

Peningkatan Kualitas Produksi *Wafer Stick* di PT Garudafood Putra Putri Jaya dengan Metode *Six Sigma*

Improving Quality of Wafer Stick Production at PT Garudafood Putra Putri Jaya using the Six Sigma Method

Khoirunnisa Zhalila Zakaria*, Ulya Sarofa

Departemen Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya
60294, Indonesia

*E-mail: khoirunnisa.zalila02@gmail.com

Diterima: 25 Februari 2024; Disetujui: 22 Maret 2024

ABSTRAK

PT Garudafood Putra Putri Jaya merupakan salah satu perusahaan makanan dan minuman yang terbesar di Indonesia. Perusahaan yang berlokasi di Jawa Timur ini memiliki fokus dalam memproduksi biskuit, salah satunya adalah *wafer stick*. Proses produksi yang dilakukan secara terus menerus membuat perusahaan memerlukan perhatian ekstra dalam mengendalikan kualitas *wafer stick* yang renyah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kualitas dan nilai sigma produk *wafer stick* selama bulan September 2023 – Desember 2023, serta memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk *wafer stick*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada produk *wafer stick* terdapat tiga jenis *defect*, yaitu panjang *stick* (35,09%), diameter *stick* (53,39%), dan visual *stick* (11,52%). Saat ini, perusahaan berada di level 2,08 sigma dari nilai 6 sigma dengan kapabilitas proses 0,69 yang artinya kapabilitas proses nya masih kurang. Menggunakan *fishbone diagram*, diketahui terdapat tiga penyebab *defect*, yaitu faktor mesin, faktor metode, dan faktor manusia. Berdasarkan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), diketahui RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi pada *defect* panjang *stick* adalah sensor error sebesar 175. Pada *defect* diameter *stick*, RPN tertinggi adalah *spinner* tidak pas dengan suhu oven dan *nozzle* aus sebesar 144. Pada *defect* visual *stick*, RPN tertinggi adalah *spinner* tidak pas dengan suhu oven sebesar 150. Usulan perbaikan yang diberikan adalah membuat standar penggantian sensor mesin *baking*, melakukan *cleaning* pada sensor selama dua jam sekali, melakukan evaluasi terhadap standar *spinner* yang telah ditetapkan, memberikan *training* atau pelatihan kepada operator mengenai sop dalam penggunaan *spinner* mesin, dan membuat standar waktu penggantian *nozzle* pada *nozzle* yang bermasalah.

Kata kunci: DPMO; FMEA; pengendalian kualitas; six sigma; wafer stick.

ABSTRACT

PT Garudafood Putra Putri Jaya is one of the largest food and beverage companies in Indonesia. This company, which is located in East Java, focuses on producing biscuits, one of which is wafer sticks. The continuous production process means the company requires extra attention in controlling the quality of the crispy wafer sticks. The aim of this research is to identify the quality and sigma value of wafer stick products during September 2023 - December 2023, as well as provide recommendations for improvements to improve the quality of wafer stick products. The research results showed that in wafer stick products there were three types of defects, namely stick length (35.10%), stick diameter (53.40%), and stick visual (11.50%). Currently, the company is at level 2.08 sigma from a value of 6 sigma with a process capability of 0.69, which means its process capability is still lacking. Using the fishbone diagram, it is known that there are three causes of defects, namely machine factors, method factors and human factors. By using the FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) method, it is known that the highest RPN (*Risk Priority Number*) for stick length defect is a sensor error of 175. For stick diameter defects, the highest RPN is that the spinner does not match the oven temperature and the nozzle is worn at 144. In visual stick defect, the highest RPN is that the spinner does not match the oven temperature of 150. The improvement suggestions given are to make baking machine sensor replacement standards, clean the sensor every two hours, evaluate the spinner standards that have been set, provide training for operators regarding the rules for using the machine spinner, and establish a standard nozzle replacement times for problematic nozzles.

Keywords: DPMO; FMEA; quality control; six sigma; wafer stick.

PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, sektor industri akan semakin beragam. Persaingan yang kompetitif membuat dunia industri semakin inovatif dalam mengembangkan strategi agar mampu bertahan (Sahelangi & Wulandari, 2023). Pada seluruh sektor industri, kualitas memiliki interpretasi praktis sebagai perasaan terhadap keunggulan mutu suatu produk. Kualitas merupakan atribut persepsi, kondisional, dan sedikit subjektif (Singh & Khanduja, 2014). Kualitas yang baik dapat

menarik perhatian konsumen serta memuaskan kebutuhan dan keinginannya. Oleh karena itu, diperlukan adanya perbaikan kualitas dan perbaikan proses pada seluruh sistem produksi dalam menghasilkan produk dengan kualitas yang baik serta dengan waktu yang relatif singkat (Suryatman et al., 2020).

Six sigma adalah sebuah metode yang bertujuan untuk membuat industri sukses secara komprehensif dan fleksibel. Pengukuran *six sigma* didasari oleh standar-standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan dalam mengendalikan

kualitas produk (Elfanda, 2021). Metode *six sigma* pertama kali digunakan di Motorola pada tahun 1980-an. Sejak saat itu, *six sigma* dikenal sebagai metode yang dapat membantu perusahaan dalam mencapai peningkatan kinerja yang signifikan. Selain meningkatkan kinerja perusahaan, *six sigma* juga dapat membantu perusahaan dalam mencapai biaya yang lebih rendah, membantu memecahkan permasalahan, serta peningkatan kualitas produk dengan cara menghilangkan akar penyebabnya (Jirasukprasert et al., 2015). Secara sederhana, *six sigma* adalah suatu metodologi yang memiliki tingkat kegagalan sebanyak 3,4 unit dalam satu juta produk (Bahauddin & Arya, 2020). Pada suatu industri, metode ini banyak digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang paling mendasar serta mengurangi variabilitas dalam proses (Ishak et al., 2019).

Pada pengendalian kualitas, diperlukan pula suatu tindakan pencegahan untuk menganalisa kegagalan dalam mengidentifikasi potensi, penyebab, serta efek kegagalan yang akan terjadi. Upaya pencegahan tersebut dapat dilaksanakan dengan menerapkan konsep FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) (Widyarto et al., 2015). FMEA merupakan sebuah metode preventif yang memerlukan prediksi kesalahan dan menyediakan metode untuk mencegah kesalahan. Penerapan FMEA yang tepat dapat memberikan hasil yang efektif untuk mengidentifikasi risiko (Hamta et al., 2021). FMEA memiliki fokus utama dalam mencegah potensi kegagalan dalam desain, proses, atau sistem baru agar dapat mencapai standar rancangan yang diinginkan. Selain itu, tujuan lain dari FMEA adalah mengembangkan, mengevaluasi, dan meningkatkan metode desain serta uji coba untuk menghilangkan kegagalan serta menghasilkan produk yang bersaing di tingkat global (Sharma & Srivastava, 2018). Dengan demikian, penggunaan FMEA pada industri pangan dapat membantu perusahaan memenuhi harapan konsumen dan tetap bersaing di pasar global.

PT Garudafood Putra Putri Jaya merupakan salah satu perusahaan makanan dan minuman yang terbesar di Indonesia. Perusahaan yang berlokasi di Jawa Timur ini memiliki fokus dalam memproduksi makanan ringan atau biskuit. Makanan ringan atau camilan adalah jenis makanan yang digunakan untuk menekan rasa lapar dalam jangka waktu tertentu. Wafer adalah salah satu jenis camilan yang sering ditemui di pasaran (Meilyta et al., 2023). Wafer merupakan makanan ringan yang tipis, renyah, dan umumnya terbuat dari tepung terigu. Wafer memiliki beberapa macam bentuk, seperti wafer datar, wafer berongga, wafer kerucut, dan *wafer stick* (Wrigley et al., 2016). Wafer memiliki kadar air sekitar 2% dengan ketebalan kurang dari 1 mm. Tekstur yang renyah pada wafer disebabkan karena adanya hasil dari sisa kelembaban yang rendah setelah terjadinya proses pemanggangan (Tiefenbacher, 2017). Salah satu *defect* yang paling dominan pada *wafer stick* di PT Garudafood Putra Putri Jaya adalah kebocoran kemasan visual. Faktor penyebabnya adalah panjang *stick* yang tidak memenuhi standar perusahaan, diameter *stick* yang tidak memenuhi standar perusahaan, serta visual *stick* yang tidak memenuhi standar perusahaan. Dengan demikian, proses *baking* yang kurang tepat dapat mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya oleh Aditya & Puspitasari (2023) tentang analisis penyebab *defect* produk *wafer roll* 8,5 gram pada proses *packing* di PT. Dua Kelinci didapatkan bahwa jenis *defect* produk yang terjadi yaitu cacat melipat atau adanya lipatan pada *seal* kemasan (245 pcs), cacat nyacah atau adanya robekan pada *seal* kemasan (132 pcs), dan cacat nandes atau adanya cetakan *seal* pada *body* kemasan (15 pcs) dengan faktor penyebabnya mesin, manusia, material, dan metode. Penelitian yang dilakukan

Sutiarno & Chriswahyudi (2019) tentang pengendalian kualitas dan pengembangan produk wafer osuka pada PT. Indosari Mandiri diketahui memiliki dua jenis kecacatan yaitu pada saat pelapisan *cream* (*creaming*) dan pada saat pemotongan wafer (*cutting*). Berdasarkan hasil yang didapat, nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) nya adalah 121.597 dengan level sigma 2,67. Pada penelitian Suherman & Cahyana (2019) tentang pengendalian kualitas pada produk wafer disebutkan terdapat 10 jenis *defect*, yaitu dimensi tidak standar, *sheet wafer* geripis, berat *sheet over*, *cutting blade* putus, rasa tidak standar, warna gelap/ketuaan, kemasan *junper*, *seal* kemasan miring, suhu eror, serta kemasan gandeng. *Defect* paling dominan terdapat pada dimensi tidak standar sebanyak 6.453 pcs dengan persentase 49,75%. Dengan demikian, pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi kualitas dan nilai sigma produk *wafer stick* di PT Garudafood Putra Putri Jaya selama bulan September 2023 – Desember 2023, serta pemberian usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk *wafer stick*.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada perusahaan PT Garudafood Putra Putri Jaya yang terletak di Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2023 – Desember 2023. Adapun sampel yang digunakan merupakan produk *wafer stick* di PT Garudafood Putra Putri Jaya. Pada penelitian ini akan dilakukan pengambilan sampel sebanyak 30 kali selama 30 hari. Pengambilan sampel dilaksanakan pada 30 Oktober 2023 – 8 Desember 2023. Terdapat empat tahapan dalam penelitian ini, yaitu tahap *define*, tahap *measure*, tahap *analyze*, dan tahap *improve*.

Define

Tahap *define* merupakan tahap pendefinisian permasalahan yang ada pada perusahaan. Tahapan ini berperan penting dalam membantu pengambilan keputusan untuk mengurangi atau memperbaiki masalah yang dapat mempengaruhi kualitas produk (Hakimi et al., 2018). Pada tahap ini juga digunakan *check sheet* untuk memudahkan proses pengendalian kualitas. Menurut Salangka et al. (2022) *check sheet* merupakan suatu alat untuk mengumpulkan dan menganalisis data menggunakan bentuk tabel untuk menyederhanakan proses pengumpulan dan analisis data.

Measure

Tahap *measure* merupakan tahap penentuan skor DPMO dan nilai sigma yang bertujuan untuk mengukur dan menentukan nilai kapabilitas sigma di perusahaan (Fatimah & Wahyuni, 2023). Pada tahap ini juga dilakukan pengujian normalitas data, pembuatan peta kendali p, dan perhitungan kapabilitas proses. Uji normalitas adalah prosedur pengujian yang digunakan untuk menentukan apakah suatu data memiliki distribusi yang normal (Sintia et al., 2022). Pembuatan peta kendali p dilakukan untuk mengetahui apakah pengendalian kualitas pada industri sudah terkendali atau belum (Khomah & Rahayu, 2015). Kapabilitas proses adalah indikator kinerja penting yang mencerminkan kemampuan suatu proses untuk menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan oleh manajemen, berdasarkan pada kebutuhan dan harapan pelanggan (Rimantho & Athiyah, 2019).

Analyze

Tahap *analyze* merupakan tahap analisis terhadap penyebab utama permasalahan yang menyebabkan kinerja

sigma pada proses menurun menggunakan *fishbone diagram* (Probokusumo et al., 2022). *Fishbone diagram* merupakan alat untuk menganalisis dan mengilustrasikan suatu proses dengan menunjukkan penyebab utama dan sub penyebab yang menimbulkan suatu akibat (Taher & Alam, 2014).

Improve

Tahap *improve* merupakan tahap pembuatan perencanaan langkah-langkah perbaikan untuk mencegah atau mengatasi penyebab terjadinya cacat. Rencana perbaikan ini ditetapkan dengan menggunakan metode FMEA (Firmansyah & Yuliarty, 2020). FMEA merupakan sebuah alat yang efektif untuk menganalisis dan meningkatkan kualitas dan keandalan sistem. FMEA dapat mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan pada setiap tahap, sehingga dapat segera mengusulkan langkah-langkah perbaikan pada tahap awal implementasi (Wu et al., 2021). Perhitungan FMEA berdasarkan pada rumus RPN (*Risk Priority Number*), yaitu $S \times O \times D$. *Severity* (S) atau tingkat keparahan adalah penilaian terhadap keseriusan dari

efek yang ditimbulkan. *Occurance* (O) atau tingkat kejadian adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. *Detection* (D) atau tingkat deteksi adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Semakin tinggi peringkat yang diberikan, maka akan semakin tinggi pula hasil dari kriteria yang diberikan (Anthony, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Define

Pada tahap *define* dilakukan pendefinisian permasalahan yang sedang dihadapi oleh PT Garudafood Putra Putri Jaya. Tujuan dari tahap ini adalah mengidentifikasi masalah yang mungkin timbul di suatu perusahaan dengan cara mengidentifikasi proses produksi dan menetapkan CTQ (*Critical to Quality*). Adapun hasil *check sheet* dalam pendefinisian permasalahan produk *wafer stick* terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase *defect wafer stick* di PT Garudafood Putra Putri Jaya

Sub grup	Jumlah Sampel (pcs)	Jenis Cacat			Jumlah Cacat (pcs)
		Panjang <i>Stick</i>	Diameter <i>Stick</i>	Visual <i>Stick</i>	
1	150	22	71	10	103
2	150	26	51	11	88
3	150	91	76	28	195
4	150	26	57	20	103
5	150	45	40	13	98
6	150	42	64	26	132
7	150	142	137	53	332
8	150	111	102	41	254
9	150	83	77	13	173
10	150	47	26	17	90
11	150	27	42	11	80
12	150	128	76	31	235
13	150	50	50	13	113
14	150	33	41	10	84
15	150	44	35	10	89
16	150	32	68	13	113
17	150	33	86	18	137
18	150	70	128	9	207
19	150	29	46	14	89
20	150	16	59	19	94
21	150	16	138	1	155
22	150	20	141	0	161
23	150	30	94	0	124
24	150	4	64	0	68
25	150	8	5	1	14
26	150	29	45	11	85
27	150	31	45	8	84
28	150	18	55	13	86
29	150	45	55	17	117
30	150	34	52	6	92
Jumlah	4500	1332	2026	437	3795

Identifikasi Proses Produksi

Identifikasi proses produksi dilakukan untuk memahami bagian proses yang seringkali menjadi penyebab *defect* produk. Langkah pendefinisian ini dilakukan pada proses *mixing* adonan, *mixing cream*, *baking*, dan *packaging* dikarenakan sering terjadinya ketidaksesuaian produk atau kecacatan produk *wafer stick* pada proses ini.

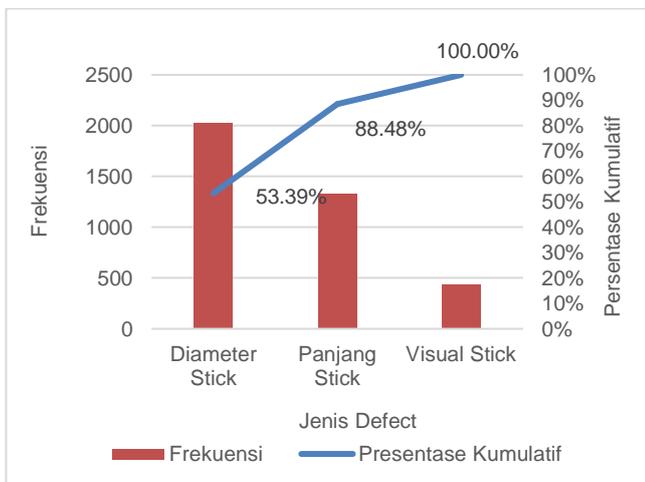
Menentukan CTQ (Critical to Quality)

CTQ (*Critical to Quality*) adalah atribut atau elemen vital dari suatu produk atau proses karena secara langsung terkait dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Pada saat menentukan CTQ, spesifikasi produk yang disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan serta frekuensi kesalahan yang terjadi dalam proses pembuatan *wafer stick* akan diperhitungkan. Berdasarkan observasi dan wawancara yang telah dilakukan pada tiga QC (*Quality Control*) *wafer stick* di area *baking*, diketahui terdapat tiga jenis *defect* pada *wafer stick*, yaitu panjang *stick*, diameter *stick*, dan visual *stick*.

Diagram Pareto

Diagram pareto digunakan dalam penentuan *defect* yang paling dominan, sehingga akan dengan mudah teridentifikasi. Pembuatan diagram pareto didasarkan pada perhitungan persentase *defect* yang terdapat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa *defect* diameter *stick* merupakan jenis *defect* tertinggi yakni sebesar 53,39%, diikuti dengan *defect* panjang *stick* sebesar 35,09%, dan terakhir *defect* visual *stick* sebesar 11,52%. Adapun bentuk diagram pareto terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram pareto *defect wafer stick* di PT Garudafood Putra Putri Jaya

Berdasarkan diagram pareto yang terdapat Gambar 1 semakin jelas terlihat bahwa *defect* diameter *stick* merupakan penyumbang persentase *defect* terbesar di angka 53,39% dengan frekuensi sebesar 2.026 pcs. Dengan demikian, jenis *defect* diameter *stick* termasuk ke dalam kategori cacat mayor serta menjadikan CTQ *defect* diameter *stick* sebagai masalah yang harus ditangani terlebih dahulu.

Measure

Pada tahap *measure* dilakukan pengukuran berdasarkan banyaknya permasalahan yang sedang dihadapi oleh PT Garudafood Putra Putri Jaya. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menentukan status produksi berdasarkan tingkat DPMO, level sigma, dan kapabilitas proses.

Uji Normalitas

Sebelum mengukur level sigma, sebaiknya dilakukan pengujian normalitas terlebih dahulu. Pada penelitian ini, dilakukan uji normalitas menggunakan metode uji *Kolmogorov-Smirnov*. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan, diketahui nilai *Asymptotic Significance* pada proses produksi *wafer stick* adalah 0,200 > 0,05 sehingga data tergolong berdistribusi normal.

Pembuatan Peta Kendali P

Perhitungan dalam proses pembuatan peta kendali p untuk menetapkan proporsi, nilai tengah, serta batas atas dan batas bawah adalah sebagai berikut:

- Perhitungan Proporsi (*p*)

$$p = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Produksi}} \tag{1}$$

- Perhitungan Nilai Tengah (CL)

$$CL = P \tag{2}$$

$$CL = \frac{\sum p}{\sum n} \tag{3}$$

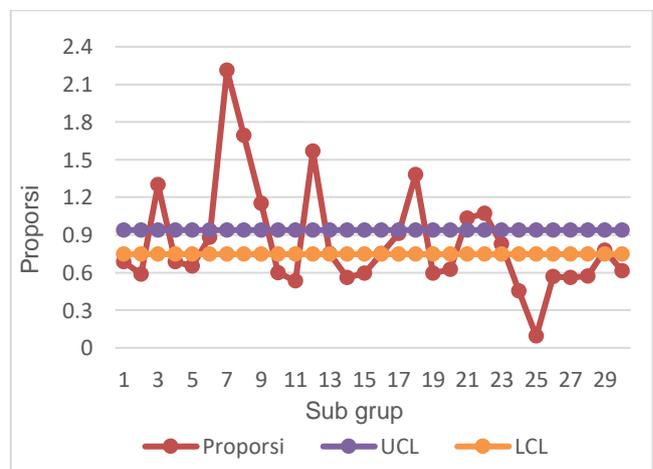
- Perhitungan Batas Kendali Atas (UCL)

$$UCL = P + 3 \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} \tag{4}$$

- Perhitungan Batas Kendali Bawah (LCL)

$$LCL = P - 3 \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} \tag{5}$$

Adapun peta kendali p untuk *defect wafer stick* terdapat pada Gambar 2. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Gambar 2, diketahui nilai tengah yang didapatkan adalah sebesar 0,84 dengan UCL sebesar 0,94 dan LCL sebesar 0,75. Sebagian besar data sampel berada di luar batas kendali (*out of control*). Oleh karena itu, diperlukan tindakan perbaikan untuk memperbaiki proses yang ada. Adapun tindakan perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan menganalisis penyebab terjadinya *defect* serta memberikan usulan perbaikan sesuai *defect* produk.



Gambar 2. Peta kendali p *defect wafer stick*

Perhitungan Nilai DPO, DPMO, Level Sigma, dan Kapabilitas Proses

Sebelum dilakukan perhitungan nilai level sigma, dilakukan perhitungan DPO (*Defect Per Opportunity*) dan DPMO terlebih dahulu. Berdasarkan hasil perhitungan DPO dan DPMO, selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai level sigma dengan mengkonversi nilai DPMO dengan

bantuan tabel sigma, kemudian diinterpolasikan. Selanjutnya akan dilakukan pengukuran kapabilitas proses untuk mengevaluasi kemampuan suatu proses dalam menghasilkan produk. Adapun rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Nilai DPO

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Unit} \times CTQ} \quad (6)$$

Tabel 2. Persentase *defect wafer stick* di PT Garudafood Putra Putri Jaya

No	Jenis Cacat	Frekuensi (pcs)	Frekuensi Kumulatif (pcs)	Presentase dari Total (%)	Presentase Kumulatif (%)
1	Diameter <i>stick</i>	2026	2026	53,39	53,39
2	Panjang <i>stick</i>	1332	3358	35,09	88,48
3	Visual <i>stick</i>	437	3795	11,52	100,00

Tabel 3. Perhitungan DPO, DPMO, level sigma, dan kapabilitas proses

Sub grup	Jumlah Sampel (pcs)	Jumlah Cacat (pcs)	CTQ	DPO	DPMO	Nilai <i>Sigma</i>	Cp
1	150	103	3	0,23	230.000	2,24	0,75
2	150	88	3	0,20	200.000	2,34	0,78
3	150	195	3	0,43	430.000	1,68	0,56
4	150	103	3	0,23	230.000	2,24	0,75
5	150	98	3	0,22	220.000	2,27	0,76
6	150	132	3	0,29	290.000	2,05	0,68
7	150	332	3	0,74	737.778	0,86	0,29
8	150	254	3	0,56	564.444	1,35	0,45
9	150	173	3	0,38	384.444	1,81	0,60
10	150	90	3	0,20	200.000	2,34	0,78
11	150	80	3	0,18	180.000	2,42	0,81
12	150	235	3	0,52	520.000	1,45	0,48
13	150	113	3	0,25	250.000	2,17	0,72
14	150	84	3	0,19	190.000	2,38	0,79
15	150	89	3	0,20	200.000	2,34	0,78
16	150	113	3	0,25	250.000	2,17	0,72
17	150	137	3	0,30	300.000	2,02	0,67
18	150	207	3	0,46	460.000	1,60	0,53
19	150	89	3	0,20	200.000	2,34	0,78
20	150	94	3	0,21	210.000	2,31	0,77
21	150	155	3	0,34	340.000	1,91	0,64
22	150	161	3	0,36	360.000	1,86	0,62
23	150	124	3	0,28	280.000	2,08	0,69
24	150	68	3	0,15	150.000	2,54	0,85
25	150	14	3	0,03	30.000	3,38	1,13
26	150	85	3	0,19	190.000	2,38	0,79
27	150	84	3	0,19	190.000	2,38	0,79
28	150	86	3	0,19	190.000	2,38	0,79
29	150	117	3	0,26	260.000	2,14	0,71
30	150	92	3	0,20	200.000	2,34	0,78
Rata-rata	150	127	3	0,28	280.000	2,08	0,69

- Nilai DPMO

$$DPMO = \frac{\text{Total Produk Defect}}{\text{Jumlah Unit} \times CTQ} \times 1.000.000 \quad (7)$$

- Level Sigma

$$\text{Level sigma} = \text{Normsinv} (1 - DPMO/1000000) + 1,5 \quad (8)$$

- Kapabilitas Proses (Cp)

$$Cp = \frac{\text{level sigma}}{3} \quad (9)$$

Adapun perhitungan DPO, DPMO, level sigma, dan kapabilitas proses pada *defect wafer stick* terdapat pada Tabel 3. Berdasarkan hasil yang terdapat pada Tabel 3, diketahui besarnya peluang terjadi *defect* adalah sebesar 0,28 dari 150 unit. Sedangkan besarnya peluang terjadi *defect* per satu juta kejadian adalah sebesar 280.000. Rata-rata level sigma yang dihasilkan adalah sebesar 2,08 dengan demikian level sigma yang dimiliki telah masuk kategori cukup karena rata-rata industri di Indonesia adalah 2,00 (Gaspersz, 2005). Kapabilitas proses yang dihasilkan adalah sebesar 0,69. Lebih lanjut menurut (Rimantho & Athiyah, 2019) nilai Cp < 1,00 mengidentifikasi bahwa proses tersebut menghasilkan produk yang tidak memenuhi spesifikasi dan tidak *capable*. Dengan demikian, kapabilitas proses tersebut masih kurang untuk standar Indonesia, yaitu 1,00 < Cp < 1,33.

Analyze

Pada tahap *analyze* dilakukan analisis penyebab *defect* produk *wafer stick* di PT Garudafood Putra Putri Jaya. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menganalisis hasil dari pengukuran yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya dengan memanfaatkan diagram sebab akibat. Berikut adalah diagram sebab akibat dari *defect wafer stick*.

Defect Panjang Stick

Berdasarkan hasil dari *fishbone diagram* pada Gambar 3, diketahui terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan *defect* panjang *stick* pada produk *wafer stick*, yaitu faktor mesin, faktor metode, dan faktor manusia. Faktor mesin yang menyebabkan *defect* panjang *stick* tidak standar pada produk *wafer stick* yaitu terjadinya eror pada sensor mesin *baking*. Adapun beberapa faktor yang dapat menyebabkan sensor error, antara lain suhu *cutter*, suhu ruangan, serta sensor kotor. Metode yang kurang tepat juga dapat berdampak pada *defect* panjang *stick*. Metode tersebut adalah mesin yang terus bekerja. Mesin yang terus bekerja dapat menyebabkan mesin tidak dapat berjalan secara optimal, sehingga *output stick* yang dihasilkan juga kurang optimal. Manusia merupakan salah satu faktor yang dapat berpengaruh terhadap kualitas produk. Faktor manusia yang dimaksud adalah operator tidak fokus dan emosi operator tidak stabil. Fokus operator menurun dapat dikarenakan suhu ruangan *baking* yang cukup tinggi sehingga performa kinerja juga akan turun. Selain itu, emosi operator juga berperan dalam pengendalian kualitas produk.

Defect Diameter Stick

Berdasarkan hasil dari *fishbone diagram* pada Gambar 4, diketahui terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan *defect* diameter *stick* pada produk *wafer stick*, yaitu faktor mesin, faktor metode, dan faktor manusia. Terdapat beberapa faktor mesin yang menyebabkan *defect* diameter *stick*, yaitu cetakan yang tidak stabil, *spinner* yang tidak pas, serta *nozzle* aus. Cetakan yang tidak stabil tentunya dapat

menyebabkan lebar dan tebal pita yang dihasilkan tidak stabil juga. Sama halnya dengan cetakan, *spinner* yang tidak pas juga membuat lilitan yang dihasilkan tidak stabil. Kemudian, jika ditinjau dari sisi *nozzle*, *nozzle* yang aus dapat menyebabkan settingannya berubah sehingga akan berdekatan dengan *spinner*. Metode yang kurang tepat dapat berdampak terhadap *defect* diameter *stick*. Metode yang dimaksud adalah adonan yang belum didiamkan. Adonan yang masih fresh, memiliki suhu adonan yang rendah sehingga apabila dituangkan masih belum tercampur dengan rata. Faktor manusia yang berpengaruh terhadap *defect* diameter *stick* pada produk *wafer stick* adalah operator tidak fokus dan emosi operator tidak stabil. Operator yang kehilangan fokus saat bekerja dapat menyebabkan terjadinya *defect* pada saat proses produksi. Emosi yang tidak stabil juga dapat menyebabkan operator salah dalam mengambil keputusan pada saat bekerja.

Defect Visual Stick

Berdasarkan hasil dari *fishbone diagram* pada Gambar 5, diketahui terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan *defect* visual *stick* pada produk *wafer stick*, yaitu faktor mesin, faktor metode, dan faktor manusia. Mesin yang tidak berjalan optimal dapat mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Contohnya infus yang macet, dan *nozzle* yang aus. Infus yang macet dapat menyebabkan proses penggulangan tidak dapat berjalan sempurna. Selain itu, *nozzle* aus juga menyebabkan visual *stick* tidak menarik karena gulungan yang dihasilkan bisa sangat kecil atau bisa juga susah untuk digulung. Pada proses produksi *wafer stick*, metode yang kurang tepat tentunya dapat mempengaruhi *output* yang dihasilkan. Contohnya saja *spinner* yang tidak pas dengan suhu oven, dan adonan yang belum didiamkan. *Spinner* yang tidak pas dengan suhu oven dapat menyebabkan visual *stick* yang dihasilkan bergelombang. Sedangkan adonan yang belum didiamkan dapat menyebabkan visual *stick* yang dihasilkan berpori-pori. Pada suatu pekerjaan, manusia tentunya memiliki peran yang sangat penting. Sama halnya di sebuah industri, manusia juga menjadi faktor yang mempengaruhi kualitas suatu produk. Operator yang tidak fokus dan emosi yang tidak stabil menjadi hal yang perlu diperhatikan (Prajuana et al., 2017). Hilangnya kefokuskan dapat mengakibatkan *output* yang dihasilkan tidak maksimal. Selain itu, emosi yang tidak stabil juga membuat kualitas yang dihasilkan menjadi buruk.

Improve

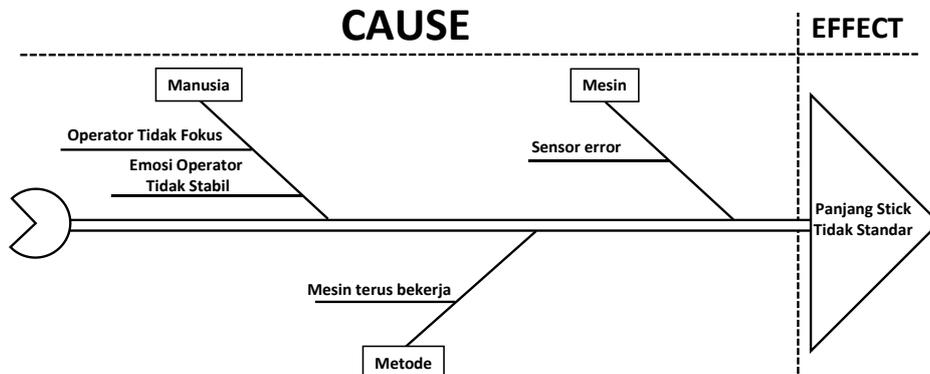
Pada tahap *improve* dilakukan pembuatan rencana perbaikan dari *defect* produk *wafer stick* di PT Garudafood Putra Putri Jaya. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menetapkan rencana perbaikan (*action plan*).

FMEA Defect Panjang Stick

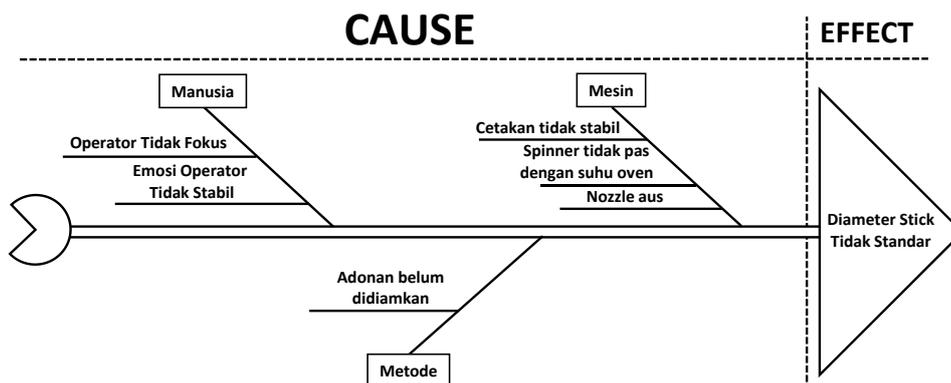
Analisis FMEA untuk *defect* panjang *stick* ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil yang didapat, diketahui nilai RPN tertinggi terdapat pada faktor mesin dengan nilai S sebesar 5, artinya tingkat keparahan dari dampak yang ditimbulkan bersifat sedang karena apabila panjang *stick* tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan dapat mengganggu proses pengemasan dan menyebabkan adanya kebocoran pada *endseal*. *Cause of failure* didapati bahwa sensor error mendapat nilai O sebesar 7, dengan *current controls* yaitu melakukan pergantian sensor pada mesin yang bermasalah mendapat nilai D sebesar 5. Adapun nilai RPN didapatkan dari S x O x D atau 5 x 7 x 5 sehingga hasilnya ialah 175. Adapun usulan perbaikan yang diberikan terdapat pada Tabel 5 diurutkan berdasarkan *priority number* dari nilai RPN yang terbesar ke terkecil.

Berdasarkan usulan perbaikan *defect* panjang *stick* pada Tabel 5, diketahui prioritas perbaikan pertama adalah sensor error mendapat nilai RPN 175 dengan rekomendasi perbaikan membuat standar penggantian sensor mesin *baking*, serta melakukan *cleaning* pada sensor lama dua jam sekali. Prioritas perbaikan kedua adalah mesin terus bekerja, operator tidak fokus, dan emosi operator tidak stabil. Mesin terus bekerja mendapat nilai RPN 45 dengan rekomendasi perbaikan membuat jadwal istirahat mesin secara

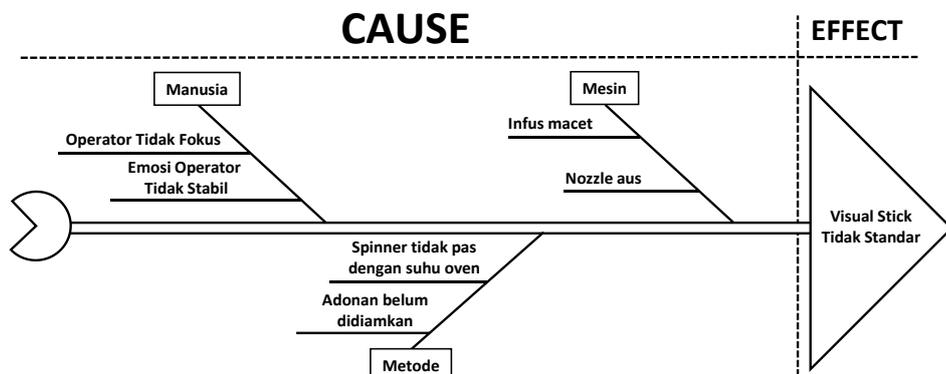
bergantian. Operator tidak fokus mendapat nilai RPN 45 dengan rekomendasi perbaikan menyalakan musik untuk menggugah semangat pekerja dengan volume kecil pada ruangan. Emosi operator tidak stabil mendapat nilai RPN 45 dengan rekomendasi perbaikan menyediakan ruangan dengan suhu rendah untuk operator istirahat sejenak tetapi juga memberi batas waktu penggunaan ruangan.



Gambar 3. Fishbone diagram defect panjang *stick* tidak standar



Gambar 4. Fishbone diagram defect diameter *stick* tidak standar



Gambar 5. Fishbone diagram defect visual *stick* tidak standar

FMEA Defect Diameter *Stick*

Analisis FMEA untuk *defect* diameter *stick* ditunjukkan pada Tabel 6. Berdasarkan hasil yang didapat, diketahui nilai RPN tertinggi terdapat pada faktor mesin dengan nilai S

sebesar 6, artinya tingkat keparahan dari dampak yang ditimbulkan bersifat signifikan karena apabila diameter *stick* tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan dapat mengganggu proses pengemasan dan menyebabkan

adanya kebocoran pada *longseal*. *Cause of failure spinner* tidak pas mendapat nilai O sebesar 6, dengan *current controls* yaitu melakukan setting ulang pada *spinner* setiap pergantian adonan baru mendapat nilai D sebesar 4. Adapun nilai RPN didapatkan dari $S \times O \times D$ atau $6 \times 6 \times 4$ sehingga hasilnya ialah 144. *Cause of failure nozzle* aus mendapat nilai O sebesar 6, dengan *current controls* yaitu melakukan pergantian *nozzle* pada mesin yang bermasalah mendapat nilai D sebesar 4. Adapun nilai *Risk Priority Number* (RPN) didapatkan dari $S \times O \times D$ atau $6 \times 6 \times 4$ sehingga hasilnya ialah 144. Adapun usulan perbaikan yang diberikan terdapat pada Tabel 7 diurutkan berdasarkan *priority number* dari nilai RPN yang terbesar ke terkecil.

Berdasarkan usulan perbaikan *defect diameter stick* pada Tabel 7, diketahui prioritas perbaikan pertama adalah *spinner* tidak pas dengan suhu oven, serta *nozzle* aus. *Spinner* tidak pas dengan suhu oven mendapat nilai RPN 144 dengan rekomendasi perbaikan melakukan evaluasi terhadap standar *spinner* yang telah ditetapkan, dan memberikan *training* atau pelatihan kepada operator mengenai sop dalam penggunaan *spinner* mesin. *Nozzle* aus mendapat nilai RPN 144 dengan rekomendasi perbaikan membuat standar waktu pergantian *nozzle* pada *nozzle* yang bermasalah. Prioritas perbaikan kedua adalah adonan belum didiamkan mendapat nilai RPN 120 dengan rekomendasi perbaikan melakukan evaluasi terhadap standar adonan yang telah ditetapkan, dan memberikan *training* atau pelatihan kepada operator mengenai waktu tunggu adonan. Prioritas perbaikan ketiga adalah cetakan

tidak stabil mendapat nilai RPN 96 dengan rekomendasi perbaikan melakukan evaluasi terhadap cetakan yang ada, dan membuat standar pergantian cetakan. Prioritas perbaikan keempat adalah emosi operator tidak stabil mendapat nilai RPN 72 dengan rekomendasi perbaikan menyediakan ruangan dengan suhu rendah untuk operator istirahat sejenak tetapi juga memberi batas waktu penggunaan ruangan. Prioritas perbaikan kelima adalah operator tidak fokus mendapat nilai RPN 54 dengan rekomendasi perbaikan menyalakan musik untuk menggugah semangat pekerja dengan volume kecil pada ruangan.

FMEA Defect Visual Stick

Analisis FMEA untuk *defect visual stick* ditunjukkan pada Tabel 8. Berdasarkan hasil yang didapat, diketahui nilai RPN tertinggi terdapat pada faktor metode dengan nilai S sebesar 5, artinya tingkat keparahan dari dampak yang ditimbulkan bersifat sedang karena apabila visual *stick* tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan dapat menghasilkan produk yang tidak menarik, dan menyebabkan adanya kebocoran visual atau mikro. *Cause of failure spinner* tidak pas dengan suhu oven mendapat nilai O sebesar 6, dengan *current controls* yaitu melakukan perbaikan infus pada mesin yang bermasalah mendapat nilai D sebesar 5. Adapun nilai RPN didapatkan dari $S \times O \times D$ atau $5 \times 6 \times 5$ sehingga hasilnya ialah 150. Adapun usulan perbaikan yang diberikan terdapat pada Tabel 9 diurutkan berdasarkan *priority number* dari nilai RPN yang terbesar ke terkecil.

Tabel 4. FMEA *defect* panjang *stick*

Mode of Failure	Effect of Failure	S	Cause of Failure	O	Current Controls	D	RPN
Panjang <i>stick</i>	Mengganggu proses pengemasan dan menyebabkan adanya kebocoran pada endseal	5	Mesin Sensor error	7	Melakukan pergantian sensor pada mesin yang bermasalah	5	175
			Metode Mesin terus bekerja	3	Memberi jeda pada mesin setelah dilakukan <i>maintenance</i>	3	45
			Manusia Operator tidak fokus	3	Memberi jam istirahat yang sesuai	3	45
			Emosi operator tidak stabil	3	Mengawasi dan mengingatkan operator untuk tetap profesional	3	45

Tabel 5. Usulan perbaikan *defect* panjang *stick*

Priority Number	Cause of Failure	RPN	Recommendation
1	Sensor eror	175	Membuat standar pergantian sensor mesin <i>baking</i> , melakukan <i>cleaning</i> pada sensor selama dua jam sekali
2	Mesin terus bekerja	45	Membuat jadwal istirahat mesin secara bergantian
	Operator tidak fokus	45	Menyalakan musik untuk menggugah semangat pekerja dengan volume kecil pada ruangan
	Emosi operator tidak stabil	45	Menyediakan ruangan dengan suhu rendah untuk operator istirahat sejenak tetapi juga memberi batas waktu penggunaan ruangan

Adapun usulan perbaikan yang diberikan terdapat pada Tabel 9, diurutkan berdasarkan *priority number* dari nilai RPN yang terbesar ke terkecil. Prioritas perbaikan pertama adalah *spinner* tidak pas dengan suhu oven mendapat nilai RPN 150 dengan rekomendasi perbaikan melakukan

evaluasi terhadap standar *spinner* yang telah ditetapkan, dan memberikan *training* atau pelatihan kepada operator mengenai sop dalam penggunaan *spinner* mesin. Prioritas perbaikan kedua adalah adonan belum didiamkan mendapat nilai RPN 120 dengan rekomendasi perbaikan melakukan

evaluasi terhadap standar adonan yang telah ditetapkan, dan memberikan *training* atau pelatihan kepada operator mengenai waktu tunggu adonan. Prioritas perbaikan ketiga adalah *nozzle* aus mendapat nilai RPN 100 dengan rekomendasi perbaikan membuat standar waktu penggantian *nozzle* pada *nozzle* yang bermasalah. Prioritas perbaikan keempat adalah infus macet mendapat nilai RPN 75 dengan rekomendasi perbaikan membuat standar pemeliharaan pada infus mesin *baking*. Prioritas perbaikan

kelima adalah emosi operator tidak stabil mendapat nilai RPN 60 dengan rekomendasi perbaikan menyediakan ruangan dengan suhu rendah untuk operator istirahat sejenak tetapi juga memberi batas waktu penggunaan ruangan. Prioritas perbaikan keenam adalah operator tidak fokus mendapat nilai RPN 45 dengan rekomendasi perbaikan menyalakan musik untuk menggugah semangat pekerja dengan volume kecil pada ruangan.

Tabel 6. FMEA defect diameter stick

Mode of Failure	Effect of Failure	S	Cause of Failure	O	Current Controls	D	RPN
Diameter Stick	Menggangu proses pengemasan dan menyebabkan adanya kebocoran pada longseal	6	Mesin Cetakan tidak stabil	4	Memberikan <i>peer</i> sebagai penahan cetakan	4	96
			Spinner tidak pas	6	Melakukan <i>setting</i> ulang pada <i>spinner</i> setiap pergantian adonan baru	4	144
			Nozzle aus	6	Melakukan pergantian <i>nozzle</i> pada mesin yang bermasalah	4	144
			Metode Adonan belum didiamkan	5	Mendiamkan adonan selama 5 – 10 menit	4	120
			Manusia Operator tidak fokus	3	Memberi jam istirahat yang sesuai	3	54
			Emosi operator tidak stabil	3	Mengawasi dan mengingatkan operator untuk tetap profesional	4	72

Tabel 7. Usulan perbaikan defect diameter stick

Priority Number	Cause of Failure	RPN	Recommendation
1	Spinner tidak pas dengan suhu oven	144	Melakukan evaluasi terhadap standar <i>spinner</i> yang telah ditetapkan, memberikan <i>training</i> atau pelatihan kepada operator mengenai sop dalam penggunaan <i>spinner</i> mesin
	Nozzle aus	144	Membuat standar waktu pergantian <i>nozzle</i> pada <i>nozzle</i> yang bermasalah
2	Adonan belum didiamkan	120	Melakukan evaluasi terhadap standar adonan yang telah ditetapkan, memberikan <i>training</i> atau pelatihan kepada operator mengenai waktu tunggu adonan
3	Cetakan tidak stabil	96	Melakukan evaluasi terhadap cetakan yang ada, Membuat standar pergantian cetakan
4	Emosi operator tidak stabil	72	Menyediakan ruangan dengan suhu rendah untuk operator istirahat sejenak tetapi juga memberi batas waktu penggunaan ruangan
5	Operator tidak fokus	54	Menyalakan musik untuk menggugah semangat pekerja dengan volume kecil pada ruangan

Tabel 8. FMEA Defect Visual Stick

Mode of Failure	Effect of Failure	S	Cause of Failure	O	Current Controls	D	RPN
Visual Stick	Menghasilkan produk yang tidak menarik, dan menyebabkan adanya kebocoran visual atau mikro	5	Mesin Infus macet	5	Melakukan perbaikan infus pada mesin yang bermasalah	3	75
			Nozzle aus	5	Melakukan pergantian <i>nozzle</i> pada mesin yang bermasalah	4	100

Tabel 8. (Lanjutan)

Mode of Failure	Effect of Failure	S	Cause of Failure	O	Current Controls	D	RPN
			Metode				
			Spinner tidak pas dengan suhu oven	6	Melakukan <i>setting</i> ulang pada <i>spinner</i> setiap pergantian adonan baru	5	150
			Adonan belum didiamkan	6	Mendiamkan adonan selama 5 – 10 menit	4	120
			Manusia				
			Operator tidak fokus	3	Memberi jam istirahat yang sesuai	3	45
			Emosi operator tidak stabil	3	Mengawasi dan mengingatkan operator untuk tetap profesional	4	60

Tabel 9. Usulan perbaikan *defect* visual *stick*

Priority Number	Cause of Failure	RPN	Recommendation
1	Spinner tidak pas dengan suhu oven	150	Melakukan evaluasi terhadap standar <i>spinner</i> yang telah ditetapkan, memberikan <i>training</i> atau pelatihan kepada operator mengenai sop dalam penggunaan <i>spinner</i> mesin
2	Adonan belum didiamkan	120	Melakukan evaluasi terhadap standar adonan yang telah ditetapkan, memberikan <i>training</i> atau pelatihan kepada operator mengenai waktu tunggu adonan
3	Nozzle aus	100	Membuat standar waktu pergantian <i>nozzle</i> pada <i>nozzle</i> yang bermasalah
4	Infus macet	75	Membuat standar pemeliharaan pada infus mesin <i>baking</i>
5	Emosi operator tidak stabil	60	Menyediakan ruangan dengan suhu rendah untuk operator istirahat sejenak tetapi juga memberi batas waktu penggunaan ruangan
6	Operator tidak fokus	45	Menyalakan musik untuk menggugah semangat pekerja dengan volume kecil pada ruangan

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian menunjukkan nilai sigma kualitas produk *wafer stick* selama bulan September 2023 – Desember 2023 adalah sebesar 2,08 yang berarti masih jauh dari nilai 6σ namun masih sesuai dengan rata-rata industri di Indonesia. Kapabilitas proses yang dihasilkan adalah 0,69 yang artinya kapabilitas proses cukup rendah, sehingga diperlukan adanya tindakan perbaikan dengan menggunakan metode FMEA. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode FMEA dapat diketahui usulan perbaikan yang dapat diberikan pada defect panjang *stick* adalah membuat standar penggantian sensor mesin *baking*, melakukan *cleaning* pada sensor secara rutin, membuat jadwal istirahat mesin secara bergantian, menyalakan musik untuk menggugah semangat pekerja dengan volume kecil pada ruangan, serta menyediakan ruangan dengan suhu rendah untuk operator istirahat sejenak tetapi juga memberi batas waktu penggunaan ruangan. Usulan perbaikan yang dapat diberikan pada defect diameter *stick* adalah melakukan evaluasi terhadap standar *spinner* yang telah ditetapkan, memberikan *training* atau pelatihan kepada operator mengenai *spinner* mesin, membuat standar penggantian *nozzle*, melakukan evaluasi terhadap standar adonan yang telah ditetapkan, memberikan *training* atau pelatihan kepada operator mengenai waktu tunggu adonan, melakukan evaluasi terhadap cetakan yang ada, membuat standar pergantian cetakan, menyediakan ruangan dengan suhu rendah untuk operator istirahat sejenak tetapi juga memberi batas waktu penggunaan

ruangan, serta menyalakan musik untuk menggugah semangat pekerja dengan volume kecil pada ruangan.

Usulan perbaikan yang dapat diberikan pada *defect* visual *stick* adalah melakukan evaluasi terhadap standar *spinner* yang telah ditetapkan, memberikan *training* atau pelatihan kepada operator mengenai *spinner* mesin, melakukan evaluasi terhadap standar adonan yang telah ditetapkan, memberikan *training* atau pelatihan kepada operator mengenai waktu tunggu adonan, membuat standar penggantian *nozzle*, membuat standar pemeliharaan pada infus mesin *baking*, menyediakan ruangan dengan suhu rendah untuk operator istirahat sejenak tetapi juga memberi batas waktu penggunaan ruangan, serta menyalakan musik untuk menggugah semangat pekerja dengan volume kecil pada ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, K. A., & Puspitasari, N. B. (2023). Analisis Penyebab Defect Produk Wafer Roll 8,5 Gram pada Proses Packing PT. Dua Kelinci. *Industrial Engineering Online Journal*, 12(4). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/41410>
- Anthony, M. B. (2016). Analisis Penyebab Kerusakan Hot Rooler Table dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 4(1), 1–8.
- 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). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.36055/jiss.v6i1.9480>
- Elfanda, M. E. (2021). Implementation of Six Sigma in Product Quality Control. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Airlangga*, 31(1), 51–63. <https://doi.org/10.20473/jeba.v31i12021.51-63>
- Fatimah, S., & Wahyuni, H. C. (2023). Product Quality Control Using Six Sigma Methods and Seven Tools in the PDL Shoe Industry. *Tibuana: Journal of Applied Industrial Engineering*, 6(1), 12–22. <https://doi.org/10.36456/tibuana.6.1.6174.12-22>
- Firmansyah, R., & Yuliarty, P. (2020). Implementasi Metode DMAIC pada Pengendalian Kualitas Sole Plate di PT Kencana Gemilang. *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri*, 14(2), 167–180. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22441/pasti.2020.v14i2.007>
- Gaspersz, V. (2005). Sistem Manajemen Kinerja Terintegrasi Balanced Scorecard Dengan Six Sigma Untuk Organisasi Bisnis dan Pemerintah VG. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hakimi, S., Zahraee, S. M., & Rohani, J. M. (2018). Application of Six Sigma DMAIC Methodology in Plain Yogurt Production Process. *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(4), 562–578. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2016-0069>
- Hamta, N., Ehsanifar, M., Babai, A., & Biglar, A. (2021). Improving the Identification and Prioritization of the Most Important Risks of Safety Equipment in FMEA with a Hybrid Multiple Criteria Decision-Making Technique. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 8, 1–19. <https://doi.org/10.22105/jarie.2021.263666.1233>
- Ishak, A., Siregar, K., Asfiryati, & Naibaho, H. (2019). Quality Control with Six Sigma DMAIC and Grey Failure Mode Effect Anaysis (FMEA): A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012057>
- Jirasukprasert, P., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., & Lim, M. K. (2015). A Six Sigma and DMAIC Application for the Reduction of Defects in A Rubber Gloves Manufacturing Process. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 2–22. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2013-0020>
- Khomah, I., & Rahayu, E. S. (2015). Aplikasi Peta Kendali P sebagai Pengendalian Kualitas Karet di PTPN IX Batujamus/Kerjoarum. *Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 1(1), 12–24. <https://doi.org/10.18196/agr.113>
- Meilyta, H. D., Biasane, A. N., & Tiwow, C. (2023). Perbandingan Penjualan “Produk Wafer” Menurut Jenisnya (Studi Kasus PT. Indomarco Prismatama di Karawang Jawa Barat). *Fokus: Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 5(2), 2–10.
- Prajuna, A., Febriani, & Hasan, L. (2017). Dampak Pengelolaan Kecerdasan Emosional Dan Stres Kerja terhadap Kinerja Karyawan pada PT Mnc Sky Vision Kpp Padang. *Jurnal Manajemen Dan Kewirausahaan*, 8(2), 1–12.
- Probokusumo, Susanti, A., & Hartini, S. (2022). Analysis of Defective Quality Control of Powdered Drinks Using The Six Sigma Method on Multilane Machines. *Journal of Industrial Engineering Management*, 7(3), 195–202. <https://doi.org/10.33536/jiem.v7i3.1082>
- Rimantho, D., & Athiyah. (2019). Analisis Kapabilitas Proses untuk Pengendalian Kualitas Air Limbah di Industri Farmasi. *Jurnal Teknologi*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.24853/jurtek.11.1.1-8>
- Sahelangi, M. M., & Wulandari, L. M. C. (2023). Analisa Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma pada Kemasan Produk X di PT GF. *Journal of Industrial and Systems Optimization*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.51804/jiso.v6i1.1-8>
- Salangka, A. H., Palandeng, I. D., & Karuntu, M. M. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk pada UD. Tarsius di Desa Kinnali Kecamatan Kawangkoan. *Jurnal EMBA*, 10(4), 813–825. <https://doi.org/https://doi.org/10.35794/emba.v10i4.43869>
- Sharma, K. D., & Srivastava, S. (2018). Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation: A Literature Review. *Journal of Advance Research in Aeronautics and Space Science*, 5(1 & 2), 1–17. <https://www.researchgate.net/publication/333209894>
- Singh, A. K., & Khanduja, D. (2014). Defining Quality Management in Auto Sector: A Six-sigma Perception. *Procedia Materials Science*, 5, 2645–2653. <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.526>
- Sintia, I., Pasarella, M. D., & Nohe, D. A. (2022). Perbandingan Tingkat Konsistensi Uji Distribusi Normalitas pada Kasus Tingkat Pengangguran di Jawa. *Seminar Nasional Matematika, Statistika, Dan Aplikasinya*, 322–333.
- Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019). Pengendalian Kualitas dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 16, 1–9.
- Suryatman, T. H., Kosim, M. E., & Julaeha, S. (2020). Pengendalian Kualitas Produksi Roma Sandwich Menggunakan Metode Statistik Quality Control (SQC) dalam Upaya Menurunkan Reject di Bagaian Packing. *Journal Industrial Manufacturing*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31000/jim.v5i1.2429>
- Sutiarno, D., & Chriswahyudi. (2019). Analisis Pengendalian Kualitas dan Pengembangan Produk Wafer Osuka dengan Metode Six Sigma Konsep DMAIC dan Metode Quality Function Deployment di PT. Indosari Mandiri. *Journal of Industrial Engineering and Management Systems*, 12(1), 42–51. <https://doi.org/10.30813/jiems.v12i1.1535>
- Taher, G. A., & Alam, J. (2014). Improving Quality and Productivity in Manufacturing Process by using Quality Control Chart and Statistical Process Control Including Sampling and Six Sigma. *Global Journal of Researches in Engineering*, 14(3), 9–25.
- Tiefenbacher, K. F. (2017). *The Technology of Wafers and Waffles I*. Amsterdam: Elsevier.
- Widyarto, W. O., Dwiputra, G. A., & Kristiantoro, Y. (2015). Penerapan Konsep Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dalam Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode Six Sigma. *Jurnal Rekavasi*, 3(1), 54–60.
- Wrigley, C., Harold, C., Seetharaman, K., & Faubion, J. (2016). *ENCYCLOPEDIA OF FOOD GRAINS Second Edition (Vol. 1)*. Amsterdam: Elsevier.
- Wu, Z., Liu, W., & Nie, W. (2021). Literature Review and Prospect of the Development and Application of FMEA in Manufacturing Industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 112, 1409–1436. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-06425-0/Published>

Halaman ini sengaja dikosongkan