



Tersedia secara online di <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatis/index>

## JURMATIS

Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri



# Pengendalian Kualitas Proses Produksi Komponen Automotive di Industri Manufaktur dengan Pendekatan Six Sigma

Supriyati\*<sup>1</sup>, Hasyrani Widyatri<sup>2</sup>

supriyati@pelitabangsa.ac.id\*<sup>1</sup>, hasyrani@pelitabangsa.ac.id<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

### Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 4 – Maret – 2024

Revised : 25 – Mei – 2024

Accepted : 23 – Juli – 2024

Kata kunci :

DMAIC Approach, GDP Contribution, Indonesia Manufacturing Sector, Innovation Challenges, Improvement Solutions

### Abstract

Indonesia's manufacturing sector, which accounts for 18.67% of GDP, faces major challenges in terms of innovation and poverty. PT. XYZ, which produces automotive components using the Injection process, needs to improve product quality to reduce defects in the front cover panel. This study aims to overcome these problems by improving the cooling system, controlling machine parameters, and maintaining material viscosity, while ensuring quality standards through regular maintenance and training. This study uses the DMAIC approach to analyze product quality. Starting with a Baseline to assess Overall Equipment Effectiveness (OEE) and quality ratios, variations in DPMO and quality factors were found. The Define phase identifies key defects, Measure shows improvements over time, Analyze using Fault Tree Analysis to find solutions, Improve implementation of improvements, and Control the incorporation of machine parameters to maintain consistency and quality. The research results show large variations in Quality Ratio and Availability, indicating the need to improve OEE which currently ranges from 82.80% to 92.60%. With a total annual production of 345,842 units and 20,538 defective units, the focus of improvements should be on engine and cooling system parameters. This research enriches understanding of product quality models and analysis.

### Abstrak

Sektor manufaktur Indonesia, yang menyumbang 18,67% dari PDB, menghadapi tantangan besar dalam hal inovasi dan keberlanjutan. PT. XYZ, yang memproduksi komponen otomotif menggunakan proses Injection, perlu memperbaiki kualitas produk untuk mengurangi cacat pada panel front cover. Studi ini bertujuan mengatasi masalah tersebut dengan memperbaiki sistem pendingin, mengontrol parameter mesin, dan memantau viskositas material, sambil memastikan standar kualitas melalui pemeliharaan rutin dan pelatihan. Studi ini menggunakan pendekatan DMAIC untuk menganalisis kualitas produk. Dimulai dengan Baseline untuk menilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan quality ratio, ditemukan variasi dalam DPMO dan faktor kualitas. Fase Define mengidentifikasi cacat utama, Measure menunjukkan perbaikan seiring waktu, Analyze menggunakan Fault Tree Analysis untuk menemukan solusi, Improve menerapkan perbaikan, dan Control memantau parameter mesin untuk menjaga konsistensi dan kualitas. Hasil penelitian menunjukkan variasi besar pada Quality Ratio dan Availability, menandakan perlunya perbaikan OEE yang saat ini

Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format:

Supriyati, & Widyatri, H. (2024). Pengendalian Kualitas Proses Produksi Komponen Automotive di Industri Manufaktur dengan Pendekatan Six Sigma. *JURMATIS (Jurnal Manajemen Teknologi Dan Teknik Industri)*, 6(2), 129–145.

berkisar antara 82,80% hingga 92,60%. Dengan total produksi tahunan 345.842 unit dan 20.538 unit cacat, fokus perbaikan harus pada parameter mesin dan sistem pendingin. Penelitian ini memperkaya pemahaman tentang model analisis dan kualitas produk.

## 1. Pendahuluan

Sektor manufaktur berkontribusi 18,67% terhadap PDB Indonesia, menjadi pilar ekonomi yang penting. Tantangan inovasi dan keberlanjutan harus diatasi untuk meningkatkan daya saing dan pertumbuhan sektor ini [1].



Gambar 1. Manufaktur Nilai Tambah (% PDB)  
Sumber: Data World Bank [1]

PT. XYZ Indonesia, perusahaan manufaktur Jepang di MM2100, memproduksi komponen otomotif dan melakukan perakitan motor [2]. Kualitas penting untuk persaingan [3]. Proses produksi Injection menghasilkan produk plastik menggunakan Mesin *Injection* dan *Mold* [4]. Tahapan mencangkup mixing material dengan pewarna, memasukkan ke mesin, hingga inspection [5]. Cacat produk meliputi bubble, weld line, dan sinkmark [6].

Studi pendekatan *Six Sigma* efektif memperbaiki kualitas produk [7]. Dengan mengurangi cacat melalui analisis 4M (*man, method, material, machine*) [8]. Implementasi data mining dapat meningkatkan sigma [9], memperbaiki SOP [10] [11], dan meningkatkan keuntungan [12], melalui pengembangan manufaktur berkelanjutan [13]. *Six Sigma* mengidentifikasi cacat produksi dan meminimalkan pemborosan [14], meningkatkan kualitas dengan menurunkan variasi [15]. Melalui DMAIC, *Six Sigma* menemukan penyebab cacat dan solusi [16] [17], serta mengidentifikasi akar masalah untuk pengambilan keputusan kompetitif [18] [19]. Teknik untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan kualitas produk melibatkan analisis mendalam terhadap proses, penggunaan alat pengendalian kualitas pada seven tools [20][21]. Analisis *fishbone* dapat membantu mengidentifikasi akar penyebab cacat berulang [22] Komitmen manajemen yang kuat dan

kepatuhan terhadap SOP memainkan peran penting dalam memastikan produk yang berkualitas [23][24]. Implementasi teknik-teknik ini secara efektif dapat mengoptimalkan kualitas produk dan efisiensi operasional dalam proses manufaktur [25] [26].

Studi ini menyoroti pentingnya penggunaan baseline sebagai tolak ukur dalam pengendalian kualitas produk. Baseline sebagai standar referensi yang memungkinkan perusahaan untuk membandingkan kinerja saat ini dengan target yang diinginkan. Tanpa baseline, perusahaan kesulitan untuk secara efektif mengukur kemajuan atau penurunan kinerja kualitas.

Studi berfokus pada analisis masalah cacat produk dan menentukan baseline untuk pengukuran kinerja kualitas. Penelitian sebelumnya hanya mengandalkan data sekunder, seperti data cacat dan data produksi, yang kurang memberikan gambaran menyeluruh tentang kinerja operasional. Studi menggunakan pendekatan yang lebih komprehensif dengan mengumpulkan data OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). OEE adalah metrik penting yang mengukur efektivitas keseluruhan dari peralatan produksi dan mencakup *availability*, *performance*, dan *quality ratio*. Nilai OEE yang rendah menunjukkan adanya indikasi kinerja yang menurun, yang memerlukan perhatian lebih lanjut untuk identifikasi dan perbaikan. *Availability* mengukur seberapa sering mesin atau sistem tersedia untuk produksi *panel front cover* dibandingkan dengan waktu yang direncanakan, menunjukkan efektivitas waktu operasional. *Performance Ratio* menilai seberapa efektif mesin atau sistem beroperasi pada kapasitas maksimumnya dibandingkan dengan output aktual *panel front cover* yang dicapai, menggambarkan efisiensi kecepatan atau output. *Quality Ratio* mengukur proporsi *panel front cover* yang memenuhi standar kualitas dibandingkan dengan total produk yang diproduksi, mencerminkan tingkat cacat dalam proses produksi. Studi ini memiliki peran untuk fase *Analyze* mengintegrasikan *Fault Tree Analysis* sebagai inovasi untuk mengidentifikasi penyebab cacat secara sistematis, seperti proses yang tidak standar dan *clamping pressure*.

Studi ini bertujuan untuk mengurangi cacat produk, melalui perbaikan sistem pendingin, kontrol parameter mesin, dan pemantauan viskositas material dan memastikan standar kualitas terpenuhi melalui pemeliharaan rutin dan pelatihan yang efektif. Studi ini akan meningkatkan kualitas produksi panel front cover dengan memperbaiki sistem pendingin dan mengurangi cacat. Secara teoritis, diharapkan penelitian ini akan memperkaya pengembangan model analisis melalui *Fault Tree Analysis* dan penerapan konsep 5W+1H dalam pengendalian kualitas. Penelitian ini juga memperluas pemahaman

tentang hubungan antara OEE, *Quality Ratio*, dan *Availability* dalam pengelolaan kualitas produk.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan DMAIC untuk meningkatkan kualitas produk *panel front cover*, dengan menetapkan baseline, mengukur kinerja, menganalisis penyebab cacat, menerapkan perbaikan, dan memastikan kendali berkelanjutan [27].

### 2.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah semua produk *panel front cover* yang diproduksi di pabrik selama periode 12 bulan tahun 2022. Populasi ini mencakup berbagai variasi produk. Pengambilan sampel penelitian adalah fokus pada *panel front cover* yang diproduksi di pabrik selama periode 12 bulan tahun 2022 difokuskan pada baseline *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *Quality Ratio*, *Performance* dan *Availability*.

### 2.3 Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan instrumen untuk mengumpulkan data dalam meningkatkan kualitas produk *panel front cover* dengan pendekatan DMAIC. Kuesioner Observasi Produksi digunakan untuk mengidentifikasi area rentan cacat dan mengumpulkan data tentang proses produksi, termasuk jumlah dan jenis cacat [27]. Formulir Inspeksi Kualitas mengukur tingkat cacat dan variasi kualitas, dengan mencatat nomor seri produk, kualitas bahan baku, jenis dan keparahan cacat, serta tindakan yang diambil [28]. *Check list* Kontrol Kualitas memastikan bahwa langkah-langkah kontrol diikuti selama dan setelah perbaikan, mencakup instruksi kerja, kalibrasi mesin, dan inspeksi visual [29]. Wawancara Terstruktur dengan Operator Produksi mendapatkan wawasan tentang tantangan dalam produksi dan saran perbaikan dari perspektif operator. Data dianalisis menggunakan analisis Pareto untuk mengidentifikasi jenis cacat utama, *Fault Tree Analysis* untuk menemukan akar penyebab cacat. Alat *Six Sigma Improve* dan *Control* digunakan untuk memantau dan meningkatkan kualitas secara berkelanjutan [30], [31].

### 2.4 Prosedur Penelitian

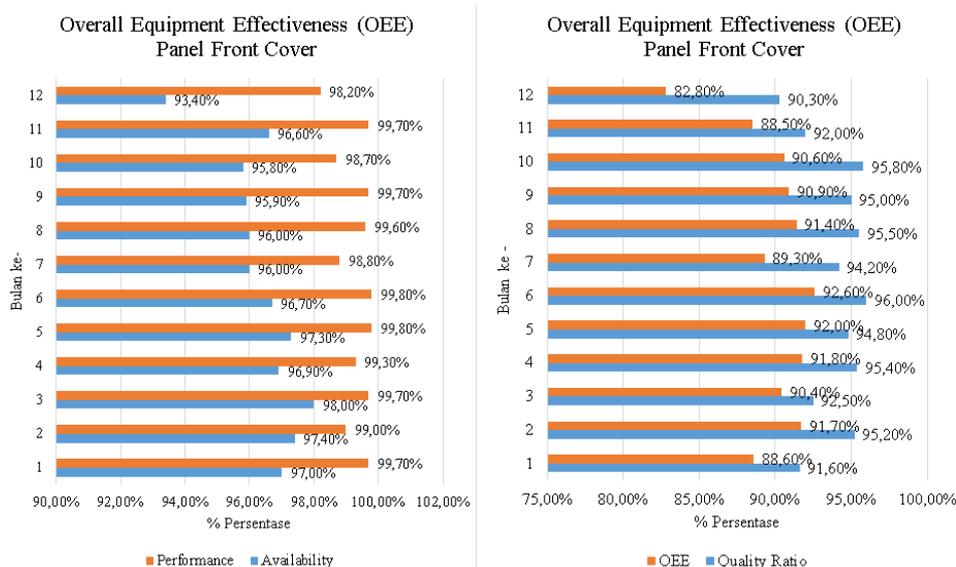
Dalam studi ini, metode analisis data menggunakan pendekatan DMAIC dimulai dengan *Baseline* untuk menilai indikator kualitas, seperti OEE dan *quality ratio*, yang menunjukkan rendahnya kualitas produk *panel front cover*. Data menunjukkan variasi dalam nilai OEE dan DPMO, dengan kualitas produk dipengaruhi oleh faktor *availability*, *performance*, dan *quality ratio* [32], [33]. *Define* fase mengidentifikasi total produksi dan

cacat bulanan, dengan cacat Burry sebagai masalah utama [18], [25]. *Measure* mengukur fluktuasi produksi dan cacat, menunjukkan perbaikan dan penurunan DPMO seiring waktu [28], [34]. *Analyze* menggunakan *Fault Tree Analysis* untuk mengidentifikasi penyebab cacat dan menentukan solusi untuk meningkatkan kualitas [35], [36]. *Improve* mengimplementasikan langkah-langkah perbaikan [37], [38]. *Control* memantau parameter mesin, saluran cooling, pemasangan termocouple, dan viskositas material untuk menjaga konsistensi dan kualitas produksi *panel front cover* [34], [39].

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Baseline

Pengendalian kualitas merupakan salah satu cara untuk menekan tingkat *cacat* yang terjadi di perusahaan. Tingginya cacat produk dapat dilihat dari beberapa indikator, namun penyebab cacat perlu dianalisis lebih lanjut. Setelah dilakukan pengumpulan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan, salah satu indikator tingkat cacat tinggi dilihat dari *OEE* rendah dan salah satu variabel dari *OEE* adalah *quality ratio*. Indikator tersebut menandakan bahwa kualitas produk tidak kompetitif karena produktivitas rendah, sehingga perlu mendapatkan prioritas untuk segera dilakukan perbaikan. Perbaikan dilakukan untuk menekan tingkat cacat sehingga dapat meningkatkan produktivitas [40] (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram Batang Komponen OEE

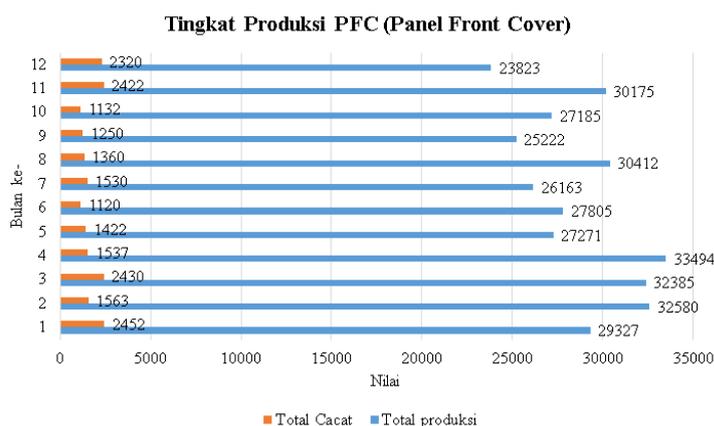
(Sumber: Olah data, 2023)

OEE dihitung dengan mengalikan tiga komponen: *Availability*, *Performance*, dan *Quality Ratio*. Untuk menentukan faktor yang dominan, dengan meninjau variabilitas dan kontribusi setiap komponen terhadap perubahan OEE. *Availability* menunjukkan rentang

dari 93,40% hingga 98,00%, *Performance* berkisar antara 98,20% hingga 99,80%, dan *Quality Ratio* bervariasi dari 90,30% hingga 96,00%. Nilai OEE berkisar antara 82,80% hingga 92,60%. Analisis ini melihat seberapa besar perubahan dalam setiap komponen dapat mempengaruhi perubahan dalam OEE. Meskipun *Performance* cenderung tinggi dan stabil, penurunan kecil dalam *Quality Ratio* atau *Availability* dapat secara signifikan menurunkan OEE. Dalam data ini, *Quality Ratio* dan *Availability* menunjukkan variasi yang lebih besar dibandingkan *Performance*, yang berarti perubahan dalam kedua faktor tersebut lebih cenderung berdampak signifikan terhadap perubahan OEE.

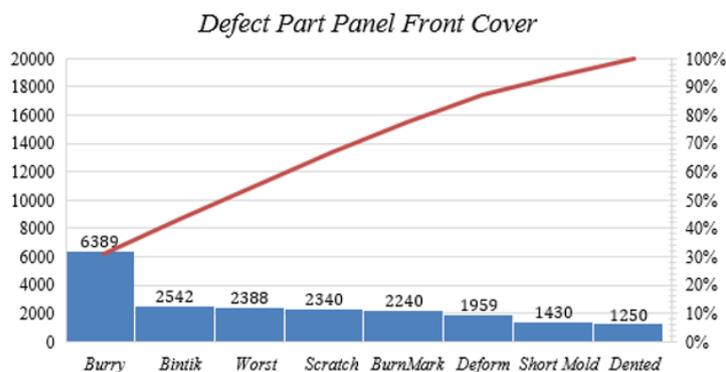
### 3.2 Define

Total produksi selama setahun mencapai 345.842 unit, sementara total cacat adalah 20.538 unit. Dominasi produksi tertinggi terjadi pada bulan April dengan 33.494 unit, dan produksi terendah pada bulan Desember dengan 23.823 unit. Sementara itu, jumlah cacat tertinggi tercatat pada bulan Januari dengan 2.452 unit cacat, dan yang terendah pada bulan Juni dengan 1.120 unit cacat (Gambar 3).



Gambar 3. Tingkat Produksi PFC (*Panel Front Cover*)  
(Sumber: Olah data, 2023)

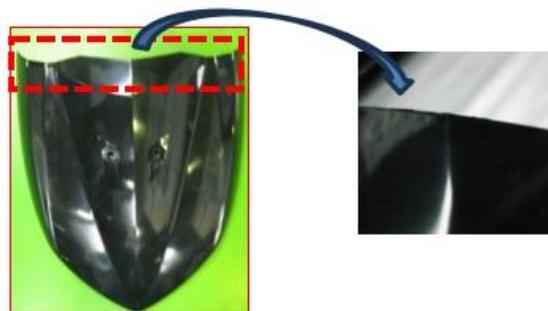
Persentase cacat terhadap total produksi bervariasi setiap bulan, menunjukkan adanya perbedaan dalam efisiensi produksi atau kualitas kontrol. Bulan dengan efisiensi tertinggi terlihat pada bulan Juni, di mana persentase cacat terhadap produksi adalah yang terendah. Data ini mengindikasikan perlunya analisis lebih lanjut untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dan efisiensi produksi di setiap bulan.



Gambar 4. Defect Part Panel Front Cover  
(Sumber: Olah data, 2023)

Diagram Pareto yang ditampilkan menggambarkan distribusi cacat pada panel depan dengan berbagai jenis cacat yang teridentifikasi. Jenis cacat yang paling dominan adalah "Burry" dengan 6,389 kasus, menyumbang bagian terbesar dari total cacat. Hal ini diikuti oleh cacat "Bintik" dan "Worst," masing-masing dengan 2,542 dan 2,388 kasus. Sebagian besar cacat lainnya, seperti "Scratch," "BurnMark," "Deform," "Short Mold," dan "Dented," memiliki jumlah yang lebih rendah, masing-masing di bawah 2,500 kasus. Garis kumulatif menunjukkan bahwa sebagian besar cacat (sekitar 70%) didominasi oleh tiga jenis cacat utama ini, dengan "Burry" menyumbang proporsi yang signifikan. Ini menyoroti pentingnya memprioritaskan perbaikan pada jenis cacat ini untuk mengurangi total cacat secara signifikan (Gambar 4).

Cacat "Burry" pada panel depan, yang sering kali mengacu pada permukaan yang tidak rata atau terdapat bagian tajam yang tidak diinginkan. Cacat ini biasanya disebabkan oleh proses pemotongan atau pengepresan yang tidak sempurna, menghasilkan tepi yang kasar atau serpihan kecil pada bahan. Pada gambar, area yang mengalami cacat ditandai dengan garis putus-putus merah, menunjukkan lokasi spesifik di mana cacat tersebut terjadi.



Gambar 5. Cacat Burry  
(Sumber: Olah data, 2023)

Cacat terjadi pada bagian atas panel depan, yang bisa mempengaruhi estetika dan fungsi dari produk, terutama jika produk ini adalah komponen visual atau eksterior dari

kendaraan atau peralatan (Gambar 5). Cacat ini dapat terjadi karena alat pemotong yang tumpul, tekanan yang tidak tepat selama proses produksi, atau kesalahan dalam pengaturan mesin. Selain mempengaruhi penampilan, burry dapat meningkatkan risiko cedera bagi pengguna, terutama jika bagian tersebut dapat disentuh. Ini juga bisa menyebabkan masalah dalam pemasangan komponen lainnya yang berhubungan dengan panel ini. Cacat "Burry" pada panel depan terjadi akibat penggunaan mesin pemotong seperti mesin stamping dengan torsi sekitar 200-300 Nm dan mesin pemotong laser dengan torsi sekitar 150-250 Nm, serta mesin cetak injeksi plastik dengan tekanan sekitar 15,000 psi. Proses pemotongan dan pencetakan ini biasanya memakan waktu antara 30 detik hingga 2 menit per komponen. Pengaturan yang tidak tepat pada tekanan dan kecepatan pemotongan dapat menyebabkan tepi yang kasar dan cacat. Dampaknya meliputi penurunan estetika produk, peningkatan risiko cedera akibat tepi tajam, dan masalah dalam pemasangan komponen terkait. Untuk mengatasi hal ini, pemeliharaan rutin mesin dan kalibrasi yang tepat sangat penting, serta implementasi kontrol kualitas dan pelatihan operator untuk mendeteksi cacat sejak dini. Penggunaan alat deburring dapat menghaluskan tepi kasar, sementara optimasi proses produksi dapat mengurangi frekuensi cacat ini, sehingga meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi serta mengurangi biaya tambahan akibat produk cacat

### 3.3 Measure

Data bulanan menunjukkan fluktuasi dalam jumlah produksi, tingkat cacat, dan kinerja sigma, yang menggambarkan efisiensi serta kualitas proses produksi panel depan. Pada bulan Januari, dengan total produksi 29,327 unit dan 2,452 unit cacat, nilai DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) mencapai 10,451 dengan nilai sigma 3,81, menandakan bahwa banyaknya cacat "Burry" berkontribusi signifikan terhadap tingginya DPMO dan rendahnya nilai sigma (Tabel 1).

**Tabel 1. Nilai Sigma**

| Bulan     | Total Produksi<br>(unit) | Total Cacat<br>(unit) | Nilai DPMO | Nilai Sigma |
|-----------|--------------------------|-----------------------|------------|-------------|
| Januari   | 29327                    | 2452                  | 10451      | 3,81        |
| Februari  | 32580                    | 1563                  | 5997       | 4,01        |
| Maret     | 32385                    | 2430                  | 9379       | 3,85        |
| April     | 33494                    | 1537                  | 5736       | 4,03        |
| Mei       | 27271                    | 1422                  | 6518       | 3,98        |
| Juni      | 27805                    | 1120                  | 5035       | 4,07        |
| Juli      | 26163                    | 1530                  | 7310       | 3,94        |
| Agustus   | 30412                    | 1360                  | 5590       | 4,04        |
| September | 25222                    | 1250                  | 6195       | 4           |
| Oktober   | 27185                    | 1132                  | 5205       | 4,06        |
| November  | 30175                    | 2422                  | 10033      | 3,83        |

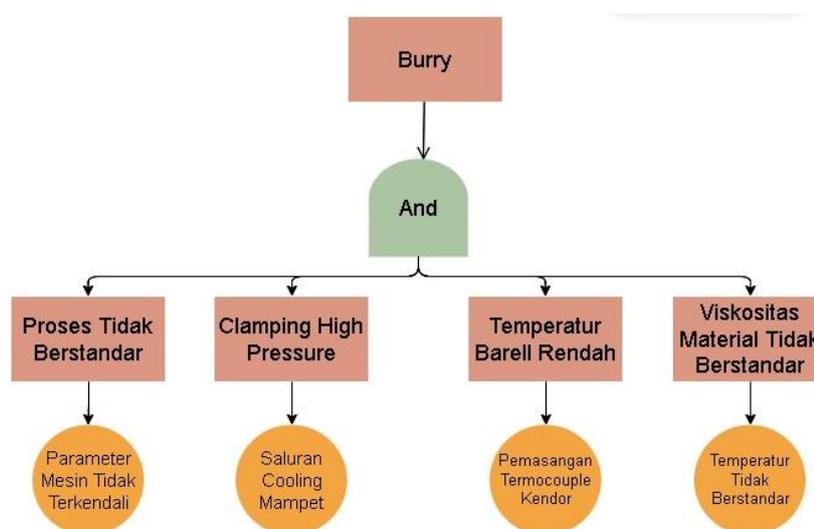
|           |        |       |       |      |
|-----------|--------|-------|-------|------|
| Desember  | 23823  | 2320  | 12173 | 3,75 |
| Rata-rata | 345842 | 20538 | 7469  | 3,95 |

(Sumber: Olah data, 2023)

Di bulan-bulan berikutnya, peningkatan kontrol proses dan pemeliharaan mesin, seperti kalibrasi torsi dan tekanan mesin pemotong dan cetak, tampaknya meningkatkan kualitas produksi. Misalnya, pada bulan Juni, produksi mencapai 27,805 unit dengan hanya 1,120 cacat, DPMO turun ke 5,035, dan sigma naik ke 4,07, mencerminkan pengurangan cacat melalui langkah-langkah peningkatan proses. Namun, pada bulan Desember, angka cacat kembali tinggi, yaitu 2,320 unit dari 23,823 unit produksi, yang menaikkan DPMO ke 12,173 dan menurunkan sigma ke 3,75. Ini menunjukkan bahwa peningkatan berkelanjutan dalam pemeliharaan alat, kontrol kualitas, dan pelatihan operator sangat penting untuk menjaga konsistensi kualitas produk. Penggunaan alat deburring dan optimasi parameter mesin bisa berperan signifikan dalam menurunkan frekuensi cacat seperti "Burry," sehingga memperbaiki estetika produk dan efisiensi biaya produksi.

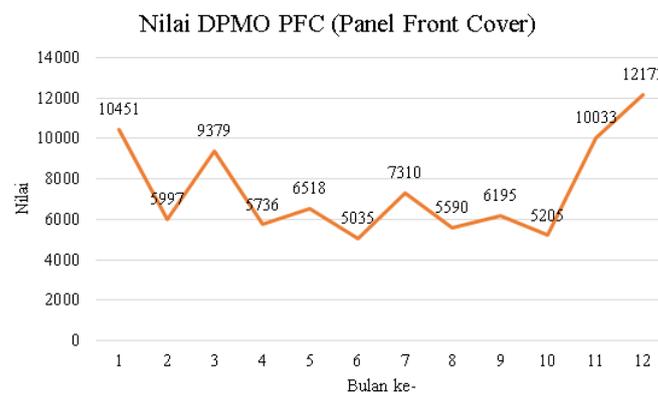
### 3.4 Analyze

Penyebab potensial cacat "Burry" dalam proses produksi, dengan fokus pada empat faktor utama adalah proses yang tidak standar, clamping pressure yang tinggi, suhu barel yang rendah, dan viskositas material yang kurang. Proses tidak standar dapat terjadi ketika parameter mesin tidak terkontrol, yang menyebabkan variasi dalam output produk. Clamping high pressure, atau tekanan penjepitan yang berlebihan, dapat disebabkan oleh saluran pendingin yang tersumbat, yang mencegah sistem mendinginkan cetakan dengan efektif dan menyebabkan material berlebih keluar dari cetakan (Gambar 6).



Gambar 6. Diagram Fault Tree Analysis  
(Sumber: olah data Visual Paradigm, 2023)

Suhu barrel rendah dapat terjadi akibat pemasangan termokopel yang longgar, mengakibatkan pemanasan yang tidak efektif dan material yang tidak mencair sepenuhnya. Viskositas material yang kurang mungkin terjadi jika suhu pemrosesan tidak standar, mempengaruhi aliran material selama pencetakan dan berpotensi menghasilkan tepi yang kasar. Untuk mengatasi masalah ini, penting untuk memastikan bahwa parameter mesin selalu dikontrol dengan tepat, sistem pendingin berfungsi dengan baik, termokopel dipasang dengan benar, dan suhu serta viskositas material berada pada tingkat yang sesuai, guna meminimalkan kemungkinan cacat dan meningkatkan kualitas produk.



Gambar 7. Nilai DPMO PFC (Panel Front Cover)  
 (Sumber: Olah data, 2023)

Nilai DPMO PFC pada *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) selama 12 bulan, menyoroti fluktuasi dalam kualitas proses. DPMO mulai tinggi di 10,451 di bulan 1, turun signifikan ke 5,997 di bulan 2, dan kemudian naik lagi ke 9,379 di bulan 3, menunjukkan pola ketidakstabilan (Gambar 7). Variabilitas ini berlanjut sepanjang tahun, dengan peningkatan signifikan pada bulan ke-6 (5,035) yang menunjukkan kinerja terbaik. Namun, bulan-bulan berikutnya menunjukkan tingkat kecacatan yang bervariasi, dengan peningkatan yang signifikan menjadi 10.033 di bulan ke-11, yang berpuncak pada DPMO tertinggi sebesar 12.173 di bulan ke-12, yang menunjukkan adanya masalah kualitas yang parah dan menekankan perlunya tindakan pengendalian kualitas yang konsisten untuk menstabilkan proses.

Tabel 2. *Baseline Terhadap Target*

| Komponen    | Baseline | Target |
|-------------|----------|--------|
| Nilai Sigma | 3,95     | 4,00   |
| DPMO        | 7469     | 6210   |

(Sumber: Olah data, 2023)

Nilai *baseline* dan target untuk Sigma dan DPMO (Defects Per Million Opportunities) menggambarkan tujuan peningkatan kualitas dalam sebuah proses. Nilai Sigma yang

meningkat dari 3,95 ke 4,00 menunjukkan adanya usaha untuk mengurangi variasi dan cacat dalam proses, yang berdampak langsung pada peningkatan kualitas produk atau layanan (Tabel 2). Penurunan angka DPMO dari 7469 menjadi 6210 mencerminkan target penurunan cacat sebesar lebih dari 1200 cacat per juta kesempatan, yang berarti peningkatan efisiensi dan penurunan biaya terkait cacat seperti pengerjaan ulang dan pemborosan. Urgensi peningkatan ini penting untuk menjaga daya saing perusahaan dalam memenuhi harapan pelanggan yang semakin tinggi terhadap kualitas dan keandalan produk atau layanan, serta untuk mengoptimalkan sumber daya dan memaksimalkan keuntungan. Implementasi strategi untuk mencapai target ini harus segera dilakukan agar dampak positif pada kualitas dan kinerja bisnis dapat tercapai dalam jangka waktu yang diharapkan.

### 3.5 Improve

Analisis 5W+1H yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja mesin injection dalam proses produksi. Beberapa langkah perbaikan meliputi pemeriksaan berkala terhadap parameter mesin untuk memastikan sesuai dengan SOP, serta melakukan pembersihan saluran cooling secara terjadwal untuk mencegah penyumbatan. Selain itu, pengencangan termocouple dilakukan sebelum memulai produksi untuk menjaga suhu barell tetap standar (Tabel 3).

Tabel 3. 5W+1H

| No | Faktor                                       | What   | Why  | Where                  | When   | Who                         | How   |
|----|--|--|--|------------------------|--|-----------------------------|---|
| 1  | Parameter Mesin tidak di <i>control</i>      | Cek berkala parameter <i>setting</i>                         | Untuk memastikan <i>setting</i> sesuai SOP                               | Mesin <i>Injection</i> | Setiap 1 jam                                   | Operator Mesin              | Memeriksa sesuai standard Parameter Produk tersebut   |
| 2  | Saluran <i>cooling</i> mampet                | Melakukan proses <i>cleaning</i> pada saluran <i>cooling</i> | Supaya saluran <i>cooling</i> tidak mampet dan berfungsi sesuai standard | Mesin <i>Injection</i> | Dilakukan Sesuai jadwal preventive maintenance | Operator <i>Maintenance</i> | Melakukan pelatihan kepada karyawan untuk meningkatkan kompetensi dan memberikan kesadaran akan tanggung jawab masing-masing karyawan |
| 3  | Pemasangan <i>termocouple</i> kendor         | Mengencangkan <i>termocouple</i>                             | Agar temperatur barell standar   | Mesin <i>Injection</i> | Setiap awal sebelum proses produksi            | <i>Setter</i> Mesin         | Memeriksa kembali sebelum dioperasikan  |
| 4  | Temperatur viskositas material tidak standar | Memantau Viskositas material secara berkala                  | Memastikan Viskositas material sesuai Standar                            | Mesin <i>Injection</i> | Setiap Periode pemeriksaan                     | Operator Mesin              | Membuat SOP pemeriksaan Viskositas  |

(Sumber: *Focus Group Discussion*, 2024)

Pemantauan viskositas material secara berkala juga dilakukan untuk memastikan bahwa viskositas material memenuhi standar yang ditetapkan. Proses ini melibatkan berbagai pihak, termasuk operator mesin dan setter mesin, dengan tanggung jawab masing-masing untuk memeriksa dan memastikan standar terpenuhi, serta dilakukan pelatihan untuk meningkatkan kompetensi dan kesadaran karyawan akan tanggung jawab mereka. Studi ini searah dengan temuan Antosz dkk [41], bahwa untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan, dengan fokus pada jadwal pemeliharaan preventif dan peran operator dalam meningkatkan ketersediaan mesin dan mengurangi waktu kegagalan. Tentunya, juga mendukung temuan Shannon dkk [42], pengurangan aktivitas pemeliharaan sebesar 33% dan pengurangan pemeliharaan korektif sebesar 70%, sementara OEE meningkat 20% dan ketersediaan pabrik bertambah 206 jam.

### 3.6 Control

Terdapat empat faktor yang diawasi, mencakup parameter mesin, saluran cooling, pemasangan *termocouple*, dan temperatur viskositas material. Untuk parameter mesin, dilakukan pengecekan berkala setiap jam, dengan frekuensi 24 kali sehari dan ditargetkan setiap pengecekan tidak lebih dari 5 menit. Saluran *cooling* perlu dibersihkan sesuai jadwal pemeliharaan preventif, dengan frekuensi sekali seminggu, dan diharapkan setiap sesi maintenance berlangsung sekitar 1-2 jam (Tabel 4).

Tabel 4. Target Implementasi

| No | Faktor                           | Aktivitas  | Frekuensi                                   | Prediksi Durasi Harian | Prediksi Durasi Mingguan | Prediksi Durasi Bulanan | Target   |
|----|----------------------------------|--|---|------------------------|--------------------------|-------------------------|--|
| 1  | Parameter Mesin tidak di kontrol | Cek berkala parameter <i>setting</i>                         | Setiap 1 jam                                | 24 kali per hari       | 168 kali per minggu      | 720 kali per bulan      | Pastikan setiap pengecekan berlangsung tidak lebih dari 5 menit.             |
| 2  | Saluran <i>cooling</i> mampet    | Melakukan proses <i>cleaning</i> pada saluran <i>cooling</i> | Sesuai jadwal <i>preventive maintenance</i> | -                      | 1 kali per minggu        | 4 kali per bulan        | Pelaksanaan <i>maintenance</i> tepat waktu, durasi sekitar 1-2 jam per sesi. |

|   |  |   |                                     |                 |                    |                   |   |
|---|--|---|-------------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|---|
| 3 | Pemasangan <i>termocouple</i> kendor         | Mengencangkan <i>termocouple</i>            | Setiap awal sebelum proses produksi | 1 kali per hari | 7 kali per minggu  | 30 kali per bulan | Setiap pengencangan tidak lebih dari 10 menit.          |
| 4 | Temperatur viskositas material tidak standar | Memantau viskositas material secara berkala | Setiap periode pemeriksaan          | 3 kali per hari | 21 kali per minggu | 90 kali per bulan | Pastikan pemantauan tidak lebih dari 15 menit per sesi. |

Sumber: *Focus Group Discussion*, 2024

Pengencangan *termocouple* dilakukan setiap awal produksi, berlangsung 10 menit per sesi. Sementara itu, viskositas material dipantau secara berkala tiga kali sehari, dengan durasi maksimal 15 menit per sesi. Setiap aktivitas memiliki frekuensi harian, mingguan, dan bulanan, yang bertujuan memastikan efisiensi dan efektivitas dalam pengendalian kualitas proses produksi.

#### 4. Kesimpulan

Studi ini mengidentifikasi perlunya perbaikan dalam OEE, terutama pada pengendalian parameter mesin, sistem pendingin, pengencangan termokopel, dan pemantauan viskositas material untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. Pengendalian yang ketat dan pemeliharaan rutin diharapkan meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi metode peningkatan OEE secara lebih mendalam, serta analisis tambahan terhadap pengaruh variabel mesin dan material pada cacat produk. Investigasi lebih lanjut dapat melibatkan penggunaan teknologi baru untuk mengoptimalkan proses produksi dan mengurangi variasi kualitas. Dengan fokus pada pengurangan cacat dan biaya, penelitian ini menawarkan panduan praktis dan kontribusi pengembangan model analisis menggunakan *Fault Tree Analysis* dan penerapan konsep 5W+1H dalam konteks pengendalian kualitas, serta memperluas pemahaman tentang hubungan antara OEE, *Quality Ratio*, dan *Availability* dalam pengelolaan kualitas produk.

#### Daftar Pustaka

- [1] DataWorldBank, “Manufaktur, Nilai Tambah (% PDB),” *dataworldbank*, 2024. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.ZS?end=2023&skipRedirectio n=true&start=2023&view=map> (accessed Jul. 12, 2024).
- [2] W. A. Balol, “Analisa Pengendalian Mutu Proses Produksi Dengan Metode Six Sigma Di PTYZ Pasuruan,” *J. Ilm. Vidya*, vol. 23, no. 2, pp. 42–54, 2015.
- [3] P. Sudirdjo, “Aplikasi Model DMAIC dari Six Sigma dapat Memperbaiki Kualitas Produk Kapur Aktif,” *J. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 83–90, 2019, doi: 10.25105/jti.v9i2.4922.
- [4] H. Permana, Topan, and S. Anwar, “Produksi Proses Komponen Plastik Flip Flop Dengan Mesin Injeksi Molding Type Hidrolik,” *J. Baut dan Manufaktur*, vol. 03, no. 02, pp. 2686–5351, 2021.
- [5] P. I. Piay, H. J. Kristina, and C. O. Doaly, “Pengurangan Jumlah Produk Cacat Pada Produksi Glasses Box Dengan Metode Lean Six Sigma,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, p. 81, 2021, doi: 10.24912/jitiuntar.v9i2.12654.
- [6] D. Meidiarti, “Pengendalian Kualitas Produk Cacat Batang Aluminium Ec Grade Menggunakan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 18–24, 2020, doi: 10.24912/jitiuntar.v8i1.6341.
- [7] R. Fitriana and N. Anisa, “Perancangan Pebaikan Kualitas Produk Baut dan Sekrup Menggunakan Metode Six Sigma dan Data Mining di PT. A,” *J. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 46–53, 2019, doi: 10.25105/jti.v9i1.4786.
- [8] F. I. Puspita, R. Ardianto, R. A. Prahastuti, S. Fatimah, and D. Dwi, “Solusi Berkelanjutan untuk Perbaikan Kualitas Innerbox di PT. BKI,” vol. 6, no. 1, 2024.

- [9] H. Harisupriyanto, Y. Prasetiawan, and M. F. Rahma Supri, “Improving The Quality Of Manufacturing Products With The Application Of Lean Six-Sigma,” *Conf. Senat. STT Adisutjipto Yogyakarta*, vol. 5, pp. 231–240, 2019, doi: 10.28989/senatik.v5i0.297.
- [10] M. R. Wahyudi, I. Baihaqi, and P. Prihananto, “Implementasi Six Sigma untuk Perbaikan Proses Bisnis dan Perancangan Prosedur Operasional Standar: Studi Kasus pada Nasi Krawu Bu Tiban Gresik,” *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v9i2.54031.
- [11] Y. S. Aulia Annai Nashida, “Perbaikan Kualitas Pada Proses Produksi Kabel Type NYA dengan,” vol. 3, no. 2, 2021.
- [12] S. Teja, A. Ahmad, and L. L. Salomon, “Peningkatan Kualitas Produksi Pakaian Pada Usaha Konveksi Susilawati Dengan Berbasis Metode Six Sigma,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 9–20, 2022, doi: 10.24912/jitiuntar.v10i1.15949.
- [13] B. A. Jaya, “ANALISA PRODUK CACAT MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA PADA PERUSAHAAN GARMEN,” vol. 14, no. 1, pp. 143–155, 2022.
- [14] K. G. Ashish Agarwal, “Critical Success Factors Analysis For Six Sigma Project Implementation,” *Ind. Eng. J.*, vol. X, no. 8, pp. 44–47, 2017, doi: 10.26488/IEJ.6.10.5.
- [15] W. S. Damayanti *et al.*, “Analisa Dan Perbaikan Produk General Assy Roller Menggunakan Metode Six Sigma Dan Fuzzy Fmea Studi Kasus : Pabrik Peralatan Industri Agro,” *Juminten J. Manaj. Ind. dan Teknol.*, vol. 01, no. 05, pp. 168–179, 2020.
- [16] A. Priananda, N. Oktavianthie, I. N. Rahmanto, and P. D. A. Paramitha, “Analisis Implementasi Konsep Six Sigma Dalam Manajemen Proses Bisnis Pada Pt Telkom Indonesia Tbk,” *Researchgate.Net*, no. September, pp. 0–15, 2021.
- [17] D. P. Sari, K. F. Marpaung, T. Calvin, Mellysa, and N. U. Handayani, “Analisis Penyebab Cacat Menggunakan Metode Fmea Dan Fta Pada Departemen Final Sanding Pt Ebako Nusantara,” *Pros. SNST*, pp. 125–130, 2018.
- [18] R. Trizudha, S. Rahayuningsih, and A. Komari, “Studi Kualitas Puding Melalui Pendekatan Six Sigma Studi Kasus Di Pt. Keong Nusantara Abadi,” *JURMATIS J. Ilm. Mhs. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, p. 44, 2019, doi: 10.30737/jurmatis.v1i1.1009.
- [19] B. John and A. Areshankar, “Reduction of Rework in Bearing End Plate Using Six Sigma Methodology : A Case Study,” *J. Appl. Res. Ind. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 10–26, 2018, doi: 10.22105/jarie.2018.120059.1033.
- [20] I. T. B. Widiwati, S. D. Liman, and F. Nurprihatin, “The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry,” *J. Eng. Res.*, no. January, 2024, doi: 10.1016/j.jer.2024.01.022.
- [21] A. Adeodu, R. Maladzhi, M. G. Kana-Kana Katumba, and I. Daniyan, “Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach. A case of third party logistics (3PL) services,” *Heliyon*, vol. 9, no. 4, p. e14915, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14915.
- [22] H. Alfadilah, A. F. Hadining, and H. Hamdani, “Pengendalian Kualitas Produk Cacat Piece Pivot pada PT. Trijaya Teknik Karawang Menggunakan Seven tool dan

- Analisis Kaizen,” *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2814–2822, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3667.
- [23] I. Rinjani, W. Wahyudin, and B. Nugraha, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat pada Lensa Tipe X Menggunakan Lean Six Sigma dengan Konsep DMAIC,” *Unistek*, vol. 8, no. 1, pp. 18–29, 2021, doi: 10.33592/unistek.v8i1.878.
- [24] E. N. Ari Satya and W. Wahyudin, “Perbaikan Kualitas Produk Batu Bata Merah Dengan Metode Six Sigma-Dmaic (Studi Kasus Cv. Ghatan Fatahillah Karawang),” *Unistek*, vol. 8, no. 1, pp. 6–10, 2021, doi: 10.33592/unistek.v8i1.1073.
- [25] R. Ardianto, F. I. Puspita, R. A. Prahastuti, and ..., “Solusi Berkelanjutan untuk Perbaikan Kualitas Innerbox di PT. BKI Surabaya,” *JURMATIS J. Ilm. Mhs. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 1, pp. 11–23, 2024, [Online]. Available: <https://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatis/article/view/5203%0Ahttps://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatis/article/download/5203/3385>.
- [26] O. A. Muchammad, A. H. Maksum, and M. T. Rachmat, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Part Arm Rear Brake KWBF dengan Metode Six Sigma ( DMAIC ),” vol. VIII, no. 2, pp. 5322–5334, 2023.
- [27] K. Hussain, H. Sun, N. Ahmad, and M. Iqbal, “Assessment of risk factors to Green, Lean, Six Sigma adoption in construction sector: Integrated ISM-MICMAC approach,” *Heliyon*, vol. 10, no. 12, p. e32749, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e32749.
- [28] A. Mittal, P. Gupta, V. Kumar, A. Al Owad, S. Mahlawat, and S. Singh, “The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company,” *Heliyon*, vol. 9, no. 3, p. e14625, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14625.
- [29] C. Sithole, I. Gibson, and S. Hoekstra, “Evaluation of the applicability of design for six sigma to metal additive manufacturing technology,” *Procedia CIRP*, vol. 100, no. March, pp. 798–803, 2021, doi: 10.1016/j.procir.2021.05.041.
- [30] I. Daniyan, A. Adeodu, K. Mpofo, R. Maladzhi, and M. G. Kana-Kana Katumba, “Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry,” *Heliyon*, vol. 8, no. 3, p. e09043, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09043.
- [31] S. Indrawati and M. Ridwansyah, “Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application,” *Procedia Manuf.*, vol. 4, no. Iess, pp. 528–534, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.11.072.
- [32] A. Annai Nashida and Y. Syahrullah, “Perbaikan Kualitas Pada Proses Produksi Kabel Type NYA dengan Metode Quality Control Circle (QCC) Pada Perusahaan Manufaktur Kabel di Banyumas,” *JURMATIS (Jurnal Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.)*, vol. 3, no. 2, p. 147, 2021, doi: 10.30737/jurmatis.v3i2.1792.
- [33] D. Hariyani and S. Mishra, “Drivers for the adoption of integrated sustainable green lean six sigma agile manufacturing system (ISGLSAMS) and research directions,” *Clean. Eng. Technol.*, vol. 7, p. 100449, 2022, doi: 10.1016/j.clet.2022.100449.
- [34] R. Titmarsh, F. Assad, and R. Harrison, “Contributions of lean six sigma to sustainable manufacturing requirements: An industry 4.0 perspective,” *Procedia CIRP*, vol. 90, no. March, pp. 589–593, 2020, doi: 10.1016/j.procir.2020.02.044.

- [35] D. Hariyani, S. Mishra, M. K. Sharma, and P. Hariyani, “A study of the barriers to the adoption of integrated sustainable-green-lean-six sigma-agile manufacturing system (ISGLSAMS) in Indian manufacturing organizations,” *Clean. Waste Syst.*, vol. 5, no. March, p. 100098, 2023, doi: 10.1016/j.clwas.2023.100098.
- [36] A. A. Daya and I. Lazakis, “Developing an advanced reliability analysis framework for marine systems operations and maintenance,” *Ocean Eng.*, vol. 272, no. February, p. 113766, 2023, doi: 10.1016/j.oceaneng.2023.113766.
- [37] D. Hariyani and S. Mishra, “Structural Equation Modeling of Drivers for the Adoption of an Integrated Sustainable-Green-Lean-Six Sigma-Agile Manufacturing System (ISGLSAMS) in Indian Manufacturing Organizations,” *Clean. Circ. Bioeconomy*, vol. 4, no. December 2022, p. 100037, 2023, doi: 10.1016/j.clcb.2023.100037.
- [38] F. Nurprihatin, Y. N. Ayu, G. D. Rembulan, J. F. Andry, and T. E. Lestari, “Minimizing Product Defects Based on Labor Performance using Linear Regression and Six Sigma Approach,” *Manag. Prod. Eng. Rev.*, vol. 14, no. 2, pp. 88–98, 2023, doi: 10.24425/mper.2023.146026.
- [39] D. M. Utama and M. Abirfatin, “Sustainable Lean Six-sigma : A new framework for improve sustainable manufacturing performance,” *Clean. Eng. Technol.*, vol. 17, no. October, p. 100700, 2023, doi: 10.1016/j.clet.2023.100700.
- [40] A. B. Dewantara and M. Kholil, “Sistem Otomasi Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Dengan Metode Spc Pada Line Finishing (Studi Kasus: Pt. X),” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 3, pp. 141–149, 2017, doi: 10.24912/jitiuntar.v3i3.465.
- [41] K. Antosz, M. Jasiulewicz-Kaczmarek, R. Waszkowski, and J. Machado, “Application of Lean Six Sigma for sustainable maintenance: case study,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 55, no. 19, pp. 181–186, 2022, doi: 10.1016/j.ifacol.2022.09.204.
- [42] N. Shannon, A. Trubetskaya, J. Iqbal, and O. McDermott, “A total productive maintenance & reliability framework for an active pharmaceutical ingredient plant utilising design for Lean Six Sigma,” *Heliyon*, vol. 9, no. 10, p. e20516, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e20516.