

## **Penerapan *statistical quality control seven tools* pada cacat evaporator AC non-inverter di PT XYZ**

### ***Application of statistical quality control seven tools on non-inverter AC evaporator defects at PT XYZ***

**Salsabila Balqis Maharani\*, Rianita Puspa Sari**

\* Universitas Singaperbangsa Karawang, Teluk Jambe Timut, Karawang, Indonesia

\*Email: balqisalsabila43@gmail.com

#### **INFORMASI ARTIKEL**

- Histori Artikel
- Artikel dikirim  
16/02/2026
  - Artikel diperbaiki  
11/03/2026
  - Artikel diterima  
05/04/2026

#### **ABSTRAK**

Kualitas produk menentukan daya saing industri, sehingga ketidaksesuaian produk perlu dikendalikan melalui pendekatan berbasis data. Tingkat cacat 0,25% pada unit indoor AC Non-Inverter di PT XYZ yang melebihi batas 0,08% menunjukkan perlunya analisis penyebab cacat, khususnya pada komponen evaporator. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat kecacatan serta mengidentifikasi akar penyebab cacat pada komponen *evaporator unit indoor Air Conditioner Non-Inverter* yang diproduksi oleh PT XYZ. Tingginya tingkat kecacatan berpotensi menurunkan konsistensi kualitas produk dan efisiensi proses produksi, sehingga diperlukan pendekatan pengendalian kualitas yang sistematis. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode *Statistical Quality Control* yang dipadukan dengan *Seven Tools*, analisis *5 Why*, dan *5W+1H*. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi produksi selama periode April hingga September 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *total* produksi mencapai 306.809 unit dengan tingkat kecacatan sebesar 0,25%, yang melebihi batas toleransi perusahaan. Analisis *Pareto* mengidentifikasi komponen *evaporator* sebagai penyumbang cacat terbesar dengan proporsi sekitar 82,5%, sedangkan *histogram* menunjukkan bahwa jenis cacat dominan adalah *U-Bend Leak*. Peta kendali menunjukkan proses relatif terkendali namun masih terdapat variasi khusus. Analisis akar penyebab mengindikasikan bahwa faktor metode, khususnya ketiadaan standar operasional prosedur dan parameter proses *brazing* yang baku, merupakan penyebab utama kecacatan. Penelitian menyimpulkan bahwa standarisasi proses, penyusunan prosedur kerja baku, validasi peralatan, serta peningkatan kompetensi operator menjadi langkah strategis untuk menurunkan tingkat kecacatan dan meningkatkan konsistensi kualitas produk.

Kata Kunci: Pengendalian Kualitas; *Evaporator*; *Statistical Quality Control*; *Seven Tools*; Cacat Produk

#### **ABSTRACT**

*Product quality determines industrial competitiveness, so product nonconformities need to be controlled through a data-driven approach. The 0.25% defect rate in the indoor unit of Non-Inverter Air Conditioners at PT XYZ, which exceeds the 0.08% limit, indicates the need for defect analysis, especially in the evaporator component. This study aims to analyze the defect rate and identify the root causes of defects in the evaporator component of the indoor unit of Non-Inverter Air Conditioners produced by PT XYZ. The high defect rate has the potential to reduce product quality consistency and*

*production process efficiency, so a systematic quality control approach is needed. The study uses a descriptive quantitative approach with the Statistical Quality Control method combined with Seven Tools, 5 Why analysis, and 5W + 1H. Data were collected through observation, interviews, and production documentation during the period from April to September 2024. The results show that total production reached 306,809 units with a defect rate of 0.25%, which exceeds the company's tolerance limit. Pareto analysis identified the evaporator component as the largest contributor to defects with a proportion of approximately 82.5%, while the histogram showed that the dominant type of defect was U-Bend Leak. The control chart showed that the process was relatively under control but still had specific variations. Root cause analysis indicated that method factors, particularly the lack of standard operating procedures and standard brazing process parameters, were the main cause of defects. The study concluded that process standardization, the development of standard work procedures, equipment validation, and increasing operator competence were strategic steps to reduce the level of defects and improve product quality consistency.*

*Keywords: Quality Control; Evaporator; Statistical Quality Control; Seven Tools; Product Defects*

---

## 1. Pendahuluan

Kualitas produk merupakan faktor strategis yang menentukan keberhasilan perusahaan dalam mempertahankan daya saing di tengah persaingan industri yang semakin ketat [1]. Perusahaan manufaktur dituntut menghasilkan produk yang konsisten memenuhi standar mutu untuk menjaga kepuasan pelanggan serta meminimalkan kerugian akibat cacat produk [2]. Pengendalian kualitas menjadi aspek penting karena ketidaksesuaian produk tidak hanya menurunkan reputasi perusahaan, tetapi juga meningkatkan biaya produksi akibat *rework* dan *scrap* [3]. Pendekatan berbasis data seperti *statistical quality control* (SQC) banyak digunakan untuk memonitor stabilitas proses dan mengidentifikasi sumber variasi penyebab cacat secara sistematis [4]. Dalam industri elektronik, termasuk produksi *air conditioner* (AC), pengendalian kualitas menjadi semakin krusial karena kompleksitas komponen dan proses perakitan yang tinggi [5].

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penerapan SQC dengan *Seven Tools* efektif dalam mengidentifikasi jenis cacat dominan dan faktor penyebabnya pada berbagai sektor industri [7]. Penelitian pada industri tekstil menemukan bahwa cacat dominan dipengaruhi oleh faktor lingkungan, manusia, dan mesin, serta berhasil menurunkan tingkat cacat melalui usulan perbaikan berbasis analisis statistik [6]. Penelitian lain pada industri komponen otomotif menunjukkan bahwa ketidaksesuaian proses dan kurangnya pemahaman operator menjadi penyebab utama cacat produk [8]. Namun, penelitian pada industri elektronik, khususnya komponen evaporator AC *Non-Inverter*, masih terbatas dan belum mengintegrasikan SQC dengan analisis *5 Why* dan *5W+1H* secara komprehensif.

PT XYZ sebagai produsen elektronik menghadapi tantangan dalam menjaga konsistensi kualitas, terutama pada produksi *unit indoor AC Non-Inverter*. Data produksi periode April–September 2024 menunjukkan tingkat cacat produk sebesar 0,25%, melebihi batas toleransi perusahaan sebesar 0,08%. Salah satu komponen dengan tingkat cacat tinggi adalah evaporator yang berperan penting dalam proses pertukaran panas, sehingga kecacatan pada komponen ini berpotensi menurunkan kinerja produk secara keseluruhan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pendekatan pengendalian kualitas yang sistematis untuk mengidentifikasi akar penyebab dan merumuskan langkah perbaikan yang efektif.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis jenis cacat dominan serta faktor penyebab cacat pada komponen evaporator *unit indoor AC Non-Inverter* menggunakan pendekatan SQC dengan *seven tools* yang dipadukan dengan analisis *5 Why* dan *5W+1H* [9]. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi metode statistik dengan analisis akar penyebab secara komprehensif pada konteks industri elektronik, sehingga tidak hanya mengidentifikasi sumber masalah tetapi juga menghasilkan rekomendasi perbaikan yang aplikatif. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi praktis dalam menurunkan tingkat

cacat produk, meningkatkan konsistensi kualitas, serta menjadi referensi bagi penelitian pengendalian kualitas pada sektor manufaktur elektronik.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk mengevaluasi tingkat kecacatan produk dan mengidentifikasi faktor penyebab dominan melalui penerapan *Statistical Quality Control* (SQC) [10]. Objek penelitian adalah komponen *evaporator* pada *unit indoor AC Non-Inverter* yang diproduksi oleh PT XYZ selama periode April–September 2024. Variabel yang dianalisis meliputi jenis cacat, frekuensi kejadian, jumlah cacat, serta lokasi terjadinya cacat, sedangkan faktor penyebab diamati dari aspek manusia, metode, material, dan mesin [11].

Sumber data terdiri atas data primer dan sekunder [12]. Data primer diperoleh melalui observasi langsung proses produksi dan wawancara terstruktur dengan bagian *Production Engineering* untuk memperoleh informasi mengenai jumlah dan jenis cacat serta alur proses produksi [13]. Data sekunder diperoleh dari dokumen laporan produksi perusahaan dan literatur ilmiah terkait pengendalian kualitas [14]. Validasi data dilakukan melalui triangulasi sumber, yaitu membandingkan data observasi, wawancara, dan dokumen perusahaan untuk memastikan konsistensi dan keandalan informasi [15].

Teknik pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan Minitab untuk perhitungan statistik serta visualisasi grafik pengendalian kualitas. Analisis data menggunakan *seven tools* SQC yang meliputi *check sheet*, histogram, diagram *Pareto*, diagram sebab akibat (*fishbone*), peta kendali, scatter diagram, dan stratifikasi [16]. Pemilihan alat analisis didasarkan pada karakteristik data cacat yang bersifat atribut (*defective/non-defective*), sehingga peta kendali yang digunakan adalah *p-chart* untuk memonitor proporsi cacat pada setiap periode produksi [17]. Perhitungan *p-chart* dilakukan dengan menentukan garis tengah (CL), batas kendali atas (UCL), dan batas kendali bawah (LCL) menggunakan rumus:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum d}{\sum n} \quad (1)$$

$$UCL = \bar{p} + 3 = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2)$$

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

Dimana  $\bar{p}$  adalah proporsi cacat rata-rata,  $d$  adalah jumlah *unit* cacat, dan  $n$  adalah jumlah *unit* yang diperiksa pada setiap periode. *P-chart* dipilih karena mampu mengevaluasi kestabilan proses produksi dengan ukuran sampel yang bervariasi serta sesuai untuk data atribut berupa proporsi cacat [18]. Analisis hubungan antara jumlah produksi dan jumlah cacat dilakukan menggunakan *scatter* diagram yang selanjutnya dapat diuji secara kuantitatif melalui koefisien korelasi *Pearson* untuk mengetahui kekuatan dan arah hubungan antarvariabel [19]. Selain itu, identifikasi akar penyebab dilakukan menggunakan *fishbone* diagram dan diperdalam dengan metode 5 Why untuk menemukan faktor penyebab utama secara sistematis. Usulan perbaikan dirumuskan menggunakan pendekatan 5W+1H agar rekomendasi yang dihasilkan bersifat operasional dan aplikatif [20].

Alur metodologi penelitian disajikan dalam bentuk *flowchart* yang menggambarkan tahapan penelitian secara sistematis, mulai dari pengumpulan data, pengolahan data dengan *Seven Tools* SQC, analisis kestabilan proses menggunakan *p-chart*, analisis hubungan variabel melalui scatter diagram, identifikasi akar penyebab dengan *fishbone* dan 5 *Why*, hingga perumusan rekomendasi perbaikan kualitas proses produksi.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Pengumpulan data

Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung serta dokumentasi proses produksi di PT XYZ selama periode April hingga September 2024. Data mencakup jumlah produksi, jumlah cacat, serta distribusi jenis cacat pada komponen *unit indoor air conditioner non-inverter* yang digunakan sebagai dasar evaluasi performa kualitas proses produksi.

**Tabel 1.** Cacat pada komponen unit indoor air conditioner non-inverter

Bulan		E	CB	C	LM	FM	T	OP	DH
April	QTY	41900	41900	41900	41900	41900	41900	41900	41900
	Komponen								
	QTY Defect	137	10	5	2	2	2	0	1
	Rate	0,327	0,024	0,012	0,0048	0,0048	0,0048	0	0,0024
Mei	QTY	48500	48500	48500	48500	48500	48500	48500	48500
	Komponen								
	QTY Defect	147	10	20	13	2	1	1	0
	Rate	0,3031	0,0206	0,041	0,027	0,0041	0,0021	0,0021	0
Juni	QTY	49000	49000	49000	49000	49000	49000	49000	49000
	Komponen								
	QTY Defect	84	10	0	3	5	0	2	0
	Rate	0,171	0,020408	0	0,006122	0,0102	0	0,0041	0
Juli	QTY	60400	60400	60400	60400	60400	60400	60400	60400
	Komponen								
	QTY Defect	134	10	0	1	0	0	2	2
	Rate	0,2218	0,0166	0	0,0017	0	0	0,0033	0,0033
Agustus	QTY	53100	53100	53100	53100	53100	53100	53100	53100
	Komponen								
	QTY Defect	52	5	1	3	1	1	0	0
	Rate	0,098	0,0094	0,002	0,00565	0,0019	0,0019	0	0
September	QTY	53909	53909	53909	53909	53909	53909	53909	53909
	Komponen								
	QTY Defect	70	8	4	3	2	0	0	0
	Rate	0,13	0,015	0,007	0,0056	0,0037	0	0	0
Total	QTY	306809	306809	306809	306809	306809	306809	306809	306809
	Komponen								
	QTY Defect	624	53	30	25	12	4	5	3
	Rate	0,2034	0,017	0,001	0,0081	0,0039	0,0013	0,0016	0,001

Analisis terhadap **Tabel 1** menunjukkan bahwa *total* produksi mencapai 306.809 *Unit* dengan *total* cacat 756 *unit*. Kontribusi cacat terbesar berasal dari komponen *evaporator* dengan proporsi dominan dibandingkan jenis cacat lain. Konsentrasi cacat yang tinggi pada satu jenis komponen mengindikasikan adanya sumber variasi proses yang spesifik, sehingga area tersebut menjadi titik kritis yang memerlukan evaluasi lebih lanjut dalam pengendalian kualitas.

**Tabel 2.** Rekapitulasi data cacat komponen unit indoor air conditioner non-inverter

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Presentase Cacat
April	41.900	159	0,38%
Mei	48.500	194	0,40%
Juni	49.000	104	0,21%
Juli	60.400	149	0,25%
Agustus	53.100	63	0,12%
September	53.909	87	0,16%
<i>Total</i>	306.809	756	0,25%

Berdasarkan hasil rekapitulasi pada **Tabel 2**, tingkat kecacatan bulanan menunjukkan pola fluktuatif dengan nilai tertinggi pada Mei sebesar 0,40% dan terendah pada Agustus sebesar 0,12%. Variasi ini mengindikasikan bahwa kestabilan proses belum sepenuhnya tercapai meskipun terdapat kecenderungan penurunan setelah periode awal. Rata-rata tingkat kecacatan sebesar 0,25% memperlihatkan bahwa performa proses masih memerlukan pengendalian lebih lanjut untuk mencapai kondisi yang lebih terkendali. Secara keseluruhan, temuan pada tahap pengumpulan data menegaskan bahwa fokus perbaikan perlu diarahkan pada jenis cacat dominan serta stabilitas proses produksi sebagai langkah awal untuk mengidentifikasi penyebab utama kecacatan sesuai tujuan penelitian.

Pengolahan data

*Check sheet* digunakan sebagai alat pencatatan sistematis untuk mengidentifikasi frekuensi dan distribusi jenis cacat selama periode pengamatan. Data yang dianalisis merupakan data produksi komponen *unit indoor air conditioner non-inverter* yang diperoleh dari proses produksi di PT XYZ selama April hingga September 2024.

Tabel 3. *Check sheet* komponen AC Cacat

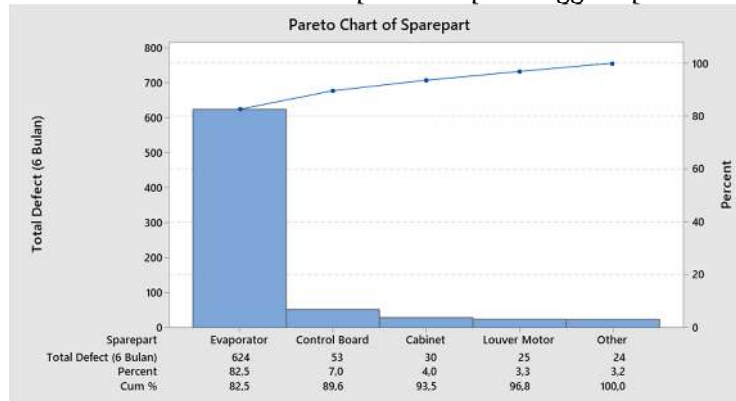
Bulan	Jumlah Produksi	Jenis Cacat								Jumlah Cacat
		E	CB	C	LM	FM	T	OP	DH	
4	41.900	137	10	5	2	2	2	0	1	159
5	48.500	147	10	20	13	2	1	1	0	194
6	49.000	84	10	0	3	5	0	2	0	104
7	60.400	134	10	0	1	0	0	2	2	149
8	53.100	52	5	1	3	1	1	0	0	63
9	53.909	70	8	4	3	2	0	0	0	87
<b>Total</b>	<b>306.809</b>	<b>624</b>	<b>53</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>756</b>

Berdasarkan analisis pada Tabel 3, *total* produksi selama periode pengamatan mencapai 306.803 *Unit* dengan jumlah cacat sebesar 756 *unit*. Distribusi cacat menunjukkan bahwa *evaporator* memiliki frekuensi tertinggi yaitu 624 kasus atau sekitar 82% dari *total* cacat, sementara jenis cacat lainnya berada pada rentang kontribusi yang jauh lebih kecil, yaitu *control board* 53 kasus, *cabinet* 30 kasus, *louver motor* 25 kasus, *fan motor* 12 kasus, *thermistor* 4 kasus, *open panel* 5 kasus, dan *drain house* 3 kasus. Konsentrasi frekuensi cacat yang dominan pada satu jenis komponen mengindikasikan adanya variasi proses yang signifikan pada tahap produksi terkait, sehingga komponen tersebut berpotensi menjadi sumber utama ketidaksesuaian kualitas.

Selain itu, variasi jumlah cacat antarbulan memperlihatkan adanya perubahan tingkat kejadian *Defect* yang tidak seragam, yang mencerminkan bahwa proses belum sepenuhnya berada pada kondisi terkendali secara statistik. Informasi distribusi frekuensi ini menjadi dasar untuk menentukan prioritas analisis lanjutan pada tahap identifikasi penyebab dominan menggunakan alat pengendalian kualitas berikutnya. Temuan dari *check sheet* ini menegaskan bahwa fokus analisis perlu diarahkan pada jenis cacat dengan frekuensi tertinggi sebagai langkah awal untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan kualitas sesuai tujuan penelitian.

#### Diagram Pareto

Diagram *Pareto* digunakan untuk mengidentifikasi prioritas permasalahan kualitas berdasarkan kontribusi terbesar terhadap *total* cacat. Analisis ini bertujuan menentukan jenis cacat yang paling berpengaruh terhadap kinerja kualitas proses produksi komponen *unit indoor Air Conditioner Non-Inverter* di PT XYZ selama periode April hingga September 2024.



Gambar 1. Diagram Pareto Komponen AC Cacat

Berdasarkan analisis pada Gambar 1, cacat komponen *evaporator* memiliki kontribusi paling dominan yaitu sekitar 82,5% dari *total* cacat, sedangkan kategori lain seperti *control board*,

*cabinet, louver motor*, dan kelompok cacat lainnya masing-masing berada pada proporsi yang jauh lebih kecil. Distribusi kumulatif menunjukkan bahwa sebagian besar permasalahan kualitas terkonsentrasi pada satu jenis cacat utama, sehingga variasi proses yang terjadi pada komponen tersebut memberikan dampak paling signifikan terhadap tingkat kecacatan keseluruhan.

Hasil ini menunjukkan bahwa upaya pengendalian kualitas akan lebih efektif apabila difokuskan pada sumber cacat dominan, karena potensi penurunan *total* cacat akan lebih besar dibandingkan jika perbaikan dilakukan secara merata pada seluruh jenis cacat. Dengan demikian, komponen *evaporator* ditetapkan sebagai prioritas analisis lanjutan untuk mengidentifikasi faktor penyebab utama ketidaksesuaian proses. Temuan dari analisis *Pareto* ini memperjelas prioritas perbaikan kualitas dan menjadi dasar penentuan fokus analisis akar penyebab pada tahap berikutnya sesuai dengan tujuan penelitian.

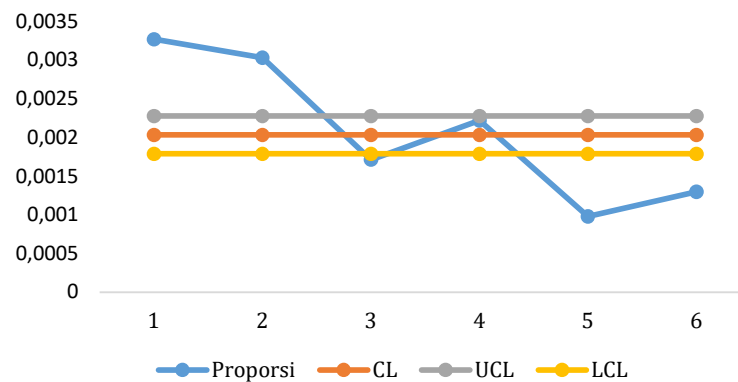
*P-chart*

*P-chart* digunakan untuk mengevaluasi kestabilan proses produksi dengan membandingkan proporsi cacat terhadap batas kendali statistik. Analisis ini difokuskan pada cacat komponen *evaporator* sebagai jenis cacat dominan pada proses produksi *unit indoor air conditioner non-inverter* di PT XYZ selama periode pengamatan.

Tabel 4. Perhitungan batas kendali cacat komponen evaporator

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah cacat	Proporsi	CL	UCL	LCL
April	41.900	137	0,0032697	0,0020338	0,002277846	0,0017898
Mei	48.500	147	0,0030309	0,0020338	0,002277846	0,0017898
Juni	49.000	84	0,0017143	0,0020338	0,002277846	0,0017898
Juli	60.400	134	0,0022185	0,0020338	0,002277846	0,0017898
Agustus	53.100	52	0,0009793	0,0020338	0,002277846	0,0017898
September	53.909	70	0,0012985	0,0020338	0,002277846	0,0017898

Hasil perhitungan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata proporsi cacat (CL) sebesar 0,0020338 dengan batas kendali atas (UCL) sebesar 0,0022778 dan batas kendali bawah (LCL) sebesar 0,0017898. Variasi proporsi cacat antarbulan menunjukkan adanya fluktuasi performa proses yang mencerminkan perubahan kualitas produksi pada setiap periode pengamatan.



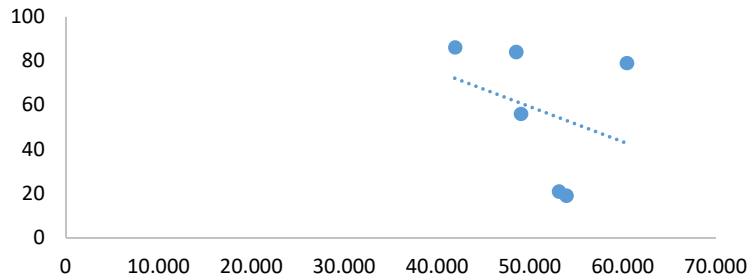
Gambar 2. Grafik *P-chart* cacat komponen evaporator

Berdasarkan analisis pada Gambar 2, sebagian besar nilai proporsi cacat berada dalam rentang batas kendali, yang menunjukkan bahwa proses produksi secara umum berada dalam kondisi relatif terkendali secara statistik. Namun, terdapat satu periode dengan nilai proporsi cacat yang berada di bawah batas kendali bawah (LCL), yang mengindikasikan adanya variasi khusus (*special cause variation*). Keberadaan titik di luar batas kendali menunjukkan bahwa proses tidak sepenuhnya berada dalam kondisi terkendali secara statistik, karena terdapat faktor khusus yang mempengaruhi penurunan proporsi cacat pada periode tersebut. Oleh karena itu, diperlukan identifikasi lebih lanjut terhadap faktor operasional atau perubahan kondisi proses

yang terjadi agar kestabilan proses dapat dipertahankan secara konsisten dalam jangka panjang [21]. Secara keseluruhan, hasil analisis *P-chart* menunjukkan bahwa proses produksi relatif terkendali, namun masih terdapat indikasi variasi khusus yang perlu dianalisis lebih lanjut sebagai dasar identifikasi penyebab utama kecacatan.

#### Scatter diagram

Scatter diagram digunakan untuk menganalisis hubungan antara jumlah produksi dan jumlah cacat sebagai indikator keterkaitan performa proses produksi terhadap tingkat cacat. Analisis ini dilakukan pada data komponen evaporator *unit indoor AC Non-Inverter* di PT XYZ yang menjadi fokus perbaikan kualitas proses.



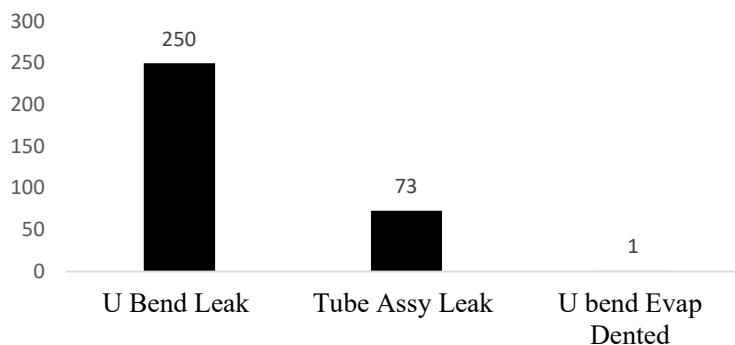
Gambar 3. Grafik scatter diagram cacat komponen evaporator

Hasil analisis pada Gambar 3 menunjukkan adanya kecenderungan hubungan negatif antara jumlah produksi dan jumlah cacat, yang mengindikasikan bahwa peningkatan volume produksi tidak diikuti oleh peningkatan jumlah cacat. Pola ini memberikan indikasi awal bahwa proses produksi mampu mempertahankan kualitas meskipun terjadi peningkatan output.

Namun demikian, temuan ini hanya bersifat indikatif karena belum didukung oleh pengujian statistik lanjutan, seperti analisis regresi dan perhitungan koefisien korelasi, sehingga kekuatan hubungan antarvariabel belum dapat disimpulkan secara kuantitatif. Oleh karena itu, variasi jumlah cacat tidak dapat sepenuhnya dijelaskan oleh perubahan volume produksi, dan diperlukan analisis lebih lanjut terhadap faktor proses lainnya untuk mengidentifikasi penyebab utama kecacatan sesuai dengan tujuan penelitian.

#### Histogram

*Histogram* digunakan untuk menganalisis distribusi frekuensi jenis cacat pada komponen evaporator guna mengidentifikasi variasi kejadian *Defect* yang paling berkontribusi terhadap *Total* kecacatan. Analisis ini berfokus pada klasifikasi cacat utama sebagai dasar penentuan prioritas perbaikan kualitas proses produksi di PT XYZ.



Gambar 4. Histogram jenis cacat komponen evaporator

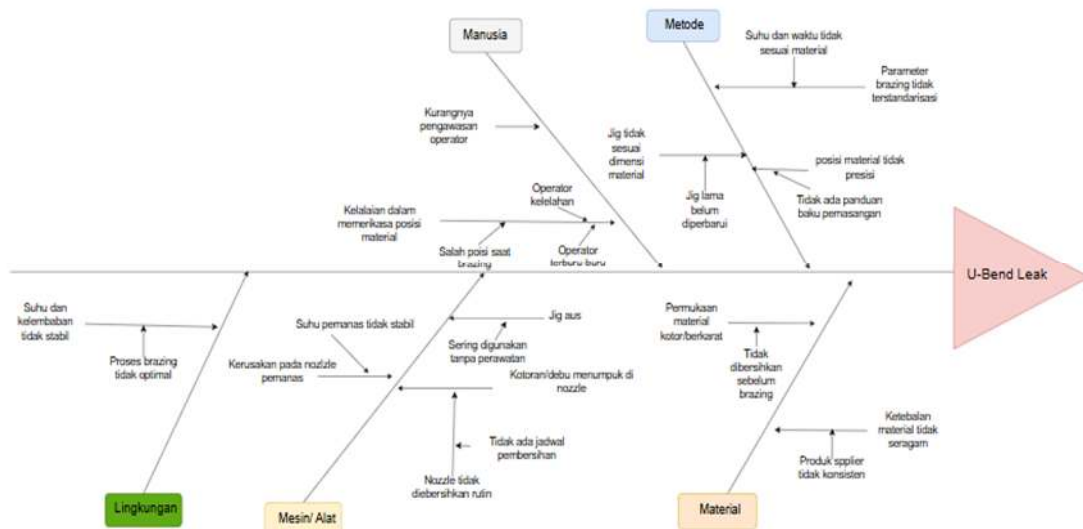
Berdasarkan analisis pada Gambar 4, jenis cacat *U-Bend Leak* memiliki frekuensi tertinggi dengan jumlah kejadian 250 kasus, diikuti *Tube Assy Leak* sebanyak 73 kasus, sedangkan *U-Bend Dent* memiliki frekuensi yang sangat rendah yaitu 1 kasus. Perbedaan distribusi frekuensi yang

signifikan ini menunjukkan bahwa variasi proses paling dominan terjadi pada jenis cacat tertentu, sehingga sumber ketidaksesuaian kualitas dapat diprioritaskan pada proses yang berkaitan dengan kegagalan kebocoran pada bagian *U-Bend*. Dominasi satu jenis cacat mengindikasikan adanya faktor penyebab spesifik yang berulang dalam proses produksi, sehingga analisis lanjutan diperlukan untuk mengidentifikasi akar penyebab serta menentukan tindakan perbaikan yang paling efektif.

Angka 250 pada histogram *U-Bend leak* diperoleh dari hasil rekapitulasi data internal perusahaan selama periode penelitian April–September 2024. Pada tahap awal pengolahan, data kecacatan masih disajikan dalam bentuk per unit cacat, seperti *U-Bend leak*, *U-Bend dent*, dan *tube assy leak*. Untuk memenuhi kebutuhan analisis yang sistematis sesuai metodologi *statistical quality control (SQC)*, data tersebut terlebih dahulu diklasifikasikan (stratifikasi) berdasarkan komponen utama produk, sehingga berbagai jenis cacat yang berkaitan dengan *evaporator* dikelompokkan dalam satu kategori komponen. Nilai 250 merupakan hasil agregasi cacat *U-Bend Leak* setelah proses stratifikasi dan re-klasifikasi pada komponen dengan kontribusi cacat tertinggi. Pendekatan bertahap ini memastikan bahwa analisis dilakukan secara terstruktur dan fokus, sehingga validitas logika analisis tetap terjaga sesuai prinsip pengendalian kualitas statistik.

### Fishbone diagram

*Fishbone* diagram digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab utama cacat *U-Bend Leak* berdasarkan pendekatan sebab-akibat yang terstruktur. Analisis ini dilakukan dengan mengelompokkan faktor penyebab ke dalam aspek manusia, metode, mesin/alat, *material*, dan lingkungan guna memperoleh pemahaman menyeluruh terhadap sumber variasi proses pada produksi komponen *evaporator* di PT XYZ.



Gambar 5. Fishbone diagram *U-Bend Leak*

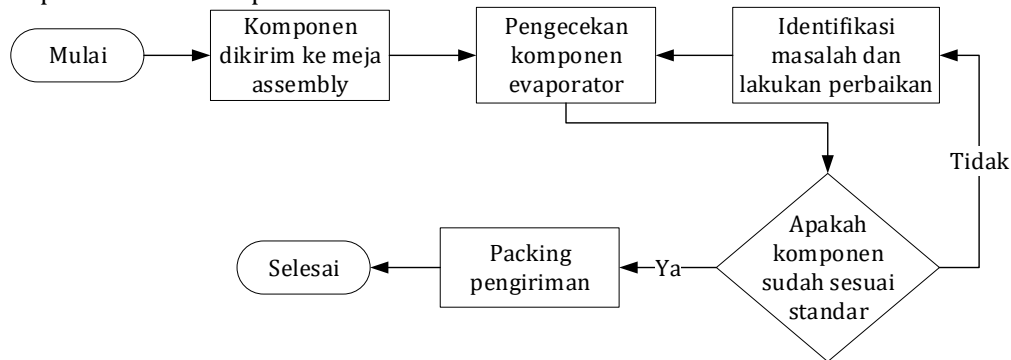
Berdasarkan analisis pada Gambar 5, faktor metode muncul sebagai penyebab paling dominan karena belum adanya standarisasi parameter proses *brazing* seperti pengaturan suhu, waktu pemanasan, serta prosedur pemasangan *material* yang terdokumentasi secara baku. Ketidakjelasan standar kerja ini berpotensi menimbulkan variasi proses yang tinggi dan menyebabkan ketidakkonsistenan kualitas sambungan. Faktor manusia berkontribusi melalui keterbatasan pengawasan dan kompetensi operator, yang dapat memicu kesalahan dalam penempatan *material* maupun pengendalian proses. Pada aspek mesin/alat, kondisi *jig* dan *nozzle* yang mengalami keausan tanpa pemeliharaan terjadwal meningkatkan risiko ketidaktepatan posisi dan distribusi panas yang tidak merata. Dari sisi *material*, ketidakkonsistenan kondisi

permukaan serta variasi ketebalan memperbesar kemungkinan kegagalan sambungan, sedangkan faktor lingkungan berkaitan dengan kondisi kerja yang tidak stabil sehingga mempengaruhi performa proses secara keseluruhan.

Dominasi faktor metode menunjukkan bahwa permasalahan kualitas lebih dipengaruhi oleh ketidakterkendalian proses dibandingkan faktor acak, sehingga perbaikan berbasis standarisasi prosedur dan penguatan sistem pengendalian proses berpotensi memberikan dampak paling signifikan terhadap penurunan tingkat cacat. Temuan dari analisis *Fishbone* ini memberikan dasar yang jelas untuk merumuskan tindakan perbaikan yang terfokus pada pengendalian proses sebagai langkah strategis dalam mengurangi kecacatan sesuai tujuan penelitian.

#### Flowchart

*Flowchart* digunakan untuk memetakan alur proses pemeriksaan dan penanganan komponen *evaporator* guna memahami titik pengendalian kualitas dalam rangka memastikan kesesuaian produk terhadap standar yang ditetapkan. Analisis alur proses ini dilakukan pada sistem pemeriksaan komponen *unit indoor air conditioner non-inverter* di PT XYZ.



**Gambar 6.** *Flowchart* komponen evaporator cacat

Berdasarkan analisis pada [Gambar 6](#), alur proses menunjukkan adanya mekanisme kontrol kualitas yang bersifat siklus, di mana komponen yang tidak memenuhi standar akan kembali ke tahap identifikasi masalah dan perbaikan sebelum dilakukan pemeriksaan ulang. Pola proses ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian kualitas telah mengakomodasi langkah korektif untuk mencegah produk tidak sesuai masuk ke tahap pengemasan. Keberadaan titik keputusan dalam alur proses juga mengindikasikan bahwa proses inspeksi berperan sebagai titik kendali utama dalam menjaga konsistensi kualitas produk sebelum distribusi.

Struktur alur yang sistematis ini memperlihatkan bahwa efektivitas pengendalian kualitas sangat bergantung pada ketepatan proses identifikasi dan perbaikan, sehingga optimalisasi pada tahap tersebut berpotensi meningkatkan stabilitas kualitas secara keseluruhan. Temuan dari analisis *Flowchart* ini memberikan gambaran proses pengendalian kualitas secara menyeluruh dan menjadi dasar dalam merumuskan perbaikan proses untuk mendukung pencapaian tujuan penelitian.

### 3.3 Analisis 5Why

Metode 5 *Why* digunakan untuk menelusuri penyebab secara bertahap dengan mengajukan pertanyaan “mengapa” secara berulang hingga ditemukan akar masalah yang paling mendasar, sehingga dapat dirumuskan tindakan perbaikan yang lebih efektif dan tepat sasaran.

**Tabel 5.** Analisis 5Why

Why/Mengapa	Alasan
Mengapa terjadi <i>U-Bend Leak</i> ?	Karena sambungan <i>Brazing</i> tidak kuat atau bocor.

Why/Mengapa	Alasan
Mengapa sambungan <i>Brazing</i> tidak kuat?	Karena suhu dan waktu <i>Brazing</i> tidak sesuai standar.
Mengapa suhu dan waktu <i>Brazing</i> tidak sesuai standar?	Karena tidak ada standar operasional prosedur (SOP) dan parameter prose yang baku.
Mengapa tidak ada SOP dan parameter proses yang baku?	Karena belum dilakukan dokumentasi proses secara sistematis dan validasi <i>jig</i> tidak dilakukan rutin.
Mengapa dokumentasi dan validasi belum dilakukan?	Karena belum ada kebijakan perusahaan untuk standarisasi prose secara menyeluruh pada proses <i>U-Bend Brazing</i> .

Berdasarkan hasil analisis 5 *Why* pada Tabel 5, diketahui bahwa penyebab utama terjadinya cacat *U-Bend Leak* adalah sambungan *Brazing* yang tidak kuat atau bocor. Hal ini terjadi karena suhu dan waktu *Brazing* yang digunakan tidak sesuai dengan standar yang seharusnya diterapkan. Ketidaksiesuaian tersebut disebabkan oleh tidak adanya Standar Operasional Prosedur (SOP) dan parameter proses yang baku sebagai acuan kerja. Lebih lanjut, ketiadaan SOP dan parameter yang jelas disebabkan oleh belum adanya dokumentasi proses secara sistematis serta tidak dilakukannya validasi *jig* secara rutin. Akar masalah dari keseluruhan permasalahan ini adalah belum adanya kebijakan dari perusahaan untuk melakukan standarisasi proses secara menyeluruh pada tahapan *Brazing U-Bend*, sehingga menyebabkan inkonsistensi dalam pelaksanaan proses dan potensi cacat produk yang tinggi.

#### Analisis 5W + 1H

Analisis 5W + 1H digunakan untuk merumuskan langkah perbaikan yang sistematis terhadap permasalahan cacat *U-Bend Leak* berdasarkan identifikasi penyebab utama yang telah diperoleh dari analisis sebelumnya. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa usulan perbaikan mencakup aspek proses, lokasi, waktu implementasi, pihak yang bertanggung jawab, serta mekanisme pelaksanaan perbaikan pada proses *brazing* komponen *evaporator* di PT XYZ.

Tabel 6. Analisis 5W + 1H

Aspek	Deskripsi	Usulan Perbaikan
<i>What</i>	Terjadi <i>Defect U-Bend Leak</i> akibat proses <i>Brazing</i> yang tidak konsisten dan tidak sesuai standar.	Menyusun dan menerapkan SOP tertulis serta standarisasi parameter <i>Brazing</i> (suhu, waktu, tekanan).
<i>Why</i>	Karena tidak ada standar proses yang baku, termasuk parameter <i>Brazing</i> dan validasi <i>jig</i> .	Melakukan standarisasi proses <i>Brazing</i> secara menyeluruh dan melakukan validasi <i>jig</i> berkala.
<i>Where</i>	Terjadi pada area kerja <i>Brazing</i> /pemasangan <i>U-Bend</i> di lini produksi ( <i>heat exchanger</i> )	Menempatkan pengawasan lebih ketat di area tersebut dan evaluasi implementasi SOP.
<i>When</i>	Masalah terjadi selama proses <i>Brazing</i> berlangsung, terutama saat tidak dilakukan pengawasan dan kalibrasi rutin.	SOP dan pelatihan diterapkan dalam 1 bulan ke depan, dimulai dengan proses uji coba.
<i>Who</i>	Dilakukan oleh operator dan dipantau oleh supervisor, tetapi tanpa pedoman dan validasi yang baku.	Tim <i>engineering &amp; quality control</i> (QC) menyusun SOP, bekerja sama dengan operator dan supervisor.
<i>How</i>	Tidak ada prosedur baku terkait posisi <i>material</i> , pengaturan <i>jig</i> , dan parameter proses.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lakukan studi proses</li> <li>2. Buat SOP tertulis dan visual</li> <li>3. Validasi dan kalibrasi <i>jig</i> tiap bulan</li> <li>4. Latih operator</li> <li>5. <i>Monitoring</i> dan <i>review</i> berkala</li> </ol>

Berdasarkan analisis pada Tabel 6, permasalahan utama berasal dari ketidakstandarisasinya proses *brazing* yang mencakup parameter suhu, waktu, dan tekanan, serta belum adanya prosedur operasional baku yang terdokumentasi. Kondisi ini menyebabkan proses berjalan dengan variasi tinggi dan meningkatkan risiko ketidaksesuaian sambungan. Lokasi permasalahan teridentifikasi pada area pemasangan *U-Bend* di lini *heat exchanger*, dengan waktu kejadian terutama saat proses berlangsung tanpa pengawasan dan kalibrasi peralatan yang konsisten. Dari sisi pelaksana, proses dilakukan oleh operator dengan pengawasan supervisor, namun tanpa pedoman teknis yang terstruktur, sehingga implementasi proses sangat bergantung pada pengalaman individu.

Usulan perbaikan difokuskan pada penyusunan SOP tertulis dan visual, standarisasi parameter proses, validasi dan kalibrasi *jig* secara berkala, pelatihan operator, serta *Monitoring* implementasi secara berkelanjutan. Pendekatan perbaikan yang komprehensif ini menunjukkan bahwa pengendalian kualitas perlu diarahkan pada penguatan sistem proses, bukan hanya pada perbaikan hasil akhir, sehingga potensi penurunan cacat dapat dicapai secara berkelanjutan. Temuan dari analisis 5W+1H ini memberikan kerangka implementasi perbaikan yang operasional dan menjadi dasar rekomendasi peningkatan kualitas proses sesuai tujuan penelitian.

Hasil analisis pengendalian kualitas pada komponen *unit indoor AC non-inverter* di PT XYZ menunjukkan *total* produksi April–September 2024 sebesar 306.803 *Unit* dengan 756 cacat. *Check sheet* dan diagram *Pareto* menegaskan bahwa cacat terkonsentrasi pada komponen *evaporator* dengan proporsi sekitar 82,5%, sehingga permasalahan kualitas tidak tersebar merata, melainkan terfokus pada komponen kritis yang memerlukan prioritas perbaikan. Analisis *p-chart* menunjukkan bahwa sebagian besar titik berada dalam batas kendali, namun terdapat variasi khusus pada periode tertentu yang menandakan proses belum sepenuhnya stabil secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa proses memiliki potensi terkendali, tetapi masih dipengaruhi faktor operasional yang memicu fluktuasi kualitas. Sementara itu, *scatter* diagram memperlihatkan kecenderungan hubungan negatif antara *volume* produksi dan jumlah cacat, yang secara indikatif menunjukkan bahwa peningkatan *output* tidak otomatis meningkatkan cacat. Namun, temuan ini belum dapat disimpulkan secara kuantitatif tanpa uji korelasi atau regresi.

Histogram mengidentifikasi jenis cacat *U-Bend Leak* sebagai kontributor terbesar pada kategori cacat *evaporator*, sehingga analisis akar penyebab difokuskan pada jenis cacat tersebut. *Fishbone* diagram menunjukkan bahwa faktor metode menjadi penyebab utama, terutama karena belum adanya standarisasi parameter *brazing*, prosedur kerja baku, dan validasi peralatan yang konsisten. Faktor manusia, mesin, material, dan lingkungan berperan sebagai faktor pendukung yang memperbesar risiko ketidaksesuaian proses. Hasil analisis 5 *Why* mengonfirmasi bahwa akar masalah terletak pada belum adanya kebijakan standarisasi proses *brazing* secara menyeluruh, sehingga pelaksanaan proses bergantung pada variasi praktik operator. Selanjutnya, analisis 5W+1H merumuskan tindakan perbaikan berupa penyusunan SOP, standarisasi parameter proses, validasi dan kalibrasi peralatan, pelatihan operator, serta penguatan sistem monitoring yang kemudian dipetakan dalam *flowchart* pengendalian kualitas.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pengendalian kualitas berbasis SQC efektif dalam mengidentifikasi jenis cacat dominan sebagai prioritas perbaikan proses. Penelitian oleh Farida dan Mardiana menyatakan bahwa penggunaan *Seven Tools* mampu mengarahkan fokus perbaikan pada sumber cacat utama sehingga pengendalian proses menjadi lebih terarah dan efisien [8]. Kesamaan ini menguatkan bahwa dominasi cacat pada komponen *evaporator* bukan fenomena kebetulan, melainkan indikasi adanya ketidakterkendalian proses pada titik kritis produksi.

Dari sisi tingkat kecacatan, nilai rata-rata sebesar 0,25% menunjukkan bahwa proses produksi tergolong cukup baik namun belum sepenuhnya optimal. Dalam perspektif pengendalian kualitas industri manufaktur, tingkat cacat yang rendah menandakan proses relatif mampu, tetapi masih memerlukan perbaikan berkelanjutan untuk mencapai stabilitas proses

yang lebih konsisten [3]. Hal ini berarti bahwa meskipun performa proses sudah berada pada level terkendali secara umum, keberadaan variasi khusus pada p-chart menunjukkan peluang peningkatan kapabilitas proses melalui standarisasi metode kerja.

Implikasi terhadap biaya kualitas juga menjadi penting, karena kecacatan produk berkontribusi langsung terhadap peningkatan biaya kegagalan internal seperti rework, scrap, dan inspeksi tambahan. Penerapan SQC terbukti mampu menekan biaya produksi melalui pengurangan variasi proses dan peningkatan efisiensi operasional, sehingga perbaikan kualitas tidak hanya berdampak pada mutu produk tetapi juga pada efisiensi biaya perusahaan [14]. Dengan demikian, pengendalian cacat pada komponen evaporator berpotensi memberikan penghematan biaya kualitas sekaligus meningkatkan daya saing proses produksi secara keseluruhan. Secara keseluruhan, sintesis hasil menunjukkan bahwa tingkat kecacatan lebih dipengaruhi oleh ketidakterkendalian proses dibandingkan kapasitas produksi. Oleh karena itu, strategi peningkatan kualitas perlu difokuskan pada standarisasi proses *brazing* dan penguatan sistem pengendalian operasional untuk menurunkan tingkat cacat dan meningkatkan konsistensi kualitas produk.

#### Pembahasan

Hasil analisis menunjukkan bahwa total produksi sebesar 306.809 Unit menghasilkan 756 cacat dengan tingkat kecacatan rata-rata 0,25%. Distribusi cacat tidak merata dan didominasi oleh komponen evaporator dengan kontribusi sekitar 82,5%, sehingga komponen ini menjadi prioritas utama dalam perbaikan kualitas. Kondisi ini mengindikasikan adanya sumber variasi proses yang spesifik pada tahap produksi evaporator.

Analisis *p-chart* menunjukkan bahwa proses secara umum berada dalam batas kendali, namun masih terdapat variasi khusus yang menandakan proses belum sepenuhnya stabil. Diagram Pareto dan histogram mengidentifikasi cacat *U-Bend Leak* sebagai jenis cacat dominan, sedangkan scatter diagram menunjukkan bahwa peningkatan produksi tidak berbanding lurus dengan peningkatan cacat. Hal ini mengindikasikan bahwa permasalahan kualitas lebih dipengaruhi oleh faktor proses dibandingkan volume produksi.

Analisis fishbone dan 5 Why menunjukkan bahwa faktor utama penyebab cacat berasal dari metode, khususnya belum adanya standarisasi parameter proses *brazing*. Faktor lain seperti manusia, mesin, material, dan lingkungan berperan sebagai faktor pendukung yang memperbesar risiko cacat. Selanjutnya, analisis 5W+1H menghasilkan usulan perbaikan berupa penyusunan SOP, standarisasi parameter proses, validasi peralatan, serta peningkatan kompetensi operator. Secara keseluruhan, hasil penelitian menegaskan bahwa peningkatan kualitas perlu difokuskan pada pengendalian dan standarisasi proses, sehingga dapat menurunkan tingkat cacat, meningkatkan stabilitas proses, serta mendukung efisiensi operasional produksi.

#### 4. Simpulan

Hasil penelitian membuktikan bahwa penerapan *statistical quality control* (SQC) dengan *Seven Tools* yang terintegrasi dengan analisis 5 *Why* dan 5W+1H mampu mengidentifikasi bahwa komponen evaporator, khususnya cacat U-Bend Leak, merupakan penyumbang utama kecacatan pada *unit indoor AC Non-Inverter* di PT XYZ, serta menunjukkan bahwa variasi proses terutama disebabkan oleh faktor metode akibat belum terstandarisasinya parameter *brazing*, SOP, dan validasi jig. Temuan ini menegaskan kontribusi ilmiah bahwa integrasi SQC dengan analisis akar penyebab komprehensif efektif dalam mengungkap ketidakterkendalian proses sebagai determinan utama kecacatan, sekaligus menjadi dasar rekomendasi perbaikan berupa standarisasi proses, penetapan parameter melalui uji coba, pelatihan operator, dan pengawasan berkala. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan penggunaan metode DMAIC dan FMEA dengan periode data yang lebih panjang agar evaluasi perbaikan kualitas dapat dilakukan secara lebih komprehensif dan berkelanjutan.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada PT XYZ yang telah memberikan izin serta dukungan selama proses pengumpulan data dan pelaksanaan penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada pihak manajemen, tim *production engineering*, serta tim *quality assurance* yang telah memberikan informasi dan masukan yang sangat membantu dalam penyelesaian penelitian ini. Penulis turut mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan semua pihak yang telah memberikan arahan, dukungan, dan motivasi sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta peningkatan kualitas proses produksi di industri manufaktur.

## Referensi

- [1] F. Arifiyan Fatoni and F. Yuamita, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Six Sigma dan FMEA pada Perusahaan Manufaktur Logam," *Jurnal Ilmiah Research Student (JIRS)*, vol. 3, no. 1, pp. 501–512, 2026, doi: 10.61722/jirs.v3i1.8697.
- [2] A. Putri, K. N. Safitri, and A. I. Alifido, "Pengendalian Kualitas Produk X Menggunakan Pendekatan Six Sigma," *Jurnal Teknik Ibnu Sina (JT-IBSI)*, vol. 9, no. 01, pp. 1–10, 2024, doi: 10.36352/jt-ibsi.v9i01.762. <https://doi.org/10.36352/jt-ibsi.v9i01.762>
- [3] S. Supriyati and H. Widyatri, "Pengendalian Kualitas Proses Produksi Komponen Automotive di Industri Manufaktur dengan Pendekatan Six Sigma," *JURMATIS (Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri)*, vol. 6, no. 2, pp. 128–145, 2024, doi: 10.30737/jurmatis.v6i2.5507. <https://doi.org/10.30737/jurmatis.v6i2.5507>
- [4] M. R. Hanura, Y. Priyandari, and M. Hisjam, "Causal Inference to Predict Delayed Arrival of Ordered Production Materials at PT. XYZ," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 22, no. 2, pp. 234–238, 2023, doi: 10.23917/jiti.v22i2.23020.
- [5] R. Wahyudi and R. Vebriyanti, "Upaya Pengendalian Kualitas pada Proses Produksi Roti Tawar dengan Statistic Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) (Studi Kasus Pabrik Roti RV)," *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, vol. 9, no. 2, pp. 156–168, 2025, doi: 10.30588/jeemm.v9i2.2170. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v9i2.2170>
- [6] Yani Setiani, Enda Permana, and Saskia Kanisaa Puspanikan, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Spare Part Non-Grade pada PT XYZ Menggunakan Metode Six Sigma DMAIC," *Journal Industrial Engineering and Management (JUST-ME)*, vol. 6, no. 01, pp. 1–9, 2025, doi: 10.47398/justme.v6i01.94. <https://doi.org/10.47398/justme.v6i01.94>
- [7] L. K. Sapari, A. Fatah, and N. S. Utomo, "Pengendalian Kualitas Produk Tas Menggunakan Metode Stastistical Quality Control (SQC) dan 5W+1H di CV Kreasi Cipta Makmur," *SISTEMIK: Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik*, vol. 13, no. 1, pp. 31–42, 2025. <https://doi.org/10.53580/sistemik.v13i1.137>
- [8] I. Farida and N. Mardiana, "Implementasi Metode *Statistical Quality Control* pada Proses Pengendalian Kualitas Hasil Produksi," *Techno-Socio Ekonomika*, vol. 16, no. 1, pp. 50–62, 2023, doi: 10.32897/techno.2023.16.1.1415. <https://doi.org/10.32897/techno.2023.16.1.1415>
- [9] M. Rifki, A. Mansur, and F. A. Ramadhan, "Perbaikan Kinerja *Defect Free Supply Chain* dengan Pendekatan Simulasi Model System Dynamics (Studi Kasus: PT. NPC)," *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, vol. 7, no. 1, pp. 12–27, 2025. <https://doi.org/10.37631/jri.v7i1.1746>
- [10] N. Mahendra, Supriyati, and Herol, "Analisis Cacat Produk Pada Proses Printing Di PT. X Dengan Metode *Statistical Quality Control (SQC)*," *Proceeding Mercu Buana Conference on Industrial Engineering*, vol. 6, p. 311, 2024.

- [11] R. Sekarwangi and D. Pramestari, "Analisis Pengendalian Kualitas dengan Metode *Statistical Quality Control* di PT. Sunstar Engineering Indonesia," *Jurnal IKRAITH-TEKNOLOGI*, vol. 7, no. 1, pp. 11–20, 2023, [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-teknologi/issue/archive>. <https://doi.org/10.37817/ikraith-teknologi.v7i1.2315>
- [12] A. R. Rifaldi, R. Kastaman, and F. Syahmurman, "Analisis Metode Pengendalian Kualitas Statistik dalam Pengendalian Kualitas Proses Produksi Keranjang Rotan DI CV. Ravindo," *Jurnal Teknotan*, vol. 18, no. 3, pp. 211–218, 2024, doi: 10.24198/jt.vol18n3.7. <https://doi.org/10.24198/jt.vol18n3.7>
- [13] A. Desvitasari and E. Widajanti, "Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode *Statistical Quality Control* Guna Mengurangi Kerusakan Produk Pada *Home Industry* Batik Aruna di Sragen," *EKOMA: Jurnal Ekonomi*, vol. 5, no. 1, pp. 470–483, 2025. <https://doi.org/10.56799/ekoma.v5i1.12003>
- [14] A. Yulianto, M. Kusumaningarti, and Srikalimah, "Penerapan *Statistical Quality Control* (SQC) dalam Meningkatkan Efisiensi Biaya Produksi pada Ud. Sinar Harapan," *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 15–25, 2023. <https://doi.org/10.36490/jmdb.v2i1.762>
- [15] S. Y. Kudo, D. R. Isa, and M. R. F. Payu, "Application of *Statistical Quality Control* and Failure Mode and Effect Analysis to Improve Panada Tore Quality at PT. Cita Rasa Pagimana," *Journal of Mathematics, Computations and Statistics*, vol. 8, no. 1, pp. 38–48, Mar. 2025, doi: 10.35580/jmathcos.v8i1.6708. <https://doi.org/10.35580/jmathcos.v8i1.6708>
- [16] D. I. Mahendra, P. Ramadhan, and Suseno, "Penerapan Metode *Statistical Quality Control* (SQC) dalam Pengendalian Proses Produksi Roda Karet pada Perusahaan Baja Makmur 2," *JURITEK Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, vol. 3, no. 3, pp. 505–518, 2023, doi: 10.51903/juritek.v3i2.2341. <https://doi.org/10.51903/juritek.v3i3.2341>
- [17] M. Fa'jriah and Sukanta, "Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode SQC untuk Meningkatkan Mutu PT. A Quality Control Analysis Using the SQC Method to Improve the Quality of PT. A," *Metode Jurnal Teknik Industri*, vol. 10, no. 2, pp. 180–193, 2024. <https://doi.org/10.33506/mt.v10i2.3177>
- [18] M. A. Pahmi, "Konsep *One Sheet Report* Manual Produksi dan Pemetaan Six Big Losses," *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 2, no. 1, pp. 51–63, 2021, doi: 10.37373/jenius.v2i1.95. <https://doi.org/10.37373/jenius.v2i1.95>
- [19] M. Imtihan, A. Hidayatullah, and K. Mulyono, "Perancangan Perbaikan Proses Produksi Top Plug Assy Untuk Efisiensi Biaya Produksi," *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 2, no. 2, pp. 64–74, 2021, doi: 10.37373/jenius.v2i1.98. <https://doi.org/10.37373/jenius.v2i1.98>
- [20] Kristanto Mulyono and Yeni Apriyani, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode QC (*Statistical Quality Control*)," *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 2, no. 1, pp. 41–50, 2021, doi: 10.37373/jenius.v2i1.93. <https://doi.org/10.37373/jenius.v2i1.93>
- [21] M Ali Pahmi, "A System Modelling Approach Optimization Process and Machine Utilization In Casting Plant Using Lean Manufacturing Simulation Model," *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 2, no. 2, pp. 116–121, 2021, doi: 10.37373/jenius.v2i2.132. <https://doi.org/10.37373/jenius.v2i2.132>