

**ANALISIS TINGKAT RESIKO KEGAGALAN PROSES PRODUKSI
PASTED BAG KEMASAN SEMEN DENGAN METODE FMEA
(Studi Kasus: Pabrik Kantong PT. Semen Padang)**

Rizki Alfi, M. Harif

Sistem Produksi Industri, Akademi Teknologi Industri Padang

Jl. Bungo Pasang Kampus ATIP Tabing Padang

Telp. (07517055053)

Email: r.alfi@yahoo.com, harif_ti@yahoo.com

Abstrak

Pasted bag adalah kantong kemasan semen untuk semua tipe semen yang diproduksi oleh PT. Semen Padang dan untuk memenuhi kebutuhan kemasan semen di unit Packing Plant. Pada setiap tahapan dalam pengolahan bahan baku (kertas kraft) hingga menghasilkan barang jadi (kantong kemasan semen) yang diproses oleh bagian-bagian mesin yang bekerja, tidak semua output yang dihasilkan dapat sempurna dengan baik, untuk itu perlu ditindak lanjuti penyebab kegagalan kualitas tersebut. Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) merupakan salah satu metode dalam hal pengendalian kualitas yang melacak secara langsung penyebab dari kegagalan suatu proses ataupun suatu produk. Jumlah data Occurance kegagalan diambil dalam satu shift produksi pada mesin tubing machine dan bottomer machine yang berjumlah 250 kegagalan dari 14000 produksi. Dari FMEA, ditemukan sembilan kategori kegagalan dengan nilai RPN mulai dari yang teritinggi adalah sebagai berikut; 1) Lipatan tube yang membalik, RPN 336. 2) Tidak terpasangnya valve pada tube, RPN 245. 3) Logo gambar, tulisan hilang dan terputus, RPN 180. 4) Tube tidak terputus menjadi lembaran kantong setengah jadi, RPN 150. 5) Posisi gambar tidak sesuai dengan spesifikasi, RPN 144. 6) Tidak terbukanya bottom tube pada mesin opening unit, RPN 128. 7) posisi valve pada tube maju, RPN 120. 8) Posisi valve pada tube mundur, RPN 80. 9) Hasil pengeleman pada bottom tube tidak merata, RPN 42. Dengan asumsi RPN kumulatif 89% sebagai acuan yang tergolong kegagalan prioritas, diagram pareto menunjukkan kegagalan no 1 sd 6 adalah kegagalan mayor untuk acuan usulan perbaikan proses produksi.

Kata Kunci: FMEA, Pasted Bag, RPN

1. PENDAHULUAN

Dengan banyaknya permintaan pasar terhadap suatu barang saat ini membuat perusahaan harus mampu meningkatkan hasil produksinya dan mengurangi biaya-biaya yang tidak diperlukan yang pada akhirnya dapat mempengaruhi keuntungan bagi perusahaan. Salah satu aspek yang mempengaruhi keuntungan bagi perusahaan adalah kegagalan pada hasil produksi, semakin besar kegagalan yang terjadi dalam produksi maka semakin banyak pula bahan baku yang hilang dan terbuang sia-sia dalam produksi.

Produk gagal adalah produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi sehingga menyebabkan nilai atau mutunya kurang sempurna. Hal ini berarti, juga tidak sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan. Produk gagal yang terjadi setelah proses produksi mengacu pada produk yang tidak diterima oleh konsumen, maka untuk itu perlu dilakukan pencegahan terhadap kegagalan produksi, dengan penggabungan persyaratan teknis dan strategi manajemen sehingga nantinya dapat dilakukan penanganan, pengendalian, pencegahan lebih lanjut. Oleh karena itu para pelaku bisnis harus memperhatikan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan pada proses produksi. Faktor-faktor tersebut dapat dilihat dari berbagai sudut pandang, yakni: material, mesin, dan metode yang digunakan maupun tenaga kerja yang ada pada perusahaan itu sendiri.

Pabrik Kantong PT. Semen Padang adalah salah satu sub unit perusahaan PT. Semen Padang dari departemen utilitas yang membuat kantong kemasan semen untuk semua tipe semen yang diproduksi oleh PT. Semen Padang dan juga untuk memenuhi kebutuhan kantong kemasan semen ke setiap *Packing Plant*. Dari setiap tahapan-tahapan dalam pengolahan bahan baku (kertas kraft) hingga membentuk barang jadi (kantong kemasan semen) yang diproses oleh bagian-bagian mesin yang bekerja, tidak semua *output* yang dihasilkannya tersebut dapat sempurna dengan baik,

efeknya akan mengakibatkan kecacatan pada produk, untuk itu perlu ditindak lanjuti apa penyebab dari kegagalan tersebut.

Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) merupakan salah satu metode dalam hal pengendalian kualitas yang melacak secara langsung penyebab dari kegagalan suatu proses atau suatu produk. FMEA adalah teknik yang digunakan untuk mendefenisi, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan dan masalah pada proses produksi yang berlanjut pada hasil akhir, baik permasalahan yang telah diketahui maupun masalah yang berpotensi terhadap sistem. FMEA dapat memberikan usulan perbaikan pada proses produksi yang mempunyai tingkat resiko kegagalan yang tinggi. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis dan jumlah kegagalan yang terjadi dan apa penyebabnya, menentukan tingkat resiko dari jenis kegagalan yang terjadi berdasarkan pengolahan data Tabel FMEA, dan memberikan usulan perbaikan kepada pihak perusahaan sebagai bahan dasar pertimbangan untuk mencegah setiap kemungkinan kegagalan yang timbulkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Biro Pabrik Kantong PT. Semen Padang. Data yang dibutuhkan yaitu data penyebab kerusakan, frekuensi terjadinya kegagalan, derajat kegagalan dan tingkat pendeteksian terjadinya kegagalan. Secara rinci tahapan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi proses pembuatan kantong kemasan semen.
 - a. Mesin yang bekerja pada proses produksi dan jenis kegagalan yang terjadi.
 - b. Frekuensi kegagalan menurut masing-masing jenisnya.
 - c. Frekuensi terjadinya kegagalan dilihat dari segi mesin, manusia, material dan metode.
2. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Pada tahap ini dilakukan pengukuran terhadap setiap tahapan dalam proses produksi kantong kemasan semen. Tahapan pengerjaan yang dilakukan adalah:

- a. Mengidentifikasi fungsi pada proses produksi.
- b. Mengidentifikasi potensi failure mode proses produksi.
- c. Mengidentifikasi potensi efek kegagalan produksi.
- d. Mengidentifikasi penyebab-penyebab kegagalan proses produksi.
- e. Mengidentifikasi mode deteksi proses produksi.
- f. Menentukan rating terhadap severity, occurrence dan detection dan RPN proses produksi.

Pengukuran terhadap besarnya nilai severity, occurrence dan detection pada proses pembuatan kantong kemasan semen. Dapat ditentukan pada hal berikut:

- a. Nilai Severity, severity adalah langkah utama untuk menganalisa resiko, yaitu seberapa besar dampak atau intensitas kejadian yang mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak tersebut mulai dari skala 1 sampai 10, dimana `rating 10 merupakan dampak terburuk.
- b. Nilai Occurance, apabila sudah ditentukan rating proses severity, maka tahap selanjutnya adalah menentukan rating terhadap nilai occurrence. Occurance merupakan seberapa besar banyaknya kegagalan selama masa produksi produk.
- c. Proses kontrol saat ini (Current Process Control), merupakan suatu upaya yang saat ini dilakukan oleh pihak perusahaan untuk mencegah dari setiap kegagalan yang terjadi dalam proses produksi.
- d. Nilai Detection, setelah diperoleh nilai occurrence, selanjutnya menentukan nilai detection. Detection merupakan suatu upaya untuk mengetahui setiap kegagalan yang terjadi dalam proses produksi.
- e. Setelah mendapatkan nilai severity, occurrence dan detection pada pembuatan kantong kemasan semen, maka akan diperoleh nilai RPN (Risk Priority Number) dengan cara mengkalikan nilai severity, occurrence dan detection ($RPN = S \times O \times D$) yang kemudian dilakukan pengurutan berdasarkan nilai RPN yang tertinggi sampai terendah.

- f. Analisis hasil penelitian. Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, maka hasil tersebut dilakukan analisis berdasarkan dari pengolahan data serta pemahaman yang mengacu pada teori yang digunakan.
- g. Membuat suatu usulan perbaikan, pada tahapan usulan, perbaikan dilakukan berdasarkan hasil nilai RPN tertinggi yang di ambil dari nilai *severity*, *occurance* dan *detection*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam memproduksi kantong kemasan semen ada beberapa tahapan-tahapan proses yang dilakukan agar dapat menghasilkan kantong kemasan semen yang berkualitas, diantaranya di proses oleh dua mesin yaitu; *tubing machine* untuk memproduksi kantong setengah jadi, sedangkan *bottomer machine* untuk memproduksi kantong jadi. Produk yang dihasilkan pada mesin *tubing* masih dalam bentuk setengah jadi atau yang disebut dengan *tube*, dimana untuk bagian atas dan bawahnya belum dilem dan di lipat. Maka untuk langkah selanjutnya *Inline Conveyor* akan mengantarkan *tube* secara otomatis kedalam tumpukan *tube* (*tube bundle*) di *rotary feeder* pada *Bottomer Machine* dengan bantuan *stack loader* untuk proses pengeleman dan pelipatan. Kapasitas produksi pada mesin *Bottomer* ini dapat mencapai 15000 helai kantong/jam dengan *speed* mesin 250/mnt. Pada proses kedua mesin tersebut, ditemui beberapa jenis dan jumlah kegagalan pada proses produksi yang dihasilkan. Jenis dan jumlah kegagalan tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Kegagalan Produksi Berdasarkan Occurance)

<i>Tubing Machine</i>			
N o	Jenis Kegagalan	Spesifikasi Produk ½ jadi	Jumlah Produk Gagal
1	Logo gambar, tulisan hilang dan terputus.	Hasil <i>Printing</i> warna gambar sangat jelas dari tiap bagian pada klis stempel.	17 Helai <i>tube</i> .
2	Posisi gambar tidak sesuai dengan standar spesifikasi.	Hasil <i>Printing</i> warna gambar sangat jelas dari tiap bagian pada klis stempel.	13 Helai <i>tube</i> .
3	<i>Tube</i> tidak terputus menjadi lembaran kantong setengah jadi.	<i>Tube</i> terputus antara satu dengan yang lainnya, berdasarkan perforasi yang sudah dibuat.	42 Helai <i>tube</i> .
<i>Bottomer Machine</i>			
N o	Jenis Kegagalan	Spesifikasi Produk ½ jadi dan produk jadi	Jumlah Produk Gagal
1	Tidak terpasang nya <i>valve</i> pada <i>tube</i> .		29 Helai Kantong.
2	Posisi <i>valve</i> pada <i>tube</i> mundur.	Penempelan <i>valve</i> sejajar dengan <i>bottom</i> <i>tube</i> .	23 Helai Kantong.
3	Posisi <i>valve</i> pada <i>tube</i> maju.		19 Helai Kantong.
4	Tidak terbukanya <i>bottom tube</i> pada mesin <i>opening</i> <i>unit</i> .	Pembukaan lapisan <i>bottom tube</i> pada <i>opening</i> harus sempurna, agar mempermudah untuk proses selanjutnya.	22 Helai <i>tube</i> .
5	Hasil pengeleman pada lipatan <i>tube</i> tidak merata.	Seluruh permukaan sudut kantong di lumuri lem, kecuali pada bagian <i>Valve</i> .	12 Helai Kantong.
6	Lipatan <i>tube</i> yang	Tidak membalik, berdasarkan pembukaan	73 Helai Kantong.

membalik. lapisan *tube* pada *opening*.

Hasil tabel diatas menjelaskan, jumlah produk gagal yang paling banyak terjadi adalah “Lipatan *tube* yang membalik” dengan jumlah kegagalan 73 helai *tube* pada mesin *Bottomer*, sedangkan yang terkecil adalah “Hasil pengeleman pada lipatan *tube* tidak merata” dengan jumlah kegagalan 12 helai kantong, juga pada mesin *bottomer*. Dan jumlah produk gagal secara keseluruhan antara *tubing machine* dan *bottomer machine* adalah 250 kegagalan proses produksi, berdasarkan data yang diambil dalam 1 shift dengan jumlah produksi 14000 kantong jadi kemasan semen. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan dilapangan mengenai proses pembuatan kantong kemasan semen, maka dilakukan suatu deskripsi berdasarkan fungsi proses yang terjadi dilapangan yang dapat dilihat pada tabel 2.

Berdasarkan pengamatan pada proses produksi kantong kemasan semen pada Pabrik Kantong PT. Semen Padang, maka diperoleh kriteria proses baik dan proses gagal yang terjadi pada tiap proses kantong kemasan. Adapun kriteria yang dimaksud dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kantong Kemasan Semen

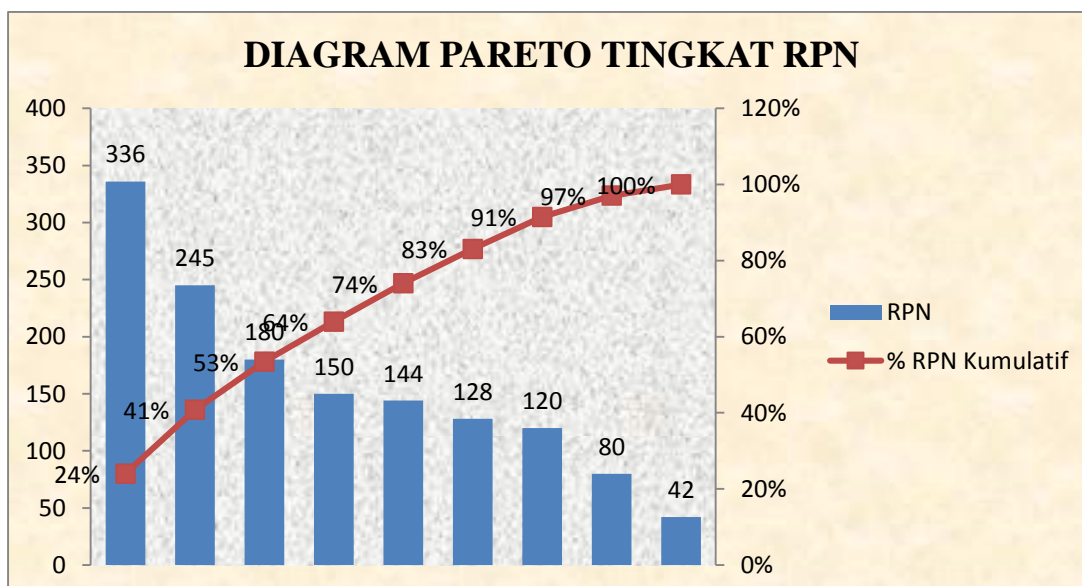
No	Fungsi Proses	Klasifikasi	
		Proses Baik	Proses Gagal
1	<i>Printing</i> .	Hasil <i>printing</i> warna pada seluruh permukaan kertas berdasarkan gambar yang tertera pada klise stempel sangat jelas dan juga hasil gambar tidak ada yang bergeser.	Posisi <i>printing</i> gambar tidak sesuai dengan spesifikasi, adanya hasil <i>printing</i> hilang dan terputus.
2	Pengeleman.	-	-
	a. Bagian tepi	Hasil pengeleman yang merata dibagian tepi kertas <i>kraft</i>	Hasil pengeleman yang tidak merata dan menciprat. Hasil pengeleman menciprat dan membuat lapisan kertas menempel, sehingga lapisan <i>bottom</i> tidak dapat dibuka oleh mesin <i>opening</i> .
	b. Bagian atas dan bawah.	Hasil pengeleman tidak menciprat.	
3	<i>Cutting</i> .	Pola <i>perforasi</i> yang terdapat pada kertas dapat terpotong.	<i>Tube</i> tidak terputus menjadi lembaran kantong setengah jadi.
4	<i>Opening</i> .	Lembaran <i>bottom</i> dapat dibuka dengan sempurna.	Tidak dapat terbuka dengan sempurna.
5	Penempelan <i>Valve</i> .	Penempatan <i>valve</i> sejajar dengan lipatan <i>bottom tube</i> .	Tidak terpasangnya <i>valve</i> , posisi <i>valve</i> yang maju dan mundur dari penempatan pada <i>tube</i> .
6	<i>Bottom pasting</i> .	Hasil pengeleman merata dengan baik.	Hasil pengeleman tidak merata pada <i>tube bottom</i> .

Berdasarkan fungsi proses, jumlah dan jenis kegagalan yang sudah diketahui pada sebelumnya, maka hal yang dilakukan untuk selanjutnya adalah membuat tabel FMEA *Process* yaitu berfungsi untuk memberikan pembobotan nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*, bedasarkan potensi mode kegagalan, efek kegagalan, penyebab kegagalan serta proses kontrol saat ini, sehingga dapat memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN). Hasil pengolahan data tabel FMEA ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Daftar Nilai RPN Setiap Jenis Kegagalan

No	Potential Effect of Failure	S	O	D	RPN	RANK
1	Logo gambar, tulisan hilang dan terputus.	9	4	5	180	3
2	Posisi gambar tidak sesuai dengan spesifikasi.	9	4	4	144	5
3	Tube tidak terputus menjadi lembaran kantong setengah jadi.	10	5	3	150	4
4	Tidak terpasangnya valve pada tube.	7	5	7	245	2
5	Posisi valve pada tube mundur.	5	4	4	80	8
6	Posisi valve pada tube maju	6	4	5	120	7
7	Tidak terbukanya bottom tube pada mesin opening unit.	8	4	4	128	6
8	Lipatan tube yang membalik.	7	6	8	336	1
9	Hasil pengeleman pada bottom tube tidak merata.	2	3	7	42	9

Berdasarkan dari hasil tabel diatas menunjukkan, terdapat enam kategori bentuk kegagalan yang memiliki nilai RPN yang tinggi, yang mana penentuan nilai RPN tersebut diambil dari berdasarkan nilai *severity*, *occurance* dan *detection* yang tinggi. Apabila terdapat nilai *severity* yang tinggi, maka kegagalan yang terjadi akan sangat berpengaruh terhadap hasil akhir produksi, dan bila terdapat nilai *occurance* yang tinggi, maka biaya produksi akan meningkat dikarenakan banyaknya terjadi *defect* dalam produksi. Begitupun pada penilaian *detection*, yang dapat berakibatkan pada ketidakpuasan pada *customer*, yang di akibatkan banyaknya barang *defect* yang lolos dari pengawasan atau pengecekan.

**Gambar 1. Diagram Pareto Berdasarkan RPN Tertinggi**

Dari pengurutan nilai RPN tertinggi dengan menggunakan diagram pareto di atas serta dengan pertimbangan bahwa, kegagalan; lipatan *tube* yang membalik, tidak terpasangnya *valve* pada *tube*, logo gambar, tulisan hilang dan terputus, tidak terputusnya *tube* menjadi lembaran kantong setengah jadi serta posisi gambar tidak sesuai dengan spesifikasi, merupakan kegagalan mayor yang diasumsikan sampai pada 89% RPN kumulatif, patut mendapatkan perhatian dahulu untuk perbaikan.

Dari hasil tabel *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) di atas dapat dilihat mode-mode yang menyebabkan kegagalan produksi dan berdasarkan nilai RPN yang didapat dari proses *opening*, proses pemasangan *valve*, proses *cutting*, proses *opening*, serta proses *printing* sebelumnya, yang berperan penting dalam pembuatan kantong kemasan semen. Dilihat dari dampak yang dihasilkan dari kegagalan akan berpengaruh terhadap penurunan kualitas produk, maka perlu dilakukan perbaikan. Secara rinci usulan perbaikan dari setiap kegagalan yang terjadi berdasarkan nilai RPN tertinggi ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Usulan Perbaikan

No.	Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Usulan Perbaikan
1	Gagal pada hasil <i>printing</i> .	Logo gambar, tulisan hilang, terputus, dan Posisi gambar tidak sesuai dengan spesifikasi.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Settingan unit ink roller (rubber roll)</i> dan <i>intermediate roll (anilox roll)</i> belum pas ke <i>roll</i> klise sewaktu pergantian klise stempel. • Terganggunya kelancaran aliran proses produksi. • Tegangan yang kurang maksimal. • <i>Settingan roll</i> klise stempel yang kurang pas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disaat penyettingan pemasangan klise stempel dapat menentukan jarak antara <i>unit ink roller</i> dan <i>intermediate roll</i> ke <i>roll</i> klise stempel dengan cepat, tepat, sehingga penempelan tinta dapat merata. • Awal start pada mesin <i>tubing</i> dengan kecepatan sedikit tinggi, agar lebih cepat penegangan kertas. • Operator harus standby, siap dan tanggap dalam menangani dimana terjadi gangguan pada kelancaran produksi pada mesin <i>tubing</i> guna untuk menghilangkan gagal <i>printing</i>.
2	Gagal dalam memotong.	<i>Tube</i> tidak terputus menjadi lembaran kantong setengah jadi.	<ul style="list-style-type: none"> • Kertas yang lembab pada suhu di pagi hari. • <i>Settingan baut prees rubber roll cutting</i> kurang pas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemberian lampu sorot yang diletakan dibagian mesin <i>tubing</i> sebelum mesin <i>cutting</i> seperti dilandaskan <i>sparate unit</i>, guna kelembaban kertas dapat dikurangi oleh suhu panas cahaya lampu sorot. • Dilakukan pemeriksaan pada mesin <i>cutting</i> secara berkala, karna pada dasarnya secara sistem mekanis, kekerasan fisik pada komponen mesin sangatlah keras. • Dilakukan penyettingan mata pisau <i>perforating</i> dengan baik. • Perlu dilakukan pengecekan pisau pelipat tersebut secara berkala, dan juga dapat menentukan umur pemakaian pisau pelipat tersebut.
3	Penempelan <i>valve</i> pada <i>tube</i> tidak sempurna/gagal.	Tidak terpasangnya <i>valve</i> pada <i>tube</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Pisau pelipat yang sudah tipis pada mesin <i>valve inserting unit</i>. • Dinding plat <i>forming</i> yang berkerak. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perlu dilakukan pembersihan kerak-kerak lem yang menempel pada plat <i>forming</i> satu kali dalam satu jam. • Perlu dilakukan pembersihan kerak-kerak lem yang terdapat dalam bak penampung dan dalam selang aliran lem, serta pembersihan komponen alat yang bekerja pada bagian pengeleman secara berkala. • pengecekan <i>sucker</i> secara berkala.
4	Gagal pada proses <i>opening</i> .	Tidak terbukanya <i>bottom tube</i> pada mesin.	<ul style="list-style-type: none"> • Lem <i>cross pasting unit</i> dan lem <i>longitudinal</i> yang keluar • <i>Sucker</i> yang sudah sobek. 	<ul style="list-style-type: none"> • .pengecekan <i>sucker</i> secara berkala.
5	Gagal pada proses <i>opening</i> .	Lipatan <i>tube</i> yang membalik.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Settingan angin</i> pada mesin <i>opening</i> kurang pas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perlu dilakukan penyettingan angin, agar hasil kerja <i>guide roll</i> dapat diharapkan dengan baik.

-
- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • <i>Tube</i> yang keluar dari <i>feeder</i> ke <i>aligement</i> dalam keadaan miring. • Terputusnya <i>belt guide roll</i> dan settingan <i>guide roll</i> kurang pas. | <ul style="list-style-type: none"> • Operator yang berkerja dibagian <i>stack loader</i> harus memperhatikan kerapian dalam susunan <i>tube</i> yang diletakan pada tumpukan <i>tube (tube bundle)</i> pada mesin <i>rotary feeder</i>. • Perlu dilakukan tindakan pergantian <i>belt guide roll</i> secara cepat dan penyettingan <i>guide roll</i> dengan pas, agar dapat bekerja dengan baik. |
|--|--|
-

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengumpulan serta pengolahan data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan, adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari data *occurance*, jumlah kegagalan pada hasil produksi yang tertinggi dilihat dari jenis kegagalan tersebut adalah “Lipatan *tube* yang membalik” dengan jumlah kegagalan 73 helai *tube*, sedangkan yang terendah adalah “Hasil pengeleman pada lipatan *tube* tidak merata” dengan jumlah kegagalan 12 helai kantong. Dan data jumlah kegagalan tersebut diambil dengan jalan produksi yang lancar.
2. Dengan nilai RPN, serta pertimbangan kegagalan-kegagalan dan efeknya, maka yang patut mendapatkan perhatian yang prioritas untuk perbaikan adalah: *Potential Effect* “Lipatan *tube* yang membalik” dengan RPN 336. *Potential Effect* “Tidak terpasangnya *valve* pada *tube*” dengan RPN 245. *Potential Effect* “Logo gambar, tulisan hilang dan terputus dengan RPN 180. *Potential Effect* “*Tube* tidak terputus menjadi lembaran kantong setengah jadi” dengan RPN 150. *Potential Effect* “Posisi gambar tidak sesuai dengan spesifikasi” dengan RPN 144.
3. Usulan perbaikan pada beberapa proses untuk meminimalisir kegagalan produk dapat dilakukan diantaranya; kegagalan pada hasil *printing*, kegagalan dalam memotong, penempelan *valve* pada *tube* tidak sempurna, dan kegagalan pada proses *opening*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, Dorothea W. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Firdaus rachmat, dkk. 2010. Perbaikan Proses Produksi Muffler Dengan Metode FMEA Pada Industri Kecil di Sidoarjo. *TEKNOLOGIA* Vol. 5. Sidoarjo.
- Gasperz, Dr. Vincent, DSc., CFPIM, CIQA. 2005. *Total Quality Management*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Referensi Manual. 2008. *Potential Failure Mode and Effects Analysis*, Edisi Keempat. Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motor Corporation.
- Raytheon. 2007. *Process Failure Modes and Effects Analysis, PFMEA for Supplier*.
- Stamatis, D. H. 1995. *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*, ASQC Quality Press, Milwaukee.