

Table Of Content

Journal Cover	2
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED BY
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 25 No. 4 (2024): September

DOI: 10.21070/ijins.v25i4.1188 . Article type: (Innovation in Industrial Engineering)

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Overcoming Quality Control Challenges in Car Exhaust Manufacturing

Mengatasi Tantangan Kontrol Kualitas dalam Pembuatan Knalpot Mobil

Moch. Agung Setiono, Setiono@gmail.com, (0)

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

Atikha Sidhi Cahyana , atikhasidhi@umsida.ac.id, (1)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

⁽¹⁾ Corresponding author

Abstract

PT. XYZ, a manufacturer of car exhaust components, faces significant defect-related challenges, impacting productivity and market competitiveness, particularly in Europe. Over six months, 3.18% of 184,708 produced components were defective. This study aims to determine the sigma level of quality control and identify root causes of defects using the Six Sigma DMAIC method and Root Cause Analysis (RCA). Observations and interviews revealed human error, machine issues, improper methods, substandard materials, and environmental factors as key contributors to defects. The sigma level was found to be 4, indicating suboptimal quality control. Recommendations for improvement include SOP development, operator training, standardized production methods, regular machine maintenance, and 5S organizational practices. Implementing these could reduce defects and improve productivity.

Highlight:

- **Defect Rate:** 3.18% in 184,708 components.
- **Sigma Level:** Evaluated at level 4.
- **Improvements:** Implement SOPs, training, maintenance, 5S practices.

Keyword: Quality Control, Six Sigma, Root Cause Analysis, Manufacturing, Car Exhaust Components

Published date: 2024-06-12 00:00:00

Pendahuluan

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-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. 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 presentasenya adalah 2,22%. Bulan Desember total produksi sebanyak 41.250 dan 892 produk cacat sehingga presentasenya 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. 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.

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.

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. 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. 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 *intense* terhadap pengendalian kualitas. 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.

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.

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. *Six sigma* diartikan sebagai metoda pemecahan masalah yang sistematis menggunakan DMAIC (*Define, Measure, Analysis, Improve Dan Control*). Pengertian *define* yakni didefinisikan menyeleksi setiap masalah yang ada, tahap *define* digunakan menentukan tujuan yang ingin dicapai. Definisi *measure* yaitu untuk menentukan tingkat *sigma*, metode penelitian mengambil data laporan produksi dan cacat. Definisi *analyze* merupakan pemeriksaan terhadap proses fakta dan data untuk mendapatkan pemahaman mengenai penyebab terjadinya suatu permasalahan. Definisi tahap *improve* ialah merupakan perbaikan, ditahap ini semua langkah strategis 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. *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 . 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) . Tabel 1 berikut menjelaskan konfersi level *sigma* yang disederhanakan.

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

Table 1. Konfersi Sigma Yang Disederhanakan

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 mengeliminasi sumber utama dari permasalahan melalui pendekatan (DMAIC) . Untuk dapat mengetahui nilai *sigma* dapat dilakukan dengan rumus berikut :

$$DPU = (1)$$

$$DPO = (2)$$

1. Menghitung *Defect Per Unit* (DPU)
2. Menghitung *Defect Per Opportunities* (DPO)
3. Menghitung *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

$$DPMO = DPO (3)$$

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 . 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 .

Metode

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:



Figure 1.

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.

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.

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

Defect	Gambar	Keterangan
Kendali kualitas hasil chering		Material yang digunakan tidak sempurna
Retak		Tarikan atau tekanan besar
Piez ment		Terbuh
Ponyak		Body korosi dari cat

ijins © Dikembangkan oleh Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License. This work is distributed as reproduction in other forms in general, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are acknowledged and a publication in this journal is cited in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Pasak miring		Lubang tidak tegak
Chering		Ujung pipa selay
Kendali kualitas hasil chering		Melenceng
Pecah		Ujung korosi dari cat

Figure 2. *Jenis Defect Pada Komponen Knalpot Mobil*

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.

No.	Bulan ke-	Jumlah hasil produksi	Jumlah defect
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

Table 2. *Data Pada Komponen Knalpot Mobil,*

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.

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

Table 3. *Jenis Dan Jumlah Defect Pada Komponen Knalpot Mobil.*

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%.

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).

$$p = (4)$$

Keterangan:

P= Proporsi *defect* per bulan

n_p = Jumlah produk *defect* per bulan

n_i = Jumlah inspeksi produk ke- i per bulan

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

$p =$

$p = 0,040$

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

$CL =$ (5)

Keterangan:

= Rata-rata kerusakan produk

= Jumlah produk yang rusak

= Jumlah total inspeksi produk

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

$CL =$

$= 0,032$

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

$UCL = + 3(6)$

Keterangan:

= Rata-rata kerusakan produk

n_i = Jumlah inspeksi ke- i

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

$UCL = 0,032 + 3$

$UCL = 0,050$

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

$LCL = - 3(7)$

Keterangan:

= Rata-rata kerusakan produk

n_i = Jumlah inspeksi ke- i

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

$LCL = 0,032 - 3$

$LCL = 0,032 - 0,002$

$LCL = 0,014$

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

No.	Bulan ke-	Jumlah unit	Jumlah	proporsi	CL	UCL	LCL
-----	-----------	-------------	--------	----------	----	-----	-----

		inspeksi	defect				
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

Table 4. Hasil Pengukuran Nilai *p*, *CL*, *UCL* dan *LCL*.

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,

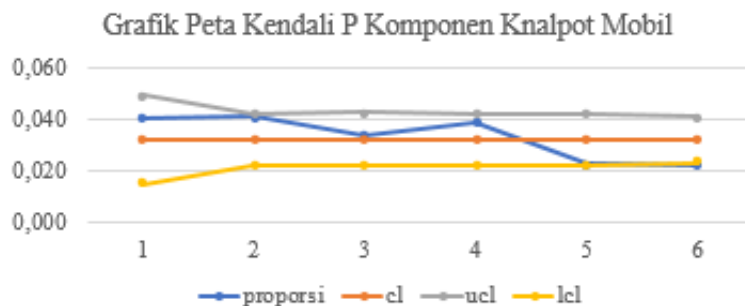


Figure 3. Hasil Perhitungan *DPU* Komponen Knalpot Mobil.

Pada gambar 1 grafik peta kendali *P* komponen knalpot mobil dapat dikatakan bahwa tidak ada data ekstrim yang melompati keluar dari *UCL*. Terlihat pada bulan pertama sampai dengan bulan keempat nilai proporsi berada di atas *CL* dan di bawah *UCL* yang artinya penyimpangan masih didalam daerah terima, kemudian pada bulan kelima menunjukkan penurunan hingga mendekati garis *LCL* dan dilanjut pada bulan keenam pengendalian kualitas terlihat cukup baik dibuktikan dengan proporsi *defect* yang melompati keluar dari *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.

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

$$DPU = (1)$$

Keterangan:

np = Total *defect*

ni = Total produksi

Berikut adalah salah satu hasil perhitungan nilai *DPU* bulan Juli:

$$DPU =$$

$$DPU = 0,040$$

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

Periode	Jumlah Inspeksi (<i>ni</i>)	Jumlah Defect (<i>np</i>)	<i>DPU</i>
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
--------	---------	-------	-------

Table 5. Hasil Perhitungan DPU Komponen Knalpot Mobil.

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.

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

$$DPO = (2)$$

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:

$$DPO =$$

$$DPO = 0,004985$$

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

Periode	Jumlah Inspeksi (ni)	Jumlah Defect (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		

Table 6. Hasil Perhitungan Nilai DPO Komponen Knalpot Mobil.

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.

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

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

Berikut ini salah satu contoh perhitungan DPMO pada bulan juli:

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

$$DPMO = 4984,85$$

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

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				

Table 7. Hasil Pengukuran Nilai DPMO dan Level Sigma Komponen Knalpot Mobil

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* tagar dapat meningkatkan level *sigma* perusahaan dan mampu untuk bersaing dengan perusahaan kelas dunia.

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

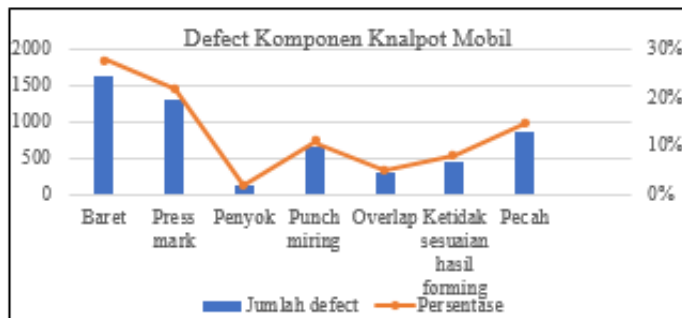


Figure 4. Diagram Pareto Komponen Knalpot Mobil.

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%.

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.



Figure 5. Diagram *Fishbone* Produk *Defect* Komponen Knalpot Mobil.

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) Memperhatikan lingkungan kerja terutama pada tempat material dan area mesin dan selalu menjalankan 5S ditempat kerja.

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. 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.

Defect	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
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 defect	Kurang memperhatikan kondisi komponen dengan baik	Tidak melakukan perbandingan dan melihat master komponen	Cek mandiri tidak dilakukan	
	Skill operator mesin yang belum mumpuni	Operator mesin kurang pengalaman	Operator mesin kurang improvement	Tidak menerapkan cara bekerja pada saat training	Tidak adanya pelatihan khusus pada operator setiap bulan
Mesin	Adanya kerusakan pada dies	Dies sudah tua	Tools dies tidak diupgrade	Tidak dilakukan maintenance yang rutin	Belum adanya penjadwalan maintenance yang rutin
	Kesalahan resetting dies	DH dies tidak sesuai	Tidak ada keterangan tinggi DH pada dies	Tinggi DH dies tiap varian berbeda	Belum dibuatkannya katalog pada setting 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 supplier	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

Table 8. *Root Cause Analysis Dengan Menggunakan Metode 5 Why's*

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.

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:

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 .

Meningkatkan pelatihan terkait *tools* yang digunakan dan proses produksi agar karyawan lebih terampil dalam menjalankan tugas .

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*) .

Menyediakan suku cadang mesin yang sering rusak agar tidak menghambat proses produksi .

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

Faktor metode

Faktor material

Pemeriksaan disusun SOP terkait bahan baku yang diterima agar pengecekan bisa lebih teliti dan sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan .

Menolak masuk material yang tidak sesuai dengan dimensi standar komponen.

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.

Simpulan

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 terbilang 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.

References

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. doi: [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 N. A. 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. [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. Sutiarno 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