

Penanganan Defect Pada Line Injeksi Manufacture Electronic dengan Metode DMAIC

Andre Ferdyan Usman¹, Ghaitsa Nur Fitriani², Rosid Pramuaji Mukti³, Tita Rohayati⁴,
Yudi Prastyo⁵

^{1,2,3,4,5} Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

Jl. Inspeksi Kalimalang No.9, Cibatu, Kec. Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530

Email: andreferdyan04@gmail.com¹, rosidmukti2@gmail.com², ghaitsaicha64@gmail.com³,
rtita5934@gmail.com⁴, yudi.prastyo@pelitabangsa.ac.id⁵

Article Info

Article history:

Received December 27, 2025

Revised January 01, 2025

Accepted January 10, 2026

Keywords:

Six Sigma DMAIC, Injection Molding Process, Black Spot and Burn Mark Defects, Quality Control

ABSTRACT

The company examined in this study operates in the electronic manufacturing sector, particularly in the production of air conditioner (AC) covers. This research focuses on the occurrence of Black Spot and Burn Mark defects that arise during the injection molding process. Based on production data, the number of these defects increased compared to the previous year, leading to higher quality costs that must be controlled by the company. The method applied in this study is Six Sigma using the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) approach to reduce the ratio of non-good (NG) products. Research data were obtained directly from the injection line as well as from production and defect records during the period of September–November 2025. In the Measure phase, calculations of DPU, DPMO, and sigma level were conducted to evaluate process performance. The results indicate a total of 527 defective units out of 20,268 units produced, with an average process sigma level of approximately 3.96. The Analyze phase identified that the main causes of defects originated from human error, such as insufficient attention by operators in mold cleaning and improper process parameter settings. In addition to human factors, other contributing causes were identified, including material contamination, unstable machine conditions, and suboptimal purging procedures, all of which can trigger the occurrence of Black Spot and Burn Mark defects. In the Improve phase, the company implemented corrective actions in the form of enhanced process supervision, routine inspection of mold and machine cleanliness, and operator training related to the application of the 4M and 1E principles in the production environment. The Control phase was carried out through the standardization of work procedures, daily checksheet implementation, and continuous monitoring to prevent defect recurrence. These improvement measures are expected to enhance the consistency of the injection molding process and minimize defect occurrence in AC cover products.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article Info**Article history:**

Received December 27, 2025

Revised January 01, 2025

Accepted January 10, 2026

Keywords:

Six Sigma DMAIC, Injection Molding, Defect Black Spot dan Burn Mark, Pengendalian Kualitas

ABSTRACT

Perusahaan yang menjadi objek penelitian ini merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur elektronik, khususnya dalam memproduksi cover AC. Penelitian ini berfokus pada permasalahan defect Black Spot (titik hitam) dan Burn Mark (bekas terbakar) yang muncul pada proses injection molding. Berdasarkan data produksi, jumlah defect tersebut mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya sehingga berdampak pada naiknya biaya kualitas yang harus dikendalikan oleh perusahaan. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Six Sigma dengan pendekatan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) guna menurunkan rasio produk NG. Data penelitian ini diperoleh langsung dari line injeksi serta data produksi dan defect selama periode September-November 2025. Pada tahap Measure, peneliti melakukan perhitungan DPU, DPMO dan level sigma untuk mengetahui kinerja prosesnya. Dari hasil analisis, dapat disimpulkan total defect selama 3 bulan sebanyak 527 unit dari total produksi 20.268 unit dengan rata-rata level sigma proses sebesar $\pm 3,96$. Tahap Analyze mengidentifikasi bahwa penyebab utama munculnya defect berasal dari *human error*, seperti kurang telitnya operator dalam melakukan pembersihan mold atau pengaturan parameter proses. Selain faktor manusia, ditemukan pula faktor lain yang memengaruhi ketidaksempurnaan proses, seperti kontaminasi material, kondisi mesin yang tidak stabil, dan prosedur purging yang kurang optimal, yang semuanya dapat memicu timbulnya Black Spot dan Burn Mark. Tahap Improve Sebagai bentuk perbaikan, perusahaan menerapkan kebijakan berupa peningkatan pengawasan proses, pengecekan kebersihan mold dan mesin secara rutin, serta pelatihan atau training terkait penerapan prinsip 4M dan 1E di lingkungan produksi. Tahap Control dilakukan dengan standarisasi prosedur kerja, pengisian checksheet harian dan pengawasan berkelanjutan untuk mencegah terulangnya defect. Langkah-langkah tersebut diharapkan mampu meningkatkan konsistensi proses injection molding dan meminimalkan kemunculan defect pada produk cover AC.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Andre Ferdyan Usman

Universitas Pelita Bangsa

Email: andreferdyan04@gmail.com

PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur yang semakin pesat menyebabkan tingkat persaingan antarperusahaan menjadi semakin ketat. Kondisi ini menuntut setiap perusahaan untuk tidak hanya meningkatkan kapasitas produksi, tetapi juga memastikan kualitas produk yang dihasilkan agar mampu memenuhi kebutuhan dan kepuasan konsumen. Kualitas produk yang baik merupakan salah satu faktor utama dalam menjaga kepercayaan pelanggan serta meningkatkan daya saing perusahaan di pasar. Produk dengan tingkat cacat yang tinggi tidak hanya menurunkan citra perusahaan, tetapi juga berdampak pada meningkatnya biaya produksi, rework, dan scrap.

Salah satu industri yang sangat memperhatikan aspek kualitas adalah industri manufaktur elektronik, khususnya pada proses injection molding. Proses injection molding memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi karena melibatkan pengaturan parameter mesin, kondisi material, kebersihan mold, serta keterampilan operator. Ketidaksesuaian pada salah satu faktor tersebut dapat menyebabkan terjadinya produk cacat (*defect*), seperti *Black Spot*, *Burn Mark*, *Black Line*, dan *Contamination*. Cacat-cacat tersebut sangat memengaruhi kualitas visual produk, terutama pada produk berwarna terang seperti cover Air Conditioner (AC), sehingga berpotensi tidak memenuhi standar kualitas perusahaan maupun pelanggan.

Perusahaan tersebut merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur elektronik dan memproduksi cover AC melalui proses injection molding. Berdasarkan data produksi perusahaan, ditemukan bahwa jumlah produk cacat pada line injeksi mengalami peningkatan dibandingkan periode sebelumnya. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya biaya kualitas serta menurunnya efisiensi proses produksi. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan analisis mendalam untuk mengidentifikasi penyebab utama terjadinya defect dan menentukan langkah perbaikan yang tepat dan berkelanjutan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengendalikan dan meningkatkan kualitas proses adalah metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control). Metode ini berfokus pada pengurangan variasi proses dan penurunan jumlah defect secara sistematis dan berbasis data. DMAIC memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan, mengukur kinerja proses melalui indikator seperti DPMO dan level sigma, serta merancang tindakan perbaikan yang efektif dan terkontrol.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya produk cacat pada proses injection molding cover AC di Perusahaan Manufacture Electronic dengan menggunakan metode DMAIC. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan usulan perbaikan guna menurunkan tingkat defect, meningkatkan stabilitas proses produksi, serta mendukung peningkatan kualitas produk secara berkelanjutan.

KAJIAN PUSTAKA

1) Preventive Maintenance

Pemeliharaan pencegahan (Preventive Maintenance) adalah inspeksi periodik untuk mendeteksi kondisi yang mungkin menyebabkan produksi berhenti atau berkurangnya fungsi proses mesin dikombinasikan dengan pemeliharaan untuk menghilangkan, mengendalikan, kondisi tersebut dan mengembalikan mesin ke kondisi semula atau dengan kata lain deteksi dan penanganan diri kondisi abnormal mesin sebelum kondisi tersebut menyebabkan cacat atau kerugian (Siswanto 2017).

2) 5 Why + 1H Analisis

Teknik Five Whys adalah suatu teknik sederhana namun efektif untuk menyelesaikan masalah dengan mengeksplorasi hubungan *sebab-akibat*. Teknik ini pada awalnya dikembangkan oleh Sakichi Toyoda, pendiri Toyota Industries, sebagai bagian dari filosofi *lean manufacturing*. Dalam penerapannya, analisis masalah secara berulang

menanyakan pertanyaan “Mengapa?” (Why) terhadap setiap jawaban yang muncul, hingga akar penyebab (root cause) dari suatu permasalahan ditemukan dan dapat ditangani secara tepat (Serrat, O., 2017). Dengan menelusuri pertanyaan ‘mengapa’ sebanyak beberapa kali (biasanya lima kali, tetapi bisa lebih atau kurang tergantung kompleksitas masalah), metode ini membantu mengungkap hubungan kausal yang mendalam antara gejala yang nampak dan penyebab dasarnya.

3) SIX SIGMA

Six Sigma adalah suatu sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, memberi dukungan dan memaksimalkan proses usaha, yang berfokus pada pemahaman dalam kebutuhan pelanggan dengan menggunakan fakta, data dan analisis statistik serta terus menerus memperhatikan pengaturan, perbaikan dan mengkaji ulang proses usaha (Miranda & Amin, 2002). Dengan konsep zero defect yang mengacu kepada kesalahan yang disebabkan oleh kurangnya pengetahuan dapat diatasi dengan menggunakan teknik modern. Kesalahan karena kurangnya fasilitas yang memadai dapat diatasi dengan survei pabrik dan peralatan secara periodik (Tjiptono & Diana 2001). Dan dalam Six Sigma ada tahapan DMAIC.

4) DMAIC

DMAIC adalah salah satu prosedur pemecahan masalah yang dipakai secara luas dalam masalah peningkatan kualitas dan perbaikan proses (Desai & Shrivastava, 2008; Evans & Lindsay 2007). DMAIC selalu diasosiasikan dengan aktivitas six sigma, dan hampir semua penerapan six sigma menggunakan pendekatan DMAIC.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode *DMAIC* yang terdiri dari lima langkah yaitu *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control*. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data kuantitatif berupa data produksi dan produk defect yang dikumpulkan melalui pengamatan langsung di line injeksi dalam kurun waktu 3 bulan periode September – November 2025. Adapun tahapan penelitian sebagai berikut :

1) *Define* (Menentukan)

Tujuan utama dalam penelitian untuk mengidentifikasi masalah yaitu menemukan masalah NG defect pada Cover AC. Serta bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan utama dan kebutuhan pelanggan (Octavia & Noya, 2019).

2) *Measure* (Mengukur)

Tahap ini digunakan untuk mengukur kinerja proses melalui indikator seperti DPU, DPMO, dan level sigma (Octavia & Noya, 2019).

3) *Analyze* (Menganalisis)

Mengidentifikasi akar penyebab dalam proses produksi dengan diagram pareto dan diagram sebab akibat. Berupa fishbone digaram, Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan didalam menentukan karakteristik kualitas output kerja. (Caesaron, D., & Tandianto, T. 2015)

4) *Improve* (Memperbaiki)

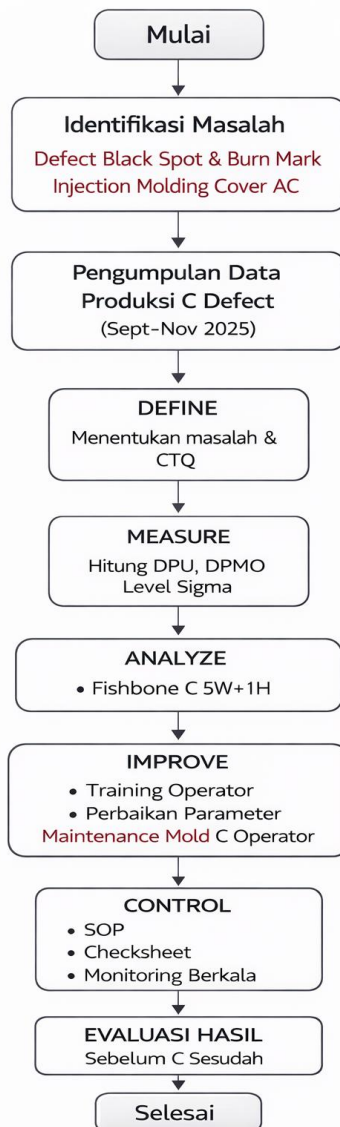
Tahapan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan solusi perbaikan yang

efektif (Trisianto et al., 2022). Untuk memperbaiki dan menangani masalah yang telah diidentifikasi.

5) Control (Mengendalikan)

Memastikan bahwa penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah dilakukan dapat dipertahankan dalam jangka panjang (Trisianto et al., 2022).

Alur penelitian improvement ini digambarkan dalam flowchart sebagai berikut :



Gambar 1. Flowchart penelitian

HASIL DAN PENELITIAN

Tahap Define

Pada tahap ini menjelaskan mengenai tujuan utama penelitian yaitu mencari faktor penyebab yang menimbulkan produk cacat. Sumber data yang diambil dari proses pengamatan terhadap mesin injeksi di perusahaan tempat penelitian. Berikut data mengenai jumlah produksi dan NG defect produk dalam kurun waktu 3 bulan.

Tabel 1. Data produksi selama 3 bulan

NO	PART CODE	MINGGU	JUMLAH PRODUKSI		
			SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER
.	1P37894	KE - 1	1.776	2.227	1.534
.	1P37894	KE - 2	1.538	1.190	376
.	1P37894	KE - 3	1.422	2.697	752
.	1P37894	KE - 4	2.114	3.596	1.046
TOTAL			6.850	9.710	3.708
RATA - RATA			1.713	2.428	927

Tabel 2. Data produksi Defect / NG selama 3 bulan

NO	PART CODE	MINGGU	JUMLAH PRODUK DEFECT/NG		
			SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER
.	1P37894	KE - 1	18	99	8
.	1P37894	KE - 2	43	28	1
.	1P37894	KE - 3	30	40	18
.	1P37894	KE - 4	60	56	126
TOTAL			151	223	153
RATA - RATA			37,75	55,75	38,25

Tabel 3. Jenis Defect

JUMLAH PRODUK NG	NAMA DEFECT			
	BLACK DOT	BURN MARK	BLACK LINE	CONTAMINATION
SEPTEMBER 151	55	5	44	47
OKTOBER 223	79	39	47	58

NOVEMBER 153	54	5	45	49
-----------------	----	---	----	----

Penjelasan jenis defect pada line injection plastic:

1) Black Spot

Black spot merupakan cacat berupa bintik atau titik berwarna hitam yang muncul pada produk plastik hasil proses injection molding. Titik ini biasanya sangat terlihat pada produk berwarna terang (seperti cover AC yang umumnya putih).

2) Burn Mark

Pada proses injection molding Burn Mark adalah salah satu jenis cacat (defect) pada produk plastik yang ditandai dengan munculnya warna kehitaman, kecoklatan, atau bekas seperti terbakar pada permukaan produk, biasanya di area dekat ujung aliran material (flow end) atau di bagian Gate.

3) Black Line

Black Line adalah cacat permukaan pada produk plastik yang muncul berupa garis tipis berwarna gelap (hitam atau kecoklatan) yang mengikuti alur aliran material. Cacat ini biasanya tampak seperti garis rambut (hairline) atau goresan tipis pada permukaan.

4) Contamination

Contamination (Kontaminasi) pada proses Injection Molding adalah kondisi ketika material plastik tercampur dengan zat asing atau bahan yang tidak seharusnya ada, sehingga menyebabkan cacat visual atau penurunan kualitas produk. Kontaminasi dapat muncul sebagai bintik hitam, warna berbeda, serabut, kotoran kecil, atau bahkan tekstur tidak merata pada hasil molding.

Berdasarkan penelitian mengenai defect yang terjadi, produk defect masih bisa dilakukan repair atau perbaikan. Namun ada toleransi mengenai perbaikannya, jika kondisi defect pada produk tidak bisa diperbaiki atau tidak memenuhi standar kualitas perusahaan maka produk akan dipisahkan ke dalam trolley NG. Berikut adalah salah satu contoh dari defect blackspot :



Gambar 2. Black Spot (Sumber : Topworks Plastic Mold)

Tahap *Measure*

Pada tahap *Measure*, data kuantitatif dikumpulkan untuk mengetahui kondisi aktual tingkat kualitas produk cover AC pada proses injection molding. Data yang digunakan meliputi:

- Jumlah produksi bulanan
- Jumlah produk defect/NG
- Jenis defect (Black spot/dot, Burn mark, Black line, Contamination)

Tabel 4. Presentase jumlah defect

BULAN	JUMLAH PRODUKSI	JUMLAH DEFECT	PRESENTASE
SEPTEMBER	6.850	151	2,20%
OKTOBER	9.710	223	2,29%
NOVEMBER	3.708	153	4,12%

Pada tabel diatas menunjukan bahwa presentase defect yang banyak muncul terjadi pada bulan November dengan presentase 4,12%.

Tabel 5. Presentase defect yang sering muncul

BULAN	JUMLAH PRODUKSI	JUMALH DEFECT	JENIS DEFECT TERBANYAK
SEPTEMBER	6.850	151	BLACK SPOT
OKTOBER	9.710	223	BLACK SPOT
NOVEMBER	3.708	153	BLACK SPOT
TOTAL	20.268	527	

Tahapan selanjutnya melakukan perhitungan dalam DPMO (Defect Per Million Opportunity) dengan menghitung nilai DPMO dan level sigma dengan menggunakan formula Defect Per Unit (DPU) dan Defect Per Opportunities (DPO).

DPU (Defects Per Unit) = Total Defect / Total Unit Produksi

- September : $151 / 6.850 = 0,02204$
- Oktober : $223 / 9.710 = 0,02297$
- November : $153 / 3.708 = 0,04126$

DPO = (Total Cacat Produksi)/(Total Produksi)× OP

- September : $151 / 6.850 / 4 = 0,005511$
- Oktober : $223 / 9.710 / 4 = 0,005742$
- November : $153 / 3.708 / 4 = 0,010316$

DPMO = (Total Cacat Produksi)/((Total Produksi ×OP))

- September : $151 / 6.850 / 4 \times 1.000.000 = 5.510,6$
- Oktober : $223 / 9.710 / 4 \times 1.000.000 = 5.741,5$
- November : $153 / 3.708 / 4 \times 1.000.000 = 10.315,5$

Hasil perhitungan

a). Total (3 bulan)

$$DPU = 527 / 20.268 = 0,02600 (\approx 2,60\% \text{ defect per unit})$$

$$DPO = 0,02600 / 4 = 0,0065004$$

$$DPMO = 0,0065004 \times 1.000.000 = 6.500,4 \text{ DPMO}$$

$$\text{Sigma level} \approx 3,98 \sigma$$

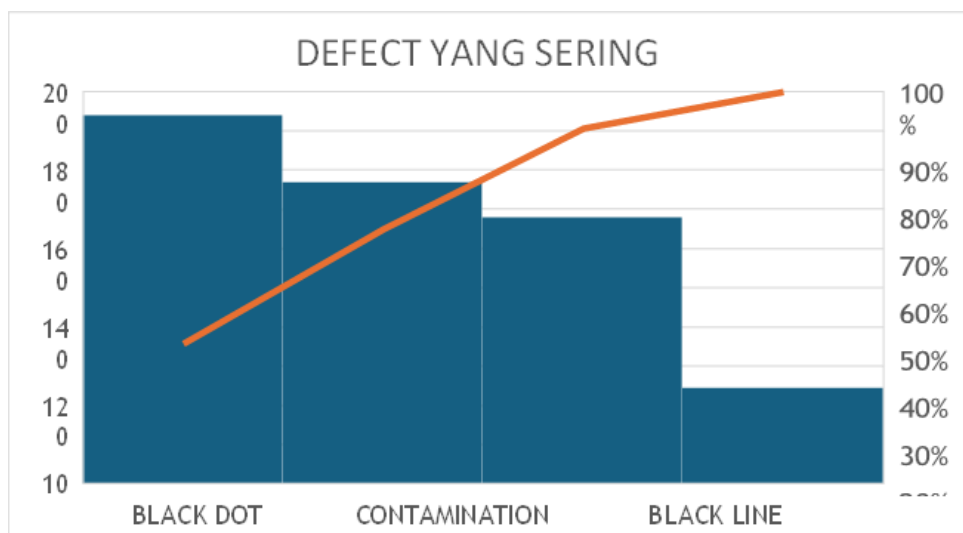
b). Tabel hasil perhitungan *DPU*, *DPMO*, dan *Nilai Sigma*

Tabel 6. Hasil Data DPU,DPMO, Nilai Sigma

Bulan	Produksi	Defect	DPU	DPO	DPMO	Sigma (\approx)
SEPTEMBER	6.850	151	0,02204	0,005511	5.510,9	4,04 σ
OKTOBER	9.710	223	0,02297	0,005742	5.741,5	4,03 σ
NOVEMBER	3.708	153	0,04126	0,010316	10.315,5	3,81 σ
TOTAL	20.268	527	0,02600	0,006500	6.500,4	3,98 σ
Rata - rata	6.756	175,67	0,02600	0,006500	6.500,5	3,96 σ

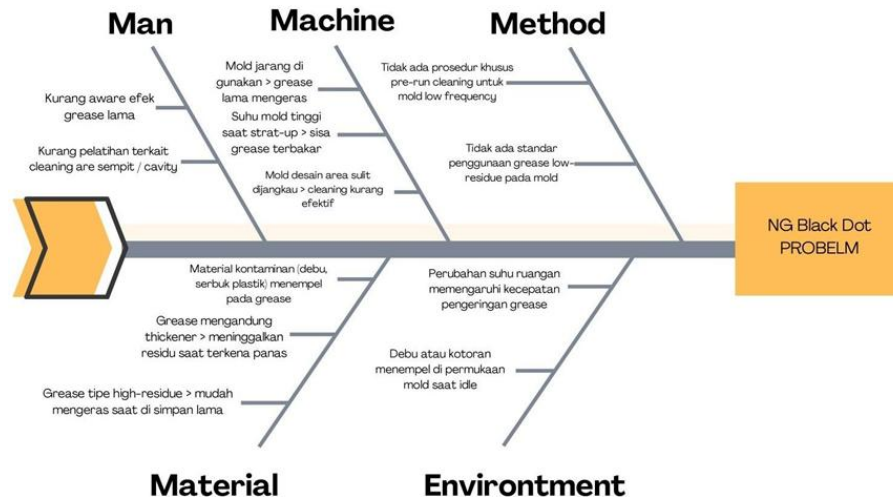
Tahap *Analyze*

Dalam tahapan ini, untuk meningkatkan kualitas produk dan pengurangan jumlah NG defect dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi penyebab kerusakan atau abnormal yaitu dengan diagram pareto dan diagram sebab-akibat (Fishbone Diagram).



Gambar 3. Diagram Pareto

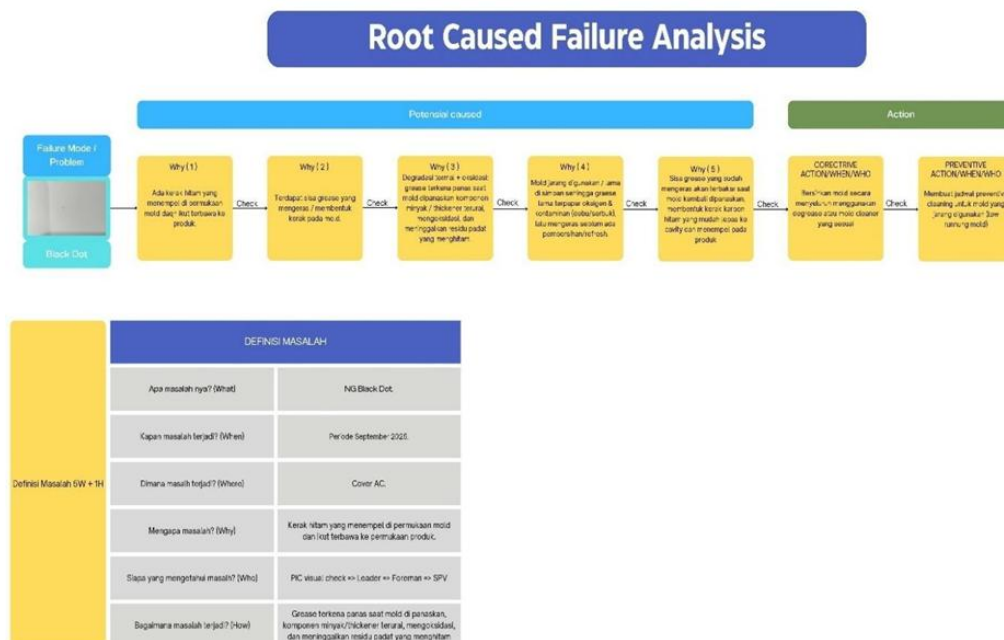
Dari gambar diagram pareto diatas, jenis defect yang sering terjadi atau yang paling banyak muncul dari bulan September sampai November adalah black dot. Adapun mengenai analisis faktor penyebab defect atau NG produk akan digambarkan dengan diagram sebab akibat berupa diagram tulang ikan atau Fish Bone dengan mencantumkan faktor 4M (Man, Methode, Mechine, Material) dan 1E (Environment).



Gambar 4. Diagram fishbone

Tahap Improve

Dalam tahap improve dilakukan peningkatan kualitas terhadap suatu permasalahan sehingga dilakukan analisis solusi menggunakan metode 5W+1H kemudian mengimplementasikan solusi yang paling tepat dalam suatu bentuk perbaikan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Hasil analisis 5W+1H sebagai rencana perbaikan pada part cover AC (Gambar 3). Perbaikan yang dibuat selaras dengan analisis yang sudah dibuat untuk mengurangi cacat pada cover AC.



Gambar 5. Tabel RCFA

Root Cause Failure Analysis (RCFA) – Metode 5 Why's

Selain Fishbone Diagram, analisis dilakukan menggunakan RCFA untuk menemukan akar penyebab paling mendasar dari fenomena Black Dot. Hasil proses 5 Why's dijelaskan sebagai berikut:

- Why 1 Terdapat kerak hitam yang menempel di permukaan mold dan ikut terbawa ke

permukaan produk.

- Why 2 Kerak tersebut berasal dari sisa grease yang mengeras pada bagian cavity mold.
- Why 3 Grease mengalami degradasi termal dan oksidasi akibat paparan panas mold saat proses molding.
- Why 4 Mold jarang digunakan atau lama disimpan, sehingga grease lama terpapar oksigen, debu, dan kontaminan.
- Why 5 (Root Cause) Sisa grease yang sudah mengeras terbakar kembali saat mold dipanaskan dan membentuk kerak karbon hitam yang mudah lepas ke produk, Temuan Akar Penyebab Utama (Root Cause Statement)

Setelah mengidentifikasi masalah atau penyebab black dot pada produk untuk mengurangi atau menurunkan jumlah defect sehingga kualitas dapat meningkat. Maka usulan mengenai Tindakan perbaikan secara umum dalam upaya meningkatkan kualitas produk adalah :

1) Meningkatkan Kualitas Material

Memastikan bahwa seluruh material yang digunakan dalam proses injection molding berada dalam kondisi OK secara visual, bebas dari kontaminasi, dan sesuai standar spesifikasi. Setiap material diverifikasi kesesuaiannya dengan POS (Production Order Sheet) dan master sample, terutama terkait kondisi pellet, kebersihan, serta keseragaman warna. Dilakukan pengecekan 100% di area incoming material dan sebelum material masuk ke hopper untuk memastikan tidak ada resin yang terkontaminasi debu, minyak, atau serpihan asing yang berpotensi menyebabkan defect Black Dot. Pengecekan ini bertujuan agar material yang kurang baik tidak masuk ke proses molding sehingga dapat mencegah terjadinya cacat dan menghindari produk defect terkirim ke customer.

2) Perbaikan terhadap Kualitas Tenaga Kerja

Melakukan perbaikan terhadap prosedur kerja serta re-training kepada seluruh operator produksi mengenai cara penanganan part NG, identifikasi kondisi abnormal (seperti munculnya titik hitam pada permukaan produk), dan menerapkan standar Working Instruction (WI) dan Working Guide (WG) yang berlaku pada line injection molding. Operator diberikan pemahaman terkait sistem identifikasi part, seperti memberi label merah untuk part NG, label kuning untuk part Hold jika part masih bisa dilakukan repair sambil menunggu verifikasi QC. Selain itu, dilakukan audit manpower bulanan mengenai budaya perusahaan, implementasi improvement, defect yang pernah terkirim ke customer, penggunaan APD serta kemampuan operator mengenali potensi terjadinya *Black Dot* seperti kontaminasi material, kebersihan nozzle, dan kondisi tools.

3) Perbaikan Kualitas Tools, Mold, dan Mesin

Melakukan pengecekan rutin terhadap kondisi mesin injection, mold, dan tools penunjang melalui checksheet harian untuk mendeteksi potensi kondisi abnormal. Lakukan kegiatan cleaning pada saat sebelum pulang kerja, termasuk pembersihan hopper, nozzle, dan auto collar untuk menghilangkan sisa residu atau kerak yang dapat menjadi sumber defect *Black Dot*. Pelumasan dan pengecekan fungsi mekanis dilakukan pada saat start-up untuk memastikan mold bekerja optimal dan tidak meninggalkan residu pembakaran. Operator wajib melakukan pengecekan part saat start-up dan pada

awal running mesin operator harus membandingkan part dengan master sample untuk memastikan permukaan produk dalam kondisi bebas dari titik hitam atau kontaminasi. Sebagai tambahan, dilakukan juga preventive maintenance pada mold, terutama untuk mold yang jarang digunakan, dengan membuat jadwal pembersihan rutin (preventive cleaning) untuk memastikan tidak ada sisa grease yang mengeras, kerak karbon, atau kontaminan lain yang dapat menempel pada cavity dan terbawa ke produk.

4) Menjaga Lingkungan Kerja

Memastikan area kerja dalam kondisi aman, bersih, dan bebas debu untuk menghindari potensi kontaminasi yang dapat menjadi penyebab *Black Dot*. Dilakukan kegiatan ART 4S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu) sebelum dan sesudah proses untuk memastikan kebersihan area terutama di sekitar hopper, mold area, dan feeding material. Lingkungan kerja yang tertata baik dapat mengurangi risiko human error sekaligus menekan faktor penyebab masuknya partikel asing ke produk selama proses injection.

Tahap Control

Pada tahap ini merupakan tindakan yang dilakukan dalam upaya perbaikan dalam pengurangan jumlah NG dan kondisi abnormal agar dapat dilakukan secara terus menerus, yaitu dengan cara:

- Melakukan pengecekan pada mesin, tools dan mold secara berkala oleh operator dan melakukan SCW atau Stop-Call-Wait apabila terjadi kondisi abnormal.
- Memastikan operator dalam kondisi baik dan sehat serta dapat mematuhi work instruction dan SOP yang sudah ditetapkan oleh Perusahaan.
- Pengecekan 100% dilakukan oleh inspector dan Quality Control sebagai garansi produk OK.
- Memahami potensi abnormal dan penanganan pada part NG dan Hold dengan memberi label merah pada part NG dan label kuning pada part Hold.

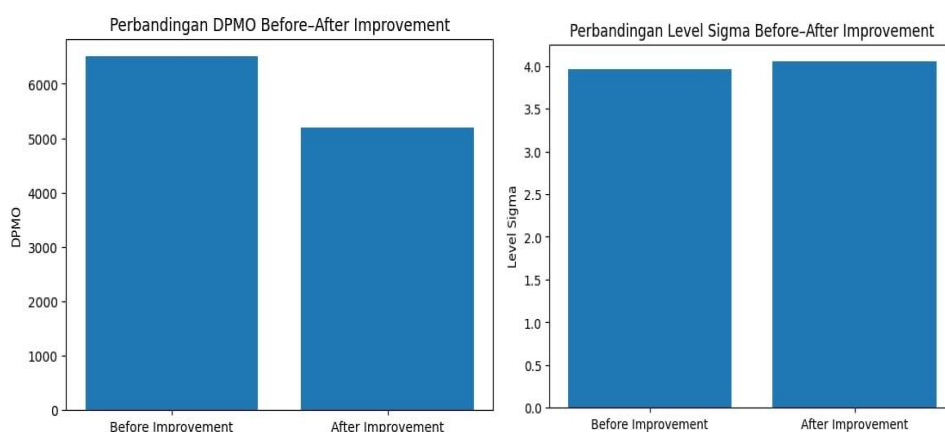
Analisis Kuantitatif Before–After Improvement

Evaluasi kuantitatif dilakukan untuk menilai efektivitas implementasi tahap improve dan control pada proses injection molding cover AC. Berdasarkan data sebelum perbaikan, diperoleh nilai DPMO sebesar 6.500,4 dengan level sigma rata-rata $\pm 3,96 \sigma$. Setelah dilakukan implementasi perbaikan berupa preventive maintenance mold, pelatihan operator, standarisasi SOP, dan pengendalian kebersihan material, kinerja proses menunjukkan perbaikan.

Tabel 7. Perbandingan Kinerja Proses Before–After Implementasi Perbaikan

No	Indikator Kualitas	Sebelum Perbaikan (Before)	Sesudah Perbaikan (After)	Perubahan
	Periode Evaluasi	Sept–Nov2025	Pasca Implementasi	-
	Jumlah Produksi (unit)	20.268	6.800	-
	Jumlah Defect (unit)	527	142	↓ 73,1%

	Defect Per Unit (DPU)	0,0260	0,0209	↓ 19,6%
	Defect Per Opportunity (DPO)	0,00650	0,00523	↓ 19,5%
	Defect Per Million Opportunities (DPMO)	6.500,4	5.200	↓ ±20%
	Level Sigma	3,96 σ	4,05 σ	↑ +0,09 σ



Gambar 6. Diagram Pareto

Hasil evaluasi pasca-implementasi menunjukkan nilai DPMO menurun menjadi sekitar 5.200 dengan level sigma meningkat menjadi $\pm 4,05 \sigma$. Penurunan DPMO sebesar $\pm 20\%$ ini mengindikasikan bahwa variasi proses berhasil ditekan dan stabilitas proses meningkat. Peningkatan level sigma menunjukkan adanya peningkatan kapabilitas proses injection molding. Dengan demikian, penerapan metode DMAIC terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas proses secara terukur. Namun demikian, upaya perbaikan berkelanjutan masih diperlukan untuk mencapai level sigma yang lebih tinggi dan menekan defect secara konsisten.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa faktor utama penyebab terjadinya produk cacat (defect) pada proses injection plastik khususnya pada produk cover AC adalah berasal dari human error. Hal ini terlihat dari masih ditemukannya ketidaktepatan operator dalam melakukan pengaturan parameter, kurang fokus saat proses produksi berlangsung, serta tidak konsistennya operator dalam menjalankan one cycle process sehingga memicu terjadinya kondisi proses yang abnormal. Selain human error, terdapat pula faktor lain yang berpengaruh terhadap munculnya defect seperti kondisi mesin injection, kebersihan mold, stabilitas material plastik, serta tools penunjang proses. Kondisi mesin yang tidak stabil, venting mold yang tersumbat, material yang terkontaminasi, atau prosedur purging yang tidak optimal dapat memicu defect visual seperti Black Spot, Burn Mark, Black Line, dan Contamination. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa mesin, mold, bahan baku, dan tools sudah dalam kondisi OK sebelum proses produksi dimulai. Upaya perbaikan yang dapat dilakukan meliputi retraining operator mengenai potensi abnormal pada injection

molding, peningkatan kedisiplinan dalam mengikuti parameter standar, memastikan kebersihan material melalui prosedur purging, serta melakukan preventive maintenance dan calibration mold secara berkala sesuai jadwal. Selain itu, pengisian checksheet harian menjadi langkah penting untuk memastikan kondisi mesin dan mold selalu dalam keadaan stabil. Berdasarkan perhitungan level sigma untuk periode September hingga November 2025, rata-rata nilai sigma proses adalah $\pm 3,96$ sigma, dengan total defect sebanyak 527 pcs dari total produksi 20.268 pcs. Nilai sigma ini menunjukkan bahwa proses injection plastik pada produk cover AC masih memerlukan peningkatan kualitas untuk mencapai tingkat kapabilitas proses yang lebih tinggi dan mengurangi variasi defect secara konsisten.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data, serta evaluasi implementasi metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC pada proses injection molding cover AC, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1) Penguatan Implementasi Preventive

Maintenance Perusahaan disarankan untuk menerapkan preventive maintenance secara lebih terstruktur dan konsisten, khususnya pada mold dan mesin injection yang jarang digunakan. Pembuatan jadwal pembersihan mold secara rutin, penggantian grease yang telah terdegradasi, serta inspeksi kondisi cavity dan venting mold perlu dilakukan secara berkala untuk mencegah terjadinya defect Black Spot dan Burn Mark akibat kontaminasi atau sisa residu pembakaran.

2) Peningkatan Kompetensi dan Disiplin

Operator Diperlukan pelaksanaan pelatihan dan re-training secara berkelanjutan kepada operator terkait pengaturan parameter proses, prosedur pembersihan mold, serta kemampuan identifikasi kondisi abnormal selama proses injection molding. Selain itu, perusahaan perlu meningkatkan kedisiplinan operator dalam menjalankan SOP, WI, dan checksheet harian guna meminimalkan human error yang terbukti menjadi penyebab dominan terjadinya defect.

3) Pengendalian Parameter Proses dan Standarisasi

Kerja Perusahaan disarankan untuk melakukan standarisasi parameter proses injection molding berdasarkan kondisi proses terbaik (best condition) serta melakukan monitoring parameter secara berkala. Pengendalian suhu, tekanan, dan waktu siklus yang stabil perlu dijaga agar variasi proses dapat ditekan dan kualitas produk lebih konsisten.

4) Peningkatan Pengendalian Material dan Lingkungan Kerja Pengawasan terhadap kebersihan material plastik sebelum masuk ke proses produksi perlu ditingkatkan melalui inspeksi incoming material dan pengendalian area penyimpanan bahan baku. Selain itu, penerapan budaya 4S/5S di area produksi harus dijalankan secara konsisten untuk menjaga lingkungan kerja tetap bersih dan meminimalkan potensi kontaminasi yang dapat menyebabkan defect.

5) Pengembangan Penelitian dan Perbaikan Berkelanjutan

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengamatan dalam periode yang lebih panjang guna mengevaluasi kestabilan hasil perbaikan serta mengukur

peningkatan level sigma secara berkelanjutan. Selain itu, integrasi metode Six Sigma dengan alat pengendalian kualitas lain seperti Statistical Process Control (SPC) atau Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan kapabilitas proses menuju level sigma yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Pujangga, G. A. (2018). Penerapan Metode Six Sigma Sebagai Upaya Pengendali Kualitas Produk Dengan Menggunakan Konsep DMAIC. *Ratih: Jurnal Rekayasa Teknologi Industri Hijau*, 1(2), 10.
- Caesaron, D., & Tandianto, T. (2015). Penerapan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan DMAIC Pada Proses Handling Painted Body BMW X3 (Studi Kasus: PT. Tjahja Sakti Motor). *Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri*, 9(3), 182846.
- Ivanda, M. A., & Suliantoro, H. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode Six Sigma Pada Proses Produksi Barecore PT. Bakti Putra Nusantara. *Industrial Engineering Online Journal*, 7(1).
- Trisianto, C. A., Triono, A., & Maulidin, D. (2022, March). Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma dengan Melalui Pendekatan DMAIC Studi Kasus di UD. XYZ. In *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan* (Vol. 2, pp. 200-209).
- Arifiardy, F. P., & Susanty, A. (2022). Pengendalian dan Penjaminan Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Pada Departemen Produksi PT Aimfood Manufacturing Indonesia. *Industrial Engineering Online Journal*, 11(4).
- Octavia, M., & Noya, S. (2019). Penerapan metode six sigma untuk mengurangi jumlah produk cacat pada proses produksi di pt. rukun citra abadi. *Spektrum Industri*, 17(2), 191.
- Christoper, C., & Suliantoro, H. (2015). Analisa Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode Six Sigma untuk Part NXS-001 pada PT Inti Pantja Press Industri. *Industrial Engineering Online Journal*, 4(4).
- Pahlawan, F. M., & Vanany, I. (2019). Model Six Sigma Untuk Mengurangi Produk Cacat Karena Faktor Ketidakhallalan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 18(1), 17-24.
- Dewi, A. M., & Puspitasari, N. B. (2019). Analisis pengendalian kualitas menggunakan metode six sigma pada produk AMDK 240 ml PT. Tirta Investama Klaten. *Industrial Engineering Online Journal*, 7(4).
- Nugroho, A., & Kusumah, L. H. (2021). Analisis Pelaksanaan Quality Control untuk Mengurangi Defect Produk di Perusahaan Pengolahan Daging Sapi Wagyu dengan

Pendekatan Six Sigma. *Jurnal Manajemen Teknologi*, 20(1), 56-78.

Fadila, Y. A., & Della Oganda, D. (2025). Optimasi Kualitas Produk Stamping Dengan Metode Six Sigma DMAIC. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 4(4), 1170-1179.

Salomon, L. L., Ahmad, A., & Limanjaya, N. D. (2015). Strategi Peningkatan Mutu Part Bening Menggunakan Pendekatan Metode Six Sigma (Studi Kasus: Department Injection Di PT. KG). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(3).

Al Faritsy, A. Z., & Wahyunoto, A. S. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Meja Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT XYZ. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 4(2), 52-62.

Setyabudhi, A. L., & Sipahutar, I. (2019, May). Application Of Six Sigma Methodology To Improve the Product Quality Of Moldings Plastic (Case Study: PT Mega Technology Batam). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 505, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.

Mittal, A., Gupta, P., Kumar, V., Al Owad, A., Mahlawat, S., & Singh, S. (2023). The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company. *Heliyon*, 9(3).