

Implementasi Metode *Six Sigma* DMAIC Untuk Menurunkan Defect Produk *Cereal Opak*

Cipto Suparman*¹, Rakay Edhiargo Toyosito², Lifa Citra Ramadhanti³

^{1,2}Teknik industri, Universitas Tangerang Raya, Tangerang, Indonesia

³Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia

*¹akangcipto.ac@gmail.com, ²rakaytoyosito@untara.ac.id, ³lifa.citra@ft.unsika.ac.id

Article History:

Received 20 June 2026

Revised 29 June 2026

Accepted 1 July 2026

Available online 03 July 2026

Abstrak

PT RRC merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi bahan baku makanan sehat, salah satunya *cereal opak*. Lini produksi *cereal opak* masih menghadapi tingginya jumlah produk cacat (*defect*) yang menyebabkan pemborosan sumber daya dan waktu. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis cacat dominan, menganalisis akar penyebabnya, serta merancang strategi perbaikan menggunakan pendekatan integratif *Six Sigma* dengan siklus *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC), yang dikombinasikan dengan *Root Cause Analysis* (RCA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil analisis *Pareto* menunjukkan cacat opak alot mendominasi sebesar 70% dari total *defect*. Kapabilitas proses awal berada pada tingkat 3,21 *Sigma* dengan nilai DPMO sebesar 43.400. Analisis RCA dan FMEA mengidentifikasi akar penyebab utama berasal dari metode penakaran volume air pada proses *mixing* adonan yang masih mengandalkan estimasi visual operator, dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 448. Perbaikan dilakukan melalui pemasangan sistem *digital flow meter* semi-otomatis untuk mengendalikan volume air. Hasil implementasi menunjukkan rata-rata cacat opak alot menurun dari 24.539 kg/bulan menjadi 2.575 kg/bulan, nilai RPN turun menjadi 128, serta kapabilitas proses meningkat menjadi 4,28 *Sigma* dengan DPMO 2.720. Investasi sebesar Rp15.736.000 mampu menyelamatkan kerugian perusahaan hingga Rp329.460.000 per bulan.

Kata Kunci : *cereal opak, DMAIC, FMEA, digital flow meter, six sigma*

Abstract

PT RRC is a manufacturing company that produces healthy food ingredients, one of which is *cereal opak*. However, the *cereal opak* production line experiences a high defect rate, resulting in significant waste of resources and production time. This study aims to identify the dominant type of defect, analyze its root causes, and develop an effective improvement strategy using the integrated *Six Sigma* *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) methodology combined with *Root Cause Analysis* (RCA) and *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). *Pareto* analysis revealed that tough opak was the dominant defect, accounting for 70% of the total defects. The initial process capability was measured at 3.21 *Sigma* with a *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) value of 43,400. RCA and FMEA identified the primary root cause as the manual estimation of water volume during the dough mixing process, which yielded the highest *Risk Priority Number* (RPN) of 448. To address this issue, a semi-automatic *digital flow meter* was installed to control the water volume accurately. Following implementation, the average tough opak defect decreased significantly from 24,539 kg/month to 2,575 kg/month, the RPN was reduced to 128, and the process capability improved to 4.28 *Sigma* with a DPMO of 2,720. With an investment of IDR 15,736,000, the proposed improvement generated estimated cost savings of IDR 329,460,000 per month for the company.

Keywords : *cereal opak, DMAIC, FMEA, digital flow meter, six sigma*

1. Pendahuluan

Pertumbuhan ekonomi Indonesia banyak didorong oleh meningkatnya konsumsi rumah tangga, di mana sektor makanan dan minuman menjadi salah satu industri yang mengalami pertumbuhan pesat. Peningkatan ini ditopang oleh naiknya pendapatan dan bertambahnya pengeluaran masyarakat. Fenomena ini menjadikan industri makanan sebagai peluang besar bagi perusahaan lokal untuk memperluas pasar, bahkan hingga ke tingkat ekspor dunia. Di sisi lain, popularitas kuliner lokal yang mendunia juga menciptakan peluang baru bagi perusahaan asing untuk menawarkan produk mereka kepada konsumen Indonesia yang semakin terbuka terhadap ragam cita rasa dan inovasi makanan.

PT RRC merupakan perusahaan yang berfokus pada produksi bahan baku makanan sehat. Perusahaan ini memulai kiprahnya dengan terus berkembang sebagai bahan utama dari berbagai produk makanan sehat yang diminati konsumen baik di pasar domestik maupun internasional. Produk yang dihasilkan merupakan bahan baku utama untuk produksi pada divisi makanan sehat. Dalam proses produksi *cereal* opak, sering kali terjadi masalah berupa cacat pada hasil produk. Tingginya jumlah *defect* pada proses produksi *cereal* opak menyebabkan pemborosan berbagai sumber daya perusahaan, antara lain bahan baku seperti tepung, gula, *lecithin*, dan air yang tidak dapat dimanfaatkan kembali sebagai produk jadi. Selain itu, *defect* juga meningkatkan penggunaan energi listrik dan gas selama proses produksi, menambah beban kerja operator untuk melakukan penanganan produk cacat, serta menyebabkan waktu produksi terbuang akibat proses *rework*, pemisahan produk cacat, dan penanganan limbah. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya biaya produksi serta menurunkan efisiensi proses. Data produksi dan jumlah *defect cereal* opak selama periode Mei sampai Oktober 2025 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data *defect cereal* opak

No	Bulan	Produksi (kg)	Defect (kg)
1	Mei	1.085.058	12.873
2	Juni	943.703	33.674
3	Juli	886.355	34.126
4	Agustus	1.005.880	40.843
5	September	922.800	41.117
6	Oktober	1.518.872	48.368
Total		6.362.668	211.001

Sumber : Data sekunder (2025)

Defect produk *cereal* dikategorikan ke dalam empat jenis kecacatan, dari bulan Mei 2025 hingga Oktober 2025, produksi *cereal* opak tercatat persentase masing-masing jenis *defect* pada produk *cereal* opak dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Data persentase *defect cereal* opak

No	Defect	Jumlah (kg)	Persentase
1	Alot	147.233	70%
2	Hangus	28.032	13%
3	Opak besar	22.416	11%
4	Kontaminasi	13.320	6%
Total		211.001	100%

Sumber : Data sekunder (2025)

Penerapan SOP yang terstandarisasi berhasil menurunkan rata-rata cacat produksi sebesar 8,56% (Makhmul & Hari, 2021). Penurunan *reject* kecil akibat penyesuaian mandiri dari operator dengan solusi yang ditawarkan dengan pembuatan SOP baru dan berupa pelatihan masih bersifat administrasi atau manajerial dan belum menyentuh modernisasi alat untuk menangani fluktuasi suhu oven (Sulaiman et al., 2025). Penyebab cacat mencakup kategori manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan produksi (Makhmul & Hari, 2021). Menurut (Dabi, 2025) menekankan bahwa implementasi metode *Six Sigma* di industri pangan telah berhasil mengurangi jumlah *waste*. Metode *Six Sigma* dengan tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) dipilih sebagai kerangka utama penelitian ini karena kemampuannya yang terbukti dalam menekan variasi proses.

Menurut (Rahman & Perdana, 2021) metode DMAIC mengintegrasikan dengan *Root Cause Analysis* (RCA) untuk membedah akar masalah secara kualitatif, serta *Failure Mode and Effect*

Analysis (FMEA) untuk menilai risiko kegagalan pada setiap tahapan proses yang ada. Dengan integrasi ketiga metode ini, prioritas perbaikan dapat ditentukan secara objektif berdasarkan nilai risiko tertinggi, bukan sekadar asumsi (Mittal et al., 2023). Metode FMEA terbukti efektif dalam mengidentifikasi titik kritis kegagalan proses di industri pangan (Nuraini et al., 2023). Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui jenis *defect* yang tertinggi pada lini produksi *cereal* opak. Menurut untuk mengetahui penyebab terjadinya *defect* yang tertinggi pada proses produksi *cereal* opak, dan yang terakhir untuk memberikan rancangan perbaikan yang dapat dilakukan terhadap *defect* yang tertinggi pada dalam proses produksi *cereal* opak.

2. Bahan dan Metode

2.1 Define

Tahap ini mengidentifikasi permasalahan yang menjadi penyebab signifikan yang merupakan sumber-sumber kegagalan produksi (Aditya & T, 2020). Langkah yang dilakukan adalah dengan langkah sebagai berikut:

- a. Diagram SIPOC bertujuan mendefinisikan standar kualitas yang diterapkan pada proses produksi *cereal* opak oleh perusahaan.
- b. Identifikasi CTQ bertujuan untuk mendefinisikan tindakan yang dilakukan berdasar hasil observasi dan analisis penelitian (Ashari & Nugroho, 2022).
- c. Diagram *pareto* bertujuan menetapkan sasaran tujuan peningkatan kualitas Six Sigma berdasar hasil observasi.
- d. Brainstorming untuk identifikasi pada mode kegagalan yang berpotensi menyebabkan *defect* utama yang telah diidentifikasi (Samsudin et al., 2023).
- e. *Why-why analysis* yaitu identifikasi analisis penyebab ini akan merujuk pada kategori dalam kerangka berpikir dari faktor manusia, kinerja mesin, material dan didukung oleh data hasil wawancara dengan operator serta observasi lapangan.
- f. *Fishbone* diagram di gunakan sebagai alat diagnostik dalam membedah kompleksitas masalah teknis di rantai produksi, untuk menelusuri akar kegagalan hingga ke faktor spesifik dari *faktor Man, Machine, Method, Material, Measurement, Environment* (Irwanto et al., 2020).

2.2 Measure

Tahapan yang dilakukan dengan beberapa langkah (Sulistiyono & Saifuddin, 2024) dengan pengambilan sampel pada perusahaan selama masa penelitian sebagai berikut:

- a. Uji stabilitas proses dengan peta kendali p digunakan untuk mengukur jumlah maksimum presentase dari *defect* yang berdasar dari proporsi jumlah kejadian diterima atau ditolak dalam produksi *cereal*. Dalam perhitungan ini menggunakan perhitungan.
- b. *Defect per Opportunities* (DPO) adalah suatu ukuran kegagalan yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan.
- c. *Defect Per Million Opportunitites* (DPMO) merupakan suatu kegagalan yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per sejuta kesempatan. Dalam program peningkatan kualitas Six Sigma target 3,8 DPMO diinterpretasikan dalam satu unit produksi terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari satu karakteristik CTQ adalah 4 kegagalan per satu juta kesempatan. DPMO.
- d. Tingkat Sigma atau *Sigma Quality Level* (SQL) adalah metrik statistik yang digunakan dalam metodologi *Six Sigma* untuk mengukur sejauh mana suatu proses mendekati bebas cacat. Sederhananya, SQL menunjukkan berapa banyak produk cacat yang mungkin terjadi dalam satu juta peluang. Semakin tinggi tingkat sigma, semakin sedikit produk cacat yang dihasilkan, yang berarti proses tersebut semakin berkualitas.

2.3 Analyze

Analyze digunakan untuk identifikasi dan prioritas akar masalah. Pada tahap *Analyze*, penggunaan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menyusun urutan prioritas perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi (Sabela et al., 2025). Adapun tahapan tahapan dalam *analyze* adalah mendokumentasikan pengendalian yang ada saat ini, baik yang bersifat pencegahan (*prevention*) maupun deteksi (*detection*), yang sudah diterapkan oleh PT TRBC untuk mengatasi setiap mode kegagalan. Memberikan penilaian risiko secara kuantitatif bersama tim FMEA dengan

memberikan skor untuk tingkat keparahan (*Severity*), tingkat kemungkinan terjadinya (*Occurrence*), tingkat kemampuan deteksi (*Detection*), yang menilai efektivitas *current controls*.

Menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) untuk setiap mode kegagalan. Menyusun urutan prioritas perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi. Mode kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi akan ditetapkan sebagai fokus utama untuk dianalisis dan dicarikan solusi pada tahap Improve. Melakukan penghitungan ulang nilai RPN setelah tindakan perbaikan diimplementasikan. Langkah ini dilakukan pada tahap Control untuk mengevaluasi efektivitas solusi yang telah diterapkan dalam mengurangi risiko kegagalan.

2.4 Improve

Langkah awal dengan *brainstorming* solusi yaitu fokus pada mode kegagalan dengan RPN tertinggi untuk mencari solusi yang dapat. Kemudian menurunkan *occurrence* dengan mencegah penyebab terjadi. Selanjutnya meningkatkan *detection* dengan membuat masalah lebih mudah ditemukan. Selanjutnya memilih solusi yang paling efektif dan efisien, dan yang terakhir menerapkan solusi yang sudah terbukti berhasil pada seluruh lini produksi.

2.5 Control

Control bertujuan untuk memastikan masalah tidak kembali lagi yaitu dengan melakukan kembali FMEA pada proses yang sudah diperbaiki untuk menunjukkan bahwa nilai RPN dari akar masalah utama dengan melakukan perbandingan kondisi aktual sebelum dan sesudah dilakukan *improve*. Selanjutnya *control chart* untuk memantau parameter yang diperbaiki (Ammalya A. Fertansyah, 2025). Tahapan berikutnya membuat standarisasi dengan memperbarui dokumen SOP sesuai dengan proses baru dan yang terakhir evaluasi hasil dengan mengukur kembali kapabilitas proses dan tingkat *defect* untuk membuktikan bahwa tujuan proyek di tahap *define* telah tercapai.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data defect product

Terdapat empat kategori utama kerusakan (*defect*) yang ditemukan pada produk *cereal* perusahaan. Jenis pertama alot, kedua adalah hangus, urutan ketiga ditemukannya kontaminasi dan terakhir opak besar. Berikut rincian data keempat jenis *defect* untuk periode Mei hingga Oktober 2025 yang ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data *defect* opak *cereal* Mei - Oktober 2025

No	Bulan	Alot (kg)	Opak hangus (kg)	Kontaminasi (kg)	Opak besar (kg)
1	Mei	8.993	1.200	872	1.808
2	Juni	24.074	2.720	1.120	5.760
3	Juli	23.158	4.376	2.048	4.544
4	Agustus	27.123	5.840	2.760	5.120
5	September	29.797	6.880	2.840	1.600
6	Oktober	34.088	7.016	3.680	3.584
Total		147.233	28.032	13.320	22.416

Sumber : Data primer (2025)

3.2 Tahap Define

Tahap *define* dilakukan dengan mendefinisikan batas-batas proses, mengidentifikasi karakteristik kualitas kritis untuk menentukan prioritas masalah yang akan diselesaikan. Alur proses produksi *cereal* opak beserta hubungan antara *supplier*, *input*, *process*, *output*, dan *customer* digambarkan melalui diagram SIPOC pada Gambar 1 sebagai berikut:

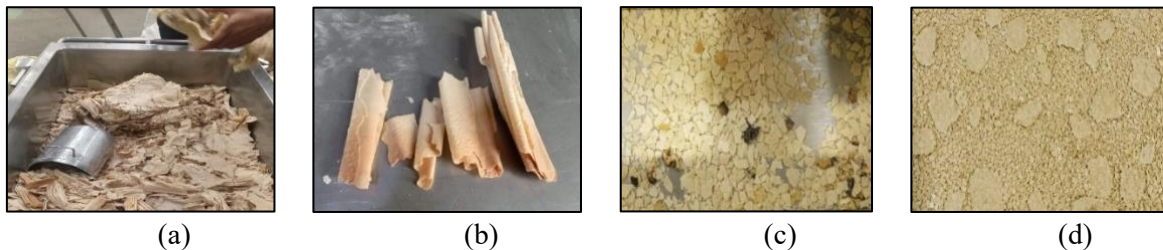
a. Diagram SIPOC

SUPPLIER	INPUT	PROCESS	OUTPUT	CUSTOMER
Gudang	Tepung, Gula, <i>Fine bran</i> , <i>Lecithin</i> , <i>Specmat</i> , Air.	Penyediaan bahan baku	<i>Raw material</i>	<i>Weighing</i>
PPIC	Jadwal produksi (Planing)	<i>Weighing</i>	Formulasi	<i>Mixing</i>
<i>Maintenance</i>	Kesiapan mesin dan energi	<i>Mixing</i>	Adonan <i>cereal</i> Mentah	<i>Baking</i>
HRD	Tenaga kerja	<i>Baking</i>	Lembaran opak matang	<i>Crushing</i>
Manajemen	SOP dan instruksi kerja	<i>Crushing</i>	<i>Cereal opak</i>	<i>Packaging</i>
		Sortir dan <i>Packing</i>	1. Produk baik 2. Produk cacat 3. Limbah	Bagian QC Gudang Konsumen

Gambar 1. Diagram SIPOC

Sumber : Data primer (2025)

b. Critical to Quality (CTQ)



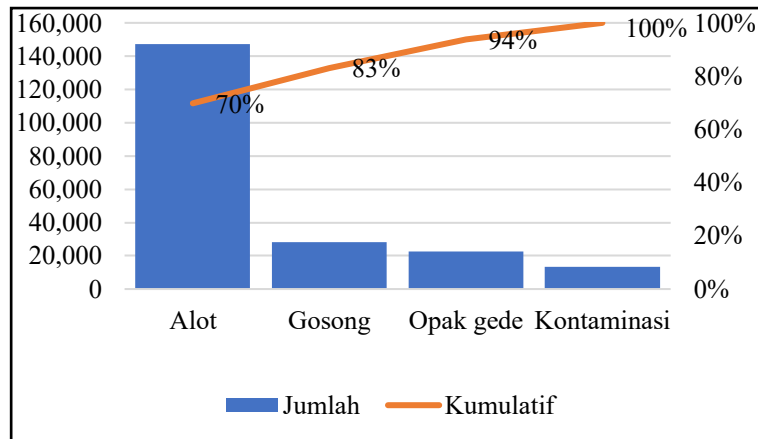
Gambar 2. (a) *defect* alot (b) *defect* hangus (c) *defect* kontaminasi (d) *defect* opak besar

Pada Gambar 2(a) merupakan *defect* tekstur alot ini terjadi apabila produk memiliki kadar air lebih dari 3% artinya dalam 100gr opak terdapat kandungan air lebih dari 3gr dalam produk sehingga *cereal* kehilangan kerenyahannya dan menjadi ulet atau alot. Gambar 2(b) merupakan *defect* produk hangus ini ditandai dengan perubahan warna visual sereal menjadi cokelat tua atau hitam akibat paparan suhu panas yang berlebihan di dalam mesin oven. Selain merusak estetika produk, kondisi hangus ini juga mengubah cita rasa menjadi pahit, sehingga produk tidak memenuhi standar mutu.

Pada Gambar 2(c) merupakan *defect* kontaminasi ini mencakup ditemukannya benda atau material asing yang tidak seharusnya ada di dalam campuran produk *cereal* opak. Kontaminasi dianggap sebagai cacat kritis karena berkaitan langsung dengan aspek keamanan pangan (*food safety*) dan dapat menurunkan kepercayaan konsumen terhadap higienitas perusahaan. Gambar 2(d) merupakan *defect* opak besar ini terjadi ketika ukuran fisik produk sereal melampaui standar spesifikasi yang telah ditentukan. Ketidakteraturan ukuran ini dapat menimbulkan masalah pada tahap pengemasan otomatis dan dianggap tidak konsisten dengan citra produk yang diharapkan oleh pelanggan.

3.3 Diagram *pareto*

Distribusi kontribusi masing-masing jenis *defect* dianalisis menggunakan diagram *pareto* yang ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram *pareto*

Sumber : Data primer (2025)

Berdasarkan data *defect* produk periode Mei hingga Oktober 2025, terlihat bahwa jenis cacat alot menempati urutan pertama dengan persentase kumulatif sebesar 70% dari total kecacatan. Sesuai dengan prinsip Pareto, prioritas penelitian difokuskan pada upaya penurunan cacat alot karena penyelesaian masalah ini diperkirakan memberikan dampak terbesar terhadap penurunan *defect* secara keseluruhan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Alfin dan Nugroho, (2022) yang menyatakan bahwa diagram *pareto* efektif digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan berdasarkan kontribusi terbesar terhadap permasalahan kualitas.

3.4 *Brainstorming*

Kegiatan *brainstorming* dilakukan dengan mengumpulkan pihak-pihak yang terlibat langsung di lapangan dengan mengajukan pertanyaan terbuka mengenai kendala proses untuk menyebutkan semua kendala yang dialami yang berpotensi menyebabkan produk menjadi opak alot. Harapan dalam tahap ini untuk mendapatkan daftar panjang variabel penyebab secara *real* di lapangan. Hasil dari *brainstorming* adalah sebagai berikut:

- c. *Man* (Manusia): Kurangnya ketelitian dalam durasi *mixing* atau kelelahan operator di *shift* malam.
 - d. *Machine* (Mesin): Ketidakstabilan suhu pada mesin *baking* atau pisau *crushing* yang tumpul sehingga merusak struktur pori sereal.
 - e. *Material* (Bahan): Kadar air dalam tepung yang terlalu tinggi atau kualitas *lecithin* yang tidak stabil.
 - f. *Method* (Metode): Cara melakukan takaran air hanya dilakukan dengan acuan tanda garis saat proses *mixing* maka jumlah air yang digunakan dalam proses *mixing* selau berbeda.
- Environment* (Lingkungan): Kelembapan udara (*humidity*) di area produksi yang tinggi, terutama saat musim hujan, yang membuat produk cepat menyerap uap air.

3.5 *Why-why analysis*

Hasil analisis akar penyebab menggunakan metode *Why-why analysis* disajikan pada Tabel 4.

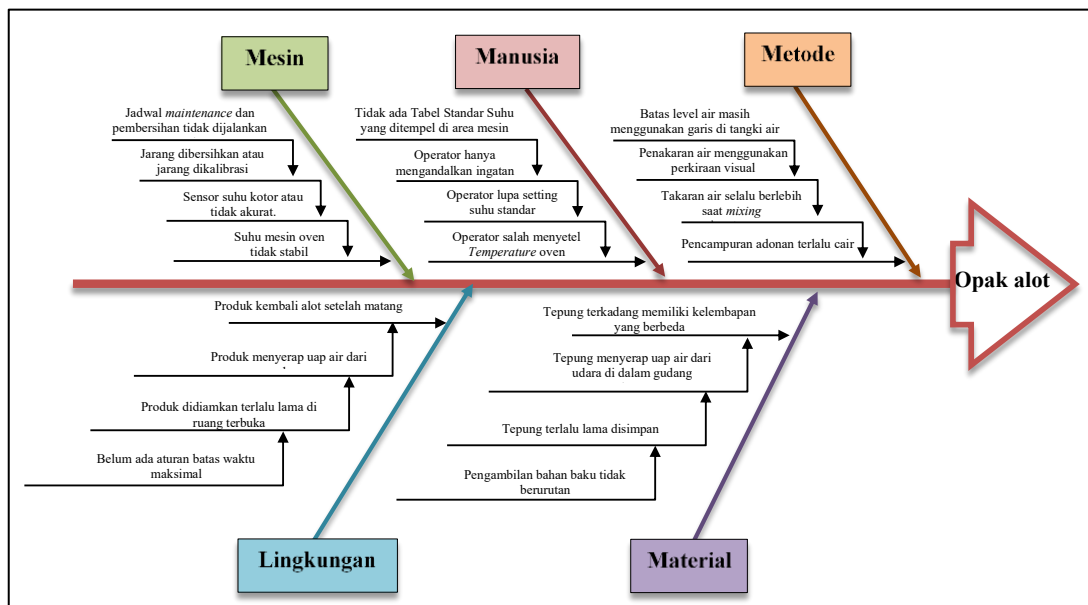
3.6 *Fishbone diagram*

Setelah memetakan penyebab menggunakan *why-why analysis*, kemudian dilakukan identifikasi, eksplorasi, dan pemetaan secara grafis berbagai faktor penyebab yang berkontribusi terhadap suatu permasalahan spesifik atau karakteristik kualitas menggunakan *diagram fishbone*. Hubungan antar faktor penyebab *defect* alot dianalisis menggunakan diagram *fishbone* yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 4. Why-why Analysis

No	Faktor	Masalah	Why 1	Why 2	Why 3
1	Method	Pencampuran adonan terlalu cair	Takaran air berlebih saat proses <i>mixing</i> .	Penakaran air menggunakan perkiraan visual.	Batas level air masih menggunakan garis di tangki air.
2	Man	Salah menyetel <i>temperature oven</i> .	Operator lupa <i>setting</i> suhu standar.	Operator hanya mengandalkan ingatan.	Tidak ada tabel standar suhu visual sebagai panduan.
3	Machine	Suhu mesin oven tidak stabil.	Sensor suhu kotor atau tidak akurat.	Jarang dibersihkan/dikalibrasi.	Jadwal <i>maintenance</i> tidak dijalankan rutin.
4	Material	Kelembapan tepung yang berbeda	Tepung menyerap uap air dari udara sekitar.	Tepung terlalu lama disimpan.	Pengambilan bahan baku tidak berurutan
5	Environment	Produk kembali alot setelah matang.	Produk menyerap uap air dari udara.	Produk didiamkan terlalu lama di ruang terbuka sebelum di <i>packing</i> .	Belum ada aturan batas waktu maksimal produk didiamkan di ruang terbuka.

Sumber: Data primer (2025)



Gambar 4. Diagram fishbone

Sumber: Data primer (2025)

Berdasarkan Gambar 4, faktor metode menjadi penyebab yang paling dominan karena ketidakkonsistenan penakaran volume air selama proses *mixing*. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa variasi metode kerja berpengaruh langsung terhadap kualitas produk akhir. Temuan ini sejalan dengan

penelitian Irwanto et al., (2020) yang menyatakan bahwa diagram fishbone mampu mengidentifikasi faktor penyebab utama berdasarkan kategori *man, machine, method, material, measurement, dan environment* sehingga memudahkan penentuan tindakan perbaikan.

3.7 Tahap Measure

Uji stabilitas proses dilakukan dengan peta kendali p atau yang sering di sebut *p-chart* dengan memantau proporsi produk cacat setiap bulan dan melihat kondisi proses produksi. Perhitungan dimulai dengan melakukan perhitungan dengan menghitung seberapa besar proporsi produk cacat (p) pada bulan mei dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Nilai } p \text{ Mei} &= \frac{\text{Defect (np)}}{\text{Inspeksi (n)}} & (1) \\ &= \frac{12.873}{1.085.058} \\ &= 0,0119 \text{ (1,19\%)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } \bar{p} &= \frac{\text{Total defect } (\sum np)}{\text{Total inspeksi } (\sum n)} & (2) \\ &= \frac{211.011}{4.862.668} \\ &= 0,0434 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UCL Mei} &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} & (3) \\ &= 0,0434 + 3 \sqrt{\frac{0,0434(1-0,0434)}{1.085.058}} \\ &= 0,0337 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCL Mei} &= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} & (4) \\ &= 0,0434 - 3 \sqrt{\frac{0,2348(1-0,2348)}{1.085.058}} \\ &= 0,0326 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan keseluruhan yang di mulai dari penentuan proporsi cacat, CL, UCL dan LCL diatas, kemudian dilakukan perhitungan lanjutan pada bulan bulan selanjutnya. Berikut adalah tabel dan grafik peta kendali p berdasarkan hasil perhitungan peta kendali p dari bulan Mei 2025 sampai bulan Oktober 2025 ditampilkan dalam Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Peta kendali Mei-Oktober 2025

Bulan	Inspeksi (n) Kg	Defect (np) Kg	Proporsi (p)	CL	UCL	LCL
Mei	1.085.058	12.873	0,0119	0,0332	0,0337	0,0326
Juni	943.703	33.674	0,0357	0,0332	0,0337	0,0326
Juli	886.355	34.126	0,0385	0,0332	0,0337	0,0326
Agustus	1.005.880	40.843	0,0406	0,0332	0,0337	0,0326
September	922.800	41.117	0,0446	0,0332	0,0337	0,0326
Oktober	1.518.872	48.368	0,0318	0,0332	0,0336	0,0327

Sumber : Data primer (2025)

Berdasarkan tabel peta kendali di atas, terlihat bahwa proses produksi berjalan dalam kondisi tidak stabil, oleh karena itu diperlukan analisa perbaikan untuk melakukan pengendalian proses agar fluktuasi hasil produksi dapat diminimalisir. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa variasi proses masih dipengaruhi oleh penyebab khusus, sehingga proses belum sepenuhnya berada dalam kondisi terkendali secara statistik. Menurut Sulistiyono dan Saifuddin, (2024) peta kendali digunakan untuk mengevaluasi kestabilan proses dan menentukan perlunya tindakan korektif apabila titik pengamatan berada di luar batas kendali atau menunjukkan pola yang tidak stabil.

SQL atau *level sigma* adalah ukuran yang menunjukkan seberapa baik suatu proses memenuhi standar kualitas. Semakin tinggi nilai sigma, semakin kecil tingkat kegagalannya, Persentase peluang terjadinya cacat dalam 1 juta kesempatan dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$DPO = \frac{\text{jumlah defect}}{\text{jumlah unit} \times \text{jumlah CTQ}} \quad (5)$$

$$= \frac{211.001}{(6.362.668 \times 4)}$$

$$= 0,0434$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (6)$$

$$= 0,0434 \times 1.000.000$$

$$= 43.400$$

$$\text{Probabilitas cacat (p)} = \frac{DPMO}{1.000.000} \quad (7)$$

$$= \frac{43.400}{1.000.000}$$

$$= 0,0434$$

$$\text{Yield} = 1 - p \quad (8)$$

$$= 1 - 0,0434$$

$$= 0,9566 \text{ (95,66\%)}$$

$$SQL = Z_{score} + 1,5 \quad (9)$$

$$= 1,71 + 1,5$$

$$= 3,21$$

Nilai *level sigma* sebesar 3,21 menunjukkan bahwa proses produksi masih memiliki peluang *defect* yang relatif tinggi sehingga diperlukan program peningkatan kualitas secara berkelanjutan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Mittal et al., (2023) yang menyatakan bahwa implementasi *Six Sigma* melalui siklus DMAIC mampu meningkatkan kapabilitas proses dengan menurunkan variasi produksi dan jumlah *defect* secara signifikan.

3.8 Tahap *Analyze*

Berdasarkan hasil penilaian, risiko kritis yang secara langsung menyebabkan variasi opak alot produk *cereal* opak dari penilaian SOD, maka nilai RPN diuraikan pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. *Risk Priority Number*

No	Faktor	Potensi Kegagalan	Akar Penyebab	S	O	D	RPN
1	<i>Method</i>	Pencampuran adonan terlalu cair	Batas level air menggunakan garis di tangki air.	8	8	7	448
2	<i>Material</i>	Tepung memiliki kelembapan berbeda	Pengambilan bahan baku tidak berurutan (FIFO)	6	6	8	288
3	<i>Environmen</i>	Produk kembali alot setelah matang	Belum ada aturan batas waktu maksimal produk di ruang terbuka	8	5	5	200
4	<i>Machine</i>	Suhu mesin oven tidak stabil	Jadwal maintenance dan kalibrasi sensor suhu tidak rutin	8	4	6	192
5	<i>Man</i>	Operator salah setting suhu oven	Tidak ada tabel standar suhu visual sebagai panduan	8	3	3	72

Sumber : Data primer (2025)

Berdasarkan analisis FMEA, hasil tersebut menunjukkan bahwa faktor metode merupakan sumber risiko terbesar sehingga menjadi prioritas utama dalam implementasi tindakan perbaikan. Pendekatan ini sesuai dengan penelitian Nuraini et al., (2023) yang menyatakan bahwa FMEA efektif digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sehingga sumber daya perusahaan dapat difokuskan pada penyebab yang paling kritis. prioritas perbaikan difokuskan pada faktor *method* dengan nilai RPN tertinggi 448, yaitu ketidak konsistenan takaran air pada proses pencampuran adonan pada proses *mixing* yang menyebabkan adonan terlalu cair dan produk akhir menjadi alot. Pada tahap selanjutnya, dilakukan perumusan dan implementasi solusi untuk mengatasi akar penyebab masalah yang telah diidentifikasi pada tahap *analyze*.

3.9 Tahap *Improve*

Tahap implementasi dimulai dengan perancangan *layout*, desain integrasi *mixer*, dan pembuatan sketsa berdasarkan hasil pengukuran. Proses dilanjutkan dengan pengadaan material selama 10 hari kerja, diikuti fabrikasi dan instalasi selama 2 hari oleh teknisi mekanik dan elektrik. Setelah alat terpasang, dilakukan uji coba selama dua minggu produksi untuk mengevaluasi efektivitas penurunan *defect* serta memastikan kemudahan penggunaan bagi operator. Sebagai langkah akhir, dilakukan validasi kelayakan solusi melalui analisis perbandingan antara biaya investasi dan potensi penghematan dari pengurangan produk cacat.

Total biaya investasi yang dibutuhkan untuk implementasi sistem ini adalah sebesar Rp15.736.000. Penurunan *defect* setelah implementasi *digital flow meter* menunjukkan bahwa perbaikan teknis pada sistem pengendalian proses lebih efektif dibandingkan hanya mengandalkan perbaikan administratif atau pelatihan operator. Temuan ini mendukung penelitian Dabi, (2025) yang menyatakan bahwa penerapan *Six Sigma* yang disertai perbaikan teknis pada proses produksi mampu mengurangi *waste* dan meningkatkan efisiensi operasional industri pangan.

Alokasi dana tersebut meliputi pembelian 1 unit *digital flow meter* (Rp12.750.000), 1 unit solenoid valve 2 inci (Rp700.000), 1 meter pipa stainless 2 inci (Rp650.000), 1 unit *elbow stainless* 2 inci (Rp136.000), serta biaya fabrikasi dan instalasi sebesar Rp1.500.000. Melalui investasi ini, perusahaan berhasil menekan rata-rata produk *defect* (opak alot) secara signifikan dari 24.539 kg menjadi 2.575 kg per bulan, sehingga terjadi penurunan *defect* sebesar 21.964 kg per bulan. Dengan estimasi biaya produk sebesar Rp15.000 per kg, inovasi ini memberikan potensi penghematan materiil yang sangat besar bagi perusahaan, yaitu mencapai Rp329.460.000 setiap bulannya.

3.10 Tahap *Control*

Setelah implementasi usulan perbaikan, dilakukan evaluasi ulang nilai RPN yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. RPN setelah perbaikan

No	Faktor	Potensi Kegagalan	Tindakan perbaikan	S	O	D	RPN
1	<i>Method</i>	Pencampuran adonan terlalu cair	Pemasangan <i>flow meter</i> otomatis.	8	4	4	128

Sumber : Data primer (2026)

Data jumlah *defect* setelah implementasi perbaikan selama enam bulan disajikan pada Tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 8. Data *defect* setelah implementasi perbaikan

No	Bulan	Opak Hangus (kg)	Alot (kg)	Opak Besar (kg)	Kontaminasi (kg)
1	November	4.850	5.200	3.200	2.540
2	Desember	5.120	3.150	3.550	2.800
3	Januari	4.100	2.400	2.800	2.100
4	Februari	4.350	2.100	2.950	2.350
5	Maret	3.200	1.500	2.100	1.600
6	April	2.400	1.100	1.700	1.200
	Total	24.020	15.450	16.300	12.590

Sumber : Data primer (2025-2026)

Data perbandingan jumlah *defect* sebelum dan setelah implementasi perbaikan selama enam bulan disajikan pada Tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9. Data perbandingan jumlah *defect*

No	Jenis <i>defect</i>	Sebelum (kg)	Sesudah (kg)	Perubahan (%)
1	Alot	147.233	15.450	-89,50%
2	Hangus	28.032	24.020	-14,30%
3	Opak besar	22.416	16.300	-27,30%
4	Kontaminasi	13.320	12.590	-5,50%
Total		211.001	68.360	-137%

Sumber : Data primer (2025-2026)

Data perbandingan parameter sebelum dan setelah implementasi perbaikan selama enam bulan disajikan pada Tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10. Data perbandingan parameter

No	Parameter	Sebelum	Sesudah
1	RPN	448	128
2	Sigma	3,21	4,28
3	DPMO	43.400	2.720

Sumber : Data primer (2025-2026)

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa tindakan perbaikan mampu menurunkan jumlah *defect* secara signifikan sekaligus mengurangi tingkat risiko kegagalan proses. Penurunan nilai RPN dari 448 menjadi 128 membuktikan bahwa solusi yang diterapkan berhasil meningkatkan efektivitas pengendalian proses. Kondisi ini sejalan dengan Wahid et al., (2022) yang menyatakan bahwa tahap control bertujuan memastikan hasil perbaikan dapat dipertahankan melalui proses monitoring dan standarisasi secara berkelanjutan. Setelah *flow meter* digital beroperasi pada bulan November 2025, total *defect* produk opak alot dalam 6 bulan berhasil ditekan hingga menyentuh angka 15.450 kg. Pemasangan *flow meter* dirancang khusus untuk mengendalikan kadar air mencegah *defect* alot. Masalah dari faktor lain penyebab kontaminasi memerlukan *improvement* terpisah di luar batasan penelitian.

Implementasi *digital flow meter* secara khusus ditujukan untuk mengendalikan variasi volume air pada proses *mixing* sehingga fokus perbaikannya hanya terhadap *defect* opak alot. Oleh karena itu, perubahan jumlah *defect* lain seperti kontaminasi tidak secara langsung dipengaruhi oleh implementasi alat tersebut. Peningkatan *defect* kontaminasi menunjukkan masih terdapat faktor lain di luar ruang lingkup penelitian, seperti pengendalian kebersihan area produksi, penanganan material, maupun disiplin sanitasi operator. Dengan demikian, perbaikan terhadap *defect* kontaminasi memerlukan penelitian lanjutan menggunakan pendekatan yang berbeda.

4. Kesimpulan

Penerapan tahapan *Define* dan *Measure* berhasil mengidentifikasi bahwa *defect* opak alot merupakan *defect* yang menjadi prioritas perbaikan pada lini produksi *cereal* opak. Hasil analisis *Pareto* menunjukkan bahwa *defect* opak alot memiliki kontribusi sebesar 70%. Selain itu, nilai DPMO sebesar 43.400 dengan *level sigma* sebesar 3,21, yang mengindikasikan bahwa proses produksi masih memiliki variasi yang cukup tinggi dan memerlukan tindakan perbaikan.

Penerapan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada tahap *Analyze* menunjukkan bahwa faktor metode berupa pengisian volume air *mixing* yang masih dilakukan berdasarkan estimasi visual operator menjadi penyebab utama terjadinya variasi kadar air pada adonan. Hasil penilaian FMEA menunjukkan bahwa faktor tersebut memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 448 sehingga ditetapkan sebagai prioritas utama untuk dilakukan tindakan perbaikan.

Penerapan tahapan *Improve* dan *Control* melalui sistem pengendalian volume air *mixing* menggunakan *digital flow meter* semi otomatis terbukti efektif, *defect* opak alot berhasil diturunkan dari 24.539 kg per bulan menjadi 2.575 kg per bulan. Selain itu, nilai RPN menurun dari 448 menjadi 128, nilai DPMO menurun dari 43.400 menjadi 2.720, dan *level sigma* meningkat dari 3,21 menjadi 4,28 sigma. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan sistem pengendalian volume air *mixing*

mampu mengurangi variasi proses, meningkatkan kapabilitas produksi, serta menurunkan jumlah *defect* secara signifikan pada lini produksi cereal opak di PT RRC.

Daftar Pustaka

- Aditya, K. A., & T, N. B. P. S. (2020). Analisis Penyebab Defect Produk Wafer Roll 8,5 Gram Pada Proses Packing PT Dua Kelinci. *Universitas Diponegoro*.
- Alfin, A., & Nugroho, Y. A. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Dan Kaizen (Study Kasus: PT XYZ). *1*(10), 2505–2516.
- Ammalya A. Fertansyah, M. C. I. (2025). Quality Control To Reduce Defect In Packaging Using Six Sigma And FMEA Methods At PT XYZ. *Jurnal Aplikasi Teknik Dan Pengabdian Masyarakat*, *9*(1), 55–62.
- Ashari, T. A., & Nugroho, Y. A. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Dan Kaizen (Study Kasus: Pt Xyz). *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, *1*(10), 2505–2516.
- Dabi, S. (2025). *Industrial Food Process Improvement by Waste Minimization in Pasta Packaging Using DMAIC Methodology*. 20–30.
- Irwanto, A., Arifin, D., & Arifin, M. M. (2020). Peningkatan Kualitas Produk Gearbox Dengan Pendekatan Dmaic Six Sigma Pada Pt. X, Y, Z. *Jurnal KaLIBRASI: Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, *3*(1), 1–17.
- Makhmul, I., & Hari, E. (2021). Implementasi Dokumen Mutu untuk Penurunan Cacat Produksi Sambal Andaliman dalam Botol Implementation of Quality Documents to Reduce Production Defects of Bottled Andaliman Chilli Sauce. *8*(1), 17–24. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2021.8.1.17>
- Mittal, A., Gupta, P., Kumar, V., Al, A., & Mahlawat, S. (2023). Heliyon The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company. *Heliyon*, *9*(3), e14625. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14625>
- Nuraini, T. V., Hermanuadi, D., & Kunci, K. (2023). Analisis Faktor Penyebab Kecacatan Proses Pengeringan Teh Hijau Menggunakan Metode Six Sigma dan FMEA di PT. Candi Loka Analysis of Green Tea Drying Process Defect Factors Using Six Sigma and FMEA Methods at PT. *Candi Loka*. *1*(1), 1–12.
- Rahman, A., & Perdana, S. (2021). Analisis Perbaikan Kualitas Produk Carton Box di PT XYZ Dengan Metode DMAIC dan FMEA. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, *3*(1).
- Sabela, T. E., Ariyani, A. H. M., & Zuhriyah, A. (2025). Analisis Risiko Produksi Pada Industri Kecil AM Tahu di Desa Menanggal Mojokerto Menggunakan Metode FMEA. *Journal of Food System and Agribusiness*, 15–26.
- Samsudin, A. E. P., Wijaya, D. K., & Islahudin, N. (2023). Perbaikan proses printing menggunakan metode DMAIC dan 5S untuk mengurangi waste proses di UKM limit screen printing Semarang. *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, *4*(1), 98–107.
- Sulaiman, E., Prastyo, Y., Rizaldi, E. H., Derajat, S., & Setiawan, A. (2025). Analisis Faktor Penyebab Reject Pada Produk Abon Layers Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Di PT SLM Dengan Metode Alat Analisis Kualitas. *Journal of Management and Innovation Entrepreneurship (JMIE)*, *2*(3), 2226–2237.
- Sulistiyono, W. A., & Saifuddin, J. A. (2024). Pengendalian Kualitas dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Pada Pembongkaran Bahan Baku Impor di PT X. *Sammajiva: Jurnal Penelitian Bisnis Dan Manajemen*, *2*(1), 30–38.
- Wahid, A., Munir, M., Nuriyanto, A. M., & Pusakaningwati, A. (2022). Mengukur Efektifitas Mesin Chenyueh Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Six Big Losses Pada CV. ABI Surabaya. *Journal of Industrial View*, *4*(1), 31–39.
- Yusuf, M. (n.d.). Optimasi Penurunan Defect Pada Produk Meble Berbasis Polyprofilen Menggunakan Metode Six Sigma, Fmea, Dan Anova Untuk Meningkatkan Kualitas. *JITMI (Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri)*, *2*(2), 81. <https://doi.org/10.32493/jitmi.v2i2.y2019.p81-86>