

Shoes Quality Improvement Strategy with Failure Mode and Effect Analysis, Grey Relational Analysis, and Root Cause Analysis Method

[Strategi Peningkatan Kualitas Sepatu dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis*, *Grey Relational Analysis*, dan *Root Cause Analysis*]

Wiwik Widhianingsih¹⁾, Hana Catur Wahyuni ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: hanacatur@umsida.ac.id (wajib email institusi)

Abstract. CV. Surya Mega Yokasa is an industrial company that producing shoes. In the production process, product failures or defects often occur. This reducing the level of productivity of the company resulting in decreased product quality. Analysis of the phenomenon is needed. Analysis of the causes of product failure is using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. Find the highest risk level of product failure using Grey Relational Analysis (GRA) method. Find out the product quality improvement strategy using Root Cause Analysis (RCA) method. The results of this study that the main cause of product failure is a loose sole and torn upper. Each factor has a Grey relationship degree value of 0.33 and 0.39. Proposed improvements to increase the quality of shoes is increasing the skills of workers, doing maintenance of machines, ensuring the quality of raw materials, and improving the quality control system in production process.

Keywords - FMEA; GRA; product failure; product quality; RCA

Abstrak. CV. Surya Mega Yokasa merupakan perusahaan industri yang bergerak pada bidang manufaktur produknya berupa sepatu. Dalam proses produksinya sering mengalami kegagalan produk atau produk cacat. Sehingga menurunkan tingkat produktivitas perusahaan yang diakibatkan kualitas produk menurun. Berdasarkan hal tersebut, dibutuhkan analisis mengenai fenomena yang terjadi. Analisis penyebab kegagalan atau kecacatan produk dilakukan dengan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Untuk mencari tingkat risiko tertinggi kegagalan produk digunakan metode Grey Relational Analysis (GRA). Dan untuk mengetahui strategi peningkatan kualitas produk digunakan metode Root Cause Analysis (RCA). Hasil penelitian ini diketahui bahwa penyebab utama kegagalan produk adalah sol sepatu lepas dan upper sepatu robek. Masing-masing faktor memiliki nilai derajat hubungan Grey sebesar 0.33 dan 0.39. Usulan perbaikan untuk peningkatan kualitas sepatu yaitu meningkatkan skill pekerja, melakukan maintenance mesin produksi, memastikan kualitas bahan baku, dan meningkatkan sistem pengecekan pada setiap proses produksi.

Kata Kunci - FMEA; GRA; kegagalan produk; kualitas produk; RCA

I. PENDAHULUAN

Sepatu merupakan salah satu *fashion* yang berkembang dikalangan masyarakat. Fungsi dari sepatu adalah melindungi kaki manusia dari permukaan tanah yang kasar, kotoran di jalan, benda-benda tajam, dan masih banyak lagi. Pada saat ini tipe sepatu telah mengalami perkembangan pesat. Adapun beberapa tipe di antaranya adalah sepatu *boot*, sepatu *kets*, sepatu *snicker*, sepatu *high heels*. Bagian sepatu terdiri atas *upper* dan *buttom* [1]. Perusahaan harus mampu meningkatkan kualitas produknya agar citra perusahaan sebagai pemasok produk tetap baik di mata konsumen, sehingga kepuasan konsumen terjamin. Persoalan mengenai kualitas produk merupakan tolak ukur sebuah perusahaan dapat berkembang pesat, dalam artian perusahaan yang ingin bertahan di pasaran harus mampu menjaga dan meningkatkan kualitas produknya [2]. Kualitas produk harus terus dijaga dan dipertahankan agar menarik minat pelanggan. Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam menjaga kualitas produk adalah dengan mendisiplinkan karyawan. Karyawan yang disiplin dalam bekerja akan meminimalisir tingkat *human error* yang mengakibatkan produk cacat [3].

CV. Surya Mega Yokasa merupakan perusahaan industri yang bergerak pada bidang manufaktur dengan sistem produksi *make to order*. Produknya berupa sepatu PDL tentara hasil pemesanan dari pihak vendor. CV. Surya Mega Yokasa berkomitmen untuk memberikan produk sepatu yang berkualitas baik, aman, dan nyaman ketika digunakan oleh konsumen. Dalam proses produksi tentunya pihak perusahaan bekerja sebaik mungkin untuk menciptakan produk yang menarik dan inovatif. Namun, pada proses produksi terdapat beberapa hal yang berjalan tidak sesuai dengan rencana atau gagal. Kegagalan produk yaitu sebuah kondisi atau keadaan dimana produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi awal yang telah ditetapkan [4]. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian kegagalan produk dan penjaminan kualitas sebuah produk. Kondisi proses produksi yang gagal dalam pembuatan sepatu di CV. Surya Mega Yokasa ditemukan dengan adanya hasil produk cacat seperti sol sepatu yang tidak sesuai pada proses *cutting*. Dari total sepatu yang telah diproduksi dan tidak lolos *quality control* dijadikan sebagai produk tidak layak jual. Namun, permasalahan lain muncul ketika produk yang telah lolos *quality control* dan telah didistribusikan ke tangan konsumen mengalami kerusakan atau *reject* sehingga terjadi pengembalian produk atau *return* sebanyak 15% dari penjualan di bulan Oktober 2022. Sedangkan standar produk *reject* perusahaan maksimal adalah 5% dari total produksi dengan harapan 0% pengembalian barang (*return*). Dampaknya pada bulan Oktober 2022 perusahaan mengalami kerugian besar dari pengembalian produk sepatu sebanyak 77 pasang dari 510 pasang sepatu yang terjual.

Kecacatan produk (*defect*) menimbulkan pemborosan pada perusahaan. Pemborosan ini muncul dalam segi biaya dan tenaga kerja. Hal ini menyebabkan kinerja bisnis dari perusahaan menurun. Selain itu dampaknya adalah kualitas produk yang dihasilkan menurun dan mengurangi tingkat kepercayaan konsumen. Perusahaan memerlukan pengendalian kualitas dengan mengurangi tingkat kegagalan produk atau produk cacat [5]. Produk dapat dikatakan berkualitas ketika mampu merealisasikan keinginan dan kebutuhan pelanggan. Kepuasan pelanggan merupakan faktor yang menyebabkan suatu produk disebut berkualitas. Sebuah produk harus mampu menarik perhatian pelanggan untuk memutuskan membeli produk tersebut [6].

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui penyebab yang mempengaruhi terjadinya kecacatan produk, mengetahui tingkat risiko tertinggi penyebab kegagalan produk sepatu, mengetahui strategi peningkatan kualitas produk, dan memberikan rekomendasi teknis peningkatan kualitas produk sepatu di CV. Surya Mega Yokasa. Untuk mendapatkan hasil tersebut digunakan perhitungan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Grey Relational Analysis* (GRA), dan *Root Cause Analysis* (RCA). Dimana metode FMEA atau *Failure Mode and Effect Analysis* merupakan metode yang digunakan untuk mendeteksi penyebab kecacatan pada suatu kualitas produk atau layanan [7]. Sedangkan, metode GRA atau *Grey Relational Analysis* konsepnya digunakan untuk menyelidiki penyebab atau faktor-faktor yang mempengaruhi kegunaan sistem serta mendeteksi sebuah faktor masalah, biasanya diterapkan pada analisis prediksi, evaluasi kinerja, dan pengambilan keputusan [8]. Lalu, metode RCA atau *Root Cause Analysis* digunakan untuk mencari akar permasalahan dari suatu sistem yang selanjutnya dijadikan faktor prioritas dalam penyelesaian masalah dengan menghasilkan sebuah rekomendasi kebijakan maupun keputusan [9].

II. METODE

Pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif berdasarkan pengambilan data yang dilakukan dengan cara observasi dengan mengamati sistem dan cara kerja yang diterapkan oleh CV. Surya Mega Yokasa, wawancara kepada narasumber *expert*, dan kuesioner yang disebar kepada responden dari penelitian ini. Sedangkan penyelesaian permasalahan menggunakan metode kuantitatif yaitu penggabungan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Grey Relational Analysis* (GRA), dan *Root Cause Analysis* (RCA).

1. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode yang digunakan sebagai analisis untuk mengukur suatu risiko dan memprioritaskan risiko tertinggi untuk dilakukan perbaikan [10]. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) ini juga merupakan metode yang digunakan untuk mendeteksi penyebab kecacatan pada suatu kualitas produk atau layanan. Adapun tahapan-tahapan dalam menyelesaikan masalah menggunakan FMEA yaitu sebagai berikut [7]:

- a. Mengidentifikasi proses produksi dari sebuah produk.
- b. Mengidentifikasi mode kegagalan yang terjadi pada produk.
- c. Mengidentifikasi akibat yang terjadi karena mode kegagalan yang ada.
- d. Mengidentifikasi akar penyebab sebuah kegagalan yang berujung kecacatan.
- e. Mengidentifikasi mode deteksi pada proses produksi.
- f. Melakukan penilaian untuk mengetahui tingkat keparahan (*severity*), frekuensi (*occurrence*), dan deteksi (*detection*) dalam proses produksi.
- g. Melakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan perkalian dari nilai keparahan (*severity*), frekuensi (*occurrence*), dan deteksi (*detection*).

Tabel 1. Kriteria Penentuan *Severity*

<i>Effect</i>	<i>Severity Effect for FMEA</i>	<i>Ranking</i>
Tidak ada	Tidak memiliki pengaruh	1
Sangat <i>minor</i>	Cacat disadari oleh pelanggan (<25%)	2
<i>Minor</i>	<i>Minor</i> cacat disadari oleh pelanggan (50%)	3
Sangat rendah	Cacat disadari oleh pelanggan (>75%)	4
Rendah	Produk dapat dioperasikan dengan tingkat kinerja yang sedikit berkurang	5
Sedang	Produk dapat dioperasikan tetapi Sebagian <i>item</i> tambahan (fungsi sekunder) tidak dapat berfungsi)	6
Tinggi	Produk dapat dioperasikan dengan tingkat kinerja yang banyak berkurang	7
Sangat tinggi	Produk tidak dapat dioperasikan	8
Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan didahului oleh peringatan	9
Berbahaya tanpa adanya peringatan	Kegagalan tidak didahului dengan peringatan	10

Sumber: [11], [12]

Tabel 2. Kriteria Penentuan *Occurrence*

<i>Probability of Failure</i>	<i>Failure Rates</i>	<i>Ranking</i>
Sangat tinggi	≥ 100 per 1.000	10
	50 per 1.000	9
	20 per 1.000	8
Tinggi	10 per 1.000	7
	5 per 1.000	6
	2 per 1.000	5
Sedang	1 per 1.000	4
	0,5 per 1.000	3
	0,01 per 1.000	2
Rendah		
Sangat Rendah	$\leq 0,01$ per 1.000	1

Sumber: [11], [13]

Tabel 3. Kriteria Penentuan *Detection*

<i>Detection</i>	<i>Severity of Detection by Process</i>	<i>Ranking</i>
Hampir tidak mungkin	Kegagalan tidak mungkin terdeteksi melalui pengecekan	10
Sangat jarang	Pengecekan gagal sehingga tidak mampu mendeteksi kegagalan	9
Jarang	Pengecekan berpeluang sangat kecil bisa mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Pengecekan berpeluang kecil bisa mendeteksi kegagalan	7
Rendah	Pengecekan kemungkinan bisa mendeteksi kegagalan	6
Sedang	Pengecekan berpeluang besar bisa mendeteksi kegagalan	5
Agak tinggi	Pengecekan berpeluang sangat besar bisa mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	3
Sangat tinggi	Pengecekan hampir selalu bisa mendeteksi kegagalan	2
Hampir pasti	Pengecekan selalu bisa mendeteksi kegagalan	1

Sumber: [11], [13]

FMEA sendiri yaitu metode yang digunakan dalam tahap identifikasi tingkat keparahan kegagalan produk atau *severity*, tingkat kejadian terjadinya kegagalan produk atau *occurrence*, dan tingkat deteksi munculnya kegagalan produk atau *detection* [14]. Setelah mendapatkan indikator tersebut dilakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). RPN digunakan untuk mengetahui nilai terbesar yang menyebabkan sebuah produk gagal atau cacat berdasarkan dari penentuan komponen kritis [15].

2. Grey Relational Analysis (GRA)

Grey Relational Analysis (GRA) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mencari solusi dari sebuah permasalahan yang bersifat tidak pasti atau masih menjadi hipotesis. *Grey Relational Analysis* (GRA), berkembang dari konsep matriks *Grey* lalu digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam pengambilan keputusan dengan menyertakan kriteria yang kompleks [16]. Selain itu, metode *Grey Relational Analysis* (GRA)

merupakan metode gabungan antara konsep perhitungan *Grey* dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang konsepnya digunakan untuk menyelidiki penyebab atau faktor-faktor yang mempengaruhi kegunaan sistem serta mendeteksi sebuah faktor masalah, biasanya diterapkan pada evaluasi kinerja, analisis prediksi, dan pengambilan keputusan. Langkah-langkah pengerjaan metode *Grey Relational Analysis* (GRA) adalah sebagai berikut [8]:

- a. Membangun seri perbandingan dengan memasukkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada masing-masing risiko dalam bentuk matriks *Grey* berikut.

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1(1)X_1(2)\dots\dots X_1(k) \\ X_2(1)X_2(2)\dots\dots X_2(k) \\ \vdots \\ X_n(1)X_n(2)\dots\dots X_n(k) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Sumber: [8], [17], [18], [19]

- b. Menetapkan seri standar, yaitu dengan menetapkan nilai terkecil dari risiko sebagai faktor pengurang untuk mendapatkan nilai keputusan yang lebih kecil. Standar yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut:

$$X_0 = [X_0(1) X_0(2) X_0(3)] \quad (2)$$

Sumber: [8], [17], [18], [19]

- c. Mencari perbedaan di antara seri perbandingan dan seri standar, melalui pengurangan nilai seri perbandingan dengan nilai pada seri standar:

$$X = \begin{bmatrix} \Delta_{01}(1)\Delta_{01}(2)\Delta_{01}(3)\dots\dots\Delta_{01}(k) \\ \Delta_{02}(1)\Delta_{02}(2)\Delta_{02}(3)\dots\dots\Delta_{02}(k) \\ \vdots \\ \Delta_{0m}(1)\Delta_{0m}(2)\Delta_{0m}(3)\dots\dots\Delta_{0m}(k) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Dimana $\Delta_{0j}(k) = \| X_0(k) - X_j(k) \|$

Sumber: [8], [17], [18], [19]

- d. Menghitung nilai koefisien relasional *Grey* dengan tahapan:

- Menentukan nilai maksimum dan minimum dari perhitungan rumus pada persamaan ketiga, Δ_{\min} dan Δ_{\max} .
- ζ berupa koefisien pengali yang memengaruhi nilai relatif dari sebuah risiko tanpa mengubah skala prioritasnya. Nilai ζ yang ditentukan adalah 0,5. Berikut merupakan persamaan dalam menghitung koefisiensi relasional *grey*:

$$\gamma(X_0(k), X_1(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{0j}(k) + \zeta \Delta_{\max}}$$

$$\gamma_{0i}(k) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{\min}(k) + \zeta \Delta_{\max}} \quad (4)$$

Dimana, $j = 1, \dots, m$ $k = 1, \dots, n$

Sumber: [8], [17], [18], [19]

- e. Menentukan nilai derajat hubungan *grey*, melalui persamaan berikut:

$$\Gamma(X_i, X_j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(X_i(k), X_j(k))$$

$$\Gamma_{0i}(k) = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 \gamma_{0i}(k) \quad (5)$$

Sumber: [8], [17], [18], [19]

- f. Mengurutkan skala prioritas dari mode kegagalan atau risiko berdasarkan dari nilai derajat hubungan *grey* terkecil hingga terbesar.

3. Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) yaitu sebuah metode yang digunakan sebagai alat identifikasi dan analisis mengenai sebuah kegagalan pada suatu sistem serta memperbaiki kegagalan tersebut. Terdapat langkah-langkah *Root Cause Analysis* (RCA) yang dapat dilakukan, di antaranya mengidentifikasi risiko kejadian, mencari akar permasalahan pada risiko kejadian melalui pertanyaan “mengapa” dan memberikan solusi perbaikan pada risiko kejadian tersebut [8]. *Root Cause analysis* (RCA) merupakan suatu proses dalam pemecahan masalah untuk melakukan pengidentifikasian ke dalam sebuah masalah, baik kekhawatiran atau ketidaksesuaian masalah yang telah ditemukan [20].

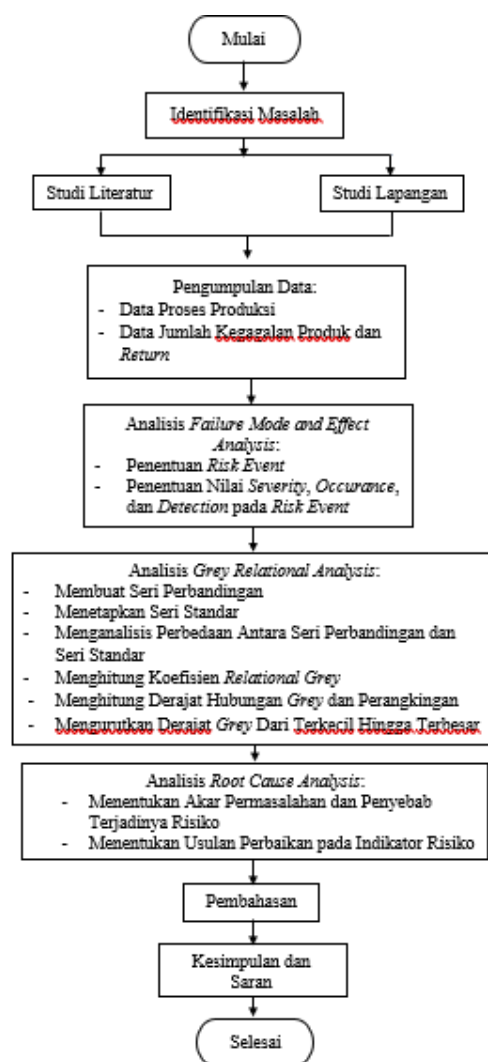
- a. *5-Whys Analysis*

5-whys analysis merupakan salah satu bagian dari metode *Root Cause Analysis* (RCA) yang digunakan sebagai analisis faktor dan penyebab kegagalan pada proses produksi. Penggunaan metode ini sebagai bentuk kemudahan dalam mencari akar penyebab masalah dengan melakukan pertanyaan sebanyak 5 kali pengulangan [21]. Berikut tahapannya:

- Menentukan permasalahan beserta lingkungannya.
- Observasi permasalahan dengan pihak-pihak ahli dalam bidangnya.
- Melakukan observasi langsung pada kondisi lapangan untuk mencari data aktual.

- Melakukan pemberian pertanyaan menggunakan “why” secara berulang-ulang sampai menemukan akar penyebab permasalahan.
 - Mengidentifikasi dan menerapkan solusi dari akar masalah.
 - Melakukan monitor kinerja dari solusi yang ditawarkan.
- b. *Ishikawa* atau *Fishbone Diagram (Cause-Effect Analysis)*
Ishikawa atau lebih sering dikenal dengan diagram *fishbone* digunakan untuk suatu tindakan dan langkah perbaikan dari suatu masalah yang telah diketahui akar penyebabnya. Keunggulan diagram *fishbone* ini daripada *5-whys analysis* adalah mudah dibaca karena diagramnya menyajikan sebab-akibat secara efisien [22]. Berikut ini langkah penyelesaian masalah dengan diagram *fishbone*:
- Menentukan masalah yang akan diinterpretasikan sebagai akibat.
 - Menentukan kategori utama penyebab. Pada industri manufaktur terdapat 5M yaitu *man* (manusia), *methods* (metode), *machine* (mesin), *materials* (bahan baku), *milieu/environment* (lingkungan).
 - Mengidentifikasi penyebab masalah dengan cara brainstorming. Setiap kategori memiliki sebab-sebab yang harus diuraikan.

Berikut diagram alir dari penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Jumlah Kegagalan Produk dan Pengembalian Produk

Diketahui bahwa terjadi peningkatan pada persentase kegagalan produk di CV. Surya Mega Yokasa. Produk yang cacat (*defect*) selama proses produksi akan diproses ulang kembali sebelum didistribusikan ke pelanggan. Sedangkan jika jenis kerusakan yang parah dan tidak bisa diperbaiki maka perusahaan akan membuat kembali sepatu sesuai dengan pesanan.

Tabel 4. Data Kegagalan Produk dan Pengembalian Produk

Bulan	Jumlah Produksi (pcs/pasang)	Jumlah Produk <i>Defect</i> (pcs/pasang)	Persentase Produk <i>Defect</i>	Jumlah Produk <i>Return</i> (pcs/pasang)	Persentase Produk <i>Return</i>
Juni	1008	35	3%	0	0%
Juli	500	31	6%	0	0%
Agustus	1007	119	12%	0	0%
September	504	45	9%	0	0%
Oktober	510	63	12%	77	15%

Pada data tersebut diketahui pada periode bulan Juli hingga Oktober tingkat persentase kegagalan produk melebihi batas toleransi yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 5%. Sedangkan, untuk data produk *return* juga mengalami lonjakan tajam pada periode bulan Oktober dimana persentase pengembalian produk sebesar 15%.

B. Pengolahan Data Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Berikut ini merupakan tahapan pengolahan data menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dimana pada metode ini dilakukan tahapan penentuan *risk event* atau kejadian kegagalan dan penentuan nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) berdasarkan hasil wawancara dan penyebaran kuisioner terhadap responden.

Tabel 5. Mode Kegagalan Produk Sepatu

Proses	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Failure Cause</i>
<i>Cutting</i>	Sepatu tidak simetris	Sepatu tidak nyaman dipakai	Ketidaksesuaian saat pemotongan desain, Mesin tumpul, <i>Human error</i>
	Sol sepatu tidak pas dengan <i>upper</i>	Sepatu tidak dapat dilakukan <i>assembling</i>	Pengukuran yang salah, <i>Human error</i>
Sablon	Warna tidak sama	Sepatu kurang menarik dilihat	Kesalahan dalam menyablon, Warna yang dipakai tidak sama, <i>Human error</i>
Penempelan <i>Accesories</i>	<i>Ring</i> tali sepatu kekecilan	Tali sepatu tidak dapat dipasang	Kesalahan pemilihan ukuran <i>ring</i> , <i>Human error</i>
Penjahitan	<i>Upper</i> sepatu robek	Sepatu tidak dapat dipakai (kerusakan fatal)	Jahit tidak kuat, Bahan baku berkualitas rendah, <i>Human error</i>
	Jahitan tidak rapi	Tampilan sepatu tidak menarik	Kesalahan penjahitan, <i>Human error</i>
	Jahitan miring	Tampilan sepatu tidak menarik	Kesalahan penjahitan, <i>Human error</i>
<i>Assembling</i>	Sepatu berongga	Sepatu akan mudah lepas dari solnya	Saat di mesin <i>press</i> tekanan kurang kuat, Mesin rusak, <i>Human error</i>
	Sol sepatu lepas	Sepatu tidak dapat dipakai (kerusakan fatal)	Pengeleman tidak kuat, <i>Human error</i>
<i>Finishing</i>	Ketidaksesuaian ukuran sepatu	Sepatu tidak pas saat dipakai	Kesalahan penempelan tag ukuran sepatu, <i>Human error</i>
<i>Packing</i>	Dus penyok	Sepatu didalamnya bisa rusak	Penyimpanan yang salah, <i>Human error</i>

Berikut ini data *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang didapatkan dari rata-rata hasil kuisioner dari tiga responden yaitu PPIC, direktur, serta *vendor* dari CV. Surya Mega Yokasa. Hasil perhitungan RPN masing-masing risiko dan perangnya dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*

No.	Mode Kegagalan	S	O	D	RPN	Ranking
1	Sepatu tidak simetris	7	6	5	220	6
2	Sol sepatu tidak pas dengan <i>upper</i>	8	7	5	267	4
3	Warna tidak sama	4	4	6	104	11
4	Ring tali sepatu kekecilan	6	4	6	144	8
5	<i>Upper</i> sepatu robek	8	7	8	450	2
6	Jahitan tidak rapi	4	8	5	147	7
7	Jahitan miring	4	7	5	140	9
8	Sepatu berongga	7	7	7	359	3
9	Sol sepatu lepas	9	9	9	784	1
10	Ketidaksesuaian ukuran sepatu	7	6	5	232	5
11	Dus penyok	3	9	4	108	10

Berdasarkan perhitungan menggunakan FMEA didapatkan hasil *risk priority* tertinggi pada faktor sol sepatu lepas dan *upper* sepatu robek, sedangkan *risk priority* terkecil disebabkan faktor warna tidak sama. Usulan perbaikan pada metode FMEA didasarkan pada nilai RPN tertinggi. Hasil perhitungan RPN dibandingkan dengan perhitungan derajat hubungan *grey* untuk menentukan skala prioritas perbaikan kegagalan produk sepatu di CV. Surya Mega Yokasa.

C. Pengolahan Data Menggunakan Metode Grey Relational Analysis (GRA)

Tahapan pengolahan data menggunakan metode *Grey Relational Analysis* (GRA). Pengolahan data dengan metode ini dilakukan dengan cara membangun seri perbandingan berdasarkan nilai SOD, kemudian dilakukan penetapan seri standar, lalu mencari perbedaan antara seri standar dan seri perbandingan, menghitung nilai koefisien *relational grey*, menetapkan derajat hubungan *grey*, dan terakhir mengurutkan nilai hubungan *grey* dari terkecil hingga terbesar untuk menentukan skala prioritas.

1. Membangun Nilai Seri Perbandingan

Berikut ini nilai seri perbandingan dari penelitian ini yang hasilnya didapatkan berdasarkan akumulasi nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* responden.

$$\text{Risk Event (X)} = \begin{bmatrix} 7 & 6 & 5 \\ 8 & 7 & 5 \\ 4 & 4 & 6 \\ 6 & 4 & 6 \\ 8 & 7 & 8 \\ 4 & 8 & 5 \\ 4 & 7 & 5 \\ 7 & 7 & 7 \\ 9 & 9 & 9 \\ 7 & 6 & 5 \\ 3 & 9 & 4 \end{bmatrix}$$

2. Menetapkan Seri Standar

Berikut ini nilai standar dari penelitian ini didapatkan dari nilai terkecil pada matriks *grey*.

$$X_p \text{ (faktor pengurang)} = [3 \quad 3 \quad 3]$$

3. Menentukan Perbedaan Nilai Antara Seri Standar dan Seri Perbandingan

Contoh perhitungan:

$$\Delta_{01}(S1) = X(S1) - X_p$$

$$\Delta_{01}(S1) = 7 - 3$$

$$\Delta_{01}(S1)= 4$$

Hasil perhitungan:

$\Delta_{01}(S1)= 4$	$\Delta_{01}(O1)= 3$	$\Delta_{01}(D1)= 2$
$\Delta_{02}(S2)= 5$	$\Delta_{02}(O2)= 4$	$\Delta_{02}(D2)= 2$
$\Delta_{03}(S3)= 1$	$\Delta_{03}(O3)= 1$	$\Delta_{03}(D3)= 3$
$\Delta_{04}(S4)= 3$	$\Delta_{04}(O4)= 1$	$\Delta_{04}(D4)= 3$
$\Delta_{05}(S5)= 5$	$\Delta_{05}(O5)= 4$	$\Delta_{05}(D5)= 5$
$\Delta_{06}(S6)= 1$	$\Delta_{06}(O6)= 5$	$\Delta_{06}(D6)= 2$
$\Delta_{07}(S7)= 1$	$\Delta_{07}(O7)= 4$	$\Delta_{07}(D7)= 2$
$\Delta_{08}(S8)= 4$	$\Delta_{08}(O8)= 4$	$\Delta_{08}(D8)= 4$
$\Delta_{09}(S9)= 6$	$\Delta_{09}(O9)= 6$	$\Delta_{09}(D9)= 6$
$\Delta_{10}(S10)= 4$	$\Delta_{10}(O10)= 3$	$\Delta_{10}(D10)= 2$
$\Delta_{11}(S11)= 0$	$\Delta_{11}(O11)= 6$	$\Delta_{11}(D11)= 1$

4. Menghitung Nilai Koefisien *Relational Grey*

Pada tahap ini melakukan perhitungan mencari nilai koefisien *relational grey*. Selain itu, menentukan nilai minimum dan maksimum pada perhitungan tahap ketiga. Diketahui pula bahwa nilai ζ (*rho*) ditentukan sebesar 0,5. $-\zeta$ berupa koefisien pengali yang memengaruhi nilai relatif dari sebuah risiko tanpa mengubah skala prioritasnya.

Tabel 7. Nilai Koefisien *Relational Grey*

No.	γ_k (Sk)	γ_k (Ok)	γ_k (Dk)
1	0.41	0.50	0.60
2	0.38	0.45	0.60
3	0.69	0.75	0.50
4	0.50	0.75	0.50
5	0.39	0.41	0.38
6	0.82	0.38	0.60
7	0.75	0.43	0.60
8	0.41	0.43	0.43
9	0.32	0.32	0.33
10	0.41	0.47	0.60
11	1.00	0.33	0.75

5. Menghitung Derajat Hubungan Grey

Nilai derajat hubungan *Grey* inilah yang akan digunakan sebagai penentuan skala prioritas perbaikan pada *risk event* produk sepatu di CV. Surya Mega Yokasa.

Tabel 8. Nilai Derajat Hubungan Grey

No.	<i>Failure/Risk Event</i>	Γ (k)
1	Sepatu tidak simetris	0.50
2	Sol sepatu tidak pas dengan <i>upper</i>	0.48

3	Warna tidak sama	0.65
4	Ring tali sepatu kekecilan	0.58
5	<i>Upper</i> sepatu robek	0.39
6	Jahitan tidak rapi	0.60
7	Jahitan miring	0.59
8	Sepatu berongga	0.42
9	Sol sepatu lepas	0.33
10	Ketidaksesuaian ukuran sepatu	0.49
11	Dus penyok	0.69

6. Mengurutkan Skala Prioritas Berdasarkan Nilai Derajat Hubungan Grey

Skala prioritas perbaikan pada mode kegagalan berdasarkan dari peringkat nilai derajat hubungan *grey* yang telah diurutkan dari terkecil hingga terbesar.

Tabel 9. Hasil Ranking Derajat Hubungan Grey

No.	<i>Failure/Risk Event</i>	$\Gamma (k)$
9	Sol sepatu lepas	0.33
5	<i>Upper</i> sepatu robek	0.39
8	Sepatu berongga	0.42
2	Sol sepatu tidak pas dengan <i>upper</i>	0.48
10	Ketidaksesuaian ukuran sepatu	0.49
1	Sepatu tidak simetris	0.50
4	Ring tali sepatu kekecilan	0.58
7	Jahitan miring	0.59
6	Jahitan tidak rapi	0.60
3	Warna tidak sama	0.65
11	Dus penyok	0.69

Skala prioritas yang telah diurutkan menunjukkan mode kegagalan yang memiliki nilai derajat hubungan *Grey* terkecil adalah sol sepatu lepas dan yang memiliki nilai derajat hubungan *Grey* terbesar yaitu dus penyok. Berdasarkan perhitungan derajat hubungan *Grey* maka skala prioritas perbaikan penyebab kegagalan produk berdasarkan mode kegagalan yang memiliki nilai derajat hubungan *Grey* terkecil, diambil dua faktor terkecil yaitu sol sepatu lepas dan *upper* sepatu robek untuk dilakukan perbaikan. Berdasarkan perhitungan FMEA dan GRA didapatkan skala prioritas perbaikan yang sama yaitu pada faktor sol sepatu lepas dan *upper* sepatu robek.

D. Analisis Data Menggunakan Metode *Root Cause Analysis* (RCA)

1. 5-Whys Analysis pada Skala Prioritas

Tabel 10. Analisis Akar Permasalahan Menggunakan 5-Whys

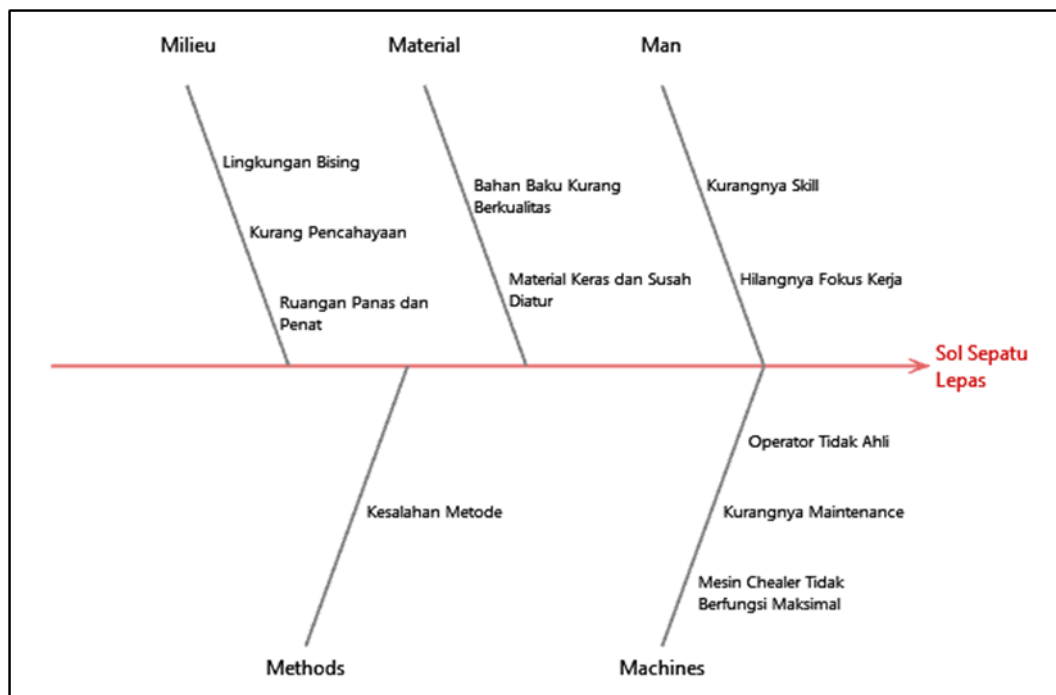
Proses	<i>Failure Mode</i>	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Assembling	Sol sepatu lepas	Kesalahan pada proses uap air	Proses <i>buffing</i> tidak maksimal	Pengeleman yang tidak terlalu kuat	Kurangnya pengecekan	Mesin <i>chealer</i> yang tidak berfungsi maksimal
		Pekerja kurang lihai dalam	Pekerja kurang lihai	Kurangnya <i>skill</i> pekerja	Pekerja lalai dalam pengecekan	Operator salah dalam proses

		melakukan Teknik uap air	melakukan buffing			pengepressan di mesin <i>chealer</i>
		Sulit memasang <i>accu lasting</i>				
Penjahitan	<i>Upper</i> sepatu robek	Penjahitan tidak sesuai	Penjahitan tidak kuat	Bahan baku berkualitas rendah	Kurangnya pengecekan produk	Mesin jahit kurang <i>maintenance</i>
		Kurangnya fokus kerja karyawan	Penjahitan tidak tebal			Menyulitkan proses penjahitan

Berdasarkan analisis 5-Whys tabel 4.7 pada risiko penyebab kegagalan produk sepatu di CV. Surya Mega Yokasa dapat disimpulkan bahwa faktor utama penyebab terjadinya risiko sol sepatu yang lepas karena kesalahan yang dilakukan pekerja, hal ini bisa disebabkan oleh kurangnya *skill* pekerja dan kurangnya fokus dalam bekerja. Selain itu penyebab lain muncul karena berkurangnya performa dari mesin *chealer* yang bisa disebabkan akibat tidak rutinnya *maintenance* mesin. Sedangkan, pada risiko terjadinya *upper* sepatu robek disebabkan oleh tiga faktor yaitu kurangnya keterampilan pekerja dalam menjahit, kurangnya *maintenance* mesin jahit yang menyebabkan kesalahan penjahitan, dan pemilihan bahan baku yang tidak bagus sehingga menyebabkan kain *upper* sepatu mudah rusak dan robek.

2. Analisis Menggunakan *Fishbone Diagram* (Cause-Effect Diagram)

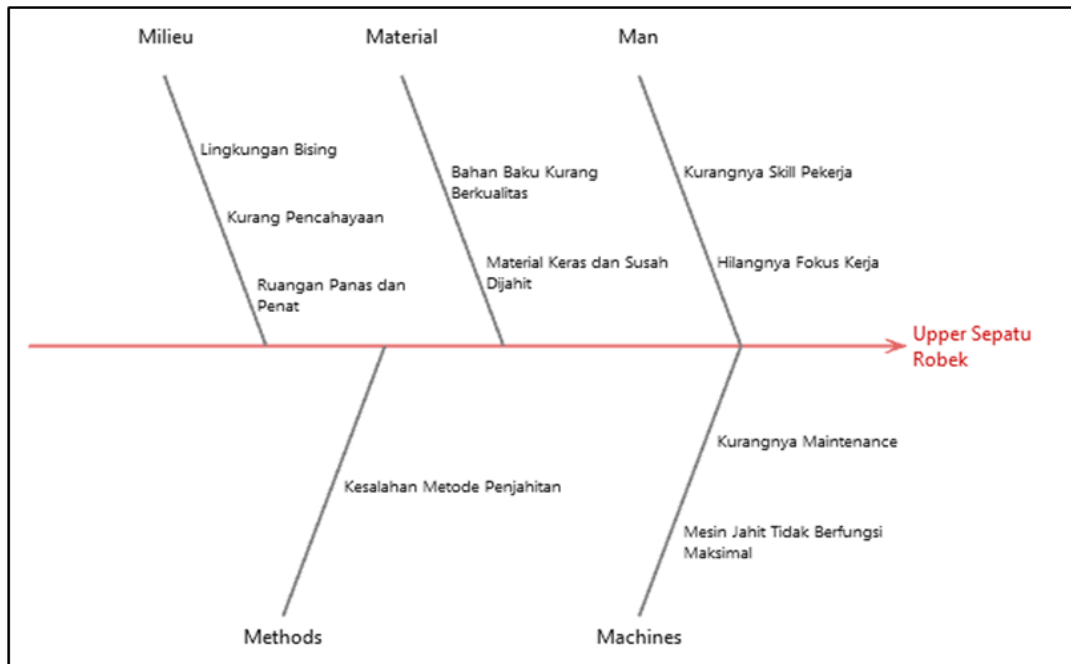
Berikut ini pencarian akar masalah penyebab kegagalan produk sepatu di CV. Surya Mega Yokasa menggunakan teknik *fishbone diagram* pada dua skala prioritas yaitu risiko terjadinya sol sepatu lepas dan *upper* sepatu robek.



Gambar 2. *Fishbone Diagram* Risiko Sol Sepatu Lepas

Analisis akar masalah penyebab kegagalan produk sepatu pada risiko sol sepatu lepas di CV. Surya Mega Yokasa disebabkan oleh lima faktor yaitu *man* (manusia/pekerja), *material* (bahan baku), *milieu* (kondisi lingkungan kerja), *machines* (mesin), *methods* (metode). Pada faktor *man* disebabkan oleh kurangnya *skill* pekerja dan hilangnya fokus kerja. Pada faktor *material* disebabkan oleh bahan baku kurang berkualitas dan material keras dan susah diatur. Pada faktor *milieu* disebabkan karena lingkungan bising, kurangnya pencahayaan, dan ruangan yang panas menyebabkan penat. Pada faktor *methods* disebabkan karena kesalahan metode. Sedangkan pada faktor

machines disebabkan oleh operator kurang ahli, kurangnya *maintenance* mesin, dan fungsi mesin *chealer* yang tidak maksimal.



Gambar 3. Fishbone Diagram Risiko Upper Sepatu Robek

Analisis akar masalah penyebab kegagalan produk sepatu pada *upper* sepatu robek di CV. Surya Mega Yokasa disebabkan oleh lima faktor yaitu *man* (manusia/pekerja), *material* (bahan baku), *milieu* (kondisi lingkungan kerja), *machines* (mesin), *methods* (metode). Pada faktor *man* disebabkan oleh kurangnya *skill* pekerja dan hilangnya fokus kerja. Pada faktor *material* disebabkan oleh bahan baku kurang berkualitas dan material keras dan susah dijahit. Pada faktor *milieu* disebabkan karena lingkungan bising, kurangnya pencahayaan, dan ruangan yang panas menyebabkan penat. Pada faktor *methods* disebabkan karena kesalahan metode penjahitan. Sedangkan pada faktor *machines* disebabkan oleh kurangnya *maintenance* mesin dan fungsi mesin jahit yang tidak maksimal.

IV. SIMPULAN

Penyebab yang mempengaruhi kegagalan produk di CV. Surya Mega Yokasa berdasarkan hasil penelitian ini yaitu adanya faktor sepatu tidak simetris, sol sepatu tidak pas dengan *upper*, warna tidak sama, *ring* tali sepatu kekecilan, *upper* sepatu robek, jahitan tidak rapi, jahitan miring, sepatu berongga, sol sepatu lepas, ketidaksesuaian ukuran sepatu, dan dus penyok. Penyebab yang mempengaruhi kegagalan produk dihasilkan dari penentuan *risk event* yang dilakukan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dengan tingkat risiko tertinggi penyebab kegagalan produk di CV. Surya Mega Yokasa adalah faktor sol sepatu lepas dan *upper* sepatu robek. Risiko tertinggi penyebab kegagalan dihasilkan dari perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) pada metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dimana nilai RPN masing-masing faktor 784 dan 450, dan perhitungan derajat hubungan *Grey* menggunakan metode *Grey Relational Analysis* (GRA) dimana nilai derajat hubungan *Grey* masing-masing sebesar 0.33 dan 0.39. Maka, strategi peningkatan kualitas produk di CV. Surya Mega Yokasa adalah dengan meningkatkan *skill* pekerja dalam memproduksi sepatu, melakukan *maintenance* semua mesin yang digunakan dalam produksi sepatu, memastikan kualitas bahan baku, dan meningkatkan sistem pengecekan (*quality control*) pada setiap proses produksi. Usulan perbaikan kualitas sepatu pada CV. Surya Mega Yokasa diberikan berdasarkan analisis akar permasalahan penyebab kegagalan produk menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan teknik *5-whys* dan *fishbone diagram*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak dapat berjalan dengan baik tanpa bantuan dari seluruh pihak. Oleh sebab itu, ucapan terima kasih diberikan kepada pihak Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan CV. Surya Mega Yokasa sebagai tempat pelaksanaan penelitian.

REFERENSI

- [1] B. J. Hutapea, M. A. Hasmi, A. Karim, and Suginam, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jenis Kulit Terbaik Untuk Pembuatan Sepatu Dengan Menggunakan Metode VIKOR," *J. Ris. Komput.*, vol. 5, no. 1, pp. 6–12, 2018, [Online]. Available: <http://seminar-id.com/prosiding/index.php/sensasi/article/view/111>.
- [2] D. I N. R. Cardia, I W . Santika, N. N. R. Respati, "Pengaruh Kualitas Produk, Harga, dan Promosi Terhadap Loyalitas Pelanggan", *E-Jurnal Manajemen*, vol. 8, no. 11, pp. 6762-6781, 2019, DOI: <https://doi.org/10.24843/EJMUNUD.2019.v08.i11.p19>.
- [3] A. Setiawan and H. C. Wahyuni, "Integrasi Metode SWOT dan AHP Untuk Merumuskan Strategi Pemasaran (Studi Kasus : PT. Rattan Craft Indonesia)," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.)*, vol. 2, no. 1, pp. 12–19, 2018, doi: 10.21070/prozima.v2i1.1298.
- [4] Pawenary, T. Y. M. Zagloel, E. Muslim, "Perancangan Alat Bantu Swing Otomatis untuk Mengurangi Kegagalan Produk pada Industri Bahan Bangunan", *JIMT Jurnal Ilmu Manajemen Terapan*, vol. 1, no. 4, pp. 392-400, 2020, [online]. Available: <https://dinastirev.org/JIMT>.
- [5] F. Hendra and R. Effendi, "Identifikasi Penyebab Potensial Kecacatan Produk dan Dampaknya dengan Menggunakan Pendekatan Failure Mode Effect Analysis (FMEA)," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 1, pp. 17–24, 2018.
- [6] N. Amalia, "Pengaruh Citra Merek, Harga Dan Kualitas Produk Terhadap Keputusan Pembelian (Studi Kasus Pada Konsumen Mie Endess Di Bangkalan)," *J. Stud. Manaj. dan Bisnis*, vol. 6, no. 2, pp. 96–104, 2019, doi: 10.21107/jsmb.v6i2.6688.
- [7] B. Khrisdamara and D. Andesta, "Analisis Penyebab Kerusakan Head Truck-B44 Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus : PT. Bima, Site Pelabuhan Berlian)," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 3, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i3.4255.
- [8] M. Rizki and A. Saputra, "Analisa Risiko Supply Chain Management dengan Metode Grey Failure Mode and Effect Analysis dan Root Cause Analysis di PT Pertamina Fuel Terminal Meulaboh," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2783–2790, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3888.
- [9] A. Paramita, P. Andarwati, and L. Kristiana, "Upaya Kendali Mutu dan Biaya Program Rujuk Balik Menggunakan Pendekatan Root Cause Analysis," *Journal of Health Science and Prevention*, vol. 3, no. 2, pp. 68-78, 2019, DOI: <http://doi.org/10.29080/jhsp.v3i2.214>.
- [10] H. C. Wahyuni, B. I. Putra, P. Handayani, and W. U. Maulidah, "Risk Assessment and Mitigation Strategy in The Halal Food Supply Chain in The Covid-19 Pandemic," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.23917/jiti.v20i1.12973.
- [11] F. D. Institute, "FMEA Handbook (with Robustness Linkages)," *Ford Mot. Co.*, vol. 4, pp. 12–26, 2004.
- [12] I. Masrofah and H. Firdaus, "Analisis Cacat Produk Baju Muslim Di Pd. Yarico Collection Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis," *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 2, no. 2, p. 43, 2018, doi: 10.35194/jmstsi.v2i2.404.
- [13] R. Saputra and D. T. Santoso, "Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik Pada Mesin Cutting Di Pt. Fkp Dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis Dan Diagram Pareto," *Barometer*, vol. 6, no. 1, pp. 322–327, 2021, doi: 10.35261/barometer.v6i1.4516.
- [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] N. M. Hidayatulloh and T. Sukmono, "Penentuan Interval Perawatan Peralatan Instrumentasi Produksi Pada Industri Kertas," *PROZIMA (Product. Optim. Manuf. Syst.)*, vol. 4, no. 1, pp. 23–31, 2020.
- [16] Silvester Rxy Dimas Wibowo, Dwi Marisa Midyanti, and R. Hidayati, "Proses penerimaan pengajar merupakan suatu permasalahan yang dapat diselesaikan menggunakan," vol. 08, no. 01, 2020.
- [17] C. Ünlükal, M. Şenel, and B. Şenel, "Risk Assessment with Failure Mode and Effects Analysis and Grey Relational Analysis Method in Plastic Injection Process," *ITM Web Conf.*, vol. 22, p. 01023, 2018, doi: 10.1051/itmconf/20182201023.
- [18] K. Baynal, T. Sari, and B. Akpınar, "Risk management in automotive manufacturing process based on FMEA and grey relational analysis: A case study," *Adv. Prod. Eng. Manag.*, vol. 13, no. 1, pp. 69–80, 2018, doi: 10.14743/apem2018.1.274.
- [19] P. Yi, Q. Dong, W. Li, and L. Wang, "Measurement of city sustainability based on the grey relational analysis: The case of 15 sub-provincial cities in China," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 73, no. July, p. 103143, 2021, doi: 10.1016/j.scs.2021.103143.
- [20] K. D. Langga, M. Sabri, A. Hamsi, and S. Abda, "Edisi Cetak Jurnal Dinamis , September 2019 (ISSN : 0216-7492) Edisi Cetak Jurnal Dinamis , September 2019 (ISSN : 0216-7492)," no. 3, pp. 55–66, 2019.

- [21] I. Irhami and T. M. A. Pandria, “Analisis Penyebab Low Level Raw Water Menggunakan 5 – Why Analysis dan Fishbone di WTP PT. PLN UPK Nagan Raya,” *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 3, pp. 3414–3420, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i3.4413.
- [22] Y. Hisprastin and I. Musfiroh, “Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai Metode yang Sering Digunakan dalam Manajemen Risiko Mutu di Industri,” *Maj. Farmasetika*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.24198/mfarmasetika.v6i1.27106.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.