

Penerapan Kaizen Dengan Pendekatan PDCA Untuk Mengurangi Produk Cacat Komponen *Throttle Shaft* (THS) Pada Proses *Machining*

Alfain Nur Alim¹, Agus Suwarno², Ikhsan Romli³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

Jl. Inspeksi Kalimalang No.9 Tegal Danas Arah Deltamas, cibatu, Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat

Email: alfiannuralim6@gmail.com, agussuwarno@pelitabangsa.ac.id, ikhsan.romli@pelitabangsa.ac.id

ABSTRAK

Tingginya cacat produk *Throttle Shaft* (THS) pada mesin *machining* di PT XYZ menyebabkan kerugian material dan waktu *rework*. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi cacat dominan, menganalisis faktor penyebab, dan mengevaluasi efektivitas penerapan metode Kaizen dengan pendekatan PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) dalam mengurangi produk cacat. Jenis penelitian adalah *applied research* dengan pendekatan *mixed methods*. Data primer diperoleh melalui observasi dan wawancara, sedangkan data sekunder berasal dari laporan produksi periode Januari–Mei 2024. Analisis data menggunakan Diagram Pareto, *Fishbone Diagram*, dan 5W+1H. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cacat *Suriwari seret/kecil* merupakan cacat dominan (43,7% dari total 574 cacat). Setelah modifikasi *tool* dengan penambahan *chamfer zig-zag*, cacat tersebut turun 98,8% menjadi hanya 3 pcs, dan total cacat turun 43,2%. Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam integrasi Kaizen-PDCA untuk perbaikan kualitas di industri komponen otomotif, serta implikasi praktis berupa peningkatan efisiensi proses dan penguatan disiplin operator. Diharapkan PT XYZ dapat menerapkan pendekatan serupa pada jenis cacat lain dan memperkuat budaya *continuous improvement*.

Kata kunci: Kaizen, PDCA, *Throttle Shaft*, Cacat, Diagram Pareto, *Fishbone Diagram*, *Continuous Improvement*.

ABSTRACT

The high defect rate of *Throttle Shaft* (THS) products in the machining process at PT XYZ has led to material losses and rework time. This study aims to identify the dominant defects, analyze the causes, and evaluate the effectiveness of implementing the Kaizen method with a PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) approach in reducing defective products. The research type is applied research with a mixed methods approach. Primary data were obtained through observation and interviews, while secondary data came from production reports for the period January–May 2024. Data analysis used Pareto Diagram, *Fishbone Diagram*, and 5W+1H analysis. The results showed that small/scratched *Suriwari* defects were the dominant defect (43.7% of the total 574 defects). After tool modification with the addition of a zig-zag chamfer, these defects decreased by 98.8% to only 3 pieces, and total defects decreased by 43.2%. This study provides a scientific contribution in the integration of Kaizen-PDCA for quality improvement in the automotive component industry, as well as practical implications in the form of increased process efficiency and strengthened operator discipline. It is recommended that PT XYZ apply a similar approach to other types of defects and strengthen a culture of continuous improvement.

Keywords: Kaizen, PDCA, *Throttle Shaft*, Defects, Pareto Diagram, *Fishbone Diagram*, *Continuous Improvement*.

Pendahuluan

Implementasi perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) terhadap kualitas produk telah diakui sebagai sebuah imperatif strategis dalam dunia manufaktur. Praktik ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan nilai intrinsik produk, tetapi juga untuk memenuhi dan melampaui ekspektasi konsumen yang merupakan pemangku kepentingan primer (*primary stakeholder*). Pencapaian kepuasan pelanggan tersebut sangat dipengaruhi oleh kualitas produk yang unggul sebagai elemen fundamental.

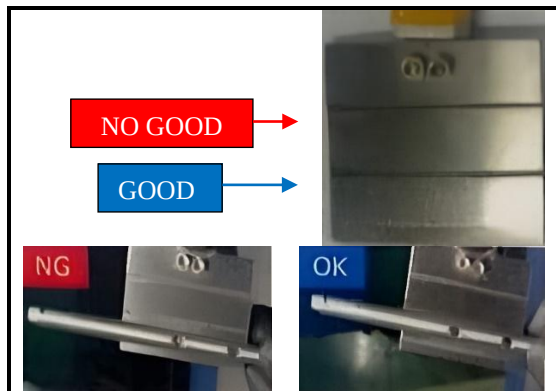
Dalam praktiknya, munculnya barang cacat merupakan persoalan umum yang mengganggu pencapaian standar mutu. Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan sistematis melalui Kaizen dengan metodologi PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) terbukti efektif dalam mengatasi permasalahan kualitas. Penelitian oleh Arfan dkk. [1] berhasil meningkatkan *output* produksi sebesar 12% pada *line reconditions* IBC dengan mengidentifikasi akar masalah melalui *fishbone diagram* dan 5W+1H. Kartika [2] juga membuktikan bahwa penerapan *Lean Kaizen* dengan PDCA mampu meningkatkan produktivitas *line painting* industri otomotif dari

71% menjadi 80,6% dengan menghilangkan aktivitas pemborosan. asil serupa ditunjukkan oleh Jalaludin dkk. [3] yang menurunkan tingkat cacat komponen *bracket* dari 6,3% menjadi 1,8% melalui standarisasi proses.

Keberhasilan serupa juga ditunjukkan dalam penelitian lain. Komara [4] menerapkan *Lean Operation* dan PDCA yang berhasil menurunkan tingkat kecacatan produk secara drastis hingga 78,2%. Sementara itu, penelitian oleh Saputro dkk. [5] berhasil mereduksi waktu penggantian komponen *hearth roll* sebesar 9,72% dengan implementasi Kaizen berbasis PDCA. Temuan-temuan ini memperkuat bukti bahwa PDCA mampu meningkatkan kualitas, produktivitas, dan efisiensi dalam berbagai sektor manufaktur.

PT XYZ adalah perusahaan manufaktur komponen otomotif yang didirikan pada tahun 2003. Perusahaan ini memproduksi berbagai komponen, seperti *intake pressure control valve* dan *electronic control throttle body*. Penelitian ini akan berfokus pada mesin *machining* yang digunakan untuk memproduksi *Throttle Shaft* (THS) dengan bahan baku utama berupa *stainless steel*.

Proses produksi *Throttle Shaft* (THS) sering terjadi kecacatan produk sehingga mengalami pemborosan untuk melakukan perbaikan produk cacat yang mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian. Gambar 1 dan 2 di bawah ini merupakan permasalahan yang terjadi pada mesin *machining*.



Gambar 1. Shaft suriwari seret saat proses baritori



Gambar 2. THV gores akibat shaft seret

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2, ditemukan permasalahan yang berulang yaitu *shaft Suriwari* sering mengalami seret saat proses pemasangan. Kondisi ini menyebabkan *shaft* tidak dapat masuk hingga batas *Good* pada alat ukur sehingga dikategorikan NG (*Not Good*). Akibatnya, ketika proses perakitan dilanjutkan, *valve* mengalami gesekan dengan *shaft* yang seret dan menimbulkan goresan pada permukaan *valve*.

Permasalahan ini tidak hanya berdampak pada penurunan kualitas produk karena adanya cacat fisik, tetapi juga mengakibatkan peningkatan jumlah *reject* dan kebutuhan *rework*. Hal tersebut berimplikasi pada efisiensi produksi yang menurun, waktu proses yang lebih lama, serta potensi kerugian biaya bagi perusahaan. Berdasarkan catatan produksi, setiap bulannya selalu ditemukan kasus *shaft* seret dan *valve* tergores, sehingga perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) perlu segera dilakukan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, pendekatan Kaizen dengan siklus PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) dipilih sebagai metode perbaikan yang sistematis dan berkesinambungan. Dengan Kaizen, masalah tidak hanya diselesaikan pada gejala, tetapi juga pada akar penyebabnya. Siklus PDCA memberikan kerangka kerja yang jelas, mulai dari perencanaan perbaikan (*Plan*), pelaksanaan (*Do*), evaluasi hasil (*Check*), hingga standarisasi dan tindak lanjut (*Act*). Melalui penerapan Kaizen dengan PDCA, diharapkan jumlah kasus *shaft* seret dapat berkurang secara signifikan, risiko goresan pada *valve* bisa diminimalisasi, serta kualitas dan efisiensi produksi pada mesin *machining* dapat meningkat secara konsisten.

Berdasarkan analisis tersebut, penelitian ini mengidentifikasi tiga masalah utama yaitu, mengidentifikasi jenis cacat dominan, menganalisis faktor penyebab dengan *fishbone diagram*, dan mengevaluasi efektivitas Kaizen-PDCA dalam mengurangi tingkat cacat.

Kaizen

Kaizen merupakan istilah dalam bahasa Jepang yang menggambarkan konsep *Continuous Incremental Improvement* atau perbaikan berkesinambungan secara bertahap [6]. Kata Kaizen berasal dari gabungan dua kata, yaitu KAI yang berarti perbaikan dan ZEN yang berarti baik [7]. Dengan demikian, Kaizen dapat dimaknai

sebagai upaya peningkatan berkelanjutan yang melibatkan seluruh individu dalam organisasi. Penerapan konsep ini hanya akan efektif jika didukung oleh keterlibatan sumber daya manusia secara optimal, karena manusia adalah faktor kunci dalam peningkatan mutu serta produktivitas [8].

Semangat Kaizen yang kuat terbukti menjadi salah satu alasan utama pesatnya kemajuan perusahaan-perusahaan di Jepang serta keberhasilan mereka dalam menjaga kualitas. Secara mendasar, Kaizen merupakan suatu pola pikir yang menyeluruh dan terintegrasi, dengan tujuan untuk mewujudkan perbaikan terus-menerus. Prinsip utama yang melandasi semangat Kaizen adalah sebagai berikut [9]:

1. Setiap hari harus lebih baik dibandingkan hari sebelumnya, dan esok harus lebih baik daripada hari ini.
2. Tidak ada satu hari pun yang boleh dilewati tanpa adanya perbaikan.
3. Setiap permasalahan dipandang sebagai peluang untuk meningkatkan kondisi.
4. Peningkatan sekecil apa pun tetap perlu dihargai dan dilaksanakan.
5. Perbaikan tidak selalu membutuhkan investasi yang besar.

Pelaksanaan Kaizen dilakukan dengan memanfaatkan empat jenis alat, yaitu Kaizen *Checklist*, Kaizen *Five-Step Plan*, 5W+1H, serta *Five M Checklist* [10]. Namun, pada penelitian ini hanya mengadopsi tiga alat, yaitu *Five M Checklist*, 5W+1H, dan Kaizen *Five-Step Plan*. Dalam penelitian ini, satu di antaranya digunakan, yaitu 5W+1H:

1. Kaizen *Five M Checklist*

Alat ini berfokus pada lima faktor kunci yang terlibat dalam proses, yaitu *man* (operator), *environment* (lingkungan), *method* (metode), *machine* (mesin), dan *material* (bahan) [11]. Dalam hal ini, perbaikan dapat dilakukan dengan memeriksa aspek-aspek proses.

2. 5W+1H

Metode 5W + 1H banyak dipakai sebagai salah satu alat bantu manajemen di berbagai bidang. Konsep ini terdiri dari enam pertanyaan pokok, yaitu *Who* (siapa), *What* (apa), *Where* (di mana), *When* (kapan), *Why* (mengapa), dan *How* (bagaimana) [12].

3. Kaizen *Five-Step Plan*

Rencana lima tahap ini merupakan metode penerapan Kaizen yang banyak dipraktikkan oleh perusahaan di Jepang. Pendekatan tersebut dikenal dengan istilah 5-S, yang berasal dari singkatan kata dalam bahasa Jepang, yaitu [12]:

- a. *Seiri* (Pemilahan), memilah serta mengelompokkan barang sesuai dengan jenis maupun kegunaannya, sehingga dapat dibedakan mana yang masih dibutuhkan dan mana yang harus disingkirkan.
- b. *Seiso* (Penataan), menempatkan barang atau bahan di lokasi yang tepat agar mudah ditemukan dan digunakan kembali saat diperlukan.
- c. *Seiton* (Kebersihan), menjaga area kerja tetap bersih dengan membersihkan peralatan, lingkungan, serta membuang sampah pada tempatnya.
- d. *Seiketsu* (Pemeliharaan), mempertahankan kebersihan diri sekaligus memastikan ketiga langkah sebelumnya (*seiri*, *seiso*, *seiton*) selalu dijalankan secara konsisten.
- e. *Shitsuke* (Pembiasaan), membangun kedisiplinan serta kebiasaan positif untuk mematuhi aturan, menjaga kerapian, dan merawat lingkungan kerja maupun peralatannya.

Kualitas

Kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk yang menunjukkan kemampuannya dalam memberikan kepuasan kepada pelanggan atau konsumen [12]. Kualitas menjadi faktor penting yang menentukan keberhasilan suatu perusahaan dalam menghadapi persaingan, karena perusahaan dituntut untuk melakukan perbaikan berkelanjutan sesuai dengan akar permasalahan yang ditemukan [13].

Strategi yang dapat menjamin kualitas adalah strategi yang mampu menjaga kestabilan proses produksi, sehingga proses dapat dikendalikan dengan baik untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya produk cacat. Dengan demikian, kualitas menjadi aspek penting dalam menciptakan kepuasan konsumen. Dalam memproduksi barang, perusahaan harus memastikan bahwa produk yang dihasilkan mampu memenuhi bahkan melebihi harapan konsumen. Untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi, perhatian khusus perlu diberikan sejak tahap pemilihan bahan baku, proses produksi, hingga produk akhir [14].

Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan serangkaian kegiatan teknis dan manajerial yang bertujuan untuk memastikan bahwa hasil produksi sesuai dengan standar atau spesifikasi yang telah ditetapkan [15]. Proses ini dilakukan dengan cara membandingkan kondisi nyata produk dengan persyaratan yang berlaku, kemudian mengambil tindakan korektif apabila ditemukan perbedaan. Dengan demikian, keberlangsungan proses produksi harus dijaga agar stabil sehingga produk yang dihasilkan dapat memenuhi standar kualitas yang diharapkan.

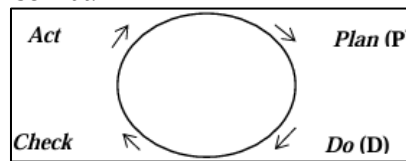
Definisi produk cacat

Produk cacat didefinisikan sebagai unit hasil produksi yang secara fisik tidak memenuhi standar mutu untuk dijadikan produk akhir, namun masih memungkinkan diperbaiki sehingga dapat dipasarkan kembali [16]. Terjadinya produk cacat dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kesalahan operator, kerusakan mesin, maupun kondisi lain yang menimbulkan tambahan biaya dalam proses produksi [17]. Oleh karena itu, jumlah produk cacat perlu ditekan seminimal mungkin agar tidak menimbulkan pemborosan biaya *overhead* perusahaan.

Secara umum, produk cacat merupakan keluaran produksi yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, tetapi masih dapat di *repair* [18]. Penyebab timbulnya produk cacat beragam, mulai dari kelemahan pada tahap perancangan maupun pengujian, penggunaan material yang tidak tepat, hingga kesalahan dalam proses produksi. Selain itu, suatu produk juga dapat dikategorikan cacat secara hukum apabila tidak dilengkapi dengan instruksi penggunaan yang memadai atau tidak mencantumkan peringatan yang relevan terkait potensi bahaya dari penggunaan normal maupun penyalahgunaan produk tersebut.

Plan Do Check Action (PDCA)

Menurut Deming [7], konsep PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) merupakan suatu siklus perbaikan berkelanjutan yang berjalan secara berulang seperti lingkaran tanpa akhir. Siklus ini, yang juga dikenal sebagai *Deming Cycle*, dengan siklus sebagai berikut:



Gambar 3. Siklus PDCA

Sumber: Dr. William Edwards Deming [19]

Penjelasan dari setiap siklus PDCA tersebut adalah sebagai berikut [19]:

1. Mengembangkan Rencana Perbaikan (*Plan*)

Tahap ini mencakup penyusunan rencana perbaikan yang dirumuskan setelah identifikasi permasalahan, dengan mempertimbangkan prinsip 5W+1H (*What, Why, Who, When, Where, dan How*) untuk menentukan sasaran serta target yang jelas.

2. Melaksanakan Rencana (*Do*)

Tahap *Do* berfokus pada penerapan rencana tersebut, termasuk pelaksanaan proses, produksi, serta pengumpulan data yang nantinya dianalisis pada tahap berikutnya.

3. Memeriksa (*Check*)

Pada tahap *Check*, dilakukan evaluasi dengan membandingkan hasil aktual terhadap target yang telah ditetapkan, sekaligus menilai kesesuaian pelaksanaan dengan jadwal yang direncanakan.

4. Tindakan Apa Yang Diperlukan (*Action*)

Tahap *Act* menekankan pada pengambilan tindakan korektif maupun preventif berdasarkan temuan dari tahap evaluasi, sehingga proses perbaikan dapat terus ditingkatkan secara berkesinambungan.

Quality Control Seven Tools

Tujuh alat bantu pengendalian kualitas (*quality control seven tools*) merupakan metode yang digunakan secara berkesinambungan untuk meningkatkan mutu produk maupun proses. Alat tersebut meliputi *check sheet*, *scatter diagram* (diagram sebar), *pareto diagram*, *process flow chart*, histogram, *control chart* (peta kendali), serta *cause and effect diagram* (diagram sebab-akibat). Dalam penelitian ini, dua di antaranya digunakan, yaitu *pareto diagram*, dan *cause and effect diagram* [19]:

1. Check Sheet (Lembar Pengumpulan Data)

Check sheet atau lembar pengumpulan data berfungsi untuk mencatat informasi dalam bentuk tabel terkait jumlah produk, jenis permasalahan, maupun karakteristik kualitas yang diamati [20]. Tujuan penggunaannya adalah mempermudah proses pencatatan dan analisis data, sehingga dapat diidentifikasi masalah berdasarkan frekuensi maupun jenisnya [21].

2. Scatter Diagram (Diagram Sebar)

Scatter Diagram atau Diagram Sebar merupakan alat statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan atau korelasi antara dua variabel, yaitu variabel penyebab dan variabel akibat. Diagram ini membantu dalam mengidentifikasi apakah terdapat hubungan potensial di antara kedua variabel tersebut serta menentukan arah hubungan tersebut, apakah bersifat positif atau negatif [22].

3. Diagram Pareto

Diagram *Pareto* diperkenalkan pertama kali oleh Alfredo Pareto dan kemudian dipopulerkan penggunaannya oleh Joseph Juran [19]. Alat ini berupa kombinasi grafik batang dan garis yang menggambarkan proporsi setiap jenis data terhadap keseluruhan. Melalui diagram *Pareto*, permasalahan dapat diprioritaskan

dengan menekankan pada faktor yang paling dominan sehingga penyelesaian dapat difokuskan pada aspek yang memberi dampak terbesar.

4. *Process Flow Chart*

Process Flow Chart (Diagram alir proses) merupakan alat yang umum digunakan dalam industri manufaktur untuk menggambarkan secara visual urutan aktivitas dalam suatu proses operasional. Melalui diagram ini, alur kerja dapat dipahami dengan lebih mudah karena menunjukkan hubungan dan urutan antara satu tahap dengan tahap berikutnya [22].

Selain itu, diagram alir proses juga berfungsi sebagai dokumentasi standar operasional yang telah diterapkan, sehingga dapat dijadikan acuan dalam pelaksanaan kegiatan produksi.

5. Histogram

Histogram merupakan representasi grafis yang menggambarkan distribusi frekuensi suatu variabel dalam bentuk batang-batang persegi panjang yang mencerminkan tabulasi data berdasarkan interval atau kelas ukuran tertentu [23]. Sebagai bentuk distribusi frekuensi, histogram berfungsi untuk menunjukkan karakteristik penyebaran data yang telah dikelompokkan ke dalam beberapa kelas [24]. Bentuk histogram dapat menyerupai kurva normal atau berbentuk lonceng, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar data terdistribusi di sekitar nilai rata-ratanya [25].

6. *Control Chart* (Peta Kendali)

Control Chart (Peta Kendali) merupakan alat grafis yang digunakan untuk menggambarkan perilaku atau kestabilan suatu proses produksi dari waktu ke waktu. Melalui peta ini, dapat diidentifikasi apakah proses tersebut berada dalam kondisi terkendali secara statistik atau mengalami penyimpangan. Secara umum, peta kendali terbagi menjadi dua jenis berdasarkan karakteristik data yang digunakan [26], yaitu:

a. Peta Kendali untuk data variabel

Jenis peta kendali ini digunakan untuk data kualitas yang dapat diukur secara kuantitatif, seperti panjang, berat, atau volume yang dinyatakan dalam satuan tertentu (misalnya cm, kg, atau liter).

b. Peta Kendali untuk data atribut

Peta kendali ini diterapkan pada data yang bersifat kualitatif atau tidak dapat diukur dengan satuan tertentu, misalnya warna, jenis kelamin, atau status cacat produk. Adapun fungsi utama dari peta kendali menurut [26]:

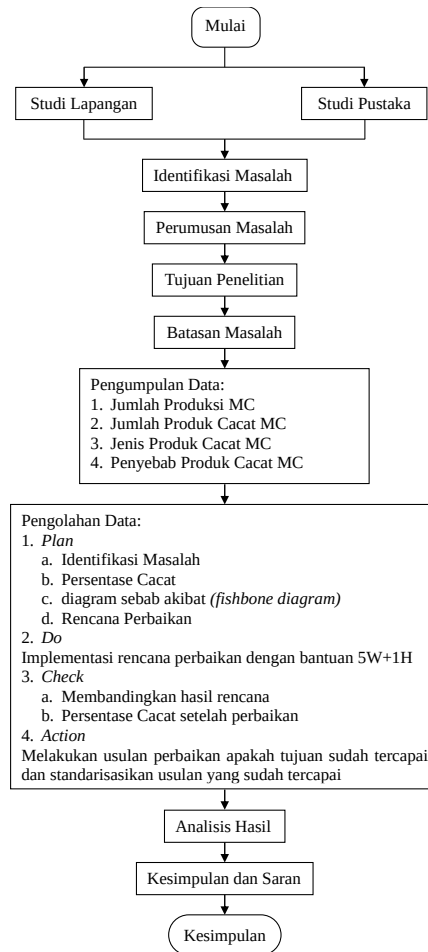
- 1) Mengendalikan jalannya proses dengan mengidentifikasi serta memperbaiki permasalahan yang muncul.
- 2) Memprediksi rentang hasil yang dapat diharapkan dari suatu proses.
- 3) Menentukan apakah suatu proses berada dalam kondisi stabil secara statistik.
- 4) Menganalisis pola variasi proses yang disebabkan oleh faktor khusus (penyimpangan tidak rutin) atau faktor umum (penyimpangan yang melekat dalam proses).
- 5) Menjadi dasar untuk melakukan perbaikan kualitas, pencegahan masalah, dan perubahan mendasar pada proses produksi.

7. *Cause And Effect Diagram*

Cause And Effect Diagram (Diagram sebab-akibat) juga dikenal sebagai *fishbone diagram* atau *Ishikawa diagram*, merupakan alat analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya suatu masalah sehingga mempermudah proses penentuan solusi [19]. Dalam pendekatan ini, penyebab utama biasanya dikelompokkan ke dalam lima kategori, yaitu bahan baku (*material*), mesin (*machine*), tenaga kerja (*man*), metode (*method*), serta lingkungan (*environment*).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan desain eksplanatori-evaluatif. Data primer diperoleh dari wawancara dengan operator dan tim QC, sedangkan data sekunder berasal dari laporan produksi Januari–Mei 2024. Teknik analisis data meliputi, Diagram *Pareto* untuk menentukan cacat dominan, *Fishbone Diagram* untuk identifikasi akar masalah dan Analisis 5W+1H untuk perencanaan tindakan perbaikan, serta Uji statistik deskriptif dan perbandingan persentase untuk evaluasi hasil. Gambar 4 di bawah ini *flowchart* yang menggambarkan tahapan-tahapan yang akan dilaksanakan:



Gambar 4. Flowchart penelitian

Hasil Dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian diperoleh secara dengan cara wawancara kepada operator *machining* di PT XYZ. Data yang diperoleh dari wawancara yaitu data jumlah produksi komponen *Throttle Shaft* (THS) dan jumlah produk cacat. Data jumlah produksi dan jumlah produk cacat pada mesin *machining* PT XYZ dalam periode Januari 2024 hingga Mei 2024 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data total produksi dan produk cacat produk THS mesin *machining*

Bulan	Total produksi	Jenis Defect						Total Defect
		<i>Suriwari</i> (seret/kecil)	<i>Kizu</i> permukaan <i>shaft</i>	NG dimensi <i>centerless</i>	NG <i>setting</i> <i>tool</i>	NG dimensi <i>tap</i>	NG dimensi <i>valve gear</i>	
Jan	49295	47	44	8	6	0	0	105
Feb	51873	64	49	5	8	1	0	127
Mar	49292	39	56	6	5	2	0	108
Apr	46684	49	51	7	6	2	1	116
Mei	46682	52	47	11	7	1	0	118
Jumlah	243826	251	247	37	32	6	1	574

Sumber: PT XYZ

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 1, tercatat jumlah *defect* atau cacat yang terjadi pada proses produksi mesin *machining* dalam periode Januari hingga Mei 2024 untuk komponen *Throttle Shaft* (THS). Untuk menganalisis beragam jenis cacat yang muncul, selanjutnya diterapkan diagram *pareto*. Diagram *pareto* berfungsi sebagai alat bantu dalam membandingkan berbagai kategori kejadian berdasarkan frekuensinya, serta

menentukan tingkat prioritas dari setiap kategori sebab atau kejadian yang dianalisis [27]. Berdasarkan analisis ini, jenis cacat yang memiliki frekuensi kejadian tertinggi ditetapkan sebagai prioritas utama untuk diidentifikasi dan dipecahkan masalahnya.

Pengolahan Data

Tahapan Perencanaan (Plan)

Tahap *plan* atau perencanaan merupakan langkah awal dalam siklus PDCA yang berfokus pada identifikasi akar penyebab suatu masalah. Dalam penelitian ini, tahap perencanaan diawali dengan mengidentifikasi berbagai jenis kecacatan pada produk *Throttle Shaft* (THS). Selanjutnya, diagram *pareto* digunakan untuk menentukan jenis kecacatan yang paling dominan, sementara diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) diterapkan untuk menganalisis interaksi antara masalah dengan berbagai faktor penyebabnya. Berikut ini adalah analisis tahap perencanaan berdasarkan data proses *machining* pada produk *Throttle Shaft* (THS) yang diperoleh pada dari Januari 2024 hingga Mei 2024.

1. Diagram Pareto

Data produksi periode Januari–Mei 2024 menunjukkan total produksi 243.826 pcs dengan total cacat sebanyak 574 pcs. Jenis cacat yang ditemukan meliputi *Suriwari* seret/kecil, *Kizu* permukaan *shaft*, NG dimensi *centerless*, NG *setting tool*, NG dimensi *tap*, dan NG dimensi *valve gear*. Hasil perhitungan persentase untuk setiap jenis mode kegagalan tersebut disajikan dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Persentase tingkat cacat *machining* produk *Throttle Shaft* (THS)

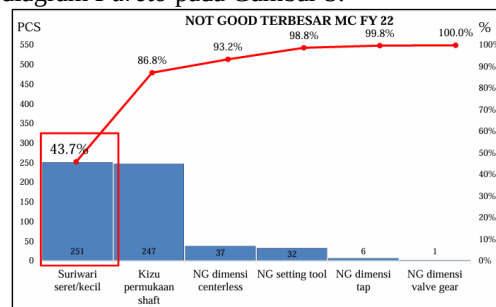
No.	Jenis Cacat	Jumlah	Persentase	Kumulatif %
1	<i>Suriwari</i> seret/kecil	251	43.7%	43.7%
2	<i>Kizu</i> permukaan <i>shaft</i>	247	43.0%	86.8%
3	NG dimensi <i>centerless</i>	37	6.4%	93.2%
4	NG <i>setting tool</i>	32	5.6%	98.8%
5	NG dimensi <i>tap</i>	6	1.0%	99.8%
6	NG dimensi <i>valve gear</i>	1	0.2%	100.0%
	Total	574	100.00%	

Sumber: Data diolah, 2025

Langkah-langkah untuk menghitung persentase masing-masing jenis cacat pada proses *machining* produk *Throttle Shaft* (THS) dilakukan dengan menerapkan rumus sebagai berikut.

$$\text{Jenis Defect} = \frac{\text{Jumlah Defect Sejenis}}{\text{Jumlah Keseluruhan Defect}} \times 100\% \quad (1)$$

Berdasarkan data pada Tabel 2, dapat diidentifikasi bahwa jenis cacat *Suriwari* seret/kecil merupakan jenis cacat yang paling dominan dengan persentase sebesar 43,7%. Jenis cacat dengan frekuensi tertinggi berikutnya adalah *kizu* pada permukaan *shaft* (43,0%), diikuti oleh cacat dimensi *centerless* (6,4%), dan *setting tool* yang tidak sesuai (5,6%). Sementara itu, cacat dimensi *tap* dan dimensi *valve gear* menempati persentase terkecil, masing-masing sebesar 1,0% dan 0,2%. Visualisasi distribusi persentase akumulatif dari seluruh jenis cacat tersebut disajikan dalam bentuk diagram *Pareto* pada Gambar 5.



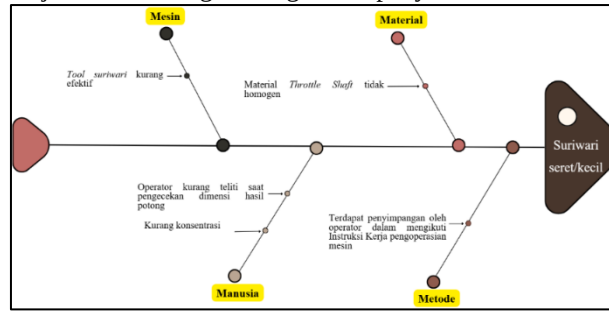
Gambar 5. Diagram *pareto*

Berdasarkan diagram yang ditunjukkan pada Gambar 5, jenis cacat *suriwari* seret/kecil teridentifikasi sebagai kategori cacat yang paling dominan dengan persentase sebesar 43,7%. Dengan mempertimbangkan dominasi tersebut, penelitian ini difokuskan terhadap jenis cacat tersebut.

2. Diagram Sebab Akibat (Fishbone Diagram)

Dalam diagram sebab-akibat, hubungan antara suatu permasalahan dengan berbagai kemungkinan penyebab serta faktor-faktor yang memengaruhinya dapat diidentifikasi secara sistematis. Langkah analisis dilakukan dengan menelusuri faktor penyebab terjadinya cacat produk melalui wawancara dengan pihak perusahaan, khususnya pada divisi *machining* dan pengendalian kualitas. Proses identifikasi ini menggunakan

pendekatan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*). Pada *fishbone diagram* yang ditunjukkan pada Gambar 6, ditampilkan berbagai faktor yang berkontribusi terhadap munculnya cacat dominan, yaitu cacat *suriwari* seret/kecil. Uraian berikut menjelaskan masing-masing faktor penyebab tersebut secara lebih rinci.



Gambar 6. Diagram sebab akibat (*fishbone diagram*)

Diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) pada Gambar 6 menunjukkan bahwa faktor-faktor utama penyebab *suriwari* seret/kecil adalah sebagai berikut:

- Faktor Mesin**
Desain mata potong (*cutting tool*) tidak optimal, menyebabkan hasil potongan sempit dan seret.
- Faktor Material**
Variasi kekerasan bahan (*non-homogeneous hardness*) pada batang *stainless steel* memengaruhi proses pemotongan.
- Faktor Manusia**
Operator tidak selalu melakukan inspeksi setelah *machining*, serta kurang teliti dalam pengecekan dimensi.
- Faktor Metode**
Terdapat penyimpangan dalam penerapan instruksi kerja (*work instruction*) sehingga proses *machining* tidak konsisten. Dengan demikian, faktor dominan berasal dari perancangan *tool* dan disiplin pelaksanaan proses, yang menjadi fokus utama tahap berikutnya.

Tahap Pelaksanaan (Do)

Setelah diidentifikasi faktor-faktor utama yang paling berpengaruh terhadap terjadinya cacat pada proses *machining* untuk produk *Throttle Shaft* (THS), langkah berikutnya pada tahap *Do* adalah melaksanakan tindakan korektif guna mengatasi permasalahan *suriwari* seret/kecil yang terjadi dalam proses tersebut. Kegiatan ini bertujuan untuk menetapkan jenis cacat yang menjadi fokus perbaikan serta menentukan langkah penanganan yang tepat. Rencana tindakan perbaikan juga dirumuskan dalam format *5W+1H* (*What, Why, Where, When, Who, How*) untuk memastikan langkah yang dilakukan jelas, terukur, dan dapat diimplementasikan dengan efektif bisa dilihat pada Tabel 3.

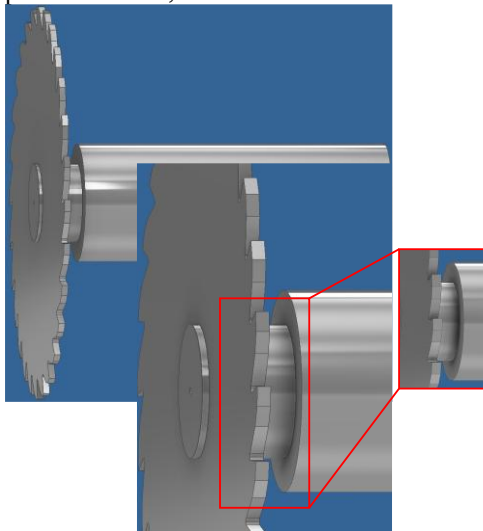
Tabel 3. Analisis *5W+1H*

Faktor	What	Why	Where	When	Who	How
Mesin	Mata potong <i>tool suriwari</i> kurang efektif dalam proses pemotongan	Karena desain mata potong tool tidak optimal sehingga hasil potongan sempit dan seret	Pada mesin <i>machining</i>	Setelah proses <i>machining</i> dan terlihat saat proses perakitan (<i>assy</i>)	Operator mesin <i>machining</i> , Tim <i>Maintenance/Tooling</i> , QC, Tim <i>engineering process</i>	Modifikasi mata potong <i>tool</i> dengan memberikan <i>chamfer</i> berlawanan (<i>zig-zag</i>) pada mata potong
Material	Material <i>Throttle Shaft</i> tidak homogen	Komposisi bahan tidak seragam sehingga kekerasan material bervariasi dan memengaruhi hasil pemotongan	Area penerimaan material dan proses <i>machining</i>	Saat penerimaan material dan proses produksi berlangsung	Tim <i>Quality Control</i> , Tim <i>Incoming Material</i>	Melakukan inspeksi kekerasan material (<i>hardness test</i>) sebelum <i>machining</i> dan melakukan seleksi material yang tidak sesuai spesifikasi
Manusia	Operator kurang teliti saat pengecekan	Kurangnya ketelitian dan fokus menyebabkan	Area <i>machining</i>	Saat proses pengukuran dan pengecekan	Operator <i>machining</i>	Memberikan pelatihan ulang tentang prosedur pemeriksaan dimensi

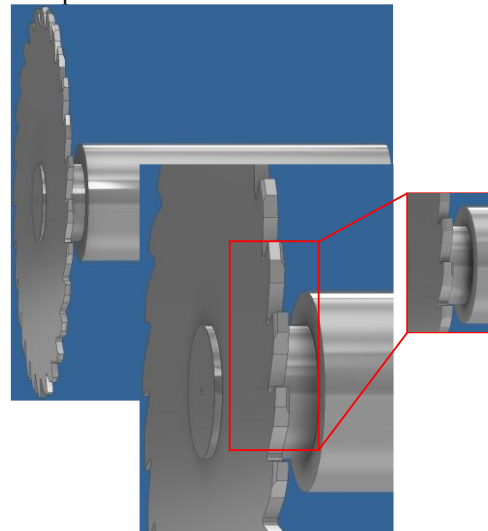
Faktor	What	Why	Where	When	Who	How
	dimensi hasil potong dan kurang konsentrasi	hasil potong tidak sesuai standar		hasil potong berlangsung		dan meningkatkan pengawasan kerja
Metode	Terdapat penyimpangan operator dari Instruksi Kerja (IK) pengoperasian mesin	Metode proses tidak sesuai dengan <i>standard operating procedure</i> (SOP)	Proses <i>machining</i>	Saat proses <i>machining</i>	Operator <i>machining</i> , Tim <i>engineering process</i>	Lakukan evaluasi berkala dan sosialisasi ulang serta audit kepatuhan terhadap Instruksi Kerja

Sumber: Peneliti, 2025

Berdasarkan Tabel 3, perencanaan perbaikan proses produksi pada area *machining* dilakukan melalui analisis menggunakan metode 5W+1H, hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa diperlukan modifikasi pada mata potong *tool* dengan menambahkan *chamfer* berlawanan (pola zig-zag) pada permukaan mata potong. Modifikasi ini bertujuan untuk menghilangkan cacat *suriwari* seret/kecil yang selama ini muncul pada proses *assy*. Sebagai implementasi dari rencana perbaikan pada mata potong *tool*, yakni penambahan *chamfer* dengan pola zig-zag pada permukaannya. Kondisi awal mata potong *tool suriwari* sebelum dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 7, sementara hasil setelah modifikasi ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Before modifikasi tool



Gambar 8. After modifikasi tool

Tahap Pemeriksaan Hasil Pelaksanaan (Check)

Tahap ini dilakukan untuk menilai efektivitas tindakan perbaikan yang telah diterapkan pada proses *machining* komponen *Throttle Shaft* (THS). Evaluasi dilakukan dengan pendekatan kuantitatif melalui analisis perbandingan data jumlah cacat sebelum dan sesudah perbaikan.

1. Pengumpulan Data Pasca-Perbaikan

Setelah dilakukan modifikasi pada mata potong *tool* dengan penambahan *chamfer* zig-zag, dilakukan pengamatan ulang terhadap hasil produksi selama periode evaluasi. Berdasarkan laporan bulanan menunjukkan bahwa jumlah cacat *Suriwari* seret/kecil mengalami penurunan signifikan dari 251 pcs menjadi hanya 3 pcs. Rekapitulasi jumlah dan persentase cacat pasca-perbaikan ditampilkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi Jumlah dan Persentase Cacat Pasca-Perbaikan

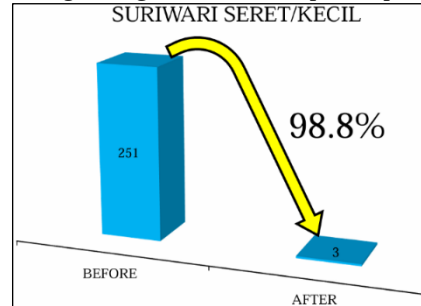
Jenis NG	Jumlah	Persentase	Kumulatif %
<i>Suriwari</i> seret/kecil	3	0.9%	0.9%
<i>Kizu</i> permukaan <i>shaft</i>	247	75.8%	76.7%
NG dimensi <i>centerless</i>	37	11.3%	88.0%
NG <i>setting tool</i>	32	9.8%	97.9%
NG dimensi tap	6	1.8%	99.7%
NG dimensi <i>valve gear</i>	1	0.3%	100.0%
Total	326	100.00%	

Sumber: PT XYZ

Dari data Tabel 4, terlihat bahwa total cacat produk menurun dari 574 pcs sebelum perbaikan menjadi 326 pcs setelah perbaikan, atau berkurang 43,2% secara keseluruhan. Jenis cacat *Suriwari* seret/kecil yang sebelumnya menyumbang 43,7% dari total cacat kini hanya sebesar 0,9%, menandakan efektivitas tinggi dari tindakan korektif yang dilakukan.

2. Analisis Hasil Evaluasi

Evaluasi dilakukan menggunakan metode kuantitatif, yaitu dengan membandingkan data jumlah cacat sebelum dan sesudah penerapan perbaikan berdasarkan laporan bulanan *Not Good (NG)* dan hasil inspeksi harian dari tim QC. Visualisasi perbandingan tingkat cacat ditampilkan pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Evaluasi hasil perbaikan

Hasil pada Gambar 9 menunjukkan adanya penurunan drastis jumlah cacat *Suriwari* seret/kecil setelah implementasi modifikasi mata potong *tool*. Sebelum dilakukan perbaikan, cacat tersebut menyumbang 43,7% dari total cacat. Setelah diterapkan modifikasi *tool*, jumlah cacat tersebut berhasil ditekan sebesar 98,8% selama periode pengamatan pasca-implementasi.

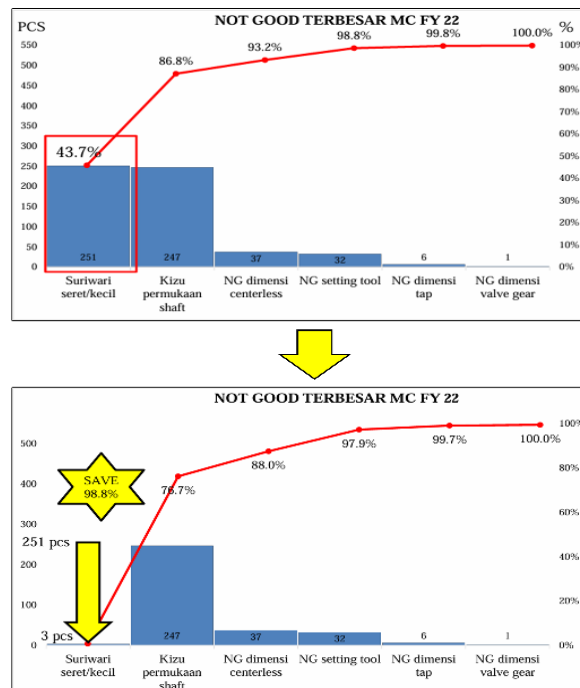
3. Analisis Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Untuk melihat lebih jelas perubahan yang terjadi, dilakukan analisis perbandingan antara kondisi *before improvement* dan *after improvement* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan

Jenis NG (<i>Defect</i>)	Sebelum Perbaikan (pcs)	Sesudah Perbaikan (pcs)	Perubahan (%)
<i>Suriwari</i> seret/kecil	251	3	-98,8
<i>Kizu</i> permukaan <i>shaft</i>	247	247	0,0
NG dimensi <i>centerless</i>	37	37	0,0
NG <i>setting tool</i>	32	32	0,0
NG dimensi tap	6	6	0,0
NG dimensi <i>valve gear</i>	1	1	0,0
Total Defect	574	326	-43,2

Sumber: Data diolah, 2025



Gambar 10. Perbandingan jumlah *defect* sebelum dan sesudah perbaikan

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 10, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode Kaizen melalui siklus *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas proses maupun produk. Keberhasilan dalam mengeliminasi *defect suriwari* seret/kecil secara menyeluruh menjadi indikator penting yang menunjukkan perbaikan tidak hanya pada aspek kualitas produk, tetapi juga pada efisiensi proses produksi. Selain itu, hasil tersebut turut berdampak pada berkurangnya kebutuhan *rework* serta meningkatnya tingkat kepercayaan pelanggan terhadap mutu *output* yang dihasilkan oleh PT XYZ.

Tahap Tindakan Yang Diperlukan (Action)

Tahap *Action* merupakan langkah terakhir dalam siklus PDCA yang berfungsi untuk memastikan bahwa seluruh hasil perbaikan yang telah terbukti efektif dapat dipertahankan dalam jangka panjang. Tahap ini berfokus pada proses standarisasi dari tindakan modifikasi mata potong *tool* yang telah dilakukan sebelumnya, agar hasil perbaikan tidak bersifat sementara, tetapi dapat diintegrasikan ke dalam sistem kerja perusahaan secara berkelanjutan. Dalam konteks PT XYZ, pelaksanaan tahap ini memiliki signifikansi tinggi karena berkaitan dengan upaya mempertahankan keberhasilan dalam mengeliminasi *defect suriwari* seret/kecil yang telah terbukti efektif setelah diterapkannya modifikasi pada mata potong *tool suriwari* dalam proses *machining* untuk produksi *Thottle Shaft* (THS).

Pembahasan

Hasil penelitian membuktikan efektivitas integrasi Kaizen-PDCA dalam mengurangi cacat produk. Modifikasi *tool* dengan penambahan *chamfer zig-zag* berhasil mengatasi akar masalah pada faktor mesin. Penurunan cacat sebesar 98,8% untuk jenis cacat dominan sejalan dengan penelitian Kartika [2] dan Jalaludin dkk. [3] yang juga berhasil menurunkan cacat secara signifikan melalui pendekatan serupa. Peningkatan disiplin operator dan kepatuhan terhadap SOP juga berkontribusi pada keberhasilan perbaikan. Hal ini mendukung teori Kaizen yang menekankan pentingnya keterlibatan seluruh anggota organisasi dalam perbaikan berkelanjutan [6].

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa jenis cacat dominan yang teridentifikasi adalah *Suriwari* seret/kecil, yang menyumbang 43,7% dari total cacat sebelum perbaikan. Akar penyebab utama masalah ini berasal dari tiga faktor, yaitu desain mata potong yang tidak optimal, ketidakhomogenan material, serta kurangnya inspeksi dimensi oleh operator setelah proses *machining*.

Setelah penerapan metode Kaizen melalui tahapan PDCA, jumlah produk cacat berhasil diturunkan secara signifikan. Modifikasi desain mata potong dengan penambahan *chamfer zig-zag* terbukti sangat efektif, sehingga cacat dominan *Suriwari* seret/kecil turun drastis dari 251 pcs menjadi hanya 3 pcs, atau mengalami penurunan sebesar 98,8%. Secara keseluruhan, total cacat produk berkurang sebesar 43,2%. Selain peningkatan kualitas dan efisiensi produksi, penerapan ini juga memperkuat disiplin operator, kepatuhan terhadap SOP, serta kolaborasi antara tim produksi dan *quality control*. Dengan demikian, pendekatan PDCA terbukti menjadi metode perbaikan berkelanjutan yang efektif untuk menuju *zero defect*.

Mengingat efektivitas pendekatan Kaizen dengan siklus PDCA dalam penelitian ini, disarankan agar metode tersebut diterapkan pula untuk menangani jenis cacat dominan berikutnya, yaitu cacat *kizu* pada permukaan *shaft*, guna mendukung peningkatan kualitas produk secara berkelanjutan. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi faktor-faktor lain yang belum terungkap, misalnya melalui analisis yang lebih mendalam terhadap parameter proses *machining* (seperti kecepatan potong, *feed rate*, dan kedalaman potong) maupun terhadap kondisi lingkungan kerja. Disarankan pula dilakukan perhitungan *Return on Investment* (ROI) dari implementasi perbaikan yang telah dilakukan, agar nilai ekonomis dari penerapan perbaikan tersebut dapat diketahui secara lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

- [1] M. M. Arfan, R. . Sugengriadi, and A. Ropik, "Implementasi Konsep Kaizen Untuk Meningkatkan Output Produksi Line Reconditions di Bagian Produksi PT. XYZ dengan Metode Siklus PDCA (Plan-Do-Check-Action)," *Infotex*, vol. 2, no. 1, pp. 87–101, 2023.
- [2] H. Kartika, "Penerapan Metode PDCA dalam Mengurangi Produk Cacat NG pada Komponen Bracket (Studi Kasus di PT XYZ)," *JSTI J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 4, pp. 22–32, 2020.
- [3] A. Jalaludin, Y. Prastyo, R. Thabrani, and M. W. Maulana, "Penerapan Metode PDCA dalam Mengurangi Produk Cacat (NG) pada Komponen Bracket : Studi Kasus di PT XYZ," *Glob. J. Lentera*

- BITEP*, vol. 03, no. 04, pp. 185–194, 2025.
- [4] A. S. Komara, “Penerapan Lean Operation Guna Meminimalkan Produk Cacat Menggunakan Metode PDCA,” *Wahana*, vol. 73, no. 1, pp. 30–51, 2021, doi: 10.36456/wahana.v73i1.3337.
 - [5] R. N. Saputro, I. Romli, and H. Herlambang, “Reduksi Waktu Penggantian Hearth Roll Menggunakan Metode PDCA Serta Implementasi Kaizen di PT XYZ,” *RIGGS J. Artif. Intell. Digit. Bus.*, vol. 4, no. 2, pp. 3313–3319, 2025, doi: 10.31004/riggs.v4i2.1013.
 - [6] S. Suhartini and M. Ramadhan, “Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Pada Produk Sepatu Menggunakan Metode Six Sigma dan Kaizen,” *Matrik*, vol. 22, no. 1, p. 55, 2021, doi: 10.30587/matrik.v22i1.2517.
 - [7] Sugianto, A. Suwandhi, Benny, and T. Selamat, “Penerapan Sistem Produksi Menggunakan Metode Kaizen Pada Cv.Coher,” *J. Publ. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–17, 2024.
 - [8] M. K. M. Ardan, SKM. and M. Achmad Jaelani, S.Kep., *Manajemen Sumber Daya Manusia: Turnover Intention Dapat Mempengaruhi Kualitas Kinerja Perusahaan*, Pertama. Jawa Tengah: CV. Pena Persada, 2021.
 - [9] M. S. Mahaputra, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Plastik Injeksi dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Kaizen di CV. Gradient Kota Bandung,” *Media Nusantara*, vol. XVIII, no. 1, pp. 1–16, 2021.
 - [10] M. S. Alosani, “Case example of the use of Six Sigma and Kaizen projects in policing services,” *Teach. Public Adm.*, vol. 38, no. 3, pp. 333–345, 2020, doi: 10.1177/0144739420921932.
 - [11] K. Nabila and R. Rochmoeljati, “Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Dan Perbaikan Dengan Kaizen,” *Juminten*, vol. 1, no. 1, pp. 116–127, 2020, doi: 10.33005/juminten.v1i1.27.
 - [12] Ari Zaqi Al-Faritsy and Chelsi Apriliani, “Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Produk Tas Dengan Metode Six Sigma Dan Kaizen,” *J. Cakrawala Ilm.*, vol. 1, no. 11, pp. 2723–2732, 2022, doi: 10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v1i11.2855.
 - [13] M. Prasetyawati, L. Dewiyani, U. Marfuah, C. Casban, and S. Latif, “Upaya Meningkatkan Kualitas Produk Bumbu Tabur Balado Pada Proses Mixing Menggunakan Metode Pdca Studi Kasus Di Pt. Xyz,” *Matrik*, vol. 21, no. 2, p. 149, 2021, doi: 10.30587/matrik.v21i2.2021.
 - [14] S. A. Pratama, M. Fahreza, and M. K. Hidayat, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode SQC Dan Kaizen Pada PT. Laksana Teknik Makmur,” *IMTechno J. Ind. Manag. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2025, doi: 10.31294/imtechno.v6i1.5388.
 - [15] Afifah Devi Lestari and Erni Widajanti, “Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode Statistical Quality Control untuk Mengurangi Produk Rusak pada UMKM Gethuk Anyar di Ngawi,” *J. Rimba Ris. Ilmu Manaj. Bisnis dan Akuntansi*, vol. 2, no. 3, pp. 328–355, 2024, doi: 10.61132/rimba.v2i3.1164.
 - [16] V. M. Dasmasea, J. Morasa, and S. Rondonuwu, “Penerapan Total Quality Management terhadap produk cacat pada PT. Sinar Pure Foods International di Bitung,” *Indones. Account. J.*, vol. 2, no. 2, p. 97, 2020, doi: 10.32400/iaj.27796.
 - [17] F. Oktafiani and A. N. Qurochman, “Pengaruh Biaya Kualitas Bahan Baku Dan Biaya Perawatan Mesin Terhadap Pengurangan Produk Cacat Pada PT. Mega Surya Eratama di Mojokerto,” vol. 10, no. 1, pp. 13–24, 2025.
 - [18] Y. Rahayu, A. Riyanto, and L. S. Ramdhani, “Perlakuan Akuntansi Yang Tepat Terhadap Produk Cacat Pada Perusahaan Berdasarkan Pesanan,” *J. Ilm. Ilmu Ekon.*, vol. 9, no. 1, p. 3, 2020.
 - [19] H. Sari, Ayu Riana, Syamsul Arifin, Fauzie Rahman, Nita Pujiyanti, Nur Laily, Anggun Wulandari, Ihya Hazairin Noor, Vina Yulia Anhar, Lia Anggraini, *Manajemen Mutu Pelayanan Kesehatan*, 1st ed. Yogyakarta: CV Mine, 2021. doi: 10.24893/jkma.v2i2.31.
 - [20] R. Suryani, N. Susanti, and Wagini, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Pada Usaha Meubel Warsito Desa Jayakarta Bengkulu Tengah,” *J. Ekon. Manaj. Akunt. dan Keuang.*, vol. 5, no. 1, pp. 85–98, 2024.
 - [21] N. Fabian, N. Nabila, H. Oktaviani, C. T. Amanda, and D. Damayanthi, “Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Check Sheet dan Fishbone untuk Meminimalkan Kecacatan Produk Tahu di Tahu Tansa,” *JIMU J. Ilm. Multi Disiplin*, vol. 03, no. 03, pp. 1381–1391, 2025.
 - [22] Suharyanto, R. L. Herlina, and A. Mulyana, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Waring Dengan Metode Seven Tools Di CV. Kas Sumedang,” *J. TEDC*, vol. 16, no. 1, pp. 37–49, 2022.
 - [23] D. P. Aqta and I. P. Sari, “Evaluasi Keefektifan Teknik Morfologi dan Histogram Citra Digital pada Minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan Tembung,” *Hello World J. Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 4, pp. 161–170, 2025, doi: 10.56211/helloworld.v3i4.674.
 - [24] D. A. Nuryanto and W. Setiafindari, “Analisis Pengendalian Kualitas Pada Pengolahan Produk Kulit Dengan Metode Statistical Process Control Pada UMKM Paris Leather,” *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 20, no. 2, p. 167, 2021, doi: 10.20961/performa.20.2.53404.
 - [25] B. M. Junior, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk U-Shaped Tube Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta) dan Taguchi Di PT. Pratika Nugraha Jaya,” *Sci. J. Ind. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 38–43,

- 2023.
- [26] A. Irawan and E. B. Leksono, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Kertas Dengan Metode Statistical Quality Control Pada Pt Adiprima Suraprinta Gresik,” *J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 431–461, 2021.
- [27] Q. Aulia Rohani and Suhartini, “Analisis Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan Metode Risk Priority Number, Diagram Pareto, Fishbone, dan Five Why’s Analysis,” *Senastitan*, vol. 01, p. 136, 2021.