



Analisis *Defect* Produk *Ring Piston* pada *Line B- Ken* Melalui Pengendalian Kualitas dengan Metode *Six Sigma* di PT XYZ

Hadi Wijaya^{1✉}, Bagas Caesar Maulidani¹, Ikhsan Romli¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Bekasi, Indonesia

DOI: [10.31004/jutin.v9i1.54546](https://doi.org/10.31004/jutin.v9i1.54546)

✉ Corresponding author:
[wijayah041@gmail.com]

Article Info	Abstrak
<i>Kata kunci:</i> <i>Pengendalian kualitas;</i> <i>Six Sigma;</i> <i>DMAIC;</i> <i>Defect;</i> <i>Ring Piston;</i> <i>DPMO</i>	Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat cacat produk ring piston pada Line B-KEN di PT XYZ serta merumuskan usulan perbaikan menggunakan metode Six Sigma. Tingginya cacat seperti crack, undersize, dan oversize berdampak pada biaya kualitas dan produktivitas. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan kuantitatif dengan siklus DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Data bersumber dari catatan produksi 2021–2024, observasi, dan wawancara. Hasil perhitungan DPMO menunjukkan kapabilitas proses belum optimal dengan cacat dominan berupa retak (crack). Analisis menggunakan diagram Pareto dan fishbone mengidentifikasi faktor manusia, mesin, metode, dan material sebagai penyebab utama. Usulan perbaikan meliputi standarisasi SOP, pelatihan operator, pengendalian parameter mesin, dan penguatan pengawasan. Penerapan strategi ini diharapkan mampu menurunkan tingkat cacat dan meningkatkan stabilitas proses produksi secara berkelanjutan.
<i>Keywords:</i> <i>Quality control;</i> <i>Six Sigma;</i> <i>DMAIC;</i> <i>Defect;</i> <i>Ring Piston;</i> <i>DPMO</i>	<i>This study aims to analyze defect rates of ring piston products on Line B-KEN at PT XYZ and formulate quality improvement recommendations using the Six Sigma method. High defect rates, such as cracks, undersize, and oversize, directly impact quality costs and productivity. This applied research employs a quantitative approach through the DMAIC cycle (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Data were collected from 2021–2024 production records, field observations, and interviews. DPMO calculations indicate that process capability is not yet optimal, with cracks identified as the dominant defect. Pareto and fishbone diagram analyses reveal that human, machine, method, and material factors are the primary root causes. Proposed improvements include SOP standardization, operator training, machine parameter control, and strengthened process supervision. Implementing</i>

these strategies is expected to reduce defect rates and enhance sustainable production stability.

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia manufaktur otomotif, kualitas merupakan indikator strategis yang memengaruhi keberlanjutan perusahaan. Produk *ring piston* memerlukan presisi tinggi karena merupakan komponen inti dalam sistem pembakaran mesin. Komponen ini berhubungan langsung dengan performa, efisiensi, dan keandalan kendaraan. Setiap cacat produksi dapat memicu kerugian besar, mulai dari kegagalan produk hingga penarikan massal. Selain itu, kualitas yang buruk meningkatkan biaya melalui pemborosan material dan pengerjaan ulang. Oleh karena itu, menjaga kualitas adalah keharusan untuk mempertahankan keunggulan bersaing (Sutrisno, 2021).

Ring piston berfungsi menciptakan segel antara *piston* dan dinding *silinder* untuk menjaga tekanan pembakaran. Selain itu, komponen ini mengontrol pelumasan untuk mencegah keausan berlebih. Karena bekerja pada suhu dan tekanan tinggi, cacat sekecil apa pun dapat menyebabkan kegagalan mesin. Fungsi kritis ini menjadikan *ring piston* sebagai komponen yang dikendalikan secara ketat dalam rantai pasok otomotif. Metode *Six Sigma* DMAIC dipilih karena pendekatan sistematis berbasis datanya. Metode ini memungkinkan perusahaan mengidentifikasi *defect* secara objektif dan menelusuri akar penyebabnya secara mendalam (Pratama, 2022).

Cacat pada *ring piston*, seperti *crack* atau ketidaksesuaian ukuran, berdampak langsung pada kinerja mesin. Hal ini dapat menurunkan tenaga mesin serta meningkatkan konsumsi bahan bakar. Selain dampak teknis, cacat produk merusak kepercayaan pelanggan dan memicu klaim garansi yang mahal. Strategi pengendalian kualitas harus dirancang dengan pendekatan yang ketat dan berbasis data untuk meminimalkan kegagalan fungsi (Hidayat, 2023).

Berdasarkan data produksi *Line B-KEN* tahun 2024, tercatat sebanyak 7.970 unit *ring piston* mengalami cacat produksi. Jenis cacat yang paling dominan adalah *crack* atau retakan sebesar 26,7%. Masalah lain yang muncul adalah *undersize* dan *oversize* yang menunjukkan adanya celah pada kontrol dimensi saat proses *machining*. Tingkat cacat yang tinggi berimplikasi pada meningkatnya *Cost of Poor Quality* (CoPQ) yang mencakup biaya *scrap*, *rework*, hingga klaim garansi. Kegagalan menekan *defect* mengindikasikan bahwa proses produksi belum terkendali secara statistik.

Strategi yang hanya mengandalkan inspeksi akhir bersifat deteksi, bukan pencegahan. Hal ini menyebabkan pemborosan sumber daya karena cacat baru diketahui setelah proses selesai. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi proses secara holistik untuk menghasilkan produk yang konsisten. *Six Sigma* adalah pendekatan berbasis data untuk mengurangi variasi melalui langkah DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Langkah-langkah ini digunakan untuk mendefinisikan masalah, mengumpulkan data, menganalisis akar penyebab, mengimplementasikan solusi, dan menetapkan kontrol berkelanjutan. Pendekatan ini sesuai untuk *Line B-KEN* yang memiliki variasi kualitas tinggi. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis *defect* produk *ring piston* melalui metode *Six Sigma* di PT XYZ.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*) dengan pendekatan kuantitatif. Tujuan utamanya adalah memecahkan masalah praktis terkait kualitas dan produktivitas di dunia industri. Penelitian difokuskan pada penerapan metode *Six Sigma* melalui siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) untuk mengidentifikasi dan meminimalkan variasi proses. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menguji data produksi secara sistematis melalui pengukuran variabel numerik dan analisis statistik yang objektif.

Penelitian dilaksanakan di PT XYZ, sebuah perusahaan manufaktur komponen otomotif. Fokus penelitian diarahkan pada lini produksi yang memiliki tingkat cacat tertinggi berdasarkan data internal perusahaan. Waktu penelitian berlangsung selama tiga bulan, mulai Juni hingga Agustus 2025. Objek penelitian ini dipilih karena kontribusinya yang signifikan terhadap total cacat produksi perusahaan, yang berdampak pada peningkatan biaya pengerjaan ulang (*rework*) dan penurunan efisiensi operasional.

Data yang digunakan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, wawancara semi-terstruktur dengan operator serta supervisor, dan dokumentasi kegiatan produksi. Sementara itu, data sekunder mencakup laporan bulanan produksi, catatan cacat produk, Standar Operasional Prosedur (SOP), serta literatur ilmiah terkait *Six Sigma*. Teknik pengumpulan data ini memungkinkan peneliti melakukan triangulasi sumber informasi untuk memperkuat validitas hasil penelitian.

Analisis data dilakukan secara sistematis mengikuti tahapan DMAIC. Pada tahap *Define*, peneliti mengidentifikasi karakteristik kualitas yang kritis atau *Critical to Quality* (CTQ). Tahap *Measure* dilakukan dengan menghitung kinerja proses saat ini menggunakan nilai *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) dan *level Sigma*. Perhitungan DPMO mengikuti rumus berikut:

$$\text{DPMO} = \left(\frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Total Unit} \times \text{Peluang Cacat Per Unit}} \right) \times 1.000.000$$

Selanjutnya, tahap *Analyze* bertujuan menemukan akar penyebab cacat menggunakan Diagram Pareto dan Diagram *Fishbone* berdasarkan kategori manusia, mesin, metode, material, pengukuran, dan lingkungan. Tahap *Improve* melibatkan penyusunan solusi perbaikan seperti revisi SOP dan pelatihan operator. Terakhir, tahap *Control* dilakukan untuk menjaga konsistensi hasil perbaikan melalui rencana pengendalian yang berkelanjutan. Seluruh tahapan ini dirancang untuk memastikan bahwa solusi yang dihasilkan berbasis pada data statistik yang valid.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memaparkan hasil analisis pengendalian kualitas dan dampaknya terhadap produktivitas pada Line B-KEN PT XYZ periode 2021 hingga 2025. Data yang disajikan merupakan hasil integrasi dari laporan produksi, observasi lapangan, dan wawancara mendalam.

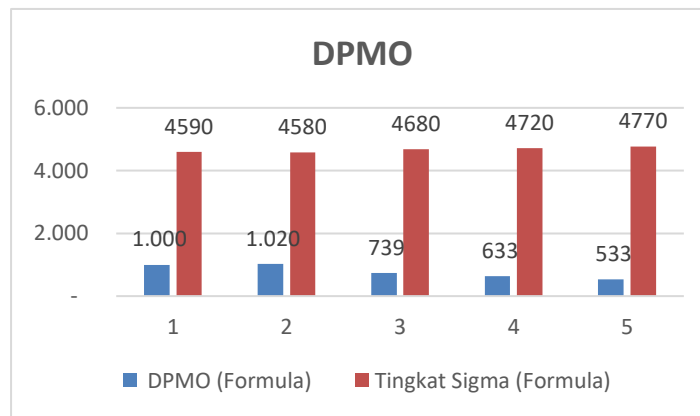
Implementasi Six Sigma dan Capaian Nilai Sigma

kualitas pada produk *ring piston* dilakukan secara sistematis menggunakan metode *Six Sigma* melalui kerangka kerja DMAIC. Berdasarkan hasil observasi, kegiatan pengukuran kualitas dilaksanakan secara rutin melalui pemeriksaan mutu harian. Perusahaan berfokus pada tiga titik kritis: awal pembentukan, penggabungan komponen, dan pengemasan akhir untuk mempercepat deteksi cacat. Pelatihan operator serta penerapan sistem *check-sheet* terbukti membantu mengurangi variasi dan kesalahan berulang.

Tabel 1. Data Pengendalian Kualitas Produk Ring Piston – Line B-KEN

Tahun	Jumlah Unit Produksi	Jumlah Cacat (Defects)	Peluang Cacat per Unit	DPMO	Tingkat Sigma	Catatan Wawancara QC
2021	150.000	450	3	1000	4590	Fokus pada kontrol awal proses pembentukan Ring Piston.
2022	170.000	520	3	1020	4580	Evaluasi dilakukan pada proses penggabungan dan pengemasan.
2023	185.000	410	3	739	4680	SOP diperbarui dan pelatihan operator ditingkatkan.
2024	200.000	380	3	633	4720	Proses stabil, cacat dan variasi produksi menurun.
2025 (Januari – Maret)	50.000	80	3	533	4770	Implementasi sistem inspeksi sensor meningkatkan deteksi dini cacat.
TOTAL	755.000	1.840	—	—	—	—

Data pada Tabel 1 menunjukkan peningkatan kualitas yang konsisten. Meskipun volume produksi meningkat secara signifikan, jumlah cacat berhasil ditekan sehingga nilai DPMO menurun dari 1.000 pada tahun 2021 menjadi 633 pada tahun 2024. Peningkatan tingkat Sigma menjadi 4,7 pada awal 2025 berkaitan erat dengan implementasi teknologi inspeksi otomatis berbasis sensor yang mulai diterapkan perusahaan.



Gambar 1. Grafik Tren DPMO dan Tingkat Sigma Produk Ring Piston – Line B-KEN

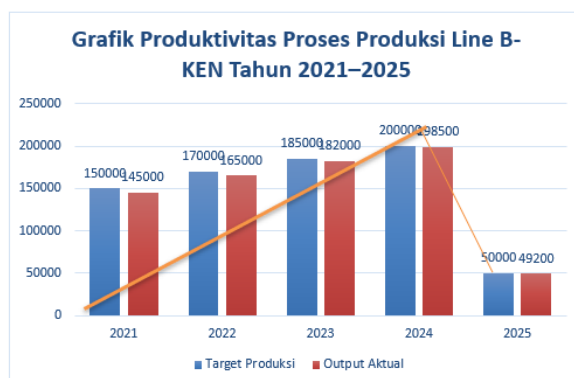
Efisiensi Operasional dan Kapasitas Output

Peningkatan kualitas berdampak langsung pada efisiensi operasional. Berdasarkan hasil wawancara, pengetatan kontrol kualitas di awal proses berhasil mengurangi aktivitas pengerjaan ulang (rework), sehingga output menjadi lebih stabil dan beban kerja operator menjadi lebih ringan.

Tabel 1. Data Produktivitas Proses Produksi Line B-KEN Tahun 2021–2025 (Januari – Maret)

Tahun	Target	Output Aktual	Waktu Siklus (menit/u nit)	Total Waktu Produksi (menit)	Efisiensi Mesin (%)	GAP Produksi	Catatan Wawancara QC
2021	150.000	145.000	4,5	652.500	97%	-5.000	Pengendalian mutu awal belum stabil, beberapa proses ulang masih terjadi.
2022	170.000	165.000	4,2	693.000	97%	-5.000	Peningkatan kontrol kualitas mengurangi proses ulang dan mempercepat alur.
2023	185.000	182.000	3,8	691.600	98%	-3.000	Proses lebih stabil, operator lebih fokus karena cacat berkurang.
2024	200.000	198.500	3,5	694.750	99%	-1.500	Produksi berjalan optimal karena cacat minimal, efisiensi mesin tinggi.
2025 (Maret – Januari)	50.000	49.200	3,3	162.360	98%	-800	Penerapan sistem pemeliharaan preventif dan digitalisasi pemantauan mesin meningkatkan efisiensi serta menurunkan downtime.

Peningkatan produktivitas tercermin dari efisiensi mesin yang naik secara bertahap hingga mencapai 99% pada tahun 2024. Penurunan waktu siklus dari 4,5 menit menjadi 3,3 menit per unit menunjukkan peningkatan kemampuan lini dalam menghasilkan produk secara lebih cepat. Hal ini memperkuat bukti bahwa kestabilan proses yang dicapai melalui Six Sigma meminimalkan gangguan produksi atau downtime.



Gambar 1. Grafik Produktivitas Proses Produksi Line B-KEN Tahun 2021–2025 (Januari – Maret)

Grafik berikut menyajikan tren peningkatan produktivitas, ditunjukkan melalui output aktual yang semakin mendekati target produksi. Output meningkat dari 145.000 unit pada tahun 2021 menjadi 198.500 unit pada tahun 2024. Sejalan dengan itu, efisiensi mesin naik dari 78% ke 88%, menandakan peningkatan pemanfaatan sumber daya dan berkurangnya gangguan produksi. Penurunan waktu siklus (sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1) turut mendukung kesimpulan bahwa proses produksi menjadi lebih cepat, stabil, dan efisien.

Korelasi Strategis Six Sigma terhadap Performa Industri

Hasil penelitian menunjukkan hubungan positif yang kuat antara pengendalian kualitas dan produktivitas di PT XYZ. Efektivitas kontrol kualitas menekan potensi kesalahan operasional yang berdampak pada penghematan sumber daya. Secara teoritis, pengurangan variasi melalui pendekatan Six Sigma terbukti mengeliminasi akar penyebab cacat dan mempercepat aliran produksi.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa implementasi Six Sigma secara konsisten mampu menurunkan DPMO dan meningkatkan output pada sektor manufaktur (Pratama, 2022). Selain itu, standarisasi proses secara menyeluruh terbukti meningkatkan efisiensi mesin secara signifikan (Sutrisno, 2021). Dengan demikian, pengendalian kualitas bukan hanya berfungsi menjaga mutu, tetapi juga menjadi faktor kunci dalam optimalisasi performa mesin dan pencapaian target produksi perusahaan.

4. KESIMPULAN

Penerapan Six Sigma melalui DMAIC di PT XYZ efektif meningkatkan kualitas dan produktivitas. Hal ini dibuktikan dengan penurunan DPMO menjadi 633, peningkatan level Sigma ke 4,6, serta efisiensi mesin yang mencapai 99% pada 2024. Untuk studi mendatang, disarankan integrasi teknologi IoT guna pemantauan kualitas yang lebih proaktif. Prediksinya, digitalisasi penuh akan meminimalkan kesalahan manusia secara permanen. Secara personal, penelitian ini merefleksikan bahwa kedisiplinan standarisasi proses adalah kunci strategis keunggulan manufaktur modern.

5. REFERENSI

- Al-Fadly, K., & Awi, N. A. (2024). The impact of adopting Six Sigma in improving productivity of the Jordanian dairy companies. *Paper Asia*. <https://doi.org/10.59953/paperasia.v40i5b.154>
- Al Faritsy, A. Z., & Wahyunoto, A. S. (2022). Analisis pengendalian kualitas produk meja menggunakan metode Six Sigma pada PT XYZ. *Jurnal Rekayasa Industri*, 4(2), 52–62. <https://doi.org/10.37631/jri.v4i2.707>
- Carlawati, L. A., & Setiawati, N. (2024). Analisis pengendalian kualitas dengan metode Six Sigma pada produksi produk mandatory SunShield di PT XYZ. *Blantika Multidisciplinary Journal*.
- Duodu, E. A., Hinneh, V., Kuttin, K. W., & Otchere, J. N. (2024). Comparative analysis of piston rings made with

- Aluminum Titanium Carbide (AlTiC-75-2) and Carbon Cast Steel (AISI 1540) materials using numerical method. *Journal of Engineering Research and Reports*. <https://doi.org/10.9734/jerr/2024/v26i41120>
- Ekawati, Y. (2024). Penerapan metode FMEA dalam analisis Six Sigma untuk menurunkan resiko kegagalan produk di PT XYZ. *Teknoin*.
- Ferdiansa, M. (2024). Implementasi metode Lean Six Sigma dalam meningkatkan efisiensi proses produksi pada industri kayu CV. Jaya Abadi. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(2), 1307–1319. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i2.4282>
- Hanifah, P. S. K., & Iftadi, I. (2022). Penerapan metode Six Sigma dan Failure Mode Effect Analysis untuk perbaikan pengendalian kualitas produksi gula. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*.
- Hidajat, H. H., & Subagyo, A. M. (2022). Analisis pengendalian kualitas produk X dengan metode Six Sigma (DMAIC) pada PT. XYZ. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(9), 234–242. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6648878>
- McDermott, O. (2024). Green Lean Six Sigma in the food industry: a systematic literature review. *British Food Journal*, 126(13), 455–469. <https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2024-0100>
- Pratama, N. A., Dito, M. Z., & Kurniawan, O. O. (2023). Analisis pengendalian kualitas dengan metode Seven Tools dan Kaizen dalam upaya mengurangi tingkat kecacatan produk. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*.
- Ramadhani, R., Ichsan, M. D., Nurrahman, Z., Bintang, M., Azzami, A., & Prastyo, Y. (2025). Pengendalian kualitas proses produksi injection molding komponen otomotif di industri manufactur dengan metode Six Sigma PT. XYZ. *Inspirasi: Jurnal Industrial Engineering*, 1(1), 38–50.
- Rijanto, O. A. W. (2014). Analisis pengendalian mutu proses machining alloy wheel menggunakan metode Six Sigma. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 13(2), 177–186.
- Salinas, L. E. C., Juárez, H. D. G., Robles, G. G., & Licea, O. M. (2024). Effectiveness of the application of the Six Sigma model for the productivity of an organic banana exporting company. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*. <https://doi.org/10.37334/araset.53.2.6375>
- Tuasamu, S., Sahupala, J., & Kaisupy, T. D. (2023). Penerapan metode Six Sigma dengan konsep DMAIC sebagai alat pengendalian kualitas produk. *Indo-Fintech Intellectuals Journal of Economics and Business*, 3(1), 36–48. <https://doi.org/10.54373/ifijeb.v3i1.83>
- Widiwati, I. T. B. (2025). The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry. *Journal of Engineering Research*, 611–626. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.01.022>