

# Analisa cacat *painting* komponen *automotive* dengan pendekatan *DMAIC-FMEA*

Supriyati<sup>1</sup>, Hasbullah<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Industri, Politeknik Meta Industri, Cikarang, Bekasi

<sup>2</sup>Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta

Corresponding author: supriyati0181@gmail.com

---

**Abstrak.** Persaingan antar kompetitor yang semakin ketat menuntut industri *painting* komponen *automotive* untuk meningkatkan kualitas produk. Cacat visual mendominasi produk hasil proses *painting*. Tingginya cacat menyebabkan penurunan kualitas, target KPI yang ditetapkan belum tercapai, rata-rata cacat selama 1 tahun sebesar 5.4% dari target sebesar 4.2%. Penerapan *six sigma* mampu menganalisa cacat yang terjadi pada produksi. Untuk meningkatkan kualitas dan menganalisa ketidaksesuaian produk pada penelitian ini digunakan pendekatan *DMAIC* dan *FMEA*. Beberapa perbaikan dilakukan untuk memastikan tujuan dapat tercapai, dari analisa diketahui persentase cacat tertinggi di Line 1 sebesar 6.86% dan jenis cacat bintik/kotor tertinggi sebesar 36.3%, nilai *DPMO* 7619, dan *sigma value* 3.9. Analisa dengan *FMEA* berdasarkan 8 nilai *RPN* tertinggi menjadi prioritas perbaikan, faktor utama yang mempengaruhi bintik/kotor berasal dari mesin. Perawatan dan pembersihan secara rutin perlu lebih ditekankan, material chemical yang mudah terkontaminasi perlu penanganan khusus, perubahan design hanger dengan menambahkan piringan perlu dilakukan untuk mencegah kotoran jatuh ke produk.

*Kata kunci:* kualitas, cacat, bintik/kotor, *DMAIC*, *six sigma*, *FMEA*.

**Abstract.** Increasing competition among competitors demands the automotive component painting industry to improve product quality, visual impairment dominates painting process product. High defects lead to quality degradation, set KPI targets have not been achieved, 1-year average defects are 5.4% from 4.2% targets. Six Sigma applications are able to analyse defects occurring in production. To improve the quality and analysis of product inconsistency in this study used the *DMAIC* and *FMEA* approaches. A number of improvements have been made to ensure that the objectives are met, from the analysis it was found that the highest percentage of defects in Line 1 was 6.86% and type of spot/dirty was 36.3%, *DPMO* value 7619 and *sigma value* 3.9. The analysis with *FMEA* based on the highest 8 *RPN* values is the priority of improvement, the main factor influencing spot/dirty from the machine. Regular maintenance and cleaning need to be emphasized, easily contaminated chemicals require special handling, alterations of hanger design by adding dishes should be done to prevent dirt from falling into product.

*Keywords:* quality, defects, spots/dirty, *DMAIC*, *six sigma*, *FMEA*.

---

## 1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun kebelakang perusahaan yang bergerak di bidang *automotive* kendaraan roda dua mengalami pasang surut penjualan. Fluktuasi penjualan disebabkan oleh beberapa faktor, di Indonesia penjualan kendaraan roda dua dalam 10 tahun terakhir sampai tahun 2018 rata-rata sebesar 10%. Selama jangka waktu tersebut penjualan sepeda motor dalam 4 tahun terakhir sempat mengalami penurunan, menurunnya tingkat penjualan disebabkan kenaikan BBM, sektor riil yang tidak banyak bergerak, kenaikan tarif listrik. Banyak kebutuhan pokok lain yang harus dipenuhi menyebabkan melemahnya daya beli masyarakat. Namun demikian, industri kendaraan roda dua harus terus berinovasi untuk menarik minat konsumen dan produk yang dihasilkan mampu bersaing dipasar otomotif.

Melihat trend penjualan, menjadi tantangan tersendiri bagi industri kendaraan roda dua. Tantangan yang dihadapi bukan sekedar bagaimana menciptakan produk yang diminati konsumen, lebih dari itu beberapa faktor seperti perang dagang antara Amerika Serikat dengan Cina, pelemahan nilai mata uang, dan kenaikan suku bunga ("Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia," 2019). Meskipun mengalami pasang surut namun berbagai hambatan industri kendaraan roda dua tetap eksis menjadi primadona masyarakat. Beberapa strategi diterapkan oleh industri kendaraan roda dua yakni membuat desain dan posisi harga produk mirip dengan para kompetitor yang sukses, menguasai kanal-kanal digital utama sumber informasi publik. Tahun 2018 penjualan sepeda motor mengalami kenaikan dibandingkan tahun sebelumnya, berdasarkan data dari ("Asosiasi Industri

Sepeda Motor Indonesia,” 2019), kenaikan penjualan tahun 2018 menjadi harapan baru bagi industri otomotif roda dua, dengan kenaikan penjualan maka produksi nasional diperkirakan akan bertambah dalam beberapa tahun kedepan.

Data wholesales (penjualan dari pabrik ke dealer) yang dirilis Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) menyatakan skutik menyumbang penjualan sebesar 83,73% dari total penjualan sepeda motor periode Januari-April 2018. Sedangkan selama 1 tahun mengalami kenaikan sebesar 84,6% dari pasar nasional. Ketika motor skutik mengalami kenaikan penjualan ditahun 2018, dilain sisi 2 type motor mengalami penurunan. Type motor bebek (CUB) mengalami penurunan penjualan 7.9% dari total penjualan nasional dibanding tahun sebelumnya 8.4%, sedangkan model sport hanya menyumbang 7.5% total penjualan nasional menurun dibandingkan dengan tahun sebelumnya sebesar 9.2% dari total penjualan nasional. Kontribusi salah industri kendaraan roda dua merk Honda mendominasi penjualan sebesar 74.55%, dan 25.45% merk lain.

Secara keseluruhan kualitas kendaraan roda dua dipengaruhi oleh kualitas dari komponennya, komponen kendaraan roda dua diproduksi terpisah dengan proses perakitan. Dalam proses perakitanya, industri automotive kendaraan roda dua didukung oleh beberapa jenis industri khusus yang memproduksi komponen. Industri komponen terdiri dari beberapa jenis proses. Beberapa proses produksi komponen kendaraan roda dua meliputi proses *casting*, *Injection*, *forging*, *machining*, *stamping*, *painting* dan beberapa proses pendukung lainnya. Masing-masing proses produksi memiliki fungsi dan tujuan atas produk yang dihasilkan, dari beberapa jenis proses produksi, proses *painting* part automotive menjadi tempat penelitian kali ini. Proses *painting* merupakan proses melapisi part automotive dengan beberapa lapisan yang terdiri dari Primer, cat, thinner dan clear, material tersebut mengandung zat kimia dan bersifat cair. Material yang berasal zat cair mudah terkontaminasi sehingga kualitas produk setelah *painting* harus benar-benar diperhatikan. Latar belakang dilakukan penelitian, tingginya cacat yang terjadi pada proses *painting* menyebabkan menurunnya kualitas produk tersebut. Penurunan kualitas dapat dilihat dari pencapaian atau KPI rata-rata selama 1 tahun hanya tercapai sebesar 5.4% dengan target yang sudah ditetapkan sebesar 3.2%. Cacat merupakan masalah bagi semua kegiatan industri atau organisasi karena akan mengganggu proses berikutnya selain berpengaruh terhadap cost of quality dan kepuasan konsumen.

Untuk memperbaiki proses produksi dengan menurunkan cacat diperlukan langkah-langkah yang tepat, penelitian (Tlapa et al., 2016) menunjukkan bahwa *critical succes factor* yang dikelompokkan kedalam gagasan *management support (TMS)*, *implementation strategy (IS)*, dan *collaborative team (CT)* memiliki dampak positif pada *project performance (PP)* yang diukur dengan pengurangan biaya, pengurangan variasi, dan peningkatan kualitas pada perusahaan manufaktur. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan perbaikan atau menurunkan cacat, penelitian (Kapuria et al., 2017) mengidentifikasi cacat tertinggi menggunakan pareto dan menganalisis sebab akibat untuk mencari akar masalah serta kaizen digunakan untuk perbaikan terus menerus dengan tujuan meminimasi terjadinya cacat. Beberapa teknik statistik digunakan dalam pengendalian kualitas, keberhasilan implementasi *SPC* juga ditemukan pada industri lain, sedangkan pada industri pulp dan kertas Implementasi *SPC* berhasil menurunkan jumlah penyimpangan (Rantamaki et al., 2013). *Six sigma* sebagai salah satu metode digunakan untuk menganalisa faktor penyebab terjadinya cacat dan sebagai baseline untuk kontrol kualitas serta *FMEA* untuk menganalisa faktor apakah yang mendominasi cacat pada industri *painting* komponen automotive tersebut.

## 2. Kajian Pustaka

Kualitas merupakan kepuasan pelanggan sepenuhnya (*full customer satisfaction*), sesuai dengan apa yang diharapkan. Perbaikan kualitas dengan identifikasi dan mencari faktor penyebab menggunakan ishikawa diagram, untuk tindakan korektif dengan *PFMEA* serta memperbaiki tingkat capability dengan pendekatan *DMAIC* (Sharma et al., 2018). Untuk meningkatkan kualitas produk, pendekatan *DMAIC* dalam six sigma dapat menurunkan defect (Gandhi at al., 2019). Metodologi *DMAIC* mempunyai peran mengurangi cacat dalam pembuatan produk di India dengan penurunan standard deviasi, meningkatkan indek kapabilitas proses (cp) dan cpk (Gupta et al., 2018). Penerapan *Six Sigma DMAIC* di industri manufaktur tidak mudah dilakukan secara efektif dan terus menerus, management puncak perlu berperan dalam komitmen tersebut. Hasil dari implementasi *DMAIC* dapat diterapkan pada industry manufaktur namun belum menjadi rekomendasi untuk jenis industri lain yang sama (Rantamaki at al., 2013)

*Define*-Mendefinisikan secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan dan strategi perusahaan. Alat statistik yang digunakan *process map*, *flowchart*, *value stream map*, dan *SIPOC diagram* yang menggambarkan detail secara visual sehingga membantu memahami perubahan apa yang harus dilakukan dalam proses. *Measure*-Mengevaluasi dan mengetahui proses yang ada pada saat ini, dalam pengukuran harus ada *flow chart* proses yang komprehensif. Semua langkah-langkah

utama dan identifikasi seluruh seluruh flow proses, beserta supplier dan pelanggan, daftar terkait dengan kepuasan pelanggan atau CTQ, kemampuan sistem pengukuran harus didokumentasikan, asumsi apa pun yang dibuat selama pengumpulan data harus diperhitungkan, melakukan pengukuran kinerja pada proses yang sedang berlangsung dan mengumpulkan data yang relevan, menetapkan karakteristik kualitas/CTQ potensial dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan.

Dalam terminologi *Quality Engineering* (Montgomery, 2009) menyatakan bahwa setiap produk memiliki nilai yang mendeskripsikan apa yang dilihat pelanggan sebagai kualitas. Parameter tersebut dikenal dengan karakteristik kualitas atau karakteristik *critical-to-quality* (CTQ). *Analyze*-Menggunakan data untuk menentukan hubungan sebab dan akibat dalam proses dan memahami berbagai sumber variabilitas, dengan menentukan penyebab potensial cacat, masalah kualitas, masalah pelanggan, waktu siklus dan masalah proses. *Improve*-Dalam mengukur dan menganalisis, identifikasi potensi sumber variabilitas berbagai tools/alat dapat digunakan dalam langkah perbaikan, tujuan langkah perbaikan untuk mengembangkan solusi dari masalah (Montgomery, 2009). Usulan perbaikan berdasarkan analisa masalah yang dilakukan, nilai RPN tertinggi menjadi prioritas dalam usulan tersebut. *Control*- Dilakukan untuk pengembangan dari hasil penelitian dan mengimplementasikan monitoring dan *continuous improvement*, mendokumentasikan *sop*, melakukan pengendalian terhadap proses secara terus menerus untuk meningkatkan kapabilitas proses. Perbaikan produk pada proses untuk menghasilkan produk yang sempurna dengan prinsip *six sigma*. Untuk meminimalkan produk cacat perlu dilakukan kontrol terhadap kualitas produk, *six sigma* sebagai alat untuk membantu mengontrol kualitas produk (Hernadewita et al., 2019). Untuk peningkatan proses secara efektif maka strategi yang paling cocok adalah *Six sigma* dengan penerapan DMAIC (Suresh et al., 2016) sedangkan pendekatan *six sigma* digunakan dalam strategi mencapai peningkatan dan keunggulan proses dalam suatu organisasi perusahaan, pemilihan parameter kritis sebagai langkah dalam melakukan analisa menjadi faktor penentu keberhasilan *six sigma* (Rathi & Khanduja, 2016). *Six sigma* untuk menentukan karakteristik CTQ, penyebab, mengidentifikasi sumber variasi dan penerapan rencana control serta cara paling efisien dalam meningkatkan dan memanfaatkan sumber daya (Ganguly, 2012)

Penelitian (Malek & Desai, 2015) *six sigma* tidak hanya diadopsi oleh industri skala besar namun sudah diaplikasikan dan telah berhasil digunakan pada salah satu unit skala kecil untuk menekan tingkat cacat. Penerapan lean *six sigma* sebagai alat serbaguna untuk menghilangkan variabilitas proses, mengurangi waste, menghilangkan kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah, meningkatkan kualitas proses, produktivitas, efisiensi, layanan yang diberikan, meningkatkan kepuasan pelanggan, mengurangi biaya dan menghasilkan penghematan (Martins & Eduardo, 2018), sedangkan penelitian yang dilakukan (Ahmed, 2013) dalam penerapan DMAIC, *Six Sigma* memiliki dampak positif terhadap organisasi. 5 fase utama dalam *six sigma* merupakan pendekatan terstruktur dan sistematis untuk peningkatan kualitas, hasil dari implementasi *six sigma* secara substansial mampu mengurangi proses *rework* (John & Areshankar, 2018), di India *six sigma* menjadi *trendsetter* dalam industri garmen untuk meningkatkan produktivitas (C.S.Chethan Kumar, 2012). Pendekatan *six sigma* menekankan sistem kualitas secara global (Pinto et al., 2017). Selain itu teknik *six sigma* dapat menurunkan cacat sehingga dapat diimplementasikan dan lebih bermanfaat dibandingkan dengan control statistik tradisional, dengan *six sigma* dapat mengurangi variasi proses dan perbaikan kualitas pada produk casting (Sithole et al., 2019)

Pada penelitian ini dilakukan di industri *painting* komponen automotive, seperti penelitian yang dilakukan (Hernadewita et al., 2019) pada produk *ritsleting* terdapat masalah dalam proses *painting* produk, ditemukan masalah utama yang disebabkan oleh faktor mesin, metode dan material serta masalah terbesar karena posisi gun yang tidak standard. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sebagai metode sistematis untuk mengidentifikasi masalah terhadap proses dan produk yang akan dilakukan. FMEA berfokus pada pencegahan, menaikan keselamatan kerja, menaikan kepuasan konsumen (McDermott et al., 2009). Secara tradisional, kekritisitas atau penilaian risiko dalam FMEA dilakukan melalui *the risk priority number* (RPN), berdasarkan occurrence (O), severity (S), dan detection (D). Penelitian yang dilakukan (Doshi & Desai, 2016), implementasi FMEA berdampak terhadap meningkatnya kualitas proses dan produk sehingga mampu mengurangi tingkat cacat sebesar 3% sampai 4%. FMEA terbagi menjadi FMEA desain dan FMEA proses (McDermott et al., 2009) dalam proses pembuatan sebuah produk dapat terjadi kegagalan, yang disebut sebagai *failure mode*. Setiap *failure mode* memiliki penyebab potensial dan efek yang timbul dari kegagalan tersebut, setiap efek potensial memiliki resiko masing-masing. Beberapa langkah pembuatan FMEA menurut (McDermott et al., 2009), melakukan *review* terhadap proses atau produk, *brainstroming* mengenai *failure mode*, membuat list efek potensial dari *failure mode* yang ada, menentukan nilai *severity*, *occurrence*, *detection* dan nilai RPN.

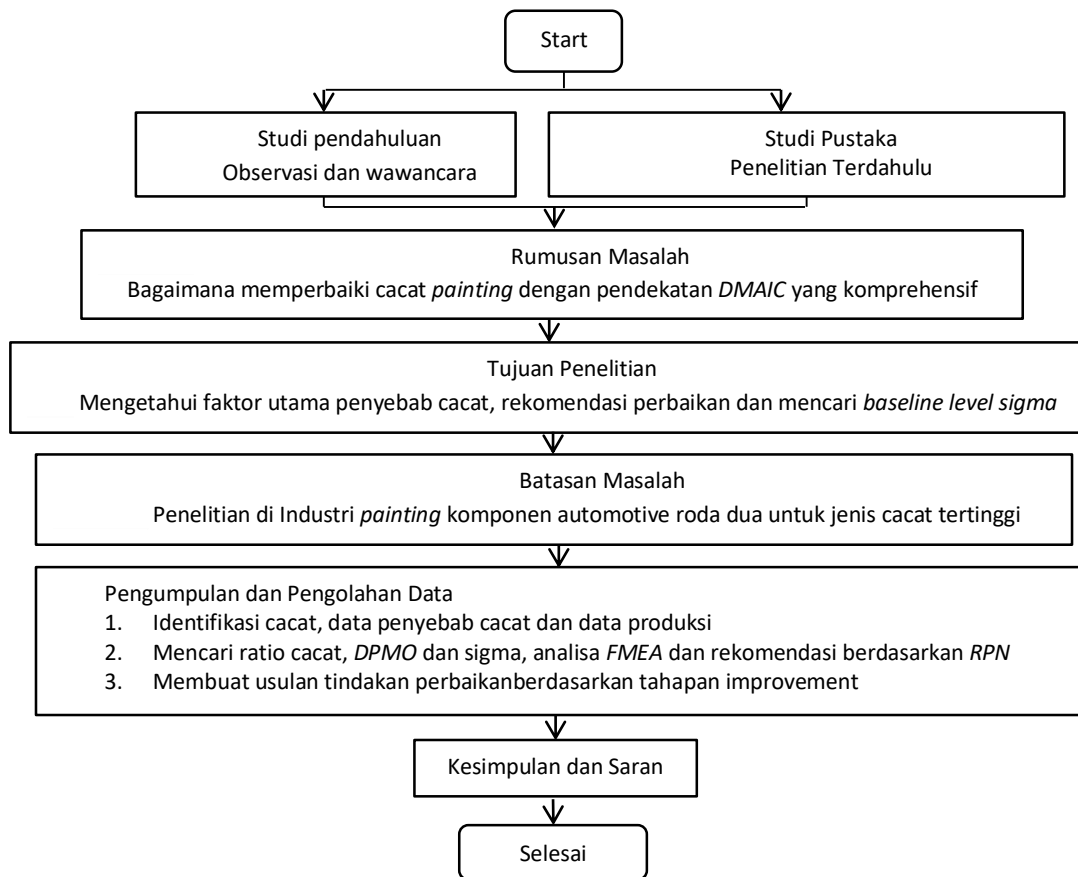
**Tabel 1** Penelitian Terdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Metode	Hasil
1	(Syafwiratama et al., 2017)	Reducing the nonconforming products by using the Six Sigma method: A case study of a polyester short cut fiber manufacturing in Indonesia	Six Sigma	Terjadi penurunan critical defect outspec Lenght sebesar 77.4% dari 2.2 Sigma menjadi 3.1 Sigma, sehingga dapat mengurangi biaya \$18.394.2 USD/Bulan
2	(Dahniar & P, 2017)	Rancang ulang pengendalian mutu produk pada industri komponen sepeda motor menuju zero defect untuk mencapai optimalisasi manufaktur	FMEA	Salah satu penyebab NG produk adalah faktor lingkungan, dengan membuat pelindung pada mesin hot stamp maka NG Pinhole dapat dihilangkan
3	(Razali et al., 2018)	Six Sigma Approach to Improve Stripping Quality of Automotive Electronics Component – a case study	Pendekatan Six Sigma	Kenaikan kapabilitas proses pada diameter kabel dari 0.95 menjadi 1.67
4	(Bharara et al., 2018)	Implementation of DMAIC Methodology for reduction of weighted-defects in a vehicle assembly process	DMAIC	Dari hasil penelitian proses assembling kendaraan sepeda motor level Sigma dari 2.76 menjadi 3.12 meskipun acuan Six Sigma 3.4 <i>DPMO</i> . Pencapaian tersebut akan diberlakukan pada semua area
5	(Ali dan Faridabad, 2018)	Using Six Sigma Methodology to Improve the in Process Quality of 6A Multi Socket at an Enterprise	Six Sigma	Kenaikan <i>DPMO</i> dari 33000ppm menjadi 10510ppm, Sigma defect dari 3.35 menjadi 3.8 dan sigma defective dari 2.4 menjadi 3.1
6	(Rana dan Kaushik., 2018)	Six-sigma derivatives: A case study	Six Sigma	Level reject pada proses die casting menurun dari 20664 ppm menjadi 2,68 ppm, sehingga dapat mereduksi cost sebesar 2,5 lakh per tahun tercapai
7	(Ngugi et al., 2018)	Quality Failure Analysis And Quality Improvement Methods In Small And Medium Manufacturing Companies (A Case Study Of Shamco Industries Limited)	DMAIC, FMEA	Masalah kualitas diurutkan berdasarkan tingkat keparahan, tingkat kejadian dan kemampuan mendeteksi. Menggunakan Mode Kegagalan dan Analisis Efek (FMEA), Angka Prioritas Risiko dihitung dan cacat yang diselidiki diberi peringkat
8	(Hidayat et al., 2018)	The Implementation of FTA (Fault Tree Analysis) and FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Methods to Improve the Quality of Jumbo Roll Products	FTA & FMEA	Dengan analisa FTA dan FMEA ditemukan defect thickness, Tensile strength, dan Smoothness disebabkan manusia, material, mesin dan langkah perbaikan berdasarkan RPN
9	(Abu Bakar dan Wiyono, 2018)	Usulan perbaikan untuk minimasi defect pada produk sambungan tee dengan menggunakan metode Six Sigma	Six Sigma	Didapatkan 3 jenis <i>defect</i> pada proses pemotongan sambungan Tee yaitu, permukaan luar dan dalam pipa bergaris, permukaan pipa mengalami luka dan pipa mengalami perubahan warna

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Metode	Hasil
10	(Hamed Fazlollahatabar, 2018)	Fault Tree Analysis for Reliability Evaluation of an Advanced Complex Manufacturing System	FTA	Proses yang diusulkan dapat dengan mudah diimplementasikan menggunakan data harian yang dikumpulkan oleh departemen Maintenance secara efektif
11	(Shrivastava & Kumar, 2019)	The reduction of failures in plastic product by the use of "FMEA"	FMEA	Dengan analisa metode FMEA diperoleh penurunan defect maka biaya produksi berkurang 45%
12	(Raman & Basavaraj, 2019)	Defect reduction in a capacitor manufacturing process through Six Sigma concept: A case study	Six Sigma	Dengan analisa masalah dan pareto chart dapat diketahui akar penyebab lebih detail
13	(Yosri et al., 2019)	Evaluation of Air Flow Pattern for Conceptual Design of Automotive Painting Line Using Computational Fluid Dynamic (CFD) for Better Dust Particle Reduction	CFD	Menggunakan model RNG k-ε merupakan solusi untuk aliran udara bekerja lebih baik dengan beberapa jenis aliran dan penambahan exhaust fan untuk memperbaiki sirkulasi udara pada area <i>painting line</i>
14	(Gandhi et al., 2019)	Reduction of rejection of cylinder blocks in a casting unit: A six sigma DMAIC perspective	DMAIC	Level Sigma sebelum perbaikan 2.88, setelah perbaikan menjadi 3.28, penurunan reject blowhole setelah perbaikan sebesar 34.53%
15	(Mangnggenre et al., 2019)	Implementasi metode fault tree analisis untuk analisis kecacatan produk	FTA	Faktor penyebab cacat produk terdiri dari 2 faktor yaitu manusia dan mesin. Pada unsur <i>Machine</i> , ausnya mol pada actuator dan mol pada mesin menjadi penyebab kecacatan. Unsur <i>Man</i> disebabkan kurangnya kedisiplinan operator.

### 3. Metode Penelitian

Langkah awal penelitian dengan melakukan wawancara pada bagian quality untuk mengetahui kualitas produk, melakukan pengamatan langsung, inspeksi dan jenis visual cacat. Hasil wawancara diketahui terdapat cacat pada hasil *painting* komponen automotive, cacat melebihi target yang ditetapkan organisasi. Untuk melakukan penelitian lebih lanjut, pengumpulan dan pengolahan data serta melakukan fokus grup diskusi. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Sebagai penunjang penelitian, studi pustaka sebagai landasan teori dan penelitian terdahulu sebagai untuk menemukan metode yang sesuai. Setelah melakukan serangkaian studi literatur metode yang tepat adalah *Six Sigma* dengan 5 phase tahapan *DMAIC*.



Gambar 1 Tahapan penelitian.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Pada proses *define*, supplier merupakan bagian yang mengirimkan material cat dan support produksi & material blank yang akan diproses (disebut juga sebagai *customer*). Untuk supplier cat perusahaan *painting* melakukan proses seleksi terlebih dahulu dengan tujuan memastikan bahwa supplier yang akan menjadi rekanan adalah supplier yang memenuhi kriteria yang sudah ditetapkan supaya tidak timbul masalah dikemudian hari yang berdampak terhadap kualitas produk. Measure, mengumpulkan semua data yang dibutuhkan untuk dianalisa dan melakukan pengukuran dari permasalahan yang ada untuk mencari akar permasalahan.

**Tabel 2** Produksi dan Cacat Line 1-Line 4 Tahun 2018

TOTAL	LINE 1	LINE 2	LINE 3	LINE 4
PRODUKSI	5090550	2048492	2644307	271024
NG	349050	52522	130671	9073
% Cacat	<b>6,86%</b>	2,56%	4,94%	3,35%

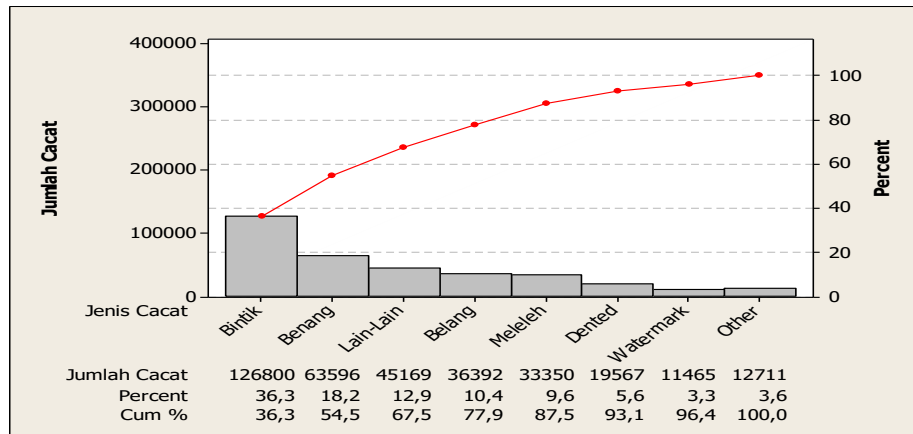
Sumber: Pengolahan data (2019)

**Tabel 3** Persentase berdasarkan jenis cacat Line 1

Jenis Cacat	Total Cacat	% Cacat	Cum Cacat
Bintik	126800	36,3%	36,3%
Benang	63596	18,2%	54,5%
Lain-Lain	45169	12,9%	67,5%
Belang	36392	10,4%	77,9%

Jenis Cacat	Total Cacat	% Cacat	Cum Cacat
Meleleh	33350	9,6%	87,5%
Dented	19567	5,6%	93,1%
Watermark	11465	3,3%	96,4%
Lecet	9048	2,6%	99,0%
Masking	3663	1,0%	100,0%
Total	349050	100,0%	

Sumber: Pengolahan data (2019)



Gambar 2 Pareto Chart jenis cacat Line 1.

Beberapa jenis cacat terjadi pada proses tersebut, jenis material yang digunakan untuk melapisi produk berupa zat cair yang mudah terkontaminasi mejadi asumsi salah satu penyebab tingginya cacat bintik/kotor

Tabel 4 FMEA cacat bintik/kotor karena Proses 1

Proses	Potensial Failure Mode	Potensial failure effect (Efek dari potensi kegagalan)	Severitv	Cause of Failure (Potensi penyebab kegagalan)	Occurance	Current Control	Detection	RPN	Rank
Mixing	Alat penyaring kotor tidak dibersihkan	Banyak gumpalan kecil sisa cat	3	Tidak ada SOP pencucian penyaring	4	Mencuci sebelum digunakan	10	120	8
	Penyimpanan cat tidak rapat	Terkontaminasi debu	3	Tidak ada SOP penyimpanan cat	2	Menutup kaleng dengan rapat setiap selesai mixing	10	60	14
	Ruang mixing kotor	Cat terkontaminasi	4	Kipas exhaust tidak dibersihkan	6	Membersihkan kipas exhaust	6	144	7

Tabel 5 FMEA cacat bintik/kotor karena Proses 2

Proses	Potensial Failure Mode	Potensial failure effect (Efek dari potensi kegagalan)	Severity	Cause of Failure (Potensi penyebab kegagalan)	Occurance	Current Control	Detection	RPN	Rank
Buffing	Buffing tidak bersih	Masih ada sisa minyak dan kotoran dari casting	5	Operator mengejar target produksi	6	Pengecekan sebelum proses loading	5	150	6
Loading	Kerak menebal pada piringan hanger	Kerak jatuh ke material	5	Pemakaian hanger terus menerus	7	Membersihkan hanger sesuai kebutuhan	8	280	1
Pretreatment	Pencucian tidak bersih	Chemical menggumpal	4	Temperatur rendah	6	Memperbaiki setting temperatur	7	168	5
Air Blow1	Tekanan Angin rendah	Hasil air blow tidak bersih	5	Perubahan setting air blow tidak dicontrol	2	Memeriksa rutin angka pada pressure	7	70	12
Dry Oven	Dry Oven Kotor	Ruang dry oven banyak debu	5	Pembersihan tidak teratur	5	Stop Produksi & Cleaning Dry Oven	7	175	4
Masking	Operator tidak memakai sarung tangan karet	Part menjadi kotor	5	Operator Mengabaikan SOP	6	Monitoring Operator	7	210	2
Air Blow 2	Hasil proses air blow belum bersih	Material masih ada debu/kotoran yang menempel	2	Semua jenis material menggunakan satu SOP	4	Setiap proses air blow mengikuti bentuk profil	8	64	13
Painting	Spray gun tidak dicuci	Terdapat gumpalan cat yang sudah mengering	3	Operator masih baru	5	Edukasi Operator	4	60	14
Baking Oven	Ruang baking oven kotor	Debu atau kotoran menempel pada part yang masih basah	5	Tidak dibersihkan secara berkala	6	Stop produksi sementara & cleaning baking oven	6	180	3



Tabel 6 FMEA cacat bintik/kotor karena faktor lingkungan

Faktor	Potensial Failure Mode	Potensial failure effect (Efek dari potensi kegagalan)	Severity	Cause of Failure (Potensi penyebab kegagalan)	Occurance	Current Control	Detection	RPN	Rank
Eksternal/Lingkungan	Pakaian tidak steril	Setting room terkontaminasi debu/kotoran	4	Tidak ada aturan khusus masuk <i>setting room</i>	3	Memakai baju <i>antistatis</i>	6	72	11
			5	Belum ada alat khusus membersihkan debu/kotoran pada pakaian	3	Membersihkan dengan <i>air blow</i> /memakai baju <i>antistatis</i>	4	60	14
	Terdapat gumpalan kecil pada cat	Part setelah <i>painting</i> timbul bintik	5	Cat sudah kadaluarsa	3	Melakukan pemisahan cat kadaluarsa	5	75	10
	Ruang <i>spraybooth</i> kotor	Part terkontaminasi	3	Kegiatan 5S tidak rutin	5	Melakukan 5S rutin	6	90	9

Tabel 7 Delapan RPN tertinggi

Proses	Potensial Failure Mode	Potensial failure effect (Efek dari potensi kegagalan)	Severity	Cause of Failure (Potensi penyebab kegagalan)	Occurance	Current Control	Detection	RPN	Rank
<i>Loading</i>	Kerak menebal pada piringan <i>hanger</i>	Kerak jatuh ke material	5	Pemakaian <i>hanger</i> terus menerus	7	Membersihkan <i>hanger</i> sesuai kebutuhan	8	280	1
<i>Masking</i>	Operator tidak memakai sarung tangan karet	Part menjadi kotor	5	Operator Mengabaikan SOP	6	Monitoring Operator	7	210	2
<i>Baking Oven</i>	Ruang <i>baking oven</i> kotor	Debu atau kotoran menempel pada part yang masih basah	5	Tidak dibersihkan secara berkala	6	Stop produksi sementara & <i>cleaning baking oven</i>	6	180	3
<i>Dry Oven</i>	<i>Dry Oven</i> Kotor	Ruang <i>dry oven</i> banyak debu	5	Pembersihan tidak teratur	5	Stop Produksi & <i>Cleaning Dry Oven</i>	7	175	4
<i>Pretreatment</i>	Pencucian tidak bersih	Chemical menggumpal	4	Temperatur rendah	6	Memperbaiki setting temperatur	7	168	5
<i>Buffing</i>	<i>Buffing</i> tidak bersih	Masih ada sisa minyak dan kotoran dari <i>casting</i>	5	Operator mengejar target produksi	6	Pengecekan sebelum proses <i>loading</i>	5	150	6

Proses	Potensial Failure Mode	Potensial failure effect (Efek dari potensi kegagalan)	Severity	Cause of Failure (Potensi penyebab kegagalan)	Occurance	Current Control	Detection	RPN	Rank
	Ruang mixing kotor	Cat terkontaminasi	4	Kipas <i>exhaust</i> tidak dibersihkan	6	Membersihkan kipas <i>exhaust</i>	6	144	7
Mixing	Alat penyaring kotor karena tidak dibersihkan	Banyak sisa cat yang menggumpal kecil	3	Tidak ada SOP pencucian penyaring	4	Mencuci sebelum digunakan	10	120	8

Sebagai usulan maka untuk realisasi perbaikan dikembalikan kepada pihak terkait, meskipun demikian hasil analisa diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam melakukan improvement yang merupakan ide-ide dan pemikiran bersama dengan team *engineering*, produksi dan *quality*

**Tabel 8** Rencana perbaikan cacat bintik/kotor

Deskripsi Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Rencana Perbaikan
Kerak menebal pada piringan <i>hanger</i>	Pemakaian <i>hanger</i> terus menerus	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membuat jadwal <i>removing hanger</i></li> <li>▪ Mencatat <i>life time</i> setiap pemakaian</li> </ul>
Operator tidak memakai sarung tangan karet	Operator Mengabaikan SOP	Memberikan training dampak terhadap material jika tidak menggunakan sarung tangan karet & melakukan patrol secara rutin
Ruang <i>baking oven</i> kotor	Tidak dibersihkan secara berkala	Mengganti <i>filter</i> , membersihkan ruangan & membuat jadwal <i>cleaning</i> beserta verifikasi
<i>Dry Oven</i> Kotor	Pembersihan tidak teratur	Membuat jadwal <i>cleaning</i> , melakukan pembersihan, verifikasi dan melakukan patrol
Pencucian tidak bersih	Temperatur rendah	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Melakukan patrol/audit</li> <li>▪ Membuat check sheet control setiap jam</li> </ul>
<i>Buffing</i> tidak bersih	Operator mengejar target produksi	Melakukan pemeriksaan dan mencatat kedalam check sheet
Ruang <i>mixing</i> kotor	Kipas <i>exhaust</i> tidak dibersihkan	Membuat jadwal <i>cleaning</i> & membersihkan secara berkala
Alat penyaring kotor karena tidak dibersihkan	Tidak ada SOP pencucian penyaring	Membuat SOP pencucian penyaring & verifikasi sebelum digunakan

Setelah dilakukan analisa dengan *FMEA* diperoleh 8 *rank* tertinggi untuk dilakukan langkah-langkah rencana perbaikan. Rencana perbaikan merupakan usulan/masukan bagi perusahaan dalam meningkatkan kualitas. Setelah dilakukan perbaikan dan peningkatan proses perlu dilakukan pengendalian kualitas secara terus menerus (*Continuous quality control*) supaya kondisi kualitas semakin meningkat. Beberapa alat dalam pengendalian kualitas yaitu berdasarkan *baseline DPMO* dan level sigma saat ini dan *control chart* serta penggunaan check sheet sebagai control dalam meningkatkan kualitas. Pada tahap *control*, pembuatan pedoman standar kerja guna mencegah masalah yang sama terulang kembali. Delapan RPN tertinggi sebagai prioritas perbaikan berikut:

- 1) Memeriksa setiap *hanger* dan memastikan bahwa *hanger* sudah diremoving

- 2) Melakukan kontrol terhadap pemakaian hanger dan melakukan pengecekan setiap akan digunakan untuk *loading*
- 3) *Cleaning* piringan hanger secara berkala setelah mencapai life time
- 4) Mengganti setiap 2 minggu sekali sarung tangan & memeriksa sarung tangan sebelum digunakan
- 5) Membuat standard operasional prosedur pemeriksaan baking oven
- 6) Pengecekan schedule dan aktual pelaksanaan pembersihan oven
- 7) Menambahkan tanda batas hijau dan merah (*OK/NG*) pada temperatur sebagai peringatan
- 8) Menambahkan inspeksi setelah proses buffing
- 9) Pembersihan secara rutin dengan memasang jadwal *cleaning exhaust*
- 10) Melakukan pengecekan penyaring untuk memastikan sudah dicuci atau belum dengan melakukan pencatatan pada lembar periksa

## 5. Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Penerapan *six sigma* dengan pendekatan *DMAIC* mampu menganalisa cacat yang terjadi pada produksi. Mendefinisikan masalah, mengukur, menganalisa, melakukan perbaikan dan melakukan control terhadap masalah yang terjadi supaya tidak terulang kembali. Beberapa perbaikan perlu dilakukan monitoring untuk memastikan bahwa tujuan dari perbaikan dapat tercapai, dari hasil pengolahan, analisa data diketahui persentase cacat tertinggi terjadi di Line 1 sebesar 6.86% dan jenis cacat bintik/kotor dengan persentase tertinggi sebesar 36.3%. Untuk Nilai *DPMO* 7619 dan nilai Sigma 3.9. Analisa dengan *FMEA* berdasarkan 8 nilai *RPN* tertinggi menjadi prioritas perbaikan, dari delapan *RPN* tertinggi faktor utama yang mempengaruhi bintik/kotor berasal dari mesin. Perawatan dan pembersihan secara rutin perlu lebih ditekankan, material *chemical* yang mudah terkontaminasi perlu penanganan khusus, perubahan design hanger dengan menambahkan piringan perlu dilakukan untuk mencegah kotoran jatuh ke part

### Saran

Dari hasil pembahasan dan kesimpulan penelitian, dapat dikemukakan beberapa saran yang dapat dipertimbangkan oleh perusahaan sebagai berikut:

1. Perbaikan untuk cacat bintik/kotor sebaiknya menjadi prioritas terutama untuk Line 1.
2. Hanger yang sudah tebal dilakukan *removing* untuk membersihkan kembali kerak yang menempel agar tidak ada sisa-sisa karbon.
3. Pembersihan area yang berpotensi menyebabkan cacat bintik/kotor maupun penggantian filter harus dilakukan sesuai jadwal supaya potensi penyebab cacat hilang sehingga dapat meningkatkan kualitas.
4. Perbaikan sebaiknya dilakukan bersama sebagai komitmen peningkatan kualitas, koordinasi antar department terkait tools, jig dan support produksi lain.

### Referensi

- Ahmed, I. (2013). Tarun Kumar Biswas Reducing process variability by using *DMAIC* MODEL: a case study in Bangladesh, Vol. 7, No. 1, pp. 127-140.
- Ali, B., & Faridabad, D. (2018). Using six sigma methodology to improve the in process quality of 6A multi socket at an Enterprise, Vol. 5, No. 5, pp. 299-311.
- Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia. (2019). <http://www.aisi.or.id/statistic/>.
- Bakar, M.A.B., Sutari, W., dan Syafrijal, T. (2018). Usulan perbaikan untuk minimasi defect pada produk sambungan tee dengan menggunakan metode *SIX SIGMA*. *E-Proceeding of Engineering*, Vol. 5, No. 1, pp. 1369-1380.
- Bharara, P., Vaishya, R.O., and Vaishya, M. (2018). Implementation of *DMAIC* methodology for reduction of weighted-defects in a vehicle assembly process, *International Journal of Applied Engineering Research*, Vol. 13, No. 6, pp. 73-80.
- C.S.Chethan Kumar, N. N. (2012). Minimizing the eighth waste of lean- absenteeism through *SIX SIGMA* methodology. *International Journal for Quality Research*, Vol. 6, No. 2, pp. 113-118.
- Doshi, J., & Desai, D. (2016). Application of failure mode & effect analysis ( *FMEA* ) for continuous quality improvement – *Multiple Case Studies in Automobile*, Vol. 11, No. 2, pp. 345-360.
- Gandhi, S.K., Sachdeva, A., & Gupta, A. (2019). Reduction of rejection of cylinder blocks in a casting unit: A six

- sigma DMAIC perspective. *Journal of Project Management*, Vol. 4, pp. 81-96.
- Ganguly, K. (2012). Improvement process for rolling mill through the DMAIC SIX SIGMA approach. *International Journal for Quality Research*, Vol. 6, No. 3, pp. 221–231.
- Gupta, V., Jain, R., & Dangayach, M. L. M. G. S. (2018). Six-sigma application in tire-manufacturing company : a case study. *Journal of Industrial Engineering International*, Vol. 14, No. 3, pp. 511-520. <https://doi.org/10.1007/s40092-017-0234-6>
- Hamed Fazlollahtabar, S. T. A. N. (2018). Fault tree analysis for reliability evaluation of an advanced complex manufacturing system, Vol. 17, No. 1, pp. 107-118. <https://doi.org/10.1142/S0219686718500075>
- Hasibuan, S. & Dzikrillah, N. (2018). Supply chain performance measurement and improvement for Indonesia chemical industry using SCOR and DMAIC method. *Journal of Engineering and Technology Management*. Vol. 3, No. 3, pp. 146-155. doi: 10.21276/sjeat.2018.3.3.5.
- Hernadewita, H., Herdiawan, D., Afriyuddin, A., & Hermiyetti, H. (2019). Implementation of the Quality Control Circle for Improvement of Painting Production in PT QWE, *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, Vol. 6, No. 1, pp. 16-25. <https://doi.org/10.22105/jarie.2019.169238.1074>
- Hernadewita, H., Ismail, M., Nurdin, M., & Kusumah, L. (2019). Improvement of magazine production quality using six sigma method: Case study of a PT . XYZ. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 6(1), 71–79. <https://doi.org/10.22105/jarie.2019.159327.1066>
- Hidayat, A. A., & Kholil, M. (2018). The implementation of FTA (Fault Tree Analysis) and FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) methods to Improve the Quality of Jumbo Roll Products. *International Conference on Design, Engineering and Computer Sciences*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/453/1/012019>
- John, B., & Areshankar, A. Reduction of Rework in Bearing End Plate Using Six Sigma Methodology: A Case Study, 5 § (2018). <https://doi.org/10.22105/jarie.2018.120059.1033>
- Kapuria, T. K., Rahman, M., & Haldar, S. (2017). Root Cause Analysis and Productivity Improvement of An Apparel Industry in Bangladesh Through Kaizen Implementation. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 4(4), 227-239. <https://doi.org/10.22105/jarie.2017.108637.1025>
- Malek, J., & Desai, D. (2015). Reducing rejection / rework in pressure die casting process by application of DMAIC methodology, Vol. 9, No. 4, pp. 577-604.
- Martins, A. C., & Eduardo, E. (2018). Comparative analysis between the industrial and service sectors : a literature review of the improvements obtained through. *International Journal for Quality Research*, 12(1), 227–252.
- McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). *The basics of FMEA*. 2<sup>nd</sup> Ed. CRC Press.
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction Statistical Quality Control*. John Wiley & Sons, Inc.
- Ngugi, J. C., Muchiri, P., Muguthu, J., & Nkundineza, C. (2018). Quality failure analysis and quality improvement methods in small and medium manufacturing companies (A case study of shamco industries Limited), Vol. 7, No. 4, pp. 59-63.
- Noraini Mohd Razali, S. M. M. K. and T. C. E. F. (2018). Six sigma approach to improve stripping quality of automotive electronics component – a case study. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/319/1/012026>
- Pinto, L., Santana, A., Afonso, P., Zanin, A., & Wernke, R. (2017). Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology. *Procedia Manufacturing*, Vol. 13, pp. 1104–1111.
- Raman, R.S., & Basavaraj, Y. (2019). Defect reduction in a capacitor manufacturing process through Six Sigma concept: A case study. *Management Science Letters*, Vol. 9, pp. 253–260. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2018.11.014>
- Rana, P., & Kaushik, P. (2018). Six-sigma derivatives: A case study, *Management Science Letters*, Vol. 8, pp. 849-858. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2018.6.003>
- Rantamaki, J., Tiainen, E., T.K. (2013). A case of implementing SPC in a pulp mill. *International Journal of Lean Six Sigma*, Emerald Group Publishing Limited.
- Rathi, R., & Khanduja, D. (2016). Efficacy of fuzzy MADM approach in Six Sigma analysis phase in automotive sector. *Journal of Industrial Engineering International*, Vol. 12, No. 3, pp. 377-387. <https://doi.org/10.1007/s40092-016-0143-0>
- Saiful Mangnggenre, Mulyadi, Alam Pratama, Muhammad Dahlan, Nurhayati Rauf, A. S. (2019). Implementasi metode fault tree analisis untuk analisis kecacatan produk, Vol. 4, No. 1, pp. 47–54.
- Sharma, G. V. S. S., Rao, P. S., & Babu, B. S. (2018). Process capability improvement through DMAIC for aluminum alloy wheel machining. *Journal of Industrial Engineering International*, Vol. 14, No. (2), pp. 213-226. <https://doi.org/10.1007/s40092-017-0220-z>
- Sithole, C., Nyembwe, K., Olubambi, P., Sithole, C., Nyembwe, K., & Olubambi, P. (2019). Process knowledge for improving quality in sand casting foundries: A literature review. *Procedia Manufacturing*, Vol. 35, pp. 356-360. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.05.052>

- Suresh, K.M., Asokan, P., and Vinodh, S. (2016). Application of design for Six Sigma methodology to an automotive component Kumbhar Mahesh Suresh, *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, Vol. 10, No. 1, pp. 1-23.
- Syafwiratama, O., Hamsal, M., & Purba, H. H. (2017). *Management Science Letters*, Vol. 7, pp. 153-162. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2016.12.001>
- Tlapa, D., Limon, J., & García-alcaraz, J. L. (2016). Six sigma enablers in Mexican manufacturing companies: a proposed model. *Industrial Management & Data Systems*. <https://doi.org/10.1108/IMDS-06-2015-0265>.
- Trimarjoko, A., Saroso, D., Purba, H., Hasibuan, S., Jaqin, C & Aisyah, S. (2019). Integration of nominal group technique, Shainin system and DMAIC methods to reduce defective products: A case study of tire manufacturing industry in Indonesia. *Management Science Letters* , Vol. 9, No. 13, pp. 2421-2432.
- Yosri, M.H. and Muhamad, P. (2019). Evaluation of air flow pattern for conceptual design of automotive painting line using computational fluid dynamic (CFD) for better dust particle reduction, *CFD Letters*, Vol. 2, No. 2, pp. 42-49.