

Analisis Kualitas Produksi Flends Menggunakan Metode Six Sigma Dan FMEA

Nanda Dwi Purnomo¹, Iva Mindhayani^{2*}, Intan Permatasari³, Suhartono⁴
^{1,2,3,4} Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Industri, Universitas Widya Mataram
Dalem Mangkubumen KT.III/237 Yogyakarta
Email: nandadwipurnomo@gmail.com, ivamindhayani@gmail.com,
intanpermatasari97@mail.ugm.ac.id, sharjosaputro7@gmail.com

* Corresponding Author

ABSTRAK

PT. Mitra Rakatama Mandiri adalah perusahaan yang bergerak pada bidang pengecoran logam dan non logam yang memproduksi komponen untuk peralatan pertanian, dan komponen konstruksi. Permasalahannya adalah masih ditemukan produk yang tidak sesuai dengan ketentuan atau cacat pada produk *Flends*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengendalian kualitas produk di PT. Mitra Rakatama Mandiri, untuk mengetahui tingkat kecacatan yang dominan dan faktor penyebab kecacatan produk *Flends*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Six Sigma* dan *Failure Modes Effect Analysis* (FMEA.) Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendalian kualitas produk *Flends* di PT. Mitra Rakatama Mandiri menunjukan keadaan stabil dan terkendali secara statistik terlihat dari peta kontrol p. Berdasarkan nilai sigma, proses produksi *Flends* di PT. Mitra Rakatama Mandiri berada di level 1,487 sigma dengan jumlah kecacatan sebesar 8.526 DPMO, yang menunjukan keadaan stabil. Jenis kecacatan yang paling dominan berdasarkan hasil diagram pareto, terjadi pada proses produksi *Flends* adalah cacat keropos yaitu sebanyak 68.784 pcs dengan nilai prosentase sebesar 36,87 % dari total kecacatan yaitu sebanyak 141 unit. Faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan produk *Flends* adalah manusia, berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode FMEA menghasilkan nilai RPN tertinggi yaitu operator kurang teliti dengan nilai 448.

Kata kunci: Six Sigma, FMEA, RPN

ABSTRACT

PT. Mitra Rakatama Mandiri is a company engaged in metal and non-metal casting that produces components for agricultural equipment, and construction components. The problem is that there are still products that do not comply with the provisions or defects in Flends products. The purpose of this study is to find out the product quality control at PT. Mitra Rakatama Mandiri, to determine the dominant level of defect and the causative factors of Flends product defects. The methods used in this study were Six Sigma and Failure Modes Effect Analysis (FMEA.) The results showed that the quality control of Flends products at PT. Mitra Rakatama Mandiri shows a statistically stable and controlled state as seen from the control map p. Based on sigma value, the Flends production process at PT. Mitra Rakatama Mandiri is at the level of 1,487 sigma with a total disability of 8,526 DPMO, which shows a stable condition. The most dominant type of defect based on the results of the pareto diagram, occurring in the Flends production process is porous defects, which are 68,784 pcs with a percentage value of 36.87% of the total defects, which are 141 units. The factors that cause defects in Flends products are humans, based on the calculation results using the FMEA method resulting in the highest RPN value, namely the operator is less careful with a value of 448.

Keywords: Six Sigma, FMEA, RPN

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang semakin pesat, menuntut perusahaan untuk tetap mampu menjaga kualitas produknya agar mampu bersaing dengan perusahaan lain. Kualitas merupakan keseluruhan karakteristik dan keistimewaan dari suatu produk atau jasa yang dihasilkan dari kemampuan produk atau jasa untuk memuaskan sebagai atau secara keseluruhan kebutuhan dari konsumen (Manihuruk et al., 2023). Konsumen sebagai pemakai produk semakin kritis dalam memilih produk yang akan dipakai, untuk itu perusahaan dituntut untuk memiliki penjaminan mutu yang efektif (Ricky et al., 2023). Definisi dari kualitas memiliki banyak kriteria dan sangat bergantung pada konteksnya terutama jika dilihat dari sisi penilaian

akhir konsumen dan definisi yang diberikan oleh berbagai ahli serta dari sudut pandang produsen sebagai pihak yang menciptakan kualitas (Prawirosentono, 2002). Delapan dimensi kualitas yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas barang, yaitu performa (*performance*), keistimewaan (*features*), keandalan (*reliability*), konformansi (*conformance*), daya tahan (*durability*), kemampuan pelayanan (*serviceability*), estetika (*aesthetics*), kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*) (Gasperz, 2005). Dimensi tersebut dikembangkan pula dalam penelitian (Johari, 2012), (Atiyah, 2016), (Primidya et al., 2014), (Razak et al., 2016) dan (Hoe & Mansori, 2018).

PT. Mitra Rakatama Mandiri adalah perusahaan yang bergerak pada bidang pengecoran logam dan non logam yang memproduksi komponen untuk peralatan pertanian, dan komponen konstruksi. Produk utama PT. Mitra Rakatama Mandiri yaitu komponen pertambangan, komponen alat pertanian, komponen konstruksi dan komponen produk lain. Dalam proses produksinya sering kali tidak semua produk yang dihasilkan dapat mencapai standar kualitas yang telah ditentukan oleh perusahaan. Salah satu produk yang paling sering diproduksi oleh PT. Mitra Rakatama Mandiri adalah *Flends*. *Flends* merupakan *sparepart* yang digunakan pada mesin dan peralatan pertanian. Dalam proses produksinya sering kali tidak semua produk yang dihasilkan dapat mencapai kualitas yang diinginkan oleh perusahaan. Hal ini ditunjukkan dengan masih banyak terjadi berbagai jenis cacat yang di temukan seperti cacat lepot, cacat rantap, cacat benjol dan cacat keropos. Produk cacat tersebut diarahkan untuk dilakukan perbaikan supaya produk menjadi memenuhi standar yang ditetapkan. Akan tetapi, proses pengerjaan perbaikan akan membutuhkan tambahan biaya dan hal itu tentunya dapat mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian (Bachtiar et al., 2021). Untuk itu, perlu dilakukan pengendalian mutu produk supaya kepuasan konsumen terpenuhi.

Analisis pengendalian mutu atau kualitas produk dapat dilakukan dengan menggunakan metode Six Sigma. Metode Six Sigma pertama kali diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, dan merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas (Gaspersz, 2002). Six sigma merupakan proses peningkatan terus menerus, yang lebih mengutamakan pada tahapan DMAIC (*define, measurement, analyze, improve, control*) (Balol, 2019). Penelitian terkait Six Sigma sudah banyak dilakukan dengan *tools quality* yang berbeda-beda dalam setiap tahapan. Penelitian terkait kualitas pada produk *Solid Flooring* untuk meminimasi produk menggunakan Six Sigma dan FMEA pada PT. Kali Jaya Putra (Ricky et al., 2023). Penggunaan metode Six Sigma dan FMEA untuk menganalisis kualitas Koran pada PT. XYZ (Sepriandini & Ngatilah, 2021). Penelitian lain menggunakan metode Six Sigma dan FMEA untuk memberikan usulan perbaikan produksi Bolu (Abdurrahman & Al-Faritsy, 2021).

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengendalian kualitas produk di PT. Mitra Rakatama Mandiri, untuk mengetahui tingkat kecacatan yang dominan dan faktor penyebab kecacatan produk *Flends* menggunakan metode Six Sigma dan FMEA pada tahap *Improve*. Selain itu, penelitian ini menggunakan Diagram Pareto, Diagram Kontrol P dan Diagram Sebab Akibat. Penelitian ini sebagai upaya untuk mengurangi jumlah produk cacat dengan menganalisis penyebab produk cacat dan upaya perbaikannya.

II. METODE PENELITIAN

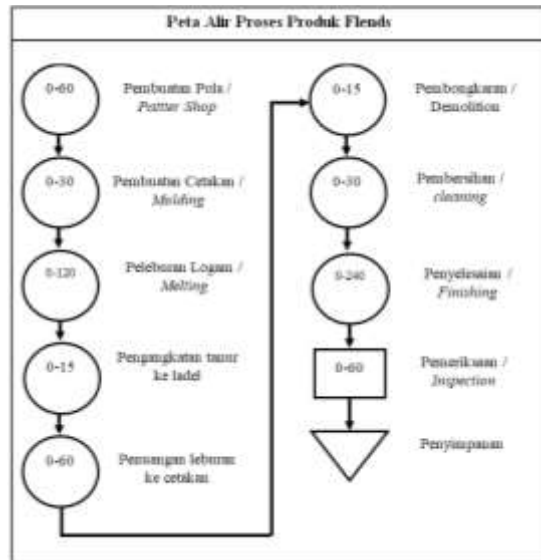
Penelitian dilaksanakan di PT. Mitra Rakatama Mandiri yang beralamatkan di Jalan Koperasi Baja No.02, Ngowo, Ceper, Klaten, Jawa Tengah di bagian produksi produk *Flends*. Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung, melakukan wawancara pada karyawan bagian produksi *Flends*, serta mengambil data berdasarkan dokumen atau data yang dimiliki oleh perusahaan. Data – data yang dibutuhkan berupa data jumlah produksi, data produk cacat dan jenis kecacatan yang terjadi pada bulan Juni – September 2021. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Six Sigma dengan tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) (Gaspersz, 2002). Analisis menggunakan diagram sebab akibat untuk mengetahui penyebab terjadinya produk cacat. Selanjutnya menentukan prioritas perbaikan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) berdasarkan nilai RPN (Gaspersz, 2002), sehingga bisa diberikan saran perbaikan untuk mengurangi cacat produk.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data menggunakan tahapan DMAIC. Tahapan ini untuk mengetahui nilai sigma dari permasalahan yang ada, selanjutnya mencari solusi perbaikan menggunakan diagram sebab akibat (Bachtiar et al., 2021). Tahapan DMAIC yaitu:

3.1 Define

Merupakan langkah pertama untuk mendefinisikan kebutuhan spesifik dari pelanggan dengan menghitung *Critical to Quality* (CTQ) ditunjukkan tabel 2. Permasalahan yang terjadi adalah masih adanya produk yang tidak sesuai standar perusahaan (cacat) ditunjukkan pada tabel 1. Pada tahap ini digambarkan aliran proses produksi seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Peta aliran proses produk *Flends*

Proses dimulai dengan pembuatan pola yang berfungsi sebagai rongga cetakan. Dilanjutkan dengan pembuatan cetakan menggunakan cetakan pasir yang mengandung tanah liat sebagai pengikatnya. Proses selanjutnya adalah peleburan logam menggunakan mesin induksi dengan energi listrik. Selanjutnya proses pengangkatan tanur ke ladle yaitu cairan logam yang sudah siap cetak dialirkan dari tanur pelebur dengan menggunakan alat penggerak yang nantinya diterima oleh ladle yang kemudian akan dituangkan ke dalam cetakan-cetakan yang sudah siap. Setelah itu dilanjutkan proses penuangan leburan ke cetakan dimana cairan logam yang terdapat pada ladle kemudian dituangkan ke dalam cetakan pasir yang sudah dibuat pada langkah awal, kemudian ditunggu sampai beku sempurna. Setelah itu dilakukan pembongkaran cetakan dan dilakukan pembersihan. Setelah itu dilakukan proses *finishing* lalu dilakukan pengecekan. Produk yang lolos pengecekan disimpan di tempat penyimpanan.

Tabel 1. Data produk cacat

Minggu ke	Jumlah Produksi (unit)	Jenis cacat				Jumlah cacat (unit)
		Rantap	Lepot	Benjol	Keropos	
1	172	2	2	1	1	6
2	275	1	4	2	2	9
3	174	2	3	1	-	6
4	351	3	2	4	3	12
5	324	-	2	2	6	10
6	342	2	5	3	2	12
7	464	5	-	2	7	14
8	235	-	4	-	4	8
9	197	1	1	2	3	7
10	220	2	-	2	4	8
11	159	-	-	3	2	5
12	223	2	2	1	3	8
13	242	1	2	2	3	8
14	235	-	3	1	4	8
15	187	1	1	-	5	7
16	366	1	6	3	3	13
Jumlah	4196	23	37	29	52	141

Berdasarkan tabel 1. Diketahui terdapat empat (4) jenis cacat yang muncul yaitu: cacat rantap sebanyak 23, cacat lepot sebanyak 37, cacat benjol sebanyak 29, dan cacat keropos sebanyak 52 item. Penentuan CTQ berdasarkan jenis cacat pada proses pembuatan *Flends*.

Tabel 2. Penentuan CTQ

No	Jenis Cacat	Keterangan
1	Cacat rantap	kondisi produk tidak halus dan bergerigi
2	Cacat Lepot	Kondisi produk tidak presisi
3	Cacat Benjol	Kondisi produk tidak rata terdapat cekungan-cekungan
4	Cacat keropos	Kondisi produk berongga

3.2 Measure

Tahap ini dilakukan pengukuran dengan menghitung stabilitas proses (Proporsi, CL, UCL, LCL dan Grafik Peta Kontrol P), menggambarkan diagram pareto serta pengukuran kapabilitas proses dengan menghitung DPMO.

1. Menghitung peta kontrol P (Shiyamy et al., 2021)

- a. Menghitung proporsi masing-masing menggunakan rumus 1

$$P = \frac{np}{n} = \frac{6}{172} = 0,0348 \quad (1)$$

- b. Menentukan CL (*Central Line*) atau \bar{P} (*mean*) menggunakan rumus 2

$$CL = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{141}{4196} = 0,0336 \quad (2)$$

- c. Menentukan UCL menggunakan rumus 3 (Heizer & Render, 2017)

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = \frac{141}{4196} = 0,0336 \quad (3)$$

- d. Menentukan LCL menggunakan rumus 4 (Heizer & Render, 2017)

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0336 - 3\sqrt{\frac{0,0336(1-0,0336)}{16}} = 0,0003 \quad (4)$$

Hasil perhitungan selengkapnya selama 16 minggu ditunjukkan pada tabel 3.

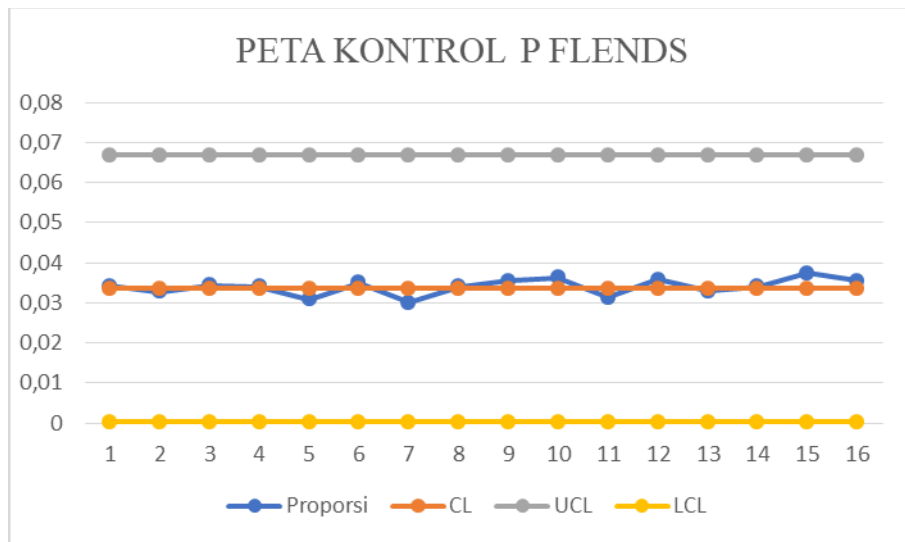
Tabel 3. Hasil Perhitungan Peta Kontrol P

Minggu Ke	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi	CL	UCL	LCL
1	172	6	0,0342	0,0336	0,0668	0,0003
2	275	9	0,0327	0,0336	0,0668	0,0003
3	174	6	0,0344	0,0336	0,0668	0,0003
4	351	12	0,0341	0,0336	0,0668	0,0003
5	324	10	0,0308	0,0336	0,0668	0,0003
6	342	12	0,0350	0,0336	0,0668	0,0003
7	464	14	0,0301	0,0336	0,0668	0,0003
8	235	8	0,0340	0,0336	0,0668	0,0003
9	197	7	0,0355	0,0336	0,0668	0,0003
10	220	8	0,0363	0,0336	0,0668	0,0003
11	159	5	0,0314	0,0336	0,0668	0,0003
12	223	8	0,0358	0,0336	0,0668	0,0003
13	242	8	0,0330	0,0336	0,0668	0,0003
14	235	8	0,0340	0,0336	0,0668	0,0003

Tabel 3. Hasil Perhitungan Peta Kontrol P (lanjutan)

Minggu Ke	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi	CL	UCL	LCL
15	187	7	0,0374	0,0336	0,0668	0,0003
16	366	13	0,0355	0,0336	0,0668	0,0003
Total	4196	141				

Selanjutnya data hasil perhitungan pada tabel 3 dibuat grafik peta kontrol p ditunjukkan pada gambar 2. Hasil memperlihatkan bahwa data berada dalam batas kendali bawah dan batas kendali bawah.



Gambar 2. Peta Kontrol P

2. Menghitung *Defect Per Million Opportunity* (DPMO)

Hasil perhitungan DPMO dan nilai sigma memiliki menunjukkan berada pada level 1 sigma dengan kemungkinan kecacatan rata-rata sebesar 8.526 dalam satu juta produksi. Hal ini dapat menjadi sebuah kerugian besar apabila tidak dilakukan perbaikan pada penyebab banyaknya kerusakan yang terjadi dalam proses produksi. Hasil perhitungan DPMO dan nilai sigma ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma

Minggu Ke	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	DPMO	Level Sigma
1	172	6	8.721	1,4869
2	275	9	8.182	1,4877
3	174	6	8.620	1,4870
4	351	12	8.547	1,4871
5	324	10	7.716	1,4884
6	342	12	8.772	1,4868
7	464	14	7.543	1,4886
8	235	8	8.510	1,4872
9	197	7	8.883	1,4866
10	220	8	9.090	1,4863
11	159	5	7.861	1,4882
12	223	8	8.968	1,4865

Tabel 3. Hasil Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma (lanjutan)

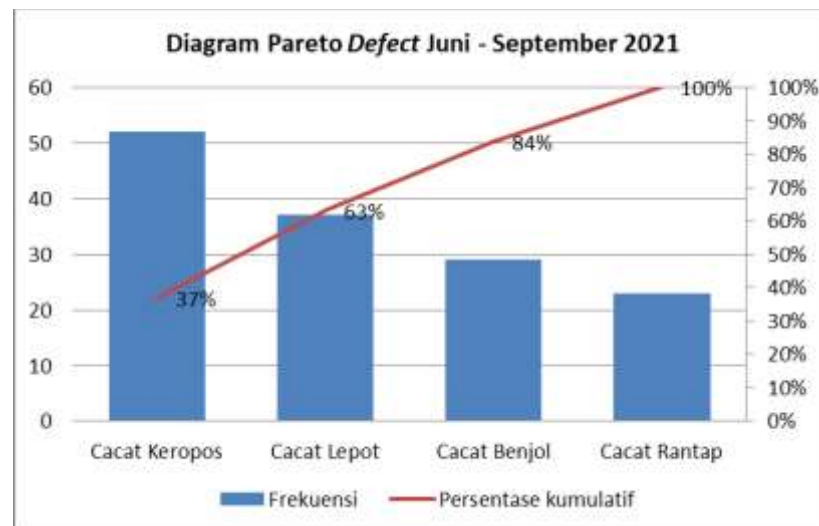
Minggu Ke	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	DPMO	Level Sigma
13	242	8	8.264	1,4876
14	235	8	8.510	1,4872
15	187	7	9.358	1,4859
16	366	13	8.879	1,4866
Total	4196	141	136.424	23,7946
Rata-rata	262	9	8.526	1,4871

3. Diagram Pareto

Diagram pareto berfungsi untuk menentukan jenis-jenis cacat dominan yang muncul pada proses produksi yang dilakukan dengan cara mengurutkan jumlah frekuensi terbesar kecacatan dan kemudian menggunakan aplikasi Microsoft excel untuk menggambarkan grafiknya sehingga dapat ditentukan cacat jenis apa yang harus diselesaikan terlebih dahulu. Data Persentase kecacatan ditunjukkan pada tabel 4. Sedangkan diagram pareto ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 4. Data Persentase Jenis Cacat

No	Jenis Cacat	Frekuensi	Persentase	Persentase kumulatif
1	Cacat Keropos	52	36,88%	37%
2	Cacat Lepot	37	26,24%	63%
3	Cacat Benjol	29	20,57%	84%
4	Cacat Rantap	23	16,31%	100%
	Total	141	100%	



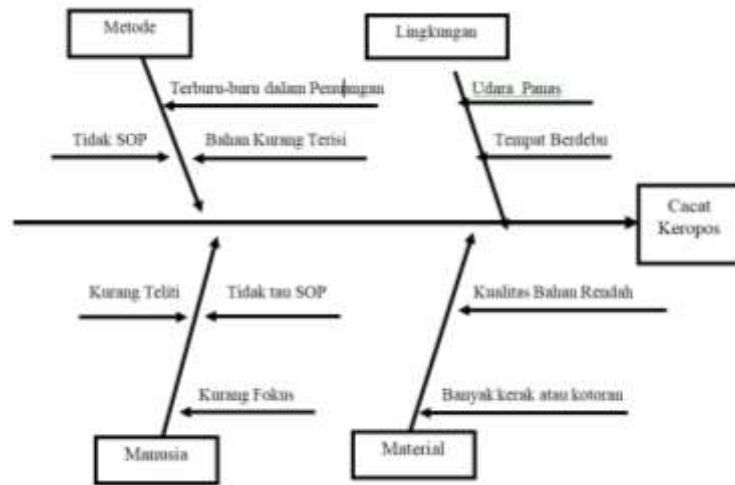
Gambar 3. Diagram Pareto

Hasil diagram Pareto pada gambar 3 menunjukkan bahwa jenis cacat terbesar cacat keropos dengan persentase sebesar 36,88%, cacat lepot sebesar 26,24%, cacat benjol sebesar 20,57% dan cacat rantap sebesar 16,31%.

3.3 Analyze

Pada tahap *analyze* menggunakan diagram sebab akibat untuk mengetahui yang menjadi akar penyebab masalah terjadinya kecacatan. Hasil diagram pareto menunjukkan cacat keropos memiliki persentase paling besar yaitu 36,88%, sehingga menjadi fokus utama untuk mencari penyebab terjadinya

cacat keropos. Faktor – faktor yang diidentifikasi adalah: faktor manusia, faktor material, faktor metode dan faktor lingkungan. Analisis menggunakan diagram sebab akibat ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Sebab Akibat

3.4 Improve

Pada tahap ini usulan perbaikan menggunakan konsep FMEA dengan cara menghitung nilai *Risk Priority Number* ($RPN = S \times O \times D$) agar proses dapat terkendali dan mengendalikan faktor-faktor yang menyebabkan masalah agar proses dapat terkendali dan kegagalan yang terjadi tidak terulang kembali dimasa yang akan datang. Hasil analisis FMEA dan perhitungan RPN selengkapnya ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. FMEA

Faktor	Akibat kegagalan proses	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol yang dilakukan	D	RPN
Lingkungan	Fasilitas pabrik kurang terkondisi	8	Suhu ruangan panas	6	Penambahan Blower dan memperbaiki sirkulasi udara di dalam ruangan	2	96
			Penerangan Kurang	6	Penempatan lampu dan penggantian lampu dengan yang baru	5	240
Manusia	Terjadi Cacat	8	Kurang teliti	7	Operator diberi teguran dan peringatan	8	448
			Kemampuan Kurang	6	Operator diawasi dan diberi pelatihan	6	288
Mesin	Proses Produksi Terganggu	6	Terjadi <i>BreakDown</i> pada mesin	8	Melakukan <i>maintenance</i> mesin secara berkala	6	288
Material	Terjadi defect pada produksi	8	Material yang digunakan asal atau komposisi material tidak sesuai	7	Melakukan kontrol terhadap material yang akan digunakan apakah sesuai spesifikasi atau belum	4	224
Metode	Terjadi cacat	8	Proses tidak sesuai dengan ketentuan standar perusahaan	7	Operator diberi teguran atau peringatan, pekerja diawasi dan diberi pelatihan	6	336

Hasil perhitungan RPN pada tabel 5 menunjukkan bahwa nilai RPN tertinggi sebesar 448 karena faktor manusia. Urutan kedua faktor metode dengan nilai RPN sebesar 336. terjadinya produk cacat diakrenakan faktor manusia. Hal tersebut disebabkan karena manusia dalam hal ini pekerja kurang teliti dalam melakukan pekerjaannya. Faktor manusia juga menjadi penyebab utama terjadinya cacat produk pada carton box dengan nilai RPN 280 (Rahman & Perdana, 2021).

3.5 Control

Pada tahap ini memberikan usulan atau saran perbaikan untuk mengurangi produk cacat pada Flends. Pada penelitian ini hanya baru sebatas memberikan usulan dikarenakan usulan atau saran perbaikan belum bisa langsung diimplementasikan di lapangan. Perusahaan perlu mempersiapkan hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan yang perlu dilakukan. Adapun saran perbaikan antara lain:

1. Perlunya memperhatikan lingkungan disekitar produksi yang harus diperbaiki lebih lanjut, agar kinerja operator maksimal dalam bekerja.
2. Perlunya melakukan pelatihan dan pembinaan untuk menanamkan kembali semua pekerja akan arti pentingnya SOP (standaroperasional standar) atau kualitas terhadap produk yang dihasilkan.
3. Perlunya melakukan perawatan mesin secara intensif agar dapat proses produksi yang terjadi bisa menjaga kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan.

4. KESIMPULAN

Pengendalian kualitas produk *Flends* di PT. Mitra Rekatama Mandiri menunjukan keadaan stabil dan terkendali secara statistik, pada perhitungan menggunakan peta kontrol p. Hal tersebut menunjukkan proses produksi *Flends* masih stabil dan terkendali. Berdasarkan kemampuan nilai sigma, proses produksi *Flends* di PT. Mitra Rekatama Mandiri berada di level 1,487 sigma dengan jumlah kecacatan sebesar 8.526 DPMO, yang menunjukan keadaan stabil. Oleh karena itu, produk *Flends* di PT. Mitra Rekatama Mandiri dapat digunakan pada proses selanjutnya. Faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan produk *Flends* adalah manusia, berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode FMEA menghasilkan nilai RPN tertinggi yaitu operator kurang teliti dengan nilai 448. Jenis kecacatan yang paling dominan berdasarkan hasil diagram pareto, terjadi pada proses produksi *Flends* adalah cacat keropos yaitu sebanyak 68.784 pcs dengan nilai persentase sebesar 36,87 % dari total kecacatan yaitu sebanyak 141 unit. Untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan implementasi saran perbaikan untuk melihat apakah ada penurunan jumlah produk cacat sebelum dan sesudah perbaikan.

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>
- Atiyah, L. (2016). Product's Quality and Its Impact on Customer Satisfaction a Field Study in Diwanayah Dairy Factory. *Proceedings of The 10th International Management Conference*.
- Bachtiar, M., Dahda, S. S., & Ismiyah, E. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Pap Hanger Menggunakan Metode Six Sigma Dan FMEA Di PT. Ravana Jaya Manyar Gresik. *Justi (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 1(4), 609-618. <https://doi.org/10.30587/Justicb.V1i4.2924>
- Balol, W.A. (2019). Peningkatan Kualitas Produk Dengan Menerapkan Konsep DMAIC di Plant Thermoforming PT. TX Pandaan. *Jurnal Ilmiah - Vidya*, 24(2).
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Six Sigma*. In Gramedia.
- Gasperz, V. (2005). *Total Quality Management*, Cetakan Kedua. Jakarta: Pt Gramedia Pustaka Umum.
- Heizer, J., & Render, B. (2017). Manajemen operasi manajemen keberlangsungan dan rantai pasokan. Jakarta: Salemba Empat
- Hoe, L. C., & Mansori, S. (2018). The Effects of Product Quality on Customer Satisfaction and Loyalty: Evidence from Malaysian Engineering Industry. *International Journal of Industrial Marketing*, 3(1), 20. <https://doi.org/10.5296/Ijim.V3i1.13959>
- Johari, A. (2012). Examining The Product Quality Attributes That Influences Customer Satisfaction Most When the Price Was Discounted: A Case Study in Kuching Sarawak. *International Journal of Business and Social Science*, 3(23).
- Manihuruk, B. K., Kunci, K., Produk, K., Pelanggan, K., & Pelanggan, L. (2023). Analisis Kualitas Produk dan Promosi Terhadap Loyalitas Pelanggan Dengan Kepuasan Sebagai Variabel Intervening Pada PT Shopee Indonesia. *JBM: Journal Bisnis And Management*, 1(1).
- Prawirosentono, S. (2002). *Filosofi Baru Tentang Manajemen Mutu Terpadu Total Quality Management Abad 21*. In Bumi Aksara.
- Primidya, N., Imam, K., & Abdillah, S. Y. (2014). Analyzing The Effect of Product Quality on Customer Satisfaction and Customer Loyalty In Indonesian Smes (Case Study On The Customer Of Batik Bojonegoro Marelly Jaya). *Jurnal Administrasi Bisnis (Jab)*, 14(1).

- 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>.
- Razak, I., Nirwanto, N., & Triatmanto, B. (2016). Journal Of Marketing and Consumer Research Issn. In *An International Peer-Reviewed Journal*, 30, 59-68.
- Ricky, M., & Rochmoeljati, R. (2023). Analisis Kualitas Produk Solid Flooring Untuk Meminimasi Cacat Dengan Metode Six Sigma Dan FMEA. *Journal of Creative Student Research (JCSR)*, 1(2). <https://doi.org/10.55606/jcsrpolitama.v1i2.1516>.
- Sepriandini, F., & Ngatilah, Y. (2021). Analisis Kualitas Produk Koran Menggunakan Metode Six Sigma Dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di PT.XYZ Balikpapan. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(2), 48-59. <https://doi.org/10.33005/Tekmapro.V16i2.203>
- Shiyamy, A. F., Rohmat, S., Sopian, A., & Djatnika, A. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Statistical Process Control. *Komitmen: Jurnal Ilmiah Manajemen*, 2(2), 32-44. <https://doi.org/10.15575/jim.v2i2.14377>