

ANALISIS FAKTOR PRODUK *REJECT* PADA *POLYESTER FILMS* TIPE X2RY-31 DENGAN METODE FTA, FMEA DAN ANP DI PT. XYZ

Agus Taufik¹

¹Dosen Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pamulang
Agustaufik.wahab@yahoo.com

ABSTRAK

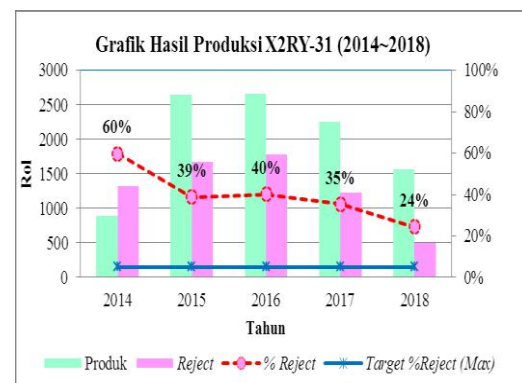
Perusahaan manufaktur merupakan suatu perusahaan yang menerapkan mesin, peralatan dan tenaga kerja untuk mengolah bahan mentah menjadi barang jadi yang layak dijual, Sehingga produk yang dihasilkan harus memenuhi standar yang telah ditetapkan dan dapat diterima oleh konsumen. PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi lembaran plastik film dengan bahan baku utama PET (Polyethylene Terephthalate) yang dijual dalam bentuk gulungan. Pada lima tahun terakhir prosentase product reject melebihi target, sehingga produktifitas menurun. Oleh karena itu penelitian ini menganalisis faktor produk reject pada polyester films tipe X2RY-31 dengan metode FTA, FMEA dan ANP di PT. XYZ. Hasil analisa FTA menghasilkan 42 akar penyebab dari 15 jenis cacat penyebab produk reject. Berdasarkan hasil analisa FMEA diperoleh 8 RPN dengan resiko kritis (skala sangat tinggi dan tinggi), yaitu: Hajiki dengan RPN 576, Profile dengan RPN 432, Sukafumark dan CCD defect dengan RPN 392, Star dengan RPN 343, FD Tensha dan Pimple dengan RPN 210 dan Wanda dengan RPN 168. Metode ANP mengukur hubungan ketergantungan antara penyebab dengan kontrol saat ini dari FMEA, dalam bentuk bobot nilai supermatriks dan menghasilkan nilai RPE dengan 6 (enam) skala prioritas resiko, yaitu Hajiki dengan RPE 0,88, Profile, Sukafumark dan CCD Defect dengan masing-masing RPE 0,67, Star dengan RPE 0,58, FD tensha dengan RPE 0,38, Pimple dengan RPE 0,36 dan Wanda dengan RPE 0,29. Nilai RPE tersebut sebagai urutan rekomendasi tindakan perbaikan.

Kata Kunci: *Rejct*, Perbaikan Kualitas, FTA, FMEA, ANP, RPN, RPE

I. PENDAHULUAN

Perusahaan manufaktur merupakan suatu perusahaan yang menerapkan mesin, peralatan dan tenaga kerja untuk mengolah bahan mentah menjadi barang jadi yang layak dijual, Sehingga produk yang dihasilkan harus bisa memenuhi standar yang telah ditetapkan dan dapat diterima oleh customer. PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi lembaran plastik film dengan bahan baku utama PET, yang dijual dalam bentuk gulungan. Hasil produksi sebelumnya menunjukkan perusahaan telah melakukan perbaikan dalam menurunkan prosentase *reject*,

namun masih belum mencapai target yang diinginkan. Lebih jelasnya seperti yang terlihat pada **Gambar 1** berikut:



(Sumber: PT. XYZ, 2019)

Gambar 1 Hasil Produksi 2014~2018

Oleh karena itu diperlukan suatu tindakan untuk dapat mengurangi produk *reject* tersebut dengan cara mengalisa dan menentukan tindakan yang tepat.

Salah satu metode analisis alternatif adalah dengan menggunakan metode FTA, FMEA dan ANP. Metode FTA bertujuan untuk mencari akar penyebab masalah, sedangkan metode FMEA merupakan proses yang sistematis untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang akan timbul dalam proses dengan tujuan untuk mengeliminasi atau meminimalkan resiko kegagalan produksi yang akan timbul. FMEA menghasilkan suatu nilai prioritas resiko yang disebut dengan RPN (*Risk Priority Number*). Selanjutnya dengan metode ANP mengukur hubungan ketergantungan antara penyebab dengan kontrol saat ini dari FMEA, dalam bentuk bobot nilai supermatriks dan menghasilkan RPE, yang menunjukkan urutan prioritas resiko yang harus diperbaiki.

II. DASAR TEORI

A. Definisi Produk *Reject* dan Produk Cacat

Pengertian produk rusak menurut Mulyadi (2015:302) adalah produk yang tidak memenuhi standar mutu yang telah

ditetapkan, secara ekonomis tidak dapat diperbaiki menjadi produk yang baik. Sedangkan produk cacat adalah produk yang tidak memenuhi standar mutu yang telah ditentukan, tetapi dengan mengeluarkan biaya pengerjaan kembali untuk memperbaikinya, produk tersebut secara ekonomis dapat disempurnakan kembali menjadi produk jadi yang baik.





B. Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

FTA merupakan suatu metode berbentuk grafis yang mengidentifikasi resiko-resiko sampai ke tingkat paling dasar yang berpengaruh pada kegagalan utama (Indah, 2019). Kontruksi dari *fault tree analysis* meliputi gerbang logika yaitu gerbang AND dan gerbang OR. Setiap kegagalan yang

terjadi dapat digambarkan dalam suatu bentuk pohon analisa kegagalan.

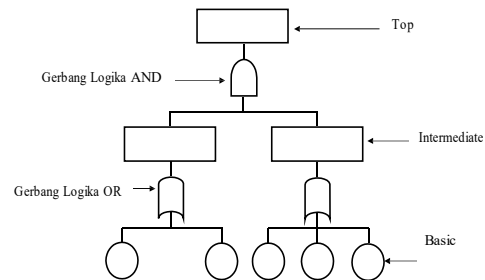
Simbol-simbol yang sering digunakan dalam analisa dengan FTA, seperti yang terlihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Simbol dalam FTA

Simbol	Keterangan
	Top Event
	Logic Event OR
	Logic Event AND
	Transferred Event
	Undeveloped Event
	Basic Event

(Sumber: Budiman, 2016)

Contoh bagan *fault tree*. Seperti pada **Gambar 2**



(Sumber: Abdulrahman, 2019)

Gambar 2 Bagan *Fault Tree*

C. Metode FMEA

FMEA merupakan proses yang sistematis untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang akan timbul dalam proses dengan tujuan untuk mengeliminasi atau meminimalkan resiko kegagalan produksi yang akan timbul (Andriani, 2015).

Istilah- istilah yang terdapat dalam FMEA adalah sebagai berikut:

1. *Failure mode*, yaitu bentuk/kondisi kegagalan suatu proses.
2. *Cause*, yaitu suatu kondisi yang berakibat pada mode kegagalan (*failure mode*) yang merupakan penyebab terjadinya kegagalan.
3. *Effect*, yaitu apa yang terjadi sebagai akibat dari kegagalan (*failure mode*).
4. *Severity*, yaitu seberapa serius kondisi yang diakibatkan jika terjadi kegagalan. Dampak tersebut diranking mulai skala 1 sampai 10, dimana skala

- 1 merupakan dampak paling ringan dan 10 merupakan dampak terburuk.
5. *Occurance* (OCC), yaitu seberapa sering penyebab kegagalan mode terjadi. Nilai 1= tidak pernah terjadi, nilai 10= pasti terjadi. Pemberian *rating* berdasarkan frekuensi kejadian yang terjadi setiap 1000 item
 6. *Detection* (DET), yaitu kemungkinan bahwa sistem saat ini mendeteksi penyebab atau kegagalan mode sebelum efeknya terjadi. Nilai 1= mendeteksi setiap saat, nilai 10= tidak akan pernah mendeteksi.
 7. *Current Control*, yaitu mekanisme yang mencegah atau mendeteksi mod penyebab dan kegagalan sebelum efek berlangsung.
 8. *Risk Priority Number* (RPN), yaitu Perhitungan numerik dari risiko relatif dari Penyebab tertentu. Rumus untuk menghitung RPN adalah sebagai berikut:

$$RPN = SEV \times OCC \times DET$$
 Dimana,
 $RPN = Risk Priority Number$
 $SEV = Severity$
 $OCC = Occurance$
 $DET = Detection$
 9. *Recommended Action*, yaitu tindakan yang diarahkan pada penyebab RPN tinggi, untuk menurunkan RPN. Setelah didapatkan nilai RPN, maka perlu ditetapkan level resiko yang menjadi Seperti yang terlihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Penentuan Level Resiko

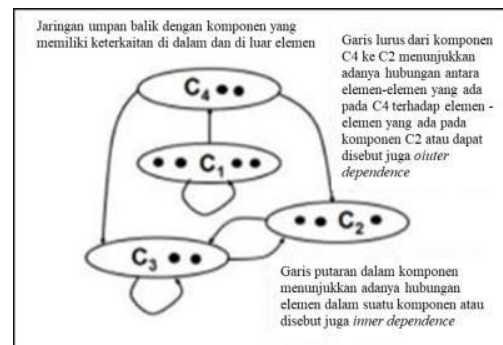
Level Resiko	Skala Nilai RPN
Very low	0~19
Low	20~79
Medium	80~119
High	120~199
Very high	≥200

(Sumber: Brigitta D.C, 2016)

10. *Execution Plan* (rencana eksekusi), yaitu menunjuk orang yang ditugaskan untuk melakukan tindakan yang disarankan dan tanggal penyelesaian yang diharapkan.

D. Metode *Analytical Network Process* (ANP)

ANP mempunyai struktur kerangka model jaringan yang menggambarkan adanya dependensi dan *feedback* (umpan balik). Ada dua jenis hubungan ketergantungan dalam metode ANP, yaitu ketergantungan dalam satu set elemen (*inner dependence*) dan ketergantungan antar elemen yang berbeda (*outer dependence*). Bentuk struktur kerangka model jaringan pada ANP ditunjukkan pada **Gambar 3**.



(Sumber: Mobin, 2018)

Gambar 3 Struktur Model Jaringan

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menggunakan ANP adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan kriteria solusi yang diinginkan.
2. Menentukan pembobotan komponen menggunakan skala kuantitatif 1 sampai dengan 9 untuk menilai perbandingan tingkat kepentingan suatu elemen terhadap elemen lainnya.
3. Membuat *matrix pairwise comparison*, yaitu dengan membandingkan antara suatu elemen terhadap elemen lainnya. Seperti yang terlihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Matriks Perbandingan Berpasangan

A	B1	B2	B3	...	Bj
B1	B11	B12	B13	...	B1j
B2	B21	B22	B23	...	B2j
...
Bi	Bi1	Bi2	Bi3	...	Bij

(Sumber: Mobin, 2018)

tingkat kepentingan B_i bila dibandingkan dengan B_j atau seberapa besar kontribusi B_i terhadap kriteria A dibandingkan dengan B_j atau seberapa jauh dominasi B_i dibandingkan dengan B_j .

4. Menentukan nilai *eigenvector* yaitu bobot prioritas matriks yang akan digunakan pada saat penyusunan *supermatrix*.

Rumus untuk mencari *eigenvector* adalah sebagai berikut:

$$w = \frac{\sum(W_{ij} / \sum W_j)}{n}$$

Dimana,

$$w = \text{Eigenvector}$$

W_{ij} = Nilai sel kolom dalam satu baris ($ij=1 \dots n$)

W_j = Jumlah total kolom

n = Jumlah matriks yang dibandingkan

5. Menghitung *Consistency Ratio* (CR), yang bertujuan untuk melihat apakah penilaian yang diberikan konsisten atau tidak. Apabila CR semakin mendekati ke angka nol, berarti semakin konsisten, Rumus dari *Consistency Ratio* adalah sebagai berikut:

$$CR = CI/RI$$

Dimana,

$$CR = \text{Consistency Ratio}$$

$$CI = \text{Consistency Index}$$

$$RI = \text{Random Index}$$

Langkah-langkah untuk menghitung *Consistency Ratio* (CR) adalah sebagai berikut:

- a. Mencari nilai λ_{maks} dengan cara:
 $\lambda_{maks} = (\text{nilai eigen 1} \times \text{jumlah nilai kolom 1}) + (\text{nilai eigen 2} \times \text{jumlah nilai kolom 2}) + \dots + n$
- b. Menghitung nilai *Consistency Index* dengan menggunakan rumus:
 $CI = (\lambda_{maks} - n) / (n-1)$
 Dimana,
 $CI = \text{Consistency Index}$
 λ_{maks} = Nilai *eigenvector* terbesar
 n = Jumlah matriks yang dibandingkan
- c. Menghitung nilai *Consistency Ratio* (CR). Nilai *Random Index* (RI) diperoleh dari **Tabel 6** dimana n adalah jumlah matriks yang dibandingkan.

Tabel 4 Nilai *Random Index*

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

(Sumber: Kusnadi et al, 2016)

6. Membuat supermatriks, yaitu dengan memasukkan semua nilai vektor prioritas (*eigenvector*). Supermatriks terdiri atas tiga tahapan yaitu:
 - a. Supermatriks tidak tertimbang (*unweighted supermatrix*) yang diperoleh dari perbandingan berpasangan antara elemen dengan cara memasukkan vektor prioritas (*eigen vector*) kolom ke dalam matriks yang sesuai dengan selnya.
 - b. Supermatriks tertimbang (*weighed supermatrix*) yang diperoleh dengan cara mengalihkan semua elemen pada *unweighted supermatrix* dengan nilai yang sesuai sehingga setiap kolom jumlahnya 1.
 - c. Supermatriks limit (*limiting supermatrix*) diperoleh dengan menaikkan bobot *weighed supermatrix*, dengan cara mengalihkan *weighed supermatrix* dengan dirinya sendiri (memangkatkan) sampai beberapa kali hingga diperoleh angka di setiap kolom dalam satu baris sama besar atau stabil.

III. METODE PENELITIAN

1. Dalam pelaksanaan FMEA, pertama-tama menurunkan mode kegagalan dalam suatu fungsi, setiap mode kegagalan dapat menyebabkan satu atau beberapa efek, masing-masing efek mungkin berasal dari satu atau beberapa sebab. Mode dan efek dianggap sebagai hirarki control karena tidak ada saling ketergantungan. Setiap sebab dapat dikendalikan oleh satu atau lebih

metode kontrol saat ini. Masing-masing sebab dan kontrol saat ini mungkin memiliki ketergantungan dalam (*inner dependence*). Selain itu, kontrol dan penyebab lebih cenderung memiliki ketergantungan luar (*outer dependence*), yaitu perubahan setiap kontrol dapat memengaruhi penyebab sebelumnya. Jika pedoman bobot efek ditetapkan dengan tingkat keparahan (*severity*), pedoman bobot pertimbangan penyebab ditetapkan dengan *occurance*, dan pedoman kontrol bobot penilaian harus ditetapkan dengan deteksi (*detection*).

2. Membuat matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison matrix*), yang terdiri atas:
 1. Matriks perbandingan berpasangan terhadap masing-masing efek (*effect*)
 2. Matriks perbandingan berpasangan terhadap penyebab (*cause*).
 3. Matriks perbandingan berpasangan terhadap pengendalian saat ini (*current control*).
3. Membuat supermatriks.
4. Terakhir, hitung semua prioritas resiko yang dievaluasi (RPE) dengan metode berikut:

$$RPE = S \times O \times D \times 10^3$$

Dimana,

$$RPE = Risk Priority Evaluated$$

S = *Weight* masing-masing effect

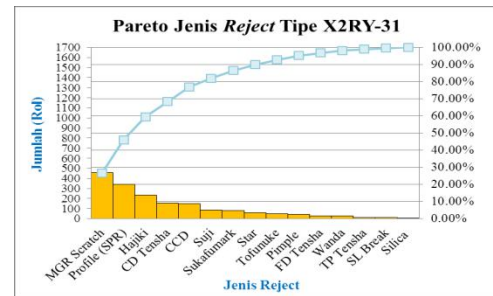
O = *Weight* masing-masing sebab

D = *Weight* masing-masing kontrol

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Produk *Reject*

Hasil identifikasi jenis cacat yang menyebabkan produk *reject* selama proses bulan Februari 2017- Desember 2018 dan setelah diurutkan berdasarkan jumlah yang terbesar sampai yang terkecil dengan diagram *pareto* menghasilkan bentuk diagram seperti yang terlihat pada **Gambar 4**



(Sumber: PT.ITFS, 2019)

Gambar 4 Pareto Jenis Reject Tipe X2RY-31

B. Analisa Dengan FTA

Hasil analisa dengan FTA dari 15 jenis cacat tersebut menghasilkan 42 penyebab yaitu:

- Standar *cleaning* tidak jelas.
- Pemeriksaan MGR kurang teliti.
- *Life time* MGR.
- *Profile* bagian pinggir tidak rata (tebal).
- Item *adjust* parameter MSX belum memadai.
- Metode *adjust* DB (*Die Bolt*) tidak optimal.
- *Die bolt* loncer (rusak).
- Pintu *mixing* cairan tidak tertutup sempurna.
- Pendinginan ruangan (AC) tidak berfungsi.
- 10. *Life time doctor blade*.
- 11. Area CD dan *stenter* kotor.
- 12. Proses *melting* tidak sempurna.
- 13. *Life time filter*.
- 14. *Chip* banyak *dust/ powder*.
- 15. *Lip die* cacat.
- 16. Alat *cleaning* tidak cocok.
- 17. Gagal *threading* CD.
- 18. Permukaan CD cacat.
- 19. Posisi *static wire* terlalu jauh.
- 20. *Film* kurang panas.
- 21. *Nip roll* tidak menempel.
- 22. Kotor di sekitar FD.
- 23. *Tension belt* NG.
- 24. Salah *input setting*.
- 25. *Core* NG (tidak kuat).
- 26. Lem (*glue*) tidak kuat.
- 27. Metode pengeleman belum standar.
- 28. *Alignment* tidak bagus.
- 29. Tekanan NR (*Nip Roll*) kurang.
- 30. Karet *nip roll* aus.
- 31. Kapasitas udara kurang.
- 32. *Filter* udara mampet (kotor)

33. Area *winder* kotor.
34. Kondisi operator kotor.
35. *Part* tidak bersih masuk area *slitter*.
36. FD/NR cacat.
37. *Setting* kondisi SL kurang optimal.
38. *Life time cover corona*.
39. TP *roll* terdapat cacat.
40. *Part* atau mesin abnormal.
41. Kecepatan putar MGR terlalu rendah.
42. Kecepatan putar MGR terlalu tinggi.

C. Analisa Dengan FMEA

Analisa FMEA menghasilkan RPN dengan level resiko *very high, high, medium, low* dan *very low*, seperti pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Level Prioritas Resiko

No.	Process	Failure Mode	SEV	OCC	DET	RPN	Level
1	ILC	Hajiki	8	8	9	576	Very high
2	Casting	Profile (SPR)	8	9	6	432	Very high
3	FD (Forward Drawing)	Sukafumark	7	7	8	392	Very high
4	Winding	CCD defect	7	8	7	392	Very high
5	Slitting	STAR	7	7	7	343	Very high
6	FD (Forward Drawing)	FD Tensya	6	5	7	210	Very high
7	Slitting	Pimple	7	6	5	210	Very high
8	Slitting	Wanda	7	6	4	168	High
9	ILC	Tofunuka	8	6	2	96	Medium
10	ILC	MGR Scratch	8	9	1	72	Low
11	Casting	CD Tensha	8	8	1	64	Low
12	Casting	Suji	8	7	1	56	Low
13	Slitting	SL Break	9	5	1	45	Low
14	Winding	TP (Tensha)	7	5	1	35	Low
15	ILC	Silica Concentration	8	4	1	32	Low

(Sumber: Pengolahan Sendiri, 2019)

D. Analisa Dengan ANP

Analisa dengan ANP menggunakan komponen dari FMEA adalah sebagai berikut:

1. Membuat tabel *failure mode, effect, causes* dan *control* dari data FMEA, untuk mendefinisikan masalah dan kriteria solusi yang diinginkan, yang memuat daftar *failure mode* (F), *effect* (E), *causes* (C), dan *current control* (M), seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Failure, Effect, Causes dan Control

Failure Mode	Effect	Cause	Current Control
Hajiki (F1)	Tidak bisa produk (cairan tidak menempel ke film) (E1)	Life time MGR, pintu <i>mixing room</i> tidak tertutup, AC tidak berfungsi (C1)	Ganti MGR setiap 18 jam, pasang alarm pintu, perbaikan AC, ganti <i>doctor blade</i> (M1)
Profile (SPR) (F2)	Tidak bisa produk (ketebalan film tidak rata) (E2)	Item parameter MSX belum memadai, metode <i>adjust</i> tidak optimal, <i>die bolt</i>	Coba-coba (tes) <i>adjust</i> parameter MSX, Revisi WI dan <i>training</i> ke operator dan ganti baut <i>die</i> yang loncer (M2)
Sukafumark (F3)	Tidak bisa produk (film tergores/ coating tidak sempurna) (E3)	Film kurang panas, <i>nip roll</i> FD tidak tempel, sekitar FD kotor, standar <i>cleaning</i> tidak jelas dan alat <i>cleaning</i> tidak cocok	<i>Adjust</i> % IR, <i>pressure</i> udara NR <i>cleaning</i> FD <i>roll</i> , <i>review</i> cara <i>cleaning</i> FD dan menyediakan alat <i>cleaning</i> yang sesuai (<i>lapping</i>) (M3)
CCD Defect (F4)	Tidak bisa produk (film terkontaminasi) (E4)	Area CD kotor, dan <i>stenter</i> kotor, proses <i>melting</i> tidak sempurna, <i>life time filter</i> (C4)	<i>Blow</i> udara dan <i>cleaning</i> CD saat <i>stop</i> , <i>cleaning</i> podium outlet <i>stenter</i> saat <i>turret</i> , <i>adjust</i> temperatur <i>extruder-die</i> , ganti <i>filter</i> (M4)
Star (F5)	Tidak bisa produk (bagian dekat core terjadi kerutan/ lipatan) (E5)	<i>Tension belt</i> NG, salah <i>input setting</i> , <i>core</i> NG (tidak kuat), lem (<i>glue</i>) NG, cara pengeleman bervariasi, <i>alignment</i> tidak bagus (C5)	<i>Adjust tension belt</i> , <i>arm</i> , <i>training</i> dan menunjuk PIC, ganti <i>core</i> , ganti lem, membuat standar cara pengeleman, <i>alignment</i> CTR sebelum <i>slitting</i> (M5)
FD Tensha (F6)	Tidak bisa produk (film tidak rata) (E6)	Standar <i>cleaning</i> tidak jelas, alat <i>cleaning</i> tidak cocok, kotor sekitar FD/NR, rol FD atau NR (<i>Nip Roll</i>) cacat (C6)	<i>Review</i> cara <i>cleaning</i> FD dan menyediakan alat <i>cleaning</i> yang sesuai, periodik <i>cleaning</i> , ganti rol FD atau NR (M6)
Pimple (F7)	Tidak bisa produk (produk terkontaminasi) (E7)	Area <i>stenter</i> kotor, kapasitas udara kurang, <i>filter</i> udara tersumbat, area <i>winder</i> kotor, operator tidak bersih,	<i>Cleaning</i> podium outlet ST setiap <i>turret</i> , <i>adjust</i> sudut <i>nozel</i> , ganti secara periodik, instruksi harus <i>cleaning</i> sepatu dan pakain, <i>blow</i> dan <i>cleaning part</i>

- Melakukan evaluasi terhadap FMEA dengan daftar pembobotan terhadap *severity* (SEV), *occurance* (OCC) dan *detection* (DET) serta nilai RPN dari masing- masing *failure mode* (F), *effect* (E), *cause* (C) dan *current control* (D), seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Evaluasi FMEA

Mode No.	Effect No.	SEV	Cause No.	OCC	Control No.	DET	RPN
F1	E1	8	C1	8	M1	9	576
F2	E2	8	C2	9	M2	6	432
F3	E3	7	C3	7	M3	8	392
F4	E4	7	C4	8	M4	7	392
F5	E5	7	C5	7	M5	7	343
F6	E6	6	C6	5	M6	7	210
F7	E7	7	C7	6	M7	5	210
F8	E8	7	C8	6	M8	4	168

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

- Membuat matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison matrix*)
 - Matrik Perbandingan Berpasangan terhadap *effect*. Hasil matrik perbandingan berpasangan terhadap *effect* ditunjukkan pada **Tabel 8**

Tabel 8. Perbandingan Berpasangan *effect*

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	w
E1	1	1	8/7	8/7	8/7	8/6	8/7	8/7	0,14
E2	1	1	8/7	8/7	8/7	8/6	8/7	8/7	0,14
E3	7/8	7/8	1	1	1	7/6	1	1	0,12
E4	7/8	7/8	1	1	1	7/6	1	1	0,12
E5	7/8	7/8	1	1	1	7/6	1	1	0,12
E6	6/8	6/8	6/7	6/7	6/7	1	6/7	6/7	0,11
E7	7/8	7/8	1	1	1	7/6	1	1	0,12
E8	7/8	7/8	1	1	1	7/6	1	1	0,12
Σ	7,00	7,00	8,14	8,14	8,14	9,50	8,14	8,14	1,00

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Dari matriks perbandingan berpasangan terhadap *effect* di atas, maka dapat dihitung nilai *eigen*

terbesar (λ_{maks}), indeks konsistensi/ consistency index (CI) dan rasio konsistensi/ consistency ratio (CR).

- Mencari *eigen vector* Untuk mencari *eigen vector* dapat diperoleh dengan menggunakan rumus

$$w = \sum(W_{ij} / \sum W_j) / n$$

Dimana, w = Eigenvector

W_{ij} = Nilai sel kolom dalam satu baris ($ij=1 \dots n$)

W_j = Jumlah total kolom

n = Jumlah matriks yang dibandingkan .

Eigen vector (w) untuk masing masing baris adalah sebagai berikut:

- Eigen vector untuk baris ke-1 dan ke-2 adalah sama besar yaitu :

$$w(1,2) = \frac{\left(\frac{1}{7,00} + \frac{1}{7,00} + \frac{1,14}{8,14} + \frac{1,14}{8,14} + \frac{1,14}{8,14} + \frac{1,30}{9,50} + \frac{1,14}{8,14} + \frac{1,14}{8,14}\right)}{8} = 0,14$$

- baris ke- 3, ke-4, ke-5, ke-7 dan ke-8 yaitu:

$$\frac{\left(\frac{0,88}{7,00} + \frac{0,88}{7,00} + \frac{1}{8,14} + \frac{1}{8,14} + \frac{1}{8,14} + \frac{1,16}{9,50} + \frac{1}{8,14} + \frac{1}{8,14}\right)}{8} = 0,12$$

- Eigen vector* untuk baris ke- 6 yaitu: $W(6) =$

$$\frac{\left(\frac{0,75}{7,00} + \frac{0,75}{7,00} + \frac{0,86}{8,14} + \frac{0,86}{8,14} + \frac{0,86}{8,14} + \frac{1}{9,50} + \frac{0,86}{8,14} + \frac{0,86}{8,14}\right)}{8} = 0,11$$

- Nilai *eigen vector* terbesar atau λ_{maks} dengan rumus: (nilai *eigen*1 x jumlah nilai kolom1)+ (nilai *eigen* 2 x jumlah nil kolom 2) + ..+ n. Sehingga, $\lambda_{maks}=(0,14 \times 7,00)+(0,14 \times 7,00) + (0,12 \times 8,14)+(0,12 \times 8,14)+(0,12 \times 8,14)+(0,11 \times 9,50)+(0,12 \times 8,14) + (0,12 \times 8,14)= 7,96$
- Indeks Konsistensi/ *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR)

Indeks konsistensi atau CI diperoleh dengan persamaan sebagai berikut: $CI = (\lambda_{maks} - n) / (n-1)$ $CI = (7,96-8)/(8-1) = -0,005$.

Penilaian dianggap konsisten, karena nilai konsistensi (*consistency ratio*) $\leq 0,1$, yaitu $CR = CI/RI = -0,005/1.4 = -0.0036$.

- b. Matrik Perbandingan Berpasangan Terhadap Penyebab (*Causes*)
Matriks perbandingan berpasangan terhadap penyebab ditunjukkan pada **Tabel 9**.

Tabel 9 Matrik Perbandingan Berpasangan *Causes*

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	W
C1	1	8/9	8/7	1	8/7	8/5	8/6	8/6	0,14
C2	9/8	1	9/7	9/8	9/7	9/5	9/6	9/6	0,16
C3	7/8	7/9	1	7/8	1	7/5	7/6	7/6	0,13
C4	1	8/9	8/7	1	8/7	8/5	8/6	8/6	0,15
C5	7/8	7/9	1	7/8	1	7/5	7/6	7/6	0,13
C6	5/8	5/9	5/7	5/8	5/7	1	5/6	5/6	0,09
C7	6/8	6/9	6/7	6/8	6/7	6/5	1	1	0,11
C8	6/8	6/9	6/7	6/8	6/7	6/5	1	1	0,11
Σ	7,00	6,22	8,00	7,00	8,00	11,2	9,33	9,33	1,02

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

- c. Matrik Perbandingan Terhadap Kontrol Saat Ini (*Current Control*)
Hasil matrik perbandingan berpasangan terhadap kontrol saat ini ditunjukkan pada **Tabel 10**.

Tabel 10 Matrik Perbandingan Berpasangan Terhadap Kontrol Saat Ini

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	w
M1	1	9/6	9/8	9/7	9/7	9/7	9/5	9/4	0,17
M2	6/9	1	6/8	6/7	6/7	6/7	6/5	6/4	0,12
M3	8/9	8/6	1	8/7	8/7	8/7	8/5	8/4	0,16
M4	7/9	7/6	7/8	1	1	1	7/5	7/4	0,14
M5	7/9	7/6	7/8	1	1	1	7/5	7/4	0,14
M6	7/9	7/6	7/8	1	1	1	7/5	7/4	0,14
M7	5/9	5/6	5/8	5/7	5/7	5/7	1	5/4	0,10
M8	4/9	4/6	4/8	4/7	4/7	4/7	4/5	1	0,08
Σ	5,89	8,83	6,63	7,57	7,57	7,57	10,6	13,25	1,05

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Eigen vector (w), *eigen vector* (λ), *index* (CI) dan *consistency ratio*

(CR) dapat diperoleh dengan cara yang sama ketika menghitung matrik perbandingan berpasangan terhadap *effect*.

4. Membuat Supermatrik

a. *Unweighted Supermatrix*, (Super matriks tidak tertimbang) yaitu dengan cara memasukkan vektor prioritas (*eigen vector*) kolom ke dalam matriks yang sesuai dengan selnya yang keterkaitan satu sama lainnya. Elemen *effect* (E) tidak memiliki keterkaitan atau hubungan dengan elemen penyebab (*cause*) dan elemen kontrol saat ini, sehingga nilai dalam *unweighted supermatrix* adalah 0.

b. *Weighted supermatrix* diperoleh dengan cara mengalikan semua elemen pada *unweighted supermatrix* dengan nilai tertentu sehingga nilai pada setiap kolom sama dengan satu (1).

c. Supermatriks limit (*limiting supermatrix*) diperoleh dengan menaikkan *weighted supermatrix*, dengan cara mengalikan *weighted supermatrix* dengan dirinya sendiri (memangkatkan) sampai beberapa kali hingga diperoleh angka di setiap kolom dalam satu baris sama besar atau stabil.

5. Menghitung RPE (*Risk Priority Evaluated*)

Untuk mendapatkan nilai RPE kita gunakan rumus sebagai berikut:

$$RPE = S \times O \times D \times 10^3$$

Dimana,

RPE= *Risk Priority Evaluated*

S= *Weight* masing-masing efek

O= *Weight* masing-masing sebab

D= *Weight* masing-masing

kontrol saat ini.

Hasil perhitungan RPE ditunjukkan pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Evaluasi RPE

Mode No.	Effect No.	S	Cause No.	O	Control No.	D	RPE
F1	E1	0,14	C1	0,07	M1	0,09	0,88
F2	E2	0,14	C2	0,08	M2	0,06	0,67
F3	E3	0,12	C3	0,07	M3	0,08	0,67
F4	E4	0,12	C4	0,08	M4	0,07	0,67
F5	E5	0,12	C5	0,07	M5	0,07	0,58
F6	E6	0,11	C6	0,05	M6	0,07	0,38
F7	E7	0,12	C7	0,06	M7	0,05	0,36
F8	E8	0,12	C8	0,06	M8	0,04	0,29

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Dari **Tabel 13** tersebut di atas diperoleh urutan prioritas resiko (RPE) sebagai berikut:

- Hajiki* (F1), sebagai prioritas utama dengan nilai RPE 0,88.
- Profile* (SPR) (F2), *sukafumark* (F3) dan *CCD defect* (F4), ketiganya merupakan prioritas kedua, karena memiliki nilai RPE sama yaitu 0,67.
- Star* (F5), sebagai prioritas ketiga dengan RPE 0,58.
- FD *tensha* (F6), sebagai prioritas keempat dengan RPE 0,38.
- Pimple* (F7), sebagai prioritas kelima dengan RPE 0,36.
- Wanda* (F8), sebagai prioritas keenam dengan RPE 0,29.

E. Usulan Perbaikan

Dari hasil analisa dengan ANP maka didapatkan urutan prioritas resiko yang selanjutnya memberikan usulan perbaikan sebagai berikut:

1. Cacat *Hajiki* (F1)

Usulan perbaikannya adalah:

- Life time MGR*, diperbaiki dengan tidak menggunakan MGR yang potensi NG dan *cleaning* spesial *nozle* MGR. seperti **Gambar 7**.

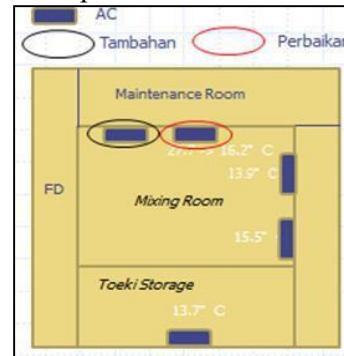


(sumber: PT ITFS, 2019)

Gambar 7. *Nozle* MGR Yang Harus *Cleaning*

- Pintu yang tidak tertutup sempurna, diperbaiki dengan modifikasi (dibuat otomatis)

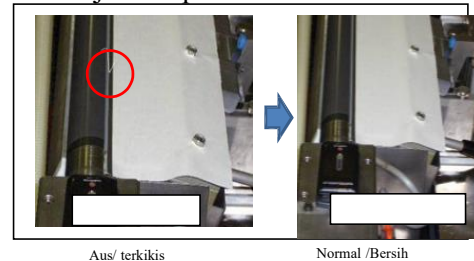
- Pendingin ruangan tidak berfungsi, diperbaiki dengan menambah AC dan kontrol temperatur. Denah AC terlihat pada **Gambar 5**



(Sumber: PT. ITFS, 2019)

Gambar 5. Denah Pendingin Ruangan ILC

- Life time doctor blade*, diperbaiki dengan kontrol kondisi *blade* saat *pre running*. Kondisi *blade* ditunjukkan pada **Gambar 6**.



(Sumber: PT. ITFS, 2019)

Gambar 6. Kondisi *Doctor Blade*

2. Cacat *Profile* (F2)

Usulan perbaikannya yaitu:

- Untuk parameter MSX yang tidak optimal, usulan perbaikan perlu diskusi dengan pakar/ tenaga ahli untuk optimalisasi parameter MSX.
- Untuk metode *adjust bolt* yang belum optimal, diperbaiki dengan merubah metode (menetapkan jumlah putaran)
- Baut yang loncer, usulan perbaikan harus ada *recheck* sebelum *die* dipasang.

3. Cacat *Sukafumark* (F3)

Usulan perbaikannya yaitu:

- Untuk *film* kurang panas, dilakukan pemeriksaan kondisi IR sebelum proses dan pemanasan awal yang cukup.
- Untuk *nip roll* tidak sentuh, diperiksa kebocoran silinder udara dan tes *up-down* sebelum *start*
- Untuk area yang kotor, diperbaiki dengan *blow* area IR dan sekitar.

4. Cacat CCD Defect

Usulan perbaikannya yaitu:

- a. Pasang *exhaust* di area CD dan *outlet stenter*. Seperti **Gambar 8**.



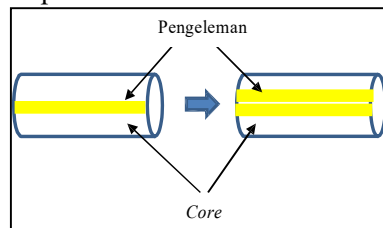
Gambar 8 Pemasangan *exhaust*

- b. *Up-down speed extruder* saat ekstrusi.
- c. Buat jadwal ganti *filter*.

5. Cacat *STAR*

Usulan perbaikannya yaitu:

- a. Untuk *tension belt NG*, dilakukan *friction test* sebelum *slitting*.
- b. Untuk *setting* kondisi, diperbaiki dengan *speed down/ pattern speed*.
- c. Untuk lem NG, selalu gunakan lem baru.
- d. Untuk cara pengeleman bervariasi, dilakukan *training* dan revisi WI. Seperti **Gambar 9**.



Gambar 9 Cara pengeleman

- e. Untuk *alignment* tidak bagus, dilakukan *adjust leveling* sebelum *slitting*.

6. Cacat *FD tensha*

Usulan perbaikannya yaitu:

- a. Untuk standar *cleaning* yang tidak jelas, ditetapkan disesuaikan cara *cleaning* untuk *sukafumark*.
- b. Alat *cleaning* yang tidak sesuai, memakai *lapping* yang sesuai.
- c. Kotor sekitar FD atau NR, *blow IR* dan sekitar.
- d. NR cacat, tidak digunakan lagi atau ganti baru.

7. Cacat *Pimple*

Usulan perbaikannya yaitu:

- a. Area *Stenter* kotor, pasang *exhaust outlet stenter* seperti **Gambar 10**

- b. Kapasitas *blow* udara kurang, diperbaiki dengan *capacity up*.
- c. *Filter* udara tersumbat (kotor), dilakukan monitoring *filter* udara.
- d. Area *Winder* kotor, dilakukan *cleaning* rutin.
- e. Operator tidak bersih, membuat instruksi wajib *masker* dan sarung tangan. Seperti **Gambar 10**.



Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Gambar 10 Intruksi Wajib *Masker* dan Sarung Tangan

- f. *Part* tidak bersih, dibuatkan *double shower* pada area yang dilalui barang.

8. Cacat *Wanda*

Usulan perbaikannya yaitu:(Melakukan *friction test friction* sebelum start dan *adjust* kondisi lebh keras.

V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dari identifikasi faktor produk *reject* pada proses X2RY-31 tahun 2017~2018, ditemukan 15 jenis cacat yang merupakan faktor penyebab produk *reject*, dengan cacat terbesar adalah *MGR Scratch* berjumlah 458 rol (26,4%) dan yang terendah adalah *Silica* berjumlah 7 rol atau 0,4%.
2. Hasil analisa FTA menghasilkan 42 akar penyebab dari 15 jenis cacat yang menyebabkan produk *reject*. Berdasarkan hasil analisa FMEA diperoleh 8 RPN dengan resiko kritis (skala sangat tinggi dan tinggi), yaitu: *Hajiki* RPN 576, *profile* RPN 432, *Sukafumark* dan *CCD defect* RPN

392, *Star* RPN 343, *FD Tensha* dan *Pimple* RPN 210 dan *Wanda* RPN 168. Metode ANP dari FMEA menghasilkan RPE dengan 6 (enam) skala prioritas resiko yaitu (1) *Hajiki* RPE 0,88, (2) *profile*, *Sukafumark* dan *CCD Defect* RPE 0,67, (3) *Star* RPE 0,58, (4) *FD tensha* RPE 0,38, (5) *Pimple* RPE 0,36 dan (6) *Wanda* RPE 0,29.

3. Usulan perbaikan untuk 8 jenis cacat tersebut meliputi perbaikan komponen (mesin) dan metode diantaranya seleksi MGR, *doctor blade*, kontrol temperatur ruangan, optimalisasi parameter MSX, cara *adjust bolt*, kontrol *die bolt*, penambahan *exhaust*, *leveling* CTR, cara pengeleman *film* ke *core*, optimalisasi *setting* kondisi dan standar *clean* bagi operator.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrahman, M.B. 2019. *Analisa Waste Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Pada Pembangunan Rumah Mewah (Bukit Golf Surabaya)*. Teknik Sipil FTSP ITATS, Surabaya.
- Andriani, Debrina P. 2015. *FMEA- Universitas Brawijaya* URL: <http://debrina.lecture.ub.ac.id/files/2015/03/13-TQM-FMEA.pdf>. Diakses tanggal 26 Februari 2019, Pukul 06:30 WIB.
- Anugrah, Desrianty, Fitria. 2015. *Usulan Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di Pabrik Roti Bariton*. Teknik Industri Institut Teknologi Nasional, Bandung
- Assauri, Sofjan. 2016. *Manajemen Operasi Produksi*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Budiman, F.N. 2016. *Analisis Usulan Implementasi Six Sigma Untuk Mengurangi Kecacatan Produk Cabinet Di Dalam Gudang PT Pos Logistics Indonesia*. Skripsi. Universitas Widyatama, Bandung.
- Bustami, Bastian dan Nurlela. 2013. *Akuntansi Biaya*. Mitra Wacana Media, Jakarta.
- Candra, A. (2020). Perencanaan Analisa Pemeliharaan Mesin Menggunakan Pendekatan Markov Chain Di Pt. Cardsindo Tiga Perkasa. *Jitmi (Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri)*, 3(1), 1-6.
- Chen, J.K., Lee, Y.C. 2007. *Risk Priority Evaluated by ANP in Failure Mode and Effect Analysis*. Institute Of Technology Management. Chung Hua University.
- Clarke, Neville. 2010. *Delegate Manual Six Sigma Green Belt*. PT. Neville-Clarke Indonesia, Jakarta.
- Djamil, N. & Azizi, R. 2015. *Identifikasi dan Rencana perbaikan Penyebab Delay Produksi Melting Proses Dengan Konsep Fault Tree Analysis (FTA) di PT XYZ*. Jurnal. Universitas Serang Raya. Serang.
- Fahrudin, W. A. (2019). Analisis Keefektifitasan Mesin Bubut Konvensional Sebagai Usulan Perbaikan Dalam Penerapan Total Productive Maintenance Di Pt. Xintai Indonesia. *Jitmi (Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri)*, 1(2), 180-188.

- Fitri, N.A.A. 2019. *Analisis Nilai Tambah dan Risiko Rantai Pasok Keripik Usus Ayam (Studi Kasus: UKM Hikmah, Klaten)*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Gusti, M.F., & Budiawan, W. 2019. *Analisis Penyebab Cacat Menggunakan Metode FTA dan FMEA Pada Departemen Final Sanding (Studi Kasus: PT. ABC, Semarang)*. *Industrial Engineering Online Jurnal*, (74)
- Permatasari, Indah. 2019. *Penerapan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode and Effect Analysis Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Busana Muslim (Studi Kasus di Brand X)*. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung
- Kusnadi, Surarso, B., Syafei, W.A. 2016. *Implementasi Metode Analytic Network Process Untuk Penentuan Prioritas Penanganan Jalan Berdasarkan Tingkat Pelayanan Jalan*. Universitas Diponegoro.
- Maulana. Dicky. 2018. *Analisis Penyebab Defect Pada Proses Pembuatan Hanging Di PT WISKA Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)*. Skripsi. Universitas Widyatama, Bandung.
- Mayangsari, D. F., Adianto, H., & Yuniati, Y. 2015. *Usulan Pengendalian Kualitas Produk Isolator dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)*. *Reka Integra*, 3(2).
- Martono, Nanang. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif*. PT. Raya Grafindo Persada, Jakarta.
- Mobin. 2018. *Penilaian Tingkat Risiko Pipa Penyalur Menggunakan Metode Kombinasi Analytical Network Process (ANP)-Risk Based Inspection (RBI) di PT X*. Tesis. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Mulyadi, 2015, *Akuntansi Biaya, Edisi Kelima*, Yogyakarta: Unit Penerbit dan Pecetakan Akademi Manajemen Perusahaan YKPN.
- Panji, Diana Aprillia. 2015. *Analisa Pelaksanaan Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Sepatu di Industri Maxil Shoes Cibaduyut Bandung*. Skripsi. Universitas Widyatama. Bandung.
- Prawirosentono, Suyadi. 2011. *Manajemen Operasi*. Edisi Ketiga. PT. Bumi Aksara, Jakarta.
- Production Team. 2016. *Dokumen Training Proses Produksi Polyester Films*, PT. Indonesia Teijin DuPont Films (ITDF), Tangerang.

- Setyadi, Indra. 2013. *Analisa Penyebab Kecacatan Produk Celana Jeans Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Analysis (FMEA) di CV Fragile Din Co.* Tugas Akhir. Universitas Widyatama. Bandung.
- Suhaeri. 2017. *Analisa Pengendalian Kualitas Produk Jumbo Roll Dengan Menggunakan Metode FTA (Fault Tree Analysis) dan FMEA (Failure Mode And Effect Analysis).* Tugas Akhir. Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Teijin Film solutions Limited. 2016. *Products –Teijin Film Solutions Limited,* URL:www.tejinfilmsolutions.jp/english/index.html. Diakses tanggal 13 November 2017, Pukul 20:15 WIB.
- Yamit, Zulian. 2013. *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa.* Ekosinia, Jakarta.