

ANALISIS KEGAGALAN MESIN PRODUKSI ROKOK CIGARILLOS DENGAN METODE FMEA

Th. Adi Nugroho^{1*}, Adhi Setya Hutama¹, Perwita Kurniawan¹, Bayu Crina Aji¹, Sinta Nuriyah¹

¹Program Studi Perancangan Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Adisucipto (Mojo) No. 01 Karangasem Laweyan Surakarta, 57145

Korespondensi:

Program Studi Perancangan Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta
alamat email: adi.nugroho@atmi.ac.id

ABSTRAK

Industri Hasil Tembakau menjadi salah satu sektor manufaktur nasional yang strategis, berkontribusi besar dan berdampak luas terhadap pembangunan bangsa. Salah satu industri yang bergerak dibidang pengolahan hasil tembakau adalah PT. XYZ, dengan produknya adalah rokok cigarillos. Mesin produksi pada produk ini terdiri dari *gluing* dan *cutting*. Hasil wawancara yang dilakukan peneliti selama bulan agustus – oktober 2022 ditemukan adanya cacat produk berupa seperti *broken* (873 pcs) dan *wrapper loose* parah (14.521), dengan total prosentase rata rata 30%, melebihi standar yang ditetapkan perusahaan (15%). Hal ini imbas dari kondisi mesin yang tidak terawat (*roll finger* dan *vacuum roll* kotor menyebabkan *wrapper loose*, dan *bunker* yang bermasalah menyebabkan rokok patah). Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan dalam studi ini untuk mengidentifikasi risiko kegagalan, mendapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dan memberikan usulan perbaikan untuk produksi selanjutnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi penyebab kegagalan dan memberikan usulan dari permasalahan tersebut. Studi ini berhasil menemukan penyebab kegagalan produksi yaitu *roller* tidak bersinggungan dengan *belt* (Nilai RPN adalah 45). Rekomendasi yang diberikan kepada perusahaan adalah modifikasi dudukan *roll belt* dengan memperbesar radius atas pada dudukan *belt*.

Kata kunci: industri hasil tembakau, rokok cigarillos, broken, wrapper loose, FMEA

ABSTRACT

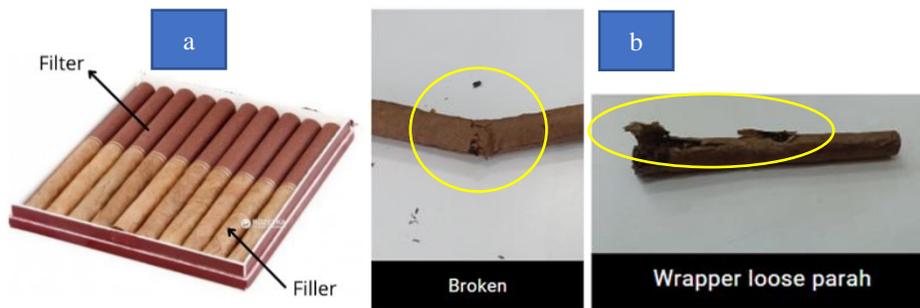
The Tobacco Products Industry is one of the strategic national manufacturing sectors, contributing greatly and having a broad impact on national development. One of the industries engaged in processing tobacco products is PT. XYZ, whose products are cigarillos. The production machine for this product consists of gluing and cutting. The results of interviews conducted by researchers during August – October 2022 found that there were product defects in the form of broken (873 pcs) and badly loose wrappers (14,521), with a total average percentage of 30%, exceeding the standards set by the company (15%). This is the result of the condition of the machine being poorly maintained (dirty roll fingers and vacuum rolls causing the wrapper to come loose, and problematic bunkers causing the cigarette to break). The Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method is used in this study to identify failure risks, obtain Risk Priority Number (RPN) values and provide suggestions for improvements for next production. This study succeeded in finding the cause of production failure, namely the roller did not contact the belt (RPN value was 45). The recommendation given to the company is to modify the roll belt holder by increasing the top radius of the belt holder.

Keywords: the tobacco products industry, cigarillos, broken, wrapper loose, FMEA,

1. PENDAHULUAN

Industri Hasil Tembakau (IHT) menjadi salah satu sektor manufaktur nasional yang strategis, berkontribusi besar dan berdampak luas terhadap aspek sosial, ekonomi, maupun pembangunan bangsa Indonesia [1]. Terbukti dengan data yang didapatkan dari badan kebijakan kementerian kesehatan pada tahun 2021, periode 2011 – 2021 jumlah perokok dewasa meningkat 14,59% atau bertambah 8,8 juta penduduk Indonesia yang merokok [2], sedangkan menurut The Tobacco Control Atlas ASEAN Region 4th Edition, Indonesia merupakan negara dengan jumlah perokok terbanyak di kawasan ASEAN [3]. Data kementerian tahun 2017, jenis rokok yang digemari adalah SKM sebesar 72%, Sigaret Kretek Tangan 20%, dan Sigaret Putih Mesin 5,43% [4]. Laman kementerian kesehatan juga melansir, beberapa alasan rokok digemari masyarakat Indonesia, seperti persepsi rokok dapat menghilangkan stres, efek sosial, jenuh, dan ingin dianggap dewasa [5].

Perusahaan yang bergerak dibidang industri rokok juga mengalami peningkatan. Tahun 2008 terdapat 381 perusahaan rokok kretek, dan 13 perusahaan pembuat rokok putih [6]. Upaya yang dilakukan perusahaan rokok agar tetap bertahan adalah menjaga produktivitas dan kualitas yang dibuat. PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan rokok yang masih bertahan sampai saat ini. Salah satu produk unggulan dari perusahaan ini adalah produk rokok cigarillos. Produk ini digemari oleh anak muda, dikarenakan harga yang terjangkau dan bentuk nya seperti cerutu (Gambar 1.a). Perusahaan memproduksi cigarillos menggunakan mesin produksi yang terdiri dari *gluing* dan *cutting*. Namun, berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan peneliti dengan pihak kepala divisi produksi selama bulan agustus – oktober 2022, diperoleh dua jenis cacat produk. Keduanya adalah *broken* (rokok yang rusak atau patah), dan *wrapper loose parah* (selimut rokok rusak), yang disajikan pada Gambar 1.b. dan Tabel 1.



Gambar 1. Produk Rokok PT. XYZ: (a) Cigarillos; (b) Cacat Produk.

Tabel 1. Data Produk Cacat Bulan Agustus – Oktober

Month	Total Produk Cacat	Jenis Cacat Produk		
		Broken (pcs)	Wrapper Loose parah (pcs)	Prosentase Kerusakan (< 15%)
Agustus	16.825	900	15.925	31%
September	16.228	951	15.277	30%
Oktober	13.128	767	12.361	29%
Rata Rata		873	14.521	30%

Peneliti juga melakukan survei lapangan pada mesin produksi cigarillos, dengan memperhatikan beberapa komponen utama yang menjadi penyebab munculnya dua tipe cacat tersebut. Hasilnya disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan tabel 2. didapatkan beberapa hal yang berakibat pada cacat produk, seperti *roll finger* dan *vacuum roll* yang kotor dapat menyebabkan *wrapper loose parah*, *bunker* yang bermasalah menyebabkan rokok menjadi patah (*broken*). Informasi di lantai produksi menunjukkan bahwa mesin ini jarang dilakukan upaya perawatan oleh operator. Hal ini bertentangan dengan hasil riset yang dilakukan oleh [7], dimana Kegiatan perawatan bertujuan menjaga peralatan produksi agar mampu bekerja sesuai dengan yang ditargetkan atau tidak menurun performanya.

Table 2. Frekuensi Hambatan Mesin produksi Bulan Agustus-Oktober 2022

No	Bulan	Frekuensi Kemunculan				
		<i>Roll Finger</i> Kotor	<i>Vacuum Roll</i> Kotor	<i>Trouble</i> <i>Bunker</i>	Ganti Ring	Ring Tergulung
1	Agustus	766	209	46	37	2
2	September	957	387	24	26	5
3	Oktober	883	293	14	38	16
Rata Rata/Bulan		869	296	28	34	8

Kegiatan perawatan diiringi dengan metode analisis penyebab kegagalan yang baik. Upaya perawatan, pengurangan cacat produk, dan hal hal yang terkait dengan pengendalian kualitas dapat dilakukan dengan penggunaan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). FMEA adalah suatu metode yang digunakan untuk menganalisis mode kegagalan pada suatu sistem [8]. Mode kegagalan adalah kesalahan yang dapat menyebabkan terganggunya beberapa manfaat dan juga fungsi dari suatu proses [9]. Penggunaan FMEA antara lain mampu mengidentifikasi risiko kegagalan yang terjadi dengan cara menganalisa moda kegagalan yang menyebabkan kegagalan proses, mendapatkan risiko kegagalan proses produksi terbesar dalam nilai RPN (*Risk Priority Number*), dan memberikan usulan perbaikan untuk produksi selanjutnya [10]. RPN merupakan produk matematis dari tingkat keparahan (*severity*), frekuensi terjadinya penyebab (*occurrence*) dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan (*detection*) [11]. Hasil dari identifikasi kegagalan dapat menjadi saran serta acuan dalam melakukan perbaikan [12].

Studi ini membahas secara komprehensif upaya peneliti mengidentifikasi dan mendapatkan penyebab kegagalan utama pada proses produksi rokok cigarillos, serta memberikan usulan berupa desain dudukan roll belt pada mesin produksi rokok cigarillos.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian untuk mengetahui penyebab kegagalan produk pada mesin produksi rokok diawali dengan pengambilan data secara tidak langsung atau sering disebut data sekunder. Menurut [13] Data sekunder adalah data yang diperoleh dari seseorang (wawancara), sumber lain yang mendukung alur penelitian, dan penelitian terdahulu yang menunjang. Hasil dari data sekunder berupa data kegagalan produk, dan data frekuensi kerusakan dari mesin produksi rokok. Setelah didapatkan data – data yang dibutuhkan langkah selanjutnya adalah penentuan kegagalan mesin, dengan pembuatan diagram pareto. Diagram pareto merupakan histogram data yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan kejadian [14]. Diagram ini membantu identifikasi secara cepat bagian yang paling membutuhkan perhatian khusus dan cepat. Selanjutnya, setelah didapatkan permasalahan paling dominan, dilakukan identifikasi penyebab permasalahan dari berbagai aspek, seperti manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan [15]. Metode untuk melakukan identifikasi tersebut digunakan diagram sebab – akibat atau sering disebut diagram *fishbone*. Hasil dari pengolahan data dengan menggunakan diagram *fishbone* didapatkan sumber permasalahan. Hasil tersebut dipergunakan untuk dilakukan analisis lanjutan untuk didapatkan saran atau solusi. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk menganalisis tingkat keparahan, frekuensi terjadinya kerusakan, dan kemampuan untuk deteksi kegagalan. Tujuan dari penggunaan FMEA antara lain, mampu eliminiasi kemungkinan kegagalan yang terjadi dimasa mendatang [16], serta dapat menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses yang mengalami kegagalan [17]. Berikut tahapan-tahapan dalam perhitungan metode FMEA:

a. Pengukuran terhadap nilai *severity* (S) / nilai keparahan

Severity (keparahan) adalah penilaian terhadap keparahan dari efek. Semakin tinggi skala maka semakin parah efek yang ditimbulkan. *Severity* dapat digunakan untuk mengidentifikasi dampak potensial terburuk yang diakibatkan, hal ini dapat dinilai dari seberapa besar tingkat keparahannya. Skala yang digunakan mulai dari 1- 5, yang mana semakin tinggi skala maka semakin parah efek yang ditimbulkan [18].

Table 3. Nilai severity

Ranking	Tingkat Severity	Kriteria
5	<i>Emergency</i>	Menyebabkan insiden yang mengakibatkan timbulnya produk <i>reject</i> sangat banyak
4	<i>Critical</i>	Menyebabkan insiden yang mengakibatkan timbulnya produk <i>reject</i> yang banyak
3	<i>Moderate</i>	Menyebabkan insiden yang mengakibatkan timbulnya produk <i>reject</i> yang cukup banyak
2	<i>Minor</i>	Menyebabkan insiden yang mengakibatkan timbulnya produk <i>reject</i> yang masih bisa ditolerir
1	<i>Warning</i>	Menyebabkan insiden yang mengakibatkan timbulnya sedikit produk <i>reject</i>

b. Pengukuran terhadap nilai Occurance (O)

Occurrence (Frekuensi) merupakan seberapa sering kemungkinan penyebab tersebut terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk.

Table 4. Nilai Occurrence

Ranking	Tingkat Occurrence	Possible Failure Rate	Kemungkinan Kegagalan
5	<i>Very High</i>	1:10	Sering gagal
4	<i>High</i>	1:100 - 1:20	Kegagalan berulang
3	<i>Moderate</i>	1:1.000 - 1:800	Jarang terjadi kegagalan
2	<i>Low</i>	1:20.000 - 1:4.000	Kemungkinan kecil terjadi kegagalan
1	<i>Remote</i>	1:1.000.000	Hampir tidak ada kegagalan

c. Pengukuran terhadap nilai *detection* (D)

Detection (deteksi), adalah peringkat numerik dapat ditentukan dari kemampuan bagaimana kegagalan tersebut dapat diketahui sebelum terjadi. Tingkat deteksi juga dapat dipengaruhi dari banyaknya kontrol dan prosedur yang mengatur jalannya sistem penanganan operasional.

Table 5. Nilai Detection

Ranking	Tingkat Deteksi	Kriteria
5	Sangat Sulit	Tidak ada metode untuk menemukan penyebab kegagalan
4	Sulit	Pada saat proses <i>brainstroming</i> terjadi perbedaan persepsi yang mengakibatkan terhambatnya proses menemukan penyebab kegagalan
3	Cukup	Diperlukan <i>brainstroming</i> bersama <i>supervisor</i> untuk menemukan penyebab kegagalan
2	Mudah	Teknisi memerlukan observasi mandiri untuk mencari sebab terjadinya kegagalan
1	Sangat mudah	Teknisi dapat memahami secara langsung sebab terjadinya kegagalan

Setelah menentukan pengukuran terhadap nilai severity, occurrence dan detection, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai RPN dengan rumus sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

Dimana:

S = *Severity*

O = *Opportunity*

D = *Detection*

RPN = Risk Priority Number

Angka dari perhitungan RPN digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang serius sebagai petunjuk ke arah tindakan atau rancangan perbaikan melalui diagram *fishbone*. Diagram *fishbone* adalah suatu diagram yang menunjukkan hubungan sebab-akibat. Metode ini dikembangkan oleh Kaoru Ishikawa yang digunakan untuk menunjukkan factor-faktor penyebab dan karakteristik. Prinsip yang dipakai adalah *brainstorming* atau sumbang saran yaitu teknik untuk memperoleh pendapat yang kreatif secara diskusi bebas [19].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

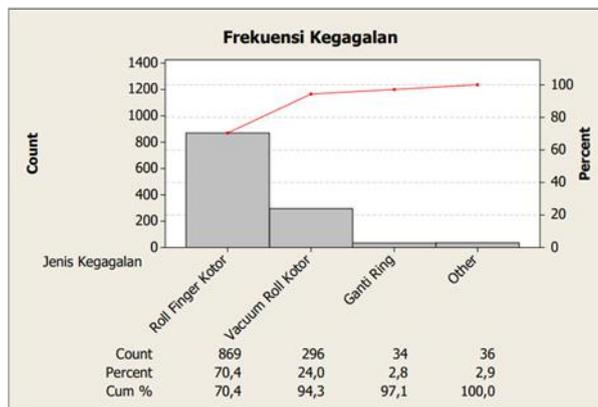
PT. XYZ merupakan produsen rokok di area Jawa Timur, dan salah satu produk yang laris di pasaran adalah rokok cigarillos (gambar 2). Pada proses pembuatan rokok terdapat cacat produk, sehingga perusahaan membutuhkan analisis untuk mengurangi cacat produk tersebut. Pengambilan data diambil dari bulan Agustus sampai dengan bulan Oktober 2022, dan didapatkan cacat produk seperti rokok patah (*broken*), dan *wrapper loose* parah (Tabel.1). Setelah dilakukan wawancara dan penelusuran dari mesin produksi didapatkan cacat produk tersebut disebabkan oleh beberapa hal seperti *roll finger* kotor, *vacuum roll* kotor, trouble bunker, ganti ring, dan ring tergulung (Tabel.2).



Gambar 2. Produk Rokok Cigarillos

3.1 Penentuan Kegagalan Mesin

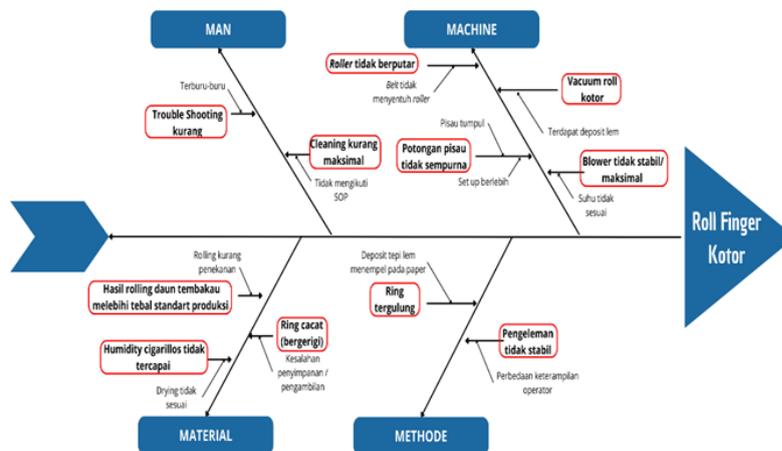
Berdasarkan data terkait dengan frekuensi hambatan atau kegagalan mesin yang berakibat kerusakan produk (Tabel 2), dilakukan analisa awal untuk didapatkan fokus utama permasalahan. Analisa dilakukan dengan pembuatan diagram pareto (Gambar 3). Pada Gambar 3, didapatkan bahwa terdapat 1 jenis kegagalan dengan presentase kumulatif 70% yaitu *roll finger* kotor dengan rata rata frekuensi kegagalan sebanyak 869 kali pada setiap bulan. Maka dari itu kegagalan *roll finger* kotor menjadi jenis kegagalan yang dominan, dan selanjutnya dilakukan analisa dan perbaikan.



Gambar 3 Grafik Pareto tentang Fokus Kegagalan Permesinan

3.2 Identifikasi Penyebab Kegagalan

Setelah didapatkan *Roll finger* kotor sebagai jenis kegagalan paling dominan, dilakukan proses analisa untuk mengidentifikasi penyebab *Roll finger* kotor dengan analisis *fishbone*. Penggunaan diagram *fishbone* untuk menggambarkan faktor-faktor penyebab penurunan produktivitas dan dampak terhadap produktivitas yang disebabkan oleh beberapa factor, seperti *Machine* (mesin/peralatan), *Method* (metode), *Material* (bahan baku), *Man* (operator) dan *Environment* (lingkungan) [20]. Analisis *fishbone* didapatkan dari observasi ke lantai produksi dan melakukan wawancara lanjutan dengan kepala produksi didapatkan grafik *fishbone* yang dipaparkan pada Gambar 4



Gambar 4. Diagram Fishbone

Pada Gambar 4 ditunjukkan beberapa sumber variasi yang dimungkinkan menjadi penyebab terjadinya insiden *roll finger* kotor. Penjelasan tersebut antara lain:

1. Para Proses Permesinan disebabkan oleh *roller* yang tidak berputar, kurangnya perawatan dan berakibat *vacuum roll* kotor, pisau pemotong tidak sempurna, dan *blower* tidak bekerja secara maksimal.
2. Faktor operator yang tidak tuntas ketika melakukan *trouble shooting*
3. Tebal daun tembakau yang tidak homogen, sehingga menyebabkan rolling daun kurang penekanan sehingga hasilnya adalah tebal lembaran melebihi standar yang ditetapkan. Hal lain yang terjadi pada faktor material adalah kelembapan tembakau yang tidak tercapai
4. Terdapat perbedaan metode pengeleman antara operator, dan menyebabkan pengeleman pada rokok tidak stabil.

3.3 Penggunaan Metode FMEA

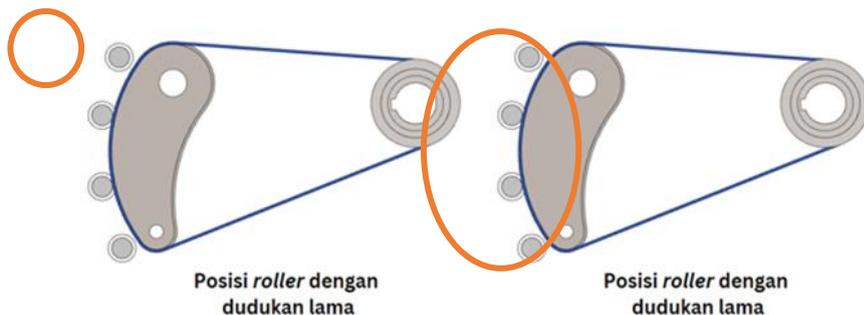
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu kegagalan mesin. Pembuatan tabel FMEA dimulai dari penentuan jenis kegagalan, efek potensi kegagalan, penyebab potensi kegagalan dan proses kontrol [21]. Nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* diperoleh dari hasil diskusi dengan *Supervisor* divisi produksi, Asisten *Supervisor* divisi produksi, dan teknisi *maintenance*. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai RPN yang diperoleh dari hasil perkalian nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. Tabel FMEA dapat dilihat pada Tabel 6.

Table 6. Hasil Pengolahan FMEA

Factors	Potential Failure Mode	Severity	Potential Cause of Failure	Occurrence	Current Controls for Prevention/Detection	Detection	RPN	Rank
Machine	Proses cutting kurang sempurna	4	Set up berlebihan	3	Mengikuti set up sesuai batas marking yang sudah ditetapkan (sesuai <i>One Point Lesson</i>)	3	36	2
		4	Pisau pemotong tumpul	3	Mengontrol hasil cutting ring pada <i>vacuum roll</i> dan mengontrol output <i>cigarillos</i>	3	36	2
	Vacuum roll Kotor	2	Terdapat deposit lem pada <i>shaft</i> penggerak	3	Membersihkan deposit lem pada <i>vacuum roll</i> dan pengecekan secara visual saat produksi	4	24	4
	Roller tidak berputar	5	Roller tidak bersinggungan dengan <i>belt</i>	3	<i>Breakdown maintenance</i> pada tahap pemasangan ring	3	45	1
	Blower tidak bekerja secara maksimal	2	Suhu <i>blower</i> tidak stabil	3	Pengecek suhu dan pengecekan <i>blower out</i> ketika pergantian <i>shift</i>	2	12	7
Man	<i>Trouble shooting</i> kurang maksimal	2	Selang waktu antar kegagalan terlalu singkat	3	Tidak ada	4	24	4
	Keteledoran saat bekerja	1	Mengantuk & kelelahan	3	Mengikuti atau melakukan penyegaran yang sudah dianjurkan perusahaan (senam)	2	6	8
	Proses <i>cleaning</i> tidak efektif	2	Tidak memperhatikan SOP kerja	4	Edukasi dan pendampingan operator	2	16	6
Methode	Hasil pengeleman tidak stabil	3	Proses pengeleman secara manual	4	<i>Sorting</i> input secara manual setelah tahap <i>drying</i>	3	36	3
	Ring tergulung	3	Terdapat sisa lem pada <i>papering</i>	3	Pengecekan secara visual dan <i>cleaning</i> di landasan ring	2	18	5
Material	Hasil rolling daun tembakau melebihi	3	Tekanan saat proses <i>rolling</i> kurang sempurna	3	<i>Sorting</i> output berdasarkan sample QC <i>pass</i> dan pengecekan visual oleh SPV sortasi	3	27	4

Factors	Potential Failure Mode	Severity	Potential Cause of Failure	Occurrence	Current Controls for Prevention/Detection	Detection	RPN	Rank
	tebal standart produksi							
	Humidity tidak memenuhi standar	3	Proses <i>drying</i> tidak maksimal	3	<i>Humidity test</i> dengan sampel 10 pcs / <i>Box</i>	2	18	5
	Ring cacat	2	Kesalahan saat <i>handling paperring</i>	2	Pengecekan secara <i>visual</i>	1	4	9

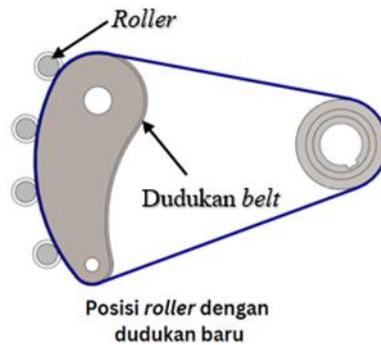
Berdasarkan hasil analisa FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) kegagalan mesin, yang memiliki nilai RPN (*Risk Priority Number*) terbesar yaitu *failure mode roller* tidak berputar dengan penyebab potensi kegagalannya adalah *roller* tidak bersinggungan dengan *belt*. *Failure mode* ini menghasilkan nilai RPN sebesar 45. Detail mode *roller* yang tidak menyentuh pada *belt* berputar, tipe dudukan *belt* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Roller yang tidak Bersentuhan dengan Belt, dan Dudukan Belt yang belum dimodifikasi

3.4 Usulan Perbaikan

Perbaikan *spare part* dilakukan pada dudukan *belt* yang sebelumnya mengakibatkan potensi kegagalan *roller* tidak berputar dengan merubah dimensi radius agar *belt* dan *roller* dapat bersinggungan sehingga semua *roller* dapat berputar sempurna seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Desain Posisi Roller dan Dudukan Belt yang telah di Modifikasi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dengan penggunaan metode pareto, diagram fishbone dan FMEA, didapatkan faktor utama penyebab kegagalan proses produksi rokok cigarillos adalah *Roller* tidak bersinggungan dengan *belt*. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai RPN sebesar 45.

Rekomendasi yang diberikan untuk meminimalisir kegagalan tersebut antara lain, melakukan modifikasi dudukan *roll belt* dengan memperbesar radius atas pada dudukan *belt*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Industri Hasil Tembakau Tercatat Serap 5,98 Juta Tenaga Kerja. <https://kemenperin.go.id/artikel/20475/Industri-Hasil-Tembakau-Tercatat-Serap-5,98-Juta-Tenaga-Kerja> (diakses 20 september 2023)
- [2] Perokok Dewasa di Indonesia Meningkatkan Dalam Sepuluh Tahun Terakhir. <https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/perokok-dewasa-di-indonesia-meningkat-dalam-sepuluh-tahun-terakhir/> (Diakses 20 September 2023)
- [3] Lian, T.Y., and Dorotheo, U. (2018). *The Tobacco Control Atlas ASEAN Region 4th Edition., Southeast Asia Tobacco Control Alliance*
- [4] Kontribusi Besar Industri Hasil Tembakau Bagi Ekonomi Nasional. <https://kemenperin.go.id/artikel/17257/Kontribusi-Besar-Industri-Hasil-Tembakau-Bagi-Ekonomi-Nasional> (Diakses 20 September 2023)
- [5] Apa faktor yang mendorong seseorang merokok ?. <https://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/penyakit-paru-kronik/page/39/apa-faktor-yang-mendorong-seseorang-merokok.>, (Diakses 20 September 2023)
- [6] Pratiwi, G. and Anggraeni, L. (2013). “Analisis Stuktur, Kinerja, Dan Perilaku Industri Rokok Kretek Dan Rokok Putih Di Indonesia Periode 1991-2008”. *Jurnal Agrisbisnis Indonesia*, vol. 1, no 1, pp 59 – 70,
- [7] Reza, D., et al. (2017). “Analisis Kerusakan Mesin Mandrel Tension Rell dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)”. *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan SENASSET*. pp. 190-195.
- [8] Rakesh, R., et al. (2013). “FMEA Analysis for Reducing Breakdowns of a Sub System in the Life Care Product Manufacturing Industry”. *International Journal of Engineering Science and Innovation Technology*. Vol. 2, no. 2, pp 218 - 225
- [9] Paquita E.V. & Laksono P.W. (2022). “Upaya Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode FMEA serta Pendekatan Kaizen di PT. Dan Liris”. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC.*, pp 82 – 89.
- [10] Puspitasari, N. B., & Martanto, A. (2014). “Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Risiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Alat Tenun Mesin (Studi Kasus PT. Asaputex Jaya Tegal)”. *Jurnal Teknik Industri*, vol. 9, no. 2, pp. 93-98,

- [11] Sari, D., P., dkk. (2018). Analisis Penyebab Cacat menggunakan Metode FMEA dan FTA pada Departemen Final Sanding PT Ebako Nusantara. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-9*. pp.125-130.
- [12] Wicaksono, A. And Yuamita, F. (2022). “Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT XYZ”. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*. vol. 1, no. 3, pp. 145–154
- [13] Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan RnD*. Bandung: Alfabeta.
- [14] Evan, J.R. and Lindsay, W.M. (2007). *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement*. McGraw-Hill :New York
- [15] Ariefinsyah, et.al. (2019). “Aplikasi Fishbone Analysis Dalam Meningkatkan Kualitas Selada Pada Cv. Tani Organik Merapi Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta”. *Jurnal Agrista*, vol. 7, no 4, pp 53-62.
- [16] Badariah, N., et.al. (2012). “Analisa Supply Chain Risk Management Berdasarkan Metode Failure Mode Effects Analysis (FMEA)”. *Jurnal Teknik Industri*, vol. 2, no.2, pp 110–118
- [17] Puspitasari, N. B., & Martanto, A. (2014). “Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Risiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Alat Tenun Mesin (Studi Kasus PT. Asaputex Jaya Tegal)”. *Jurnal Teknik Industri*, vol. 9, no. 2, pp. 93-98.
- [18] Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. ASQ Quality Press
- [19] Saputra, R., & Santoso, D. T. (2021). “Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik Pada Mesin *Cutting* Di PT. Fkp Dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis Dan Diagram Pareto”. *Jurnal Barometer*. vol. 6, no. 1, pp 322 – 327.
- [20] Aditya, S., (2017). “Analisis Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Divisi Drawing-Cutting Guna Meminimumkan Six Big Losses PT Alam Lestari Unggul Tangerang”, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- [21] Hutama, A. S., & Zainudin, B. A. (2021). “Analisis Cacat Kempos Pada Produk Cup dengan Metode Failure Modes and Effects Analysis (Studi Kasus di Salah Satu Perusahaan Plastic and Printing di Sidoarjo, Jawa Timur)”. *Industrial Engineering Journal Of The University Of Sarjanawiyata Tamansiswa*. Vol. 5, no.1, pp 58-66