

## PENINGKATAN KUALITAS PROSES PRODUKSI TAHU MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA (STUDI KASUS: PABRIK TAHU DN)

### QUALITY IMPROVEMENT OF TOFU PRODUCTION PROCESS BY USING FMEA AND FTA (CASE STUDY: DN TOFU FACTORY)

Rina Fitriana<sup>\*</sup>, Indah Permata Sari, dan Indah Millia Sukma

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti,  
Jl. Kyai Tapa No. 1, Grogol, Jakarta Barat, DKI Jakarta, Indonesia, 11440

\*Email: [rinaf@trisakti.ac.id](mailto:rinaf@trisakti.ac.id)

Makalah: Diterima 3 Mei 2022; Diperbaiki 2 Oktober 2023; Disetujui 30 Oktober 2023

#### ABSTRACT

*DN Tofu Factory is a food industry for tofu products. The company's main problem is a defect product in October-December 2021 with an average of 7.01%. The purpose of research was to reduce the failure of production in use of the methods of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA). The result of DPMO (Defect per Million Opportunities) calculation is 17500 with a sigma level of 3.6084. Based on the FMEA calculations, two potential causes of failure from the highest perceived value of the RPN (Risk Priority Number), namely that workers do not use the full clothing attributes during the production process with an RPN value of 294 and workers did not pay attention to pressing time with an RPN value of 252. FTA analysis results shows two basic causes of problem, namely workers do not use PPE (Personal Protective Equipment) with a probability of 0.24 and that no tools are available to measure standard time with a probability of 0.2. The proposed improvements implemented by observing the GMP aspect (Good Manufacturing Practice) are to use digital timer, make a tool cleaning form, and make hand-washing posters, smoke free, a restriction on eating and drinking. There is a decrease in the value of DPMO to 16500 with sigma level of 3.6321 after implementation.*

*Keywords: failure mode and effect analysis, fault tree analysis, good manufacturing practice, tofu factory*

#### ABSTRAK

Pabrik Tahu DN merupakan usaha makanan yang memproduksi produk tahu. Masalah utama perusahaan adalah terjadi produk cacat pada bulan Oktober-Desember 2021 dengan rata-rata *defect* 7.01%. Tujuan penelitian dilakukan adalah mengurangi kegagalan proses produksi menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Hasil perhitungan DPMO (*Defect per Million Opportunities*) sebesar 17500 dengan tingkat sigma 3,6084. Berdasarkan hasil perhitungan FMEA, ditemukan dua potensi penyebab kegagalan dari nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi, yaitu pekerja tidak menggunakan atribut pakaian lengkap ketika proses produksi berlangsung dengan nilai RPN sebesar 294 dan pekerja tidak memperhatikan waktu pengepresan dengan nilai RPN sebesar 252. Hasil analisa FTA ditemukan dua penyebab akar permasalahan, yaitu pekerja tidak menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) dengan probabilitas sebesar 0,24 dan tidak tersedia alat bantu untuk mengukur waktu standar dengan probabilitas sebesar 0,2. Usulan perbaikan yang diimplementasikan dengan memperhatikan aspek GMP (*Good Manufacturing Practice*) adalah menggunakan *timer* digital, membuat *tool cleaning form*, dan membuat poster cuci tangan, bebas asap rokok, larangan makan dan minum. Terjadi penurunan nilai DPMO menjadi 16500 dengan tingkat sigma 3,6321 setelah dilakukan implementasi.

Kata kunci: *failure mode and effect analysis, fault tree analysis, good manufacturing practice, pabrik tahu*

#### PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu negara yang memproduksi produk tahu. Produk ini merupakan lauk yang sangat disukai masyarakat karena selain rasanya yang enak, tahu juga kaya akan gizi dan tinggi protein dengan harga yang cukup terjangkau oleh semua kalangan (Putri, 2016). Selain itu tahu juga memiliki kadar air yang tinggi akibat dari proses pengolahan tahu itu sendiri (Mastuti, 2019). Produk ini terbuat dari kacang kedelai terpilih dan diolah dengan cara fermentasi dan diambil sari. Tahu merupakan susu kedelai yang diolah menjadi kental kemudian dicetak sesuai ukuran dan dipotong

(Winarno, 1993). Kandungan yang terdapat pada tahu yaitu terdapat banyak mineral yang berasal dari kacang kedelai dan juga bebas dari gluten sehingga rendah kalori. Manfaat dari tahu antara lain, mengurangi terjadinya diabetes, menjaga kesehatan tulang, dan menurunkan terjadinya anemia (kekurangan sel darah merah).

Pabrik Tahu DN merupakan usaha makanan yang bergerak untuk memproduksi produk tahu dan telah berdiri sejak tahun 2018. Usaha ini memproduksi berbagai jenis tahu seperti tahu cokelat, tahu putih, dan tahu pong. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, pabrik menerapkan sistem *make to order*. Sistem yang diterapkan karena produk

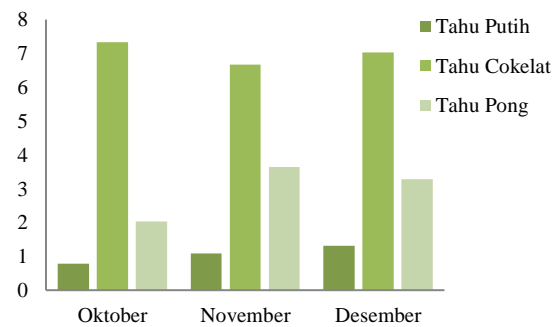
dibuat sesuai dengan masuknya permintaan pelanggan agar tahu tetap terjaga kualitasnya. Tahu coklat yang diproduksi oleh pabrik ini tidak menggunakan bahan pengawet sehingga olahan tahu hanya mampu bertahan dua malam pada suhu ruangan dan tiga malam jika ditaruh pada mesin pendingin.

Pemilik usaha seringkali menerima keluhan mengenai produk tahu yang diproduksi. Berdasarkan keluhan yang diterima antara lain, terdapat perubahan warna pada olahan tahu, tahu tidak bersih, potongan tahu yang tidak sama besar, dan tekstur tahu yang lembek. Dengan adanya keluhan tersebut dapat diketahui bahwa sistem pengendalian kualitas yang ada di pabrik belum berjalan dengan baik. Pabrik perlu menjaga kualitas produk dengan tujuan, yaitu agar terbebas dari cacat produksi dan keunggulan produk dapat memenuhi kebutuhan konsumen (Ramdani *et al.*, 2020). Kualitas produk juga menjadi salah satu faktor utama dalam keputusan konsumen untuk memilih produk yang akan dibeli (Pyzdek, 2003).

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis *defect* yang terjadi pada Pabrik Tahu DN, menentukan nilai DPMO (*Defect per Million Opportunities*) dan level sigma pada produk, mengidentifikasi faktor penyebab kegagalan, mengidentifikasi akar penyebab terjadinya suatu kegagalan, menganalisa penyimpangan yang terjadi terhadap kualitas makanan, dan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi kegagalan yang terjadi.

Berdasarkan persentase *defect* pada Gambar 1. menunjukkan bahwa tahu coklat memiliki persentase terbesar diantara ketiga jenis tahu yang diproduksi oleh pabrik. Sehingga objek penelitian berfokus pada produk tahu coklat. Data historis produk tahu coklat pada bulan Oktober hingga Desember 2021 ditemukan persentase *defect* sebesar 7,01%, yang mana angka ini cukup besar apabila dibandingkan oleh keinginan pemilik usaha. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada adalah metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

FMEA digunakan untuk membantu dalam mengidentifikasi dan menjauhkan potensial kegagalan pada proses produksi (Fitriana *et al.*, 2020). Perhitungan FMEA dilakukan dengan mengidentifikasi langkah-langkah pembuatan produk tahu dan mengevaluasi tingkat kegagalan yang mempengaruhi produk. Penggunaan FMEA pada perusahaan untuk mengidentifikasi efek kegagalan dengan menentukan nilai berdasarkan *severity*, *occurrence*, dan *detection* dengan hasil akhir menghitung nilai bobot *Risk Priority Number* (RPN) (Kurniawan *et al.*, 2022).



Gambar 1. Persentase *defect* ketiga jenis tahu

Tabel 1. Data historis produksi tahu coklat

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	Persentase Defect
Oktober	25600	1876	7,33
November	20500	1366	6,67
Desember	24000	1687	7,03
Rata-rata			7,01%

Bobot nilai RPN tertinggi diuraikan secara terperinci berdasarkan faktor kegagalan hingga ke akar permasalahan menggunakan metode FTA. Metode ini digunakan untuk menganalisa secara grafik kesalahan yang menyebabkan kegagalan proses produksi. FTA akan mengidentifikasi potensial terjadinya kegagalan menggunakan pendekatan *top down* (Kartikasari dan Romadhon, 2019). Untuk mendapatkan usulan perbaikan dalam mencegah terjadinya kegagalan yang serupa, perlu dilakukan peninjauan lebih lanjut mengenai aspek GMP (*Good Manufacturing Practice*). GMP digunakan untuk memastikan produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas atau terjamin mutu untuk dikonsumsi (Fitriana *et al.*, 2020). Sehingga usulan perbaikan yang diberikan dapat membantu Pabrik Tahu DN untuk memenuhi permintaan konsumen dengan menghasilkan produk yang bermutu.

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan terkait identifikasi kecacatan pada proses pengemasan kedelai agar sesuai dengan standar perusahaan yaitu pada penelitian upaya perbaikan kualitas pada proses pengemasan kedelai di PT. Sari Agrotama Persada Gresik Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (Afandi *et al.*, 2022). Penelitian minimasi cacat pada produk *punch extruding red* untuk memperbaiki kualitas produk (Kurniawan *et al.*, 2022). Penelitian identifikasi faktor yang mempengaruhi penurunan kualitas produk (Sutiono *et al.*, 2022). Penelitian identifikasi jenis cacat dominan untuk memberikan usulan pengendalian kualitas produk (Puspitasari *et al.*, 2022).

Penelitian penyebab kegagalan yang terjadi dalam menentukan karakteristik kualitas untuk memberikan usulan perbaikan kualitas produk (Berlyan *et al.*, 2021). Penelitian pengukuran

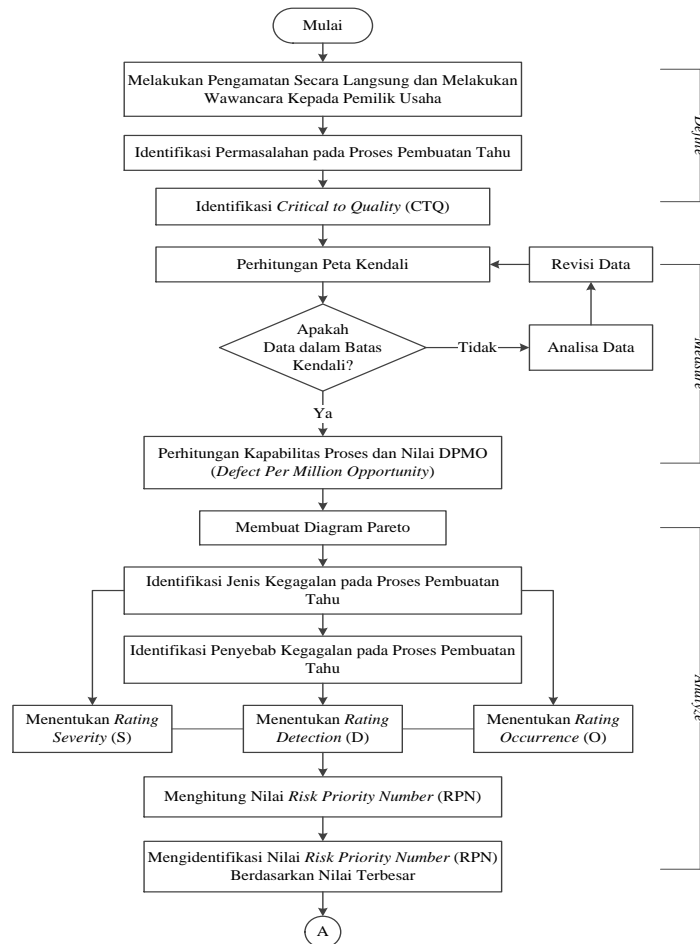
standarisasi GMP dan WISE pada produk olahan tahu (Miasur *et al.*, 2021). Penelitian pengendalian kualitas produk untuk mengetahui faktor terjadinya kegagalan produk (Suparjo dan Setiyawan, 2021). Penelitian pengendalian kualitas pangan untuk mengidentifikasi bahaya yang terdapat pada produk (Fitriana *et al.*, 2020). Penelitian perbaikan kualitas produk untuk mengetahui penyebab tingginya persentase kegagalan proses produksi (Ramdani *et al.*, 2020). Penelitian perbaikan kualitas usaha kecil menengah untuk memperbaiki produksi produk dan menjaga kualitas mutu makanan tradisional (Fitriana *et al.*, 2019). Penelitian analisa pengendalian dan perbaikan kualitas pada proses pengalangan produk untuk mengetahui kendala yang terjadi selama proses produksi berlangsung (Kartikasari dan Romadhon, 2019). Penelitian mengenai penerapan pengendalian kualitas untuk meminimasi cacat produk dan penurunan profit (Setiyawan *et al.*, 2018).

**METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung pada proses pembuatan tahu dan wawancara dengan pemilik usaha. Data yang

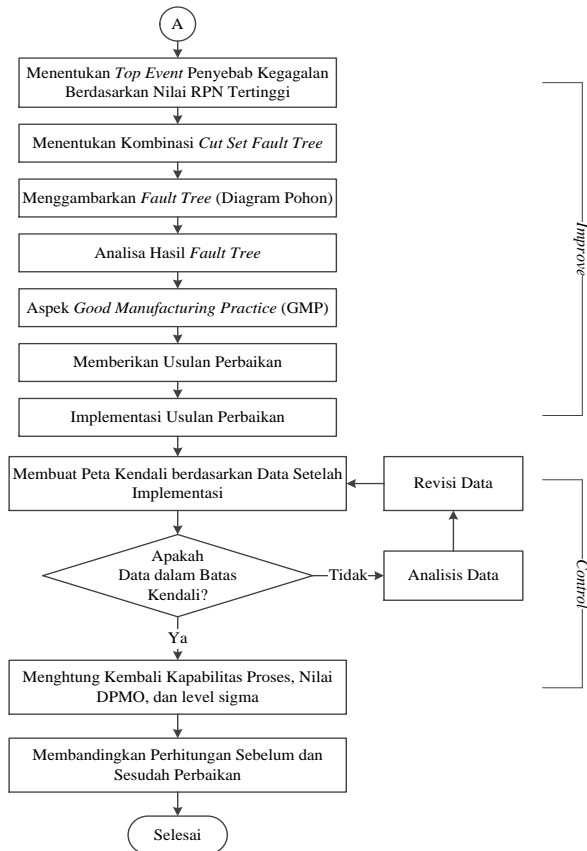
dibutuhkan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu, data sekunder dan data primer. Data sekunder adalah data yang berisikan sejarah perusahaan, *profile* perusahaan, dan data historis kegagalan proses produksi. Data primer adalah data yang didapatkan secara langsung seperti melakukan observasi, wawancara kepada pemilik usaha, dan data proses produksi mengenai proses pembuatan produk tahu.

Gambar 2. merupakan tahapan metode penelitian pertama (*define*) dimulai dengan melakukan pengamatan serta wawancara untuk mengumpulkan data produksi dan kegagalan produk tahu. Data tersebut diidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ) untuk membantu dalam memenuhi kebutuhan konsumen sehingga dapat mencapai kepuasan dari konsumen. Selanjutnya dilakukan tahapan *measure* dalam melakukan perhitungan peta kendali yang merupakan salah satu *tools* sederhana dalam SPC (*Statistical Process Control*) untuk menganalisa hasil akhir yang terjadi pada proses (Fitriana *et al.*, 2019). Peta ini digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi yang dilakukan sudah berada dalam batas kendali atau tidak (Kurniawan *et al.*, 2022). Perhitungan DPMO dilakukan untuk mengetahui tingkat sigma pada data yang telah didapat.



Gambar 2. Flowchart Pengolahan Data FMEA

Setelah data diketahui berada dalam batas kendali, tahapan selanjutnya yaitu *analyze* dengan menggunakan diagram pareto untuk menentukan kegagalan yang perlu diatasi terlebih dahulu. Untuk mengidentifikasi proses produksi dari awal hingga akhir digunakan metode FMEA dengan memberikan *ranking* pada tiga kriteria, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection* (Kurniawan *et al.*, 2022).



Gambar 3. Flowchart pengolahan data FTA

Gambar 3. menunjukkan tahapan selanjutnya yaitu tahapan *improve*. Perhitungan RPN tertinggi dijadikan potensi penyebab kegagalan produksi dan ditinjau lebih lanjut menggunakan metode FTA. Setelah melakukan analisa FTA berdasarkan wawancara dengan pemilik usaha, maka ditentukan usulan perbaikan berdasarkan faktor apa saja dan dengan memperhatikan aspek GMP. Usulan perbaikan tersebut akan dilakukan implementasi ke Pabrik Tahu. Tahapan selanjutnya yaitu *control* dengan menguji kembali data yang telah diperoleh dari hasil implementasi, apabila data berada dalam batas kendali maka dilakukan perhitungan nilai DPMO dan level sigma untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari hasil implementasi yang telah dilakukan di Pabrik Tahu.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Objek yang digunakan dalam penelitian adalah tahu cokelat yang diproduksi oleh Pabrik Tahu DN. Pabrik ini bisa memproduksi tahu cokelat sekitar 5 hingga 12 papan per hari. Satu papan berisi 100 buah tahu cokelat. Pada penelitian ini, jumlah sampel yang digunakan sebanyak 300 buah untuk pengamatan yang dilakukan pada bulan Juni 2022. Tabel 2 menunjukkan data *defect* berdasarkan jenisnya.

#### Critical to Quality

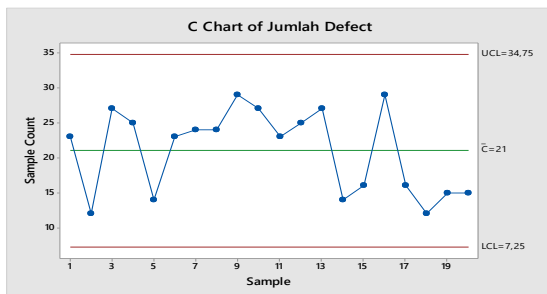
CTQ merupakan karakteristik yang digunakan sebagai standar dari suatu produk sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen. CTQ pada penelitian ini berdasarkan komplain yang diterima oleh pihak usaha mengenai permasalahan produk. Gambar pada Tabel 2 merupakan tahu cokelat sebelum melakukan proses penggorengan

Tabel 2. Jenis Kecacatan Produk

No.	Jenis Defect	Kondisi Seharusnya	Gambar Kondisi Nyata	Deskripsi Kondisi Nyata
1	Ukuran Tahu Tidak Sama	Ukuran Tahu Sesuai Permintaan Konsumen		Ukuran Tahu Tidak Sesuai Dengan Permintaan Konsumen
2	Tahu Lembek	Tekstur Tidak Keras dan Tekstur Lembek atau Lunak (Midayanto dan Yuwono, 2014)		Tekstur Tahu Tidak Sesuai Standar Produksi, Terlalu Lembek/Lunak Sehingga Mudah Hancur
3	Tahu Berubah Warna	Warna Tahu Putih Normal atau Kuning Normal [berdasarkan Syarat Mutu Tahu Menurut SNI 01-3142-1998]		Warna Tahu Menguning Sehingga Berbeda Dengan Yang Seharusnya
4	Tahu Tidak Bersih	Terkena Noda [berdasarkan Syarat Mutu Tahu Menurut SNI 01-3142-1998]		Tahu Terkena Noda Saat Proses Produksi Berlangsung

**Peta Kendali C**

Peta kendali digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi sudah berada dalam batas kendali atau tidak. Data dapat dikatakan belum stabil apabila titik berada di luar batas kendali, sedangkan data sudah stabil apabila titik berada di dalam batas kendali. Untuk mengetahui kestabilan data produksi beserta jenis *defect* tahu coklat, maka perlu digunakan peta kendali C. Peta kendali C bulan Juni 2022 disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta kendali C bulan Juni 2022

Berikut perhitungan dalam menentukan nilai *Central Line* (CL), *Upper Control Limit* (UCL), dan *Lower Control Limit* (LCL).

$$\bar{C} = CL = \frac{\text{total cacat}}{\text{ukuran subgroup}} = \frac{420}{20} = 21$$

$$UCL = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} = 21 + 3\sqrt{21} = 34,75$$

$$LCL = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} = 21 - 3\sqrt{21} = 7,26$$

Tabel 3 merupakan grafik hasil plot data yang mana data sudah stabil karena sudah berada dalam batas kendali. Pola data ini terjadi dikarenakan cacat

yang sama secara berulang dalam waktu tertentu sehingga terdapat perubahan naik dan turun data atau titik pada grafik. Semakin banyak jumlah *defect*, maka semakin tinggi posisi titik dan bisa menyentuh atau melewati batas UCL, sedangkan semakin sedikit jumlah *defect*, maka semakin rendah posisi titik dan bisa menyentuh atau melewati batas LCL.

**Perhitungan DPMO dan Tingkat Sigma**

Perhitungan DPMO dilakukan untuk mengetahui tingkat sigma. Tingkat sigma bertujuan untuk melihat indikasi proses apakah sudah efisien dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ada. Perhitungan DPMO sebagai berikut:

$$DPU = \frac{D}{U} = \frac{420}{6000} = 0,07$$

$$DPO = \frac{DPU}{O} = \frac{0,07}{4} = 0,0175$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,01751 \times 1000000 = 17.500$$

$$\sigma = NORMSINV\left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000}\right) + 1,5$$

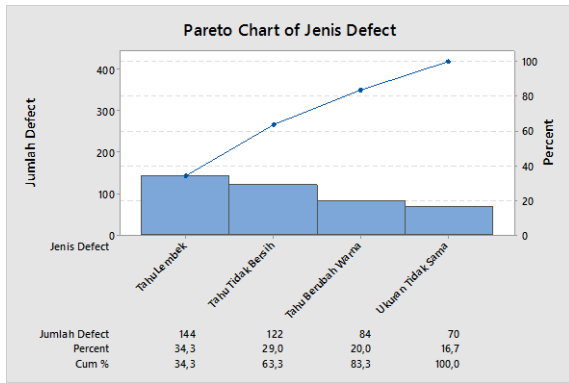
$$\sigma = NORMSINV\left(\frac{1.000.000 - 17.500}{1.000.000}\right) + 1,5 = 3,6084$$

**Diagram Pareto**

Diagram pareto adalah diagram batang untuk membagi berdasarkan kategori masalah yang terjadi (Suparjo dan Setiyawan, 2021). Diagram ini digunakan untuk mengetahui penyebab dari suatu masalah dengan memprioritaskan faktor yang paling besar (Ramdani *et al.*, 2020).

Tabel 3. Data produksi dan jenis *defect* bulan Juni 2022

Tanggal	Jumlah Sampel	Jenis Defect				Jumlah Defect
		Ukuran Tidak Sama	Tahu Lembek	Tahu Berubah Warna	Tahu Tidak Bersih	
03/06/22	300		8	2	13	23
06/06/22	300		12			12
07/06/22	300	7	5	5	10	27
08/06/22	300	8	5	12		25
09/06/22	300	2	3		9	14
10/06/22	300		15		8	23
13/06/22	300	10		9	5	24
14/06/22	300	5	14	5		24
15/06/22	300	4	5	10	10	29
16/06/22	300		10		17	27
17/06/22	300		10	5	8	23
20/06/22	300	12	8	5		25
21/06/22	300		7	15	5	27
22/06/22	300		9		5	14
23/06/22	300	7		5	4	16
24/06/22	300	7	5	3	14	29
27/06/22	300	4	6		6	16
28/06/22	300		12			12
29/06/22	300		10	5		15
30/06/22	300	4		3	8	15
<b>Total</b>	<b>6000</b>	<b>70</b>	<b>144</b>	<b>84</b>	<b>122</b>	<b>420</b>



Gambar 5. Diagram Pareto

Berdasarkan Gambar 5. dapat disimpulkan dari hasil plot diagram sesuai dengan prinsip pareto, bahwa 80% tahu akan menghasilkan yang terbaik dari 20% penyebab terjadi *defect* pada tahu, sehingga *defect* dominan yang dapat menyebabkan tahu memiliki kualitas yang kurang baik adalah tahu lembek dengan presentase 34,3% dan tahu tidak bersih dengan presentase 29%.

**Failure Mode and Effect Analysis**

FMEA adalah metode analisa untuk mengidentifikasi kegagalan yang mungkin saja terjadi pada proses produksi dan mencegah terjadinya *failure mode* (Puspitasari *et al.*, 2022). Tujuan dari

metode ini adalah memprediksi potensial kegagalan dari proses produksi yang terjadi (Berlyan *et al.*, 2021). Terdapat tiga kriteria dalam FMEA, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*. *Failure mode* ditentukan berdasarkan hasil diagram pareto yang tertera pada Gambar 4.

Tahu memiliki kandungan air tinggi cenderung memiliki tekstur yang lembut, sedangkan tahu yang memiliki kandungan air rendah akan memiliki tekstur yang kasar dan keras (Winarno, 1993). Kandungan air tahu sendiri belum tercantum dalam Standar Nasional Indonesia mengenai syarat mutu tahu sehingga disarankan adanya perbaikan pada nilai kadar air tahu. Tekstur tahu telah dikelompokan menjadi 3 kategori, yaitu tekstur keras, tekstur kenyal, dan tekstur lembek atau lunak. Berdasarkan hasil analisa penelitian terdahulu tentang penentuan atribut mutu tekstur tahu, syarat tekstur tahu yang baik yaitu tahu yang memiliki tekstur yang kenyal (Midayanto dan Yuwono, 2014).

Berdasarkan Tabel 4 dipilih 2 penyebab kegagalan dengan nilai RPN tertinggi. Nilai RPN dapat diperoleh dari hasil perkalian *severity*, *occurrence*, dan *detection*. RPN tertinggi pertama yaitu pekerja tidak menggunakan atribut pakaian lengkap saat proses produksi berlangsung sebesar 294 dan pekerja tidak memperhatikan waktu pengepresan sebesar 252. Kedua penyebab kegagalan ini menjadi prioritas untuk ditinjau lebih lanjut.

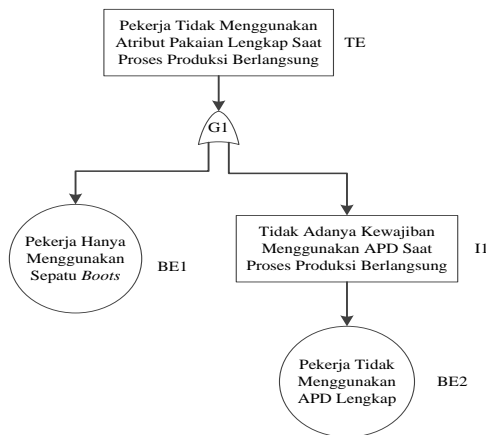
Tabel 4. *Failure Mode and Effect Analysis*

Proses	Failure Mode	Potensi Efek Kegagalan	S	Potensi Penyebab Kegagalan	O	Kontrol yang Dilakukan	D	RPN							
Perendaman	Tahu Lembek	Nilai Tekstur Menjadi Rendah dan Tekstur Tahu Semakin Lunak	7	Proses Perendaman Biji Kedelai Yang Terlalu Lama Dapat Menyebabkan Air Lebih Mudah Menyerap Ke Dalam Biji Kedelai	5	Melakukan Pengawasan Saat Proses Perendaman Biji Kedelai	5	175							
									Pencetakan	Konsumen Akan Mengembalikan Tahu Yang Teksturnya Tidak Sesuai Keinginan	7	Pekerja Tidak Memperhatikan Waktu Pengepresan	6	Mengingatkan Kepada Pekerja Untuk Memperhatikan Waktu Pengepresan	6
Pencetakan	Tahu Tidak Bersih	Munculnya Noda Hitam Di Permukaan Tahu	6	Kurangnya Memperhatikan Pergantian Alat Kerja Yang Digunakan	5	Mengganti Alat Kerja Yang Digunakan Apabila Sudah Tidak Layak Digunakan	4	120							
									Munculnya Serpihan Debu dan Rambut Pada Permukaan Tahu	7	Pekerja Tidak Menggunakan Atribut Pakaian Lengkap Saat Proses Produksi Berlangsung	7	Pekerja Hanya Menggunakan Sepatu Boots Sebagai Atribut Pakaian	6	294

**Fault Tree Analysis**

Hasil analisa berdasarkan RPN tertinggi diidentifikasi lebih lanjut menggunakan metode FTA. Metode ini digunakan untuk menganalisa faktor apa saja yang menjadi penyebab pada kejadian yang tidak diinginkan (*top event*).

Gambar 6 dan Gambar 7 merupakan hasil analisa yang digambarkan melalui *fault tree*. Setelah dianalisa, maka diperlukan identifikasi *minimal cut set* dengan menggunakan *Method for Obtaining Cut Sets* (MOCUS).



(Ket: TE = Top Event, BE = Basic Event, I = Intermediate Event)

Gambar 6. Pekerja tidak menggunakan atribut pakaian lengkap

Tabel 5. Probabilitas *basic event* tidak menggunakan atribut pakaian lengkap

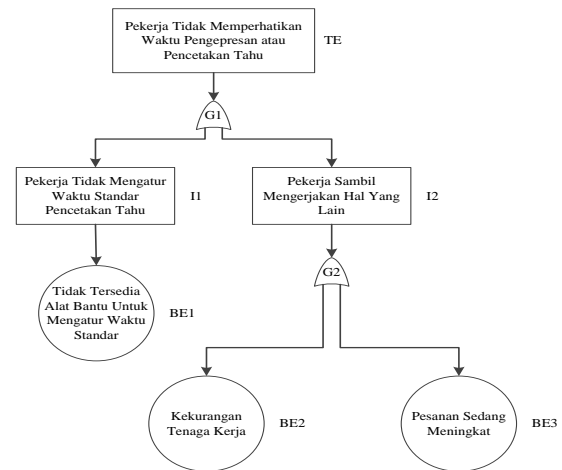
Simbol	Basic Event	Frekuensi Basic Event	Frekuensi Kejadian	Probabilitas Kejadian
BE1	Pekerja Hanya Menggunakan Sepatu Boots	13	100	0,13
BE2	Pekerja Tidak Menggunakan APD Lengkap	24	100	0,24

Tabel 6. Probabilitas *basic event* pekerja tidak memperhatikan waktu pencetakan

Simbol	Basic Event	Frekuensi Basic Event	Frekuensi Kejadian	Probabilitas Kejadian
BE1	Tidak Tersedia Alat Bantu Untuk Mengatur Waktu Standar	20	100	0,2
BE2	Kekurangan Tenaga Kerja	10	100	0,1
BE3	Pesanan Sedang Meningkat	7	100	0,07

Tabel 7. Hasil pemilihan akar permasalahan

No.	Penyebab Kegagalan	Basic Event	Probabilitas Basic Event
1	Pekerja Tidak Menggunakan Atribut Pakaian Lengkap Saat Proses Produksi Berlangsung	Pekerja Tidak Menggunakan APD Lengkap	0,24
2	Pekerja Tidak Memperhatikan Waktu Pengepresan atau Pencetakan Tahu	Tidak Tersedia Alat Bantu Untuk Mengatur Waktu Standar	0,2



Gambar 7. Pekerja tidak memperhatikan waktu pencetakan

Metode yang digunakan yaitu MOCUS adalah algoritma yang digunakan untuk membantu pencarian *cut set* dan *minimal cut set* dari *fault tree*. Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan masing-masing probabilitas dari *basic event*. Tabel 7 menunjukkan pemilihan akar permasalahan berdasarkan nilai probabilitas *basic event*.

**Aspek Good Manufacturing Practice**

GMP merupakan sistem pengendalian pada produk makanan dan minuman untuk menjamin produk yang diproduksi aman dan memenuhi standar. Aspek ini juga dapat digunakan dalam mencegah terjadinya pencemaran produk selama proses

produksi berlangsung hingga produk diterima oleh konsumen. Tujuan memasukkan aspek GMP adalah untuk memperbaiki manajemen dan kondisi produksi agar sesuai dengan standar sehingga meningkatkan kualitas tahu dari yang sebelumnya. Tabel 8 dan Tabel 9 menunjukkan penentuan dalam aspek GMP.

Tabel 8. Kondisi nyata aspek GMP

Aspek GMP	Kondisi yang Diharapkan	Kondisi Nyata	Keterangan Pemeriksaan
Lokasi	Lokasi pabrik bebas dari lingkungan yang tercemar	Pabrik berada di sekitar perumahan yang aman	✓
Bangunan	Permukaan lantai rata, tidak licin, dan mudah dibersihkan	Lantai ruangan produksi hanya menggunakan aspal	✓
Sarana Higiene Karyawan	Mempunyai sarana sanitasi seperti wastafel	Tidak terdapat tempat kebersihan karyawan seperti wastafel	✗
Mesin / Peralatan	Permukaan yang berhubungan langsung dengan bahan produk olahan seharusnya halus	Permukaan mesin atau peralatan halus atau rata	✓
Bahan	Menggunakan formula dasar bahan produk	Tidak dibuat dalam formula	✗
Pengawasan Proses	Memiliki tahapan proses produksi yang terperinci	Produksi tahu sudah memiliki takaran pasti	✓
Produk Akhir	Produk akhir harus memenuhi persyaratan dan tidak membahayakan kesehatan	Tidak ada keluhan masalah kesehatan dari konsumen tetapi belum ada pengujian laboratorium	✗
Karyawan	Pekerja mempunyai keahlian dan memiliki tugas secara jelas dalam keamanan produk olahan	Pekerja kurang melaksanakan keamanan produk olahan	✗
Wadah Pembungkus	Dibuat dari bahan yang tidak ada unsur yang mengganggu kesahata	Belum memiliki wadah pembungkus	✗
	Mesin atau alat produksi harus dibersihkan dari sisa bahan dan kotoran	Alat produksi dibersihkan apabila sudah tidak digunakan lagi	✗

Ket: ✓ = sesuai dengan kondisi yang diharapkan, ✗ = tidak sesuai dengan kondisi yang diharapkan

Tabel 9. Hasil rekapitulasi jumlah penyimpangan

No.	Aspek Penilaian	Jumlah Penyimpangan			
		Kritis	Serius	Mayor	Minor
1	Lokasi		1	1	
2	Bangunan			1	
3	Sarana Higiene Karyawan	1	2		
4	Mesin / Peralatan		1		
5	Bahan			1	1
6	Pengawasan Proses	2			1
7	Produk Akhir	2	1		
8	Karyawan	2	1		1
9	Wadah Pembungkus		1	1	
10	Pemeliharaan	3			
<b>Total</b>		10	7	4	3

Keterangan: Minor = risiko kontaminasi kecil tetapi ada penanganan untuk mereduksi kontaminasi, Mayor = risiko kontaminasi kecil tetapi tidak ada penanganan untuk mereduksi kontaminasi, Serious = risiko kontaminasi besar tetapi ada penanganan untuk mereduksi kontaminasi, Kritis = risiko kontaminasi besar tetapi tidak ada penanganan untuk mereduksi kontaminasi



**Usulan Perbaikan**

**Pembuatan SOP Penggunaan APD**

Pabrik belum memiliki aturan untuk mewajibkan seluruh pekerja untuk menggunakan APD seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Hal ini membuat kesadaran pekerja tentang kebersihan dan keselamatan yang masih kurang. Gambar 9 merupakan pembuatan SOP (*Standard Operating Procedure*) yang diharapkan membuat pekerja lebih memperhatikan serta meningkatkan kesadaran dalam menjaga keselamatan dan kebersihan kerja.



Gambar 8. Alat Pelindung Diri

	<b>STANDARD OPERATING PROCEDURE</b>	No. Dokumen :
		Tahun :
	Pabrik Tahu DN Jl. Agus Salim No.98, Kp. Bulakslamet, RT.006/RW.008, Kota Bks.	Bulan :
		Tanggal :
	<b>PENGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI</b>	
<b>Tujuan:</b>		
Memberikan pedoman penggunaan Alat Pelindung Diri dengan baik.		
<b>Alat dan Bahan:</b>		
<i>Hairnet</i>		
<i>Kitchen Mask</i>		
<i>Apron</i>		
Sarung Tangan		
Sepatu <i>Boots</i>		
Sabun Cuci Tangan		
<b>Ruang Lingkup:</b>		
Seluruh pekerja Pabrik Tahu DN		
<b>Prosedur Pelaksanaan:</b>		
1	Menguncir rambut apabila rambut terlalu panjang	
2	Mencuci tangan dengan sabun	
3	Menggunakan <i>hairnet</i>	
4	Menggunakan <i>kitchen mask</i>	
5	Menggunakan apron	
6	Menggunakan sarung tangan	
7	Menggunakan sepatu <i>boots</i>	
8	Ketika ingin melepas APD diharapkan mencuci tangan dengan sabun dahulu	
9	Melepas dan membuang <i>hairnet</i> ke tempat sampah yang disediakan	
10	Melepas dan membuang <i>kitchen mask</i> ke tempat sampah yang disediakan	
11	Melepas dan membuang sarung tangan ke tempat sampah yang disediakan	
12	Menaruh kembali apron ke tempatnya	
13	Menaruh kembali sepatu <i>boots</i> ke tempatnya	
	<b>Dibuat Oleh</b>	<b>Mengetahui</b>
	Indah Millia Sukma	Pemilik Usaha

Gambar 9. SOP Penggunaan APD

**Penggunaan Alat Bantu *Timer* Digital**

Kelalaian pekerja yang tidak memperhatikan waktu pencetakan dapat mempengaruhi tekstur tahu yang diproduksi. Alat bantu dalam menghitung waktu berupa *timer* digital seperti Gambar 10. diharapkan dapat membantu pekerja agar tidak terlalu lama atau sebentar saat mencetak sehingga dapat mengurangi kegagalan tahu lembek.



Gambar 10. *Timer* Digital (Sumber : [www.indonesian.alibaba.com](http://www.indonesian.alibaba.com))

**Pembuatan *Tool Cleaning Form***

Dalam upaya meningkatkan kebersihan, usulan perbaikan yang diberikan adalah membuat *tool cleaning form* sebagai alat bantu untuk mengetahui perawatan dari alat yang digunakan selama melakukan proses pencetakan. Gambar 11. merupakan form yang akan digunakan pada Pabrik Tahu.

<b>PABRIK TAHU DN</b>					
Jl. Agus Salim No.98, Kp. Bulakslamet, RT.006/RW.008, Kota Bks.					
<b>TOOL CLEANING FORM</b>				No. Dokumen:	
				Proses:	
				Hari/Tanggal:	
No.	Daftar Pemeriksaan	Ketentuan	Kondisi		Keterangan
			Baik	Tidak	
1	Papan Kayu <i>Press</i>	Permukaan Rata dan Halus			
2	Wadah Kayu	Tidak Ada Berlumut			
3	Kain Belacu	Tidak Ada Kotoran			
4	Saringan <i>Stainless</i>	Tidak Berkarat			
5	Gentong <i>Stainless</i>	Tidak Berkarat, Tidak Berlubang			
Catatan:			Dibuat	Disetujui	Diisi
o Lakukan pengisian di hari/tanggal					
o Beri tanda centang (✓) pada kolom kondisi					
			Indah M.	Dayat	

Gambar 11. *Tool Cleaning Form*

**Membuat Wadah Kemasan**

Pabrik tahu belum memiliki wadah pembungkus untuk produk tahu sehingga pabrik hanya menggunakan kantong plastik belanja biasa yang dijual pasaran sebagai pembungkus. Dengan memperhatikan aspek GMP, usulan perbaikan yang diberikan yaitu membuat *packaging* dengan bahan yang tidak mempengaruhi mutu produk tahu seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Kemasan Produk Tahu

### Membuat Tanda Prosedur Cuci Tangan, Bebas Asap Rokok, dan Larangan Makan & Minum

Membuat tanda prosedur cuci tangan, bebas asap rokok, dan larangan makan dan minum adalah usulan perbaikan yang diberikan dengan memperhatikan aspek GMP. Tujuan dari usulan ini yaitu memberikan pengarahan terhadap pekerja untuk melaksanakan setiap proses kegiatan dengan baik dan benar. Gambar 13 dan 14 merupakan poster yang akan diusulkan pada Pabrik Tahu.



Gambar 13. Prosedur cuci tangan

### Pembuatan Quality Plan

Usulan perbaikan selanjutnya adalah pembuatan *quality plan*. *Quality plan* digunakan untuk mengetahui kebijakan mengenai kualitas produk dari perusahaan yang ditetapkan dalam pelaksanaan proses produksi. Tujuannya adalah memastikan bahwa produk yang diproduksi memenuhi standar dan persyaratan yang telah

ditetapkan. Gambar 15. merupakan usulan untuk pembuatan *quality plan*.



Gambar 14. Tanda dilarang merokok, makan, dan minum

### Penerapan General Cleaning

Berdasarkan aspek GMP yang telah diamati, terdapat factor lingkungan juga yang dapat mempengaruhi kualitas dari produk tahu. *General Cleaning* adalah kegiatan membersihkan seluruh area produksi tanpa terkecuali. SOP mengenai *general cleaning* ditunjukkan pada Gambar 16.

### Implementasi Usulan Perbaikan

Kegiatan pelaksanaan implementasi dari usulan perbaikan yang telah diberikan dilakukan selama 5 hari mulai tanggal 18 hingga 22 Oktober 2022. Pada tahap implementasi diambil sampel sebanyak 100 buah karena adanya keterbatasan waktu untuk melaksanakan kegiatan implementasi. Tabel 10 menunjukkan data yang diperoleh setelah dilakukannya implementasi usulan perbaikan

QUALITY PLAN				PABRIK TAHU DN										Page 1 of 1			
Process Name:																	
Process	Class	Quality Assurance			Production Activity								Quality Control				
		Check Point	Standard / Limit	PIC	Self Inspection on Production			Process Control									
					Method	Interval	PIC	Record	Control Point	Method	Interval	PIC	Record	Method	Interval	PIC	Record
Material Receiving		Jumlah Bahan Baku	Catatan Pengiriman	O	Visual	All	O										
		Berat Bahan Baku	Catatan Pengiriman	O	Timbangan	All	O										
		Packing	Tidak Rusak	O	Visual	All	O										
		Penyimpanan / Stock	Sesuai	O	Visual	All	O		FIFO	Visual	All	O					
Semi Finish Good		Bahan Baku	Syarat Mutu Kedelai (SNI 01-3922-1995)	O	Visual	All	O		Check	Visual	All	O		Visual	Sampling	O	
		Alat Kayu	Tidak Berjamur	O	Visual	All	O		Check	Visual	All	O		Visual	All	O	
		Tampilan	Syarat Mutu Tahu (SNI 01-3142-1998)	O	Visual	All	O		Check	Visual	All	O		Visual	All	O	
Finish Good		Ukuran	Sesuai Pemesanan		Visual	All	O		Check Ukuran	Visual	All	O		Visual	All	O	
		Waktu	Sesuai Standar		Timer	All	O		Check	Visual	All	O		Visual	All	O	
		Jumlah	Purchase Order	O	Visual	All	O		FIFO	Visual	All	O		Visual	All	O	
Finish Good		Sistem Pengiriman	FIFO	O	Visual	All	O		FIFO	Visual	All	O		Visual	All	O	
		Ukuran	Sesuai Pemesanan	O	Visual	All	O		Check Ukuran	Visual	All	O		Visual	All	O	
Note: Class A and B: Safety Grade O: Operator				Made By				Approved By				Checked By					
				Indah Millia Sukma				Dayat									

Gambar 15. Quality Plan

STANDARD OPERATING PROCEDURE		No. Dokumen :
Pabrik Tahu DN Jl. Agus Salim No.98, Kp. Bulakslamet., RT.006/RW.008, Kota Bks.		Tahun :
		Bulan :
		Tanggal :
GENERAL CLEANING		
<b>Tujuan:</b>		
Menjaga kebersihan lingkungan kerja agar aman dan bersih		
<b>Waktu Pelaksanaan:</b>		
Sebulan sekali		
<b>Ruang Lingkup:</b>		
Seluruh pekerja UKM Pabrik Tahu DN		
<b>Prosedur Pelaksanaan:</b>		
1	Pastikan semua area mencuci tangan tersedia dispenser sabun dan handuk sekali pakai	
2	Pastikan pemeliharaan mesin penggiling dan uap agar berfungsi dengan baik	
3	Pastikan suhu air yang digunakan untuk mencuci dan merendam biji kedelai dalam kondisi yang aman	
4	Periksa kembali wadah yang digunakan telah bersih dari noda ataupun kotoran sedikitpun	
5	Periksa untuk memastikan tidak ada biji kedelai yang terjatuh pada lantai kerja	
6	Pastikan suhu yang digunakan dalam proses pemasakan sesuai dengan standar yang telah ditentukan	
7	Pastikan kain yang digunakan dalam keadaan tidak robek, tidak bernoda, tidak berbau, dan tidak kotor	
8	Pantau pada setiap proses yang dilakukan, pastikan berjalan dengan teratur sesuai waktu yang ditentukan	
9	Pastikan peralatan di area produksi terpelihara dengan baik	
10	Pastikan plafon pada area produksi tidak bersarang, tidak berlubang, tidak berdebu, dan tidak kotor	
11	Pastikan dinding pada area produksi tidak keropos, tidak berlubang, tidak rapuh, dan tidak kotor	
12	Pastikan air hujan tidak memasukin area produksi	
13	Pastikan lantai kerja tidak berlumut, tidak berkerak, tidak ada genangan air, dan tidak bau	
14	Pastikan meja kerja tidak kotor, tidak kasar, dan tidak rapuh	
15	Ketua produksi harus memastikan untuk mengisi checksheet pemeriksaan berkala	
<b>Dibuat Oleh</b>		<b>Mengetahui</b>
Indah Millia Sukma		Pemilik Usaha

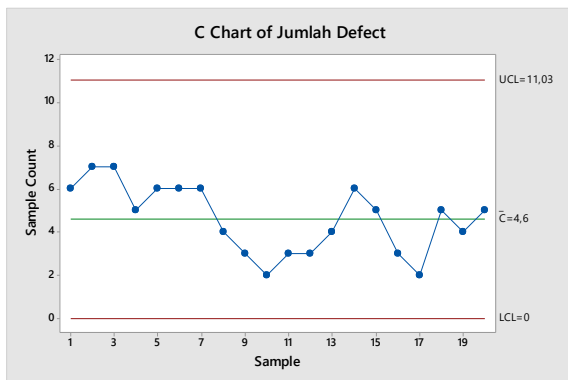
Gambar 16. SOP General Cleaning

Tabel 10. Data produksi dan jenis *defect* setelah implementasi

Tanggal	Jumlah Sampel	Jenis Defect				Jumlah Defect
		Ukuran Tidak Sama	Lembek	Tahu Berubah Warna	Tahu Tidak Bersih	
18/10/22	100	2	2		2	6
19/10/22	100	3		2	2	7
20/10/22	100	2	2	3		7
21/10/22	100	1	1	2	1	5
22/10/22	100	2	1	2	1	6
23/10/22	100	3			3	6
24/10/22	100		3	2	1	6
25/10/22	100		1		3	4
26/10/22	100	2		1		3
27/10/22	100		2			2
28/10/22	100		2		1	3
29/10/22	100	2		1		3
30/10/22	100		1		3	4
31/10/22	100		3		3	6
01/11/22	100	1	2	1	1	5
02/11/22	100	1		2		3
03/11/22	100		2			2
04/11/22	100		1	2	2	5
05/11/22	100	3		1		4
06/11/22	100	1	1	2	1	5
<b>Total</b>	2000	23	24	21	24	92

**Peta Kendali C Setelah Implementasi**

Perhitungan peta kendali c dilakukan kembali untuk mengetahui apakah data yang telah diperoleh dari hasil implementasi sudah stabil atau belum. Berdasarkan Gambar 17 data hasil implemmentasi sudah stabil dikarenakan data berada di dalam batas kendali. Hasil plot juga terdapat peningkatan sedikit demi sedikit, namun hal ini belum juga mencapai batas yang diinginkan oleh pabrik yaitu mencapai *zero defect*. Hal ini dikarenakan adanya keterbatasan pada usulan perbaikan yang diberikan sehingga tidak semua usulan dapat dilakukan atau diimplementasikan pada pabrik tahu.



Gambar 17. Peta Kendali C setelah implementasi

Berikut perhitungan CL, UCL, dan LCL.

$$\bar{C} = CL = \frac{\text{total cacat}}{\text{ukuran subgrup}} = \frac{92}{20} = 4,6$$

$$UCL = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} = 4,6 + 3\sqrt{4,6} = 11,04$$

$$LCL = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} = 4,6 - 3\sqrt{4,6} = -1,84 = 0$$

**Perhitungan DPMO dan Tingkat Sigma Setelah Implementasi**

Perhitungan DPMO dan tingkat sigma dilakukan kembali untuk membandingkan sebelum dan sesudah adanya implementasi. Perhitungan sebagai berikut..

$$DPU = \frac{D}{U} = \frac{92}{2000} = 0,046$$

$$DPO = \frac{DPU}{O} = \frac{0,046}{4} = 0,0115$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,0115 \times 1000000 = 11.500$$

$$\sigma = NORMSINV\left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000}\right) + 1,5$$

$$\sigma = NORMSINV\left(\frac{1.000.000 - 11.500}{1.000.000}\right) + 1,5 = 3,7735$$

Tabel 11 menunjukkan hasil perbandingan nilai DPMO dan tingkat sigma sebelum dan sesudah implementasi.

Tabel 11. Perbandingan nilai DPMO dan tingkat sigma

Perbandingan	Sebelum Implementasi	Sesudah Implementasi
Nilai DPMO	17500	11500
Tingkat Sigma	3,6084	3,7735

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Jenis *defect* yang terjadi pada proses produksi olahan tahu adalah ukuran tahu tidak sama, tahu lembek, tahu tidak bersih, dan tahu tidak berubah warna. Hasil perhitungan RPN dari metode FMEA didapatkan potensial penyebab kegagalan tertinggi, yaitu pekerja tidak menggunakan atribut pakaian lengkap saat proses produksi berlangsung sebesar 294 dan pekerja tidak memperhatikan waktu pengepresan sebesar 252. Hasil analisa FTA ditemukan 2 akar permasalahan, yaitu pekerja tidak menggunakan APD lengkap dengan probabilitas sebesar 0,24 dan tidak tersedia alat bantu untuk mengatur waktu standar dengan probabilitas sebesar 0,2. Berdasarkan penilaian aspek GMP dengan 10 kriteria yang memiliki 31 subkriteria. Pabrik Tahu DN dikategorikan dalam *rating* IV dengan nilai D (kurang) dikarenakan memiliki jumlah penyimpangan minor sebanyak 3, mayor sebanyak 4, serius sebanyak 7, dan kritis sebanyak 10. Usulan yang diberikan, yaitu pembuatan SOP penggunaan APD, menggunakan alat bantu yaitu *timer* digital, pembuatan *tool cleaning form*, membuat wadah kemasan, membuat tanda prosedur cuci tangan, bebas asap rokok, larangan makan dan minum, pembuatan *quality plan*, dan penerapan *General Cleaning*. Hasil implemmentasi yang dilakukan selama 5 hari terjadi penurunan nilai DPMO sebelum implementasi sebesar 17500 dengan tingkat sigma 3,6084 dan setelah implementasi menjadi 16500 dengan tingkat sigma 3,6321.

**Saran**

Sebaiknya waktu implementasi usulan perbaikan dapat dilakukan lebih lama untuk mengetahui apakah usulan perbaikan yang diberikan berpengaruh besar terhadap cacat produk dan bisa dikembangkan dengan percobaan di Laboratorium untuk hasil setelah menggunakan *Good Manufacturing Practice*.

**DAFTAR PUSTAKA**

Afandi MF, Andesta D, dan Negoro YP. 2022. Upaya perbaikan kualitas pada proses pengemasan kedelai di PT Sari Agrotama Persada Gresik menggunakan Metode Failure

- Mode And Effect Analysis. *Serambi Engineering*, VII(3): 3674–3684.
- Berlyan R, Kurniawan W, dan Sari IP. 2021. Usulan perbaikan kualitas produk topside menggunakan metode FMEA Di PT. XYZ. *Journal Management: Small and Medium Enterprises (SMEs)*, 14(2): 189–203.
- Fitriana R, Kurniawan W, dan Anggoro B. 2019. Perbaikan kualitas usaha kecil menengah dodol betawi. *Seminar Nasional Teknik Industri 2019*. Lhokseumawe. 14-15 Oktober 2019
- Fitriana R, Kurniawan W, dan Siregar JG. 2020a. Pengendalian Kualitas pangan dengan penerapan Good Manufacturing Practices (GMP) pada proses produksi dodol betawi (Studi Kasus UKM MC). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 30 (1): 110–127. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.1.110>.
- Fitriana R, Saragih J, dan Fauziyah SD. 2020b. Quality improvement on Common Rail Type-1 Product using Six Sigma Method and Data Mining on Forging Line in PT. ABC. *ISIEM 12. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 847 012038. Malang, Indonesia, March 17-20, 2020.
- Fitriana R, Sari DK, dan Habyba AN. 2021. *Pengendalian dan Penjaminan Mutu*. Jakarta: Wawasan Ilmu
- Kartikasari V dan Romadhon H. 2019. Analisa Pengendalian dan perbaikan kualitas proses pengalengan ikan tuna menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) Studi kasus di PT XXX Jawa Timur. *Journal of Industrial View*, 1(1): 1–10.
- Kurniawan W, Sari DK, dan Sabrina F. 2022. Perbaikan kualitas menggunakan metode failure mode and effect analysis dan fault tree analysis pada produk punch extruding red di PT. Jaya Mandiri Indotech. *EKOMBIS REVIEW: Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Bisnis*, 10(1): 152–166.
- Miasur MP, Suhardi B, dan Suletra IW. 2021. Pengukuran pemenuhan standar GMP dan WISE pada pabrik tahu karya mukti bandungan. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*. 20(2): 189.
- Midayanto DN dan Yuwono SS. 2014. Penentuan atribut mutu tekstur tahu untuk direkomendasikan sebagai syarat tambahan dalam standar nasional Indonesia. *Pangan Dan Agroindustri*. 2(4): 259–267.
- Puspitasari H, Susetyo J, dan Khasanah R. 2022. *Produk cacat kemasan minyak telon*. 10 (1):35–44.
- Putri NE, Zakaria FR, dan Prangdimurti E. 2016. Pengaruh intervensi tahu kedelai hitam kaya serat terhadap glukosa darah dan inflamasi responden diabetes tipe 2. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 27(2): 131–139.
- Pyzdek T. 2003. *Quality Engineering Handbook* (P. A. Keller (ed.); 2nd ed.). Marcel Dekker, Inc.
- Ramdani A, Satori M, dan As'ad NR. 2020. Perbaikan kualitas pada produk pembuatan tas backpack menggunakan metode statistical quality control (SQC) dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA). *Prosiding Teknik Industri*, 9–17. <https://karyailmiah.unisba.ac.id/index.php/industri/article/view/19800>
- Setiawan E, Orgianus Y, dan Mulyati DS. 2018. Penerapan pengendalian kualitas menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk meminimasi cacat pada produk sweater (Studi Kasus: Home Industry Era Baru Q95). *Prosiding Teknik Industri ISSN: 2460-6502*, 4(1): 127–134.
- Mastuti TS, Fardiaz D, dan Faridah DN. 2019. Profil Senyawa polar tiga jenis minyak goreng selama penggorengan tahu dan tempe. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 30(1), 1–10. <https://doi.org/10.6066/jtip.2019.30.1.1>
- Suparjo S dan Setiyawan MB. 2021. Pengendalian kualitas produk handle ss belly shape dengan menggunakan metode failure mode and effect analysis (FMEA) dan fault tree analysis (FTA) di CV. XYZ. *Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan I (SENASTITAN I)*, 43–51.
- Sutiono IF, Widiyaningrum D, dan Andesta D. 2022. Analisis pengendalian kualitas pagar Di UD. Moeljaya Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*. 17(2): 13–24.
- Winarno FG. 1993. *Pangan: Gizi, Teknologi, dan Konsumen*. Gramedia Pustaka Utama.