



Analisa perbaikan cacat produk roti tawar spesial dengan metode DMAIC dan FMEA di perusahaan 'XYZ'

Miko Mei Irwanto¹, Atiek Ike Wijayanti², Akhmad Fauzi Pane³

^{1,2,3}STT Bina Tunggal, Bekasi

email: ¹miko.irwanto@gmail.com, ²atiekike@yahoo.com, ³fauzi174@gmail.com

Info Artikel :

Diterima :

21 Juli 2025

Disetujui :

12 Agustus 2025

Dipublikasikan :

13 Oktober 2025

ABSTRAK

Perusahaan 'XYZ' merupakan produsen produk roti dengan standar cacat produk sebesar 2%. Namun, pada periode Januari-Juni 2024 tingkat cacat produk melebihi standar yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis cacat produk dan penyebabnya, serta memberikan solusi perbaikan menggunakan metode DMAIC dan FMEA. Pada tahap DMAIC digunakan diagram pareto untuk mengetahui cacat produk dan dilakukan analisa *fishbone*, lalu dilakukan perhitungan RPN dalam metode FMEA. Hasil analisis menunjukkan bahwa, jenis cacat terbanyak adalah *underweight* dengan persentase sebesar 38.1%, yang disebabkan oleh kesalahan operator dalam melakukan *setting* mesin pemotong adonan dan kurangnya pengecekan rutin (Nilai RPN = 48). Upaya perbaikan dilakukan melalui *briefing* setiap awal *shift* kepada para operator, pengecekan berat adonan secara rutin, dan pencatatan hasil kedalam *checksheet* untuk memudahkan dalam proses monitoring. Tindakan ini berhasil menurunkan tingkat cacat dari 2,41% menjadi 0,97%. Temuan penelitian ini menegaskan bahwa, integrasi metode DMAIC dan FMEA terbukti efektif dalam mengidentifikasi akar penyebab cacat produk, dan menyusun solusi perbaikan berbasis data, sehingga mampu meningkatkan kualitas produk secara signifikan dan berkelanjutan, khususnya pada tahap *Improve*.

Kata kunci: DMAIC, FMEA, Cacat Produk, Roti Tawar Spesial, Kualitas Produk

ABSTRACT

Company 'XYZ' is a bread manufacturer with a product defect standard of 2%. However, in the January-June 2024 period, the product defect rate exceeded the established standard. This study aims to analyze the types of product defects and their causes, as well as to provide solutions for improvement using the DMAIC and FMEA methods. In the DMAIC stage, a pareto chart was used to identify product defects, followed by a fishbone analysis and RPN calculation in the FMEA method. The analysis results show that the most common type of defect is *underweight*, with a percentage of 38.1%, caused by operator errors in setting the dough cutting machine and a lack of routine checks (RPN value = 48). Improvement efforts were carried out through briefings at the beginning of each shift to the operators, routine checks of the dough weight, and recording the results in a *checksheet* to facilitate the monitoring process. These actions successfully reduced the defect rate from 2.41% to 0.97%. The findings of this study confirm that the integration of the DMAIC and FMEA methods is effective in identifying the root causes of product defects and developing data-based improvement solutions, thereby significantly and sustainably improving product quality, especially at the *Improve* stage.

Keywords: DMAIC, FMEA, Product Defects, Special White Bread, Product Quality

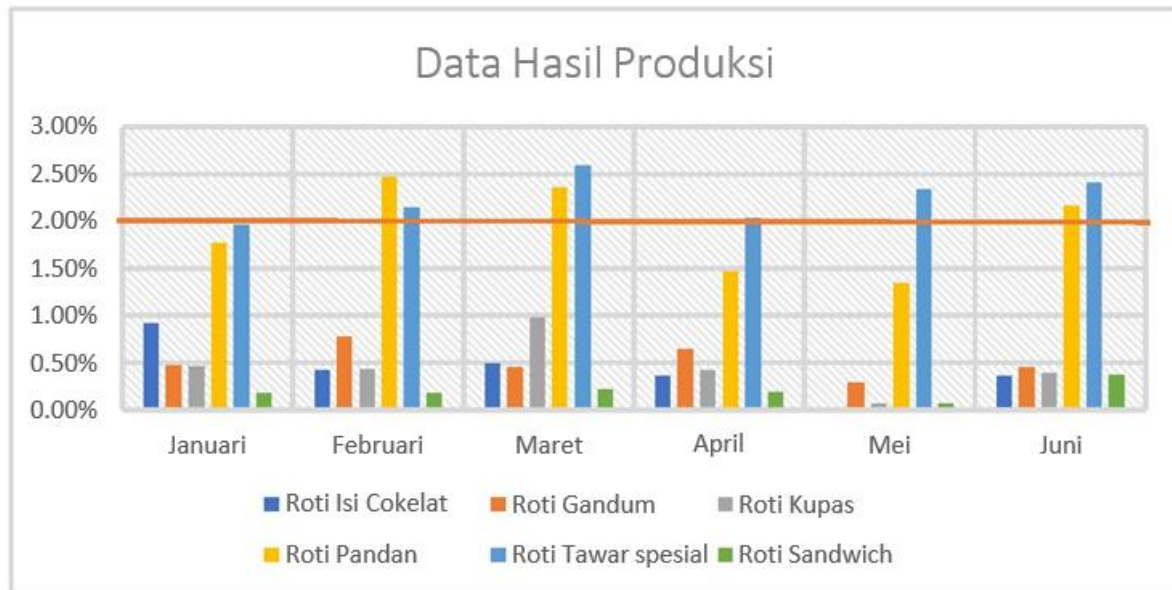


©2025 Miko Mei Irwanto, Atiek Ike Wijayanti, Akhmad Fauzi Pane. Diterbitkan oleh Arka Institute. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License.

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Produk roti tawar spesial merupakan salah satu produk roti yang sangat diminati berbagai konsumen di seluruh Indonesia, karena praktis untuk disajikan sebagai menu sarapan pagi hari sebelum beraktifitas serta mudah dipadukan dengan berbagai topping. Perusahaan 'XYZ' merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi roti dengan berbagai varian utama mulai dari roti manis, roti tawar, dan *cake*. Proses produksi diawali dari penimbangan bahan baku (*Scalling*), mengadukan bahan baku menjadi adonan (*Mixing*), pengembangan adonan (*Fermentasi*), pemanggangan (*Baking*), pendinginan (*Cooling*), hingga proses pengemasan (*Packaging*). Di setiap bulannya perusahaan 'XYZ' selalu memasang target dalam memproduksi roti demi memenuhi kebutuhan konsumen dan harus segera mengirimnya ke beberapa agen distribusi terbesar diseluruh Indonesia. Namun, dalam beberapa waktu, yaitu dari bulan januari hingga juni 2024, jumlah produksi yang dihasilkan tidak dapat mencapai target yang di tetapkan perusahaan. Penyebab tidak tercapainya target di sebabkan oleh banyaknya produk cacat yang dihasilkan. Berikut data cacat produk dari bulan januari hingga juni 2024.



Gambar 1. Grafik Presentase Cacat Produk Periode Januari Sampai Juni 2024

Grafik diatas menunjukkan bahwa sejak januari sampai dengan juni 2024 terdapat hasil produksi cacat produk yang dihasilkan melebihi target yang diberikan perusahaan, yaitu 2%. Berdasarkan hasil data tersebut cacat produk paling dominan di hasilkan oleh produk roti tawar spesial. Pada bulan januari target produksi roti tawar spesial sebanyak 84.970 pcs, akan tetapi terdapat produk cacat sebanyak 1.97% dari target produksi yang ditentukan, sehingga hasil produksi hanya mencapai 98.03% dari target yang ditentukan. Pada bulan februari target produksi roti tawar spesial sebanyak 88.741 pcs, akan tetapi terdapat produk cacat sebanyak 2.15% dari target produksi yang ditentukan, sehingga hasil produksi hanya mencapai 97.85% dari target yang ditentukan. Pada bulan maret target produksi roti tawar spesial sebanyak 73.092 pcs, akan tetapi terdapat produk cacat sebanyak 2.59% dari target produksi yang ditentukan, sehingga hasil produksi hanya mencapai 97.41% dari target yang ditentukan. Pada bulan april target produksi roti tawar spesial sebanyak 92.147 pcs, akan tetapi terdapat produk cacat sebanyak 2.04% dari target produksi yang ditentukan, sehingga hasil produksi hanya mencapai 97.96% dari target yang ditentukan. Pada bulan mei target produksi roti tawar spesial sebanyak 101.315 pcs, akan tetapi terdapat produk cacat sebanyak 2.34% dari target produksi yang ditentukan, sehingga hasil produksi hanya mencapai 97.66% dari target yang ditentukan. Pada bulan juni target produksi roti tawar spesial sebanyak 111.985 pcs, akan tetapi terdapat produk cacat sebanyak 2.41% dari target produksi yang ditentukan, sehingga hasil produksi hanya mencapai 97.59% dari target yang ditentukan.

Berdasarkan data tersebut, maka sangat diharuskan dilakukannya analisa terkait penyebab tidak tercapainya target produksi yang ditentukan perusahaan dan mengapa roti tawar spesial mengalami cacat produk paling dominan diantara produk yang lain. Setelah kedua permasalahan tersebut berhasil diidentifikasi, maka dapat dilakukan upaya usulan perbaikan untuk meminimalisir masalah tersebut terulang kembali dengan metode peningkatan kualitas. Salah satu metode peningkatan kualitas yang banyak digunakan oleh berbagai industri adalah metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*) dan juga FMEA (*Failure, Mode, and Effect Analysis*). Mengacu pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rahman & Perdana (2021), metode DMAIC terbukti bisa mengidentifikasi cacat produk, menentukan akar permasalahan yang menyebabkan cacat produk hingga merancang langkah perbaikan agar masalah cacat produk tidak terulang. Smętkowska & Mrugalska (2018), dalam penelitiannya menggunakan metode DMAIC untuk mengidentifikasi adanya proses produksi mesin Kolbus BF 15 yang mengalami keterlambatan proses produksi dan memberikan solusi untuk perbaikan agar proses berjalan dengan efektif. Penelitian yang dilakukan oleh Gupta (2013), menyatakan bahwa metode DMAIC dapat mengidentifikasi cacat produk dari kesalahan penggunaan benang di Winding Department dan dapat memberikan solusi berupa tindakan preventif agar cacat produk menurun.

Yadav & Sukhwani (2016), dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa metode DMAIC berhasil mengurangi cacat kopling sebesar 87% dalam satu *shift*. Penelitian Patil et al. (2020),

menemukan bahwa metode DMAIC dan FMEA dapat mengidentifikasi adanya temuan cacat yang terjadi pada produksi RCA (*Recycled Agregat Concrete*) yang disebabkan oleh adanya mortar yang melekat sehingga menyebabkan pengembangan retakan mikro selama proses penghancuran dan mempengaruhi kekuatan beton. Ramadian et al. (2022), berhasil menganalisis faktor yang menyebabkan kualitas suatu produk kurang bagus dengan metode DMAIC. Penelitian yang dilakukan oleh Chandel & Kumar (2016), menunjukkan peningkatan produktivitas yang signifikan terhadap industri skala kecil dengan menggunakan metode DMAIC. Firmansyah & Yuliarty (2020), dalam penelitiannya berhasil menemukan faktor-faktor penyebab terjadinya cacat keropos pada sebuah produk *sole plate*, serta berhasil memberikan upaya perbaikan menggunakan metode DMAIC. Terakhir penelitian yang dilakukan oleh Caesaron & Simatupang (2015), berhasil mengidentifikasi berbagai jenis cacat yang dominan pada produk PVC dan menemukan usulan untuk meminimalisir jumlah cacat pada produk pipa PVC.

Namun demikian, penggabungan antara metode DMAIC dan FMEA menjadi sebuah penelitian baru dalam mengatasi cacat roti tawar yang spesifik pada perusahaan XYZ. Fokus pada penelitian ini, yaitu pada produk roti tawar spesial yang memiliki karakteristik dan permasalahan cacat yang berbeda dari produk roti tawar biasa. Metode ini telah terbukti mampu memperbaiki kualitas produk dengan cara mengidentifikasi masalah penyebab cacat produk muncul, melakukan pengukuran hingga rencana perbaikan agar cacat produk yang di munculkan menurun atau tidak melewati target yang ditetapkan perusahaan. Oleh sebab itu, penggunaan metode ini sangat sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengidentifikasi masalah apa yang sering terjadi pada proses produksi roti tawar spesial, mengidentifikasi cacat produk roti tawar spesial melebihi target perusahaan, dan melakukan perbaikan untuk meminimalisir cacat produk roti tawar spesial, melalui beberapa tahapan metode DMAIC. Pertama, tahap *define* akan menjelaskan tentang kualitas yang ada pada produk roti tawar spesial. Kedua, tahap *measure* menjelaskan hasil pengukuran data cacat produk. Ketiga, tahap *analyze* peneliti menggunakan diagram pareto dan diagram *fishbone*. Keempat, tahap *improve* menggunakan FMEA yang disertai rekomendasi perbaikan dan kelima adalah tahap *control* akan dibuatkan standar kerja untuk menghindari terjadinya kesalahan dalam proses.

Studi ini menyesuaikan aplikasi metode perbaikan kualitas secara khusus untuk produk tersebut. Penerapan di perusahaan XYZ, yang memberikan konteks industri nyata dan spesifik, bukan hanya studi literatur atau simulasi, sehingga memberikan kontribusi praktis terhadap pengendalian kualitas produksi roti tawar. Jadi penggabungan terstruktur metode DMAIC dan FMEA untuk identifikasi dan perbaikan cacat khusus pada produk roti tawar spesial di perusahaan nyata (XYZ), dengan pendekatan yang sistematis dan prioritas berdasarkan analisis risiko kegagalan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, karena menggunakan data numerik yang digunakan sebagai alat penganalisa serta melakukan kajian penelitian. Data tersebut akan didapatkan melalui observasi lapangan. Metode DMAIC digunakan untuk menganalisa cacat produksi yang melebihi target pada produk roti tawar spesial (Bahauddin & Arya, 2020). Data primer didapatkan dari hasil wawancara dengan tim produksi roti tawar spesial, dimulai dari tim pengadukan (*Mixing*), tim fermentasi (*Fermentation*), tim pemanggangan (*Baking*), tim pendingin (*Cooling*), hingga tim pengemasan (*Packaging*), mengenai masalah yang menimbulkan cacat produksi yang terjadi pada setiap tim. Data sekunder yang digunakan berupa dokumentasi yang dimiliki perusahaan 'XYZ', dimulai dari *output* mesin, data jumlah produk cacat hingga data proses mulai dari *mixing* hingga *packaging*. Pada penelitian ini data dikumpulkan melalui teknik observasi, wawancara, studi dokumentasi, dan studi pustaka. Observasi dilapangan dilakukan untuk menemukan permasalahan yang terjadi pada tim produksi roti tawar spesial, sedangkan wawancara dilakukan langsung di area operator produksi yang bertanggung jawab pada proses mesin pembagi adonan (*Divider*). Proses analisis data dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), berikut ini:

Tahap masalah (*Define*)

Penelitian ini dimulai dengan mendeskripsikan masalah yang terjadi, dimana terdapat cacat produksi pada produk roti tawar spesial melebihi standar yang ditetapkan perusahaan, yaitu 2%, serta

mendapatkan data dari tim produksi roti tawar spesial selama bulan januari hingga juni 2024 terkait data jumlah cacat produk yang dihasilkan, mengacu pada standar kualitas produk roti tawar spesial.

Tahap Pengukuran (*Measure*)

Tahap *Measure* merupakan sebuah proses pengukuran data jumlah produk cacat pada roti tawar spesial menggunakan diagram pareto untuk menentukan produk cacat yang paling dominan.

Tahap Analisis (*Analyze*)

Untuk mengetahui akar masalah dilakukan menggunakan analisis *fishbone* diagram dan *why why* analisis. Untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya produk cacat yang dominan menggunakan tabel FEMA dengan perhitungan RPN.

Tahap Perbaikan (*Improve*)

Melakukan perbaikan yang direncanakan pada tabel 5W+1H dan menganalisa apakah cara tersebut efektif untuk menurunkan persentase produk cacat.

Tahap Kendali (*Control*)

Membuat monitoring kualitas, seperti SOP atau perbaikan intruksi kerja agar terus dijalankan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

1. Alur Proses Produksi Roti Tawar Spesial

Proses produksi roti tawar spesial terdiri dari beberapa tahapan. Pertama adalah proses penimbangan bahan baku, di mana seluruh material dipersiapkan dan ditakar sesuai gramasi yang telah ditentukan. Selanjutnya, bahan-bahan tersebut masuk ke dalam proses pengadukan, yaitu pencampuran semua bahan hingga menjadi adonan padat. Setelah itu, adonan mengalami proses fermentasi, di mana terjadi pengembangan adonan dari bentuk padat menjadi lebih lembut. Tahapan berikutnya adalah proses pembentukan adonan, yaitu pemotongan adonan sesuai berat satuan produk, lalu dibentuk dan dimasukkan ke dalam loyang. Adonan yang telah dibentuk kemudian melalui proses pemanggangan, yakni pematangan dengan suhu tertentu hingga menjadi roti. Setelah roti matang, dilakukan proses pendinginan untuk menurunkan suhu inti produk hingga mencapai suhu yang aman untuk dikemas. Terakhir, roti yang telah dingin (bersuhu ruang) masuk ke dalam proses pengemasan menggunakan plastik kemasan agar tetap higienis dan siap untuk didistribusikan.

2. SOP Pemotongan Produk

	Instruksi Kerja	Revisi	01
	NIC-09-PR-003	Tanggal Terbit	27 JUL 2018
	DIVIDER DAN ROUNDER	Tanggal Berlaku	30 JUL 2018
		Halaman	3/4

- 4.2. Dough Lift Kecil dan Rounder
- 4.2.1. Matikan mesin dough lift, divider, rounder dan duster dengan memutar switch power mesin masing-masing ke posisi Off lalu pasang gembok/cabut anak kunci pada switch tersebut dan beri tanda mesin sedang dilakukan pengecekan (LOTO).
- 4.2.2. Pastikan mesin divider dan rounder dalam keadaan bersih.
- 4.2.3. Lakukan pemolesan minyak pada hopper dough lift dan hopper divider menggunakan tongkat pemoles.
- 4.2.4. Isi dan pastikan kotak dusting flour terisi penuh lalu atur speed motor duster.
- 4.2.5. Periksa pompa dan level minyak untuk divider lalu atur bukaan valve minyak.
- 4.2.6. Nyalakan mesin dough lift, divider, rounder dan duster dengan membuka gembok/masukkan anak kunci lalu putar switch ke posisi On dan lepas tanda pengecekan (LOTO).
- 4.2.7. Lakukan floor time pada adonan dough di suhu ruang, waktu floor time mengikuti Standar Mixing Sponge dan Dough SB & WB.
- 4.2.8. Masukkan adonan ke dalam dough lift maksimal 40 kg.
- 4.2.9. Jalankan mesin dough elevator dengan menekan tombol Start.
- 4.2.10. Setting berat adonan berdasarkan Standar Berat Adonan WB dan SB (Divider) dan kecepatan divider sesuai dengan Standar Speed Divider Stroke.
- 4.2.11. Kontrol berat adonan hingga beratnya stabil.
- 4.2.12. Periksa kondisi adonan setelah di-dividing, jika adonan dirasa lengket maka atur kembali speed motor dusting dan bukaan valve minyak sehingga proses berjalan baik.

Gambar 2. SOP Pemotongan Adonan

Gambar 2 menunjukkan SOP dari perusahaan berupa intruksi kerja terkait proses pemotongan adonan dari cara mengoperasikanya hingga kontrol berat adonan.

Tabel 1. Standar Dimensi dan Berat Produk

Keterangan	Target	Range
Panjang	12 cm	11.5 cm – 12.5 cm
Lebar	11.5 cm	11 cm – 12 cm
Tinggi	12 cm	11.5 cm – 12.5 cm
Berat	370 gr	358 cm – 381 cm

Sumber: Data perusahaan 2024

Pengolahan Data

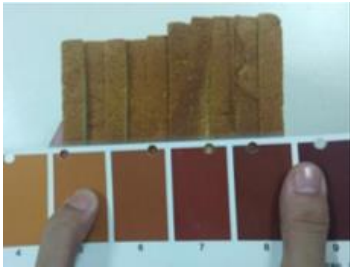
Untuk mengetahui penyebab cacat produk yang terjadi pada produk roti tawar spesial, penelitian ini menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yang merupakan sebuah tahapan dalam upaya perbaikan masalah dan setiap tahapnya menggunakan *tools* masing-masing.

1. Tahap *Define*

Tahap *define* atau pendefinisian yang dilakukan adalah pemaparan jenis cacat produk roti tawar spesial terhadap standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan sebagai acuan dalam perbaikan.

Tabel 2. Jenis Produk Cacat Roti Tawar Spesial

Jenis Cacat	Foto	Keterangan
<i>Caving</i>		Terdapat <i>Caving</i> pada roti tawar spesial
Pori-pori besar		Terdapat pori-pori besar pada bagian dalam roti tawar spesial
Kemasan sobek		Kemasan sobek menyebabkan roti cepat berjamur

Jenis Cacat	Foto	Keterangan
Gosong		Warna roti gosong
Underweight	Netto <370 gram	Berat bersih produk di bawah standar minimal yang ditetapkan

Sumber: Data Perusahaan 2024

Tabel 2 menunjukkan 5 jenis produk cacat yang ditemukan sebagai *critical to quality*, yaitu *caving*, pori-pori besar, kemasan sobek, gosong dan *underweight*.

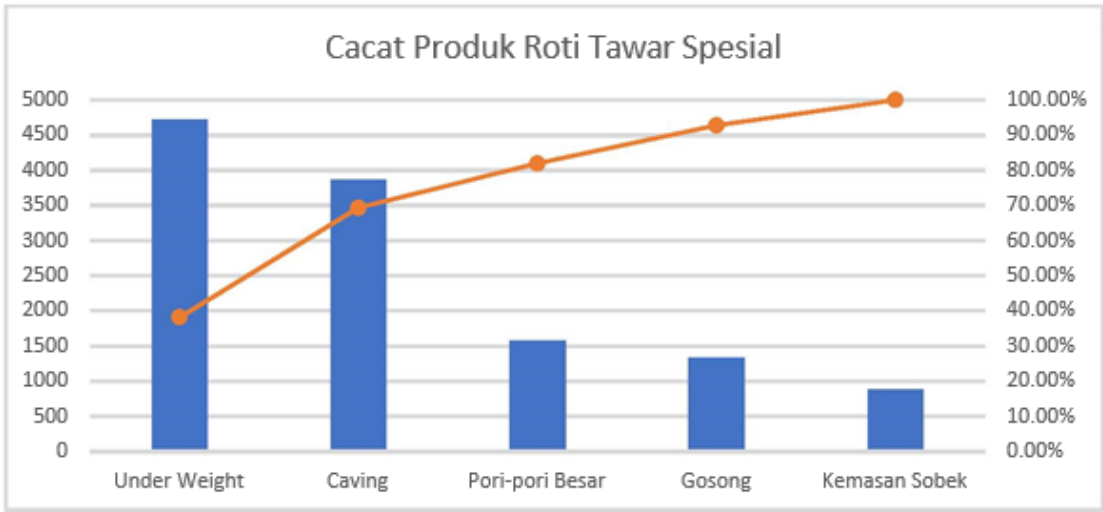
2. Tahap *Measure*

Tahap *measure* yang dilakukan adalah melakukan perhitungan data produk cacat roti tawar spesial di bulan januari hingga juni 2024.

Tabel 3. Jenis dan Jumlah Produk Cacat Roti Tawar Spesial

Bulan	Target Produksi	Jenis Cacat					Jumlah Cacat
		<i>Caving</i>	Pori-Pori Besar	Kemasan Sobek	Gosong	<i>Underweight</i>	
Januari	84.970	522	234	113	244	559	1.672
Februari	88.741	516	259	134	300	697	1.906
Maret	73.092	612	243	213	123	705	1.896
April	92.147	500	298	143	218	721	1.880
Mei	101.315	745	279	168	198	979	2.369
Juni	111.985	976	265	123	263	1.072	2.699

Sumber: Data Perusahaan 2024

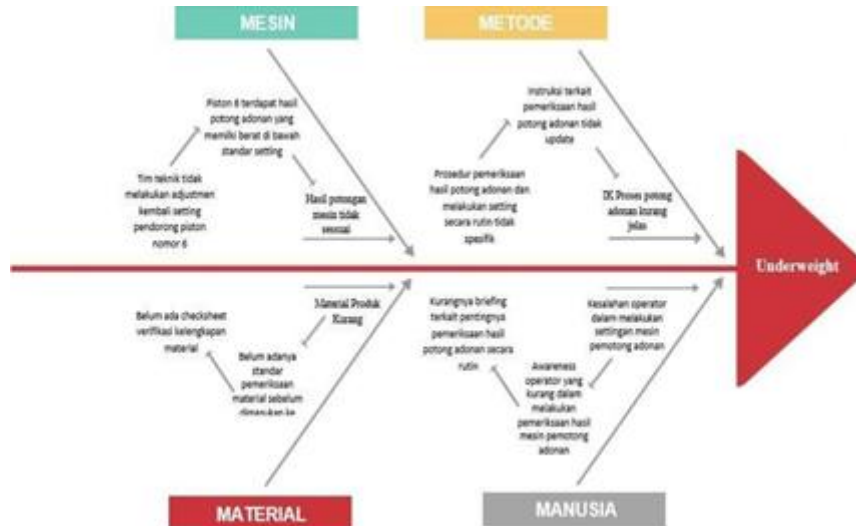


Gambar 3. Diagram Pareto Produk Cacat Roti Tawar Spesial
Sumber: Data Perusahaan 2024

3. Tahap *Analyze*

a. Analisis Diagram Fishbone

Setelah mengetahui jenis produk cacat roti tawar spesial didominasi oleh *underweight* maka dilakukan analisa terkait apa saja penyebab terjadinya produk cacat roti tawar spesial menggunakan *tools fishbone diagram*.



Gambar 4. Diagram Fishbone Masalah Underweight

Sumber: Data Perusahaan 2024

Pada Gambar 4 melalui *fishbone diagram* dapat diketahui bahwa akar masalah produk cacat *underweight* roti tawar spesial terdiri dari 4 faktor yang berpotensi, mulai dari faktor manusia, mesin, metode dan material.

1) Faktor manusia

Kesalahan pada operator mesin dalam melakukan settingan mesin pemotong adonan tidak konsisten melakukan pemeriksaan terhadap hasil potongan dan berat adonan.



Gambar 5. Operator Melakukan Setting Mesin Pemotong Adonan

Sumber: Data Perusahaan 2024

Operator produksi di area *make up* bertugas untuk melakukan settingan mesin pemotong adonan sesuai dengan kebutuhan *item* nya masing-masing, karena sifat adonan yang mudah untuk mengembang maka operator harus menjaga kestabilan hasil potong adonan dengan melakukan pemeriksaan berat adonan dan jika ditemukan terjadi penurunan maka segera untuk melakukan *adjustmen*. Setelah melakukan observasi di lapangan sering

ditemukan operator *make up* yang tidak melakukan pemeriksaan adonan berkelanjutan sehingga berpotensi untuk terjadinya ketidakstabilan berat adonan.

2) Faktor Mesin

Hasil potong mesin tidak sesuai antara berat yang sudah disetting pada mesin pemotong adonan dengan berat aktual hasil potongnya.



Gambar 6. Hasil Potongan Adonan
Sumber: Data Perusahaan 2024

Mesin potong adonan bekerja secara otomatis dengan memotong adonan besar yang masuk ke dalam *hooper* kemudian turun menjadi adonan kecil-kecil sesuai dengan berat yang sudah ditentukan. Mesin potong ini setiap satu kali potong atau 1 stroke menghasilkan 6 potongan kecil adonan karena ada 6 piston pemotong sekaligus. Setelah melakukan pemeriksaan di area *make up* untuk hasil berat settingan di angka 370 gram $\pm$ 3 gram dan berat hasil potong terjadi perbedaan sebagai berikut:

Tabel 4. Data Sampling Hasil Potong Adonan

Piston 1	Piston 2	Piston 3	Piston 4	Piston 5	Piston 6
370.45	370.27	369.90	369.67	370.06	369.18
369.62	369.78	369.68	369.46	369.46	369.15
369.98	369.48	369.46	369.78	369.44	369.35
369.56	369.76	369.46	370.26	369.39	369.15
369.47	369.08	369.46	369.65	370.13	369.65
369.48	370.25	369.52	369.25	369.23	369.55
370.02	370.19	369.08	369.24	370.66	369.78
370.15	369.16	369.72	370.56	369.46	369.70
369.65	369.46	369.55	370.33	369.78	369.16
369.08	369.45	369.00	370.80	369.12	369.45
369.65	369.46	369.65	370.11	369.46	369.22
369.98	369.46	369.46	369.34	369.5	369.64
370.12	370.26	369.44	369.46	369.44	369.78
370.68	370.16	370.05	369.22	369.06	369.61
369.46	370.83	370.78	369.76	369.46	366.96
370.15	369.94	370.15	369.61	369.45	369.56
370.09	369.15	369.66	369.44	369.12	369.24
369.56	369.46.	369.42	369.12	369.66	369.35
369.14	369.24	370.12	369.46	369.89	369.15
370.08	369.74	370.22	369.12	369.92	369.29

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa hasil potong berat adonan cenderung stabil dengan berat yang tidak terlalu jauh antara settingan dengan aktual. Namun untuk berat

adonan hasil potong dari piston 6 terdapat yang 3 data yang memiliki berat di bawah standar settingan.

3) Faktor Metode

Instruksi kerja proses potong adonan tidak jelas. dalam instruksi kerja NIC-09-PR-003 *Devider* dan *Rounder* terdapat instruksi yang kurang jelas untuk pelaksanaannya oleh operator yang bertugas di bagian potong adonan pada poin 4.2.10 dan 4.2.11 berikut ini.

4.2.10. Setting berat adonan berdasarkan Standar Berat Adonan WB dan SB (*Divider*) dan kecepatan *divider* sesuai dengan Standar *Speed Divider Stroke*.
4.2.11. Kontrol berat adonan hingga beratnya stabil.

Gambar 7. Intruksi Kerja Proses Potongan Adonan

Sumber: Data Perusahaan 2024

Dari poin 4.2.11 dalam instruksi kerja NIC-09-PR-003 tentang kontrol berat adonan hingga beratnya stabil. Intruksi kerja ini kurang spesifik karena dalam proses kontrol harus dilakukan pemeriksaan secara rutin mengingat adonan mudah mengembang maka perlu diberikan instruksi yang lebih jelas agar proses potong terkontrol secara baik dan tidak terdapat berat adonan yang *underweight*.

4) Faktor Material

Material produk yang digunakan kurang. dalam sebuah adonan roti terdapat beberapa material yang terdiri dari air, tepung, ragi, telur dan tambahan lainnya yang di *mixing* menjadi satu hingga terbentuk adonan yang kalis.



Gambar 8. Proses Pencampuran Material ke dalam Bowl Mesin Mixer

Sumber: Data Perusahaan 2024

Proses memasukan semua material ke dalam *mixer* dilakukan oleh operator yang bertugas. Saat memasukan semua material operator harus memastikan semua material masuk dengan jumlah dan jenis yang dibutuhkan untuk membentuk adonan roti tawar spesial. Saat melakukan pengamatan di area *mixer* terlihat operator yang memasukan material ke dalam *bowl mixer* agak terburu-buru dan tidak melakukan pemeriksaan kesesuaian material.

b. Analisis FMEA

Selanjutnya menggunakan analisa akar masalah menggunakan tabel FMEA. Faktor dan potensi yang menyebabkan produk cacat *underweight* sebagai berikut.

Tabel 5. Tabel Potensi Faktor dan Potensi

<i>Problem</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect of Failure</i>
<i>Underweight</i>	Kesalahan operator	Kesalahan melakukan operator settingan dalam mesin pemotong adonan dan tidak melakukan pemeriksaan kembali hasil <i>setting</i> dapat menyebabkan berat adonan tidak stabil.
	Hasil potongan mesin tidak stabil	<i>Output</i> hasil mesin pemotong adonan memiliki berat yang tidak stabil.
	IK proses potong adonan kurang jelas	Standar pemeriksaan hasil potong adonan tidak sesuai.
	Material produk kurang	Material produk yang digunakan kurang.

Pada tahap FMEA kami melakukan diskusi bersama dengan beberapa orang terkait yang berhubungan dengan proses produksi roti isi coklat terutama di bagian *make up line sweet bread* untuk menentukan *score* perhitungan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* agar bisa mendapatkan nilai RPN nya.

1) Menganalisis tingkat keseriusan akibat yang terjadi (*severity*)

Pada tahapan ini akan diketahui seberapa serius akibat (*effect*) yang ditimbulkan oleh *potensial failure mode* yang menyebabkan cacat *underweight* pada produk roti isi coklat. Skala *severity* nya adalah sebagai berikut.

Tabel 6. Skala Severity

<i>Skala Severity</i>	<i>Tingkat keseriusan dampak yang ditimbulkan</i>
1	Aman
2	Tidak serius
3	Cukup serius
4	Serius
5	Sangat serius

Tabel 7. Nilai Severity Semua Faktor Hasil Diskusi

<i>Nama</i>	<i>Departemen</i>	<i>Kesalahan Operator</i>	<i>Hasil potongan mesin tidak stabil</i>	<i>IK proses potong adonan kurang jelas</i>	<i>Material produk kurang</i>
Adi Guna	SPV QM	4	3	4	4
Saiful B	SPV	5	4	5	4
Iwan S	Production	4	5	4	4
	SPV				
Suratman	Production	3	4	4	4
Dharmawan	SPV Teknik				
Rudi K	SL	4	4	3	4
	Production				
Rata-rata	SL	4	4	4	4
	Production				

2) Menganalisis frekuensi terjadinya kegagalan (*Occurance*)

Occurence failure mode menunjukkan seberapa sering suatu *failure mode* muncul dan mengakibatkan kecacatan *underweight* pada produk roti isi coklat dalam kurun waktu tertentu. Skala *occurence* nya adalah sebagai berikut.

Tabel 8. Skala Occurance

Skala Occurance	Frekuensi kegagalan terjadi
1	Hampir tidak pernah terjadi
2	Jarang terjadi
3	Sering terjadi
4	Sangat sering terjadi
5	Hampir pasti terjadi (Hampir selalu)

Tabel 9. Nilai Occurance Semua Faktor Hasil Diskusi

Nama	Departemen	Kesalahan Operator	Hasil potongan mesin tidak stabil	IK proses potong adonan kurang jelas	Material produk kurang
Adi Guna	SPV QM	3	1	2	2
Saiful B	SPV	3	2	2	3
	Production				
Iwan S	SPV	3	3	2	4
	Production				
Suratman	SPV Teknik	4	2	2	3
Dharmawan	SL Production	3	2	3	3
Rudi K	SL Production	2	2	1	3
	Rata-rata	3	2	2	3

3) Menganalisis kesulitan kontrol dilakukan (*Detection*)

Pada langkah ini akan dianalisis tingkat kesulitan pengendalian untuk dilakukan. Penentuan skala *detection* pada kegagalan (*failure mode*) dilakukan pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan/mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Nilai *detection* nya adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Skala Detection

Skala Occurance	Frekuensi kegagalan terjadi
1	Mudah (Ada metode untuk menyelesaikannya)
2	Cukup mudah
3	Sedang
4	Cukup sulit
5	Sulit (Hampir tidak mungkin dilakukan)

Tabel 11. Nilai Detection Semua Faktor Hasil Diskusi

Nama	Departemen	Kesalahan Operator	Hasil potongan mesin tidak stabil	IK proses potong adonan kurang jelas	Material produk kurang
Adi Guna	SPV QM	4	2	2	1
Saiful B	SPV	3	3	2	2
	Production				
Iwan S	SPV	4	2	3	2
	Production				
Suratman	SPV Teknik	5	2	2	3
Dharmawan	SL Production	4	1	2	2
Rudi K	SL Production	4	2	1	2
	Rata-rata	4	2	2	2

4) Perhitungan RPN (*Risk Priority Number*)

Setelah mendapatkan nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection* selanjutnya dilakukan *scoring* untuk mendapatkan urutan tingkat kepentingan dari *failure mode*. Dengan metode FMEA untuk mendapatkan tingkat kepentingan dapat dihitung dengan rumus RPN (*Risk Priority Number*) sebagai berikut:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (1)$$

Tabel 12. FMEA

Item	Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure	Severity	Potential Cause	Occurance	Current Process Control	Detection	RPN	Recommended Action
Produk roti isi cokelat	Kesalahan Operator	Kesalahan operator dalam melakukan <i>setting</i> mesin pemotong adonan dan tidak melakukan pemeriksaan kembali hasil <i>setting</i> dapat menyebabkan berat adonan tidak stabil.	4	Kurangnya <i>briefing</i> dan <i>refreshment</i> terkait pentingnya pemeriksaan hasil potong adonan.	3	Pengecekan hasil <i>setting</i> an operator dilakukan diawal <i>start</i> dan setiap pengisian adonan ke dalam mesin potong.	4	48	Melakukan <i>briefing</i> rutin setiap <i>shift</i> untuk meningkatkan <i>awareness</i> pentingnya melakukan <i>setting</i> dan pemeriksaan hasil potong adonan.
	Hasil potongan mesin tidak sesuai	<i>Output</i> hasil mesin pemotong adonan memiliki berat yang tidak stabil.	4	Tim teknik tidak melakukan <i>adjustment</i> kembali <i>setting</i> pendorong piston alat pemotong adonan.	2	Pemeriksaan dan pemeliharaan mesin dilakukan setiap minggu sekali.	2	16	Melakukan <i>adjustment</i> kembali pada <i>setting</i> an tekanan semua piston yang ada di mesin pemotong adonan.

Pertama, salah satu mode kegagalan yang menyebabkan cacat produk *underweight* adalah kegagalan yang berasal dari faktor manusia, khususnya kesalahan operator. Kesalahan ini terjadi ketika operator salah dalam melakukan *setting* pada mesin pemotong adonan dan tidak melakukan pemeriksaan ulang terhadap hasil *setting* yang telah dilakukan. Akibat dari kegagalan ini adalah berat hasil potongan adonan menjadi tidak terkendali, sehingga produk akhir memiliki berat di bawah standar (*underweight*). Berdasarkan hal tersebut, kegagalan yang disebabkan oleh kesalahan operator diberi bobot nilai sebagai berikut: *Severity* dinilai 4 karena dampak yang ditimbulkan cukup serius, yaitu hasil potongan adonan menjadi tidak stabil yang dapat menyebabkan cacat produk *underweight*. *Occurrence* diberi nilai 3 karena kesalahan operator dalam melakukan *setting* pada mesin pemotong cukup sering terjadi. Sementara itu, *detection* mendapatkan nilai 4 karena cukup sulit untuk dilakukan pengendalian, mengingat kelalaian berasal dari operator yang

seharusnya bertanggung jawab atas pemeriksaan hasil *setting* tersebut. Sehingga nilai RPN faktor manusia adalah, sebagai berikut:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

$$RPN = 4 \times 3 \times 4$$

$$RPN = 48$$

Kedua, kegagalan yang disebabkan oleh faktor mesin, yaitu hasil potongan yang tidak sesuai, terjadi akibat tim teknik tidak melakukan penyesuaian (*adjustment*) ulang pada *setting* pendorong piston nomor 6. Berdasarkan analisis, kegagalan ini diberi bobot nilai sebagai berikut: *Severity* sebesar 4 karena dampak yang ditimbulkan cukup serius, di mana terdapat perbedaan berat adonan hasil *setting* dengan berat aktual yang melebihi standar toleransi yang telah ditetapkan. *Occurrence* dinilai 2 karena ketidaksesuaian ini jarang terjadi, didukung oleh adanya pemeriksaan rutin yang dilakukan oleh tim teknik setiap minggu. Sementara itu, *detection* juga diberi nilai 2 karena kegagalan ini cukup mudah dikendalikan jika operator yang bertugas melakukan pemeriksaan kesesuaian hasil potong dengan *setting* mesin secara berkala. Sehingga nilai RPN faktor mesin adalah, sebagai berikut:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

$$RPN = 4 \times 2 \times 2$$

$$RPN = 16$$

Ketiga, kegagalan yang disebabkan oleh faktor metode terjadi karena Instruksi Kerja (IK) pada proses pemotongan adonan kurang jelas, sehingga berpotensi menghasilkan potongan adonan dengan berat yang tidak terkendali. Berdasarkan analisis, kegagalan ini diberi bobot nilai sebagai berikut: *Severity* sebesar 4 karena dampaknya cukup serius terhadap stabilitas hasil potong adonan. *Occurrence* dinilai 2 karena frekuensi kegagalan akibat faktor metode ini tergolong jarang, terutama jika Instruksi Kerja telah diperbarui dengan baik. Sementara itu, *detection* juga mendapatkan nilai 2 karena pengendalian terhadap kegagalan ini relatif mudah dilakukan, yakni dengan melakukan pembaruan atau perbaikan pada metode kerja yang digunakan. Sehingga nilai RPN faktor metode adalah, sebagai berikut:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

$$RPN = 4 \times 2 \times 2$$

$$RPN = 16$$

Keempat, kegagalan yang disebabkan oleh kekurangan material terjadi karena jumlah material yang digunakan tidak sesuai dengan kebutuhan, sehingga total berat adonan yang dihasilkan menjadi tidak tepat. Sebagai contoh, seharusnya gramasi air yang digunakan adalah 100 liter, namun yang dimasukkan hanya 90 liter. Berdasarkan analisis, kegagalan ini diberi bobot nilai sebagai berikut: *Severity* sebesar 4 karena dampaknya cukup serius, mengingat kekurangan material secara langsung memengaruhi kualitas dan berat akhir adonan. *Occurrence* dinilai 3 karena kegagalan ini cukup sering terjadi, umumnya disebabkan oleh kesalahan operator dalam memasukkan material. Sementara itu, *detection* diberi nilai 2 karena pengendaliannya cukup mudah dilakukan, yaitu melalui pengecekan material saat penimbangan sesuai kebutuhan *batch*, sebelum dimasukkan ke mesin *mixer*, serta didukung dengan penggunaan *checksheet* sebagai alat kontrol. Sehingga nilai RPN faktor material adalah, sebagai berikut:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

$$RPN = 4 \times 3 \times 2$$

$$RPN = 24$$

Berdasarkan nilai RPN yang sudah dihitung tersebut untuk faktor yang menjadi penyebab utama terjadi nya cacat *underweight*, yaitu faktor manusia dengan nilai RPN sebesar 48. Sehingga kegagalan yang disebabkan oleh faktor manusia tersebut perlu dilakukan perbaikan agar cacat *underweight* pada produk roti isi cokelat berkurang.

4. Tahap *Improve*
a. Tabel 5W+1H
Selanjutnya dibuat usulan penanggulangan masalah menggunakan metode 5W+1H di bawah ini. dan diterapkan di area *make up*.

Tabel 13. Rencana Perbaikan Produk Cacat *Underweight*

Penyebab dominan	What	Why	Who	When	Where	How
Pokok bahasan	Ide perbaikan	Ukuran keberhasilan	PIC	Waktu pelaksanaan	Lokasi	Cara penerapan
Kesalahan operator	Meningkatkan kesadaran operator untuk melakukan <i>setting</i> an dan pemeriksaan hasil mesin potong secara rutin sehingga berat adonan stabil dan terkendali.	Hasil dari <i>setting</i> dan monitoring berat adonan stabil sehingga tidak ada berat adonan yang kurang dari standar.	Head produksi.	Juli 2024	Area make up/proses produksi.	Melakukan <i>briefing</i> dan sosialisasi secara rutin setiap <i>shift</i> untuk meningkatkan kesadaran operator serta membuat <i>checklist</i> pengecekan hasil potong adonan setiap 5 menit sekali.



Gambar 9. *Briefing Operator*
Sumber: Data Perusahaan 2024



Gambar 10. Operator Melakukan Pemeriksaan dan Cacat Hasil Timbangan
Sumber: Data Perusahaan 2024

Pada Gambar 9. dan Gambar 10. merupakan implementasi dari usulan perbaikan yang sudah dibuat menggunakan tabel 5W+1H. Setiap awal *shift* dilakukan *briefing* semua operator *make up* agar melakukan *setting*an dengan benar dan melakukan pengecekan secara rutin setiap 5 menit dicatat pada *checksheet* yang sudah disediakan agar mudah untuk proses monitoring nya.

5. Tahap *Control*

Setelah dilakukan perbaikan dan diperoleh hasil yang efektif dalam menurunkan cacat *underweight* pada produk roti tawar spesial, tahap selanjutnya adalah pengendalian (*control*) untuk memastikan masalah tersebut tidak kembali meningkat. Sebagai langkah standarisasi, dilakukan beberapa upaya pengendalian, yaitu pertama, dilakukan kegiatan *refreshment* dan sosialisasi rutin kepada operator guna meningkatkan kesadaran dalam melakukan *setting* dan pemeriksaan berat hasil potong adonan agar sesuai dengan target yang diinginkan. Kedua, disusun dan diterapkan *checksheet* untuk pemeriksaan berat hasil potong adonan, sehingga proses verifikasi dapat dilakukan dengan lebih mudah, sistematis, dan terdokumentasi dengan baik.



Gambar 10. Sosialisasi dan *Refreshment* Operator *Make Up* Produksi
Sumber: Data Perusahaan 2024

Pembahasan

Berdasarkan perhitungan menggunakan diagram pareto untuk jenis cacat yang sering terjadi pada produksi roti tawar spesial yaitu cacat *underweight* dengan jumlah cacat sebanyak 4733 pcs atau dalam presentase sebesar 38.1%.

Tabel 14. Data dan Jenis Produk Cacat Roti Tawar Spesial

Jenis cacat	Total	%	Kumulatif
<i>Underweight</i>	4.733	38.10%	38.10%
<i>Caving</i>	3.87	31.16%	69.26%
Pori-pori besar	1.578	12.70%	87.97%
Gosong	1.346	10.84%	92.80%
Kemasan sobek	894	7.20%	100.00%
Jumlah	12.422	100%	

Temuan jenis cacat pada produk roti tawar spesial di perusahaan ‘XYZ’ sesuai dengan jenis cacat yang ditemukan oleh Hidayat & Rochmoeljati (2020), yang menemukan beberapa cacat yang sama, seperti cacat berlubang, gosong, dan bantat. Ketidakstabilan suhu oven selama proses pemanggangan atau pematangan menjadi faktor utama penyebab cacat pada roti tawar spesial, seperti terbentuknya *wrinkle* dan *bald* pada permukaan roti. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang didapatkan oleh A. M. A. Rahman & Pujotomo (2014) yang menyatakan bahwa, kegagalan yang sering terjadi pada proses pembuatan roti tawar adalah kegagalan *bald* dan kegagalan *wrinkle*.

Pertanyaan tersebut diperkuat oleh hasil wawancara dengan Supervisor Produksi yang menyatakan, “*Suhu oven sering berfluktuasi pada beberapa shift produksi, menyebabkan adonan tidak matang merata sehingga terjadi cacat pada bagian atas roti.*” Hasil analisis FMEA menunjukkan nilai RPN tertinggi pada pengaturan suhu oven sebagai risiko utama yang harus diperbaiki. Temuan Abdurrahman & Al-Faritsy (2021) menunjukkan bahwa, dengan menggunakan mesin oven yang otomatis dan dilengkapi *timer*, pasang alat *set up* ukuran api dengan skala nomor pada alat kontrol api,

serta melakukan pengecekan mesin oven sebelum memulai pengovenan dapat dijadikan sebagai acuan dalam proses perbaikan.

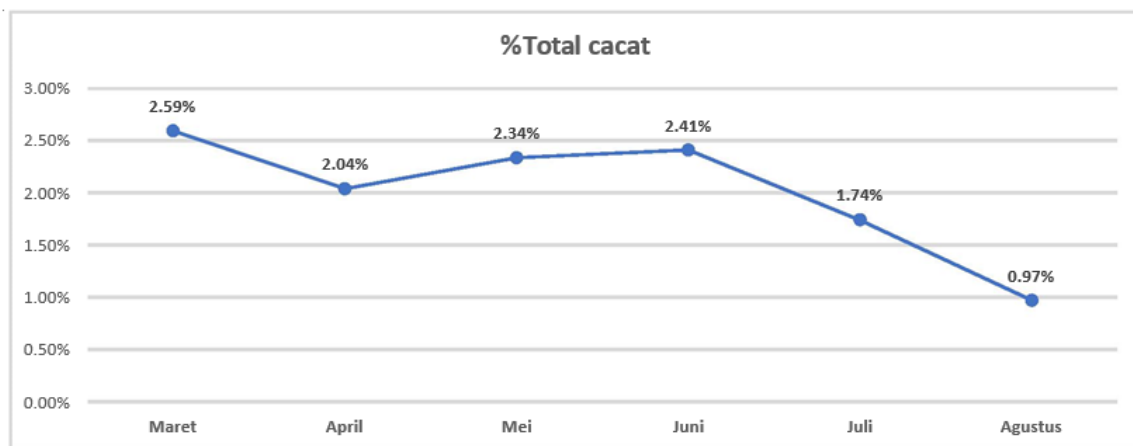
Selain itu, masalah fermentasi yang kurang optimal juga mengakibatkan cacat produk seperti tekstur yang kurang konsisten dan rasa yang tidak sesuai standar. Operator Senior mengungkapkan, “Waktu fermentasi kadang tidak sesuai SOP karena tekanan produksi yang tinggi, sehingga adonan belum berkembang dengan sempurna saat masuk ke oven.” Hal ini diperkuat oleh data kuantitatif pada tahap *Measure* DMAIC yang menunjukkan variasi waktu fermentasi yang signifikan sebagai salah satu faktor penyebab utama cacat. Temuan ini memperkuat temuan Najib et al. (2023), yang menyatakan bahwa faktor kegagalan utama penyebab kecacatan pada produk roti tawar, yaitu diwaktu proses fermentasi yang terlalu lama di mesin *proofing* dan peralatan yang kurang bersih.

Oleh karena itu, solusi perbaikan yang diusulkan mencakup pengaturan suhu oven secara lebih ketat dan pelatihan operator dalam pengelolaan parameter fermentasi agar dapat menjaga kestabilan kualitas roti. Implementasi pengendalian proses ini nantinya akan dipantau secara berkelanjutan pada tahap *Control* DMAIC untuk memastikan perbaikan yang berkelanjutan.

Setelah dilakukan perbaikan langkah selama mulai dari bulan juli 2024 hingga bulan agustus 2024 terdapat penurunan cacat *underweight* pada produk roti tawar spesial yang cukup signifikan. Untuk mengetahui hasil secara keseluruhan untuk produksi roti tawar spesial setelah dilakukan perbaikan dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 15. Hasil Produksi Setelah Dilakukan Perbaikan

Bulan	Target produksi	Jenis cacat						Jumlah Cacat	%Total cacat
		Caving	Pori-pori besar	Kemasan sobek	Gosong	Underweight	%Underweight		
Maret	73.092	612	243	213	123	705	0.96	1.896%	2.59%
April	92.147	500	298	143	218	721	0.78	1.880%	2.04%
Mei	101.315	745	279	168	198	979	0.97	2.369%	2.34%
Juni	111.985	976	265	123	263	1.072	0.96	2.699%	2.41%
Juli	107.677	424	246	139	295	769	0.71	1.873%	1.74%
Agustus	111.052	189	198	146	245	301	0.27	1.097%	0.97%



Gambar 11. Grafik Perbaikan Produk Cacat Underweight

Sumber: Data Perusahaan 2024

Grafik pada Gambar 11 di atas menunjukkan bahwa grafik cacat *underweight* pada produk roti tawar spesial mengalami penurunan mulai dari bulan juli sebesar 1.74%, selanjutnya bulan agustus 0.97%. Berdasarkan data di atas setelah dilakukan perbaikan presentase cacat pada produk roti tawar spesial telah mengalami perbaikan yang cukup signifikan di bawah batas yang ditentukan oleh perusahaan, yaitu 2%. Perbaikan yang sudah dilakukan tersebut terbukti berhasil dan memberikan dampak terhadap penurunan cacat *underweight* pada produk roti tawar spesial dan untuk perbaikan kedepan nya bisa ditambahkan mesin *check weggher* untuk mendeteksi secara otomatis hasil potongan yang memiliki berat dibawah standar sehingga tidak lolos ke proses berikutnya. Proses perbaikan

kualitas produk yang dilakukan sejalan dengan proses perbaikan yang dilakukan oleh (Purba, 2016) terhadap kualitas produk tepung kemasan menggunakan metode *six sigma*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode DMAIC terhadap produk cacat roti tawar spesial di Perusahaan 'XYZ', ditemukan lima jenis cacat utama, yaitu *caving*, pori-pori besar, kemasan sobek, gosong, dan *underweight*. Dari keseluruhan jenis cacat tersebut, cacat *underweight* merupakan yang paling dominan selama periode Januari hingga Juni 2024, dengan jumlah 4.733 pcs atau sebesar 38,1%. Cacat *underweight* ini paling banyak disebabkan oleh kesalahan operator dalam melakukan *setting* mesin pemotong adonan dan kurangnya pemeriksaan ulang hasil *setting*, yang berdampak pada ketidakstabilan berat adonan. Untuk mengatasi hal ini, perusahaan telah melakukan perbaikan dengan memberlakukan *briefing* rutin setiap awal *shift* dan pencatatan hasil pemeriksaan mesin secara berkala agar berat adonan lebih stabil dan sesuai standar.

Sebagai saran, penulis merekomendasikan agar perusahaan melakukan pelatihan penyegaran (*refreshment*) secara rutin bagi seluruh operator bagian tim pembentukan (*make up*) guna meningkatkan pemahaman dan kesadaran akan pentingnya *setting* dan pemeriksaan hasil *setting* secara tepat dan konsisten. Selain itu, untuk peningkatan kualitas produk secara menyeluruh, disarankan agar perusahaan mulai menyusun rencana perbaikan terhadap cacat *caving* yang juga memiliki persentase cukup tinggi, sehingga mutu produk roti tawar spesial dapat terus ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, M. A., & Al-Faritsy, A. Z. (2021). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Roti Bolu Dengan Metode Six Sigma Dan FMEA. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 3(2), 73–80. <https://doi.org/10.37631/jri.v3i2.481>
- Bahauddin, A., & Arya, V. (2020). Pengendalian Kualitas Produk Tepung Kemasan 20 Kg Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada PT. XYZ). *Journal Industrial Servicess*, 6(1), 66. <https://doi.org/10.36055/jiss.v6i1.9480>
- Caesaron, D., & Simatupang, S. Y. P. (2015). Implementasi Pendekatan DMAIC untuk Perbaikan Proses Produksi Pipa PVC (Studi Kasus PT. Rusli Vinilon). *Jurnal Metris*, 16, 91–96.
- Chandel, R., & Kumar, S. (2016). Productivity Enhancement Using DMAIC Approach: A Case Study. *International Journal of Enhanced Research in Science*, 5(1), 2319–7463.
- Firmansyah, R., & Yuliarty, P. (2020). Implementasi Metode DMAIC pada Pengendalian Kualitas Sole Plate di PT Kencana Gemilang. *Jurnal PASTI*, 14(2), 167. <https://doi.org/10.22441/pasti.2020.v14i2.007>
- Gupta, N. (2013). An Application of DMAIC Methodology for Increasing the Yarn Quality in Textile Industry. *IOSR: Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 6(1), 50–65.
- Hidayat, M. T., & Rochmoeljati, R. (2020). Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta) Dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Di PT. IFMFI, Surabaya. *JUMINTEN*, 1(4), 70–80. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i4.76>
- Najib, N. D., Wibowo, D. H., & Hermanuadi, D. (2023). Perbaikan Kualitas Produksi Roti Tawar Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan SQC di Tefa Bakery Politeknik Negeri Jember. *JOFE: Journal of Food Engineering*, 2(1), 45–54. <https://doi.org/10.25047/jofe.v2i1.3412>
- Patil, S. V., Rao K., B., & Nayak, G. (2020). Quality Improvement of Recycled Aggregate Concrete using Six Sigma DMAIC Methodology. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 5(6), 1409–1419. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2020.5.6.104>
- Purba, H. H. (2016). Reducing The Operational Stop Time of Hauler Komatsu Hd465-7 by Using the Six Sigma's Approach in PT X. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 7(2). <https://doi.org/10.21512/comtech.v7i2.2245>

-
- Rahman, A. M. A., & Pujotomo, D. (2014). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Roti Tawar Mr.Bread Dengan Metode FMEA (Di Bagian Produksi CV.Essen). *Industrial Engineering Online Journal*, 3(4). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/6690>
- 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). <https://doi.org/10.30998/joti.v3i1.9287>
- Ramadian, D., Hidayat, R. A., & Yetrina, M. (2022). Pengendalian Kualitas Proses Pengeringan Teh Hitam (Orthodoks) Menggunakan Metode DMAIC DI PT. Perkebunan Nusantara VIII Kebun Gedeh Mas, Cianjur. *Jurnal PASTI (Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri)*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.22441/pasti.2022.v16i1.001>
- Smętkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process: A Case Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238, 590–596. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.039>
- Yadav, A., & Sukhwani, V. K. (2016). Quality Improvement by using Six Sigma DMAIC in an Industry. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 6, 41–46.