

Analisis Tingkat Kecacatan Komponen *End Wall* Menggunakan Metode QCC dan FMEA di PT INKA (Persero)

Nurah Nufaisah⁽¹⁾, Enny Aryanny⁽²⁾

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri, UPN “Veteran” Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya No. 1 Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294,
Indonesia

Email: ¹nurahnufaisah@gmail.com, ²enny.ti@upnjatim.ac.id

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima 1 Mei 2024

Direvisi 7 Mei 2024

Disetujui 8 Mei 2024

Dipublikasikan 26 Mei 2025

Keywords:

Defects, End Wall, FMEA, QCC, Train

Kata Kunci:

End Wall, FMEA, Kecacatan, Kereta, QCC

Corresponding Author:

Name:

Nurah Nufaisah

Email:

nurahnufaisah@gmail.com

Abstract: *PT INKA (Persero) is the first integrated train manufacturing company in Southeast Asia. One of the train products currently being worked on is a 612-car passenger train. However, in the production process defects are often found. The end wall component produces the highest defects with a defect percentage of 10.8%. This research uses the Quality Control Circle method and Failure Mode and Effect Analysis at PT INKA (Persero) to determine the level of defects and provide suggestions for improvement. The results of the research show that the percentage level of end wall defects is end wall flatness exceeding tolerance (38%), wavy end walls (33%), and end wall scratches (29%). Recommendations for improvement given are based on the five highest RPN values, namely supervision and pressure of the welder during briefings to regulate and maintain the stability of the amperage and voltmeter according to the WPS used, making a routine schedule to monitor the performance of the welder and the welding process, providing manual procedures or guidelines that are easy to understand. and accessed by the welder, the use of auxiliary tools such as jigs (fasteners) and fixtures (holding devices), and providing sufficient rest time and making the system appreciated or recognized for good performance*

Abstrak: PT INKA (Persero) merupakan perusahaan manufaktur kereta api terintegrasi pertama di Asia Tenggara. Salah satu produk kereta yang sedang dikerjakan adalah kereta penumpang sebanyak 612 gerbong. Namun, pada proses produksi sering dijumpai adanya kecacatan. Komponen *end wall* menghasilkan kecacatan tertinggi dengan persentase kecacatan sebesar 10,8%. Penelitian ini menggunakan metode *Quality Control Circle* dan *Failure Mode and Effect Analysis* di PT INKA (Persero) untuk mengetahui tingkat kecacatan dan memberikan usulan perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan persentase tingkat kecacatan *end wall* yaitu kerataan *end wall* melebihi toleransi (38%), *end wall* bergelombang (33%), dan *end wall* baret (29%). Rekomendasi perbaikan yang diberikan berdasarkan lima nilai RPN tertinggi yaitu mengawasi serta menekankan *welder* saat *briefing* untuk menetapkan dan menjaga kestabilan ampere dan voltmeter sesuai WPS yang digunakan, membuat jadwal rutin untuk pemantauan kinerja *welder* dan proses pengelasan, menyediakan *manual procedure* atau pedoman yang mudah dipahami dan diakses oleh *welder*, penggunaan alat bantu seperti *jigs* (pengikat) dan *fixtures* (perangkat penahan), serta memberikan waktu istirahat yang cukup dan membuat sistem penghargaan atau pengakuan atas kinerja yang baik.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan pada sektor industri saat ini menyebabkan persaingan yang sangat ketat, sehingga industri manufaktur dihadapkan pada tekanan untuk terus meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Bahkan, kualitas produk menjadi standard untuk menilai kematangan industri manufaktur dalam menciptakan produk yang berkualitas (Bakti dan Kartika, 2020). Kualitas produk adalah karakteristik suatu produk atau jasa yang bergantung pada kemampuannya dalam memenuhi kebutuhan pelanggan yang dinyatakan atau diimplikasikan (Riadi dan Haryadi, 2020). Kualitas juga diartikan sebagai karakteristik suatu produk atau jasa yang ditentukan oleh pelanggan dan harus dipenuhi oleh produsen atau penyedia jasa melalui pengukuran proses dan perbaikan berkelanjutan (*continually improvement*) (Taqwanur dan Suryawantiningtyas, 2022). Menurut Ariani (2023), menciptakan produk dengan kualitas yang baik akan berdampak positif pada peningkatan reputasi perusahaan, penurunan biaya, peningkatan pangsa pasar, pengaruh internasional, manajemen produk, penampilan produk, dan mewujudkan kualitas yang dianggap penting.

Namun, meskipun proses produksi berjalan lancar, tetapi seringkali ditemukan ketidaksesuaian standard antara produk yang dihasilkan dan yang diharapkan, yang menyebabkan produk menjadi cacat atau rusak. Dalam meningkatkan karakteristik sebuah kualitas maka dibutuhkannya proses pengendalian kualitas untuk menjaga kualitas tersebut (Perwira dkk., 2021). Pengendalian kualitas adalah suatu upaya yang terdiri dari pengujian, analisis, dan tindakan untuk mengendalikan kualitas produk dengan menggunakan peralatan dan mesin dengan biaya minimum sebagai tanggapan atas permintaan konsumen (Abidin dkk., 2022). Menurut (Shiyamy dkk., 2021), terdapat tiga jenis kegagalan produk dalam proses produksi, antara lain yaitu (1) Dijual langsung, merupakan produk cacat yang tidak lulus dalam inspeksi namun masih dapat dijual kepada konsumen yang mau menerima produk cacat tersebut, (2) Dikerjakan ulang (*rework*), merupakan produk cacat yang dapat diproses ulang dan akan ditangani lebih lanjut untuk memperbaiki kondisi produk tersebut agar tidak cacat lagi, dan (3) Dibuang langsung, merupakan produk cacat yang memiliki tingkat cacat paling parah sehingga produk tidak bisa dijual konsumen karena tidak bisa diperbaiki lagi.

Tujuan pengendalian kualitas menurut Assauri.S dalam Erlan dan Soeriawibawa (2020), yaitu menjamin produk yang dihasilkan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan, mengusahakan untuk menekan biaya inspeksi serendah mungkin, dan mengusahakan agar biaya produksi tetap rendah. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan, antara lain yaitu kemampuan proses, spesifikasi yang berlaku, tingkat ketidaksesuaian yang dapat diterima, dan biaya kualitas (Fitriana dkk., 2021). Metode dalam pengendalian kualitas dapat menggunakan siklus *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), yang merupakan salah satu proses pengendalian kualitas berkelanjutan yang diperkenalkan oleh W. Edwards Deming. Siklus PDCA menawarkan metode yang simpel namun efisien untuk menyelesaikan masalah dan mengelola perubahan. Siklus ini memastikan bahwa ide-ide diuji secara cermat sebelum diimplementasikan sepenuhnya (Ryzar dkk., 2023).

PT INKA (Persero) merupakan perusahaan manufaktur kereta api terintegrasi pertama di Asia Tenggara. Produk yang dihasilkan oleh PT INKA (Persero) yaitu KRL (Kereta Rel Listrik), kereta penumpang (eksekutif dan ekonomi), kereta *luxury*, kereta derek, dan kereta UGL. Salah satu produk kereta yang sedang dikerjakan adalah kereta penumpang sebanyak 612 gerbong. Namun, pada saat proses produksi sering dijumpai adanya kecacatan. Gerbong kereta penumpang terdiri dari empat jenis komponen yaitu *roof*, *end wall*, *side wall*, dan *underframe*. Dari komponen tersebut yang sering dijumpai adanya kecacatan yaitu komponen *end wall* dengan persentase kecacatan sebesar 10,8%. Jenis kecacatan yang sering terjadi pada komponen *end wall* yaitu *end wall* baret, *end wall* bergelombang, dan kerataan *end wall* melebihi toleransi. Dengan adanya permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian analisis tingkat kecacatan komponen *end wall* menggunakan metode *Quality Control Circle* dan *Failure Mode and Effect Analysis* di PT INKA (Persero).

Secara umum, menurut Gugus Kendali Mutu (GKM), *quality control circle* umumnya mengacu pada serangkaian kegiatan di mana karyawan bertemu secara teratur dalam jangka waktu tertentu untuk mengupayakan pengendalian mutu produk dan peningkatan mutu. QCC dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan sehubungan dengan proses produksi atau

produk yang dihasilkan, menganalisis secara detail, dan menyelesaikannya dengan alat kendali mutu yang diperlukan (Prakoso dan Putra, 2020). Metode ini digunakan tidak hanya untuk mengambil langkah-langkah yang terstruktur dan terukur dalam menyelesaikan permasalahan, namun juga fokus pada pengendalian kualitas bahan baku dan produk yang dihasilkan untuk perbaikan (Sutarti, 2019).

Dalam tindakan *quality control circle*, digunakan 7 alat dengan informasi kuantitatif, yaitu: (1) *Check sheet* merupakan alat bantu untuk membantu proses pengumpulan data menjadi mudah, sistematis, dan teratur (Ardana Widiasih, 2023), (2) Stratifikasi merupakan proses pemisahan atau pengelompokan suatu permasalahan dalam kategori kelompok yang lebih kecil sehingga memudahkan penarikan kesimpulan (Abdurrahman et al., 2023; Rohkma dan Aryanny, 2023), (3) Histogram adalah sebuah alat menyerupai diagram batang yang berguna untuk memperlihatkan tabulasi atau distribusi frekuensi atau untuk menggambarkan penyebaran data (Haryanto dan Novialis, 2019), (4) Diagram pareto adalah sebuah bentuk grafik perpaduan antara grafik batang dan grafik garis, yang memperlihatkan rasio berbagai data terhadap seluruh data (Nurqodzbari dkk., 2023), (5) Diagram *scatter* adalah gambaran yang menunjukkan kemungkinan hubungan (korelasi) antara dua pasang variabel (Zendrato dkk., 2022). Grafik yang dihasilkan dapat berkorelasi yang berarti peningkatan yang terjadi pada variabel X juga diikuti peningkatan pada variabel Y atau semakin tinggi angka produksi mengakibatkan jumlah produk cacat yang terjadi semakin tinggi pula (Adawiyah dan Donoriyanto, 2022). (6) *Fishbone diagram* adalah sebuah diagram yang berbentuk seperti tulang ikan yang berfungsi untuk menunjukkan faktor dari penyebab utama permasalahan dan memiliki dampak terhadap suatu permasalahan (Sumpena, 2021). Menurut (Hairiyah dkk., 2022), Kategori yang paling umum digunakan adalah *man, method, material, machine, measurement, dan environment*. (7) Peta kendali adalah sebuah alat yang berguna untuk menetapkan batas kecacatan suatu produk dan apakah tingkat kecacatan produk tersebut masih berada di dalam batas atau di luar batas yang dapat dikendalikan (Nurqodzbari dkk., 2023). Batas-batas kendali yang ditetapkan dalam peta kendali yaitu *Upper Control Limit*/batas kendali atas (UCL) *Central Line*/garis tengah atau pusat (CL) *Lower Control Limit*/batas kendali bawah (LCL) (Tambunan dkk., 2020).

Failure Mode and Effect Analyze (FMEA) merupakan teknik evaluasi keandalan yang mengidentifikasi potensi kegagalan sistem (Priambodo dkk., 2021). FMEA mengidentifikasi informasi dari setiap jenis kegagalan, penyebab kegagalan, dampak kegagalan, dan tindakan yang direkomendasikan. Selanjutnya, tingkat prioritas yang dianggap memiliki risiko tinggi dari setiap kegagalan ditentukan menggunakan *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN berasal dari hasil perkalian tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan tingkat probabilitas deteksi (*detection*) (Situngkir dkk., 2019). Menurut Budianto (2021), tahapan pembuatan FMEA yaitu menentukan mode kegagalan (*Modes of Failure*), mengidentifikasi efek kegagalan (*Effect of Failure*), menentukan nilai *Severity* (S), mengidentifikasi penyebab kegagalan (*Cause of Failure*), menentukan nilai *Occurrence* (O), menentukan tindakan kontrol (*Current Control*), menentukan nilai *Detection* (D), menghitung *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN dihasilkan dari perkalian antara *severity, occurrence, dan detection*, atau dituliskan dengan rumus, mengurutkan skor RPN, dan memberikan rekomendasi perbaikan.

METODE

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan langsung dari lapangan. Data primer pada penelitian ini diperoleh melalui wawancara dengan cara melakukan tanya jawab secara langsung kepada pihak yang bersangkutan di divisi *quality control*, observasi dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian yakni komponen *end wall*, dan dokumentasi untuk mendukung metode wawancara dan observasi yang diambil dari foto, dokumen ataupun catatan seperti laporan ketidaksesuaian atau cacat (*Non-Conformance Report*). Data sekunder merupakan data yang didapatkan melalui literatur atau data historis milik perusahaan yang bersifat benar dan

akurat. Data sekunder pada penelitian ini yaitu jumlah produksi, jumlah cacat, dan jenis cacat komponen *end wall* tiap bulan mulai bulan September 2023 hingga Februari 2024

Setelah data diperoleh maka dilakukan analisis menggunakan metode *Quality Control Circle* (QCC) menggunakan 7 alat bantu pengendalian kualitas sehingga diketahui tingkat kecacatan dan faktor penyebab terjadinya kecacatan pada komponen *End Wall*. Selanjutnya, berdasarkan hasil analisis menggunakan metode QCC, dilakukan analisis dengan menggunakan metode FMEA untuk memperoleh faktor penyebab cacat yang paling potensial terjadi. Faktor penyebab cacat yang paling diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan berdasarkan nilai *risk priority number* (RPN) yang paling besar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Quality Control Circle

Dalam metode *quality control circle* terdapat langkah-langkah yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Langkah-langkah tersebut antara lain:

- a. Menentukan tema. Tema untuk penelitian ini yaitu analisis kualitas komponen *end wall* karena persentase kecacatan yang terjadi melebihi standard toleransi perusahaan yaitu sebesar 10,8%. Dalam tahap penentuan tema, data kecacatan *end wall* diolah menggunakan beberapa alat bantu pengendalian kualitas, antara lain:

- 1) *Check Sheet*

Check Sheet merupakan alat yang digunakan untuk membantu proses pengumpulan menjadi mudah, sistematis, dan teratur. Adapun data kecacatan komponen *end wall* yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Check Sheet*

| No | Bulan | Jenis Cacat | | |
|----|----------------|-----------------------|------------------------------|---|
| | | <i>End Wall</i> Baret | <i>End Wall</i> Bergelombang | Kerataan <i>End Wall</i> Melebihi Toleransi |
| 1 | September 2023 | - | | - |
| 2 | Oktober 2023 | | | - |
| 3 | November 2023 | - | - | |
| 4 | Desember 2023 | ### | | - |
| 5 | Januari 2024 | | - | ### |
| 6 | Februari 2024 | - | ### | |

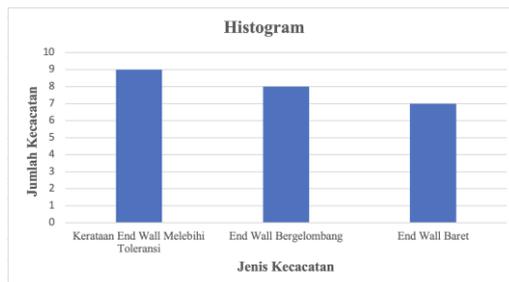
- 2) Stratifikasi

Stratifikasi merupakan proses pengelompokan data dalam kategori kelompok yang memiliki karakteristik yang serupa sehingga memudahkan penarikan kesimpulan. Berikut adalah tabel stratifikasi cacat komponen *end wall*.

Tabel 2. Stratifikasi

| No | Bulan | Jenis Cacat | | | Jumlah Cacat (unit) |
|-------|----------------|-----------------------|------------------------------|---|---------------------|
| | | <i>End Wall</i> Baret | <i>End Wall</i> Bergelombang | Kerataan <i>End Wall</i> Melebihi Toleransi | |
| 1 | September 2023 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | Oktober 2023 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 3 | November 2023 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | Desember 2023 | 5 | 1 | 0 | 6 |
| 5 | Januari 2024 | 1 | 0 | 6 | 7 |
| 6 | Februari 2024 | 0 | 5 | 2 | 7 |
| Total | | 7 | 8 | 9 | 24 |

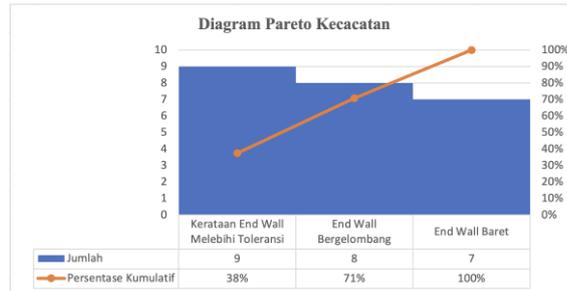
- 3) Histogram



Gambar 1. Histogram Komponen *End Wall*

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui urutan jenis kecacatan yang tertinggi sampai terendah antara lain kerataan melebihi toleransi sebanyak 9 unit, *end wall* bergelombang sebanyak 8 unit, dan *end wall* baret sebanyak 7 unit.

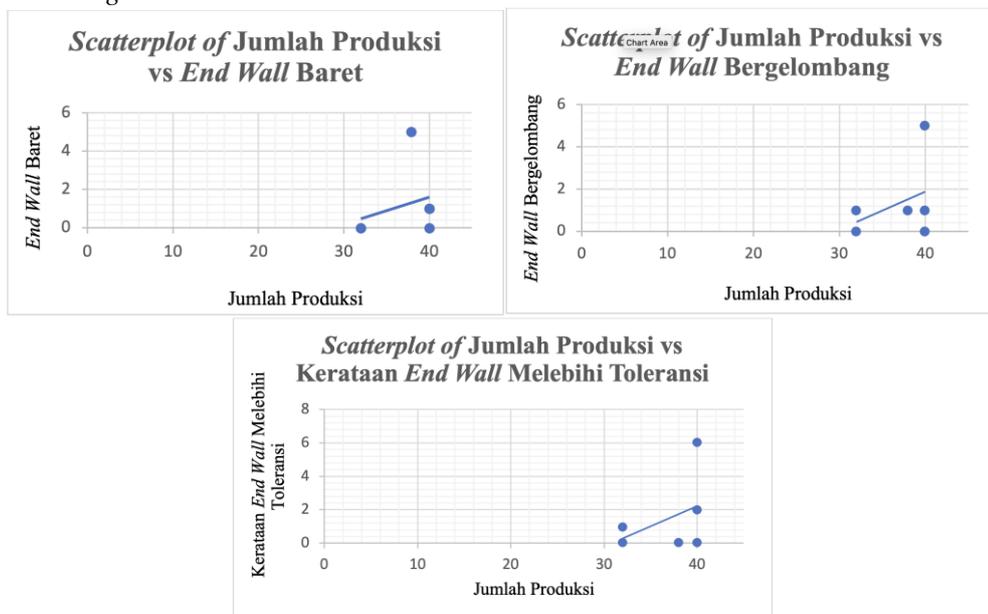
4) Pareto Diagram



Gambar 2. Diagram Pareto

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa jenis kecacatan paling tinggi adalah kerataan *end wall* melebihi toleransi dengan persentase sebesar 38%, selanjutnya diikuti *end wall* bergelombang dengan persentase sebesar 33%, dan jenis cacat yang terendah yaitu *end wall* baret dengan persentase sebesar 29%.

5) Scatter Diagram



Gambar 3. Scatter Diagram

Gambar 3 menunjukkan hubungan atau korelasi yang terjadi antara jumlah produksi (X) dengan tiap jenis kecacatan (Y) yaitu cacat *end wall* baret, *end wall* bergelombang, dan kerataan *end wall* melebihi toleransi. Berdasarkan Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa garis regresi memiliki arah dari kiri ke kanan dan posisi titik-titiknya tidak berada di dekat garis regresi yang berarti terdapat hubungan positif yang lemah antara variabel produksi dengan variabel tiap jenis kecacatan. Jadi, semakin tinggi jumlah produksi, maka akan semakin tinggi pula jumlah masing-masing jenis kecacatan.

6) Peta Kendali P



Gambar 4. Peta Kendali P

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa terdapat satu nilai proporsi kecacatan berada di luar batas kendali (*out of control*) dari ketiga jenis kecacatan yaitu *end wall* baret, *end wall* bergelombang, dan kerataan *end wall* melebihi toleransi, sehingga perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui penyebab terjadinya kecacatan.

b. Analisis kondisi yang ada

Tahap selanjutnya adalah membandingkan kondisi ideal atau standard perusahaan dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Langkah ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi yang menyimpang dari kondisi ideal atau kondisi standar perusahaan dengan menggunakan pendekatan 4M+1E yaitu manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan.

1) *End wall* baret

Tabel 3. Analisis Kondisi yang Ada pada *End Wall* Baret

| Faktor | Masalah | Kondisi Aktual | Kondisi Ideal |
|------------|--------------------------------|---|---|
| Manusia | <i>Human error</i> | Performa pekerja saat proses produksi kurang baik | Pekerja atau <i>man worker</i> dalam kondisi yang baik atau prima |
| Mesin | Kondisi mesin las tidak stabil | Mesin las tidak stabil karena tidak terkalibrasi ulang | Mesin dalam kondisi stabil karena telah terkalibrasi ulang |
| Material | Material kotor | Adanya zat pengotor/debu yang menumpuk pada benda kerja | Benda kerja bersih dari kotoran sisa pengelasan |
| Lingkungan | Meja kerja kotor | Kondisi meja kerja yang kurang bersih | Kondisi meja kerja terbebas dari debu-debu kasar yang dihasilkan dari proses produksi |

2) *End wall* bergelombang

Tabel 4. Analisis Kondisi yang Ada pada *End Wall* Bergelombang

| Faktor | Masalah | Kondisi Aktual | Kondisi Ideal |
|----------|-------------------------|--|---|
| Manusia | <i>Human Error</i> | <i>Welder</i> tidak menerapkan metode pengelasan yang tepat dan sesuai untuk material <i>stainless</i> | <i>Welder</i> menerapkan metode yang tepat antara <i>intermitten</i> , <i>las full</i> , atau <i>tack weld</i> dan menyesuaikan dengan material yang akan dilas |
| Mesin | Perawatan mesin | Kurangnya <i>predictives maintenances</i> terkait mesin las | Melakukan <i>predictives maintenance</i> mesin las secara rutin |
| Material | Kondisi <i>end wall</i> | Bagian <i>end wall</i> tidak dalam kondisi yang bagus (saat proses <i>forming</i>) | <i>End wall</i> dalam kondisi yang bagus apabila akan dilakukan proses <i>forming</i> |

| | | | |
|------------|----------------------------|---|--|
| Metode | Penumpukan <i>end wall</i> | Adanya penumpukan <i>end wall</i> yang terlalu banyak setelah proses pengecekan | Tidak ada proses penumpukan <i>end wall</i> atau <i>end wall</i> tidak ditumpuk terlalu banyak |
| Lingkungan | Temperatur | Temperatur lingkungan tidak ideal | Temperatur lingkungan saat proses pengelasan sebesar 27° C |

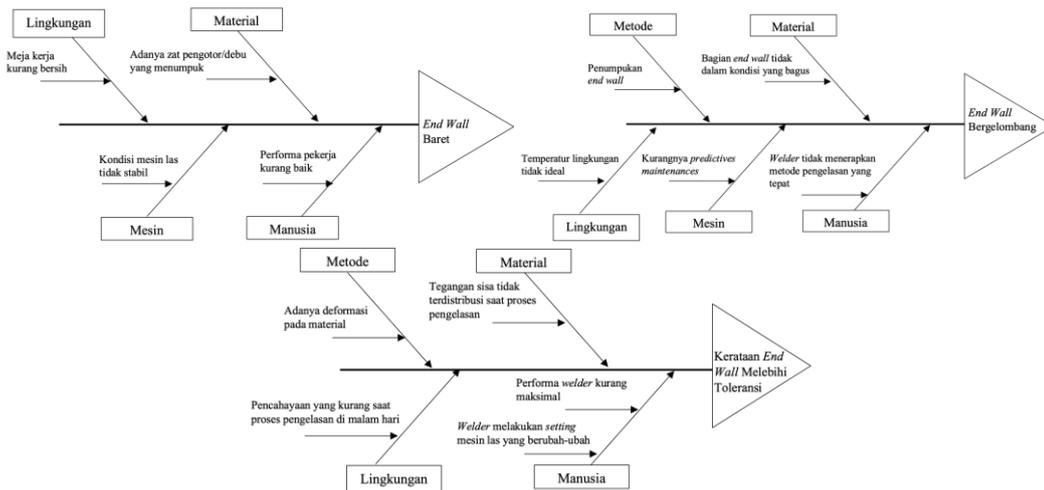
3) Kerataan *end wall* melebihi toleransi

Tabel 5. Analisis Kondisi yang Ada pada *End Wall* Bergelombang

| Faktor | Masalah | Kondisi Aktual | Kondisi Ideal |
|------------|-----------------------------|---|--|
| Manusia | <i>Human error</i> | Performa <i>welder</i> kurang maksimal dalam melakukan proses pengelasan | <i>Welder</i> fokus pada proses pengelasan yang dilakukan seperti ayunan tangan stabil |
| | <i>Setting</i> mesin las | <i>Welder</i> melakukan <i>setting</i> mesin las yang berubah-ubah | Mesin di- <i>setting</i> sesuai dengan WPS (<i>Welding Procedure Specification</i>) |
| Material | Tegangan sisa pada material | Tegangan sisa tidak terdistribusi saat proses pengelasan | Temperatur material terjaga saat proses pengelasan sehingga tidak ada tegangan sisa |
| Metode | Deformasi material | Pengelasan dua material atau lebih mengakibatkan salah satu material terdeformasi | Saat proses pengelasan, salah satu material diberi penahan seperti <i>stopper</i> atau penguat |
| Lingkungan | Pencahayaan | Pencahayaan yang kurang saat proses pengelasan di malam hari | Melakukan proses pengelasan di siang hari |

c. Analisis sebab akibat

Pada tahap ini akan dilakukan analisis penyebab terjadinya cacat *end wall* baret, *end wall* bergelombang, dan kerataan *end wall* melebihi toleransi. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara peneliti dengan pihak *quality control* diketahui penyebab dari tiga jenis cacat tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Fishbone Diagram

d. Merencanakan perbaikan

Selanjutnya berdasarkan hasil analisis sebab akibat, dilakukan analisis dengan menggunakan metode FMEA. FMEA digunakan untuk memperoleh faktor penyebab cacat yang paling potensial terjadi. Faktor penyebab cacat yang paling diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan berdasarkan nilai *risk priority number* (RPN) yang paling besar.

Failure Mode and Effect Analysis

FMEA adalah suatu alat yang digunakan untuk peningkatan kualitas berkelanjutan. Untuk mengetahui tingkat prioritas yang dianggap memiliki risiko tinggi dari setiap kegagalan tersebut digunakan *risk priority number* (RPN). Berikut adalah tabel nilai RPN untuk tiga jenis kecacatan berdasarkan nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) yang telah ditentukan sebelumnya.

Tabel 6. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

| <i>Modes of Failure</i> | <i>Effect of Failure</i> | S | <i>Cause of Failure</i> | O | <i>Current Control</i> | D | RPN |
|-------------------------|---|---|--|---|---|---|-----|
| End wall baret | Terdapat <i>scratch</i> (goresan) di area <i>sheating</i> (kulit luar) <i>endwall</i> yang mengurangi nilai estetika dan visual tampak tidak baik | 6 | Performa pekerja saat proses produksi kurang baik | 8 | Water break selama 15 menit setiap 2 jam sekali | 5 | 240 |
| | | | Kondisi mesin tidak stabil karena tidak terkalibrasi ulang | 6 | Harus dilakukan kalibrasi ulang setelah beberapa kali pemakaian (misal: 1 bulan sekali mesin dikalibrasi) | 6 | 216 |
| | | | Adanya zat pengotor/debu yang menumpuk pada benda kerja | 7 | Harus selalu melakukan 5R (ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin) sebelum dan setelah pekerjaan | 4 | 168 |
| | | | Kondisi meja kerja yang kurang bersih | 7 | Harus selalu melakukan 5R (ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin) sebelum dan setelah pekerjaan | 4 | 168 |

| <i>Modes of Failure</i> | <i>Effect of Failure</i> | S | <i>Cause of Failure</i> | O | <i>Current Control</i> | D | RPN |
|--------------------------------------|---|---|--|---|--|---|-----|
| End wall bergelombang | Adanya area yang bergelombang pada <i>sheating</i> (kulit luar) <i>end wall</i> yang berdampak pada kesulitan saat proses <i>assembly carbody</i> | 5 | <i>Welder</i> tidak menerapkan metode pengelasan yang tepat dan sesuai untuk material <i>stainless</i> | 7 | Dilakukan <i>Daily check</i> saat proses pengelasan material terkait proses pengelasan | 8 | 280 |
| | | | Kurangnya <i>predictives maintenances</i> terkait mesin las | 6 | Harus dilakukan perbaikan berkala sesuai dengan standar mesin las yang digunakan | 7 | 210 |
| | | | Bagian <i>end wall</i> tidak dalam kondisi yang bagus (saat proses <i>forming</i> material) | 5 | Harus adanya perlakuan tambahan terkait material (<i>heat treatment, annealing, dll</i>) | 8 | 200 |
| | | | Adanya penumpukan <i>end wall</i> yang terlalu banyak setelah proses pengecekan | 5 | Proses <i>assembly</i> yang telah dilakukan harus segera dipindahkan ke proses selanjutnya | 7 | 175 |
| | | | Temperatur lingkungan tidak ideal | 6 | Dengan diberikan exhaust fan untuk pengatur suhu ruangan | 5 | 150 |
| Kerataan end wall melebihi toleransi | <i>Flatness</i> (kerataan) <i>end wall</i> tidak sesuai dengan <i>inspection sheet</i> yang akan berakibat pada ketidaksesuaian saat pemasangan komponen lain (pintu <i>gangway, ducting, pengelasan</i> dengan <i>sidewall</i> dan <i>underframe</i>) | 7 | Performa <i>welder</i> kurang maksimal dalam melakukan proses pengelasan | 7 | Memberikan pengarahan sebelum dilakukan proses pengelasan serta pendampingan saat proses pengelasan | 6 | 294 |
| | | | <i>Welder</i> melakukan <i>setting</i> mesin las yang berubah-ubah | 7 | Mengarahkan <i>welder</i> untuk mengikuti prosedur pengelasan sesuai dengan WPS (<i>Welding Procedure Spesification</i>) | 7 | 343 |
| | | | Tegangan sisa tidak terdistribusi saat proses pengelasan | 5 | Perlu adanya perlakuan tambahan setelah proses pengelasan (<i>annealing</i> dan <i>heat treatment</i>) | 5 | 175 |
| | | | Pengelasan dua material atau lebih mengakibatkan salah satu material terdeformasi | 5 | Perlu adanya penahan seperti <i>stopper</i> atau penguat | 7 | 245 |
| | | | Pencapaian yang kurang saat proses pengelasan di malam hari | 5 | Diberikan penambahan pencapaian/proses pengelasan dilakukan di | 6 | 210 |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | siang hari dan proses <i>repair</i> di malam hari | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|

Berdasarkan hasil perhitungan *risk priority number* (RPN) di atas dapat diketahui penyebab yang memiliki potensi paling tinggi dalam mengakibatkan kecacatan. Tahap selanjutnya yaitu semua faktor penyebab kecacatan (*cause of failure*) diurutkan mulai dari RPN tertinggi hingga terendah dan diberikan rekomendasi perbaikan untuk tiga jenis kecacatan. Berikut adalah urutan penyebab potensial dan rekomendasi perbaikan pada tiga jenis kecacatan:

Tabel 7. Rekomendasi Perbaikan Cacat Kerataan *End Wall* Melebihi Toleransi

| Priority | Modes of Failure | Cause of Failure | RPN | Recommendation |
|----------|---|---|-----|---|
| 1 | Kerataan <i>end wall</i> melebihi toleransi | <i>Welder</i> melakukan <i>setting</i> mesin las yang berubah-ubah | 343 | Mengawasi serta menekankan <i>welder</i> saat <i>briefing</i> untuk menetapkan dan menjaga kestabilan ampere dan voltmeter sesuai WPS yang digunakan |
| | | Performa <i>welder</i> kurang maksimal dalam melakukan proses pengelasan | 294 | Membuat jadwal rutin untuk melakukan pemantauan kinerja <i>welder</i> dan proses pengelasan, meliputi pengamatan langsung, pemeriksaan visual hasil las, dan evaluasi parameter pengelasan |
| | | Pengelasan dua material atau lebih mengakibatkan salah satu material terdeformasi | 245 | Penggunaan alat bantu seperti <i>jigs</i> (pengikat) dan <i>fixtures</i> (perangkat penahan) digunakan untuk memperbaiki posisi material yang akan disatukan dalam posisi yang tepat selama proses pengelasan |
| | | Pencahayaan yang kurang saat proses pengelasan di malam hari | 210 | Mempertimbangkan penggunaan lampu tambahan, seperti lampu sorot, untuk meningkatkan pencahayaan di area yang mungkin tidak terjangkau oleh lampu utama |
| | | Tegangan sisa tidak terdistribusi saat proses pengelasan | 175 | Memberikan pelatihan kepada <i>welder</i> tentang pentingnya menjaga suhu yang konsisten selama proses pengelasan, meliputi teknik pengendalian panas, penggunaan bahan pengisi yang tepat, dan strategi untuk mengatasi fluktuasi suhu yang tidak diinginkan |

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa prioritas tindakan perbaikan yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk meminimalisir terjadinya kecacatan kerataan *end wall* melebihi toleransi didasarkan pada penyebab kecacatan (*cause of failure*) yang mendapatkan skor RPN tertinggi. Kecacatan kerataan *end wall* melebihi toleransi yang disebabkan karena *welder* melakukan *setting* mesin las yang berubah-ubah mendapatkan skor RPN paling tinggi yaitu sebesar 343. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan yaitu mengawasi serta menekankan *welder* saat *briefing* untuk menetapkan dan menjaga kestabilan ampere dan voltmeter sesuai WPS yang digunakan.

Tabel 8. Rekomendasi Perbaikan Cacat *End Wall* Bergelombang

| Priority | Modes of Failure | Cause of Failure | RPN | Recommendation |
|----------|-----------------------------------|--|-----|---|
| 2 | <i>End wall</i> berge- lombang | <i>Welder</i> tidak menerapkan metode pengelasan yang tepat dan sesuai untuk material <i>stainless</i> | 280 | Menyediakan <i>manual procedure</i> atau pedoman yang mudah dipahami dan diakses oleh <i>welder</i> . Pedoman ini harus mencakup informasi tentang parameter pengelasan yang disarankan, teknik pra-pengelasan, dan pemeliharaan pasca-pengelasan |
| | | Kurangnya <i>predictives maintenances</i> terkait mesin las | 210 | Mengimplementasikan jadwal perawatan prediktif yang teratur untuk mesin las dan melakukan pemeliharaan preventif secara teratur |
| | | Bagian <i>end wall</i> tidak dalam kondisi yang bagus (saat proses <i>forming material</i>) | 200 | Menetapkan prosedur di mana bagian <i>end wall</i> harus didinginkan sepenuhnya sebelum dilanjutkan ke proses berikutnya serta menggunakan alat bantu untuk mempercepat proses pendinginan |
| | | Adanya penumpukan <i>end wall</i> yang terlalu banyak setelah proses pengecekan | 175 | Menentukan batas jumlah <i>end wall</i> yang dapat ditumpuk setelah proses pengecekan untuk menghindari penumpukan yang terlalu banyak dan segera dipindahkan ke <i>workstation</i> selanjutnya |
| Priority | Modes of Failure | Cause of Failure | RPN | Recommendation |

| | | | | |
|--|--|-----------------------------------|-----|--|
| | | Temperatur lingkungan tidak ideal | 150 | Memasang termometer ruangan untuk memantau suhu secara <i>real time</i> dan menambah <i>exhaust fan</i> pada ruang kerja |
|--|--|-----------------------------------|-----|--|

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa prioritas tindakan perbaikan yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk meminimalisir terjadinya kecacatan *end wall* bergelombang didasarkan pada penyebab kecacatan (*cause of failure*) yang mendapatkan skor RPN tertinggi. Kecacatan *end wall* bergelombang yang disebabkan karena *welder* tidak menerapkan metode pengelasan yang tepat dan sesuai untuk material *stainless* mendapatkan skor RPN paling tinggi yaitu sebesar 280. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan yaitu Menyediakan *manual procedure* atau pedoman yang mudah dipahami dan diakses oleh *welder*. Pedoman ini harus mencakup informasi tentang parameter pengelasan yang disarankan, teknik pra-pengelasan, dan pemeliharaan pasca-pengelasan.

Tabel 9. Rekomendasi Perbaikan Cacat *End Wall* Baret

| Priority | Modes of Failure | Cause of Failure | RPN | Recommendation |
|----------|-----------------------|--|-----|--|
| 3 | <i>End wall</i> baret | Performa pekerja saat proses produksi kurang baik | 240 | Memberikan waktu istirahat yang cukup dan membuat sistem penghargaan atau pengakuan atas kinerja yang baik untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan pekerja dalam proses produksi |
| | | Kondisi mesin tidak stabil karena tidak terkalibrasi ulang | 216 | Menetapkan jadwal rutin untuk kalibrasi ulang mesin secara berkala dan memastikan semua parameter mesin diatur kembali sesuai dengan standar yang ditetapkan |
| | | Adanya zat pengotor/debu yang menumpuk pada benda kerja | 168 | Melakukan pembersihan (<i>blasting</i>) pada benda kerja untuk menghilangkan kotoran sisa pengelasan menggunakan bensin, <i>cubitron</i> , atau <i>buffing</i> |
| | | Kondisi meja kerja yang kurang bersih | 168 | Menetapkan jadwal rutin untuk pembersihan meja kerja setelah setiap penggunaan atau setelah selesai shift kerja dengan sikat kawat dan pembersih kimia yang sesuai serta membuat poster himbauan untuk selalu menjaga meja kerja agar tetap bersih |

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwa prioritas tindakan perbaikan yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk meminimalisir terjadinya kecacatan *end wall* baret didasarkan pada penyebab kecacatan (*cause of failure*) yang mendapatkan skor RPN tertinggi. Kecacatan *end wall* baret yang disebabkan karena performa pekerja saat proses produksi kurang baik mendapatkan skor RPN paling tinggi yaitu sebesar 240. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan yaitu memberikan waktu istirahat yang cukup dan membuat sistem penghargaan atau pengakuan atas kinerja yang baik untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan pekerja dalam proses produksi.

SIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan penelitian di PT INKA (Persero) yaitu kecacatan yang dialami *end wall* mulai dari yang paling tinggi hingga rendah secara berurutan adalah cacat kerataan *end wall* melebihi toleransi (38%), cacat *end wall* bergelombang (33%), dan cacat *end wall* baret (29%). Kemudian, Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk meminimasi adanya kecacatan berdasarkan lima faktor penyebab (*cause of failure*) dengan skor RPN tertinggi yaitu mengawasi serta menekankan *welder* saat *briefing* untuk menetapkan dan menjaga kestabilan ampere dan voltmeter sesuai WPS yang digunakan, membuat jadwal rutin untuk melakukan pemantauan kinerja *welder* dan proses pengelasan, meliputi pengamatan langsung, pemeriksaan visual hasil las, dan evaluasi parameter pengelasan, menyediakan *manual procedure* atau pedoman yang mudah dipahami dan diakses oleh *welder*. Pedoman ini harus mencakup informasi tentang parameter pengelasan yang disarankan, teknik pra-pengelasan, dan pemeliharaan pasca-pengelasan, kemudian penggunaan alat bantu seperti *jigs* (pengikat) dan *fixtures* (perangkat penahan) digunakan untuk memperbaiki posisi material yang akan disatukan dalam posisi yang tepat selama proses pengelasan, serta memberikan waktu

istirahat yang cukup dan membuat sistem penghargaan atau pengakuan atas kinerja yang baik untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan pekerja dalam proses produksi.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdurrahman, M., Rizqi, A. W., dan Jufriyanto, M. (2023). Pengendalian Kualitas Kayu Kering pada Mesin Kiln Dryer untuk Mengurangi Produk Cacat dengan Metode Seven Tools dan Failure Mode Effect Analysis. *Jurnal Serambi Engineering*, VIII(4), 7065–7077.
- Abidin, A. A., Wahyudin, W., Fitriani, R., dan Astuti, F. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Roti dengan Metode Seven Tools di UMKM Anni Bakery and Cake. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 21(1), 52. <https://doi.org/10.20961/performa.21.1.53700>
- Adawiyah, R., dan Donoriyanto, D. S. (2022). Analisis Kecacatan Produk Beras Kemasan 25 Kg Menggunakan Statistical Quality Control dan Failure Mode and Effect Analysis. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(2), 109–118. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i2.4804>
- Ardana, M. Y., dan Widiasih, W. (2023). PENGENDALIAN KUALITAS ROLL KARUNG DENGAN METODE SPC DAN PDCA PADA PK ROSELLA BARU MOJOKERTO. *I Tabaos*, 3(3), 190–200.
- Ariani, D. W. (2023). *Manajemen Kualitas Pendekatan Sisi Kualitatif*. Ghalia Indonesia.
- Bakti, C. S., dan Kartika, H. (2020). Analisa Pengendalian Kualitas Produk Ice Cream dengan Metode Six Sigma. *Journal of Industrial Engineering & Management Research (JIEMAR)*, 1(1), 63–69.
- Budianto, A. G. (2021). Analisis Penyebab Ketidaksesuaian Produksi Flute Pada Ruang Handatsuke Dengan Pendekatan Fishbone Diagram, Piramida Kualitas dan FMEA. *Jurnal JIEOM*, 4(1), 17–23.
- Erlan, Y., dan Soeriawibawa, D. (2020). Analisa Penerapan Metode Quality Control Circle (QCC) Pada Kain Seragaman Di PT. SIPATEX. *PROSIDING FRIMA*, 3, 857–864.
- Fitriana, R., Sari, D. K., dan Habyba, A. N. (2021). *PENGENDALIAN DAN PENJAMINAN MUTU*. Wawasan Ilmu.
- Hairiyah, N., Musthofa, I., dan Sakhatan, L. (2022). Pengendalian Kualitas Produk Ribbed Smoke Sheet (RSS) Menggunakan Statistical Quality Control (SQC) Di PT. XYZ. *Jurnal Argoindustri*, 12(1), 21–28. <https://doi.org/10.31186/j.agroind.12.1.21-28>
- Haryanto, E., dan Novialis, I. (2019). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Bos Rotor Pada Proses Mesin Cnc Lathe Dengan Metode Seven Tools. *Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 8(1), 69–77.
- Nurqodzbari, O. H., Hidayat, dan P, Ef. D. (2023). Analisa Pengendalian Kualitas Produk Tepung Pada PT. XYZ Untuk Mengurangi Return Konsumen Menggunakan Metode Quality Control Circle (QCC). *JIEOM: Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, 6(1), 67–74. <https://doi.org/10.31602/jieom.v6i1.10360>
- Perwira, E. A., Suseno, A., dan Fitriani, R. (2021). Pengendalian Mutu Part Accu 12v dan Kaca Anti Peluru Kendaraan Komodo Nexter dengan Metode Quality Control Circle. *Jurnal Teknik Industri*, 7(1), 54–62.
- Prakoso, S., dan Putra, Y. A. (2020). PENGENDALIAN KUALITAS TWISTED CABLE DENGAN METODE SEVEN TOOLS DAN QUALITY CONTROL CIRCLE (QCC) DI PT VOKSEL ELECTRIC Tbk. *JUPITER*, 1(20), 89–108.
- Priambodo, B., Nursanti, E., dan Laksamana, D. I. (2021). Analisa Risiko Lift (Elevator) dengan Metode FMEA. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, 7(2), 7–12.
- Riadi, S., dan Haryadi. (2020). Pengendalian Jumlah Cacat Produk Pada Proses Cutting Dengan Metode Quality Control Circle (QCC) Pada PT.Toyota Boshoku Indonesia (Tbina). *Journal Industrial Manufacturing*, 5(1), 57–70.
- Rohkma, A. N., dan Aryanny, E. (2023). Analisa Tingkat Kecacatan Bata Beton Ringan Dengan Metode Seven Tools dan FMEA di CV. XYZ-Mojokerto. *Jurnal Kendali Teknik Dan Sains*, 1(3), 39–53. <https://doi.org/10.59581/jkts-widyakarya.v1i3>
- Ryzar, I. A., Afin, A. S., Akyuwen, F., dan Satriadi. (2023). Analisis Penerapan Manajemen Kinerja Model Deming (PDCA Cycle) Studi Kasus Pada Cafe Senda Gurau. *ADIJAYA*

- Jurnal Multidisiplin*, 01(06), 1226–1234. <https://e-journal.naurendigiton.com/index.php/mj>
- Shiyamy, A., Rohmat, S., dan Sopian, A. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Statistical Process Control. *KOMITMEN: Jurnal Ilmiah Manajemen*, 2(2), 32–45.
- Situngkir, D. I., Gultom, G., dan Tambunan, D. (2019). Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 5(2), 39–43. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl>
- Sumpena. (2021). Pengendalian Kualitas Dengan Metode Quality Control Circle (QCC) 7 Tools Pada Departemen Technical PT.XYZ. *JURNAL TEKNIK INDUSTRI*, 7(1), 44–51.
- Sutarti. (2019). Pengendalian Kualitas untuk Mengurangi Jumlah Cacat Bahan Baku dan Menaikkan Keuntungan Dengan Metode Quality Control Circle (QCC) pada Pembuatan Tas Kulit di Sentra Kerajinan Kulit Magetan. *EDUSCOTECH*, 1(1), 52–62.
- Tambunan, S., Susilawati, A., dan Yohanes. (2020). Application of Quality Control Circle Method in Crusher Knife Reconditioning Products (Case Study in PT. Andritz Pekanbaru). *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace*, 64(2), 52–58. www.isomase.org.
- Taqwanur, dan Suryawantiningtyas, M. B. (2022). Analisis Kecacatan Produk dengan Menggunakan Quality Control Circle dan Seven QC Tools di PT. ACI. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 191–200. <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i2.1589>
- Zendrato, R. V., Nugroho, M. A., Putri, D., Kuncoro, D., dan Parningotan, S. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Pada Tempe Menggunakan Metode Seven Tools. *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*, 3(2), 99–109. <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/imtechno>