalah studi kasus (*case study*) pada satu perusahaan AMDK, dengan fokus pada proses produksi dan pengendalian kualitas produk. Pendekatan studi kasus dipilih karena mampu memberikan gambaran mendalam mengenai kondisi nyata proses produksi serta faktor-faktor penyebab terjadinya cacat produk.

Metode Six Sigma yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), yang dilakukan secara sistematis untuk mengidentifikasi permasalahan kualitas, mengukur kinerja proses, menganalisis penyebab cacat, serta memberikan usulan perbaikan yang tepat.

Penelitian ini memanfaatkan data historis cacat produk selama 3 bulan terakhir, sehingga dapat menggambarkan kondisi aktual proses produksi serta menjadi dasar dalam pengambilan keputusan perbaikan kualitas secara berkelanjutan.

#### 3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data primer dalam penelitian ini diperoleh secara langsung dari sumber di lapangan melalui observasi langsung pada proses produksi AMDK untuk memahami alur produksi serta mengidentifikasi potensi terjadinya cacat produk. Wawancara dengan operator produksi dan bagian

quality control untuk memperoleh informasi terkait penyebab cacat dan proses pengendalian kualitas. Diskusi teknis dengan pihak manajemen atau supervisor produksi terkait kebijakan dan standar kualitas yang diterapkan.

Sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan yang relevan, meliputi data jumlah produksi dan jumlah cacat produk selama 3 bulan. Selain itu, data sekunder juga diperoleh tidak secara langsung dari objek penelitian, melainkan melalui sumber yang telah ada sebelumnya dan telah dipublikasikan seperti literatur dalam penunjang penulisan artikel ini.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti tahapan dalam metodologi Six Sigma DMAIC sebagai berikut:

#### 1. Tahap *Define*

Tahap ini merupakan fase awal dalam metodologi Six Sigma yang berperan sebagai fondasi dalam keseluruhan proses perbaikan kualitas. Pada tahap ini dilakukan penetapan tujuan atau sasaran perbaikan yang jelas, terukur, dan selaras dengan kebutuhan organisasi, serta identifikasi awal terhadap jumlah total cacat produk yang terjadi dalam proses produksi. Aktivitas ini bertujuan untuk memperoleh gambaran umum mengenai tingkat kinerja proses saat ini.

Selain itu, pada tahap *define* ini juga dilakukan penentuan *Critical to Quality* (CTQ), yaitu atribut-atribut kualitas yang paling penting bagi pelanggan. Penetapan CTQ didasarkan pada suara pelanggan (*voice of customer*) yang mencerminkan harapan, kebutuhan, dan persepsi pelanggan terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Dengan demikian, tahap ini tidak hanya berfokus pada identifikasi masalah, tetapi juga memastikan bahwa arah perbaikan yang akan dilakukan benar-benar berorientasi pada peningkatan kepuasan pelanggan dan penciptaan nilai tambah bagi perusahaan.

#### 2. Tahap *Measure*

Pada tahap ini dilakukan serangkaian analisis kuantitatif untuk mengidentifikasi prioritas permasalahan kualitas secara lebih terarah, di antaranya dengan menentukan jenis cacat yang paling dominan sebagai *Critical to Quality* (CTQ) menggunakan diagram Pareto, sehingga dapat diketahui kontribusi terbesar dari setiap jenis cacat terhadap total kecacatan produk. Selain itu, dilakukan pengukuran kinerja proses melalui perhitungan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) serta

penentuan tingkat sigma sebagai indikator kapabilitas proses dalam memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Hasil dari pengukuran ini menjadi dasar penting dalam mengevaluasi performa proses saat ini sekaligus sebagai acuan dalam merumuskan strategi perbaikan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

#### a. Pengukuran Tingkat Sigma dan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

##### 1) Menghitung *Defect Per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{\text{Total kerusakan}}{\text{Total produksi}} \dots\dots\dots(1)$$

##### 2) Menghitung *Defect Per Opportunity* (DPO)

$$DPO = \frac{DPU}{\text{Kemungkinan terjadinya kecacatan}} \dots\dots(2)$$

##### 3) Menghitung Nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \dots\dots\dots(3)$$

4) Mengonversi hasil perhitungan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) ke dalam tabel Six Sigma untuk menentukan tingkat sigma proses secara kuantitatif. Proses ini bertujuan untuk menginterpretasikan kinerja kualitas produksi dalam bentuk level sigma yang lebih mudah dipahami dan dibandingkan. Dengan demikian, tingkat kapabilitas proses dapat dievaluasi secara objektif sebagai dasar dalam pengambilan keputusan perbaikan kualitas.

#### 3. Tahap *Analyze*

Tahap ini mengidentifikasi dan menganalisis akar penyebab terjadinya cacat produk berdasarkan data yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini, dilakukan pengolahan dan evaluasi data menggunakan berbagai alat analisis kualitas seperti diagram Pareto untuk menentukan jenis cacat yang paling dominan, serta diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) untuk mengidentifikasi faktor penyebab berdasarkan aspek manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), material (*material*), dan lingkungan (*environment*).

#### 4. Tahap *Improve*

Tahap *Improve* merupakan fase dalam metodologi DMAIC yang berfokus pada perancangan dan implementasi solusi untuk mengurangi atau menghilangkan penyebab utama cacat yang telah diidentifikasi pada tahap analisis. Pada tahap ini dilakukan pengujian berbagai alternatif perbaikan seperti

pengaturan ulang parameter mesin, peningkatan metode kerja, serta penerapan teknik *poka-yoke* guna meminimalkan kesalahan proses. Implementasi solusi dilakukan secara terstruktur untuk memastikan efektivitas perbaikan sebelum diterapkan secara menyeluruh (Pongboonchai-Empl et al., 2026).

### 5. Tahap *Control*

Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah dilakukan dapat dipertahankan dalam jangka panjang melalui pengendalian dan standarisasi proses. Pada tahap ini diterapkan alat pengendalian seperti *control chart*, penyusunan standar operasional prosedur (SOP), serta monitoring kinerja secara berkala untuk mendeteksi penyimpangan sejak dini. Dengan adanya sistem pengendalian yang efektif, proses produksi dapat tetap stabil dan konsisten sehingga kualitas produk yang telah ditingkatkan dapat dipertahankan secara berkelanjutan (AL-Tahat & Nsour, 2026).

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 1.1 Hasil

#### 1. Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan tahap awal dalam metodologi Six Sigma yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan utama terkait kualitas produk AMDK. Pada tahap ini dilakukan pengelompokan dan penentuan jenis-jenis cacat produk yang terjadi selama proses produksi, seperti *bridge* patah, *cap* miring, *cap* standing dan *overpressure*. Berdasarkan hasil pengolahan data yang disajikan dalam diagram Pareto, dapat diketahui bahwa terdapat satu jenis cacat yang memiliki frekuensi paling dominan dibandingkan cacat lainnya. Oleh karena itu, fokus penelitian diarahkan pada jenis cacat dengan kontribusi terbesar terhadap total kecacatan, sehingga upaya perbaikan dapat dilakukan secara lebih efektif dalam rangka optimalisasi kualitas produk AMDK dan penurunan tingkat cacat produk.

#### 2. Tahap *Measure*

Sebelum dilakukan tahap pengukuran, terlebih dahulu perlu ditentukan karakteristik kualitas kritis (*Critical to Quality/CTQ*) yang relevan sebagai dasar evaluasi kinerja proses, sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Penentuan CTQ bertujuan untuk mengidentifikasi atribut kualitas utama yang berpengaruh terhadap tingkat kecacatan produk AMDK, sehingga proses pengukuran

dapat dilakukan secara lebih terarah dan akurat. Dalam konteks penelitian ini, CTQ ditetapkan berdasarkan jenis-jenis cacat yang sering terjadi pada produk AMDK 600 ml, yaitu *bridge* patah, *cap* miring, *cap* standing (Yu et al., 2022).

**Tabel 2.** Deskripsi CTQ

No	Deskripsi CTQ Potensial
1	Kekuatan dan ketahanan <i>bridge</i> terhadap tekanan
2	Keselarasn posisi tutup terhadap sumbu leher botol
3	Tutup terpasang sempurna
4	Kestabilan tekanan pada kemasan

Sumber: Data diolah

#### a) Pengukuran Tingkat Six Sigma dan *Defect Per Milion Oportunities* (DPMO)

Pengukuran tingkat Six Sigma merupakan tahapan penting dalam metode DMAIC, khususnya pada fase *measure*, yang bertujuan untuk mengetahui kinerja proses produksi secara kuantitatif berdasarkan tingkat kecacatan yang terjadi. Salah satu indikator utama yang digunakan dalam Six Sigma adalah *Defects Per Million Opportunities* (DPMO), yaitu ukuran yang menunjukkan jumlah cacat dalam satu juta peluang kejadian cacat. Melalui perhitungan ini, perusahaan dapat menilai sejauh mana proses produksi telah memenuhi standar kualitas yang diharapkan serta mengidentifikasi tingkat kapabilitas proses secara objektif (Putri et al., 2025); (Rizaldy et al., 2025).

Pengukuran DPMO dan tingkat sigma dilakukan berdasarkan data cacat produk AMDK selama periode tiga bulan, dengan mempertimbangkan jumlah unit produksi serta jenis cacat yang terjadi. Hasil perhitungan tersebut selanjutnya disajikan dalam bentuk Tabel 4 di bawah ini yang mencakup nilai *Defects per Unit* (DPU), *Defects per Opportunity* (DPO), DPMO, dan nilai sigma. Penyajian data ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang sistematis mengenai kinerja kualitas proses produksi serta menjadi dasar dalam tahap analisis dan perbaikan selanjutnya.

**Tabel 3.** Nilai *Defects per Unit* (DPU), *Defects per Opportunity* (DPO), DPMO, dan level sigma

Periode (Bulan)	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	DPU	DPO	DPMO	Nilai Sigma
I	3.906.020	64.474	0,016506	0,005502	5.502	4,04
II	4.000.276	34.045	0,008511	0,002837	2.837	4,27
III	4.003.012	43.120	0,010772	0,003591	3.591	4,19
Total	11.909.308	141.639	0,035789	0,01193	11.930	12,50
Rata-rata	3.969.769	47.213	0,011893	0,003964	3.964	4,16

Sumber: Data diolah

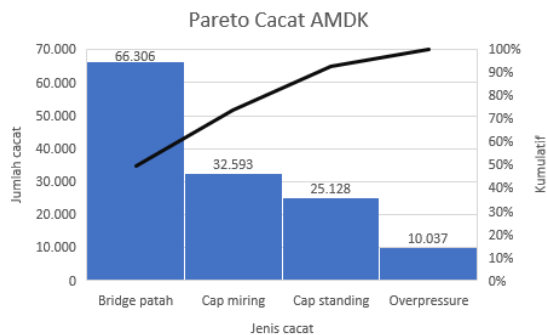
3. Tahap *Analyze*

Berdasarkan data produksi AMDK yang telah dikumpulkan selama periode pengamatan tiga bulan, ditemukan bahwa perusahaan masih mengalami tingkat kecacatan produk yang cukup signifikan. Berdasarkan hasil pengolahan data dan wawancara dengan pihak manajer serta operator bahwa terdapat empat jenis cacat dominan yang menjadi penyumbang utama terhadap total kecacatan produk selama periode tersebut, yaitu *bridge patah*, *cap miring*, *cap standing* dan *overpressure*.

Tabel 4. Data jenis cacat

Jenis cacat	Jumlah cacat (pcs)	Persentase (%)	Kumulatif
Bridge patah	66.306	49,46%	49,46%
Cap miring	32.593	24,31%	73,77%
Cap standing	25.128	18,74%	92,51%
Overpressure	10.037	7,49%	100%

Sumber: Data diolah



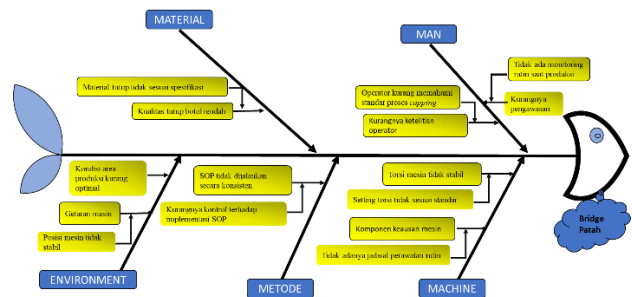
Gambar 2. Pareto cacat AMDK

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan diagram Pareto, diketahui bahwa cacat *bridge patah* merupakan jenis cacat dengan frekuensi tertinggi dibandingkan jenis cacat lainnya, yaitu sebesar 66.306 pcs. Cacat ini memberikan kontribusi dominan terhadap total kecacatan produk AMDK, sehingga termasuk dalam kategori prioritas utama dalam perbaikan kualitas.

Dominasi cacat *bridge patah* menunjukkan bahwa terdapat permasalahan signifikan pada proses *capping*, khususnya pada bagian pembentukan dan kekuatan segel (*bridge*) pada tutup botol. Oleh karena itu, analisis lebih lanjut difokuskan pada identifikasi akar penyebab cacat tersebut menggunakan pendekatan *root cause*

*analysis*, yaitu diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*).

Berdasarkan analisis penyebab, faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan cacat *bridge patah* dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, yaitu *man*, *machine*, *material*, *method* dan *environment*:



Gambar 3. Diagram *Fishbone*

4. Tahap *Improve*

Tahap berikutnya adalah Tahap *Improve* yang disusun berdasarkan hasil analisis akar penyebab menggunakan pendekatan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) dengan lima kategori utama (Man, Machine, Method, Material, Environment). Tabel 5 ini berisi faktor penyebab, akar masalah, serta usulan perbaikan yang dapat diimplementasikan.

Tabel 5. Usulan Perbaikan

No	Kategori	Penyebab Utama	Akar Masalah	Usulan Perbaikan
1	Man (Manusia)	Kurangnya ketelitian operator	Operator kurang memahami standar proses <i>capping</i>	Melakukan pelatihan ( <i>training</i> ) terkait prosedur <i>capping</i> dan standar kualitas
		Kurangnya pengawasan	Tidak ada monitoring rutin saat produksi	Meningkatkan pengawasan oleh supervisor produksi
2	Machine (Mesin)	Torsi mesin tidak stabil	Setting torsi tidak sesuai standar	Melakukan kalibrasi dan setting ulang torsi mesin sesuai spesifikasi
		Keausan komponen mesin	Tidak adanya jadwal perawatan rutin	Menyusun dan menerapkan jadwal <i>preventive maintenance</i>

No	Kategori	Penyebab Utama	Akar Masalah	Usulan Perbaikan
3	Method (Metode)	SOP tidak dijalankan secara konsisten	Kurangnya kontrol terhadap implementasi SOP	Melakukan evaluasi dan sosialisasi ulang SOP produksi
4	Material (Bahan Baku)	Kualitas tutup botol rendah	Material tutup tidak sesuai spesifikasi	Melakukan seleksi supplier dan inspeksi kualitas bahan baku
5	Environment (Lingkungan)	Kondisi area produksi kurang optimal	Lingkungan kerja tidak terkontrol	Menjaga kebersihan dan kestabilan area produksi
		Getaran mesin	Posisi mesin tidak stabil	Melakukan pengecekan dan penyesuaian posisi mesin

Sumber: Data diolah

#### 5. Tahap Control

Tahap *control* merupakan tahap akhir dalam metodologi Six Sigma yang bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh perbaikan yang telah diimplementasikan pada tahap *improve* dapat dipertahankan secara konsisten dalam jangka panjang. Pada penelitian ini, pengendalian difokuskan pada proses *capping* yang menjadi sumber utama cacat *bridge patah*, dengan cara melakukan standarisasi proses melalui penyusunan dan penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang lebih ketat dan terstruktur. Selain itu, dilakukan monitoring secara berkala terhadap parameter kritis seperti torsi mesin dan kualitas hasil penutupan botol untuk menjaga stabilitas proses produksi.

#### 4.2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kecacatan produk AMDK masih tergolong signifikan, dengan jenis cacat *bridge patah* sebagai penyumbang terbesar berdasarkan analisis diagram Pareto. Hal ini mengindikasikan bahwa proses *capping* merupakan titik kritis dalam sistem produksi yang memerlukan perhatian khusus. Tingginya frekuensi cacat pada bagian *bridge* menunjukkan adanya ketidaksesuaian dalam parameter proses, seperti torsi penutupan yang tidak stabil atau kualitas komponen tutup botol yang tidak seragam. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Yu et al., 2022) yang menyatakan bahwa variasi proses merupakan penyebab utama kegagalan kualitas

dalam sistem manufaktur dan dapat dikendalikan melalui pendekatan Six Sigma berbasis data.

Selanjutnya, hasil analisis akar penyebab menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) menunjukkan bahwa faktor mesin (*machine*) dan manusia (*man*) menjadi penyebab dominan terjadinya cacat *bridge patah*. Ketidaktepatan pengaturan mesin, kurangnya kalibrasi, serta minimnya pemeliharaan berkala menyebabkan ketidakkonsistenan dalam proses *capping*. Di sisi lain, kurangnya kompetensi operator dalam memahami standar kerja juga memperbesar peluang terjadinya kesalahan produksi. Hal ini diperkuat oleh penelitian (Pongboonchai-Empl et al., 2026); (AL-Tahat & Nsour, 2026) yang menyebutkan bahwa keberhasilan implementasi Six Sigma sangat dipengaruhi oleh stabilitas mesin dan kapabilitas sumber daya manusia dalam menjalankan proses produksi.

Implementasi tahap *improve* yang dirancang berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa perbaikan harus dilakukan secara terintegrasi, mencakup aspek teknis dan manajerial. Perbaikan pada mesin melalui kalibrasi torsi dan *preventive maintenance*, peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan, serta penguatan SOP menjadi langkah strategis dalam menurunkan tingkat cacat produk. Selain itu, pengendalian kualitas bahan baku dan stabilitas lingkungan kerja juga menjadi faktor pendukung keberhasilan perbaikan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pendekatan Lean Six Sigma yang terintegrasi mampu meningkatkan efisiensi proses sekaligus menurunkan tingkat cacat secara signifikan (Hieu et al., 2025).

#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan pendekatan Six Sigma dengan metode DMAIC, dapat disimpulkan bahwa tingkat kecacatan produk AMDK masih didominasi oleh cacat *bridge patah* yang menjadi prioritas utama dalam perbaikan kualitas. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyebab utama cacat berasal dari faktor mesin, manusia, metode, material, dan lingkungan, dengan faktor mesin dan metode menjadi penyumbang terbesar. Melalui tahapan *improve*, diperoleh usulan

perbaikan berupa kalibrasi mesin, penerapan SOP yang lebih konsisten, peningkatan kualitas bahan baku, serta pelatihan operator. Dengan implementasi perbaikan tersebut, diharapkan perusahaan mampu menurunkan tingkat cacat produk secara signifikan serta mengoptimalkan kualitas produk AMDK secara berkelanjutan.

## DAFTAR REFERENSI

- AL-Tahat, M. D., & Nsour, M. A. (2026). The application of continuous improvement and lean six sigma-DMAIC methodologies in pharmaceutical industry. *Human Systems Management, 45*(2), 196–211.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2010). *Managing for quality and performance excellence*. Delmar Learning.
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman implementasi program six sigma terintegrasi dengan ISO 9001: 2000, MBNQA, dan HACCP*.
- Goetsch, D. L., & Davis, S. B. (2020). *Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality* (9th ed.). Pearson.
- Heizer, J., Render, B., Munson, C. L., & Griffin, P. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management*.
- Hieu, N. K., Ngoc, H. T. M., & Van, N. T. A. (2025). *Applying DMAIC Method in Six Sigma to Improve Productivity: A Case Study at a Fabric Manufacturing Company*.
- Issue, V., & Takwah, K. Z. (2025). *JUTIN: Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Analisa Pengendalian Kualitas Produk HUBAB di PT Dalwa*. 8(3). <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.46006>
- Jasuli, M., & Wahid, A. (2023). Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Pada Produk Amdk Cup 220 Ml (Pojur) Dalam Upaya Meminimalisir Terjadinya Reject Pada CV. Lia Tirta Jaya Prigen. *Jurnal Cakrawala Ilmiah, 2*(10).
- Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control*. John Wiley & sons.
- Ningsi, B. A., & Bota, F. R. R. (2026). Quality Control of Packaged Drinking Water (AMDK) Products:(Case Study: CV. Tirta Sasmita). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan, 5*(1), 293–302.
- Oakland, J., Oakland, R., & Turner, M. (2020). *Total Quality Management and Operational Excellence: Text with Cases*. <https://doi.org/10.4324/9781315561974>
- Pongboonchai-Empl, T., Antony, J., Garza-Reyes, J. A., Tortorella, G. L., Komkowski, T., & Stemann, D. (2026). DMAIC 4.0-innovating the Lean Six Sigma methodology with Industry 4.0 technologies. *Production planning & control, 37*(2), 170–191.
- Putri, A. H., Wahyudi, R., & Nugraha, A. T. (2025). Pendekatan Six Sigma Dengan Tahapan DMAI Terhadap Kualitas Pada Kemasan Gula. *Teknoin, 30*(1).
- Pyzdek, T., & Keller, P. (2021). *The Six Sigma Handbook*. MC GRAW HILL INDIA.
- Raodah, R. (2023). Aplikasi Metode DMAIC untuk Meminimasi Cacat Produk Kantong Semen Jenis Kraft. *Journal of Industrial Engineering Innovation, 1*(02), 65–71.
- Rizaldy, M., Wiyatno, T. N., & Intani, A. E. (2025). Analisis Pengendalian Akurasi Stock Opname Menggunakan Metode Six Sigma DMAIC di PT X. *JOURNAL OF INDUSTRIAL AND MANUFACTURE ENGINEERING, 9*(1), 68–77.
- Suwanda, S. (2024). The role of the Six Sigma method in controlling and improving product quality. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia (JIM-ID), 3*(01), 34–42.
- Usman, A., Khan, H., Tariq, R., Atta, M. S., Rehman, A., & Iqbal, M. M. (2024). Sustainable water solutions: a Six Sigma approach to membrane-based filtration system design. *Frontiers in Environmental Science, 12*, 1352210.
- Yu, C.-M., Huang, T.-H., Chen, K.-S., & Huang, T.-Y. (2022). Construct Six Sigma DMAIC improvement model for manufacturing process quality of multi-characteristic products. *Mathematics, 10*(5), 814.