

2836-9872-1-ED.pdf

 Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto

Document Details

Submission ID

trn:oid:::3618:80483613

Submission Date

Jan 29, 2025, 11:08 PM GMT+7

Download Date

Jan 29, 2025, 11:23 PM GMT+7

File Name

2836-9872-1-ED.pdf

File Size

409.6 KB

12 Pages

4,947 Words

30,949 Characters

12% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.




Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 10 words)

Exclusions

- ▶ 1 Excluded Match

Top Sources

- 9%  Internet sources
- 5%  Publications
- 8%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags




0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 9%  Internet sources
- 5%  Publications
- 8%  Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

| | | | |
|----|-----------------|--|-----|
| 1 | Internet | text-id.123dok.com | <1% |
| 2 | Submitted works | Forum Perpustakaan Perguruan Tinggi Indonesia Jawa Timur on 2020-07-28 | <1% |
| 3 | Submitted works | Universitas Putera Batam on 2019-11-27 | <1% |
| 4 | Internet | jurnal.poltekba.ac.id | <1% |
| 5 | Internet | sentekmi.maranatha.edu | <1% |
| 6 | Internet | jurnalpenyuluhan.ipb.ac.id | <1% |
| 7 | Submitted works | Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2023-07-12 | <1% |
| 8 | Submitted works | Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2020-08-15 | <1% |
| 9 | Submitted works | Universitas Muhammadiyah Surakarta on 2023-01-17 | <1% |
| 10 | Internet | ejournal.ust.ac.id | <1% |
| 11 | Internet | uia.e-journal.id | <1% |

| | | | |
|----|-----------------|---|-----|
| 12 | Submitted works | Universitas Putera Batam on 2019-11-27 | <1% |
| 13 | Internet | journal.universitaspahlawan.ac.id | <1% |
| 14 | Internet | jurnal.alimspublishing.co.id | <1% |
| 15 | Internet | jurnal.stmi.ac.id | <1% |
| 16 | Submitted works | Universitas Mahasaraswati Denpasar on 2022-02-06 | <1% |
| 17 | Internet | careers.its.ac.id | <1% |
| 18 | Internet | repository.ukwms.ac.id | <1% |
| 19 | Publication | Muhamad Bob Anthony. "Analisis Coal Plugging Atau Penyumbatan Batu Bara Pa... | <1% |
| 20 | Submitted works | Politeknik Negeri Bandung on 2019-08-05 | <1% |
| 21 | Submitted works | Universitas Jenderal Achmad Yani on 2018-11-17 | <1% |
| 22 | Submitted works | Universitas Pancasila on 2020-02-10 | <1% |
| 23 | Internet | ejournal.univ-tridinanti.ac.id | <1% |
| 24 | Internet | jurnal.untan.ac.id | <1% |
| 25 | Internet | repository.ub.ac.id | <1% |

| | | | |
|----|-----------------|---|-----|
| 26 | Internet | www.researchgate.net | <1% |
| 27 | Publication | Miftakul Huda. "ANALISIS PERBAIKAN KUALITAS INJECTION PART DENGAN PENDE..." | <1% |
| 28 | Submitted works | Universitas Pamulang on 2023-05-24 | <1% |
| 29 | Submitted works | Universitas Putera Batam on 2024-01-27 | <1% |
| 30 | Internet | bebasbanjir2025.wordpress.com | <1% |
| 31 | Internet | journal.lppmunindra.ac.id | <1% |
| 32 | Internet | jurnal.ar-raniry.ac.id | <1% |
| 33 | Internet | jurnal.unmer.ac.id | <1% |
| 34 | Internet | repository.upbatam.ac.id | <1% |
| 35 | Internet | repository.upstegal.ac.id | <1% |
| 36 | Internet | www.slideshare.net | <1% |

Analisis Pengendalian Kualitas pada Produk *Automotive Battery Premium* Menggunakan Metode *Six Sigma*

Afiqoh Akmalia Fahmi^{1*}, Aisyah Nurul Fadhila², Eko Setiawan³, Mila Faila Sufa⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta

Article Info

Article history:

Received January 25, 2025

Accepted January 28, 2025

Published January 30, 2025

Keywords:

Pengendalian kualitas

Produk cacat

Six Sigma

DMAIC

Automotive Battery Premium

ABSTRACT

Perusahaan Battery di Karawang merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi aki timbal asam. Berdasarkan data historis, produk AMB *Premium* memiliki jumlah produksi dan jumlah *defect* yang terbanyak. Banyaknya *defect* menjadi permasalahan bagi perusahaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis level tingkat *Six Sigma* di perusahaan ini dan memberikan usulan perbaikan untuk meminimalkan kecacatan pada produk AMB *Premium*. Berdasarkan hasil perhitungan DPMO dan Tingkat Sigma rata-rata nilai DPMO diperoleh nilai sebesar 13882,648, dan level Sigma di perusahaan ini sebesar 3,704 yang merupakan rata-rata industri Indonesia. Perbaikan yang diusulkan diantaranya perlunya evaluasi menyeluruh terhadap beban kerja yang diberikan kepada karyawan, membuat jadwal pemeriksaan berkala yang jelas untuk semua mesin dan peralatan, melakukan dan meningkatkan pengawasan secara rutin, dan merancang program pelatihan yang sesuai dengan kebutuhan dan tugas karyawan.



Corresponding Author:

Afiqoh Akmalia Fahmi,

Program Studi Teknik Industri,

Universitas Muhammadiyah Surakarta,

Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah

Email: *aaf550@ums.ac.id

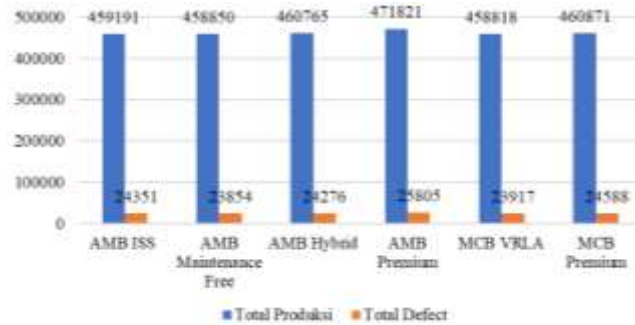
1. PENDAHULUAN

Dalam era Industri 4.0, persaingan bisnis semakin ketat, dan keputusan pembelian tidak hanya dipengaruhi oleh biaya, tetapi juga fokus pada peningkatan kualitas produk [1]. Pengendalian kualitas diharapkan dapat memperbaiki dan menjaga kualitas produk dengan tujuan mengurangi tingkat cacat hingga mencapai standar nol cacat [2]. Pengendalian kualitas memiliki tujuan utama, antara lain mengurangi kesalahan, menjaga standar kualitas mengurangi keluhan pelanggan, mengevaluasi hasil produksi, serta menjaga atau meningkatkan reputasi perusahaan [3].

Parusahaan Battery di Karawang merupakan produsen aki timbal asam di Indonesia dengan lisensi dari Japan Storage Battery Co. Ltd. Perusahaan ini dikenal memiliki kualitas produk yang terjamin. Perusahaan ini telah meraih sertifikat ISO 9001 dan IATF dari SGS Indonesia sebagai pengakuan terhadap standar kualitasnya. Untuk mempertahankan standar kualitas, fokus utama dari Perusahaan yaitu peningkatan mutu produk dan pengurangan cacat, dengan perhatian utama pada standar kualitas setiap produk dalam produksi [4]. Salah satu upaya mempertahankan kualitas dan pengurangan cacat dengan cara pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas produk *battery* sangat penting dalam proses manufaktur atau produksi *battery* karena kualitas produk *battery* dapat mempengaruhi kualitas produk akhir *battery*.

Perusahaan menetapkan standar kualitas produk dengan batas maksimal Tingkat kecacatan sebesar 3%, namun rata-rata kecacatan melampaui batas tersebut. Standar kualitas *battery* yang telah ditetapkan oleh perusahaan yaitu tidak adanya cacat fisik, SpGr (*Specific Gravity*) elektrolit sesuai standar dan pemasangan setiap komponen *battery* harus tepat. Berdasarkan dari standar kualitas *battery* yang telah ditetapkan oleh perusahaan terdapat *defect* pada cacat fisik seperti tergores, berlubang (kebocoran), terbakar, dan *crack*. Untuk standar kualitas dari SpGr (*Specific Gravity*) elektrolit sesuai standar dan pemasangan setiap komponen *battery* harus tepat tidak terjadi *defect*. Kecacatan pada produk baterai dapat merugikan dan berdampak besar pada kinerja, keamanan, serta masa pakai perangkat atau kendaraan. Kualitas baterai sangat krusial untuk pasokan listrik, dan setiap kekurangan dapat menimbulkan risiko seperti konsleting atau kegagalan baterai berbahaya.

Oleh karena itu, perusahaan perlu mengambil langkah perbaikan terstruktur untuk menghindari produksi berkelanjutan produk cacat yang merugikan [5]. Data jumlah *defect battery* berdasarkan jenis *battery* terhadap total produksi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Data *Defect Battery*

Berdasarkan data pada Gambar 1, terdapat jumlah produksi dan jumlah *defect* yang terbanyak dari produk *battery* yaitu AMB (*Automotive Battery*) *Premium*. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada produk AMB (*Automotive Battery*) *Premium* untuk menganalisis pengendalian kualitas agar dapat meminimalkan kecacatan pada produk. Penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma*, pendekatan manajemen kualitas yang umumnya digunakan dalam industri untuk tingkatan kualitas produk dan proses bisnis. Pendekatan ini berfokus pada analisis data, statistik, dan pengendalian kualitas untuk mengurangi variasi dalam proses produksi, memastikan konsistensi produk, dan memenuhi standar kualitas yang lebih tinggi [6]. Dalam menerapkan *Six Sigma*, digunakan pendekatan DMAIC yang terdiri dari lima tahap, yaitu *Define* (pendefinisian masalah), *Measure* (pengukuran tingkat kualitas), *Analyze* (analisis kemampuan produksi), *Improve* (perbaikan berdasarkan analisis), dan *Control* (pengendalian hasil perbaikan) [7]. Metode *Six Sigma* diperlukan untuk mengetahui level sigma suatu proses, sehingga dapat mengidentifikasi peluang perbaikan dan digunakan sebagai alat yang efektif dalam pengendalian kualitas untuk mencapai tingkat kesempurnaan yang lebih tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis cacat, menghitung dan menganalisis level six sigma kemudian faktor penyebab terjadinya kecacatan dianalisis untuk memberikan usulan perbaikan pada produk AMB *Premium*.

2. METODE PENELITIAN

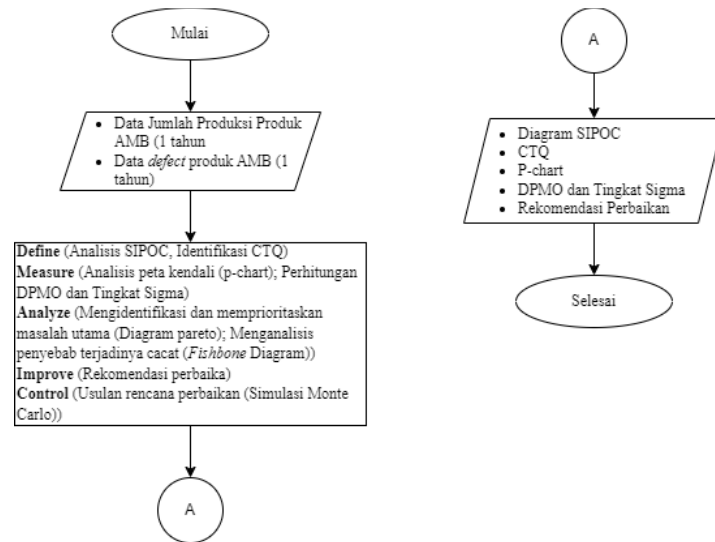
Penelitian ini dilaksanakan di Perusahaan Battery di Karawang dengan fokus utama penelitian adalah Pengendalian kualitas AMB *Premium* dengan *Six Sigma*. Data yang digunakan yaitu data primer (observasi, wawancara QA/operator) dan data sekunder (data *defect* produk, data jumlah produksi) dengan batasan data historis selama satu tahun. Metode pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, diskusi, dan dokumentasi.

Data yang sudah terkumpul kemudian diolah menggunakan metode *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Metode *Six Sigma* dipilih untuk pengendalian kualitas produk baterai karena mampu mengurangi variasi melalui pendekatan berbasis data yang terstruktur dan berkelanjutan, sehingga memastikan konsistensi dan keandalan produk. Ada beberapa tahapan pengolahan data menggunakan *Six Sigma*-DMAIC. Adapun tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Pertama, tahap *define* menggambarkan proses produksi, memberikan gambaran mengenai faktor-faktor yang menjadi penyebab potensial terjadinya kecacatan pada produk AMB (*Automotive Battery*) *Premium*. Proses pendefinisian ini melibatkan pembuatan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) yang berisi tahap produksi [8] dan mengidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ) untuk mengungkap permasalahan penyebab terjadinya produk cacat pada produk AMB (*Automotive Battery*) *Premium*.

Kedua, tahap *measure* menilai sejauh mana kemampuan proses produksi memenuhi kebutuhan konsumen terhadap produk akhir dengan melakukan pengukuran stabilitas dan kapabilitas proses [9]. Pengukuran stabilitas proses bertujuan untuk menilai apakah suatu proses terkendali atau tidak, sering kali menggunakan *p-chart* dalam analisisnya [10]. Pengukuran ini dengan menghitung persentase kerusakan atau proporsi (1), menghitung *central line* (2), menghitung *Upper Control Limit* (3), dan menghitung *Lower Control Limit* (4). Untuk mengukur kapabilitas proses dengan menghitung *Defect Per Unit* (5), menghitung *Defect per Opportunity* (6), menghitung nilai *Defect per Million Opportunity* (7), Mengkonversi hasil perhitungan DPMO untuk mendapatkan nilai *sigma* (8).

Analisis Pengendalian Kualitas pada Produk Automotive Battery Premium Menggunakan Metode Six Sigma



Gambar 2. Tahapan Penelitian

$$p = \frac{np}{n} \tag{1}$$

Keterangan:

p = Proporsi

np = Jumlah produk cacat

n = Jumlah sampel

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \tag{2}$$

Keterangan:

\bar{p} = Rata-rata proporsi kecacatan

np = Jumlah total produk cacat

n = Jumlah total sampel

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

Keterangan:

UCL = Upper Control Limit

\bar{p} = Rata-rata proporsi kecacatan

n = Jumlah sampel

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

Keterangan:

LCL = Upper Control Limit

\bar{p} = Rata-rata proporsi kecacatan

n = Jumlah sampel

$$DPU = \frac{D}{U} \tag{5}$$

Keterangan:

DPU = Defect Per Unit

D = Jumlah cacat

U = Jumlah produksi

$$DPO = \frac{DPU}{OP} \tag{6}$$

Keterangan:

DPO = Defects per Opportunity

DPU = Defect Per Unit

OP (Opportunity)/CTQ = karakteristik yang berpotensi menjadi cacat

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \tag{7}$$

Keterangan:

DPMO = *Defect per Million Opportunity*

DPO = *Defects per Opportunity*

Untuk mendapatkan nilai *sigma* dari hasil perhitungan DPMO, dapat melakukan konversi melalui *Excel* dengan menggunakan formula:

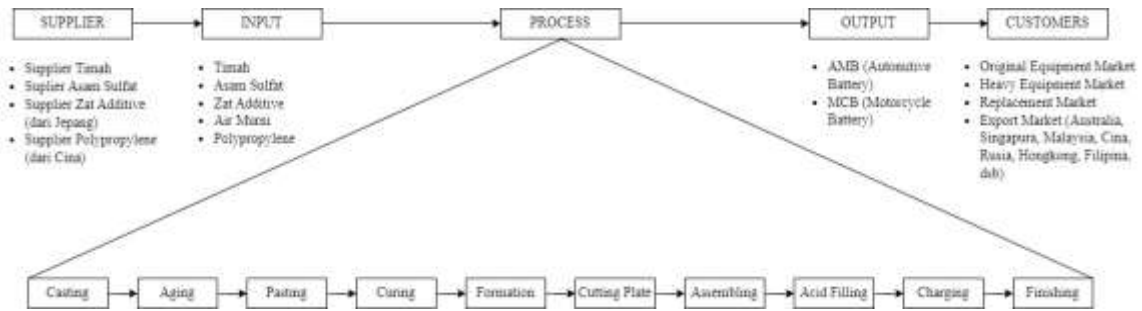
$$= NORMSINV((1.000.000-DPMO)/1.000.000) + 1,5 \tag{8}$$

Ketiga, tahap *analyze* berfokus pada identifikasi akar penyebab masalah menggunakan diagram Pareto dan *fishbone* diagram. Keempat, tahap *improve* menangani akar penyebab kerusakan dengan menyusun saran-saran perbaikan dan strategi kontrol setelah menganalisis hasil. Salah satu metode yang digunakan adalah tabel 5W+1H, yang berisi pertanyaan mengenai *What* (Apa), *Why* (Mengapa), *When* (Kapan), *Who* (Siapa), *Where* (Dimana), dan *How* (Bagaimana), untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan setiap masalah [11]. Kelima, tahap *control*, dalam penelitian ini usulan dari *improve* tidak diimplementasikan secara langsung, sehingga ada tahap *control* ini menggunakan simulasi Monte Carlo untuk menghasilkan perkiraan mengenai keberhasilan usulan perbaikan yang diajukan. Simulasi ini memberikan asumsi mengenai potensi kesuksesan dari upaya perbaikan yang telah diusulkan.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Define

Proses pendefinisian ini melibatkan pembuatan diagram SIPOC dan mengidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ). Diagram SIPOC dari Perusahaan Battery di Karawang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC Perusahaan Battery di Karawang menunjukkan keterlibatan 4 *supplier* utama: *supplier* timah, asam sulfat, zat aditif dari Jepang, dan polypropylene dari China. *Input* produksi meliputi timah, asam sulfat, zat aditif, air murni, dan polypropylene. Proses produksi mencakup 10 tahapan utama, yaitu *casting*, *aging*, *pasting*, *curing*, *formation* (*charging dan drying*), *cutting plate*, *assembling*, *acid filling*, *charging*, dan *finishing*. *Output* berupa dua jenis produk, yaitu AMB (*Automotive Battery*) dan MCB (*Motorcycle Battery*). *Customers* mencakup 4 segmen pasar utama.

Tahap *Define* melibatkan pengidentifikasian CTQ untuk mengungkap masalah yang ada. CTQ merujuk pada karakteristik utama yang dapat diukur dari produk atau proses, yang harus memenuhi standar tertentu untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Dengan kata lain, CTQ adalah standar kualitas yang harus dipenuhi oleh perusahaan untuk memenuhi harapan pelanggan [11]. Identifikasi CTQ (*Critical to Quality*) pada produk AMB (*Automotive Battery*) *Premium* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Critical to Quality*

| Jenis Cacat | Keterangan |
|-------------|--|
| Kebocoran | Produk mengalami kerusakan seperti berlubang, retak yang mengakibatkan terjadinya kebocoran pada proses <i>acid filling</i> . |
| Terbakar | Produk mengalami kerusakan terbakar yang diakibatkan karenakonslet pada proses <i>charging</i> . |
| Tergores | Produk mengalami kerusakan seperti gores, sumpal, dll yang diakibatkan karena produk terbentur atau terkena alat berat padaproses <i>finishing</i> . |
| Crack | Produk mengalami kerusakan seperti patah (<i>crack</i>), retak yang diakibatkan karena produk terjatuh pada proses <i>assembling</i> . |

3.2. Measure

Measure melibatkan langkah-langkah pengukuran stabilitas dan kapabilitas proses [9]. Data *defect* produk AMB (*Automotive Battery*) *Premium* selama 1 tahun dapat dilihat pada Tabel 2.

Analisis Pengendalian Kualitas pada Produk Automotive Battery Premium Menggunakan Metode Six Sigma

Tabel 2. Data Defect Produk AMB (Automotive Battery) Premium

| Bulan ke- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Jumlah Produksi | 28009 | 41338 | 39795 | 44760 | 35556 | 40070 | 39317 | 37391 | 41887 | 38516 | 45150 | 40032 | 471821 |
| Jumlah Defect | 2392 | 2099 | 2021 | 2214 | 1882 | 2170 | 2181 | 1959 | 2260 | 2011 | 2290 | 2326 | 25805 |

Pengukuran Stabilitas Proses menggunakan pendekatan peta kendali p atau *p-chart*, dengan menghitung menghitung persentase kerusakan atau proporsi, menghitung *central line*, menghitung *Upper Control Limit*, dan menghitung *Lower Control Limit* [12].

a) Menghitung Persentase Kerusakan (Proporsi) menggunakan persamaan (1)

$$\text{Bulan ke-1: } p = \frac{2392}{28009} = 0,0854$$

b) Menghitung Garis Pusat/Central Line (CL) menggunakan persamaan (2)

$$CL = \bar{p} = \frac{25805}{471821} = 0,05469$$

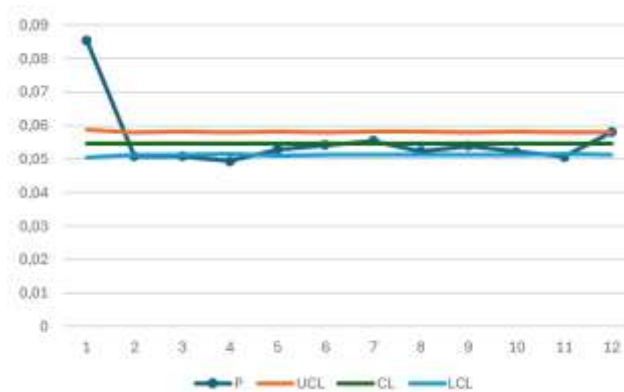
c) Menghitung Batas Kendali Atas atau *Upper Control Limit* (UCL) menggunakan persamaan (3)

$$\text{Bulan ke-1 : } UCL = 0,05469 + 3 \sqrt{\frac{0,05469 (1-0,05469)}{28009}} = 0,05877$$

d) Menghitung Batas Kendali Bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) menggunakan persamaan (4)

$$\text{Bulan ke-1 : } LCL = 0,05469 - 3 \sqrt{\frac{0,05469 (1-0,05469)}{28009}} = 0,05062$$

Proses perhitungan di atas berlaku sama untuk semua periode (setiap bulannya). Hasil perhitungan tersebut kemudian disajikan dalam Peta kendali p atau *p-chart* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Control P-Chart

Hasil peta kendali p menunjukkan bahwa masih terdapat data *outlier* yang berada di luar batas kendali atas (UCL) atau batas kendali bawah (LCL). Hal ini mengindikasikan adanya variasi proses yang tidak terkendali atau disebabkan oleh faktor khusus (*special cause variation*). Keberadaan data *outlier* tersebut mencerminkan bahwa proses belum sepenuhnya stabil atau konsisten dalam menghasilkan output yang sesuai dengan standar. Hal ini menandakan perlunya perbaikan dalam pengendalian kualitas di Perusahaan Battery, Karawang untuk mengurangi tingkat kecacatan. Jika nilai proporsi melebihi batas kendali, maka langkah perbaikan diperlukan untuk mengurangi tingkat kecacatan hingga mencapai 0% [13].

Selanjutnya, pengukuran Kapabilitas Proses bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana produk dapat memenuhi standar yang telah ditentukan oleh pelanggan sebelum diserahkan. Dalam pengukuran kinerja dasar, Defects per Million Opportunities (DPMO) digunakan sebagai satuan pengukuran untuk menentukan tingkat Sigma [14]. Perhitungan kapabilitas proses dilakukan dengan menghitung *Defect Per Unit*, *Defect per Opportunity*, *Defect per Million Opportunity*, dan Mengkonversi hasil perhitungan DPMO untuk mendapatkan nilai *sigma*.

a) Menghitung *Defect Per Unit* (DPU) menggunakan persamaan (5)

$$DPU = \frac{2392}{28009} = 0,0854$$

b) Menghitung *Defect per Opportunity* (DPO) menggunakan persamaan (6)

Bulan ke-1: $DPO = \frac{0,0854}{4} = 0,0214$

c) Menghitung Nilai *Defect per Million Opportunity* (DPMO) menggunakan persamaan (7)

Bulan ke-1: $DPMO = 0,0214 \times 1.000.000$
 $DPMO = 21350,280$

d) Mengkonversi hasil perhitungan DPMO untuk mendapatkan nilai *sigma* menggunakan persamaan (8)

Untuk mendapatkan nilai *sigma* dari hasil perhitungan DPMO, dapat melakukankonversi melalui *Excel* dengan menggunakan formula:

$= NORMSINV((1.000.000-DPMO)/1.000.000) + 1,5$ (8)

Berikut ini merupakan pengukuran kapabilitas proses dengan perhitungan DPU,DPO, DPMO dan Tingkat Sigma dapat dilihat pada Tabel 3.

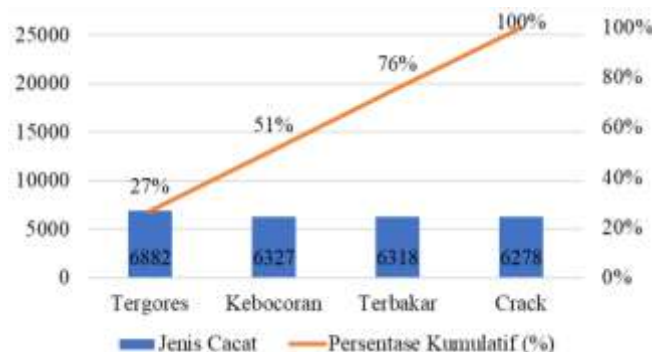
Tabel 3. Pengukuran Kapabilitas Proses (DPMO dan Tingkat *Sigma*)

| Bulan ke- | Jumlah Produksi | Jumlah Defect | DPO | DPU | DPMO | Tingkat Sigma |
|-----------|-----------------|---------------|--------|--------|-----------|---------------|
| 1 | 28009 | 2392 | 0,0214 | 0,0854 | 21350,280 | 3,527 |
| 2 | 41338 | 2099 | 0,0127 | 0,0508 | 12694,131 | 3,735 |
| 3 | 39795 | 2021 | 0,0127 | 0,0508 | 12696,319 | 3,735 |
| 4 | 44760 | 2214 | 0,0124 | 0,0495 | 12365,952 | 3,746 |
| 5 | 35556 | 1882 | 0,0132 | 0,0529 | 13232,647 | 3,719 |
| 6 | 40070 | 2170 | 0,0135 | 0,0542 | 13538,807 | 3,710 |
| 7 | 39317 | 2181 | 0,0139 | 0,0555 | 13868,047 | 3,701 |
| 8 | 37391 | 1959 | 0,0131 | 0,0524 | 13098,072 | 3,723 |
| 9 | 41887 | 2260 | 0,0135 | 0,0540 | 13488,672 | 3,712 |
| 10 | 38516 | 2011 | 0,0131 | 0,0522 | 13053,017 | 3,725 |
| 11 | 45150 | 2290 | 0,0127 | 0,0507 | 12679,956 | 3,736 |
| 12 | 40032 | 2326 | 0,0145 | 0,0581 | 14525,879 | 3,683 |
| Rata-Rata | | | | | 13882,648 | 3,704 |

Hasil perhitungan Defects Per Million Opportunities (DPMO) sebesar 13.882,648, yang setara dengan tingkat sigma 3,704, menunjukkan bahwa kinerja kualitas proses tersebut berada pada rata-rata industri di Indonesia. Meskipun hasil ini menunjukkan tingkat kualitas yang cukup kompetitif secara nasional, angka ini masih jauh dari standar zero defect atau tingkat sigma 6, yang merepresentasikan tingkat kualitas terbaik dalam konsep Six Sigma. Oleh karena itu, peningkatan kualitas menjadi sangat penting untuk mendekati atau mencapai standar tersebut.

3.3. Analyze

Sebelum upaya peningkatan dilakukan, langkah awal yang krusial adalah melakukan analisis mendalam terhadap penyebab utama cacat. Identifikasi faktor penyebab cacat, baik dari sisi manusia, mesin, material, metode, maupun lingkungan kerja, akan membantu dalam merancang strategi perbaikan yang lebih efektif dan berkelanjutan untuk mengurangi cacat, menurunkan nilai DPMO, serta meningkatkan tingkat sigma proses. Pendekatan yang umum digunakan dalam tahap *analyze* meliputi penggunaan diagram Pareto dan pembuatan diagram *fishbone* [4]. Dalam upaya memahami dan menyelesaikan permasalahan utama yang terjadi, maka penyelesaian tersebut menggunakan diagram Pareto dapat menentukan persentase produk cacat berdasarkan jenis kerusakannya sebagaimana terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Pareto

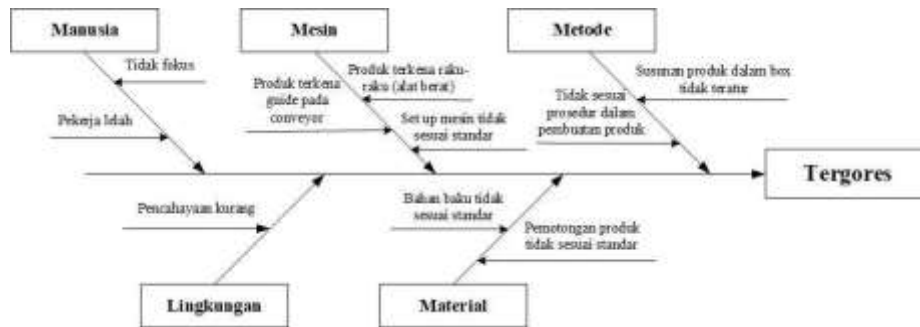
Prinsip Pareto menunjukkan bahwa sekitar 80% masalah kualitas pada produk berasal dari sekitar 20% penyebab kegagalan produksi [14]. Diagram Pareto untuk produk *AMB Premium* menunjukkan tiga penyebab

Analisis Pengendalian Kualitas pada Produk Automotive Battery Premium Menggunakan Metode Six Sigma

utama, yaitu tergores sebesar 27%, kebocoran sebesar 51%, dan terbakar sebesar 76%. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan harus difokuskan pada penyebab-penyebab tersebut.

Selanjutnya, dilakukan analisis mendalam menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui penyebab terjadinya produk cacat berdasarkan jenis cacatnya. Diagram *fishbone* dari jenis cacat tergores, kebocoran, dan terbakar dapat dilihat pada Gambar 6, 7, dan 8.

30



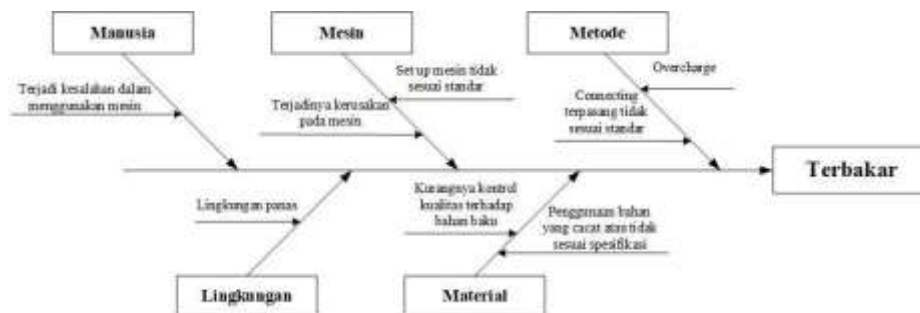
Gambar 6. Diagram *Fishbone* Tergores

Cacat tergores pada produk AMB *Premium* disebabkan oleh faktor manusia (tidak fokus dan bekerja dalam keadaan lelah), mesin (raku-raku alat berat, *guide conveyor*, dan *set up* mesin tidak sesuai standar), metode (susunan produk dalam *box* tidak teratur dan tidak sesuai prosedur), material (bahan baku tidak sesuai standar, pemotongan produk tidak sesuai standar), serta lingkungan (kurangnya pencahayaan saat bekerja).



Gambar 7. Diagram *Fishbone* Kebocoran

Cacat kebocoran pada produk AMB *Premium* disebabkan oleh faktor manusia (karyawan kurang pengetahuan dan keterampilan), mesin (mesin tidak terawat dan tidak sesuai spesifikasi), metode (SpGr elektrolit di bawah/di atas standar, *volume*/berat elektrolit di bawah/diatas standar), dan material (kualitas bahan yang kurang baik).



Gambar 8. Diagram *Fishbone* Terbakar

Cacat terbakar pada produk AMB *Premium* disebabkan oleh faktor manusia (kesalahan dalam menggunakan mesin), mesin (*set up* mesin tidak sesuai standar dan terjadinya kerusakan pada mesin), metode (*overcharge* dan pemasangan *connecting* tidak sesuai standar), material (kurangnya kontrol kualitas terhadap bahan baku dan penggunaan bahan yang cacat atau tidak sesuai spesifikasi), serta lingkungan (bekerja dalam lingkungan yang panas).

Berdasarkan analisis akar masalah penyebab terjadinya cacat, maka diperlukan perbaikan yang dapat mengurangi tingkat kecacatan produk.

3.4. Improve

Pada tahap ini menggunakan metode tabel 5W+1H untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan setiap masalah [11]. Berikut ini merupakan usulan perbaikan dengan metode 5W+1H dapat dilihat pada Tabel 4, 5, dan 6.

Tabel 4. Usulan Perbaikan Tergores dengan Metode 5W+1H

| Faktor | What | Why | When | Who | Where | How |
|----------|--|---|--------------------------------|----------------------|-------------------------|--|
| Manusia | Tidak fokus | Karyawan kurang istirahat | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Membuat pengaturan jam kerja yang seimbang |
| | Pekerja lelah | Perusahaan memberikan tekanan berlebihan pada karyawan | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Melakukan evaluasi menyeluruh terhadap beban kerja yang diberikan kepada karyawan |
| Mesin | Produk terkena raku-raku (alat berat) | Tidak terdapat pelindung mesin | Pada proses mengangkat produk | Operator maintenance | Area produksi | Memasang pelindung mesin yang sesuai dan aman |
| | Produk terkena guide pada conveyor | Keterlambatan melakukan pemeriksaan mesin | Pada proses pemindahan produk | Operator maintenance | Area produksi | Membuat jadwal pemeriksaan berkala yang jelas dan ketat untuk semua mesin dan peralatan |
| | Set up mesin tidak sesuai standar | Tidak ada pengawasan dalam melakukan pelaksanaan SOP | Pada proses produksi | Operator maintenance | Area produksi | Melakukan dan meningkatkan pengawasan secara rutin |
| Metode | Susunan produk dalam box tidak teratur | Karyawan kurang teliti dalam penyusunan produk | Pada proses penyimpanan produk | Operator produksi | Area warehouse | Menyediakan pedoman atau checklist yang jelas untuk membimbing karyawan dalam setiap langkah penyusunan produk |
| | Tidak sesuai prosedur dalam pembuatan produk | Karyawan tidak disiplin | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Membuat kebijakan disiplin yang jelas dan dipahami oleh semua karyawan |
| Material | Bahan baku tidak sesuai standar | Pemisahan bahan baku kurang efisien | Pada proses pemilihan material | Operator produksi | Area pemilihan material | Memastikan pengecekan bahan baku dilakukan sebelum dan setelah proses pemisahan bahan baku |
| | Pemotongan produk tidak sesuai standar | Karyawan kurang pelatihan terhadap mesin yang digunakan | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Memberi pelatihan dalam menggunakan mesin secara rutin kepada pekerja |

Analisis Pengendalian Kualitas pada Produk Automotive Battery Premium Menggunakan Metode Six Sigma

| Faktor | What | Why | When | Who | Where | How |
|------------|--------------------|--|----------------------|-------------------|---------------|--|
| Lingkungan | Pencahayaan kurang | Kekurangan cahaya mengakibatkan penurunan kualitas penglihatan | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Diperlukan peningkatan pencahayaan dengan menambahkan lampu yang lebih terang agar pekerja tidak terhambat dalam melakukan kegiatan mereka |

Tabel 5. Usulan Perbaikan Kebocoran dengan Metode 5W+1H

| Faktor | What | Why | When | Who | Where | How |
|----------|--|---|----------------------------------|-------------------|-----------------------------|---|
| Manusia | Kurang Pengetahuan | Karyawan kurang pelatihan dalam bekerja | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Merancang program pelatihan yang sesuai dengan kebutuhan karyawan dan tugas pekerjaan mereka |
| | Kurang Keterampilan | Karyawan kurang teliti dalam bekerja | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Membuat program pelatihan ekstra untuk menunjang karyawan dalam meningkatkan keterampilan terkait manajemen waktu, pengelolaan tugas, dan teknik spesifik yang diperlukan dalam pekerjaan mereka. |
| Mesin | Mesin Tidak Terawat | Kurangnya pemeliharaan secara rutin | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Membuat penjadwalan rutin untuk pemeliharaan mesin secara berkala |
| | Ketidaksesuaian Spesifikasi | Penggunaan mesin secara berlebihan | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Memastikan pengaturan mesin secara optimal sesuai dengan kebutuhan produksi |
| Metode | SpGr elektrolit dibawah/diatas standar | Proses adjustment tidak sempurna | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Melakukan pengecekan SpGr sebelum ditambahkan Na2SO4 setiap mixing |
| | Volume/berat elektrolit dibawah/diatas standar | Setting acid pump tidak sesuai | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Melakukan pengecekan volume/berat di awal proses |
| Material | Kualitas bahan yang kurang baik | Pemilihan bahan yang tidak tepat | Pada proses pemilihan bahan baku | Operator produksi | Area penyimpanan bahan baku | Melakukan evaluasi terhadap kualitas bahan secara menyeluruh untuk memastikan cocok dengan kebutuhan dan standar produksi |

Tabel 6. Usulan Perbaikan Terbakar dengan Metode 5W+1H

| Faktor | What | Why | When | Who | Where | How |
|------------|---|--|----------------------------------|----------------------|-----------------------------|--|
| Manusia | Terjadi kesalahan dalam menggunakan mesin | Karyawan kurang pelatihan dalam pengaturan mesin | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Membuat program pelatihan karyawan dalam pengaturan mesin |
| Mesin | Terjadinya kerusakan pada mesin | Pemakaian atau penggunaan mesin secara berlebihan | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Implementasikan sistem pemantauan kondisi mesin untuk secara aktif mengukur dan melacak kesehatan mesin |
| | Set up mesin tidak sesuai standar | Ketidaksesuaian dalam pengaturan perangkat lunak | Pada proses produksi | Operator maintenance | Area produksi | Melakukan uji pengetahuan reguler untuk memastikan bahwa pengguna memiliki pemahaman yang memadai tentang pengaturan perangkat lunak |
| Metode | Overcharge | Kuat arus dari rectifier lebih tinggi dari standar | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Memeriksa pengukuran kuat arus |
| | Connecting terpasang tidak sesuai standar | Jepitan kabel ke terminal lepas atau terbalik | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Memasang connecting sensor & check tegangan 100% |
| Material | Penggunaan bahan yang cacat atau tidak sesuai spesifikasi | Kesalahan dalam pemeriksaan kualitas atau pengawasan dalam pemilihan bahan | Pada proses pemilihan bahan baku | Operator produksi | Area penyimpanan bahan baku | Memastikan bahwa prosedur dan pedoman pemeriksaan kualitas dan pengawasan bahan diperbarui secara berkala |
| | Kurangnya kontrol kualitas terhadap bahan baku | Tidak ada pengawasan dalam melakukan pemilihan bahan | Pada proses pemilihan bahan baku | Operator produksi | Area penyimpanan bahan baku | Melakukan dan meningkatkan pengawasan dalam pemilihan bahan secara rutin |
| Lingkungan | Lingkungan panas | Suhu ruangan terlalu panas | Pada proses produksi | Operator produksi | Area produksi | Melakukan pengecekan suhu ruangan agar selalu stabil |

Berdasarkan analisis 5W+1H, maka beberapa usulan pengendalian kualitas yang dapat dilakukan perusahaan untuk mengurangi kecacatan produk AMB (*Automotive Battery*) *Premium*, yaitu sebagai berikut:

- Melakukan evaluasi menyeluruh terhadap beban kerja yang diberikan kepada karyawan.
- Membuat jadwal pemeriksaan berkala yang jelas dan ketat untuk semua mesin dan peralatan.
- Melakukan dan meningkatkan pengawasan secara rutin.
- Membuat kebijakan disiplin yang jelas dan dipahami oleh semua karyawan.
- Memastikan pengecekan bahan baku dilakukan sebelum dan setelah proses pemisahan bahan baku.
- Merancang program pelatihan yang sesuai dengan kebutuhan karyawan dan tugas pekerjaan mereka.
- Diperlukan peningkatan pencahayaan dengan menambahkan lampu yang lebih terang agar pekerja tidak terhambat dalam melakukan kegiatan mereka.

Analisis Pengendalian Kualitas pada Produk Automotive Battery Premium Menggunakan Metode Six Sigma

3.5. Control

Pada tahap ini menggunakan simulasi Monte Carlo untuk menghasilkan perkiraan mengenai keberhasilan usulan perbaikan yang diajukan [15]. Pada penelitian ini, disimulasikan 3 skenario perbaikan. Skenario 1, diasumsikan bahwa upaya perbaikan yang telah diterapkan pada tahap sebelumnya memiliki tingkat keberhasilan sebesar 50%. Dalam skenario pertama, jumlah kerusakan (tergores) diantisipasi akan mengalami penurunan sebanyak 50% dari tingkat performa saat ini. Sementara itu, untuk jenis kegagalan lainnya, tidak terjadi perubahan. Hal ini disebabkan karena pada diagram pareto yang menunjukkan bahwa jenis kegagalan tergores memiliki persentase kegagalan paling tinggi. Skenario 2, diasumsikan bahwa tindakan perbaikan yang telah diimplementasikan pada tahap sebelumnya memiliki tingkat keberhasilan sebesar 75%. Pada skenario 2, diperkirakan jumlah tergores akan mengalami penurunan sebanyak 50%, sementara jumlah kegagalan lainnya akan mengalami penurunan sebesar 25% dari performa saat ini. Asumsi ini didasarkan pada diagram pareto dengan prinsip 80/20, yang menunjukkan bahwa jenis kegagalan tergores memiliki dominasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kegagalan lainnya. Skenario 3, diasumsikan bahwa tindakan perbaikan yang telah diimplementasikan pada tahap sebelumnya memiliki tingkat keberhasilan sebesar 100%. Pada skenario 3, diperkirakan jumlah tergores akan mengalami penurunan sebanyak 75%, sementara jumlah kegagalan lainnya akan mengalami penurunan sebesar 25% dari performa saat ini. Berikut ini merupakan perbandingan hasil simulasi *existing* dengan skenario 1, 2 dan 3 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Hasil Simulasi *Existing* dengan Skenario 1, 2 dan 3

| Simulasi | Jumlah Defect/bulan | Rata-Rata Defect/bulan | Pengurangan defect | %Perbaikan |
|------------------|---------------------|------------------------|--------------------|------------|
| Hasil Existing | 215266 | 2152,66 | | |
| Hasil Skenario 1 | 107998 | 1079,98 | 107268 | 50% |
| Hasil Skenario 2 | 54364 | 543,64 | 160902 | 75% |
| Hasil Skenario 3 | 18169 | 181,69 | 197097 | 92% |

Hasil perbandingan skenario menunjukkan bahwa setiap asumsi keberhasilan memberikan dampak positif terhadap kinerja perusahaan [16]. Skenario 3 menonjol sebagai yang terbaik, dengan mengurangi tergores sebesar 75% dan kegagalan lainnya sebesar 25%, memberikan perbaikan hingga 92%. Hasil ini menunjukkan bahwa implementasi solusi memiliki potensi besar untuk mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas, mengurangi kesalahan produksi, dan meningkatkan laba perusahaan [17].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data cacat produk AMB *Premium* selama satu tahun, terdapat kecacatan seperti tergores, kebocoran, terbakar, dan *crack*. Faktor manusia (ketidakkonsentrasi dan kelelahan) dan faktor mesin (kerusakan dan kesalahan *set up* mesin) berkontribusi pada tergores. Kebocoran disebabkan oleh karyawan kurang berpengetahuan, pemeliharaan mesin yang buruk, dan elektrolit di luar standar. Terbakar terkait dengan kesalahan penggunaan mesin, *set up* yang tidak sesuai, dan *overcharge*, sementara *crack* terjadi akibat kurangnya kontrol kualitas bahan baku. Faktor lingkungan termasuk kurangnya pencahayaan dan kondisi kerja yang panas. Perbaikan diperlukan dalam kontrol kualitas dan penanganan faktor-faktor ini untuk meningkatkan hasil produksi. Berdasarkan hasil perhitungan DPMO dan Tingkat *Sigma*, rata-rata nilai DPMO adalah 13,882,648, dengan tingkat *Sigma* 3,704, sesuai rata-rata industri Indonesia. Usulan perbaikan melibatkan melakukan evaluasi menyeluruh terhadap beban kerja yang diberikan kepada karyawan, membuat jadwal pemeriksaan berkala yang jelas dan ketat untuk semua mesin dan peralatan, melakukan dan meningkatkan pengawasan secara rutin, membuat kebijakan disiplin yang jelas dan dipahami oleh semua karyawan dan merancang program pelatihan yang sesuai dengan kebutuhan karyawan dan tugas pekerjaan mereka. Penelitian selanjutnya dapat melakukan analisis yang lebih mendalam terkait CTQ selain jenis cacat seperti tergores, kebocoran, terbakar dan *crack*, serta faktor-faktor yang menjadi penyebabnya. Evaluasi sebelum dan setelah penerapan Six Sigma di perusahaan juga perlu dilakukan untuk memahami dampaknya secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Pamungkas and Ari Zaqi Al Faritsy, "Pengendalian Kualitas Talenan Kayu dengan Metode Six Sigma di PT Habe," *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, vol. 2, no. 12, pp. 4623–4634, 2023, doi: [10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v2i12.6283](https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v2i12.6283).
- [2] F. Maulana Zaki, E. Ismiyah, and A. Wasiur Rizqi, "Analisis Kualitas Produksi Leaf Spring Type Volvo dengan Metode Six Sigma pada PT. XYZ," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 8, no. 4, pp. 6938–6948, 2023, doi: [10.32672/jse.v8i4.5948](https://doi.org/10.32672/jse.v8i4.5948).

- [3] Ari Zaqi Al-Faritsy and Chelsi Apriliani, "Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Produk Tas dengan Metode Six Sigma dan Kaizen," *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, vol. 1, no. 11, pp. 2723–2732, 2022, doi: [10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v1i11.2855](https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v1i11.2855).
- [4] I. Daniyan, A. Adeodu, K. Mpofo, R. Maladzhi, and M. G. Kana-Kana Katumba, "Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC Approach for The Improvement of Bogie Assembly Process in The Railcar Industry," *Heliyon*, vol. 8, no. 3, p. e09043, 2022, doi: [10.1016/j.heliyon.2022.e09043](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09043).
- [5] I. U. Rohman, H. Sumarsono, M. Si, and D. Warni, "Upaya Pengendalian Kualitas dengan Metode Six Sigma-DMAIC pada UD.D'rent Bakery Ponorogo," *Seminar Nasional Potensi dan Kemandirian Daerah: Optimalisasi Potensi Sumber Daya Ekonomi Menuju Kesejahteraan Daerah*, pp. 1–10, 2022.
- [6] G. C. P. Condé, P. C. Oprime, M. L. Pimenta, J. E. Sordan, and C. R. Bueno, "Defect Reduction Using DMAIC and Lean Six Sigma: A Case Study in a Manufacturing Car Parts Supplier," *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 40, no. 9, pp. 2184–2204, 2023, doi: [10.1108/IJORM-05-2022-0157](https://doi.org/10.1108/IJORM-05-2022-0157).
- [7] A. Darmawan, S. Bahri, and A. T. B. Putra, "Six Sigma Implementation in Quality Evaluation of Raw Material: A Case Study," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 875, no. 1, 2020, doi: [10.1088/1757-899X/875/1/012065](https://doi.org/10.1088/1757-899X/875/1/012065).
- [8] A. Bahauddin and V. Arya, "Pengendalian Kualitas Produk Tepung Kemasan 20 Kg Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada PT. XYZ)," *Journal Industrial Servicess*, vol. 6, no. 1, p. 66, 2020, doi: [10.36055/jiss.v6i1.9480](https://doi.org/10.36055/jiss.v6i1.9480).
- [9] R. Oktaviani, H. Rachman, M. R. Zulfikar, and M. Fauzi, "Pengendalian Kualitas Produk Sachet Minuman Serbuk Menggunakan Metode Six Sigma DMAIC," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 2, no. 1, pp. 122–130, 2022, doi: [10.46306/tgc.v2i1.31](https://doi.org/10.46306/tgc.v2i1.31).
- [10] B. E. I. Prabaswara, I. G. E., Juliana, M., & Sitanggang, "Analisis Pengendalian Kualitas Paving Menggunakan Metode Six Sigma pada CV MTU," *Jurnal Riset Dan Aplikasi Teknik Industri*, vol. 1, pp. 16–21, 2023.
- [11] D. E. H. Girsang and A. Arvianto, "Pengendalian Kualitas Produk Crude Palm Oil (CPO) dengan Metode Six Sigma Melalui Pendekatan DMAIC (Studi Kasus PTPN II PKS Sawit Seberang)," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, pp. 1–9, 2022.
- [12] I. Saidatuningtyas and M. A. Rizal, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Konstruksi Baja untuk Jembatan Menggunakan Metode Six Sigma DMAIC di Pabrik Fabrikasi Baja," *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, vol. 21, no. 2, pp. 75–84, 2023, doi: [10.52330/jtm.v21i2.110](https://doi.org/10.52330/jtm.v21i2.110).
- [13] T. Widyawati and Sumartik, "Analisis Pengendalian Kualitas Packaging Produk Kacang Garing Dengan Metode Six Sigma pada PT Dua Kelinci," *Jurnal Ilmiah Manajemen Ekonomi Dan Akuntansi*, vol. 1, no. 2, pp. 56–65, 2024.
- [14] I. Mashabai, "Penerapan Pengendalian Kualitas Produk Jendela Aluminium dengan Metode Six Sigma di PT YKK AP Indonesia," *Jurnal Industri Dan Teknologi Samawa*, vol. 4, no. 2, pp. 61–70, 2023.
- [15] C. R. Agrina, "Penerapan Metode Six Sigma pada Pabrik Teh Ciater PTPN VIII Bandung," *Bussman Journal: Indonesian Journal of Business and Management*, vol. 3, no. 2, pp. 882–904, 2023.
- [16] F. Y. Panjaitan, W. Winarno, and F. N. Azizah, "Usulan Peningkatan Kualitas Imprabox Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma dengan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus: Perusahaan Packaging)," *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem dan Industri*, vol. 3, no. 02, pp. 136–150, 2022, doi: [10.35261/gjitsi.v3i02.7565](https://doi.org/10.35261/gjitsi.v3i02.7565).
- [17] A. E. Syaputra, "Akumulasi Metode Monte Carlo dalam Memperkirakan Tingkat Penjualan Keripik Sanjai," *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, vol. 5, no. 1 SE-Articles, Mar. 2023, doi: [10.37034/infv5i1.222](https://doi.org/10.37034/infv5i1.222).