



**ANALISIS PENYEBAB CACAT PRODUK MENGGUNAKAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA)
DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DI PT. X**

Hani Nurhalijah^{1*}, Mukhlisin², dan Siti Rahayu³
Program Studi Teknik Industri, Universitas Pelita Bangsa
Jl. Inspeksi Kalimalang No.9 17530 Kabupaten Bekasi Jawa Barat
**Corresponding author : haninurhalijah01@gmail.com*

ABSTRAK

Dalam dunia industri, kualitas produk menjadi faktor utama untuk menjaga kepuasan pelanggan dan daya saing perusahaan. PT. X, yang bergerak di bidang *deburring* dan *buffing* mengalami peningkatan jumlah cacat produk, khususnya pada produksi part *lever*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab cacat produk dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA), serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk menurunkan tingkat cacat, data dikumpulkan melalui laporan klaim pelanggan, observasi lapangan, dan wawancara. Hasil FMEA menunjukkan bahwa cacat *dent* memiliki *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 270, diikuti cacat gelombang sebesar 264 dan cacat kasar sebesar 100. Analisis FTA mengungkapkan bahwa penyebab utama cacat *dent* berasal dari ketidaksesuaian material, kesalahan metode proses, kurangnya pemahaman operator, dan keterbatasan deteksi kualitas. Penyebab utama cacat gelombang berasal dari permukaan pada roda *buffing* yang tidak rata, operator yang belum paham terkait problem dan *limit sample* belum *update*. Penyebab utama cacat kasar berasal dari metode proses *buffing* yang kurang maksimal dan belum *update limit sample*. Berdasarkan temuan tersebut, usulan perbaikan meliputi pembaruan SOP, pelatihan operator, pembuatan *checksheets* awal kerja khusus roda *buffing*, dan penjadwal *update limit sample*. Penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam mengurangi produk cacat dan meningkatkan kualitas produksi.

Kata kunci: *Produk Defect, FMEA,FTA RPN*

ABSTRACT

In the industrial sector, product quality is a crucial factor in maintaining customer satisfaction and ensuring company competitiveness. PT. X, a company engaged in deburring and buffing processes, has experienced an increase in the number of defective products, particularly in the production of lever parts. This study aims to analyze the causes of product defects using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) methods, and to propose corrective actions to reduce defect rates. Data were collected through customer claim reports, field observations, and interviews. The FMEA

results show that dent defects have the highest Risk Priority Number (RPN) of 270, followed by wave defects with an RPN of 264, and rough defects with an RPN of 100. The FTA analysis reveals that the primary causes of dent defects include non-conforming materials, process method errors, lack of operator understanding, and limited quality detection capabilities. Meanwhile, the main causes of wave defects are uneven surfaces on the buffing wheel, insufficient operator awareness regarding the issue, and outdated limit samples. The main causes of rough defects are suboptimal buffing process methods and the absence of updated limit samples. Based on these findings, proposed improvements include the revision of Standard Operating Procedures (SOP), operator training programs, the development of an initial work checksheet for buffing wheels, and the establishment of a regular schedule for updating limit samples. This research is expected to assist the company in reducing product defects and enhancing overall production quality.

Keywords: product defect, FMEA, FTA, RPN

PENDAHULUAN

PT. X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang *deburring* dan *buffing*. *Deburring* atau baritori adalah proses menghilangkan burry, tepi kasar, tajam, atau sisa material yang tidak diinginkan. Sedangkan proses *buffing* adalah proses *finishing* yang digunakan untuk menghaluskan dan memberikan kilauan pada permukaan material logam, plastik, atau kayu. Untuk menghindari kerusakan yang dapat terjadi dalam suatu proses produksi, perusahaan perlu melakukan pengendalian kualitas produk dengan lebih efektif. Pengendalian kualitas adalah teknik penting yang perlu diterapkan sejak sebelum proses produksi dimulai, selama berlangsungnya proses produksi, hingga produk akhir dihasilkan [1]. Berdasarkan data *claim customer* periode Oktober 2023 – September 2024, terjadi peningkatan yang sangat signifikan hingga mencapai 60% pada bulan Agustus 2024 dan 84% pada bulan September 2024. Untuk mengurangi tingkat kecacatan produk diperusahaan ini, dapat dilakukan dengan pendekatan penilai *rating* pada penyebab mode kegagalan yang terjadi. mengidentifikasi potensi kegagalan, menganalisis risiko beserta dampaknya, serta memprioritaskannya menggunakan angka prioritas risiko yang dikenal sebagai *Risk Priority Number* (RPN) [2]. Analisis ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

FMEA adalah metode terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah berbagai kemungkinan kegagalan [3]. Proses ini membantu dalam menemukan sumber serta akar penyebab masalah kualitas. Mode kegagalan merujuk pada segala bentuk kecacatan atau kegagalan dalam proses produksi, kondisi yang berada diluar batas spesifikasi yang telah ditentukan atau perubahan pada produk yang menyebabkan gangguan pada fungsinya [4]. FTA adalah teknik analisis sederhana yang menggunakan model pohon untuk menggambarkan berbagai kombinasi paralel dari kesalahan yang dapat menyebabkan terjadinya suatu peristiwa yang tidak diinginkan [5]. Guna memberikan rekomendasi perbaikan terkait permasalahan yang diteliti.

METODE PENELITIAN

Dilakukan analisis awal untuk menemukan permasalahan utama yang menjadi fokus penelitian, yaitu cacat produk pada proses baritori dan *buffing* di PT. X. Suatu produk dikatakan bermutu apabila hasil akhirnya telah sesuai dengan standar yang ditetapkan [6]. Dalam analisis ini pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi laporan klaim pelanggan. Berdasarkan data yang diperoleh dilakukan analisis menggunakan *diagram pareto* untuk mengidentifikasi jenis cacat yang paling signifikan dan pendekatan menggunakan metode *failure mode and effect analysis* dan *Fault Tree Analysis*. Pada tahapan pengolahan data FMEA terdapat *severity*, *occurrence*, *detection*, dimana ketiga hal tersebut digunakan dalam rumus perhitungan untuk menentukan nilai RPN.

Severity adalah tahap awal dalam analisis risiko yang bertujuan untuk menilai seberapa besar dampak atau tingkat keparahan suatu kejadian terhadap hasil akhir proses [7]. *Occurance* yaitu merujuk pada kemungkinan terjadinya penyebab kegagalan yang dapat menghasilkan bentuk kegagalan selama masa produksi [8].

Detection merupakan langkah pencegah dalam proses produksi untuk mengurangi resiko kegagalan yang mungkin terjadi selama produksi berlangsung [9]. Nilai RPN diperoleh dengan mengalikan *level severity*, *occurrence*, dan *detection* ($RPN = S \times O \times D$) [10]. Dengan menggunakan hasil dari FMEA selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui akar penyebab kegagalan secara lebih terstruktur. Setelah melakukan analisis FMEA, FTA dan diketahui indikasi cacat masalah pada produk yang diidentifikasi beserta penyebabnya maka dilakukan usulan perbaikan. Pada Tabel 1 menampilkan kriteria *severity* yang berkaitan dengan tingkat keparahan dari suatu kegagalan. Pada Tabel 2 menampilkan kriteria *Occurance* yang berkaitan dengan frekuensi dari suatu kegagalan. Pada Tabel 3 menampilkan kriteria *Detection* yang berkaitan dengan alat deteksi atau pencegahan dari suatu kegagalan.

Tabel 1. *Severity*

Severity	Rating	Keterangan
1	Hampir tidak mungkin	Tidak ada dampak pada produk.
2	Sangat jarang	Komponen masih dapat diproses meskipunefeknya sangat kecil.
3	Jarang	Komponen dapat diproses dengan efek yangminimal.
4	Sangat rendah	Terdapat efek pada komponen, namun tidakmemerlukan perbaikan.
5	Rendah	Efek sedang terjadi pada komponen, dankomponen membutuhkan perbaikan.
6	Sedang	Penurunan kinerja komponen, tetapi masihdapat diproses.
7	Agak tinggi	Kinerja komponen sangat terpengaruh, namunmasih dapat diproses.
8	Tinggi	Komponen tidak dapat diproses untuk produkyang seharusnya, namun masih dapat digunakan untuk produk lain.
9	Sangat tinggi	Komponen memerlukan perbaikan agar dapatdiproses lebih lanjut.
10	Hampir pasti	Komponen tidak dapat diproses untuk tahapselanjutnya.

Tabel 2. *Occurance*

Degree	Berdasarkan Frekuensi Kejadian	Rating
Remote	0-10 per 100	1
Low	11-20 per 100 pcs	2
Low	21-30 per 100 pcs	3
Moderate	31-40 per 100 pcs	4
Moderate	41-50 per 100 pcs	5
Moderate	51-60 per 100 pcs	6
High	61-70 per 100 pcs	7
High	71-80 per 100 pcs	8
Very higt	81-90 per 100 pcs	9
Very higt	91-100 per 100 item	10

Tabel 3. *Detection*

Detection	Keterangan	Rating
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat kontrol yang mampumendeteksi	10
Sangat jarang	Alat kontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan	9
Jarang	Alat kontrol saat ini memiliki keterbatasan dalam mendeteksi bentuk maupun penyebab kegagalan	8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat terbatas	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol dalam mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan berada pada tingkat menengah	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tergolong menengah hingga tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tergolong tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data yang di peroleh pada analisis ini adalah data *claim customer* pada periode Oktober 2023 – September 2024. Seperti pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Jenis *Defect* Periode Oktober 2023-September 2024

Tahun	Bulan	Total check	Jenis defect					Total defect	%ng
			Over	Kurang proses	Gelombang	Kasar	Dent		
2023	Okt	300	0	15	0	0	6	21	7%
	Nov	5,225	1	70	0	15	258	344	7%
	Des	300	0	7	0	0	11	18	6%
2024	Jan	6,420	8	32	702	243	121	1,106	17%
	Feb	3,680	0	78	39	166	102	385	10%
	Mar	4,590	0	132	20	139	247	538	12%
	Apr	3,453	0	18	0	77	109	204	6%
	Mei	5,442	0	40	115	75	87	317	6%
	Jun	5,527	0	96	112	49	148	405	7%
	Jul	5,442	0	40	115	75	87	317	6%
	Ags	502	0	0	0	0	300	300	60%
Sep	534	0	0	0	0	451	451	84%	
Total		41,415	9	528	1,103	839	1,927	4,406	11%

Berdasarkan Tabel 5 terdapat lima jenis cacat produk mulai dari cacat over, kurang proses, gelombang, kasar dan *dent*. Dengan total pengecekan sebesar 41,415 dan total cacat sebesar 4,406. Dapat di hitung bahwa secara total cacat dari masing-masing jenis cacat dan secara akumulasi dapat di lihat pada Tabel 4 dibawah ini.

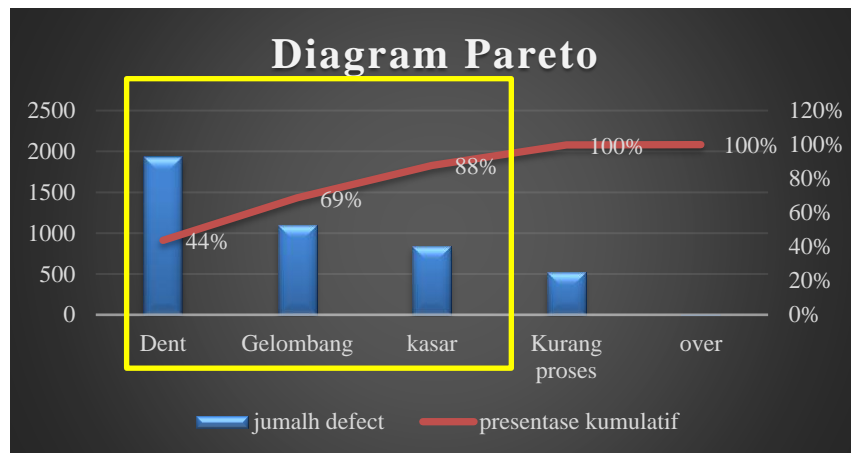
Tabel 5. Akumulasi Jenis Cacat

Jenis Defect	Jumlah Defect	Persentase Defect	Persentase Kumulatif
Dent	1,927	43,7%	44%
Gelombang	1,103	25,0%	69%
Kasar	839	19,0%	88%
Kurang Proses	528	12,0%	100%
Over	9	0,2%	100%
Total	4,406	100%	

Berdasarkan Tabel 5 diatas dapat di gambarkan grafik pareto untuk melihat cacat dominan yang akan diprioritaskan dalam penelitian ini.

A. Diagram Pareto

Diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi atau memilih masalah utama yang diatasi guna meningkatkan kualitas dengan mengurutkan produk cacat dari jumlah terbesar hingga terkecil [11]. Diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Pareto

Berdasarkan diagram pareto diatas menunjukkan persentase kecacatan terbesar adalah cacat *dent* sebesar 44% , lalu cacat gelombang sebesar 69% dan cacat kasar sebesar 88%. Ketiga jenis cacat tersebut yang menjadi prioritas utama dalam penelitian ini.

B. Failure Mode And Effect Analysis

1. Identifikasi Fungsi Pada Proses Prouksi



Gambar 2. Alur Proses Produksi

Berdasarkan Gambar 2 diatas diketahui alur proses produksi yang di mulai dari *incoming material* yaitu kedatangan barang dari *supplier*. Lalu proses baritori yaitu proses menghilangkan tepi-tepi produk yang tajam atau menghilangkan bagian yang tidak di inginkan. Setelah itu diproses *buffing* yaitu proses *finishing* yang memberikan kilauan dan permukaan akhir yang halus. Proses *final inspection* yaitu proses pengecekan sebelum produk di kirim ke *customer* dan terakhir *delivery* yaitu proses pengiriman barang ke *customer*.

2. Identifikasi Potensi Mode Kegagalan

Mengidentifikasi dan mengumpulkan berbagai potensi kegagalan yang mungkin terjadi dalam proses produksi di PT. X. Potensi mode kegagalan dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Potensi Mode Kegagalan Produk

No	Proses	Mode Kegagalan
1	Baritori	<i>Dent</i>
2	<i>Final Inspection</i>	
3	<i>Buffing</i>	Gelombang
		Kasar

Proses baritori, *buffing* dan *final inspection* merupakan tahapan dalam proses produksi yang dapat menyumbang potensi mode kegagalan pada produk.

3. Identifikasi Potensi Efek Kegagalan

Efek yang muncul akibat potensi kegagalan dalam proses produksi. Setiap perubahan pada variabel yang memengaruhi proses dapat mengakibatkan produk yang dihasilkan berada di luar batas spesifikasi. Berikut ini adalah tabel yang menunjukn dampak kegagalan produk dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. *Effect* Dari Kegagalan Produk

No	Proses	Mode Kegagalan	<i>Effect</i> Kegagalan
1	Baritori	<i>Dent</i>	Dapat membuat produk terlihat cacat, sehingga mengurangi kualitas estetika.
2	<i>Final Inspection</i>	Gelombang	Menurunkan nilai estetika produk, terutama jika dibutuhkan permukaan yang rata .
3	<i>Buffing</i>	Kasar	Permukaan produk menjadi tidak halus, sehingga mengurangi kenyamanan saat disentuh.

4. Identifikasi Penyebab Kegagalan

Kegiatan ini bertujuan untuk memahami bagaimana kegagalan pada suatu produk dapat terjadi. Berikut adalah tabel yang membuat penyebab terjadinya cacat pada produk, dapat dilihat pada Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Penyebab Kegagalan Poduk

No	Proses	Mode Kegagalan	Potensi Penyebab Kegagalan
1	Baritori	<i>Dent</i>	Dari blank sudah menyumbang dent
			After proses kikir di tumpuk
			Operator belum paham terkait efek potensi dent
2	<i>Final Inspection</i>	Gelombang	Operator QC tidak dapat mendeteksi dikarnakan samar
3	<i>Buffing</i>		Area permukaan roda buffing tidak rata (potensi gelombang)
			Qc belum paham terkait <i>problem</i>
		Belum di <i>update limit</i> samplanya	
		Kasar	proses <i>buffing</i> kurang ditekan
			Belum di <i>update limit</i> samplanya

5. Identifikasi Mode Deteksi Kegagalan

Pengenalan mode deteksi kegagalan bertujuan untuk memahami berbagai upaya yang telah dilakukan perusahaan dalam mencegah, mengurangi dan mendeteksi terjadinya potensi kegagalan pada produk. Berikut adalah tabel yang menunjukkan mode deteksi pada produk, dapat di lihat pada Tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Mode Deteksi Pada Produk

No	Proses	Mode Kegagalan	Pengendalian
1	<i>Baritori</i>	<i>Dent</i>	Cek sampling memastikan tidak ada dent
			after kikir tidak boleh ditumpuk
			Sosialisasi & pelatihan berkala untuk operator
2	<i>Final Inspection</i>	Gelombang	pembaruan SOP inspeksi, yang lebih rinci.
3	<i>Buffing</i>		pengecekan kondisi permukaan roda <i>buffing</i> sebelum digunakan.
			Pelatihan tambahan untuk QC terkait identifikasi masalah
		Update rutin standar limit sampel, sosialisasi perubahan ke seluruh tim terkait.	
		Kasar	Sosialisasi ulang metode proses <i>buffing</i>
			Update rutin standar <i>limit sampel</i> , sosialisasi perubahan ke seluruh tim terkait.

6. Penentuan Nilai *Severity*, *Occurance*, *Detection* dan Perhitungan Nilai RPN

Tabel 10. Nilai *Severity*, *Occurance*, *Detection* Dan Perhitungan

No	Proses	Mode Kegagalan	Efek Potensial Kegagalan	S	Potensi Penyebab Kegagalan	O	Pengendalian	D	RPN
1	Baritori dan <i>Final Inspection</i>	Dent	Dapat membuat produk terlihat cacat, sehingga mengurangi kualitas estetika.	5	Dari blank sudah menyumbang dent	2	memastikan dent tidak terkirim ke next proses, after kikir tidak ditumpuk, pelatihan berkala untuk operato & pembaruan sop inspeksi lebih rinci	3	270
					after proses kikir di tumpuk	5			
					Operator belum paham terkait efek potensi dent	6			
					Operator qc tidak mendeteksi dikarnakan samar	5			
2	<i>Buffing</i> dan <i>Final Inspection</i>	Gelombang	Menurunkan nilai estetika produk, terutama jika dibutuhkan permukaan yang halus.	6	Area permukaan roda buffing tidak rata (potensi gelombang saat buffing area permukaan)	3	pengecekan kondisi permukaan sebelum digunakan, sosialisasi dan update rutin standar limit sample	4	264
					Qc belum paham terkait problem	6			
					Belum di upadate limit sampelnya	2			
3	<i>Buffing</i>	Kasar	Permukaan produk menjadi tidak halus, sehingga mengurangi kenyamanan saat disentuh.	5	proses buffing kurang ditekan	2	sosialisasi ulang prises buffing dan update limit sample	5	100
					Belum di upadate limit sampelnya	2			

Penilaian tingkat keparahan (*Severity*) berdasarkan data diatas pada proses baritori terdapat mode kegagalan dent dengan nilai *severity* 5 karna dampaknya masih termasuk kategori rendah terhadap kualitas dan mode kegagalan pada proses *buffing* yaitu gelombang dengan nilai *severity* 6 karena dampaknya relatif sedang, sedangkan kasar dengan nilai *severity* 5 yang masih tergolong rendah.

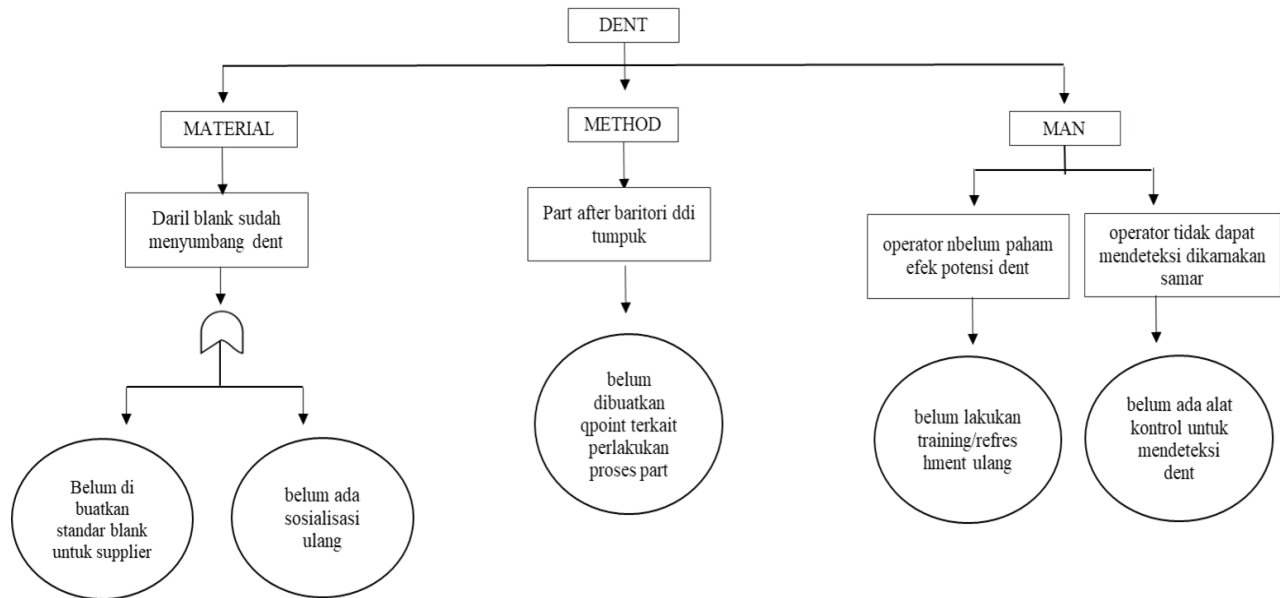
Penilaian *occurance* dilakukan berdasarkan frekuensi terjadinya kegagalan. Pada mode kegagalan dent nilai *occurance* tertinggi yaitu 6 yang dinyatakan kegagalan tersebut termasuk kategori sedang, mode kegagalan gelombang dengan nilai tertinggi yaitu 6 dan kasar dengan nilai tertinggi 2 yang memungkinkan kemungkinan terjadinya kegagalan sangat rendah/jarang.

Penilaian *Detection* didasarkan pada sejauh mana alat kontrol mampu mengidentifikasi bentuk serta penyebab kegagalan. Nilai proses mode kegagalan dent adalah 3 yang menunjukkan alat kontrol tersebut cukup tinggi. Nilai proses mode kegagalan gelombang dan kasar yaitu 4 yang menunjukkan kemampuan alat kontrolnya tergolong menengah hingga tinggi.

Dari tabel di atas diketahui bahwa nilai RPN tertinggi adalah cacat dent dengan nilai 525. Cacat gelombang dengan nilai RPN 264 dan cacat kasar dengan nilai RPN 100. Selanjutnya akan dianalisis menggunakan FTA.

C. Fault Tree Analysis dan Usulan Perbaikan

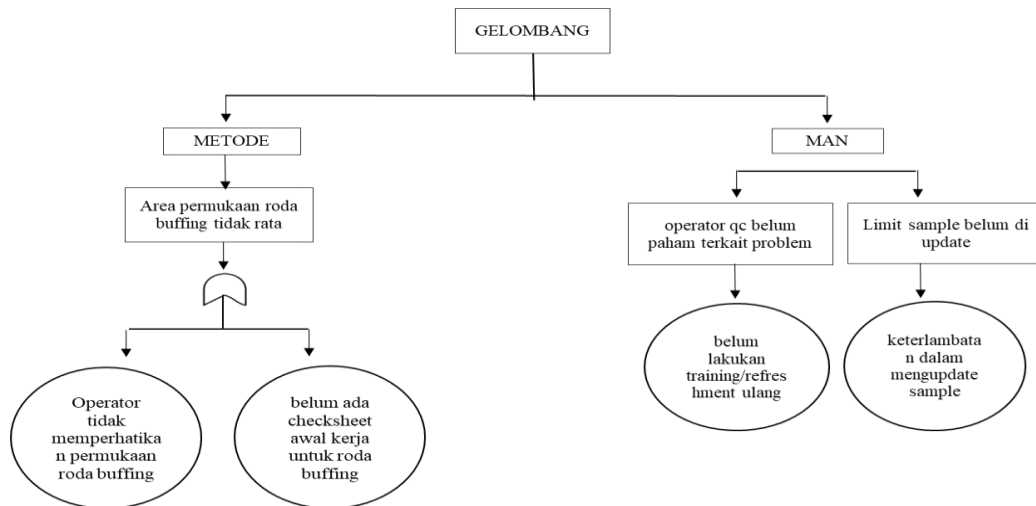
1. Fault Tree Analysis Dent



Gambar 3. FTA Cacat Dent

Berdasarkan gambar di atas terdapat empat faktor utama yang menyebabkan cacat *dent*. Faktor material, material yang tidak standar dari supplier, sehingga perlu di buat standar blank/material untuk *supplier* agar menjadi acuan. Faktor kedua metode proses after baritori ditumpuk sehingga perlu dibuatkan aturan/standar penempatan produk after proses baritori tidak boleh ditumpuk. Faktor ketiga adalah manusia, operator belum paham terkait problem *dent* sehingga perlunya di lakukan sosialisasi dan operator yang melakukan pengecekan kesulitan untuk mendeteksi dent dikarnakan sangatlah samar sehingga perlu adanya penambahan proses spon manual untuk mendeteksi cacat *dent*.

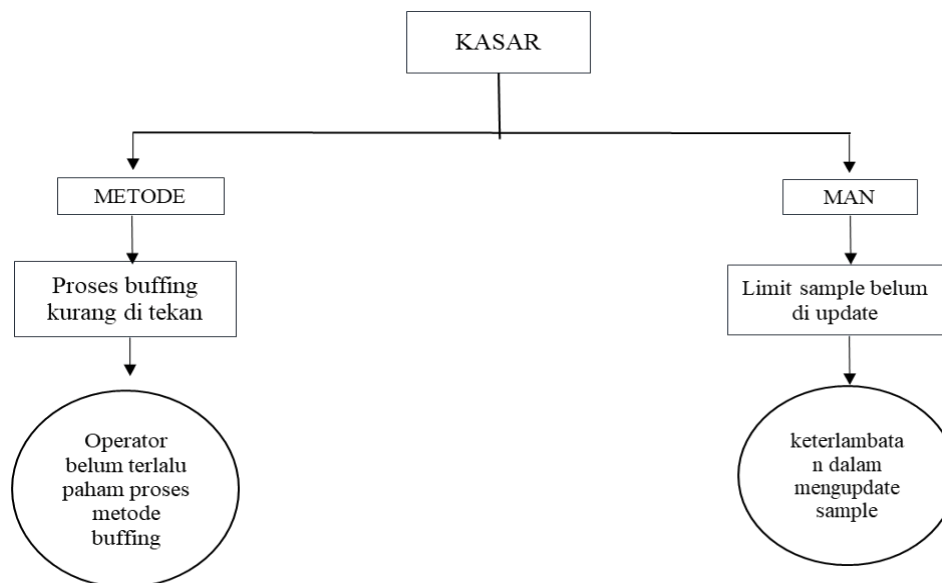
2. Fault Tree Analysis Gelombang



Gambar 4. FTA Cacat Gelombang

Berdasarkan gambar diatas disebabkan oleh dua faktor utama. Pertama adalah faktor metode, dimana area permukaan roda buffing tidak rata sehingga dapat menimbulkan visual gelombang oleh karna itu perlu dibuatkan checklist awal kerja khusus roda buffing. Faktor kedua adalah manusia, operator quality control belum paham terkait problem gelombang maka perlu adanya sosialisasi ke operator dan faktor limit sample belum terupdate dikarenakan pic terlambat dalam mengupdate limit sample oleh karena itu dibuatkan jadwal rutin khusus untuk update limit sample.

3. Fault Tree Analisisi Kasar



Gambar 5. FTA Cacat Kasar

Berdasarkan gambar diatas disebabkan oleh dua faktor utama. Faktor yang pertama adalah metode, proses *buffing* kurang maksimal atau kurang terkan sehingga menyebabkan permukaan menjadi kasar maka perlu di training ulang atau di evaluasi lagi metode proses *buffing*nya. Fakor yang kedua adalah manusia, keterlambatan dalam mengupdate *limit sample* hal ini perlu di evaluasi peyebab keterlambatannya dan dibuatkan jadwal rutin khusus untuk *update limit sample* serta di monitoring.

KESIMPULAN

Analisis data menunjukkan bahwa cacat produk pada part *lever* disebabkan oleh empat faktor utama: material, metode, dan manusia. Cacat paling dominan adalah *dent* (44%), gelombang (69%), dan kasar (88%). Berdasarkan FMEA, *dent* memiliki nilai RPN tertinggi (270), di ikuti gelombang (264), dan kasar (100), sehingga menjadi prioritas utama perbaikan kualitas.

Penyebab *dent* meliputi ketidak sesuaian material, penumpukan produk setelah proses baritori, serta kurangnya pemahaman SOP. Gelombang disebabkan oleh permukaan roda *buffing* yang tidak rata dan kurangnya pemahaman operator serta update limit sample. Cacat kasar terjadi akibat proses *buffing* yang kurang optimal dan limit sample yang belum diperbarui.

Perlu dilakukan pelatihan dan sosialisasi bagi operator dan QC terkait pengendalian kualitas serta identifikasi potensi cacat. Selain itu, SOP harus diperbarui sesuai kondisi aktual, di sediakan checksheet kerja roda *buffing*, serta di jadwalkan *update limit sample* secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Susetyo, M. Yusuf, and J. Geriot, “Pengendalian Kualitas Produk Gula Dengan Metode Statistical Processing Control (SPC) Dan Failure Mode and Efect Analysis (FMEA),” *J. Teknol.*, vol. 13, no. 2, pp. 127–135, 2020.
- [2] Mochammad Fathan Yuda Haryono and Sumiati Sumiati, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Paving Block Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) Dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Di PT. Duta Beton Mandiri, Pasuruan,” *J. Penelit. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 2, no. 3, pp. 45–65, 2023, doi: 10.55606/juprit.v2i3.1992.
- [3] A. Dewangga and S. Suseno, “Analisa Pengendalian Kualitas Produksi Plywood Menggunakan Metode Seven Tools, Failure Mode And Effect Analysis (FMEA), Dan TRIZ,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. 3, pp. 243–253, 2022, doi: 10.55826/tmit.v1iiii.42.
- [4] R. Fitriana and I. P. Sari, “Peningkatan Kualitas Proses Produksi Tahu Menggunakan Metode Fmea Dan Fta (Studi Kasus: Pabrik Tahu Dn),” *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 33, no. 3, pp. 277–289, 2023, doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2023.33.3.277.
- [5] A. R. Julianto *et al.*, “Jurnal Industrikrisna Menurunkan Reject Berlubang pada Nyy Cable Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) DI PT . KABELINDO,” vol. 13, no. 2, pp. 41–50, 2024.
- [6] D. retno purwani . Setyaningrum and dr. cand. Y. R. ratnaningsih ds., s.e., M.sc., “manajemen mutu.”
- [7] J. Koesriansyah, A. Azis, and Y. Widharto, “Analisis Kapabilitas Proses Penyaluran Produk Biosolar dengan Metode Statistical Process Control pada PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang”.
- [8] M. F. Prayogi, D. P. Sari, and A. Arvianto, “Analisis Penyebab Cacat Produk Furniture

- Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Dan Fault Tree Analysis (Fta) (Studi Kasus Pada Pt. Ebako Nusantara),” *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 11, no. 3, pp. 302–309, 2023.
- [9] M. chabibi Aziz and D. Andesta, “Usulan Perbaikan Kualitas Pada Tangki Air Menggunakan Metode Fmea Dan Fta,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 32–39, 2022, doi: 10.33884/jrsi.v7i2.5496.
- [10] M. Naufal, A. Putra, and M. Darul, “Analisis Risiko Kegagalan Alat Container Crane Di Perusahaan Jasa Petikemas Menggunakan Metode FMEA Dan FTA,” *Conf. Saf. ...*, no. 2581, pp. 434–440, 2023, [Online]. Available: <https://journal.ppns.ac.id/index.php/seminarK3PPNS/article/view/1797%0Ahttps://journal.ppns.ac.id/index.php/seminarK3PPNS/article/download/1797/1451>
- [11] Syarifah Nazia, Safrizal, and Muhammad Fuad, “Peranan Statistical Quality Control (Sqc) Dalam Pengendalian Kualitas: Studi Literatur,” *J. Mhs. Akunt. Samudra*, vol. 4, no. 3, pp. 125–138, 2023, doi: 10.33059/jmas.v4i3.8079.