

Analysis Quality Control Of Car Exhaust Components Using The Method Six Sigma And Root Cause Analysis (RCA)

Analisis Pengendalian Kualitas Komponen Knalpot Mobil Menggunakan Metode Six Sigma Dan Root Cause Analysis (RCA)

Moch. Agung Setiono¹⁾, Atikha Sidhi Cahyana^{2)*}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: atikhasidhi@umsida.ac.id^{2)}

Abstract PT. XYZ is a company engaged in manufacturing car exhaust components that use a stamping process. Defect is a high risk in a company that penetrates the European market because it can reduce the company's productivity in large quantities which is often caused by defects in its production. For 6 months PT XYZ was able to produce 184.708 pcs of car exhaust components and found 5.888 pcs with a percentage of 3.18% of car exhaust components experiencing defects. Drawing discrepancies, berets, press marks, dents, oblique punches, overlaps, non-conformities in forming results and ruptures are defects found. The purpose of this study is to determine the value of sigma in quality control at PT XYZ and to determine the root cause of defects up to the stage of improvement using six sigma method (DMAIC) and Root Cause Analysis (RCA). In data processing using the DMAIC method and obtained DPMO results for 6 months of 4093,975 which are at sigma level 4 values. Factors that affect defects in car exhaust components are materials, methods, people, machines and the environment.

Keywords: Quality, Six Sigma, Root Cause Analysis (RCA), Exhaust Components.

Abstrak PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur komponen knalpot mobil yang menggunakan proses *stamping*. Defect merupakan *high risk* dalam sebuah perusahaan yang menembus pasar Eropa karena dapat menurunkan produktivitas perusahaan dalam jumlah besar yang sering disebabkan terjadinya *defect* pada hasil produksinya. Selama 6 bulan PT XYZ mampu memproduksi komponen knalpot mobil sebanyak 184.708 pcs dan didapati 5.888 pcs dengan persentase 3,18% komponen knalpot mobil mengalami *defect*. Ketidaksesuaian *drawing*, baret, *press mark*, penyok, *punch* miring, *overlap*, ketidaksesuaian hasil *forming* dan pecah merupakan *defect* yang ditemukan. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai *sigma* dalam pengendalian kualitas di PT XYZ serta untuk mengetahui akar penyebab terjadinya *defect* sampai dengan tahap perbaikannya dengan menggunakan metode *six sigma* (DMAIC) dan *Root Cause Analysis* (RCA). Dalam pengolahan data menggunakan metode DMAIC dan memperoleh hasil DPMO selama 6 bulan sebesar 4093,975 yang berada pada nilai *sigma* level 4. Faktor yang mempengaruhi *defect* pada komponen knalpot mobil yaitu material, metode, manusia, mesin dan lingkungan.

Kata Kunci: Kualitas, Six Sigma, Root Cause Analysis (RCA), Komponen Knalpot Mobil

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Komponen knalpot merupakan sebuah bagian dari satu kesatuan yang nantinya akan diproses menjadi sebuah produk atau barang jadi yang disebut dengan knalpot atau *exhaust system*, yang artinya komponen knalpot adalah sub-bagian dari pada sebuah knalpot. Knalpot juga sebagai peredam getaran yang diakibatkan dari naik dan turunnya piston yang diteruskan ke bodi knalpot, sasis dan kemudian ke rangka knalpot yang akan meminimalisir getaran yang terjadi tidak berlebihan [1]. Dalam proses produksi komponen knalpot mobil ini masih sering didapati *defect* pada produk komponen knalpot mobil yang dihasilkan diantaranya yaitu ketidaksesuaian hasil *drawing*, *burry*, baret, *press mark*, penyok, ataupun kesalahan dalam prosesnya yang menyebabkan penanganan lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan standar perusahaan serta terjadinya keterlambatan pengiriman dan *complain* dari *customer* terhadap perusahaan mengenai komponen knalpot yang diproduksi. Adapun jumlah produksi komponen knalpot mobil pada bulan Juli total produksi sebanyak 24.750 dan 987 produk cacat, sehingga presentase kecacatannya adalah 3,98%. Bulan Agustus total produksi sebanyak 31.000 produk dan 1.270 produk yang cacat, sehingga presentase kecacatannya adalah 4,09%. Bulan September total produksi sebanyak 27.500 produk dan 916 produk cacat, sehingga persentase kecacatannya adalah 3,33%. Bulan Oktober total produksi sebanyak 29780 dan 1.145 produk cacat, sehingga presentase kecacatannya adalah 3,84%. Bulan November total produksi sebanyak 30.428 dan

678 produk cacat, sehingga persentasenya adalah 2,22%. Bulan Desember total produksi sebanyak 41.250 dan 892 produk cacat sehingga persentasenya adalah 2,14%. *Six sigma method* efektif digunakan untuk mengetahui banyaknya kecacatan produk yang dihasilkan dalam satu juta produksi serta menganalisa faktor-faktor penyebab terjadinya kecacatan dalam produk sehingga cacat produk tersebut dapat diminimalisir. Pada proses pengolahan data yang dilakukan didalam metode *six sigma* yaitu dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Pada tahap ini adalah tahap pertama dalam proses analisa menggunakan *six sigma* yaitu pada tahap *define* akan dilakukan beberapa penentuan sasaran dengan mengidentifikasi semua jumlah total produk yang mengalami kecacatan [2]. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan karena untuk mengetahui tingkat kecacatan yang terjadi pada produk komponen knalpot mobil yang dihasilkan guna untuk meminimalisir kecacatan yang seharusnya dapat dihindarkan serta memberikan dampak positif bagi perusahaan untuk terus meningkatkan dan memperbaiki pengendalian kualitas yang akan berdampak besar bagi perusahaan. Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat *six sigma* dalam pengendalian kualitas komponen knalpot mobil di PT XYZ dan kemudian mencari akar penyebab dari terjadinya *defect* dan selanjutnya memberikan rekomendasi perbaikan pada proses produksi komponen knalpot mobil untuk mengurangi *defect*. Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan tingkat *sigma* dalam pengendalian kualitas komponen knalpot mobil, mendapatkan akar penyebab terjadinya *defect* pada komponen knalpot mobil dan mendapatkan usulan perbaikan untuk menghilangkan *defect* pada proses produksi komponen knalpot mobil di PT XYZ.

B. Kajian Literatur Terdahulu

Kajian literatur terdahulu menjelaskan tentang teori-teori yang digunakan dalam penelitian yang meliputi definisi pengertian serta rumus-rumus yang akan digunakan dalam perhitungan metode *six sigma* dan RCA.

1. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas dilakukan untuk menganalisa apakah produk sesuai dengan yang diharapkan, melakukan tindakan perbaikan proses produksi jika terdapat tidak sesuai dengan keinginan supaya tetap memberikan jaminan standar kualitas terbaik [3]. Kualitas menjadi aspek utama yang sangat dipertimbangkan oleh konsumen dalam melakukan pengambilan keputusan yang tepat membeli atau tidak suatu produk. Dengan segenap upaya pelaku usaha berusaha untuk memenuhi kebutuhan konsumen dengan menyediakan produk berkualitas [4]. Kualitas produk sangat penting bagi setiap perusahaan untuk mempertahankan kualitasnya agar dapat berkompetisi dalam bisnis yang ketat. Produk berkualitas menjadi *point* tujuan dari bisnis apapun untuk mempertahankan produk yang mempunyai kualitas sesuai harapan pelanggan, untuk itu perusahaan perlu melakukan kegiatan yang sangat *intens* terhadap pengendalian kualitas [3]. Kualitas adalah salah satu parameter utama dalam perusahaan untuk bisa eksis di tengah ramainya persaingan di industrial. Istilah kualitas banyak mengandung makna dan arti. Personal berbeda akan menafsirkan secara berlainan. Tidak sedikit yang mengartikan bahwa kualitas artinya holistik karakteristik serta karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya bisa memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar [5].

2. Kecacatan Produk

Defect diartikan sebagai produk tidak memenuhi ketentuan dari perusahaan, dan tidak lagi dapat dilanjutkan pada tahap selanjutnya, tetapi dengan cara mengeluarkan biaya, waktu dan tenaga kembali dalam proses perbaikan, produk dapat diproses lagi melalui proses *repair* atau perbaikan [6].

3. Six Sigma

Six sigma ialah peningkatan produk berkualitas yang memberikan toleransi terhadap kesalahan. Semakin banyaknya cacat dalam proses produksi, secara otomatis akan menunjukkan rendahnya nilai kualitas produk tersebut [7]. *Six sigma* diartikan sebagai metoda pemecahan masalah yang sistematis menggunakan DMAIC (*Define, Measure, Analysis, Improve Dan Control*) [8]. Pengertian *define* yakni didefinisikan menyeleksi setiap masalah yang ada, tahap *define* digunakan menentukan tujuan yang ingin dicapai [9]. Definisi *measure* yaitu untuk menentukan tingkat *sigma*, metode penelitian mengambil data laporan produksi dan cacat [10]. Definisi *analyze* merupakan pemeriksaan terhadap proses fakta dan data untuk mendapatkan pemahaman mengenai penyebab terjadinya suatu permasalahan [11]. Definisi tahap *improve* ialah merupakan perbaikan, ditahap ini semua langkah startegis disusun kemudian diimplementasikan untuk dapat mereduksi tingkat kecacatan dan tahap *control* merupakan fase peningkatan kualitas membakukan kinerja akhir, memastikan bahwa nilai peningkatan diteruskan sebagai langkah korektif yang berguna untuk efisiensi proses selanjutnya [12]. *Six sigma* diartikan ke dalam proses pengukuran analisis statistik dan teknik dalam mengurangi cacat hingga 3,4 DPMO per satu juta kemungkinan cacat yang terjadi [13]. Konsep *six sigma* membantu mencapai produksi nyaris tanpa cacat dan laba tinggi. Konsep *six sigma* memungkinkan organisasi

membuat kurang dari 3,4 kesalahan per sejuta peluang (DPMO) [14]. Tabel 1 berikut menjelaskan konfersi level *sigma* yang disederhanakan.

Tabel 1 Konfersi *Sigma* Yang Disederhanakan[8]

Tingkat Pencapaian <i>Sigma</i>	Cost Of Poor Quality (COPQ)	
	DPMO	COPQ
1- <i>Sigma</i>	691,462 (Sangat tidak kompetitif	Tidak dapat dihitung
2- <i>Sigma</i>	308,538 (Rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3- <i>Sigma</i>	66,807	25-40% dari penjualan
4- <i>Sigma</i>	6,210 (Rata-rata industri USA)	15-25% dari penjualan
5- <i>Sigma</i>	233	5-15% dari penjualan
6- <i>Sigma</i>	3,4 (Industri kelas dunia)	<1% dari penjualan
Setiap peningkatan atau pergeseran 1- <i>sigma</i> akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10% dari penjualan		

Semakin tinggi target *sigma* dicapai maka akan semakin baik pula kinerja pada produksi industri. 6 *sigma* lebih baik dibandingkan dengan 4 *sigma* maupun 3 *sigma*. Six *sigma* merupakan alat yang digunakan dalam pengendalian kualitas yang berbasis statistik disiplin tinggi serta komprehensif dengan mengeleminasi sumber utama dari permasalahan melalui pendekatan (DMAIC) [15]. Untuk dapat mengetahui nilai *sigma* dapat dilakukan dengan rumus berikut [2]:

- a. Menghitung *Defect Per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{\text{Banyak produk cacat}}{\text{Banyak produk yang diteliti}} \quad (1)$$

- b. Menghitung *Defect Per Opportunities* (DPO)

$$DPO = \frac{\text{Banyak produk cacat}}{\text{Banyak produk yang diteliti} \times CTQ} \quad (2)$$

- c. Menghitung *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

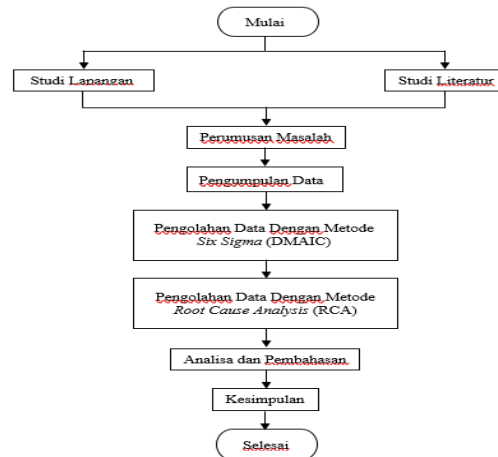
$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (3)$$

4. Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) sebuah metode dalam menyelesaikan sebuah masalah dari akar penyebabnya kenapa masalah atau kegagalan itu dapat terjadi. RCA didesain sebagai alat bantu melakukan identifikasi bukan hanya “apa” dan “bagaimana” masalah terjadi, tapi untuk menemukan “mengapa” bisa terjadi. Untuk membantu menemukan jawaban mengapa masalah spesifik timbul dalam proses [16]. Bagaimana cara membangun analisis kemudian memperbaiki bagian-bagian yang menyebabkan masalah tersebut, dan hal-hal apa saja yang dapat mempengaruhi masalah tersebut dengan menggunakan alat RCA sebagai tindakan *preventif* untuk mencegah terjadinya masalah tersebut, mengapa hal tersebut dapat terjadi, bagaimana hal tersebut dapat terjadi [17].

II. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilakukan selama enam bulan dan dilakukan di PT XYZ. Metode penelitian ini menggunakan metode observasi dimana melakukan pengamatan, mencatat, dan mengidentifikasi secara langsung objek penelitian guna mendapatkan data yang dibutuhkan yaitu dari proses produksi, inspeksi dan data hasil kecacatan atau *defect* pada komponen knalpot mobil dan melakukan pengambilan data secara langsung dengan menganalisa perilaku pekerja, *tools* dan melakukan pengamatan terhadap komponen knalpot mobil yang mengalami *defect* serta melakukan wawancara secara langsung dengan cara tanya jawab secara lisan dengan *supervisor* produksi, staf produksi, staff *quality control*, *engineering*, operator produksi serta orang-orang yang *expert*. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Dari gambar 1 dapat diketahui bahwa penelitian ini dilakukan secara langsung dilapangan untuk dapat merumuskan masalah dan mengambil data yang diperlukan yang kemudian data tersebut diolah menggunakan metode *six sigma* DMAIC dengan cara menentukan nilai CL, UCL dan LCL kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai DPU, DPO dan DPMO dengan melakukan pengolahan data pada *excel* untuk dapat mengetahui tingkat level *sigma* perusahaan yang kemudian dilanjutkan dengan metode *Root Cause Analysis* (RCA) agar mendapatkan rencana perbaikan dalam mengurangi *defect* yang terjadi dan diakhir melakukan kesimpulan dari seluruh tujuan penelitian yang dilakukan.

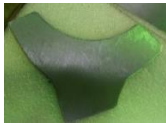



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

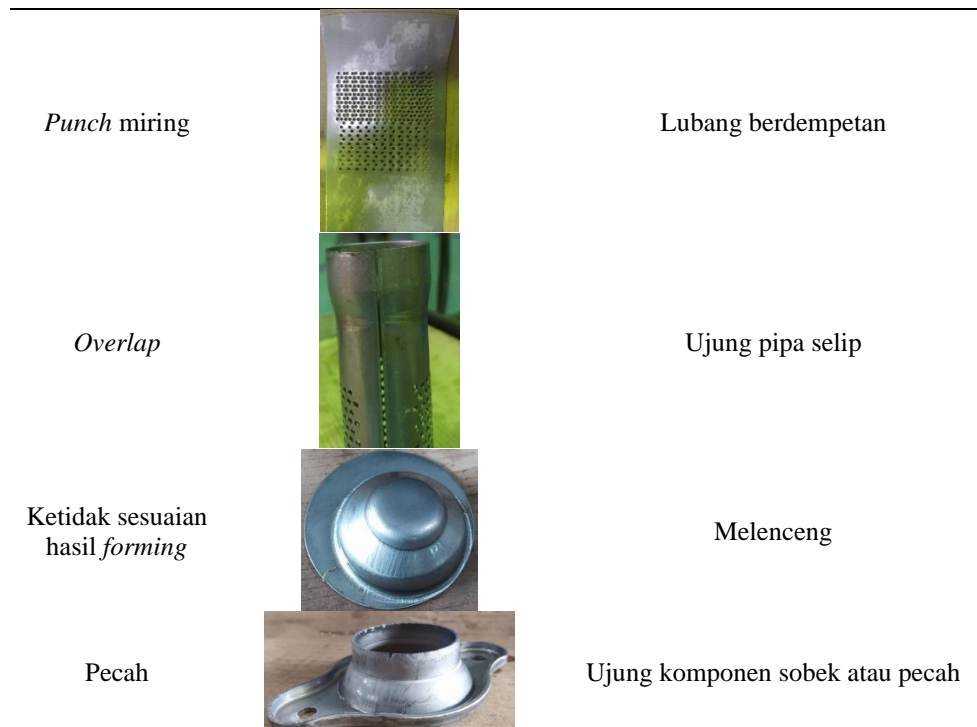
Dari data-data yang telah didapatkan diolah menggunakan metode *six sigma* dan *Root Cause Analysis* (RCA) sebagai metode untuk menganalisa tingkat *sigma* dan akar penyebab terjadinya kecacatan komponen knalpot mobil. Macam-macam *defect* yang terjadi pada komponen knalpot mobil.

1. Tahap Define

Dalam menjumpai jenis *defect* yang terjadi selama penelitian dapat dilihat pada tabel 2 tentang jenis *defect* yang terjadi pada komponen knalpot mobil.

Tabel 2. Jenis *Defect* Pada Komponen Knalpot Mobil

<i>Defect</i>	Gambar	Keterangan
Ketidak sesuaian hasil <i>drawing</i>		Material terpotong tidak sempurna
Baret		Tarikan atau tekukan kasar
<i>Press mark</i>		Timbul
Penyok		<i>Body</i> komponen cekung



Data jumlah hasil produksi dan jumlah *defect* pada proses produksi komponen knalpot mobil di PT XYZ selama bulan Juli sampai dengan bulan Desember dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Pada Komponen Knalpot Mobil,

No.	Bulan ke-	Jumlah hasil produksi	Jumlah <i>defect</i>
1	Juli	24.750	987
2	Agustus	31.000	1.270
3	September	27.500	916
4	Oktober	29.780	1.145
5	November	30.428	678
6	Desember	41.250	892
	Total	184.708	5.888

Data pada tabel 3 jumlah hasil produksi komponen knalpot mobil dari bulan Juli sampai dengan Bulan Desember sebanyak 184.708 pcs yang masuk di dalam *quality control* dan ditemukan sebanyak 5.888 pcs komponen knalpot mobil selama 6 bulan tersebut. Untuk dapat mengetahui lebih detail jumlah dan persentase *defect* pada komponen knalpot mobil dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Jenis Dan Jumlah *Defect* Pada Komponen Knalpot Mobil.

No.	Jenis <i>defect</i>	Juli	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Jumlah	Persentase
1.	Ketidaksesuaian hasil <i>Drawing</i>	107	87	51	95	134	44	518	9%
2.	Baret	344	366	291	390	122	131	1.644	28%
3.	<i>Press mark</i>	143	292	180	267	146	277	1.305	22%
4.	Penyok	23	17	31	25	12	13	121	2%
5.	<i>Punch miring</i>	150	117	96	155	66	67	651	11%
6.	<i>Overlap</i>	57	98	64	46	22	32	319	5%
7.	Ketidaksesuaian hasil <i>forming</i>	56	72	103	77	56	101	465	8%
8.	Pecah	107	221	100	90	120	227	865	15%
	Total <i>defect</i>	987	1.270	916	1.145	678	892	5.888	100%

Tabel 4 menjelaskan pengelompokan jenis *defect* komponen knalpot mobil ditemukan delapan jenis *defect* yang terjadi pada komponen knalpot mobil dengan *defect* terbanyak jenis *defect* baret dengan total *defect* selama 6 bulan sebanyak 1.644 pcs dan persentasenya 28% kemudian disusul jenis *defect* *press mark* dengan total *defect* sebanyak 1.305 pcs dan persentasenya 22%, sedangkan jenis *defect* terkecil pada komponen knalpot mobil terdapat pada jenis *defect* penyok dengan total *defect* sebanyak 121 pcs dan persentasenya 2%.

2. Tahap Measure

Tahap *measure* dilakukan untuk menentukan tingkat level *sigma*. Pengukuran dilakukan terhadap data *defect* komponen knalpot mobil selama 6 bulan dengan jumlah unit produksi sebanyak 184.708 pcs dan ditemukan *defect* yang muncul sebanyak 5.888 pcs. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui jumlah *defect* per bulan (*np*) dan proporsi *defect* yang terjadi dengan melakukan perhitungan terhadap data yang diperoleh dari persamaan (4).

a. Menghitung proporsi *defect*

$$p = \frac{np}{ni} \quad (4)$$

Keterangan:

P = Proporsi *defect* per bulan

np = Jumlah produk *defect* per bulan

ni = Jumlah inspeksi produk ke- i per bulan

Berikut ini salah satu contoh perhitungan proporsi *defect* bulan Agustus dengan nilai $np = 987$ pcs dan $ni = 24.750$ pcs adalah:

$$p = \frac{987}{24750}$$

$$p = 0,040$$

b. Menghitung nilai garis pusat atau *Center Line* (CL)

Selanjutnya untuk mencari *center line* dapat dicari dengan menggunakan persamaan (5):

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum ni} \quad (5)$$

Keterangan:

\bar{p} = Rata-rata kerusakan produk

$\sum np$ = Jumlah produk yang rusak

$\sum n$ = Jumlah total inspeksi produk

Berikut ini salah satu contoh hasil perhitungan dari *center line* pada bulan Juli dengan diketahui $\sum np = 5.888$ dan jumlah total inspeksi komponen knalpot $\sum n = 184.708$

$$CL = \bar{p} = \frac{5888}{184708}$$

$$\bar{p} = 0,032$$

c. Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL)

Selanjutnya untuk mencari *center line* dapat dicari dengan menggunakan persamaan (6):

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}} \quad (6)$$

Keterangan:

\bar{p} = Rata-rata kerusakan produk

ni = Jumlah inspeksi ke- i

Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan batas kendali atas (UCL) bulan Juli adalah:

$$UCL = 0,032 + 3 \sqrt{\frac{0,032(1-0,032)}{24750}}$$

$$UCL = 0,050$$

d. Menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

Selanjutnya untuk mencari *center line* dapat dicari dengan menggunakan persamaan (7):

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}} \quad (7)$$

Keterangan:

\bar{p} = Rata-rata kerusakan produk

ni = Jumlah inspeksi ke- i

Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan batas kendali bawah (LCL) bulan Juli adalah:

$$LCL = 0,032 - 3 \sqrt{\frac{0,032(1-0,032)}{24750}}$$

$$LCL = 0,032 - 0,002$$

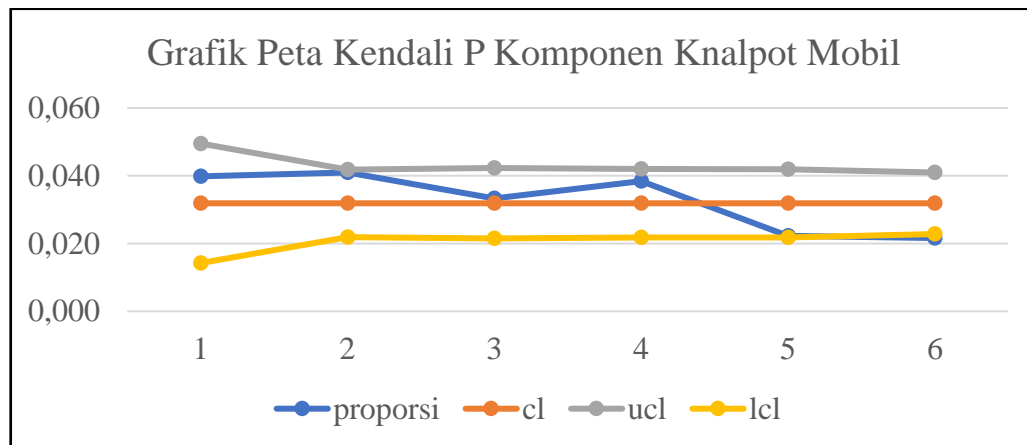
$$LCL = 0,014$$

Untuk mengetahui perhitungan nilai p, CL, UCL dan LCL selama bulan Juli sampai dengan bulan Desember dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Nilai p, CL, UCL dan LCL.

No.	Bulan ke-	Jumlah unit inspeksi	Jumlah defect	proporsi	CL	UCL	LCL
1	Juli	24.750	987	0,040	0,032	0,050	0,014
2	Agustus	31.000	1.270	0,041	0,032	0,042	0,022
3	September	27.500	916	0,033	0,032	0,042	0,021
4	Oktober	29.780	1.145	0,038	0,032	0,042	0,022
5	November	30.428	678	0,022	0,032	0,042	0,022
6	Desember	41.250	892	0,022	0,032	0,041	0,023

Setelah dilakukan perhitungan pada tabel 5 dapat diketahui rata-rata nilai p sebesar 0,033, rata-rata nilai CL sebesar 0,032, rata-rata nilai UCL sebesar 0,043 dan rata-rata nilai LCL sebesar 0,021. Berdasarkan pengolahan data, kemudian dibuat peta kendali P, dapat dilihat pada gambar berikut ini,



Gambar 1. Grafik Peta Kendali P Komponen Knalpot Mobil.

Pada gambar 1 grafik peta kendali P komponen knalpot mobil dapat dikatakan bahwa tidak ada data ekstrim yang melompati UCL. Terlihat pada bulan pertama sampai dengan bulan keempat nilai proporsi berada di atas CL dan di bawah UCL yang artinya penyimpangan masih dalam daerah terima, kemudian pada bulan kelima menunjukkan penurunan hingga mendekati garis LCL dan dilanjutkan pada bulan keenam pengendalian kualitas terlihat cukup baik dibuktikan dengan proporsi *defect* yang melompati LCL hal ini menunjukkan pengendalian kualitas terlihat baik dengan hasil produksi pada bulan keenam sebanyak 41.250 pcs dan jumlah *defect* sebanyak 892 pcs. Dari gambar 1 grafik peta kendali P bahwa pengendalian kualitas terlihat baik, tetapi tetap diperlukan perhitungan DPMO untuk mengetahui berada pada level *sigma* berapa pengendalian kualitas yang terjadi.

e. Perhitungan nilai DPU

Untuk menghitung *Defect Per Unit* (DPU) dapat dicari dengan menggunakan persamaan (1):

$$DPU = \frac{np}{ni} \quad (1)$$

Keterangan:

np = Total *defect*

ni = Total produksi

Berikut adalah salah satu hasil perhitungan nilai DPU bulan Juli:

$$DPU = \frac{987}{24750}$$

$$DPU = 0,040$$

Untuk mengetahui perhitungan *Defect Per Unit* (DPU) pada komponen knalpot mobil selama bulan Juli sampai dengan bulan Desember dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Perhitungan DPU Komponen Knalpot Mobil.

Periode	Jumlah Inspeksi (ni)	Jumlah <i>Defect</i> (np)	DPU
Juli	24.750	987	0,040
Agustus	31.000	1.270	0,041
September	27.500	916	0,033
Oktober	29.780	1.145	0,038
November	30.428	678	0,022
Desember	41.250	892	0,022
Jumlah	184.708	5.888	0,197

Dilihat pada tabel 6 memberikan hasil perhitungan nilai *Defect Per Unit* (DPU) setelah dilakukan persamaan maka didapatkan nilai DPU terbesar terdapat pada bulan Agustus dengan nilai DPU 0,041, sedangkan nilai terendah DPU terdapat pada bulan November dan Desember dengan nilai 0,022.

f. Menghitung *Defect Per Opportunities* (DPO)

Selanjutnya untuk mencari DPO dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2):

$$DPO = \frac{\text{Banyak produk cacat}}{\text{Banyak produk yang diteliti} \times CTQ} \quad (2)$$

Berikut ini salah satu contoh hasil perhitungan dari DPO pada bulan juli dengan produk cacat sebanyak 987 pcs kemudian produk yang diteliti sebanyak 24750 dan diketahui CTQ 8:

$$DPO = \frac{987}{24750 \times 8}$$

$$DPO = 0,004985$$

Untuk mengetahui nilai DPO selama bulan Juli sampai dengan bulan Desember dapat dilihat pada tabel 7 berikut:

Tabel 7 Hasil Perhitungan Nilai DPO Komponen Knalpot Mobil.

Periode	Jumlah Inspeksi (ni)	Jumlah <i>Defect</i> (np)	DPU	DPO
Juli	24.750	987	0,04	0,004985
Agustus	31.000	1.270	0,041	0,005121
September	27.500	916	0,033	0,004164
Oktober	29.780	1.145	0,038	0,004806
November	30.428	678	0,022	0,002785
Desember	41.250	892	0,022	0,002703
Jumlah	184.708	5.888		

Pada tabel 7 menunjukkan hasil perhitungan nilai DPO komponen knalpot mobil dengan nilai DPO tertinggi 0,005121 terdapat pada bulan Agustus dengan jumlah inspeksi produk sebanyak 31.000 pcs dan jumlah *defect* sebanyak 1.270 pcs, sedangkan nilai terkecil DPO yakni 0,002703 terletak pada bulan Desember dengan jumlah inspeksi produk sebanyak 41.250 pcs dan jumlah *defect* sebanyak 892 pcs.

g. Perhitungan DPMO dan Level *Six Sigma*

Defect per Million Opportunities pada komponen knalpot mobil bulan Juli dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3):

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (3)$$

Berikut ini salah satu contoh perhitungan DPMO pada bulan juli:

$$DPMO = 0,004985 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 4984,85$$

Nilai DPMO dikonversi menjadi nilai *sigma* dengan menggunakan *microsoft excel* dengan rumus perhitungan konversi Nilai DPMO = NORMSINV ((1.000.000-DPMO)/1.000.000) + 1.5 [13]. Dapat dilihat pada tabel 8 berikut perhitungan nilai DPMO dan level *sigma* pada komponen knalpot mobil selama bulan Juli sampai dengan bulan Desember.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Nilai DPMO dan Level *Sigma* Komponen Knalpot Mobil

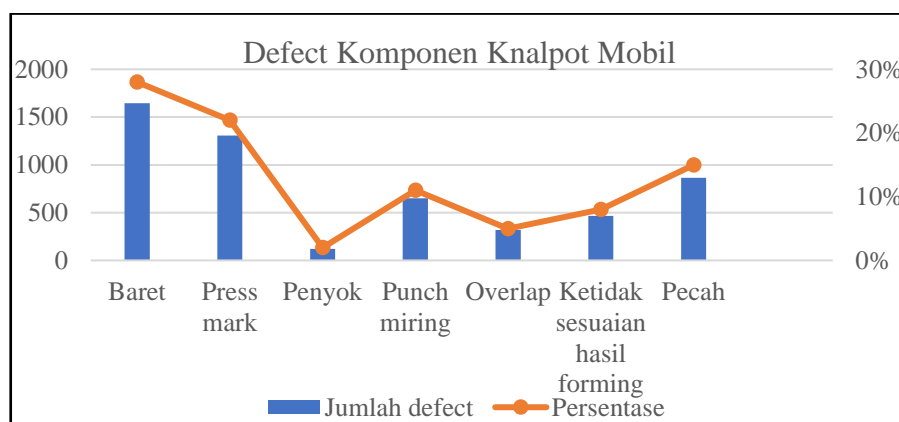
Periode	Jumlah Inspeksi (ni)	Jumlah Defect (np)	DPU	DPO	DPMO	Nilai Sigma
Juli	24.750	987	0,04	0,004985	4984,85	4,08
Agustus	31.000	1.270	0,041	0,005121	5120,97	4,07
September	27.500	916	0,033	0,004164	4163,64	4,14
Oktober	29.780	1.145	0,038	0,004806	4806,08	4,09
November	30.428	678	0,022	0,002785	2785,26	4,27
Desember	41.250	892	0,022	0,002703	2703,03	4,28
Jumlah	184.708	5.888				

Berdasarkan perhitungan nilai DPMO dan level *sigma* pengendalian kualitas komponen knalpot mobil di PT XYZ dalam data laporan dari bulan Juli sampai dengan Desember didapatkan jumlah produksi sebanyak 184.708 pcs kemudian didapati 5.888 pcs komponen knalpot mobil mengalami *defect*. Setelah didapati jumlah hasil produksi dan *defect* pada komponen knalpot mobil selama 6 periode dilakukan perhitungan DPMO dengan hasil nilai DPMO 4093,975 yang artinya terdapat 4093,975 produk komponen knalpot mobil yang mengalami *defect* dalam satu juta produksi dengan nilai *sigma* 4 maka pengendalian kualitas bisa dikatakan masih belum baik karena masih jauh dari nilai 6 *sigma* yang memiliki kriteria 3,4 DPMO. Karena masih jauh dari nilai 6 *sigma* maka seharusnya ada peningkatan untuk penekanan angka *defect* agar dapat meningkatkan level *sigma* perusahaan dan mampu untuk bersaing dengan perusahaan kelas dunia.

3. Tahap Analyze

Tahap analisis permasalahan dapat dilakukan setelah menemukan fakta dan data. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah analisis diagram pareto dan diagram *fishbone*.

a. Analisis diagram pareto

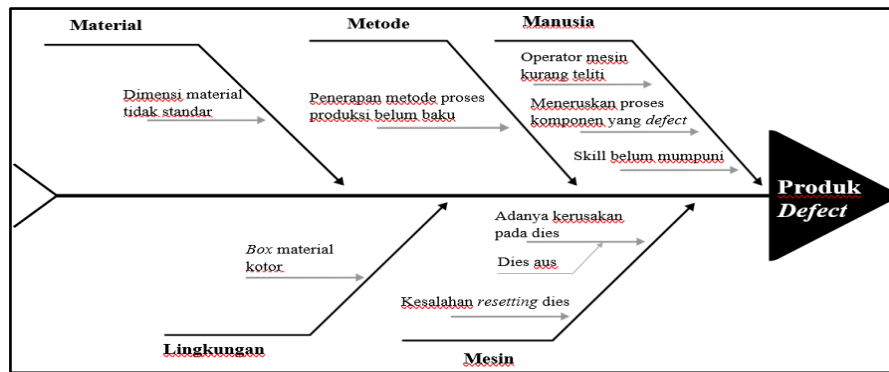


Gambar 2. Diagram Pareto Komponen Knalpot Mobil.

Terlihat dari gambar 2 diagram pareto bahwa nilai *defect* komponen knalpot tertinggi yaitu berada pada jenis *defect* baret dengan jumlah komponen *defect* 1.644 pcs dengan persentase 28%, kemudian disusul dengan *defect* komponen knalpot tertinggi kedua yaitu pada jenis *defect* *press mark* dengan jumlah komponen *defect* sebanyak 1.305 pcs dengan persentase 22%. Sedangkan jumlah *defect* komponen terendah terdapat pada jenis komponen *defect* jenis penyok dengan jumlah komponen *defect* sebanyak 121 pcs dengan persentase 2%.

b. Diagram *fishbone*

Dalam diagram *fishbone* penyebab *defect* dikelompokkan menjadi 5 faktor yakni manusia, mesin, material, metode dan lingkungan. Berikut ini adalah uraian faktor-faktor penyebab terjadinya kecacatan pada komponen knalpot mobil.



Gambar 3. Diagram *Fishbone* Produk *Defect* Komponen Knalpot Mobil.

4. Tahap Control

Pada tahap control merupakan tahap akhir yang dilakukan pada metode DMAIC untuk dapat membakukan pengendalian kualitas dalam mengurangi *defect* yang terjadi. Tindakan yang diharapkan dapat mengurangi atau mencegah terjadinya *defect* antara lain: (1) Melakukan pelatihan terhadap operator mesin dan memberikan edukasi tentang material yang akan diproses serta selalu menerapkan SOP saat bekerja. (2) Selalu melakukan inspeksi berkala secara mandiri dan melaporkan hasil inspeksi terhadap QC jika didapati hal-hal yang tidak diinginkan. Kemudian melakukan inspeksi disaat ganti model pengerjaan dengan QC dan QC diharapkan melakukan metode inspeksi ATA (Awal, Tengah, Akhir). (3) Meperhatikan lingkungan kerja terutama pada tempat material dan area mesin dan selalu menjalankan 5S ditempat kerja.

5. 5 Why Method

Metode *5 why's analysis* merupakan konsep yang terstruktur guna memahami akar penyebab dari suatu masalah dengan cara mengajukan pertanyaan “mengapa” secara berulang-ulang sehingga nantinya dapat menentukan tindakan korektif yang efektif guna mengurangi insiden dan mencegah kecacatan yang berulang [19]. Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya *defect* yakni dari faktor manusia, mesin, metode, material dan lingkungan yang digunakan untuk menjelaskan akar permasalahan dengan metode *Root Cause Analysis* (RCA) pada tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. *Root Cause Analysis* Dengan Menggunakan Metode *5 Why's*

<i>Defect</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
Manusia	Operator mesin kurang teliti	Tergesa-gesa pada saat bekerja	Operator kelelahan dan tidak fokus	Operator terfokus pada target dan hasil	Tenaga operator terbatas
	Meneruskan proses komponen yang <i>defect</i>	Kurang memperhatikan kondisi komponen dengan baik	Tidak melakukan perbandingan dan melihat <i>master</i> komponen	Cek mandiri tidak dilakukan	
	Skill operator mesin yang belum mumpuni	Operator mesin kurang pengalaman	Operator mesin kurang <i>improvement</i>	Tidak menerapkan cara bekerja pada saat <i>training</i>	Tidak adanya pelatihan khusus pada operator setiap bulan
Mesin	Adanya kerusakan pada dies	Dies sudah tua	<i>Tools</i> dies tidak diupgrade	Tidak dilakukan <i>maintenance</i> yang rutin	Belum adanya penjadwalan <i>maintenance</i> yang rutin
	Kesalahan <i>resetting</i> dies	DH dies tidak sesuai	Tidak ada keterangan tinggi DH pada dies	Tinggi dies tiap varian berbeda	Belum dibuatkannya katalog pada <i>setting</i> dies tiap varian

Metode	Penerapan metode proses produksi belum baku	Perlakuan pada setiap varian komponen berbeda	Kurangnya pemahaman tentang perlakuan pada material	Tidak ada sosialisasi tentang perlakuan material yang akan diproses	Belum dibuatkannya metode proses produksi pada setiap varian
Material	Ukuran material tidak sesuai standar komponen	Ukuran material yang berbeda-beda	Blanking material tidak presisi	Blanking material berasal dari <i>supplier</i>	Penerimaan material tidak dilakukan pengukuran dimensi
Lingkungan	Tidak memperhatikan kebersihan box	Membiarkan gram yang terjatuh di dalam box	Minimnya tanggung jawab pekerja terhadap kebersihan	Tidak mengganti karton pada box material	Tidak melaksanakan 5S

Berdasarkan tabel 9 *root cause analysis* dengan menggunakan metode 5 *Why's* penyebab *defect* pada komponen knalpot mobil dipengaruhi oleh 5 faktor yakni manusia, mesin, metode, material dan lingkungan. Faktor yang paling dominan terjadi pada faktor manusia diantaranya yaitu karena operator mesin kurang teliti, meneruskan proses komponen yang *defect* dan skill operator mesin yang belum mumpuni.

6. Rekomendasi Perbaikan

Ditahap ini semua langkah strategis disusun kemudian diimplementasikan untuk dapat mereduksi tingkat kecacatan. Perbaikan ini bertujuan untuk memberikan *output* komponen yang berkualitas tinggi. Rencana perbaikan dari hasil penyebab kecacatan didasarkan dengan wawancara secara langsung dengan kepala bagian produksi, staff produksi dan *quality control* dan didapatkan rencana perbaikan sebagai berikut:

1. Faktor Manusia

- Menambah tenaga pekerja *helper* atau *dandori* untuk membantu operator.
- Melakukan pengecekan secara ATA (Awal, Tengah, Akhir) pada saat proses produksi untuk meminimalisir kesalahan yang dilakukan oleh karyawan [5].
- Meningkatkan pelatihan terkait *tools* yang digunakan dan proses produksi agar karyawan lebih terampil dalam menjalankan tugas [20].

2. Faktor Mesin

- Pengadaan penjadwalan rutin untuk perawatan dies.
- Dilakukan pemberian katalog terkait spesifikasi dies dan cara pengoperasiannya setiap varian.
- Melakukan perawatan mesin secara rutin, tidak hanya dilakukan ketika mesin mengalami kerusakan (*preventive maintenance*) [20].
- Menyediakan suku cadang mesin yang sering rusak agar tidak menghambat proses produksi [20].

3. Faktor metode

Dilakukan penyusunan SOP pada proses produksi setiap varian yang meliputi cara kerja dan perlakuan terhadap material setiap varian yang diproses.

4. Faktor material

- Pemeriksaan disusun SOP terkait bahan baku yang diterima agar pengecekan bisa lebih teliti dan sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan [20].
- Menolak masuk material yang tidak sesuai dengan dimensi standar komponen.

5. Faktor Lingkungan

- Melaksanakan penataan kembali berbasis 5S agar material mudah ditemukan.
- Selalu mengingatkan dan menekankan setiap waktu *briefing* agar 5S dilaksanakan dan dilengkapi poster-poster sebagai pengingat.
- Memberikan *punishment* terhadap pekerja yang tidak bertanggung jawab terhadap 5S.

IV. KESIMPULAN

Hasil dari pengolahan data pengendalian kualitas menggunakan metode *six sigma* dan *Root Cause Analysis (RCA)* dari produksi komponen knalpot mobil yang dilakukan di PT XYZ pada bulan Juli sampai dengan Desember didapati setidaknya ada delapan jenis *defect* yang terjadi pada komponen knalpot mobil dengan total produksi 184.708 pcs selama enam bulan dan didapati produk *defect* 5.888 pcs dan penyumbang *defect* terbanyak terdapat pada jenis *defect* baret hal ini menunjukkan dengan dilakukannya pengolahan data didapati bahwa pengendalian kualitas di PT XYZ menunjukkan level 4 *sigma* yang artinya pengendalian kualitas di PT XYZ masih belum baik karena masih terbelah jauh dari level 6 *sigma*.

Faktor penyebab terjadinya *defect* pada komponen knalpot mobil yaitu manusia, mesin, metode, material dan lingkungan. Penyebab *defect* dari faktor manusia yaitu operator mesin kurang teliti, meneruskan proses komponen yang *defect* dan skill operator yang masih belum mumpuni. Pada faktor mesin penyebabnya adalah adanya kerusakan pada dies dan kesalahan saat melakukan *resetting* dies. Pada faktor metode penyebabnya adalah penerapan metode dalam proses produksi yang masih belum baku. Pada faktor material penyebabnya adalah ukuran material yang akan diproses tidak sesuai dengan standar komponen. Pada faktor lingkungan penyebabnya adalah tidak memperhatikan kebersihan *box* atau tempat material yang digunakan.

Rekomendasi perbaikan dari faktor material yakni pemeriksaan disusun SOP terkait bahan baku yang diterima agar pengecekan bisa lebih teliti dan sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan. Faktor manusia yakni dengan cara meningkatkan pelatihan terkait *tools* yang digunakan dan proses produksi agar karyawan lebih terampil dalam menjalankan tugas. Faktor metode dengan cara dilakukan penyusunan SOP pada proses produksi setiap varian yang meliputi cara kerja dan perlakuan terhadap material setiap varian yang diproses. Faktor mesin yakni dengan cara Melakukan pengecekan kesiapan mesin dengan teliti sebelum digunakan dan setelah digunakan serta dilengkapi dengan petunjuk kerja setiap mesin dan melakukan perawatan mesin secara rutin, tidak hanya dilakukan ketika mesin mengalami kerusakan (*preventive maintenance*). Dan faktor lingkungan yakni dengan cara Melaksanakan penataan kembali berbasis 5S agar material mudah ditemukan serta Selalu mengingatkan dan menekankan setiap waktu *briefing* agar 5S dilaksanakan dan dilengkapi poster-poster sebagai pengingat. Kekurangan dalam penelitian ini tidak membahas tentang biaya kerugian yang dihasilkan dari *defect* komponen knalpot mobil sehingga penelitian ini bisa dilanjutkan dengan menghitung biaya kerugian yang dihasilkan dari *defect* komponen knalpot agar perusahaan dapat menekan jumlah kerugian yang dihasilkan dari kecacatan produk.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan perusahaan PT. XYZ yang telah mendukung penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. Pranata, A. M. Siregar, B. Dharma, W. S. Damanik, and A. R. Nasution, “Mamfaatkan Limbah Skrap Aluminium Untuk Knalpot Sepeda Motor Vega ZR Tahun 2011 Guna Mengurangi Polusi Udara,” *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 4, no. 2, pp. 161–168, Sep. 2021, doi: 10.30596/rmme.v4i2.8077.
- [2] Suhadak and T. Sukmono, “Improving Product Quality With Production Quality Control,” *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 4, no. 2, pp. 41–50, Mar. 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i2.1306.
- [3] S. Supardi and A. Dharmanto, “ANALISIS STATISTICAL QUALITY CONTROL PADA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KULINER AYAM GEPREK DI BFC KOTA BEKASI,” *JIMFE (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)*, vol. 6, no. 2, pp. 199–210, Dec. 2020, doi: 10.34203/jimfe.v6i2.2622.
- [4] H. C. Wahyuni and W. Sulistyowati, “*BUKU AJAR PENGENDALIAN KUALITAS INDUSTRI MANUFAKTUR DAN JASA*.” Sidoarjo: UMSIDA Press, 2020.
- [5] P. Sambodo and A. S. Cahyana, “Desember 2022 Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains dan Teknologi (SENASAINS 5 th.)”
- [6] A. Muhazir, Z. Sinaga, and A. A. Yusanto, “Analisis Penurunan Defect Pada Proses Manufaktur Komponen Kendaraan Bermotor Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA),” *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 66–77, Aug. 2020, [Online]. Available: <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/jktm/index>

- [7] F. Ahmad, “SIX SIGMA DMAIC SEBAGAI METODE PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KURSI PADA UKM,” *JISI : JURNAL INTEGRASI SISTEM INDUSTRI VOLUME*, vol. 6, no. 1, pp. 11–17, 2019, doi: 10.24853/jisi.6.1.11-17.
- [8] T. A. Ashari and Nugroho Anton Yohanes, “ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN KAIZEN (STUDY KASUS: PT XYZ),” *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, vol. 1, no. 10, pp. 2505–2516, Jun. 2022, Accessed: Feb. 10, 2023. [Online]. Available: <http://bajangjournal.com/index.php/JCI>
- [9] N. Yunita and P. Adi, “Identifikasi Proses Produksi Komponen Guide dengan Metode DMAIC pada Supplier PT. X,” *Jurnal Titra*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, Jan. 2019.
- [10] H. Kurnia, Setiawan, and M. Hamsal, “Implementation of statistical process control for quality control cycle in the various industry in Indonesia: Literature review (Implementasi peta kendali statistik untuk gugus kendali mutu pada kasus industri di Indonesia: Kajian literatur),” *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, vol. 2021, no. 2, pp. 194–206, Jul. 2021, [Online]. Available: <https://www.winspc.com/>,
- [11] R. Yohanes and J. Rahardjo, “IMPLEMENTASI LEAN SIX SIGMA UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS SISTEM KINERJA PAYROLL FUNCTION PT X DENGAN MEMINIMALKAN BERBAGAI WASTE,” *Jurnal Titra*, vol. 6, no. 1, pp. 21–28, Jan. 2018.
- [12] A. K. Akmal, R. Irawan, K. Hadi, H. T. Irawan, I. Pamungkas, and Kasmawati, “Pengendalian Kualitas Produk Paving Block untuk Meminimalkan Cacat Menggunakan Six Sigma pada UD. Meurah Mulia,” *Jurnal Optimalisasi*, vol. 7, no. 2, pp. 236–248, Oct. 2021, [Online]. Available: www.jurnal.utu.ac.id/joptimalisasi
- [13] A. Kusumawati and L. Fitriyeni, “Pengendalian Kualitas Proses Pengemasan Gula Dengan Pendekatan Six Sigma,” *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, vol. 1, no. 1, pp. 43–48, Jul. 2017.
- [14] A. Widodo and D. Soediantono, “Benefits of the Six Sigma Method (DMAIC) and Implementation Suggestion in the Defense Industry: A Literature Review,” *INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL AND MANAGEMENT STUDIES (IJOSMAS)*, vol. 3, no. 3, pp. 1–12, 2022.
- [15] D. Sutiyarno and C. Chriswahyudi, “Analisis Pengendalian Kualitas dan Pengembangan Produk Wafer Osuka dengan Metode Six Sigma Konsep DMAIC dan Metode Quality Function Deployment di PT. Indosari Mandiri,” *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, vol. 12, no. 1, pp. 42–51, Apr. 2019, doi: 10.30813/jiems.v12i1.1535.
- [16] H. Irawati, F. Kusnandar, and H. D. Kusumaningrum, “ANALISIS PENYEBAB PENOLAKAN PRODUK PERIKANAN INDONESIA OLEH UNI EROPA PERIODE 2007-2017 DENGAN PENDEKATAN ROOT CAUSE ANALYSIS Rejection Analysis of the Indonesian Fishery Products to European Union (2007-2017) Using Root Cause Analysis,” *Jurnal Standardisasi*, vol. 21, no. 2, pp. 149–160, Apr. 2019.
- [17] M. R. Rosyidi, N. Izzah, and T. K. Najahi, “Seven Tools untuk Menurunkan Kecacatan pada Produk Kopi,” *Jurnal Optimalisasi*, vol. 6, no. 2, pp. 142–155, 2020, [Online]. Available: www.jurnal.utu.ac.id/joptimalisasi
- [18] M. Amerta Ivanda and H. Suliantoro, “ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN METODE SIX SIGMA PADA PROSES PRODUKSI BARECORE PT. BAKTI PUTRA NUSANTARA.”
- [19] R. Nurlailia and E. Pujiyanto, “Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2020,” 2020, [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>,
- [20] N. Izzah and M. F. Rozi, “ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN METODE SIX SIGMA-DMAIC DALAM UPAYA MENGURANGI KECACATAN PRODUK REBANA PADA UKM ALFIYA REBANA GRESIK,” *Jurnal Ilmiah Soulmath : Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, vol. 7, no. 1, pp. 13–26, May 2019, doi: 10.25139/smj.v7i1.1234.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.