



Tersedia secara online di <https://journal.iteba.ac.id/index.php/jmrrib>

JMRIB

Jurnal Manajemen Rekayasa dan Inovasi Bisnis



Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode DMAIC dan FMEA Pada Proses Produksi Industri 4.0

Joni Tampubolon^{*1}, Edi Sumarya², Annisa Purbasari³
tampubolonjoni6@gmail.com¹, edisumarya38@gmail.com², annisapurbasari.ti@gmail.com

^{1,2,3}Program Studi Teknik industri, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 26 – Januari – 2026
Revised : 26 – Februari – 2026
Accepted : 27 – Februari – 2026

Kata kunci :

Quality control;
DMAIC;
FMEA;
Defective product;

Abstract

Product quality is a crucial factor in maintaining the competitiveness of manufacturing companies, particularly in the cigarette industry, which has stringent quality standards. PT. Alcotraindo Batam has experienced an increase in product defect rates exceeding the company's tolerance limit of 1.5%. This study aims to identify the factors causing cigarette product defects and design effective production process improvements to reduce the defect rate.

The method used in this study is DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) supported by Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The Define and Measure stages are used to identify dominant types of defects and measure the performance of the production process. The Analyze stage is carried out through Root Cause Analysis using Fishbone diagrams and 5W + 1H analysis to determine the root causes of defects. Next, the Improve stage focuses on designing and implementing technical improvements, while the Control stage is used to maintain the stability of the production process. The results of the study indicate that dominant defects originate from inconsistencies in machine settings, instability of tobacco moisture content, and suboptimal work methods. Implementation of proposed improvements in the form of machine calibration, preparation of SOPs, operator training, and control of tobacco moisture content can reduce the level of product defects and increase the efficiency and effectiveness of the production process at PT. Alcotraindo Batam.

Abstrak

Kualitas produk merupakan faktor penting dalam menjaga daya

saing perusahaan manufaktur, khususnya pada industri rokok yang memiliki standar mutu yang ketat. PT. Alcotraindo Batam mengalami peningkatan tingkat cacat produk yang melebihi batas toleransi perusahaan sebesar 1,5%, sehingga diperlukan upaya pengendalian kualitas yang sistematis dan berbasis data. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya cacat produk rokok serta merancang perbaikan proses produksi yang efektif guna menurunkan tingkat kecacatan produk.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yang didukung oleh *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Tahap *Define* dan *Measure* digunakan untuk mengidentifikasi jenis cacat dominan dan mengukur kinerja proses produksi. Tahap *Analyze* dilakukan melalui *Root Cause Analysis* menggunakan diagram Fishbone dan analisis 5W+1H untuk menentukan akar penyebab kecacatan. Selanjutnya, tahap *Improve* difokuskan pada perancangan dan implementasi perbaikan teknis, sedangkan tahap *Control* digunakan untuk menjaga kestabilan proses produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cacat dominan berasal dari ketidakkonsistenan pengaturan mesin, ketidakstabilan kadar air tembakau, serta metode kerja yang belum optimal. Implementasi usulan perbaikan berupa kalibrasi mesin, penyusunan SOP, pelatihan operator, dan pengendalian kadar air tembakau dapat menurunkan tingkat kecacatan produk dan meningkatkan efisiensi serta efektivitas proses produksi di PT. Alcotraindo Batam.

1. Pendahuluan

Di era perkembangan industri yang begitu masif dan kompetitif saat ini, setiap perusahaan dituntut untuk dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, serta kualitas produknya agar dapat bersaing di pasar global. Transformasi menuju Industri 4.0 telah mendorong munculnya berbagai teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT), *Big Data Analytics*, dan *automation system* yang sejatinya di pergunakan untuk memungkinkannya proses produksi berjalan lebih cepat dan juga lebih terkendali (Fuadah et al., 2024). Namun kemajuan teknologi tersebut juga menuntut adanya sistem pengendalian kualitas yang lebih mudah disesuaikan dengan keadaan seperti halnya berbasis data agar kualitas produk dapat dijaga secara konsisten.

Seiring dengan penerapan teknologi digital di proses produksi, beberapa perusahaan pada dasarnya masih menghadapi masalah dalam menjaga kestabilan kualitas produk. Faktor seperti ketidaksesuaian bahan baku, kesalahan operator, serta pengaturan mesin yang kurang tepat sering kali menjadi penyebab munculnya produk cacat (Aiman & Nuruddin, 2023). Hal ini menunjukkan bahwasanya meskipun teknologi sudah berkembang,

persoalan terkait kualitas produk masih sering terjadi. Karena itu, perusahaan perlu menerapkan metode pengendalian kualitas yang tidak hanya berfokus pada hasil akhir, tetapi juga dapat menganalisis penyebab masalah agar tindakan perbaikan dapat dilakukan sejak awal proses produksi (Pratama & Setiafindari, 2023).

PT. Alcotraindo Batam merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi rokok. Perusahaan ini didirikan pada tahun 2011 dan berlokasi di kawasan Citra Buana III Lot 12A, 12B, 12C Belian, Batam Center, Kepulauan Riau. Dalam kegiatan operasionalnya, PT. Alcotraindo Batam bekerja sama dengan perusahaan asal Singapura yang berperan dalam bidang pemasaran produk, serta telah mengeksport hasil produksinya ke berbagai negara seperti Brasil, Zimbabwe, Vietnam, Filipina, dan Thailand. Dengan pengalaman lebih dari 14 tahun, perusahaan ini berkomitmen untuk menjaga kualitas bahan baku dan proses produksi secara konsisten agar dapat mempertahankan standar mutu yang diharapkan oleh pasar internasional.

2. Metode Penelitian

Metode Objek pada penelitian ini adalah proses produksi rokok di PT. Alcotraindo Batam yang meliputi tahapan pengolahan tembakau, pelintingan rokok, dan kemasan akhir. Secara spesifiknya dari penelitian ini sendiri ialah difokuskan pada unit produksi yang terkait pengaturan mesin pelinting, pengeringan tembakau dan pengemasan, di mana ditemukan tingkat cacat produk yang melebihi toleransi perusahaan sebesar 1,5%. Pemilihan objek ini berdasarkan observasi awal bahwa kendala utama kualitas muncul pada tahap-tahap tersebut, sehingga dimungkinkannya penerapan metode *DMAIC* dan *FMEA* untuk analisis dan perbaikan.

Tabel 1 Metode penelitian

Masalah	Metode	Hasil
1. Faktor penyebab produk cacat	<i>Metode Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control (DMAIC)</i>	Mengetahui dan mengurangi tingkat cacat produk yang terjadi pada proses produksi.
2. Bagaimana melakukan perbaikan untuk mengurangi tingkat cacat	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	Dan Melakukan perbaikan yang efektif dalam mengurangi jumlah cacat produk

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proses Produksi Rokok di PT. Alcotraindo

Proses produksi rokok di PT. Alcotraindo Batam sendiri sejatinya dilakukan secara berurutan dan terintegrasi dimulai dari pengolahan bahan baku tembakau hingga menjadi produk rokok siap edar. Setiap tahapan proses memiliki jobdesk atau fungsinya dalam menentukan kualitas akhir produk.

3.2 Data Jumlah Produksi dan Produk cacat

Data jumlah produksi dan produk cacat merupakan data utama yang digunakan dalam penelitian ini untuk menilai kinerja kualitas proses produksi rokok di PT. Alcotraindo Batam. Data dikumpulkan selama periode Mei hingga November tahun 2025 berdasarkan rekapitulasi laporan produksi dan hasil pemeriksaan *quality control*. Untuk menjaga kerahasiaan perusahaan, data produksi yang disajikan telah disesuaikan tanpa mengubah karakteristik dan pola kecacatan proses produksi yang sebenarnya.

Tabel 2. Data Jumlah Produksi dan Produk Cacat

Bulan	Jumlah Produksi (Batang)	Jumlah Produk Cacat (Batang)	Persentase Cacat (%)
Mei	12.419.114	471.927	3,8
Juni	12.365.782	457.535	3,7
Juli	12.447.906	485.468	3,9
Agustus	12.392.648	471.921	3,81
September	12.406.335	918.069	7,40
Oktober	12.381.924	904.878	7,31
November	12.458.770	934.408	7,50
Total	86.874.479	4.644.206	

3.3 Tahap Define

3.3.1 Identifikasi dan Lokalisasi Masalah

Berdasarkan hasil pengumpulan data produksi di PT. Alcotraindo Batam, diketahui bahwasanya perusahaan mengalami peningkatan tingkat cacat produk yang cukup signifikan dalam periode Mei hingga November. Pada periode Mei–Agustus, tingkat cacat produk tercatat sebesar 3,8%, sedangkan pada periode September–November meningkat menjadi 7,4%. Nilai ini telah melampaui batas toleransi cacat yang ditetapkan oleh perusahaan, yaitu sebesar 1,5%. Selama periode tersebut, rata-rata jumlah produksi perusahaan mencapai sekitar 12.000.000

batang rokok per bulan. Dengan demikian, total produksi pada periode Mei–Agustus (empat bulan) mencapai sekitar 48.000.000 batang dengan jumlah cacat sebesar $\pm 1.824.000$ batang. Sementara itu, pada periode September–November (tiga bulan), total produksi mencapai sekitar 36.000.000 batang dengan jumlah cacat sebesar $\pm 2.664.000$ batang. Kondisi ini menunjukkan terjadinya penurunan stabilitas kualitas proses produksi yang berpotensi menimbulkan kerugian bagi perusahaan, baik dari segi biaya produksi ulang, penurunan produktivitas, maupun risiko ketidakpuasan pelanggan.



Gambar 1. Hasil Produksi Rokok Rijek

3.4 Tahap Measure

Tahap *Measure* merupakan tahap kedua dalam metodologi DMAIC yang bertujuan untuk mengukur kinerja proses produksi saat ini sebelum dilakukan tindakan perbaikan. Pada tahap ini, dilakukan juga pengumpulan dan pengolahan data kecacatan produk secara kuantitatif untuk mengetahui tingkat variasi proses serta tingkat kemampuan proses produksi rokok di PT. Alcotraindo Batam itu sendiri.

Pengukuran dilakukan untuk memperoleh gambaran kondisi aktual proses produksi, sekaligus menjadi dasar dalam menentukan prioritas perbaikan pada tahap selanjutnya. Adapun analisis pada tahap *Measure* meliputi perhitungan persentase kecacatan produk, analisis jenis cacat menggunakan histogram dan diagram Pareto, serta analisis kestabilan proses menggunakan peta kendali proporsi (*P-Chart*).

Perhitungan DPMO

$$\begin{aligned}
 DPMO &= \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Jumlah Unit} \times \text{Jumlah Peluang Cacat}} \times 1.000.000 \\
 &= \frac{12.588.000}{84.000.000 \times 7} \times 1.000.000 \\
 &= \frac{12.588.000}{588.000.000} \times 1.000.000 \\
 &= 0,002140 \times 1.000.000 \\
 &= 2140 \text{ Defect per satu juta peluang}
 \end{aligned}$$

Persentase Kecacatan Awal

Adapun persentasi kecacatan awal yang telah di rekap peneliti berdasarkan data di perusahaan, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3. Data Jumlah Produksi

Bulan	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Produk Cacat (unit)	Persentase Cacat (%)	Batas Toleransi (%)	Keterangan
Mei	1.200.000	456.000	3,8	3,5	Melebihi batas toleransi
Juni	1.200.000	444.000	3,7	3,5	Melebihi batas toleransi
Juli	1.200.000	468.000	3,9	3,5	Melebihi batas toleransi
Agustus	1.200.000	456.000	3,8	3,5	Melebihi batas toleransi
September	1.200.000	888.000	7,4	3,5	Sangat melebihi batas toleransi
Oktober	1.200.000	876.000	7,3	3,5	Sangat melebihi batas toleransi
November	1.200.000	900.000	7,5	3,5	Sangat melebihi batas toleransi

3.5 Tahap Analyze

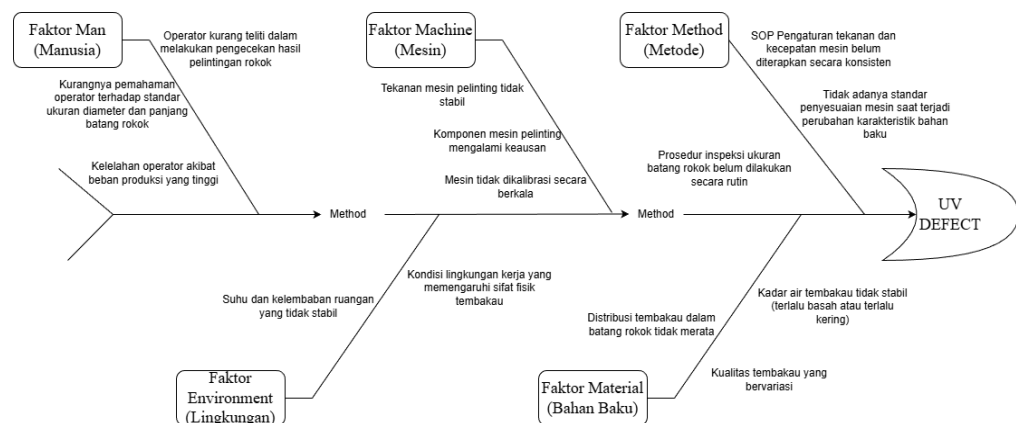
Tahap Analyze merupakan tahap ketiga dalam metodologi DMAIC yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan dipastikannya akar penyebab (*root cause*) terjadinya kecacatan produk pada proses produksi rokok dHii PT. Alcotraindo Batam. Pada tahap ini, data yang telah diperoleh dan diukur pada tahap

Measure dianalisis secara lebih mendalam untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang menyebabkan tingginya tingkat kecacatan produk.

3.5.1 Analisis Penyebab cacat (*Root Cause Analysis* (RCA))

a. Analisis Diagram Fishbone (Ishikawa)

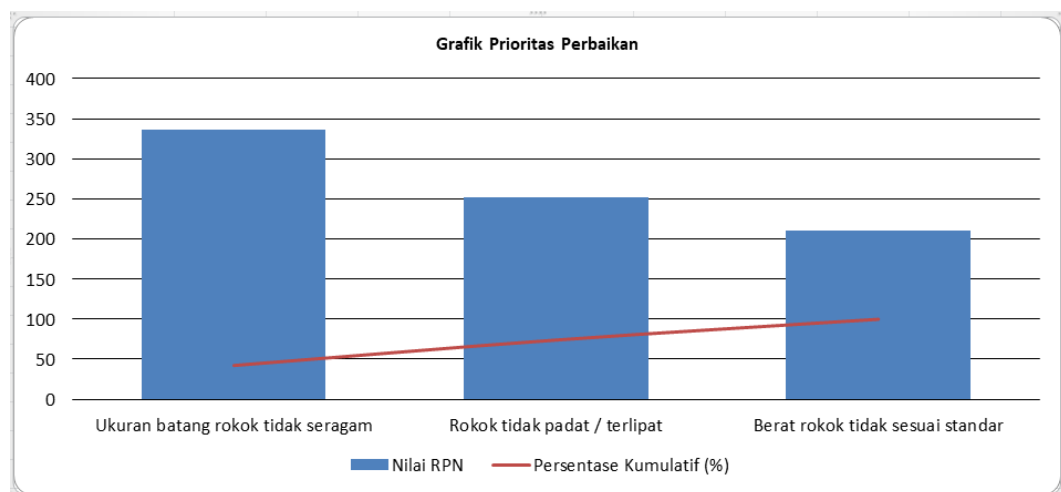
Diagram Fishbone digunakan untuk memetakan berbagai kemungkinan penyebab terjadinya cacat ukuran batang rokok tidak seragam dengan mengelompokkan faktor-faktor penyebab ke dalam beberapa kategori utama, yaitu *Man* (Manusia), *Machine* (Mesin), *Method* (Metode), *Material* (Bahan Baku), dan *Environment* (Lingkungan). Adapun gambar diagram fishbone, dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Diagram Fishbone (Ishikawa)

3.6 Penentuan Prioritas perbaikan

Prioritas perbaikan ditentukan berdasarkan nilai RPN tertinggi yang diperoleh pada tahap FMEA. Semakin tinggi nilai RPN, maka semakin besar risiko kegagalan yang ditimbulkan terhadap kualitas produk.



Gambar 3. Grafik Prioritas Perbaikan Berdasarkan Nilai RPN

3.7 Tahap Define

Tahap *Define* merupakan fondasi yang dapat dikatakan utama di dalam metode DMAIC karena secara rasionalnya pada tahap inilah permasalahan kualitas didefinisikan secara jelas, terukur, dan terfokus. Berdasarkan hasil pengolahan data pada Bab IV, dapat diketahui bahwa PT. Alcotraindo Batam mengalami permasalahan serius terkait peningkatan tingkat produk cacat yang melebihi batas toleransi perusahaan sebesar 1,5%. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian kualitas yang berjalan pada dasarnya masih belum dapat menjaga kestabilan proses produksi secara konsisten.

3.8 Tahap Measure

Tahap Measure dalam penelitian ini berfungsi untuk mengevaluasi kinerja actual atau sebenarnya proses produksi rokok di PT. Alcotraindo Batam berdasarkan data kuantitatif yang telah dikumpulkan. Pembahasan pada tahap ini difokuskan pada interpretasi hasil pengukuran tingkat kecacatan produk, distribusi jenis cacat, serta kestabilan proses produksi secara statistik. Melalui tahap Measure, diperoleh gambaran objektif mengenai kondisi kualitas proses sebelum dilakukan tindakan perbaikan.

3.9 Presentase Kecacatan Awal

Berdasarkan hasil pengukuran persentase kecacatan awal, diketahui bahwasanya tingkat kecacatan produk rokok di PT. Alcotraindo Batam menunjukkan grafik peningkatan yang cukup signifikan. Pada periode Mei hingga Agustus, terlintas rata-rata persentase kecacatan tercatat sebesar 3,8%, sedangkan pada periode September hingga November meningkat tajam menjadi 7,4%. Nilai tersebut jauh melampaui batas toleransi kecacatan yang ditetapkan perusahaan, yaitu sebesar 1,5%. Peningkatan persentase kecacatan ini menunjukkan bahwa proses produksi mengalami ketidakkonsistenan yang semakin besar seiring berjalannya waktu. Dengan volume produksi rata-rata sekitar 12 juta batang per bulan, peningkatan kecil pada persentase kecacatan berdampak signifikan terhadap jumlah produk cacat secara absolut.

3.10 Analisis Histogram Jenis Cacat (P-chart)

Tiga jenis cacat dengan frekuensi tertinggi yang dimaksud ialah, yaitu ukuran batang rokok tidak seragam, ketidakstabilan kadar air tembakau, serta

kerusakan kemasan, menunjukkan bahwa permasalahan kualitas produk cenderung bersumber dari ketidaktepatan pengendalian proses inti produksi.

3.11 Analisis Peta Kendali Proporsi (P-chart)

Peta Kendali Proporsi (P-Chart) dipergunakan untuk mengevaluasi kestabilan proses produksi secara statistik dari waktu ke waktu. Berdasarkan hasil analisis P-Chart, terlihat bahwa proporsi produk cacat mengalami pergerakan atau perubahan selama periode pengamatan Mei hingga November. Meskipun sebagian besar titik data masih berada dalam batas kendali, terdapat beberapa periode yang menunjukkan nilai proporsi cacat melebihi batas kendali atas (UCL), khususnya pada bulan September, Oktober, dan November. Kondisi ini pun mengindikasikan bahwa pada periode tersebut proses produksi dipengaruhi oleh penyebab khusus (*special causes*) yang menyebabkan terjadinya penyimpangan dari kondisi normal. Penyebab khusus ini dapat berupa perubahan kondisi mesin produksi, variasi kualitas bahan baku tembakau, peningkatan beban produksi, maupun faktor lingkungan kerja yang tidak terkontrol dengan baik.

3.12 Tahap Analyze

Tahap *Analyze* pada penelitian ini bertujuan untuk membahas secara mendalam hasil analisis akar penyebab kecacatan produk rokok di PT. Alcotraindo Batam yang telah diidentifikasi pada tahap Measure. Pada tahap ini, fokus pembahasan diarahkan pada hubungan antara hasil pengukuran kinerja proses dengan faktor-faktor penyebab yang memicu terjadinya kecacatan produk, sehingga dapat dipastikan bahwa perbaikan yang dirancang pada tahap berikutnya benar-benar menyasar pada akar permasalahan utama.

a. Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) digunakan untuk menelaah penyebab mendasar terjadinya cacat ukuran batang rokok tidak seragam secara sistematis. Pembahasan RCA dilakukan dengan mengintegrasikan hasil Diagram Fishbone dan analisis 5W+1H, sehingga diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai hubungan sebab-akibat dalam proses produksi.

1. Diagram Fishbone (Ishikawa)

Berdasarkan hasil analisis Diagram Fishbone, dapat disimpulkan bahwasanya terjadinya cacat ukuran batang rokok tidak seragam bukan disebabkan oleh satu faktor tunggal, melainkan merupakan hasil

interaksi dari beberapa faktor yang saling berkaitan. Faktor mesin (*machine*) dan metode (*method*) muncul sebagai penyebab dominan yang paling berpengaruh terhadap ketidakkonsistenan ukuran batang rokok.

Dari sisi mesin, tekanan mesin pelinting yang tidak stabil serta kondisi komponen mesin yang mengalami keausan menyebabkan hasil pelintingan tidak dapat dipertahankan pada ukuran standar secara konsisten. Tidak dilakukannya kalibrasi mesin secara berkala memperparah kondisi ini, karena penyimpangan kecil pada parameter mesin dapat berdampak besar pada dimensi batang rokok yang dihasilkan. Dari sisi metode, penerapan *Standar Operasional Prosedur* (SOP) pengaturan mesin yang belum konsisten serta tidak adanya inspeksi rutin terhadap ukuran batang rokok menyebabkan penyimpangan kualitas tidak segera terdeteksi. Selain itu, tidak adanya standar penyesuaian mesin ketika terjadi perubahan karakteristik bahan baku tembakau mengakibatkan mesin tetap beroperasi dengan parameter yang tidak sesuai dengan kondisi aktual bahan baku. Faktor material juga memberikan kontribusi, khususnya terkait dengan ketidakstabilan kadar air tembakau. Tembakau yang terlalu basah atau terlalu kering memengaruhi kepadatan dan distribusi tembakau di dalam batang rokok, sehingga hasil pelintingan menjadi tidak seragam. Kondisi ini semakin dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu dan kelembaban ruang produksi yang tidak terkendali, yang dapat mengubah sifat fisik tembakau selama proses berlangsung.

2. Analisis 5W+1H

Kurangnya pengawasan dan pengendalian proses oleh operator serta bagian *quality control* menyebabkan penyimpangan tersebut tidak segera dikoreksi, sehingga kecacatan terus berulang dalam jumlah yang besar. Hasil analisis 5W+1H memperkuat temuan Diagram Fishbone bahwasanya dari akar penyebab utama cacat ukuran batang rokok tidak seragam terletak pada ketidaktepatan pengaturan mesin pelinting yang diperparah oleh ketidakstabilan kondisi bahan baku dan lemahnya pengendalian proses secara berkelanjutan.

b. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk membahas tingkat risiko dari masing-masing potensi kegagalan yang terjadi pada proses produksi, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Berdasarkan hasil perhitungan FMEA, diketahui bahwa *failure mode* “ukuran batang rokok tidak seragam” memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 336, dibandingkan dengan kegagalan lainnya seperti rokok tidak padat atau berat rokok tidak sesuai standar. Nilai RPN yang tinggi menunjukkan bahwa cacat ukuran batang rokok tidak seragam memiliki tingkat keparahan dampak yang besar terhadap kualitas produk, frekuensi kejadian yang tinggi, serta tingkat kesulitan pendeteksian yang relatif tinggi sebelum produk mencapai tahap akhir produksi. Hal ini menandakan bahwa kegagalan tersebut berpotensi menimbulkan kerugian yang lumayan bagi perusahaan, baik dari segi biaya, efisiensi produksi, maupun kepuasan pelanggan itu sendiri.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, analisis, serta pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian mengenai pengendalian kualitas produk rokok di PT. Alcotraindo Batam dengan menggunakan metode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control) yang didukung oleh Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), maka dapat ditarik kesimpulan Melalui tahapan Define dan Measure, penelitian ini berhasil mengidentifikasi jenis cacat dominan yang terjadi pada proses pengolahan tembakau, pelintingan, dan pengemasan. Selanjutnya, pada tahap *Analyze*, penerapan *Root Cause Analysis* (RCA) dengan diagram Fishbone dan analisis 5W+1H dapat mengungkap bahwasanya akar penyebab utama kecacatan produk berasal dari ketidakkonsistenan pengaturan mesin, ketidakstabilan kadar air tembakau, metode kerja yang belum terstandarisasi, serta faktor manusia dan lingkungan produksi. Analisis FMEA memperkuat temuan tersebut dengan memberikan penilaian risiko secara kuantitatif melalui nilai *Risk Priority Number* (RPN), sehingga faktor penyebab yang paling kritis dapat ditentukan secara objektif dan terukur.

Daftar Pustaka

- [1] Abdullah, M. A. (2021). *Aplikasi peta kendali statistik dalam mengontrol hasil produksi suatu perusahaan*. 69
- [2] Aiman, M. H., & Nuruddin, M. (2023). *Analisis Kecacatan Produk Pada Mesin Pemotongan Dengan Menggunakan Metode FMEA di UD . Abdi Rakyat*. 9(2), 577–587.
- [3] Fuadah, A. T., Wiyana, F. A., & Rayhan, M. A. (2024). Peran Persaingan Industri Terhadap Pembentukan Karakter Kompetitif Dalam Suatu Organisasi. *Jurnal Ilmu Manajemen Dan Pendidikan*, 01(03), 95–101.
- [4] Hamali, S., Syamil, A., Ubud, S., & Waty, E. (2023). *Manajemen Operasi (Inovasi , Peluang , dan Tantangan Ekonomi Kreatif di Indonesia)* (Issue December).
- [5] Haryadi, R. M., Zaelanti, A., & Timur, K. (2025). *IMPLEMENTASI TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM) DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI KINERJA OPERASIONAL*. 15(2), 424–432. <https://doi.org/10.35968/m-pu>
- [6] Joseph, A. D. (2022). What is Quality Control? *JURAN*, 4(15), hlm. 1-3.
- [7] Junianto, D., Arifianti, E. R., Studi, P., Industri, T., Studi, P., Industri, T., & Qomaruddin, U. (2021). *PENINGKATAN KUALITAS PRODUK SHORTENING MENGGUNAKAN*. 7(1), 54–59.
- [8] Leanoutside. (2025). *DMAIC: Kerangka Kerja Terbukti untuk Peningkatan Proses*. Leanoutsidethebox.Com.
- [9] Marlyana, N. (2024). Upaya peningkatan kinerja melalui penerapan metode lean six sigma guna mengurangi non value added activities. *Core*, 36–41.
- [10] Martinez, A. R. (2024). *TOTAL QUALITY MANAGEMENT : ORIGINS AND*. June. <https://doi.org/10.1108/09544789810231261>
- [11] Nugroho, D. H., & Sriwijaya, P. N. (2024). *MANAJEMEN INDUSTRI (ISO / TQC)* (Issue December).
- [12] Pranata, E. J. (2024). Analysis Of Defect Reduction Using The Six Sigma Method In A Fertilizer Factory In Gresik Regency. *Jurnal Economic Resource*, 7(2), hlm. 117-123.