

USULAN PENERAPAN LEAN SIX SIGMA, FMEA DAN FUZZY UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK BOTOL SABUN CAIR

Mario Sarisky Dwi Ellianto¹, Purnomo Budi Santoso², Achmad As'ad Sonief³

^{1,2,3}Universitas Brawijaya, Fakultas Teknik Mesin, Malang 65145, Indonesia

ABSTRACT The goal of lean six sigma method is to solve the problems of waste, especially defect. The goal of failure mode and effect analysis (FMEA) method is to be able to identify potential failures in the production process of e.g. liquid soap bottle in order to reduce production failure and to have reference from FMEA highest risk priority number for corrective actions. The goal of fuzzy method is to improve priority risks of FMEA method. By using fuzzy method the priority risks with the same value can be eliminated so that only one highest value can be used as a reference for corrective action. Result of lean six sigma method are four types of critical defects i.e. dirty black, lines in the wall of the bottle, neck narrowed / clogged, and uneven surfaces. One result of the FMEA calculation with the highest risk priority number (RPN) is dirty black defect. This is due to less attention to the composition of the material and contamination / burnt crust. The highest score of RPN is 48 and ranked as the first priority for actions. While result of fuzzy calculations is the highest fuzzy risk priority number (FRPN) with value of 3.327831. This is caused by dirty black defect due to less attention to the composition of the material. Therefore from these results of the highest causes of defects can be used as a reference for corrective action.

Keywords : Failure Mode And Effect Analysis (FMEA), Fuzzy Logic , Lean Six Sigma

1. PENDAHULUAN

Pada era persaingan pasar global dewasa ini, tuntutan konsumen atas peningkatan kualitas produk bertambah. Tidak dapat dipungkiri, kualitas telah menjadi salah satu syarat utama bagi kesuksesan bisnis. Setiap perusahaan secara terus – menerus perlu meningkatkan kualitas produk dan menekan jumlah produk cacat. Karena produk yang mengalami kegagalan pada proses produksinya atau mengalami cacat, akan berdampak pada biaya perusahaan terutama kepuasan konsumen. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi kegagalan dalam proses produksi dan yang paling berpengaruh terhadap kualitas produk adalah dengan pendekatan *Lean Six Sigma* menggunakan metode FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*) yang diintegrasikan dengan Fuzzy.

Perusahaan ini bergerak pada industri kemasan plastik dan produk yang dihasilkan antara lain jenis botol, gallon, sikat gigi dan cap tutup botol. Masalah yang sedang dihadapi departemen produksi *blow moulding* di PT. XYZ adalah tingginya pemborosan karena *defect* yang terjadi karena cacat atau produk.

Dengan total *defect* tertinggi pada produk Botol Sabun Cair yang mencapai 9.1% karena itu perlu dilakukan penelitian sehingga bisa diidentifikasi penyebab *defect* produk tersebut. *Defect* rata-rata perusahaan saat ini diatas target cacat yang ditentukan perusahaan, yaitu sebesar 2%. Berdasarkan data produksi bulan Oktober 2013, diketahui bahwa *defect* yang tertinggi yaitu *defect* dengan kategori kotor hitam dan garis di body.

Penggunaan metode Lean Six Sigma diharapkan mampu untuk mengidentifikasi permasalahan pemborosan yang sering terjadi pada rantai produksi, khususnya dalam penelitian ini adalah cacat atau kegagalan produk.

Penggunaan metode FMEA itu sendiri akan dapat mengidentifikasi potensi kegagalan yang timbul dalam proses produksi botol sabun cair dengan tujuan untuk meminimalkan resiko kegagalan produksi [1]. Seberapa serius kondisi yang diakibatkan jika terjadi kegagalan, tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan dan metode apa yang sudah diterapkan untuk mengantisipasi kegagalan tersebut merupakan dasar untuk menentukan komponen penting untuk dilakukan tindakan perbaikan. Dari beberapa tindakan perbaikan yang didapat dari hasil pengolahan FMEA, kemudian metode FMEA diintegrasikan dengan metode fuzzy untuk mendapatkan prioritas

* Corresponding author: Mario Sarisky Dwi Ellianto, Purnomo Budi Santoso, Achmad As'ad Sonief

M_rio6@yahoo.co.id

Published online at <http://JEMIS.ub.ac.id>

Copyright ©2015 JTI UB Publishing. All Rights Reserved

tindakan perbaikan yang lebih baik. Pada pendekatan *fuzzy* menggunakan peran para ahli untuk mengevaluasi resiko kegagalan dan memperoleh prioritas tindakan perbaikan [2]. Dengan digunakannya metode *fuzzy* diharapkan nilai risk priority number akan berbeda jika dibandingkan dengan metode FMEA sehingga dari perbandingan kedua nilai dari metode tersebut akan diperoleh urutan *fuzzy* RPN yang berbeda dan hasil perhitungan *fuzzy* memberikan prioritas tindakan perbaikan lebih baik.

Tujuan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi pemborosan yang sangat berpengaruh pada proses produksi. Mengidentifikasi kecacatan paling kritis dalam proses produksi. mengidentifikasi penyebab kecacatan dalam proses produksi. memperoleh prioritas tindakan perbaikan untuk meminimalkan resiko kecacatan dalam proses produksi dan memberikan rekomendasi perbaikan yang bertujuan untuk mengurangi terjadinya *defect*. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan pemborosan yang sering terjadi pada rantai produksi seperti yang telah dilakukan oleh [3], [4], dan [5].

2. METODE PENELITIAN

Lean Six Sigma

Metode *lean six sigma* mempunyai tujuan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada proses produksi dan mendapatkan kategori waste yang paling berpengaruh pada kualitas produk botol sabun cair. Cara kerja dari *lean six sigma* adalah menggunakan tahapan *define*, *measure*, *analyze* dan *improve*.

Dari tahapan *define* dan *measure* diperoleh waste yang paling berpengaruh. Penentuan level sigma dari proses produksi botol sabun cair dilakukan sebagai landasan perbaikan proses produksi botol sabun cair nantinya. Kemudian nilai RPN (*Risk Priority Number*) bisa diperoleh dengan melakukan perhitungan nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Nilai SOD digunakan sebagai input perhitungan *Fuzzy*. Dari tahapan *analyze* dan *improve* bisa diperoleh faktor penyebab kritis terjadinya waste dengan menggunakan tool *Root Cause Analysis*. Kemudian dilakukan perhitungan nilai FMEA dan *fuzzy*.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

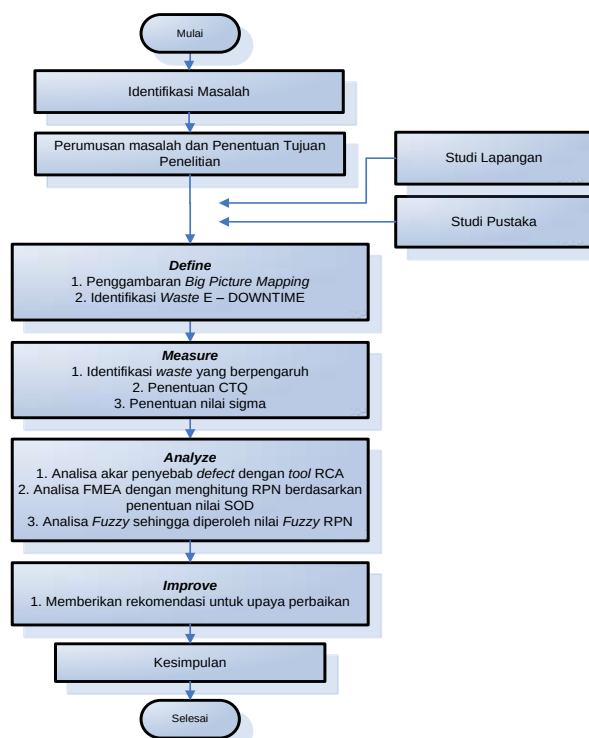
FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dipergunakan setelah mendapatkan faktor yang mempengaruhi kegagalan atau kecacatan dengan tujuan didapatkan faktor mana yang memerlukan penanganan lebih lanjut [1]. Dengan melihat analisa FMEA, dapat diketahui penyebab potensial yang memerlukan tindakan perbaikan segera. Nilai RPN

didapat dari hasil perkalian nilai SOD, kemudian dari hasil nilai tertinggi akan menjadi acuan untuk usulan tindakan perbaikan.

Fuzzy

Fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk menentukan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output* [6]. Setelah diperoleh nilai efek kegagalan (S), peluang kegagalan (O) dan deteksi kegagalan (D) dari tahap FMEA, maka nilai tersebut dijadikan sebagai *input* dalam perhitungan *fuzzy*. Nilai *fuzzy* RPN tertinggi akan dijadikan usulan tindakan perbaikan.

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lean Six Sigma

Dari hasil identifikasi waste diperoleh bobot skor waste tertinggi yaitu waste defect sebagai waste yang paling berpengaruh terhadap proses produksi. Data historis jumlah defect tiap kategori bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Historis Kategori Defect Botol Sabun Cair Bulan Oktober 2013

No	Jenis Defect	Jumlah Defect	Presentase Cacat (%)
1	Kotor Hitam	14555	39,86
2	Garis di Dinding Botol	7424	20,33
3	Mulut tidak rata	3052	8,36
4	Dasar Botol Tipis	2673	7,32
5	Leher menyempit/ Buntu	4393	12,03
6	Lengket	2014	5,52
7	Tebal Tipis	1510	4,14
8	Garis patah	891	2,44

Dari data historis jumlah defect diatas maka langkah selanjutnya adalah menentukan prioritas perbaikan defect menggunakan diagram pareto dan hasilnya diperoleh empat macam defect kritis yaitu defect kotor hitam, garis di dinding botol, leher menyempit/buntu, dan mulut tidak rata.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Data penyebab defect yang diperoleh dari hasil pengolahan *Root Cause Analysis* kemudian diolah dalam perhitungan FMEA. *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* diidentifikasi dari hasil *Brainstorming* dan dari data historis perusahaan. Untuk menilai SOD diperlukan sebuah skala penilaian dari masing-masing faktor. Setelah diperoleh nilai SOD maka sebelum melangkah ke tahap selanjutnya yaitu metode *Fuzzy*, terlebih dahulu menentukan RPN (*Risk Priority Number*). Contoh perkalian nilai SOD pada defect kotor hitam untuk penyebab pertama yaitu “kurang memperhatikan komposisi material” bisa dilihat pada perhitungan berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{RPN} &= S \times O \times D \\ &= 4 \times 3 \times 4 = 48 \end{aligned} \quad (\text{pers.1})$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai RPN sebesar 48, kemudian nilai RPN tertinggi akan dijadikan sebagai acuan prioritas tindakan perbaikan, dan contoh hasil rekapitulasi perhitungan RPN untuk FMEA Defect dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. FMEA Defect Kotor Hitam

Jenis Defect	Efek	Penyebab	Kendali	Sev	Occ	Det	RPN
Kotor Hitam	Tingginya Rework	Kurang perhatian komposisi material	Produk akhir Melibatkan QC	4	3	4	48
		Lolos Inspeksi	Inspeksi dari QC diperketat	3	3	5	45
		Bahan baku dari supplier dibawah standart	Pemilihan supplier diperketat	4	3	3	36
		Kontaminasi / Kerak yang terbakar	Setting temperatur harus cukup	4	4	3	48
		Handling material dalam mesin tidak lancar	Pemasangan heater di setiap aliran material	3	3	3	27
		Temperatur Diehead kurang cukup	Setup mesin lebih teliti	4	2	3	24
		Tekanan udara/Blow belum berfungsi normal	Preventive maintenance sebelum produksi	2	3	2	12
		Material menempel tidak bisa keluar pemotongan	Pembersihan aliran material secara berkala	3	2	2	12
		Operator Selector kurang teliti	Training rutin operator	3	2	4	24
		Seleksi produk secara manual	Memaksimalkan fungsi mesin tester	3	3	4	36

Fuzzy

Menentukan Anggota Tim FMEA

Peran anggota tim FMEA berfungsi untuk menilai efek, penyebab dan kendali dari 34 ragam kegagalan. Bobot kepentingan ditentukan untuk memberikan perbedaan dalam penilaian FMEA, anggota tim ini diasumsikan berbeda kepentingan karena perbedaan keahlian, pengetahuan dan pengalaman dalam menangani proses produksi botol sabun cair. Bobot kepentingan anggota tim yang terlibat dalam penilaian fuzzy nantinya akan

menjadi dasar dalam perhitungan fuzzy. Anggota tim yang berperan dalam menilai FMEA bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Anggota Tim FMEA

No	Anggota	Bobot Kepentingan
1	Production Manager	30%
2	Quality Assurance Manager	25%
3	Head of Technic	15%
4	Head of Quality Control	15%
5	Head of Production	15%

Menentukan nilai Fuzzy untuk Severity, Occurrence dan Detection

Nilai *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* terlebih dahulu dinilai oleh masing-masing anggota tim melalui penyebaran kuisioner. Kemudian nilai Fuzzy untuk faktor SOD didapatkan dari merubah nilai FMEA menjadi nilai Fuzzy.

Contoh penentuan nilai FMEA ke dalam nilai fuzzy untuk jenis defect kotor hitam dengan penyebab defect kurang perhatian komposisi material yaitu anggota tim pertama memberikan nilai 3 pada faktor resiko *Severity* yang menunjukkan kriteria hanya sebagian kecil dapat dirework dan sisanya sudah baik. Kemudian nilai FMEA tersebut dirubah ke dalam nilai fuzzy, berdasarkan tabel fuzzy ratings for severity of a failure, angka 3 masuk ke dalam rating minor sehingga diperoleh nilai fuzzy yaitu minor.

Menentukan Bobot Kepentingan Faktor Severity, Occurrence dan Detection

Setelah mendapatkan nilai Fuzzy untuk faktor SOD, maka selanjutnya adalah mencari nilai bobot kepentingan faktor resiko SOD yang dinilai oleh anggota tim FMEA. Pada FMEA, kepentingan relatif dari faktor resiko diperlakukan dalam tingkat kepentingan yang sama karena itu bobot kepentingan relatif faktor SOD akan dinilai menggunakan lima istilah linguistik dan masing-masing mempunyai fungsi keanggotaan sendiri. Hasil penentuan bobot kepentingan faktor SOD dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Bobot Kepentingan Faktor Severity, Occurrence dan Detection

No	Anggota Tim	Bobot Faktor		
		Severity	Occurrence	Detection
1	Production Manager	VH	H	H
2	Quality Assurance Manager	VH	VH	L
3	Head of Technic	H	M	M
4	Head of Quality Control	H	H	M
5	Head of Production	H	M	L

Nilai VH atau Very High yang dinilai oleh anggota tim pertama pada faktor resiko severity menunjukkan bahwa bobot kepentingan relatif faktor severity adalah sangat tinggi, yang berarti

efek kegagalan produksi/cacat produk sangat mempengaruhi proses produksi botol sabun cair.

Perhitungan Total Penilaian Peringkat Fuzzy untuk Faktor Severity, Occurrence dan Detection

Contoh perhitungan kegagalan nomor 1 hingga 10 antara bobot kepentingan faktor SOD dengan nilai bobot masing-masing factor untuk mendapatkan total penilaian peringkat fuzzy untuk faktor SOD dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Total Penilaian Peringkat Fuzzy pada Faktor Severity, Occurrence dan Detection

Ragam Kegagalan	Severity	Occurrence	Detection
K1	(2,4; 3,35; 4,43)	(0,95; 1,9; 2,85; 3,8)	(1,75; 2,7; 3,65)
K2	(1,9; 2,85; 3,8)	(1,55; 2,5; 3,75; 4,7)	(2,2; 3,15; 4,1)
K3	(2,7; 3,65; 4,6)	(0,95; 1,9; 2,85; 3,8)	(1,25; 2,2; 3,15)
K4	(2,8; 3,75; 4,7)	(1,35; 2,3; 3,45; 4,4)	(2,4; 3,35; 4,3)
K5	(1,6; 2,55; 3,5)	(0,95; 1,9; 2,85; 3,8)	(1,7; 2,45; 3,4)
K6	(1,1; 1,85; 2,8)	(1,25; 2,2; 3,3; 4,25)	(1,6; 2,55; 3,5)
K7	(1,7; 2,65; 3,6)	(1,55; 2,5; 3,75; 4,7)	(2,2; 3,15; 4,1)
K8	(2,3; 3,25; 4,2)	(0,95; 1,9; 2,85; 3,8)	(2,05; 3; 3,95)
K9	(1,55; 2,5; 3,45)	(0,95; 1,9; 2,85; 3,8)	(1,8; 2,75; 3,7)
K10	(2,15; 3,1; 4,05)	(1,25; 2,2; 3,3; 4,25)	(1,75; 2,7; 3,65)

Perhitungan Total Bobot Kepentingan Fuzzy untuk Faktor Severity, Occurrence dan Detection

Setelah didapatkan penilaian peringkat fuzzy maka dilakukan perhitungan bobot kepentingan fuzzy untuk faktor SOD. Dari total tiap peringkat fuzzy untuk masing-masing faktor SOD kemudian dilakukan rekapitulasi yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Total bobot kepentingan peringkat fuzzy untuk Faktor Severity, Occurrence dan Detection

Severity	Occurrence	Detection
(0,6; 0,8375; 0,95)	(0,45; 0,6875; 0,875)	(0,225; 0,4625; 0,7)

Perhitungan Rata-rata peringkat Fuzzy, Bobot Kepentingan Faktor Severity, Occurrence dan Detection dan Fuzzy Risk Priority Number

Perhitungan fuzzy risk priority number (FRPN) digunakan persamaan seperti terlihat di bawah ini.

$$FRPN_i = (\bar{R}_i^S)^{\frac{w^S}{w^S w^O w^D}} \times (\bar{R}_i^O)^{\frac{w^O}{w^S w^O w^D}} \times (\bar{R}_i^D)^{\frac{w^D}{w^S w^O w^D}} \quad (\text{pers.2})$$

Perhitungan fuzzy risk priority number (FRPN) dengan pendekatan metode fuzzy pada ragam kegagalan pertama bisa dilihat di bawah ini

$$FRPN_1 = 1,646626722 \times 1,350921955 \times 1,268865474 = 2,822546$$

Nilai 2,822546 merupakan nilai Fuzzy Risk Priority Number, setelah didapatkan seluruh perhitungan pada 34 ragam kegagalan maka dilakukan pengurutan dari nilai yang paling tertinggi sampai yang terendah. Nilai FRPN yang tertinggi akan digunakan sebagai prioritas untuk tindakan perbaikan. Hasil rekapitulasi perhitungan dapat dilihat seluruhnya pada Tabel 7.

Tabel 7 Rata-rata Peringkat Fuzzy, Bobot Kepentingan Faktor Severity, Occurrence dan Detection dan Fuzzy Risk Priority Number

Ragam Kegagalan	Rata-rata Peringkat Fuzzy Severity	Rata-rata Peringkat Fuzzy Occurrence	Rata-rata Peringkat Fuzzy Detection	Bobot Kepentingan Faktor Severity	Bobot Kepentingan Faktor Occurrence	Bobot Kepentingan Faktor Detection	Rata-rata Bobot Kepentingan Faktor Severity	Rata-rata Bobot Kepentingan Faktor Occurrence	Rata-rata Bobot Kepentingan Faktor Detection	FRPN	Prioritas
K1	3,35	2,375	2,7	0,41253	0,347732	0,239741	1,64662672	1,35092195	1,26886547	2,82254581	6
K2	2,85	3,125	3,15	0,41253	0,347732	0,239741	1,54040807	1,48619292	1,31663523	3,01423039	2
K3	3,65	2,375	2,2	0,41253	0,347732	0,239741	1,70592914	1,35092195	1,20807183	2,7840947	7
K4	3,75	2,875	3,35	0,41253	0,347732	0,239741	1,72505679	1,44372028	1,33621015	3,32783067	1
K5	2,55	2,375	2,52	0,41253	0,347732	0,239741	1,47132563	1,35092195	1,24805052	2,48068276	16
K6	1,92	2,75	2,55	0,41253	0,347732	0,239741	1,30878831	1,42157585	1,25159653	2,32864771	28
K7	2,65	3,125	3,15	0,41253	0,347732	0,239741	1,49485941	1,48619292	1,31663523	2,92510196	3
K8	3,25	2,375	3	0,41253	0,347732	0,239741	1,62616911	1,35092195	1,30132426	2,85878499	5
K9	2,5	2,375	2,75	0,41253	0,347732	0,239741	1,45935516	1,35092195	1,27445956	2,51256507	10
K10	3,1	2,75	2,7	0,41253	0,347732	0,239741	1,59477701	1,42157585	1,26886547	2,87664044	4

Analisa Penentuan Bobot Waste

Pada penentuan bobot skor waste diperoleh bobot waste defect berada pada urutan pertama dengan skor 20. Waste inventory berada pada urutan kedua dengan skor 19. Defect motion berada pada urutan ketiga dengan skor 17. Defect overproduction berada pada urutan keempat dengan skor 17. Defect excess processing berada pada urutan kelima dengan skor 16. Defect waiting berada pada urutan keenam dengan skor 15. Defect transportation berada pada urutan ketujuh dengan skor 13. Defect not utilizing employees knowledge, skill and abilities berada pada urutan kedelapan dengan skor 12 dan defect EHS berada pada urutan kesembilan dengan skor 11. Dengan hasil bobot skor waste defect pada urutan pertama, maka bisa disimpulkan waste defect yaitu kegagalan produksi atau kecacatan produksi merupakan permasalahan utama perusahaan yang harus segera diselesaikan.

Analisa Critical to Quality (CTQ)

Dari data historis kategori defect bulan oktober 2013 sebanyak 8 kategori defect maka digunakan diagram pareto untuk menentukan prioritas perbaikan waste defect. Dari diagram pareto berdasarkan aturan pareto 80-20, diperoleh empat jenis defect yaitu :

- a. Defect kotor hitam
- b. Defect garis di dinding botol
- c. Defect leher menyempit / buntu
- d. Defect mulut tidak rata

Dari hasil diagram pareto maka perbaikan difokuskan untuk menentukan prioritas perbaikan pada empat jenis defect tersebut karena sangat mempengaruhi proses produksi botol sabun cair.

Analisa Penentuan Nilai Sigma

Sesuai dengan karakteristik kualitas kunci pada waste defect maka selanjutnya adalah dilakukan perhitungan Defect Per Opportunities (DPO) dan Defect Per Million Opportunities (DPMO) untuk menentukan level sigma dari proses produksi Botol Sabun Cair. Dari perhitungan dapat dilihat bahwa nilai sigma bulan Oktober 2013 sebesar 3,84. Disini dapat diketahui level sigma produk Botol Sabun Cair di PT. XYZ berada pada kisaran nilai 4 sigma yang berarti 6210 defect dihasilkan dari 1.000.000 peluang terjadinya defect.

Analisa Root Cause Analysis (RCA)

Setelah diperoleh hasil dari diagram pareto, dilakukan tahapan metode Root Cause Analysis untuk menemukan secara jelas akar penyebab dari sebuah permasalahan. Untuk memperoleh akar penyebab masalah dilakukan brainstorming dan wawancara pada pihak yang ahli dan berpengalaman pada proses produksi botol sabun

cair. Dengan menggunakan root cause analysis pada defect kotor hitam diperoleh 10 macam jenis penyebab defect, defect garis di dinding botol diperoleh 7 macam jenis penyebab defect, defect leher menyempit/buntu diperoleh 8 macam jenis penyebab defect, dan defect mulut tidak rata diperoleh 9 macam jenis penyebab defect. Dari total 34 macam jenis penyebab defect maka pada tahapan selanjutnya penyebab defect ini akan menjadi input variabel pada metode FMEA.

Analisa Risk Priority Number (RPN)

Nilai Risk Priority number (RPN) tertinggi didapat dari defect kotor hitam dengan penyebab defect yaitu kurang memperhatikan komposisi material dan kontaminasi/kerak yang terbakar. Nilai RPN kedua penyebab defect tersebut mempunyai nilai tertinggi sebesar 48 dan menjadi peringkat pertama sebagai acuan prioritas tindakan perbaikan. Sedangkan untuk nilai RPN terendah didapat dari defect garis di dinding botol dengan penyebab defect yaitu ratio diameter die terlalu besar dengan nilai sebesar 8. Adanya nilai RPN yang sama akan membuat tingkat faktor resiko bisa dikatakan sama, pada kenyataannya tingkat resiko keduanya sangat berbeda, selain itu RPN yang sama akan membuat kesulitan dalam menentukan prioritas tindakan perbaikan yang harus dilakukan segera.

Analisa perhitungan Fuzzy Risk Priority Number (FRPN)

Nilai fuzzy risk priority number (FRPN) yang tertinggi didapat dari defect kotor hitam dengan penyebab defect yaitu kurang memperhatikan komposisi material dengan nilai sebesar 3,327831, sedangkan nilai FRPN terendah didapat dari defect leher menyempit atau buntu dengan penyebab defect yaitu seleksi produk secara manual dengan nilai sebesar 2,123159. Dari hasil nilai FRPN akan diberikan ranking dari yang tertinggi hingga terendah, nilai FRPN tertinggi dipilih karena menunjukkan bahwa penyebab defect yang tertinggi dan harus segera dilakukan tindakan perbaikan. Dengan pendekatan metode fuzzy maka dapat dihilangkan nilai prioritas resiko yang sama sehingga hanya diperoleh satu nilai yang paling tertinggi sebagai acuan untuk tindakan perbaikan.

Rekomendasi Perbaikan

Langkah selanjutnya untuk menurunkan jumlah defect yaitu memberi usulan perbaikan kepada perusahaan. Pada pendekatan metode Fuzzy dapat diketahui penyebab defect kritis dengan melihat nilai Fuzzy RPN tertinggi. Dari hasil rekap nilai Fuzzy RPN pada tabel 9 maka diambil 7 penyebab defect yang memiliki nilai tertinggi dari 34 macam ragam kegagalan. Peringkat pertama

sampai dengan peringkat tujuh dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Urutan Prioritas Resiko Rangking 1 sampai dengan 7

Jenis Defect	Efek	Penyebab	Kendali	Fuzzy RPN	Rangking
Kotor Hitam	Tingginya rework	Kontaminasi / Kerak yang terbakar	Setting temperatur harus cukup	3,327831	1
		Lolos Inspeksi	Inspeksi dari QC diperketat	3,01423	2
		Tekanan udara/Blow belum berfungsi normal	Inspeksi dan perbaikan kecil pada blow	2,925102	3
		Seleksi produk secara manual	Memaksimalkan fungsi mesin tester	2,87664	4
		Material menempel tidak bisa keluar pemotongan	Pembersihan aliran material secara berkala	2,858785	5
		Kurang perhatikan komposisi material	Produk akhir Melibatkan QC	2,822546	6
		Bahan baku dari supplier dibawah standart	Pemilihan supplier diperketat	2,784095	7

Pada Tabel 8 berdasarkan rangking prioritas resiko maka akan dijelaskan beberapa alternatif tindakan perbaikan terhadap proses produksi sesuai dengan kondisi dari perusahaan sendiri.

- Usulan perbaikan penyebab kontaminasi/kerak yang terbakar (rangking 1 dengan nilai *fuzzy* RPN 3,327831)
Usulan untuk perbaikan penyebab kontaminasi/kerak yang terbakar adalah setting temperatur pada heater band harus konstan. Peran serta operator dalam menangani *defect* seperti membersihkan kerak pada saat ganti shift. Operator juga berperan dalam perawatan mesin sehingga setting temperatur pada semua daerah yang dilewati material plastik dapat berfungsi dengan normal. Training operator harus dilakukan secara efektif pada operator lama atau baru.
- Usulan perbaikan penyebab lolos inspeksi (rangking 2 dengan nilai *fuzzy* RPN 3,01423)
Usulan untuk perbaikan lolos inspeksi adalah inspeksi oleh bagian Quality Control diperketat untuk hasil produksi dan inspeksi bahan baku. Bagian quality control setiap harinya harus memberikan briefing kepada operator di lapangan mengenai batasan dan spesifikasi yang jelas untuk standart *defect* sebuah produk.
- Usulan perbaikan penyebab tekanan udara/blow belum berfungsi normal (rangking 3 dengan nilai *fuzzy* RPN 2,925102)
Usulan untuk perbaikan tekanan udara/blow belum berfungsi normal adalah dilakukan inspeksi dan perbaikan kecil pada blow, Peran operator sangat penting dalam perawatan mesin-mesin produksi.
- Usulan perbaikan penyebab seleksi produk secara manual (rangking 4 dengan nilai *fuzzy* RPN 2,87664)

Usulan untuk perbaikan seleksi produk secara manual pada *defect* kotor hitam adalah memaksimalkan fungsi mesin tester. Mesin tester saat ini masih berfungsi untuk mengecek apakah produk botol sabun cair mengalami kebocoran atau tidak.

- Usulan perbaikan penyebab material menempel tidak bisa keluar (rangking 5 dengan nilai *fuzzy* RPN 2,858785)
Usulan untuk perbaikan material menempel tidak bisa keluar pemotongan adalah pembersihan aliran material secara berkala yaitu minimum 3 kali per shift. Permasalahan *defect* ini hampir sama dengan *defect* tekanan udara yang tidak berfungsi normal yaitu masalah perawatan mesin.
- Usulan perbaikan penyebab kurang memperhatikan komposisi material (rangking 6 dengan nilai *fuzzy* RPN 2,822546)
Usulan untuk perbaikan kurang memperhatikan komposisi material adalah produk akhir harus melibatkan Quality Control. Produk yang keluar dari mesin produksi selama ini hanya melibatkan selector dari bagian produksi tanpa melibatkan operator dari bagian quality control.
- Usulan perbaikan penyebab bahan baku dari supplier di bawah standart (rangking 7 dengan nilai *fuzzy* RPN 2,784095)
Usulan untuk perbaikan bahan baku dari supplier di bawah standart adalah pemilihan supplier diperketat. Usulan perbaikan yang direkomendasikan adalah pemilihan supplier material harus sesuai dengan standar perusahaan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data dan pemberian rekomendasi perbaikan di Perusahaan plastic maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil penelitian diperoleh identifikasi waste paling beresiko yaitu waste defect. Waste jenis ini berhubungan dengan kualitas produk diantaranya defect kotor hitam, defect garis di body, defect mulut tidak rata, defect bottom tipis, defect neck menyempit atau buntu, defect lengket, defect tebal dan yang terakhir defect garis patah.
- Berdasarkan hasil penelitian diperoleh empat macam jenis defect kritis yaitu:
 - Defect kotor hitam
 - Defect garis di dinding botol
 - Defect leher menyempit/buntu
 - Defect mulut tidak rata

3. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total 34 macam jenis penyebab kegagalan, masing-masing dari 10 penyebab defect kotor hitam, 7 penyebab defect garis di dinding botol, 8 penyebab defect leher menyempit/buntu, dan 9 penyebab defect mulut tidak rata.
4. Berdasarkan hasil perhitungan FMEA diketahui bahwa nilai *Risk Priority number* (RPN) tertinggi didapat dari defect kotor hitam dengan penyebab defect yaitu kurang memperhatikan komposisi material dan kontaminasi/kerak yang terbakar. Nilai RPN kedua penyebab defect tersebut mempunyai nilai tertinggi sebesar 48 dan menjadi peringkat pertama sebagai acuan prioritas tindakan perbaikan. Adanya nilai RPN yang sama akan membuat kesulitan dalam menentukan prioritas tindakan perbaikan yang harus dilakukan segera.
5. Berdasarkan hasil perhitungan Fuzzy diketahui bahwa nilai *fuzzy risk priority number* (FRPN) yang tertinggi didapat dari defect kotor hitam dengan penyebab defect yaitu kurang memperhatikan komposisi material dengan nilai sebesar 3,327831. Dengan pendekatan metode fuzzy maka dapat dihilangkan nilai prioritas resiko yang sama sehingga hanya diperoleh satu nilai yang paling tertinggi sebagai acuan untuk tindakan perbaikan.
6. Usulan perbaikan untuk prioritas tertinggi yang direkomendasikan pada perusahaan adalah setting temperatur pada heater band harus konstan dan juga di sepanjang aliran material di dalam mesin agar tidak ada bahan material yang menempel yang mengakibatkan bintik hitam. Peran serta operator dalam menangani defect ini juga sangat dibutuhkan seperti maintenance secara berkala seperti membersihkan kerak sebanyak 3x/shift atau pada saat ganti shift sehingga proses produksi selanjutnya defect bisa dikurangi. Perawatan mesin oleh operator juga sangat diperlukan sehingga setting temperatur pada semua daerah yang dilewati material plastik dapat berfungsi dengan normal. Training untuk operator juga sangat diperlukan baik kepada pekerja lama maupun baru, training bisa dilakukan 6 bulan sekali sesuai kebutuhan atau sesuai evaluasi per bulan tiap operator. Pelatihan yang bisa diberikan yaitu pemantapan tentang proses kerja sesuai SOP (Standart Operation Prosedur) dan memberikan pengarahan bagaimana mengatasi permasalahan mesin jika terjadi defect produk. Selain itu operator baru juga perlu diberikan pelatihan intensif sehingga keahlian dalam menjalankan mesin produksi akan semakin bertambah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gaspersz, V. 2012. "*All In One Management Toolbook*, Contoh Aplikasi Pada Bisnis dan Industry Modern". Gramedia pustaka utama, Jakarta.
- [2] Novina, L. 2008. "Analisa Kegagalan Pada Proses Produksi Susu Cair Indomilk dengan *Root Cause Analysis (RCA)* dan *Grey FMEA*". UPT. Perpustakaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [3] Arifin, M. 2012. "Aplikasi Metode *Lean Six Sigma* Untuk Usulan Improvisasi Lini Produksi Dengan Mempertimbangkan Faktor Lingkungan. Studi Kasus: Departemen GLS (*General Lighting Services*) PT. Philips Lighting Surabaya". UPT. Perpustakaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [4] Basjir, M. 2011. "Pengembangan Model Penentuan Prioritas dan Rekomendasi Perbaikan Terhadap Mode Kegagalan Komponen dengan Metodologi *FMEA*, *Fuzzy* dan *TOPSIS* yang terintegrasi". UPT. Perpustakaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [5] Kusumadewi, S. Purnomo, H. 2010. "Aplikasi Logika *Fuzzy* Untuk Pendukung Keputusan". Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [6] Dyadem Engineering Corporation. 2003. *Guidelines for Failure Mode and Effects Analysis, For Automotive, Aerospace and General Manufacturing Industries*. Kanada : CRC Press.