

Penerapan FMEA (*Failure Mode And Effect Analyst*) Untuk Mengidentifikasi Risiko Kegagalan Pada Kemasan Produk XYZ (Studi Kasus: PT. Herba Emas Wahidatama)

Annisa^a, Ade Yanyan Ramdhani^{a*}, Muhammad Alim Safa'at^a

^a Departemen Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri dan Desain Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Banyumas 53147, Indonesia

* Corresponding author: ade@ittelkom-pwt.ac.id

ABSTRAK

Persaingan yang semakin ketat di dunia industri jasa dan manufaktur, penting untuk meningkatkan kualitas pada proses produksi produk. Salah satu strategi perusahaan dengan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Pengendalian kualitas produk dapat mudah dilakukan dengan penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis* atau biasa dikenal dengan FMEA. Dalam penelitian ini, adapun salah satu produk perusahaan memiliki tingkat kerusakan yang cukup tinggi. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan penerapan metode FMEA untuk memudahkan dalam mengidentifikasi jenis risiko yang sering terjadi saat proses produksi berlangsung. Potensi kegagalan yang sering terjadi pada proses produksi produk xyz ada 3 yaitu bobot pada *tea bag* tidak memenuhi syarat, *cutting* yang tidak presisi, dan adanya seal yang tidak tertutup sempurna. Berdasarkan tiga potensi kegagalan yang terjadi, diperoleh angka risiko tertinggi dari RPN yaitu bobot *tea bag* yang tidak memenuhi syarat dan *cutting* yang tidak presisi. Hal tersebut dapat diidentifikasi sebab dan akibat yang timbul melalui diagram *Fishbone* agar dapat dengan mudah melakukan pengendalian risiko serta perbaikan dalam proses produksi pada produk xyz. Sehingga kualitas produk dapat lebih terjaga dan proses produksi dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

Kata Kunci: Kualitas, Risiko, Perbaikan, Produk, dan FMEA

ABSTRACT

Increasingly fierce competition in the world of service and manufacturing industries, it is important to improve the quality of the product production process. One of the company's strategies is to improve the quality of the products produced. Product quality control can be easily done by applying the Failure Mode and Effect Analysis method or commonly known as FMEA. In this study, one of the company's products has a fairly high damage rate. The problem can be solved by applying the FMEA method to make it easier to identify the types of risks that often occur during the production process. There are 3 potential failures that often occur in the production process of xyz products, namely the weight of the tea bag is not qualified, cutting is not precise, and there is a seal that is not perfectly closed. Based on the three potential failures that occur, the highest risk number of RPN is obtained, namely the weight of the tea bag that does not meet the requirements and cutting that is not precise. It can be identified the causes and effects that arise through the Fishbone diagram in order to easily carry out risk control and improvement in the production process on xyz products. So that product quality can be better maintained and the production process can run more effective and efficient.

Keywords: Quality, Risk, Improvement, Products, and FMEA.

1. Pendahuluan

PT. Herba Emas Wahidatama merupakan perusahaan referensi Internasional yang memproduksi obat tradisional dan pangan olahan halal, berkualitas tinggi dan diproduksi dengan baik, dimana dalam pelaksanaan aktivitas sangat memperhatikan aspek Syar'i dan kesuciannya. Perusahaan ini merupakan cabang dari PT. Herba Penawar Alwahida Indonesia (HPAI) yang terletak di Kabupaten Purbalingga. PT. Herba Emas Wahidatama Purbalingga sangat memperhatikan kualitas produk dan mengutamakan kepuasan pelanggan[1]. Kepuasan pelanggan merupakan hal yang penting karena jika pelanggan merasa senang dan puas dengan produk, mereka akan menjadi loyal [2].

Kualitas produk menjadi salah satu indikator penting terhadap banyaknya persaingan di dunia industri [3]. Seluruh perusahaan di Indonesia tentu saling bersaing untuk mendapatkan pangsa pasar. Salah satu strategi perusahaan tentunya adalah dengan meningkatkan kualitas proses dan produk yang dihasilkan [4]. Maka dari itu, dengan terjaganya kualitas produk tersebut konsumen akan merasa puas terhadap produk yang diterima [5]. Perusahaan lebih mengedepankan kualitas produk dalam pemenuhan kebutuhan konsumen yang dilakukan dengan cara memperhatikan setiap komponen produk yang diproduksi agar dapat menjaga kualitas sehingga sampai ke tangan konsumen tetap dalam keadaan baik. Selain itu, dapat meminimalisir adanya produk cacat/*reject*, yang seluruh perusahaan tentu sangat mengantisipasi terjadinya hal tersebut [6].

Tabel 1 Data *Reject* produk XYZ Bulan Januari 2023

Jumlah Produksi	No Urut Produksi	Tidak Memenuhi Syarat		Total Reject	Proporsi Kegagalan	% Kegagalan
		Packing Material	Raw Material			
8.000	I	4400	175	4575	0,572	57,19
8.000	II	4050	760	4810	0,601	60,13
8.000	III	3050	120	3170	0,396	39,63
8.000	IV	3100	100	3200	0,4	40
8.000	V	4400	180	4580	0,573	57,25
8.000	VI	3200	140	3340	0,418	41,75

Pada Bulan Januari 2023 proses produksi terjadi sebanyak 6 kali, dimana memproduksi 8.000 pcs dalam sekali produksi. Tabel diatas menunjukkan banyaknya jumlah *reject* dengan skala yang cukup tinggi. Berdasarkan data tersebut persentase kegagalan di Bulan Januari mencapai 35% hingga 60%. Sedangkan persentase normal yang telah ditetapkan oleh perusahaan hanya mencapai 2% dari jumlah produksi.

Produk xyz merupakan satu diantara beberapa produk di perusahaan yang memiliki tingkat kecacatan sangat tinggi. Setiap produksi produk tersebut dapat terjadi *reject* dengan persentase 20% hingga > 50%. Dalam hal ini, sangat diperlukan untuk dilakukan adanya penyelesaian. Jika tidak, maka perusahaan akan mengalami kerugian yang terus-menerus, bukan berkurang malah tingkat terjadinya bisa terus bertambah. Dengan adanya perbaikan, perusahaan dapat mengurangi, meminimalisir, serta sebagai pengevaluasian dalam proses produksi agar di aktivitas produksi selanjutnya, jumlah *reject* yang diterima dapat berkurang dibandingkan sebelum diterapkan adanya perbaikan [7].

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan *improvement* dengan mencari tahu penyebab yang terjadi di lingkungan produksi. Dalam hal ini, untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan penyebab terjadinya kegagalan dapat dilakukan

dengan penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) [8]. Metode FMEA dapat memudahkan dalam mengidentifikasi masalah serta meminimalkan moda kegagalan dan potensi kesalahan yang terjadi sebelum sampai ke tangan konsumen [9]. Selain itu, dapat memperkecil probabilitas munculnya penyebab *defect* sehingga terjadinya gagal masih dapat dicegah yang nanti dapat dilakukan perbaikan untuk lebih meminimalisir angka kejadian permasalahan tersebut [10].

2. Metode Penelitian

FMEA dilakukan untuk membuat suatu perbaikan terhadap kegagalan yang terjadi pada sistem saat proses produksi berlangsung [11]. Penerapan metode FMEA dilakukan untuk memperbaiki sistem dalam proses produksi agar lebih efektif dan efisien [12]. Pada FMEA dapat dengan mudah menemukan titik risiko apa saja yang mungkin akan terjadi saat proses operasional berlangsung sehingga dapat dilakukan penanganan untuk meminimalkan terjadinya hal yang tidak diinginkan [13].

Upaya untuk melakukan perbaikan pada kerusakan produk dapat dilakukan dengan menggunakan metode FMEA karena mampu mengidentifikasi apa saja yang menjadi penyebab dan akibat timbulnya dari kegagalan tersebut. Peristiwa terjadinya kegagalan pada proses produksi dapat menyebabkan penurunan kualitas produk. Oleh karena itu, dapat dilakukan perbaikan untuk meminimalkan terjadinya risiko kegagalan yang serupa [14].

Permasalahan penurunan kualitas produk dapat terjadi saat proses produksi berlangsung, maka perlu adanya pengendalian terhadap kualitas produk yang diproduksi dengan kesesuaian dari standar perusahaan [15]. Metode FMEA mampu mengendalikan kualitas produk dengan melakukan pengamatan terhadap risiko yang akan terjadi saat memproduksi produk [16]. Selain itu, metode ini dapat melakukan pengujian untuk mengurangi risiko kegagalan yang mungkin sering terjadi [17].

Faktor penting yang harus diperhatikan saat berjalannya proses produksi yaitu bentuk kualitas produk itu sendiri. Setiap perusahaan tentu sangat memperhatikan kualitas produk yang diproduksi untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Salah satu cara yang mampu untuk mengendalikan kualitas produk yaitu FMEA. Metode ini berfokus pada pengidentifikasian banyaknya kegagalan yang terjadi dengan tujuan untuk melakukan perbaikan sistem maupun produk [18].

Kerusakan mesin yang terjadi dapat berpengaruh terhadap kualitas produk yang diproduksi. Metode FMEA tidak hanya mampu dalam penanganan kualitas produk, akan tetapi kerusakan mesin yang terjadi mampu dilakukan pengidentifikasian untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan pada mesin tersebut. Hal ini dapat membantu agar kinerja mesin dapat beroperasi dengan efektif serta memperoleh kualitas produk yang sesuai [19].

Cara untuk menangani terjadinya jumlah kecacatan saat proses produksi yaitu dengan mengidentifikasi potensi kegagalan. Identifikasi potensi kegagalan dapat dilakukan dengan menggunakan metode FMEA. Metode ini dapat membantu dalam pengamatan proses produksi yang sedang berlangsung untuk memantau risiko gagal yang akan terjadi. Hal tersebut dapat membantu menangani adanya kegagalan serius saat kegiatan operasi dilaksanakan [20].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Kegagalan Produksi

Berdasarkan data yang telah didapatkan, dilakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat persentase kegagalan pada setiap produksi yang dilakukan di bulan Februari. Hasil perhitungan telah disusun pada tabel dibawah:

Tabel 2 Data Kegagalan Proses Kemasan Produk XYZ

Proses	Jumlah Produksi	No Urut Produksi	Tidak Memenuhi Syarat		Kemasan Produk (Pcs)	Total Reject (Pcs)	Proporsi Produk Gagal	% Kegagalan
			Bobot Raw Material					
			< 2,6 gr (pcs)	> 3,0 gr (pcs)				
Pengemasan raw material	8.000	I	1200	1300	3700	6200	0,775	77,5
	8.000	II	680	850	1600	3130	0,39125	39,1

3.2 Mode Kegagalan (*Failure Mode*)

Mode potensial kegagalan pada proses pengemasan *raw material* produk XYZ telah tersusun pada tabel berikut :

Tabel 3 Data Mode Kegagalan (*Failure Mode*) pada Produk XYZ

Nama Proses	Mesin	Moda Kegagalan Potensial
Pengemasan raw material	Automatic Filling Rajangan	bobot raw material pada tea bag tidak memenuhi syarat cuttingan seal tidak presisi Bagian seal tidak rapat

3.3 Penyebab Kegagalan dan Efek yang Timbul

Penyebab kegagalan dan efek yang timbul akibat terjadinya kegagalan proses pengemasan produk XYZ telah tersusun pada tabel berikut:

Tabel 4 Data Penyebab dan Efek yang Timbul pada Produk XYZ

Nama Proses	Moda Kegagalan Potensial	Penyebab Terjadinya	Efek yang Timbul
Pengemasan Raw Material		Terdapat material bahan baku yang teksturnya bergerigi dan mengikat material bahan baku lain sehingga saat proses pengisian ditemukan material yang menggumpal	
	bobot raw material pada kemasan tidak memenuhi syarat	Sensitivitas sensor di mesin yang kurang sensitif, sehingga bobot timbang hasil pengisian tidak akurat	
		Material bahan baku yang terlalu halus/ringan sulit turun meskipun sudah dibantu dengan vibrasi mesin, sehingga terdapat bobot yang kurang pada proses pengisian.	Produk yang dihasilkan tidak memenuhi syarat, sehingga terjadinya banyak jumlah kemasan yang direject dan raw material yang harus diproses ulang
		Banyaknya material bahan baku yang berdebu sehingga menyebabkan sensitifitas sensor terganggu, dan banyak yang loss pada proses pengisian	
	cuttingan seal tidak presisi	Sensitivitas sensor mesin yang terganggu yang mengakibatkan saat proses cutting sensor kurang terbaca Setiap kali proses penggantian bahan kemasan harus setting panjang pendek cuttingan berulang Adanya setting perbedaan jarak antar teatag pada mesin sehingga saat proses cutting tidak sesuai (ada yang panjang/pendek)	Harus dilakukan proses ulang dan seal tidak dapat digunakan kembali / dimusnahkan
	Bagian seal tidak tertutup rapat	Bobot teabag terlalu padat sehingga saat proses seal ditemukan bagian seal yang tidak tertutup rapat	seluruh raw material pada teabag akan tumpah (bocor). Jika raw material masih dikatakan layak, maka dapat

Nama Proses	Moda Kegagalan Potensial	Penyebab Terjadinya	Efek yang Timbul
		Terhambat pada jalur seal karena terhalang oleh <i>raw material</i> didalamnya	dilakukan proses kemas ulang. Dan apabila <i>raw material</i> dikatakan rusak maka harus dibuang (tidak dapat diproses ulang).

3.4 Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Menghitung RPN untuk mengukur tingkat risiko dari mode kegagalan serta memperoleh tingkat tertinggi yang menjadi prioritas untuk menentukan mana kah yang perlu dilakukan perbaikan lebih dulu. Cara menghitung RPN dengan menentukan lebih dulu rating *severity*, *occurance*, dan *detection* pada setiap risiko. Nilai RPN dengan angka tertinggi maka dapat dikatakan bahwa risiko gagal perlu dilakukan perbaikan lebih dahulu. Hasil perhitungan RPN pada masing-masing potensi gagal telah disusun pada tabel berikut:

Tabel 5 Tabel Perhitungan RPN

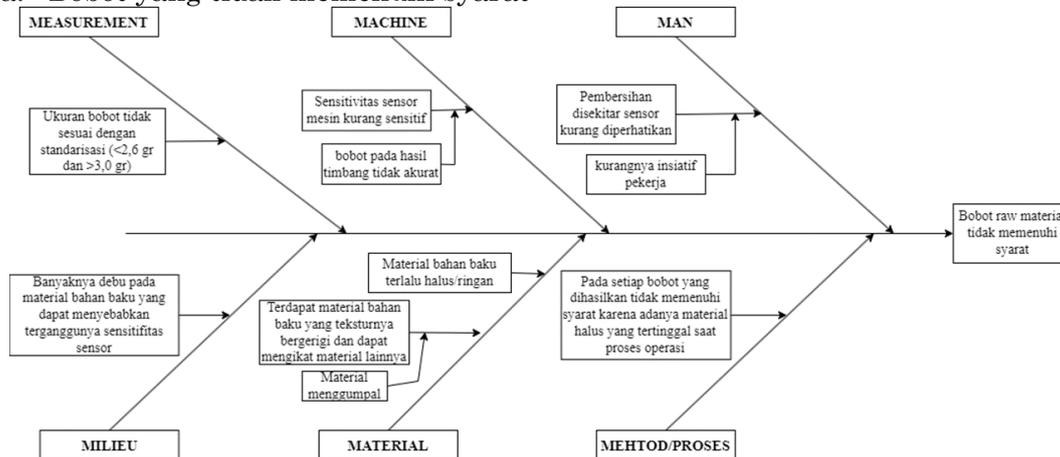
Nama Proses	Moda Kegagalan Potensial	Penyebab Terjadinya	Efek yang Timbul	Risk Value			
				S	O	D	RPN
		Terdapat material bahan baku yang teksturnya bergerigi dan mengikat material bahan baku lain sehingga saat proses pengisian ditemukan material yang menggumpal Sensitivitas sensor di mesin yang kurang sensitif, sehingga bobot timbang hasil pengisian tidak akurat					
Pengemasan <i>raw material</i>	bobot <i>raw material</i> pada kemasan tidak memenuhi syarat	Material bahan baku yang terlalu halus/ringan sulit turun meskipun sudah dibantu dengan vibrasi mesin, sehingga terdapat bobot yang kurang pada proses pengisian.	Produk tidak sesuai dengan persyaratan, sehingga sejumlah besar kemasan harus dibuang.	3	9	3	81
		Banyaknya material bahan baku yang berdebu sehingga menyebabkan sensitifitas sensor terganggu, dan banyak yang loss pada proses pengisian					
	<i>cutting</i> seal tidak presisi	Sensitivitas sensor mesin yang terganggu yang mengakibatkan saat proses cutting sensor kurang terbaca	Harus dilakukan proses ulang dan seal tidak dapat digunakan kembali / dimusnahkan	3	3	9	81

Nama Proses	Moda Kegagalan Potensial	Penyebab Terjadinya	Efek yang Timbul	Risk Value			
				S	O	D	RPN
		Setiap kali proses penggantian bahan kemas harus setting panjang pendek cutting berulang					
		Adanya setting perbedaan jarak antar teatag pada mesin sehingga saat proses cutting tidak sesuai (ada yang panjang/pendek)					
	Bagian seal tidak tertutup rapat	<p>bobot teabag terlalu padat sehingga saat proses seal ditemukan bagian seal yang tidak tertutup rapat</p> <p>Terhambat pada jalur seal karena terhalang oleh <i>raw material</i> didalamnya</p>	seluruh <i>raw material</i> pada teabag akan tumpah (bocor). Jika <i>raw material</i> masih dikatakan layak, maka dapat dilakukan proses kemas ulang. Dan apabila <i>raw material</i> dikatakan rusak maka harus dibuang (tidak dapat diproses ulang).	1	1	9	9

3.5 Identifikasi Cause and Effect Diagram (Fishbone)

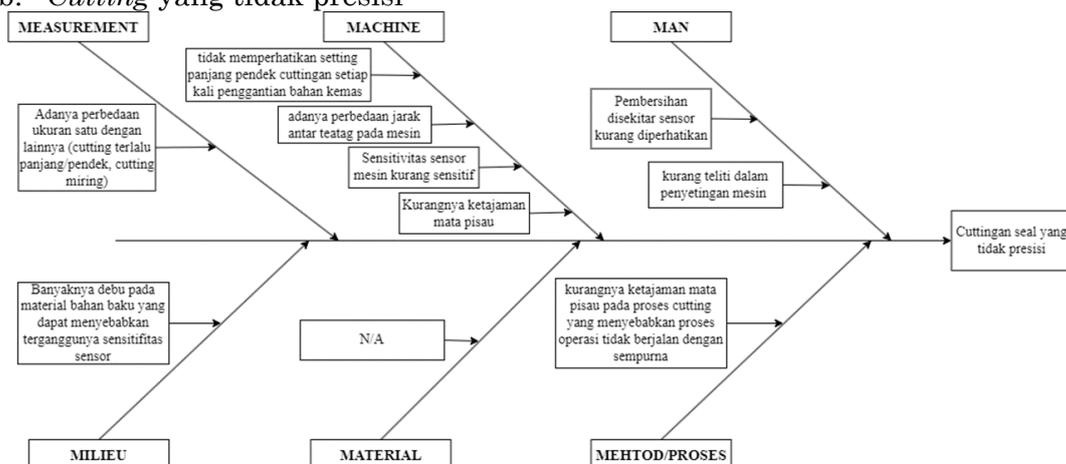
Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara, ditemukan penyebab masalah dan dampak yang akan ditimbulkan. Sebab akibat dari 3 permasalahan tersebut telah dipaparkan dalam bentuk diagram *fishbone* pada gambar dibawah.

a. Bobot yang tidak memenuhi syarat



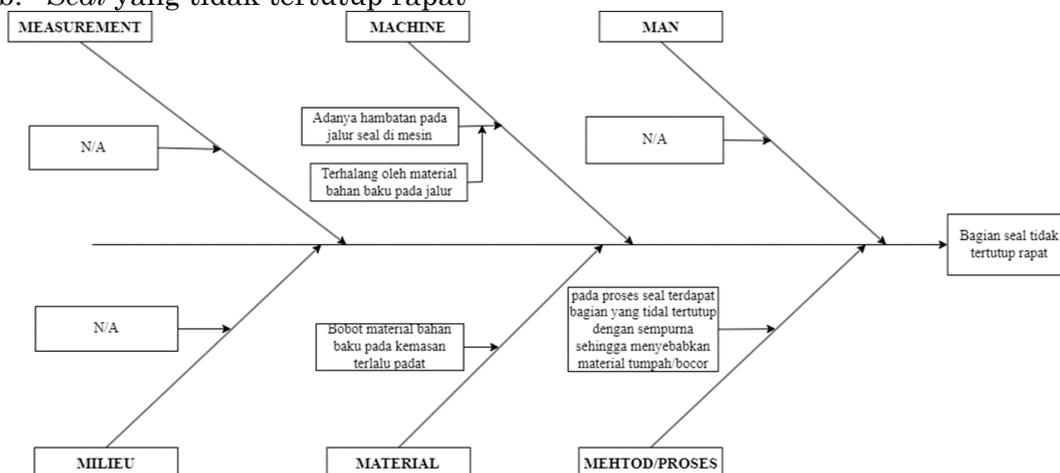
Gambar 1 Diagram Fishbone pada Bobot yang tidak memenuhi syarat

b. *Cutting* yang tidak presisi



Gambar 2 Diagram Fishbone pada *Cutting* yang tidak presisi

b. *Seal* yang tidak tertutup rapat



Gambar 3 Diagram Fishbone pada *Seal* yang tidak tertutup rapat

3.6 Usulan Perbaikan

Hasil RPN menunjukkan bahwa 2 potensi kegagalan yang paling mungkin terjadi adalah adanya ketidaksesuaian bobot material dan hasil pemotongan yang tidak tepat. Dalam hal ini, langkah-langkah perbaikan dapat direncanakan untuk mengurangi risiko cacat dan meningkatkan target kualitas proses. Berdasarkan hasil analisis, langkah-langkah perbaikan ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 6 Hasil Improvement Solution

Moda Kegagalan Potensial	Penyebab Terjadinya	Sebelum Melakukan Perbaikan	Improvement Solution
bobot <i>raw material</i> pada kemasan tidak memenuhi syarat	Terdapat material bahan baku yang teksturnya bergerigi dan mengikat material bahan baku lain sehingga saat proses pengisian ditemukan material yang menggumpal Sensitivitas sensor di mesin yang kurang sensitif, sehingga bobot timbang hasil pengisian tidak akurat	Jarang menerapkan sistem kalibrasi sehingga masih banyak komponen material yang menggumpal berasal dari bahan baku itu sendiri Masi kurang dalam melakukan pembersihan disekitar sensor sehingga masih banyak debu yang menempel disekiatr sensor yang mengakibatkan sensor sulit terbaca	Melakukan penerapan sistem kalibrasi pada proses <i>mixing raw</i> material, untuk melakukan verifikasi terhadap kesesuaian bentuk raw material baik ketebalan maupun tekstur rempah Untuk mengurangi adanya debu yang berlebih saat proses operasi berlangsung, dapat menggunakan instalasi gas koleksi yang dapat membantu dalam menyedot debu di area ruang produksi. Sehingga saat proses pembersihan tidak

Moda Kegagalan Potensial	Penyebab Terjadinya	Sebelum Melakukan Perbaikan	Improvement Solution
			adanya jeda waktu, karena alat ini dapat meminimalisir adanya debu material yang menempel disekitar sensor
	Material bahan baku yang terlalu halus/ringan sulit turun meskipun sudah dibantu dengan vibrasi mesin, sehingga terdapat bobot yang kurang pada proses pengisian.	Masih belum adanya penerapan proses sangrai di perusahaan, sehingga banyak sekali ditemukan material bahan baku yang terlalu halus	Setelah melewati tahap <i>mixing</i> , dapat melakukan sangrai untuk mengurangi adanya partikel kecil yang tertinggal. Proses menyangrai bertujuan untuk mengurangi adanya partikel kecil / material halus, sehingga saat <i>raw material</i> dimasukkan ke mesin operasi, sudah tidak banyak jumlah partikel yang tertinggal.
	Banyaknya material bahan baku yang berdebu sehingga menyebabkan sensitifitas sensor terganggu, dan banyak yang loss pada proses pengisian	Jarang menerapkan pembersihan debu saat proses operasi sehingga masih banyak debu material yang bertebaran	Dapat melakukan pembersihan dengan instalasi gas kolektor untuk meminimalisir penumpukan jumlah partikel yang masuk
	Sensitivitas sensor mesin yang terganggu yang mengakibatkan saat proses cutting sensor kurang terbaca	Masih banyak ditemukan hasil potongan teabag tidak sesuai karena pengaruh sensor yang kurang terbaca	Untuk mengurangi adanya debu yang berlebih saat proses operasi berlangsung, dapat menggunakan instalasi gas koleksi yang dapat membantu dalam menyedot debu di area ruang produksi. Sehingga saat proses pembersihan tidak adanya jeda waktu, karena alat ini dapat meminimalisir adanya debu material yang menempel disekitar sensor
cutting seal tidak presisi	Setiap kali proses penggantian bahan kemas harus setting panjang pendek cutting berulang	Kurangnya dalam memperhatikan setting bahan kemas pada setiap proses penggantian	Perlu dilakukan pengecekan secara lebih teliti pada setiap kali proses pergantian bahan kemas, dan melakukan penyetingan panjang pendek cutting secara berulang
	Adanya setting perbedaan jarak antar teatag pada mesin sehingga saat proses cutting tidak sesuai (ada yang panjang/pendek)	Masih kurang dalam melakukan pengecekan roller teabag, sehingga banyak jarak teatag pada roller mesin yang tidak sesuai dan berpengaruh pada hasil <i>cutting</i> produk	Perlu dilakukan pengecekan secara lebih detail pada penyettingan mesin operasional, dan memastikan pada setiap jarak antar teatag sudah sama (sesuai) sehingga proses cutting dapat menghasilkan output sesuai dengan standarisasi

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan ditemukan permasalahan yang sering muncul pada perusahaan yaitu ditemukan reject dari produk yang diproduksi. Namun, dari 14 produk yang diproduksi terdapat satu diantaranya yang memiliki nilai cacat yang lebih tinggi dibanding yang lainnya. Produk xyz ini termasuk jenis produk yang memiliki jumlah *reject* yang sangat tinggi dan setiap proses produksi pasti ditemukan kecacatan melebihi persentase maksimal yang ditetapkan oleh perusahaan. Dalam hal ini, mahasiswa memutuskan untuk mengangkat permasalahan tersebut untuk dilakukan analisis permasalahan yang nantinya akan memberikan sebuah *improvement solution* guna dapat mengurangi serta menghindari terjadinya risiko kegagalan yang sama seperti sebelumnya.

Pada permasalahan produk xyz setelah dilakukan pengidentifikasi permasalahan, ditemukan adanya 3 jenis moda kegagalan yang sangat sering terjadi yaitu bobot material yang tidak sesuai dengan standarisasi, hasil *cutting* pada kemasan yang tidak presisi, dan bagian seal kemasan tidak tertutup dengan rapat. Berdasarkan 3 jenis moda kegagalan tersebut, dilakukan analisa penyebab dan efek yang ditimbulkan. Setelah itu, akan dilanjutkan dengan menghitung nilai rating RPN, dimana berdasarkan hasil perhitungan terdapat 2 diantara 3 jenis tersebut yang memiliki rating tertinggi. Yang artinya perlu dilakukan pencegahan atau harus adanya perbaikan agar nantinya tidak akan menjadi suatu masalah yang berkelanjutan.

Berdasarkan kedua masalah tersebut, memiliki sumber akibat permasalahan yang serupa yaitu sensor yang kurang sensitif baik itu sensor timbangan maupun sensor *cutting*. Sensor yang tidak sensitif diakibatkan karena banyaknya partikel kecil yang tertinggal bertebaran disekitar sensor sehingga sering munculnya output produk yang tidak sesuai dengan standarisasi. *Improvement solution* dinyatakan bahwa pembersihan harus diperiksa secara teratur dan pengaturan mesin harus dipantau secara hati-hati sesuai dengan standar perusahaan.

Pustaka

- [1] E. Rahayu, "Pengaruh Organizational Citizenship..., Ela Rahayu, Fakultas Ekonomi Dan Bisnis UMP, 2021," pp. 1–10, 2019.
- [2] N. B. Puspitasari and A. Martanto, "ANALISIS KECELAKAAN KERJA DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) Studi Kasus : Automotive Workshop Semarang," *Jur. Tek. Ind. Fak. Teknol. Ind. Univ. Trisakti*, vol. IX, no. 2, pp. 93–98, 2014, [Online]. Available: <http://journal.student.uny.ac.id/ojs/index.php/mekatronika/article/viewFile/13596/pdf%0Ahttps://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/download/14864/14430>.
- [3] A. Khatammi and A. R. Wasiur, "Analisis Kecacatan Produk Pada Hasil Pengelasan Dengan Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode Effect Analysis)," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 2922–2928, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i2.3853.
- [4] E. Krisnaningsih, P. Gautama, and M. F. K. Syams, "Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Metode Fta Dan Fmea," *J. InTent*, vol. 4, no. 1, pp. 41–54, 2021.
- [5] A. wicaksono Wicaksono and F. Yuamita, "Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Untuk Meminimumkan Cacat Kaleng Di PT. Maya Food Industries," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. I, pp. 1–6, 2022, doi: 10.55826/tmit.v1i1.6.
- [6] I. A. Bayu Nirwana, A. W. Rizqi, and M. Jufryanto, "Implementasi Metode Failure Mode Effect and Analisis (FMEA) Pada Siklus Air PLTU," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 110, 2022, doi: 10.24014/jti.v8i2.19369.
- [7] H. Li *et al.*, "Operational Safety Risk Assessment for the Water Channels of the South-to-North Water Diversion Project Based on TODIM-FMEA," *Complexity*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/6691764.
- [8] A. Anastasya and F. Yuamita, "Pengendalian Kualitas Pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan Botol 330 ml Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PDAM Tirta Sembada," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. I, pp. 15–21, 2022, doi: 10.55826/tmit.v1i1.4.
- [9] A. Lestari and N. A. Mahbubah, "Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA Dan FTA di Home - Industri Songkok GSA Lamongan," *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 3, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i3.3254.

- [10] L. Skripsi, R. Agista, T. Industri, and C. Kemasan, *Analisis pengendalian kualitas kemasan karton lipat (kkl) produk x dengan metode dmaic six sigma dan failure mode and effects analysis (fmea) di pt xyz*. 2022.
- [11] F. S. Pratama and S. Suhartini, "Analisis Kecacatan Produk Dengan Metode Seven Tools Dan Fta Dengan Mempertimbangkan Nilai Risiko Dengan Metode Fmea," *J. SENOPATI Sustain. Ergon. Optim. Appl. Ind. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 43–51, 2019, doi: 10.31284/j.senopati.2019.v1i1.534.
- [12] U. Islam, N. S. Ampel, S. Surabaya, and J. Timur, "Pengukuran Risiko Keamanan Aset TI Menggunakan Metode FMEA dan Standar ISO/IEC 27001:2013 Lailatul Munaroh 1 Yusuf Am{Bibliography}rozi 2 Risky Agung Nurdian 3," *TMJ (Technomedia Journal)*, vol. 5, no. 2, 2019.
- [13] S. Andiyanto, A. Sutrisno, and C. Punuhsingon, "Penerapan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Untuk Kuantifikasi Dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste," *J. Online Poros Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 45–57, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/download/14864/14430>.
- [14] N. Ardiansyah and H. C. Wahyuni, "Analisis Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analisis (FTA) Di Exotic UKM Intako," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.)*, vol. 2, no. 2, pp. 58–63, 2018, doi: 10.21070/prozima.v2i2.2200.
- [15] B. Priambodo, E. Nursanti, and D. I. Laksmana, "Analisa Risiko Lift (Elevator) dengan Metode FMEA," *J. Teknol. dan Manaj. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 7–12, 2021.
- [16] R. Indrerespati, J. Haekal, and M. Kholil, "Analisa Risiko Operasional Persediaan Pada Gudang Bahan Baku UKM Makanan Ringan Metode FMEA," *J. Penelit. dan Apl. Sist. Tek. Ind.*, vol. XV, no. 2, pp. 221–229, 2021.
- [17] E. Y. Arifianto and R. N. Briliana, "Identifikasi Penyebab dan Analisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Geomembrane Pabrik Plastik Menggunakan Pendekatan FMEA," *Semin. Nas. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 66–72, 2021, doi: 10.28932/sentekmi2021.v1i1.69.
- [18] A. Ishak, K. Siregar, R. Ginting, and A. Manik, "Implementation Statistical Quality Control (SQC) and Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FMEA): A Systematic Review," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1003, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/1003/1/012098.
- [19] W. Amalia, D. Ramadian, and S. N. Hidayat, "Analisis Kerusakan Mesin Sterilizer Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 369, 2022, doi: 10.24014/jti.v8i2.19179.
- [20] H. Li, Y. Guo, F. Li, Y. Cao, L. Wang, and Y. Ma, "Assessment of operation safety risk for South-to-North Water Diversion Project: a fuzzy VIKOR-FMEA approach," *Water Supply*, vol. 22, no. 4, pp. 3685–3701, 2022, doi: 10.2166/ws.2022.009.