

Analisa Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma PT. XYZ***Product Quality Control Analysis Using the Six Sigma Method PT. XYZ*****Ahmad Saefulhadi^{1*}, Cikita Berlian Hakim², Achmad Ridwan³, Nunung Agus Firmansyah⁴,
Fida Maisa Hana⁵, Muadzah⁶**^{1,2,4,6}Tenik Industri, Sains Dan Teknoogi, Universitas Muhammadiyah Kudus

Jl Ganesha Raya No. 1 Purwosari, Kec. Kota Kudus, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah 59316. (0291) 437218.

³Sistem Informasi, Sains Dan Teknoogi, Universitas Muhammadiyah Kudus

Jl Ganesha Raya No. 1 Purwosari, Kec. Kota Kudus, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah 59316. (0291) 437218.

⁵Ilmu Komputer, Sains Dan Teknoogi, Universitas Muhammadiyah Kudus

Jl Ganesha Raya No. 1 Purwosari, Kec. Kota Kudus, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah 59316. (0291) 437218.

E-mail: 32021080004@std.umku.ac.id

*Diterima 19 Februari, 2025; Disetujui 17 Maret, 2025; Dipublikasikan 31 Maret, 2025***Abstrak**

PT. XYZ. Merupakan perusahaan industri yang memproduksi pintu toilet *galvalume*. Bulan agustus 2024. Berhasil memproduksi pintu *galvalume non coloring* 11,147 dan 1,645 produk cacat yang ada. Masalah-masalah ini disebabkan oleh berbagai faktor termasuk mesin, orang, dan material. Untuk mengatasi masalah ini, metode *Six Sigma* diintegrasikan dengan pendekatan *DMAIC*. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mengidentifikasi penyebab cacat dan memberikan solusi serta tindakan pencegahan untuk mengurangi terjadinya produk cacat. Jenis yang ada rivetan patah 49,06%, cepet kusen lepas 19,88%, renggang 11,00%, lepas 5,11%, goresan hitam 2,86%, rivetan tidak sampai 2,55%, merk, karat & goresan 2,43%, merk & goresan 1,52%, kepanjangan 1,46%, penyok & lepas 1,22%, noda & goresan 0,97%, miring 0,36%, noda hitam 0,30%, pemasangan kurang pas 0,30%, sambungan lepas & renggang 0,30%, goresan & penyok 0,18%, berkarat 0,12%, karat & goresan 0,12%, penyok 0,12%, sambungan lepas 0,06%, terbalik 0,06%. Rivetan patah merupakan penyebab paling umum cacat produk. Tingkat kualitas produk PT. XYZ. Diukur menggunakan cacat per satu juta kejadian (*DPMO*) dan menunjukkan bahwa kualitas produk pintu berada pada tingkat *sigma* 6,030 dan nilai *DPMO* 4,676. Faktor-faktor adalah *galvalume* dan paku rivet yang tidak memenuhi standar produksi, serta kelalaian pekerja saat proses produksi berlangsung Berdasarkan temuan tersebut, beberapa saran diajukan, termasuk perlunya daftar *control* untuk ceklist bahan baku yang baik dan buruk.

Kata kunci: Cacat, Kualitas, Pengendalian, Six Sigma DMAIC**Abstract**

PT. XYZ. Is an industrial company that produces galvalume toilet doors. August 2024. Successfully produced 11,147 non-coloring galvalume doors and 1,645 existing defective products. These problems are caused by a variety of factors including machines, people, and materials. To overcome this problem, the Six Sigma method was integrated with the DMAIC approach. The aim of this approach is to identify the causes of defects and provide solutions and preventive measures to reduce the occurrence of defective products. Types with broken rivets 49.06%, fast frame coming off 19.88%, loose 11.00%, loose 5.11%, black scratches 2.86%, rivets not up to 2.55%, brand, rust & scratches 2.43%, brands & scratches 1.52%, length 1.46%, dents & loose 1.22%, stains & scratches 0.97%, tilted 0.36%, black stains 0.30%, poor installation 0.30%, loose & loose connections 0.30%, scratches & dents 0.18%, rusted 0.12%, rust & scratches 0.12%, dents 0.12%, loose connections 0.06%, reversed 0.06%. Broken rivets are the most common cause of product defects. PT. XYZ. Measured using defects per million occurrences (DPMO) and shows that the quality of the door product is at a sigma level of 6.030 and a DPMO value of 4.676. Factors include galvalume and rivet nails that do not meet production standards, as well as worker negligence during the production process. Based on these findings, several suggestions were put forward, including the need for a control list to check good and bad raw materials.

Keywords: Control, Defect, Quality, Six Sigma DMAIC

1. Pendahuluan

Industri baja ringan di Indonesia telah mengalami kemajuan yang luar biasa dalam beberapa bentuk dan variasi dalam beberapa tahun terakhir, meskipun ekonomi Indonesia menghadapi berbagai tantangan serius, sektor baja ringan tetap mampu bertahan dan menunjukkan ketahanan yang luar biasa (Mendoza et al., 2020). Hal ini menjadikan logam sangat penting untuk memenuhi permintaan sektor industri (Yusuf et al., 2023). Salah satu material yang kini banyak diminati adalah baja ringan (*galvalume*) (Produktivitas et al., 2023). *Galvalume* merupakan material baja lembut. Komposisi bahan ini merupakan gabungan antara *galvanis* dan *aluminium*. Salah satu manfaat *galvalume* adalah kemampuannya dalam menahan panas (Firdausa et al., 2020).

PT. XYZ. Merupakan perusahaan manufaktur yang mengkhususkan diri dalam produksi pintu toilet yang terbuat dari bahan *galvalume*, namun dalam proses produksinya, perusahaan menghadapi berbagai tantangan, salah satunya adalah tingginya jumlah produk cacat, dari data produksi bulan Agustus 2024 sebanyak 11.147 dan jumlah *defect* sebanyak 1.645. Masalah ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti gangguan pada mesin, kesalahan manusia, lingkungan produksi, metode yang digunakan dan kualitas material yang kurang *optimal*. Penyebab utama dari permasalahan ini adalah kurangnya ketepatan dalam sistem pengendalian kualitas yang diterapkan oleh perusahaan.

Saat ini perusahaan telah menerapkan sistem pengendalian kualitas, terutama pada bagian *quality control*, namun jumlah produk cacat yang dihasilkan masih cukup tinggi. Beberapa faktor yang memengaruhi permasalahan ini meliputi kondisi mesin, kualitas sumber daya manusia, material yang digunakan, serta faktor lainnya. Hal ini terjadi akibat sistem pengendalian kualitas yang kurang *efektif*. Akibatnya, setiap produksi pintu *non coloring* masih mengalami kecacatan.

Produk yang dianggap cacat adalah produk yang tidak memenuhi standar, kondisi, dan kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan. Pedoman dan peraturan yang diterapkan oleh perusahaan ingin mempertahankan dan meningkatkan kualitas produk melalui kontrol kualitas yang *efektif* (Elvina & Dwicahyani, 2022). Produk yang tidak sempurna biasanya dapat teridentifikasi pada akhir tahap produksi. Oleh karena itu, dalam perhitungan harga pokok produksi, produk yang mengalami cacat dianggap sudah menyerap seluruh biaya yang dikeluarkan selama proses produksi (Terang et al., 2023). Produk yang bermasalah merupakan isu penting dalam operasional bisnis. Keberadaan barang-barang ini memengaruhi standar hasil produksi, yang selanjutnya bisa menghambat perusahaan dalam mencapai sasaran utama, yakni mendapatkan *profit* (Sartika & Muttaqin, 2022).

Selama proses produksi perusahaan seringkali menghadapi tantangan, seperti produk yang tidak memenuhi standar kualitas atau mengalami kerusakan. Pengendalian kualitas merupakan elemen yang sangat penting dalam setiap aktivitas perusahaan (Herlina et al., 2021). Banyak situasi bisnis beroperasi di lingkungan di mana sejumlah produk tidak memenuhi standar kualitas yang sudah ditentukan. Meskipun dalam hal ini terdengar tidak konsisten, sebenarnya ada peluang untuk mengubah produk bermasalah secara ekonomis menjadi barang akhir yang berkualitas tinggi (Alfie Oktavia, 2021).

Kualitas sering berfungsi sebagai pondasi penting bagi perusahaan yang menyediakan produk dan layanan. Tujuannya adalah untuk memenuhi persyaratan pasar dan memastikan bahwa pelanggan puas baik di dalam maupun di luar perusahaan (Syahfara Ashari Putri & Qista Karima, 2022). Barang yang diproduksi oleh perusahaan tidak sesuai dengan ukuran atau kriteria yang telah ditentukan, maka barang tersebut dianggap sebagai barang cacat (Shiyamy et al., 2021). Pengendalian kualitas memiliki peranan yang sangat penting bagi sebuah perusahaan. Ada berbagai fungsi dalam pengawasan mutu, salah satunya adalah menurunkan jumlah barang *defect* yang dihasilkan selama tahap produksi (Fauzan et al., 2023).

Pengendalian kualitas bertujuan agar proses pembuatan dilaksanakan berdasarkan rencana dan berlangsung secara *efisien* (Azis & Vikaliana, 2023). Pengelolaan kualitas yang *efektif* membutuhkan anggaran untuk pengawasan mutu. Barang kita akan berkompetisi dengan produk lain yang memiliki standar kualitas yang lebih tinggi (Lestari & Purwatmini, 2021).

Berbagai studi sebelumnya yang berhubungan dengan pengendalian kualitas barang yang tidak memenuhi standar telah dilaksanakan, terutama mengenai usaha untuk menurunkan tingkat barang cacat. Studi-studi tersebut mencakup: Penelitian yang dilakukan (Ibrahim et al., 2020) salah satu strategi yang *efisien* dalam pengawasan mutu untuk memperbaiki mutu produk adalah penerapan metode *Six Sigma*. Pendekatan ini menitikberatkan pada pengurangan kesalahan dan pengelolaan kualitas produk dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara *optimal*, dalam kajian yang dilakukan (Rinjani et al., 2021) mendapatkan hasil *DPMO* yang lebih baik dan meningkatkan level *sigma*, sehingga dapat mengurangi jumlah produk cacat. (Jaya & Mulyono, 2022) Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *Six Sigma* mengalami peningkatan yang *signifikan* dibandingkan dengan tingkat sebelumnya, dengan kemajuan yang cukup memuaskan

Metode *Six Sigma* adalah strategi yang bertujuan untuk meraih kinerja operasional dengan hanya 3,4 kesalahan per satu juta aktivitas atau alternatif. Strategi ini umumnya didasarkan pada pemahaman mendalam terkait dengan fakta, data, serta analisis statistik, pentingnya menjaga perhatian yang seksama dalam pengelolaan, perbaikan, dan penataan kembali proses tidak bisa diabaikan (Raden Vina Iskandya Putri1, 2023). Istilah "*sigma*" berasal dari huruf dalam abjad Yunani (σ) yang melambangkan variasi, di mana ukuran konvensional yang diperhatikan dalam program ini adalah jumlah cacat dalam setiap unit (Ananda & Puspitasari, 2024).

Six Sigma adalah sebuah metode yang fokus pada perbaikan berkelanjutan melalui tahapan *DMAIC* (Jakti & Al Faritsy, 2024). *DMAIC* merupakan pendekatan untuk mengukur tingkat proses, mengenali berbagai jenis kesalahan yang mungkin terjadi, serta menganalisis faktor-faktor utama yang memicu kegagalan produk. Pendekatan ini berpijak pada metodologi yang jelas dan terdiri dari lima langkah kunci dari *Six Sigma* (pengendalian) (Basith et al., 2020).

Model peningkatan kinerja yang dikenal dengan pendekatan *Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC)* merupakan suatu metode yang sistematis dalam meningkatkan *efektivitas* dan *efisiensi* suatu proses (Korintus Kurnianto & Hari Setyanto, 2021). Tahap *Define*, adalah langkah penting dalam pengendalian kualitas dilakukan dengan menerapkan metode *Six Sigma*. Tahap ini, berbagai alat digunakan untuk mendukung proses tersebut adalah dan *Critical To Quality (CTQ)* (Septianti et al., 2024). Tahap *Measure*, yang juga dikenal sebagai tahap pengukuran, merupakan pengukuran aspek utama dari prosedur *DPMO*, di mana perhitungan angka kecacatan per satu juta peluang dilakukan (Erviyana et al., 2022). Tahap *analyze* adalah langkah di mana penghitungan dilakukan terhadap data yang telah dikumpulkan dari langkah sebelumnya (Pratama & Pratikno, 2023). Tahap *Improve* adalah proses perbaikan dalam metode *Six Sigma*. Analisis kualitas (*CTQ*). Tahap *Improve* ini menggunakan pendekatan 5W+1H (Irwanto et al., 2020). Tahap *control* dalam suatu perusahaan bertujuan untuk mencatat perubahan yang telah terjadi dan menilai *efektif* yang dihasilkan (Condrokirono et al., 2021).

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi perusahaan yang sudah dijelaskan diatas, penelitian ini mengadopsi metode *Six Sigma* yang dikombinasikan dengan pendekatan *DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)*. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab utama cacat serta merumuskan langkah-langkah sebagai upaya mengurangi terjadinya produk cacat pintu *galvalume non coloring*.

2. Metode Penelitian

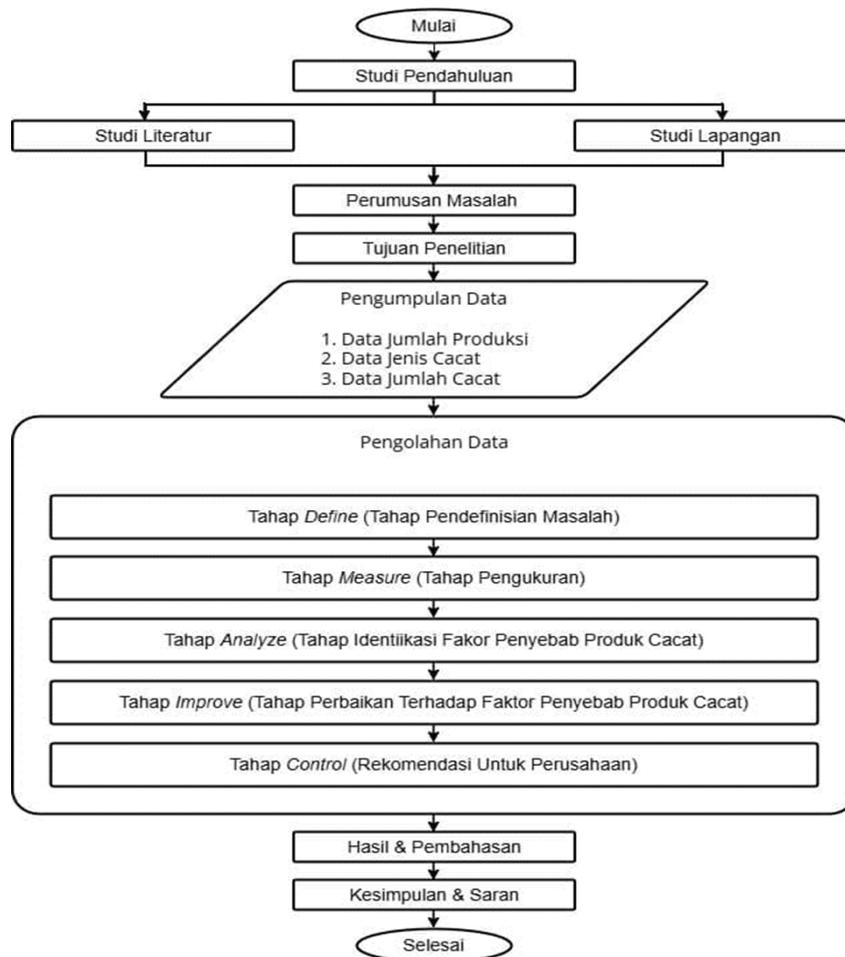
2.1 Deskripsi Penelitian

Penelitian ini tergolong sebagai penelitian deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk mengamati fenomena yang terjadi di lapangan. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengurangi terjadinya produk cacat pintu *galvalume non coloring* yang disebabkan oleh adanya gangguan atau masalah dalam proses produksi. Peneliti berperan sebagai pengamat *independent* yang melakukan observasi langsung tanpa ikut terlibat dalam kegiatan produksi. Penelitian kuantitatif ini, data dikumpulkan di lingkungan produksi *factory 1* PT. XYZ. Sumber data primer yang diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara kepada kepala produksi dan kelapa regu produksi pada semua stasiun kerja di *factory 1*. Penelitian ini dilaksanakan di PT. XYZ. Pengumpulan data yang mencakup informasi mengenai produksi pintu *galvalume non coloring* di *factory 1*, dari produksi 25

hari kerja, perusahaan mengalami permasalahan terdapat produk cacat selama 22 hari kerja, pada bulan Agustus tahun 2024. Data terkait penyebab produk cacat dan terjadinya pemborosan (*waste*). Setelah data terkumpul, analisis dilakukan menggunakan alat *Six Sigma* dengan langkah pendekatan *DMAIC*. Untuk merumuskan solusi yang dapat mengatasi masalah produk cacat pintu *galvalume non coloring*.

2.2 Tahapan Penelitian

1. Diagram Alur Penelitian



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

2.3 Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Six Sigma*, yang dipilih sebagai instrumen analisis. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengelola proses pembuatan pintu *galvalume non coloring* dengan fokus pada pengurangan tingkat kecacatan yang terjadi pada pintu *galvalume non coloring*. Upaya ini pendekatan *Six Sigma* dimanfaatkan sebagai alat untuk menganalisis dan mengawasi kualitas. Pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*) (Putri, 2024). Tahapan analisis data dengan pendekatan *DMAIC*, sebagai berikut:

1. Define

Tahap pengidentifikasian merumuskan masalah kualitas yang muncul selama proses pembuatan pintu *galvalume non coloring di factory 1 PT. XYZ*. Tahap ini sumber dari produksi pada bulan agustus tahun 2024. Mengalami kegagalan ditelusuri dengan mengacu pada

permasalahan yang ada. Alat ukur kualitas yang diterapkan dalam tahap pengidentifikasian ini mencakup:

1. Diagram *SIPOC* (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) berfungsi untuk menggambarkan alur proses dari pemasok ke pemasok lainnya selama proses pembuatan pintu *galvalume non coloring* yang tidak tercoreng. *SIPOC* memberikan wawasan yang jelas dan menyeluruh tentang setiap tahap dalam proses tersebut.
2. *CTQ* (*Critical to Quality*) menggambarkan atribut cacat produk yang paling signifikan, pintu *galvalume non coloring*.

2. *Measure*

Proses pengukuran yang dilaksanakan melalui analisis data oleh PT. XYZ. Bulan Agustus 2024, antara lain sebagai berikut:

1. Analisis diagram *control* (*P – Chart*)

Diagram *control P-Chart* (*Proportion Chart*) merupakan alat yang digunakan dalam statistik pengendalian kualitas untuk memantau serta mengendalikan *proporsi* unit cacat dalam suatu proses produksi. Berikut ini adalah beberapa cara penggunaannya:

2. Jumlah produksi yang dihasilkan oleh PT. XYZ. Produksi bulan Agustus 2024 akan digunakan sebagai sampel populasi untuk pembuatan grafik P.
3. Menghitung proporsi kerusakan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh, (Utomo & Rahmatulloh, 2021). Rumus untuk menghitung proporsi kerusakan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{p_i}{n_i} \tag{1}$$

Keterangan :

- P = proporsi kerusakan
- p_i = proporsi kerusakan untuk setiap produk
- n_i = proporsi produksi

Rumus yang digunakan untuk menghitung garis pusat p-chart adalah sebagai berikut:

$$\bar{p} = \frac{\sum p_i}{\sum n_i} \tag{2}$$

Keterangan :

- \bar{p} = garis pusat pada peta kendali proporsi kerusakan
- p_i = proporsi produk yang mengalami kerusakan dari setiap produk
- n_i = proporsi total produksi

4. Pemeriksaan karakteristik nilai mean. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh, (Baldah, 2020). Untuk menentukan dan menghitung nilai rata-rata atau mean, maka dapat menggunakan rumus berikut:

$$CL = p = \frac{\sum np}{\sum n} \tag{3}$$

Keterangan :

- n = total jumlah sampel
- np = total jumlah kecacatan
- P = rata-rata proporsi kecacatan

5. Perhitungan Batas Kendali. Menurut penelitian yang dilakukan oleh, (Rollandiaz & Iskandar, 2024). Perhitungan Batas Kendali Atas (*BKA*), yang juga dikenal dengan istilah *Upper Control Limit* (*UCL*), dan Batas Kendali Bawah (*BKB*) atau *Lower Control Limit* (*LCL*) dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$UCL = CL + 3 \frac{\sqrt{(1-CL)}}{n_i} \tag{4}$$

$$LCL = CL - 3 \frac{\sqrt{CL(1-CL)}}{n_i} \tag{5}$$

6. Tahapan pengukuran level *sigma* dan *Defect Per Million Opportunities (DPMO)* adalah langkah penting dalam analisis kualitas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Khoerunnisa (2023) (Khoerunnisa, 2023). Berikut ini adalah perhitungan yang dilakukan untuk menyelesaikannya:

a. Menghitung *Defect Per Opportunities / DPO*

$$DPO = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Jumlah Produksi} \times CTQ} \quad (6)$$

b. Menghitung *Defect Per Million Opportunities / DPMO*

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (7)$$

c. Menghitung *Defect Per Units / DPU*

$$DPU = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Jumlah Produksi}} \quad (8)$$

d. Menghitung *Yield*

$$\text{Yield}\% = e^{-dpu} \times 100 \quad (9)$$

e. Menghitung Level Sigma

$$DPMO = \text{NORMSINV}((1.000.000 - DPMO)/1.000.000) + 1.5 \quad (10)$$

3. Analyze

Selama tahap ini analisis grafik *Pareto* digunakan untuk mengidentifikasi masalah utama yang perlu ditangani untuk meningkatkan kualitas. Menggunakan bagan *Pareto*, dapat mengidentifikasi masalah dan penyebab dan menemukan solusi yang tepat untuk menyelesaikan masalah (Wardah et al., 2024). PT. XYZ. Terdapat permasalahan yang perlu diatasi, dalam tahap ini analisis tingkat cacat yang telah diperoleh akan dilanjutkan dengan pemeriksaan terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya cacat tersebut. Untuk mempermudah identifikasi, kami akan menggunakan alat bantu seperti diagram *fishbone* (Hairiyah et al., 2022). Analisis yang cermat untuk mengidentifikasi penyebab munculnya cacat serta memahami berbagai variasi yang dapat menjadi pemicunya, sehingga dapat meminimalkan potensi terjadinya masalah (Kartika et al., 2022).

4. Improve

Langkah selanjutnya adalah perbaikan, di mana aktivitas utama sedang menyiapkan rencana aksi untuk meningkatkan kualitas. Langkah ini dapat dilakukan setelah penyebab masalah telah diidentifikasi dengan jelas (Hidajat & Subagyo, 2022). Upaya meningkatkan kualitas *Six Sigma*, dapat menggunakan Metode 5W+1H adalah alat yang *efektif* untuk menganalisis permasalahan secara mendalam, dan ini merupakan langkah krusial dalam upaya perbaikan serta pengendalian proses di masa depan. Metode ini terdiri dari serangkaian pertanyaan kunci, yaitu *What* (apa), *Who* (siapa), *Where* (di mana), *When* (kapan), *Why* (mengapa), dan *How* (bagaimana). Pertanyaan-pertanyaan ini biasanya disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan pemahaman dan analisis (Krisnaningsih & Hadi, 2020).

5. Control

Tahap *Control* merupakan proses pemeriksaan berkelanjutan untuk memastikan bahwa tujuan kualitas dapat tercapai (Iqbalian & Radyanto, 2022). Tahap ini, dilakukan pemantauan terhadap proses guna memastikan bahwa perubahan yang diterapkan berjalan dengan baik. Pengendalian dilaksanakan selama periode tertentu agar dapat menjamin bahwa perbaikan yang dilakukan benar-benar mampu mengatasi permasalahan yang ada (Ramadan et al., 2022). Hasil-hasil dari peningkatan tersebut didokumentasikan, sementara prosedur-prosedur yang baik dicatat dan dijadikan pedoman kerja standar (Rebecca & Sagathi, 2020).

3. Hasil dan Pembahasan

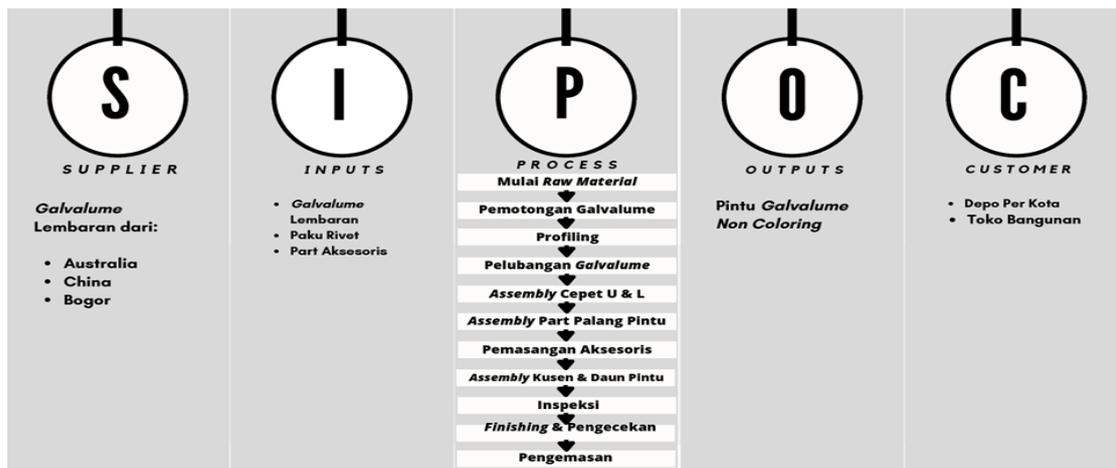
Hasil dan pembahasan dari penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Berikut adalah hasil yang diperoleh dari penelitian ini:

1. Define

Tahap ini, dilakukan identifikasi terhadap masalah yang ada, serta penentuan kebutuhan pelanggan dan berbagai aspek lainnya di area proses yang akan diperbaiki. Berikut adalah langkah-langkah dalam tahap *define*:

- Diagram *SIPOC*

Diagram *SIPOC* berfungsi untuk menggambarkan informasi mengenai setiap tahapan produksi suatu produk, dimulai dari *Supplier* hingga *Customer* yang terlibat dalam proses pembuatan pintu *galvalume non coloring*. Berikut adalah diagram yang disertakan:



Gambar 2 Diagram *SIPOC*

- *CTQ* (*Critical to Quality*)

Tabel 1 *CTQ* dan Cacat yang terjadi

NO	<i>CTQ</i>	Cacat
1.	Rivetan Patah	Cacat <i>material</i>
2.	Cepet Kusen Lepas	Cacat proses <i>assembly</i>
3.	Renggang	Cacat proses <i>assembly</i>
4.	Lepas	Cacat proses <i>assembly</i>
5.	Goresan Hitam	Cacat <i>material</i>
6.	Rivetan Tidak Sampai	Cacat proses produksi
7.	Merk, Karat & Goresan	Cacat <i>material</i>
8.	Merk & Goresan	Cacat <i>material</i>
9.	Kepanjangan	Cacat ukuran pemotongan dimesin
10.	Penyok & Lepas	Cacat proses <i>assembly</i>
11.	Noda & Goresan	Cacat <i>material</i>
12.	Miring	Cacat proses <i>assembly</i>
13.	Noda Hitam	Cacat <i>material</i>
14.	Pemasangan Kurang Pas	Cacat proses <i>assembly</i>
15.	Sambungan Lepas & Renggang	Cacat proses <i>assembly</i>
16.	Goresan & Penyok	Cacat proses <i>assembly</i>
17.	Berkarat	Cacat <i>material</i>
18.	Karat & Goresan	Cacat <i>material</i>

NO	CTQ	Cacat
19.	Penyok	Cacat proses <i>assembly</i>
20.	Sambungan Lepas	Cacat proses <i>assembly</i>
21.	Terbalik	Cacat proses <i>assembly</i>

Identifikasi *CTQ (Critical to Quality)*. *CTQ* merupakan krateristik yang di inginkan oleh konsumen. Berdasarkan *CTQ* yang ada, dicari jenis cacat pintu *galvalume non coloring* yang muncul sehingga *CTQ* tersebut tidak terpenuhi.

2. *Measure*

Ini adalah langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Terdapat dua hal utama yang perlu dilakukan yaitu:

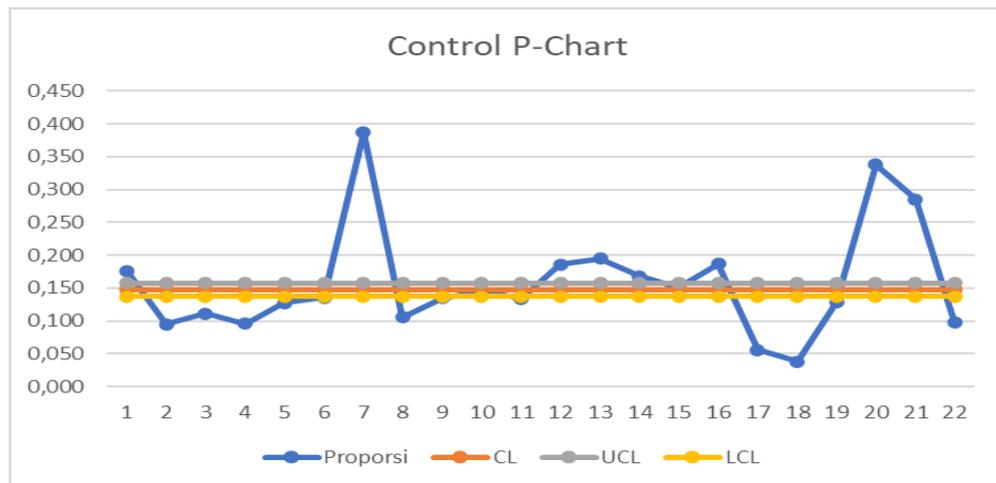
- Diagram *Control Chart (P-Chart)*

Control Chart adalah alat yang digunakan untuk memantau aktivitas operasional. Fungsinya adalah untuk mengidentifikasi dan menangani ketidaksesuaian yang mungkin muncul dalam proses produksi pintu *galvalume non coloring di factory 1*. Demikian langkah perbaikan dapat diambil untuk mengembalikan proses ke jalur yang tepat.

Tabel 2 Perhitungan *CL, UCL* dan *LCL* dari bulan Agustus 2024

No	Tanggal	Jumlah Produk	Total Cacat	Proporsi	CL	UCL	LCL
1.	01/08/2024	445	78	0,175	0,148	0,158	0,137
2.	02/08/2024	655	62	0,095	0,148	0,158	0,137
3.	06/08/2024	550	61	0,111	0,148	0,158	0,137
4.	07/08/2024	565	54	0,096	0,148	0,158	0,137
5.	08/08/2024	565	72	0,127	0,148	0,158	0,137
6.	09/08/2024	510	69	0,135	0,148	0,158	0,137
7.	10/08/2024	315	122	0,387	0,148	0,158	0,137
8.	12/08/2024	595	63	0,106	0,148	0,158	0,137
9.	13/08/2024	695	94	0,135	0,148	0,158	0,137
10.	14/08/2024	700	102	0,146	0,148	0,158	0,137
11.	15/08/2024	560	75	0,134	0,148	0,158	0,137
12.	16/08/2024	510	95	0,186	0,148	0,158	0,137
13.	19/08/2024	395	77	0,195	0,148	0,158	0,137
14.	20/08/2024	380	64	0,168	0,148	0,158	0,137
15.	21/08/2024	495	75	0,152	0,148	0,158	0,137
16.	22/08/2024	552	103	0,187	0,148	0,158	0,137
17.	23/08/2024	500	28	0,056	0,148	0,158	0,137
18.	24/08/2024	340	13	0,038	0,148	0,158	0,137
19.	26/08/2024	460	59	0,128	0,148	0,158	0,137
20.	27/08/2024	340	115	0,338	0,148	0,158	0,137
21.	28/08/2024	340	97	0,285	0,148	0,158	0,137
22.	30/08/2024	680	67	0,099	0,148	0,158	0,137
TOTAL		11,147	1,645	3,480	3,247	3,468	3,025

Setelah perhitungan lengkap disajikan dalam bentuk tabel, langkah selanjutnya adalah membuat peta kendali p (*P-Chart*).



Gambar 3 Diagram Control P-Chart

Berdasarkan grafik peta kendali p, terlihat bahwa dari hari pertama hingga hari dua puluh dua, terdapat *fluktuasi* dalam jumlah cacat produk yang mengalami penurunan dan kenaikan. Meskipun demikian, angka cacat yang tercatat tetap berada di antara batas kendali bawah dan batas kendali atas, hal ini dijadikan sebagai landasan untuk merumuskan usulan kepada perusahaan. Tujuannya adalah agar perusahaan dapat mengantisipasi kemungkinan terjadinya produksi yang berada di luar batas kendali dalam proses produksi yang akan datang.

- *DPMO (Defect per Million Oppurtunities)*
Perhitungan *DPMO (Defect per Million Oppurtunities)* adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Perhitungan *DPMO*

Tanggal	Jumlah Produk	Produk Cacat	CTQ	DPU	DPO	DPMO	SIGMA
01/08/2024	445	78	21	0,175	0,008	3,681	5,983
02/08/2024	655	62	21	0,095	0,008	1,988	6,113
06/08/2024	550	61	21	0,111	0,005	2,329	6,080
07/08/2024	565	54	21	0,096	0,005	2,007	6,111
08/08/2024	565	72	21	0,127	0,005	2,676	6,050
09/08/2024	510	69	21	0,135	0,006	2,841	6,038
10/08/2024	315	122	21	0,387	0,006	8,133	5,811
12/08/2024	595	63	21	0,106	0,018	2,224	6,089
13/08/2024	695	94	21	0,135	0,005	2,840	6,038
14/08/2024	700	102	21	0,146	0,006	3,060	6,022
15/08/2024	560	75	21	0,134	0,007	2,813	6,040
16/08/2024	510	95	21	0,186	0,006	3,912	5,970
19/08/2024	395	77	21	0,195	0,009	4,094	5,960
20/08/2024	380	64	21	0,168	0,009	3,537	5,991
21/08/2024	495	75	21	0,152	0,008	3,182	6,014
22/08/2024	552	103	21	0,187	0,007	3,918	5,970
23/08/2024	500	28	21	0,056	0,009	1,176	6,221
24/08/2024	340	13	21	0,038	0,003	0,803	6,298
26/08/2024	460	59	21	0,128	0,002	2,693	6,049
27/08/2024	340	115	21	0,338	0,006	7,103	5,841

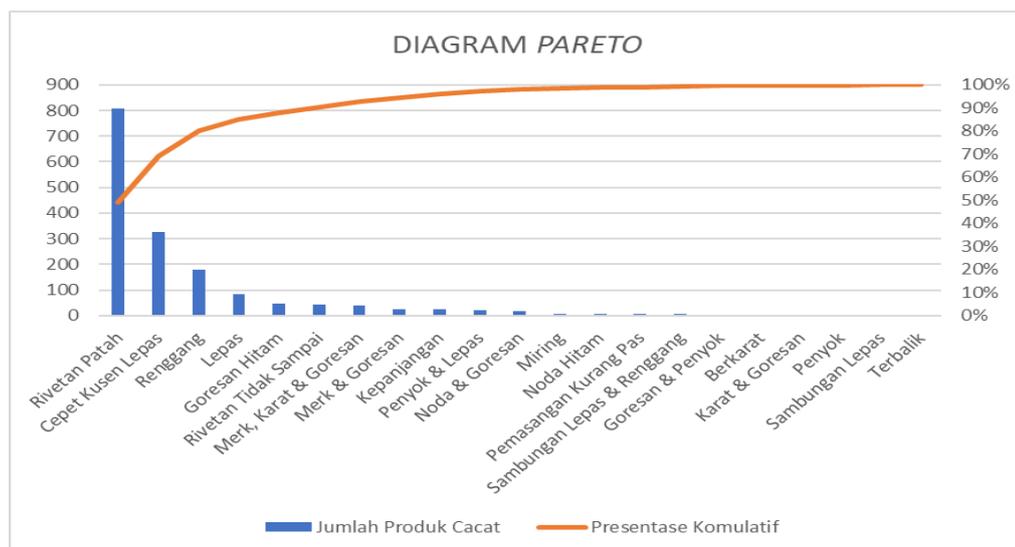
Tanggal	Jumlah Produk	Produk Cacat	CTQ	DPU	DPO	DPMO	SIGMA
28/08/2024	340	97	21	0,285	0,016	5,991	5,878
30/08/2024	680	67	21	0,099	0,014	2,069	6,104
TOTAL	11,147	1,645	21	3,480	0,161	73,070	138,670
Rata-Rata	506,682	74,77	21	0,158	0,008	4,676	6,030

Berdasarkan hasil pengolahan data, PT. XYZ memiliki tingkat kemampuan yang diukur melalui *DPMO (Defect Per Million Opportunity)* sebesar 4,676 *sigma*, yang menunjukkan adanya kemungkinan terjadinya kerusakan sebesar 6,030 per satu juta kesempatan produksi. Kondisi ini berpotensi menimbulkan kerugian jika tidak dikelola dengan baik.

3. Analyze

Analyze adalah tahap operasional yang sangat penting dalam upaya peningkatan kualitas menggunakan metode *Six Sigma*. Tahap ini, terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan, di antaranya:

- Diagram *Pareto*



Gambar 4 Diagram *Pareto*

Berdasarkan diagram *Pareto* di atas, terdapat dua puluh satu jenis kecacatan yang diidentifikasi, yaitu: rivetan patah 49,06%, cepet kusen lepas 19,88%, renggang 11,00%, lepas 5,11%, goresan hitam 2,86%, rivetan tidak sampai 2,55%, merk, karat & goresan 2,43%, merk & goresan 1,52%, kepanjangan 1,46%, penyok & lepas 1,22%, noda & goresan 0,97%, miring 0,36%, noda hitam 0,30%, pemasangan kurang pas 0,30%, sambungan lepas & renggang 0,30%, goresan & penyok 0,18%, berkarat 0,12%, karat & goresan 0,12%, penyok 0,12%, sambungan lepas 0,06%, terbalik 0,06%.

- Diagram Sebab-Akibat (*Diagram Fishbone*)



Gambar 5 Diagram Fishbone

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecacatan pada produk antara lain adalah faktor manusia yang menghadapi kesulitan dalam menjaga konsentrasi saat bekerja, faktor metode yang disebabkan oleh kesalahan dalam proses pemasangan paku rivet, faktor material galvalume yang tidak memenuhi spesifikasi standar, serta faktor mesin yang mengalami malfungsi atau kesalahan.

4. Improvement

Tahap perbaikan bertujuan untuk mencari rekomendasi atau solusi yang dapat meningkatkan kinerja perusahaan merupakan langkah penting agar perusahaan dapat berkembang dengan lebih cepat. Berikut ini beberapa metode perbaikan yang telah diterapkan:

- Metode 5W+1H

Tabel 4 Metode 5W+1H

Faktor	Why	Where	When	Who	What	How
Metode	Para pekerja kurang memperhatikan proses produksi	Area produksi	Selama proses produksi	Pekerja bagian produksi	Keterburu-buruan dalam mengejar target kurangnya pemberitahuan mengenai alur produksi.	Menyelenggarakan pelatihan.
Manusia	Pekerja kurang memperhatikan jalan serta dalam menangani tugas yang ada.	Area produksi	Selama proses produksi	Pekerja bagian produksi	Terburu-buru dalam proses produksi terlewatnya langkah pengecekan yang penting.	Briefing & motivasi kerja Agar lebih Bertanggung jawab atas pekerjaan.
Faktor	Why	Where	When	Who	What	How

Mesin	Mesin profiling kadang-kadang mengalami ketidakakuratan saat proses pemotongan.	Area produksi bagian profiling .	Selama proses produksi .	Pekerja bagian profiling .	Melakukan pemeliharaan dan pengecekan mesin secara bertahap merup akan langkah yang penting.	Pemeriksaan mesin sebelum memulai proses produksi dan menjadwalkan penggunaan me sin.
-------	---	----------------------------------	--------------------------	----------------------------	--	---

<i>Faktor</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>What</i>	<i>How</i>
Material	Kualitas bahan baku paku rivet bervariasi, baik dari segi merek maupun ukuran.	Area memilih dan pemerik saan bahan baku.	Sebelum proses produksi .	Pekerja bagian pengece kan bahan baku.	Memberikan pemberitahuan mengenai standar bahan baku.	Poster informasi terkait ketentuaa an bahan baku yang sesuai dilokasi pemilihan bahan baku.

<i>Faktor</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>What</i>	<i>How</i>
Lingkungan	Suhu di area produksi sangat panas, ruang gerak sempit risiko tergelincir tinggi.	Area produksi .	Selama proses produksi .	Pekerja bagian produksi .	Informasi tentang area licin serta penataan ulang tata letak fasilitas.	Pembersihan disekitar jalan serta membuka ventilasi udara.

5. Control

Tahap *control* bertujuan untuk mengawasi dan mengatur proses yang ada, sehingga masalah yang muncul pada proses sebelumnya tidak terulang kembali.

Tabel 5 Control

No	Faktor	Masalah	Usulan Penerapan
1.	Metode	<ul style="list-style-type: none"> Kesalahan pengambilan part. Manual. Layout stasiun kerja. Pemasangan paku rivet. 	<ul style="list-style-type: none"> Memberikan arahan jika terjadi kesalahan secara langsung. Perbaikan <i>layout</i> baru di stasiun kerja.
2.	Manusia	<ul style="list-style-type: none"> Terburu-buru mengejar target. Kosentrasi pekerja. Lalai daam SOP K3. 	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan pelatihan. Pengawasan produksi. Pemasangan SOP K3 perlu di terapkan di ruang produksi.
3.	Mesin	<ul style="list-style-type: none"> Parameter tidak terkontrol. Mesin mengalami <i>overheat</i>. Mesin <i>error</i>. <i>Maintanance</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan perawatan mesin secara rutin1 sampai 2 kali seminggu. Perlukan pergantian alat sensor yang baru di mesin <i>profiling</i> agar lebih akurat pemotongannya
4.	Material	<ul style="list-style-type: none"> <i>Galvalume</i> tidak sesuai standar. Paku rivet tidak sesuai standar. Ukuran potongan tidak sesuai. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Check sheet</i> untuk menyisihkan bahan baku yang bagus dan jelek secara teliti.
5.	Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> Ruang gerak terbatas. Sisa potongan paku rivet di lantai. Suhu terlalu tinggi. Kurangnya ventilasi udara. 	<ul style="list-style-type: none"> Penambahan ventilasi udara. Pembrsihan paku rivet setelah produksi. Peletakan semua alat dan part pada tempatnya masing-masing.

Berdasarkan *implementasi* tahap *control* dalam sistem pengendalian, PT. XYZ. Berhasil memperoleh manfaat yang signifikan. tahap ini memungkinkan perusahaan untuk memantau kinerja tenaga kerja dengan lebih *efektif* dan mengurangi pemborosan yang disebabkan oleh produk cacat akibat kesalahan produksi. Sebagai hasilnya, PT. XYZ. Dapat memberikan kinerja yang berkualitas dengan mengatasi potensi kesalahan.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dalam pembahasan penelitian ini di PT. XYZ. Dapat disimpulkan faktor-faktor penyebab tingginya tingkat cacat produk pintu *galvalume non coloring* pada bulan Agustus tahun 2024 yaitu: dari manusia kurang berkonsentrasi saat bekerja, material yang tidak memenuhi standar, metode yang digunakan masih manual, mesin *error* sehingga tidak akurat saat pemotongan *galvalume*, lingkungan tidak nyaman dikarenakan suhu terlalu panas dan ruang gerak di area produksi yang sempit. Sehingga proses produksi kurang *optimal*. Untuk mengatasi masalah ini, metode *Six Sigma* dengan pendekatan yang digunakan adalah *DMAIC*.

Langkah-langkah perbaikan untuk mengurangi terjadinya produk cacat, dengan melakukan *check sheet* terhadap penyebab produk cacat seperti, mengadakan pelatihan terhadap semua karyawan. *Maintenance* secara rutin 1 sampai 2 kali seminggu pada mesin *profiling*. Menyeleksi bahan baku dari *supplier* yang terbaik. Perbaikan pembuatan *layout* baru pada setiap stasiun kerja, menambahkan ventilasi udara di ruang produksi. Metode pemindahan dengan menggunakan mesin seperti *konveyor*. Berdasarkan hasil dan pembahasan serta temuan penyebab dari produk cacat pada *factory 1* PT. XYZ. Menyarankan perusahaan untuk menerapkan metode *Six Sigma* dengan pendekatan *DMAIC* untuk meningkatkan kualitas produk dan proses. Metode ini juga membantu kami dalam mengidentifikasi penyebab terjadinya produk cacat.

Daftar Notasi

σ : *Sigma*

Referensi

- Alfie Oktavia. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Pendekatan Statistical Quality Control (SQC) di PT. Samcon. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 11(2), 106–113. <https://doi.org/10.36040/industri.v11i2.3666>
- Ananda, M., & Puspitasari, N. B. (2024). *STUDI SIX SIGMA DALAM PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRINTING PADA GARMEN*. *September*, 1–7.
- Azis, D., & Vikaliana, R. (2023). Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Pendekatan Six Sigma Dan Kaizen Sebagai Usaha Pengurangan Kecacatan Produk. *Jurnal Intent: Jurnal Industri Dan Teknologi Terpadu*, 6(1), 37–53. <https://doi.org/10.47080/intent.v6i1.2596>
- Baldah, N. (2020). Analisis Tingkat Kecacatan Dengan Metode Six Sigma Pada Line Tgsw. *EKOMABIS: Jurnal Ekonomi Manajemen Bisnis*, 1(01), 27–44. <https://doi.org/10.37366/ekomabis.v1i01.4>
- Basith, A., Indrayana, M., & Jono, J. (2020). Analisis Kualitas Produk Velg Rubber Roll Dengan Metode Six Sigma Dan Kaizen. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 2(1), 23–33. <https://doi.org/10.37631/jri.v2i1.128>
- Condokirono, J. G., Sugiono, S. R. F., & Evanandy, A. (2021). Implementasi Six Sigma pada Organisasi Sekolah. *ILKOMNIKA: Journal of Computer Science and Applied Informatics*, 3(1), 161–180. <https://doi.org/10.28926/ilkomnika.v3i1.172>
- Elvina, T., & Dwicahyani, A. R. (2022). Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Lean Six Sigma dan FMEA Untuk Mengurangi Produk Cacat Panci Anodize PT. ABC. *SENANTITAN II Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan II*, 294–304.
- Erviyana, E., Yuliarty, P., & Wijayanti, A. I. (2022). *DMAIC DALAM MENURUNKAN SCRATCH KOMPONEN PRODUK METER CLUSTER definisi untuk metode Define, Measure, Analyze, Improvement and Control. DMAIC kerusakan atau kecacatan pada sumber kegagalan produksi.*

XVI(3), 300–309.

- Fauzan, M. F., Kusuma Ningrat, N., & Aristriyana, E. (2023). Peningkatan Kualitas Produk Ragela (Gamis) Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Pada Perusahaan Cv. Prima Global Di Majalengka. *INTRIGA (Info Teknik Industri Galuh), Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, 1(1), 33–39. <https://doi.org/10.25157/intriga.v1i1.3597>
- Firdausa, F., Artini, S. R., Syapawi, A., & Puryanto, P. (2020). Uji Kuat Lentur Profil Baja Ringan Galvalum Tipe C yang Di Grouting Dengan Variasi Mortar. *Rekayasa Sipil*, 14(3), 173–178. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2020.014.03.2>
- Hairiyah, N., Amalia, R. R., & Nuryati, N. (2022). Peningkatan Produktivitas Amplang Menggunakan Lean Six Sigma Di Ud Kelompok Melati. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 16(1), 45–53. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i4.9973>
- Herlina, E., Prabowo, F. H. E., & Nuraida, D. (2021). Analisis Pengendalian Mutu Dalam Meningkatkan Proses Produksi. *Jurnal Fokus Manajemen Bisnis*, 11(2), 173. <https://doi.org/10.12928/fokus.v11i2.4263>
- Hidajat, H. H., & Subagyo, A. M. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk X Dengan Metode Six Sigma (DMAIC) Pada PT. XYZ. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(9), 234–242. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6648878>
- Ibrahim, I., Arifin, D., & Khairunnisa, A. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Dengan Tahapan Dmaic Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Pada Produk Vibrating Roller Compactor Di Pt. Sakai Indonesia. *Jurnal KaLIBRASI: Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, 3(1), 18–36. <https://doi.org/10.37721/kal.v3i1.639>
- Iqbalian, H. R., & Radyanto, M. R. (2022). Perbaikan Berkelanjutan Melalui Pengendalian Kualitas Pada Produk Bantalan Rel Kereta Dengan Menerapkan Metode Quality Control Circle (QCC) dan Lean Six Sigma (LSS) Pada PT Balton Kurnia Abadi. 19(2), 365–372.
- Irwanto, A., Arifin, D., & Arifin, M. M. (2020). Peningkatan Kualitas Produk Gearbox Dengan Pendekatan Dmaic Six Sigma Pada Pt. X, Y, Z. *Jurnal KaLIBRASI: Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, 3(1), 1–17. <https://doi.org/10.37721/kalibrasi.v3i1.638>
- Jakti, N. J. K., & Al Faritsy, A. Z. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma dan TRIZ Untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan Produk Di UD Cantenan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Inovasi*, 2(2), 26–38. <https://doi.org/10.59024/jisi.v2i2.642>
- Jaya, B. A., & Mulyono, M. (2022). Analisa Produk Cacat Menggunakan Metode Six Sigma Pada Perusahaan Garmen. *Ultima Management: Jurnal Ilmu Manajemen*, 14(1), 143–155. <https://doi.org/10.31937/manajemen.v14i1.2590>
- Kartika, R. N., Hidayah, N. A., & Muadzah. (2022). Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Pada Proses Produksi Cetak Blok Kalender (Studi Kasus: PT. XYZ). *BULLET: Jurnal Multidisiplin*, 1(6), 1311–1320. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bullet/article/view/2051%0Ahttps://journal.mediapublikasi.id/index.php/bullet/article/download/2051/821>
- Khoerunnisa, A. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Hinge AFT dengan Metode Six Sigma di PT X. *Jurnal Surya Teknika*, 10(1), 547–551. <https://doi.org/10.37859/jst.v10i1.4810>
- Korintus Kurnianto, D., & Hari Setyanto, I. R. (2021). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Six Sigma di PT. ZYX. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, 2579–6429.
- Krisnaningsih, E., & Hadi, F. (2020). Strategi Mengurangi Produk Cacat Pada Pengecatan Boiler Steel Structure Dengan Metode Six Sigma Di Pt. Cigading Habeam Center. *Jurnal Intent: Jurnal Industri Dan Teknologi Terpadu*, 3(1), 11–24. <https://doi.org/10.47080/intent.v3i1.796>
- Lestari, F. A., & Purwatmini, N. (2021). Pengendalian Kualitas Produk Tekstil Menggunakan Metoda DMAIC. *Jurnal Ecodemica: Jurnal Ekonomi, Manajemen, Dan Bisnis*, 5(1), 79–85. <https://doi.org/10.31294/jeco.v5i1.9233>
- Mendoza, S. D., Nieweglowska, E. S., Govindarajan, S., Leon, L. M., Berry, J. D., Tiwari, A., Chaikeratisak, V., Pogliano, J., Agard, D. A., & Bondy-Denomy, J. (2020). A bacteriophage nucleus-like compartment shields DNA from CRISPR nucleases. *Nature*, 577(7789), 244–248. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1786-y>
- Pratama, A. A., & Pratikno, F. A. (2023). Usulan Peningkatan Produktivitas Proses Filling Mixgas

- Dengan Pendekatan DMAIC. *Jurnal Riset Teknik*, 3(2), 134–150. <https://ejournal-unipra.com/index.php/jer/article/view/237%0Ahttps://ejournal-unipra.com/index.php/jer/article/download/237/258>
- Produktivitas, P., Pembuatan, M., Bambu, P., Tusuk, U., Di, S., & Pendem, D. (2023). *Jurnal Bakti Nusa*. IV(2), 81–88.
- Putri, A. (2024). Pengendalian Kualitas Produk X Menggunakan Pendekatan Six Sigma. *Jurnal Teknik Ibnu Sina (JT-IBSI)*, 9(01), 1–10. <https://doi.org/10.36352/jt-ibsi.v9i01.762>
- Raden Vina Iskandya Putri1, T. A. R. (2023). “Бсп За България” Е Под Номер 1 В Бюлетината За Вота, Герб - С Номер 2, Пп-Дб - С Номер 12. *Peran Kepuasan Nasabah Dalam Memediasi Pengaruh Customer Relationship Marketing Terhadap Loyalitas Nasabah*, 2(3), 310–324. <https://bnr.bg/post/101787017/bsp-za-balgaria-e-pod-nomer-1-v-buletinata-za-vota-gerb-s-nomer-2-pp-db-s-nomer-12>
- Rinjani, I., Wahyudin, W., & Nugraha, B. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat pada Lensa Tipe X Menggunakan Lean Six Sigma dengan Konsep DMAIC. *Unistek*, 8(1), 18–29. <https://doi.org/10.33592/unistek.v8i1.878>
- Robecca, J., & Sagathi, M. (2020). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Benang Dengan Menggunakan Metode Kipling. *Inaque: Journal of Industrial and Quality Engineering*, 8(1), 49–58. <https://doi.org/10.34010/iqe.v8i1.2784>
- Rollandiaz, S., & Iskandar, Y. A. (2024). Evaluasi Keterlambatan Pengiriman Produk Bahan Bakar Minyak Menggunakan Lean Six Sigma. *INFOTECH Journal*, 10(1), 74–83. <https://doi.org/10.31949/infotech.v10i1.8796>
- Sartika, N., & Muttaqin, H. (2022). Analisis Perlakuan Produk Rusak Dan Produk Cacat Dalam Penentuan Harga Jual Produk (Studi Kasus Pada Bumdesa Langgam Sako Desa (Teluk Latak). *Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (SNIT)*, November, 134–149.
- Septianti, A. D., Putro, B. E., & Cianjur, U. S. (2024). *Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat Teh Hitam Dengan Menggunakan Metode Six Sigma (Dmaic) (Studi Kasus: Pt. Tenggara Perkebunan Teh Maleber)*. *Senastitan Iv*, 1–6.
- Shiyamy, A. F., Rohmat, S., & Sopian, A. (2021). Artikel analisis pengendalian kualitas produk dengan. *Jurnal Ilmiah Manajemen*, 2(2), 32–45.
- Syahfara Ashari Putri, S. A. P., & Qista Karima, H. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Benang Tcm 40'Sk Pada Proses Winding Menggunakan Metode Statistical Process Control Di Pt. Delta Dunia Tekstil Iv. *Jurnal Rekavasi*, 10(1), 9–17. <https://doi.org/10.34151/rekavasi.v10i1.3713>
- Terang, A. E., Anggraini, N., & Noermaning, P. (2023). Analisis Perlakuan Akuntansi Produk Rusak Dan Produk Cacat Dalam Perhitungan Harga Pokok Produksi Untuk Mengoptimalkan Laba Produk (Studi Kasus Pada CV. Memory Nganjuk). *JCA (Jurnal Cendekia Akuntansi)*, 4(1), 25. <https://doi.org/10.32503/akuntansi.v4i1.3548>
- Utomo, Y., & Rahmatulloh, D. (2021). Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri Penerapan Six Sigma Untuk Peningkatan Kualitas Packing Pada Minyak Goreng Pouch PT. XYZ Di Kabupaten Gresik. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri*, 09-23.
- Wardah, S., Basri, A., & Ihwan, K. (2024). Model Pengendalian Kualitas Pada Pabrik Sagu Dengan Metode Six Sigma. *Inaque: Journal of Industrial and Quality Engineering*, 12(1), 1–15. <https://doi.org/10.34010/iqe.v12i1.12649>
- Yusuf, M., Rahmaniah, R., & Rani, S. R. A. (2023). Uji Laju Korosi Dengan Menggunakan Inhibitor Daun Kelor Untuk Besi Hollow (Baja Galvalum) Dalam Medium Air Hujan. *Journal Online of Physics*, 8(3), 87–92. <https://doi.org/10.22437/jop.v8i3.25215>