

ANALISA PENYEBAB KERUSAKAN MESIN PACKER SEMEN DI TUBAN IV DENGAN PENDEKATAN FMEA DAN LTA

Ratnanto Fitriadi^{1*}, Bambang Setiawan²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Surakarta

*Email: ratnanto_fitriadi@ums.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan memberikan usulan perbaikan pada performansi mesin packer unit Tuban IV di PT Semen Indonesia. Sistem produksi semen yang kontinyus memberikan konsekuensi bahwa performansi dan keandalan mesin untuk siap berproduksi sangat berpengaruh terhadap kapasitas produksi. Terganggunya kinerja mesin packer akibat tidak beroperasi penuh dengan 8 spout merupakan permasalahan yang ingin diteliti. Kondisi tersebut dipengaruhi karena buffer, filling tube, air cylinder, rubber house, contactor motor dan bag holder. Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) melakukan pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi dan mencegah kegagalan dari suatu sistem atau peralatan. Logic Tree Analysis (LTA) mengklasifikasikan failure mode ke dalam beberapa kategori untuk menentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing failure mode berdasarkan kategorinya. Dengan membuat worksheet FMEA dapat diketahui failure mode, failure cause dan effect analysis dari tidak bekerjanya spout secara optimal. Kemudian dilakukan penentuan nilai risk priority number RPN dari occurrence, safety dan detection. Didapatkan 7 failure mode yaitu: kantong semen tidak mau lepas dari spout pengisian, pengisian kantong semen tidak bisa penuh dan kantong berputar-putar dalam mesin packer, kantong semen terbuang dan pecah dalam mesin packer, breaker motor pada spout trip ketika btas pengisian, kantong semen telat lepas dan spout melempar kantong tidak teratur, spout tidak mau mengisi dan mesin tiba-tiba mati ketika sudah mulai berjalan. Berdasarkan analisa LTA mode kegagalan yang berdampak pada kerugian ekonomi adalah lubang aerasi filling tube aus, contactor motor rusak/ kemasukan debu dan slipring bermasalah. Sehingga usulan sistem perawatan yang difokuskan kepada ketiga parts tersebut secara preventif.

Kata kunci: failure mode and effect analysis, logic tree analysis, mesin packer pabrik semen

1. PENDAHULUAN

Keberlangsungan produksi dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah *performance* mesin dan peralatan produksi. Metode dan sistem perawatan mesin yang tepat memberikan peluang yang lebih besar suatu peralatan berfungsi normal (kondisi kerjanya) saat dioperasikan dengan kondisi standar yang telah ditentukan pada periode waktu tertentu, karena pada dasarnya jika digunakan secara terus menerus maka mesin akan mengalami penurunan performansi (Dhillon, 2007). Beberapa metode dan pendekatan untuk menjaga performansi dan keandalan peralatan, diantaranya adalah *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dengan penilaian kuantitatif dan kualitatif untuk menentukan rencana kegiatan *maintenance* guna menjamin keandalan sistem pada *pipe making line* berdasarkan modus-modus kegagalan mesin dan konsekuensinya (Dyah, 2012). Metode lainnya yang sangat populer untuk mengevaluasi suatu sistem, desain, proses atau jasa terkait kemungkinan terjadinya kegagalan adalah menggunakan FMEA (*Failure Mode and Effect analysis*). Menurut H.C. Liu et al. (2011), permasalahan klasik pada metode ini adalah saat preferensi anggota tim FMEA mempunyai perbedaan (terdapat selisih) dalam menentukan besaran nilai/ skor terhadap *risk priority numbers* seperti *occurrence*, *severity*, *detection*. Sehingga dengan menggunakan pendekatan FER (*fuzzy evidential reasoning*) dan *grey theory* akan memberi solusi terhadap permasalahan tersebut.

Penurunan performansi mesin packer Tuban 4 di PT. Semen Indonesia yang saat ini tidak bisa optimal beroperasi penuh dengan 8 spout akan dilakukan pendekatan menggunakan metode FMEA dan LTA (*logic tree analysis*) untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan yang paling berpengaruh pada mesin packer saat proses berlangsung. Seperti diketahui bahwa proses produksi semen yang dilakukan secara *continuous* maka mesin yang digunakan beroperasi *nonstop* selama beberapa bulan. Dan ditambah umur pakai mesin yang semakin lama semakin tua maka diperlukan

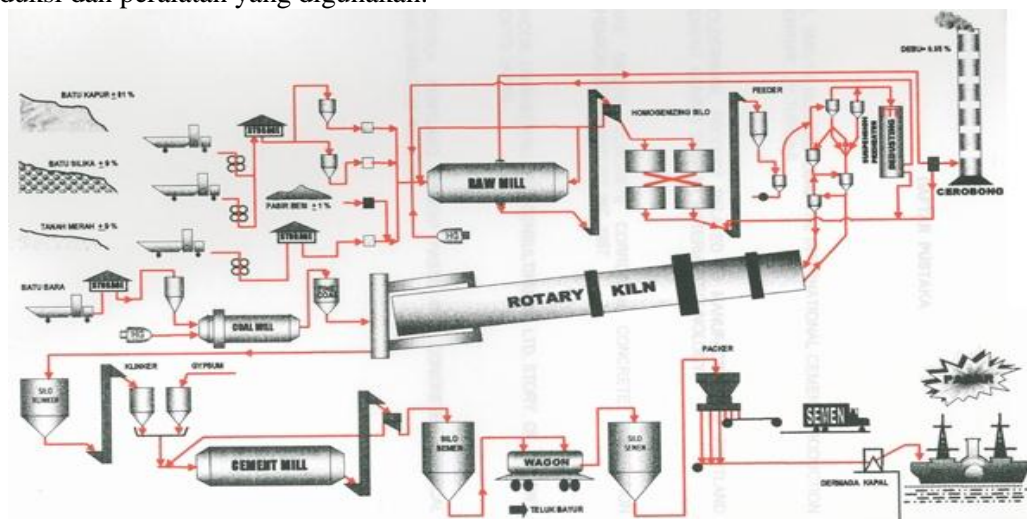
perawatan mesin yang baik untuk menghindari dan meminimalkan terjadinya kerusakan mesin. Sehingga mesin dapat beroperasi secara efektif dan tingkat produktivitas tetap terjaga.

Menurut Gasperz (2007), FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Dinyatakan bahwa *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) merupakan salah satu teknik yang sistematis untuk menganalisa kegagalan dari suatu sistem. Teknik ini dikembangkan pertama kali sekitar tahun 1950-an oleh para *reliability engineers* yang sedang mempelajari masalah yang ditimbulkan oleh peralatan militer yang mengalami malfungsi. Sasaran awal FMEA pada waktu itu adalah mencegah terjadinya kecelakaan yang dapat membahayakan nyawa orang. Penggunaan FMEA dalam analisa ini adalah sebagai metode untuk mencari sebab akibat dan solusi untuk memecahkan masalah dalam meningkatkan effectivitas Mesin *Packer* Semen *Merk Haver*. Penyusunan *Logic Tree Analisis* (LTA) merupakan proses yang kualitatif yang digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan masing-masing *failure mode*. Tujuan *Logic Tree Analisis* (LTA) adalah mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya.

2. METODOLOGI

Penelitian ini diawali dengan:

1. Mengidentifikasi sistem dan proses produksi semen untuk mengetahui karakteristik proses produksi dan peralatan yang digunakan.



Gambar 1. Bagan pembuatan semen

Secara garis besar, sistem produksi semen pada umumnya dibagi ke dalam 5 tahapan utama yang bisa dilihat seperti pada gambar 1. diatas dengan keterangan sebagai berikut :

- a. Tahap penyiapan bahan baku
Proses pembuatan semen bermula dengan pengambilan batu kapur di lokasi tambang sekitar pabrik. Kemudian batu kapur yang telah diangkut menggunakan truk tersebut dihancurkan dengan menggunakan mesin pemecah batu kapur atau yang biasa di sebut dengan *chruser*. Di tempat lain, tanah liat ditambang dan diangkut ke lokasi pabrik dengan menggunakan alat transportasi. Setelah tanah liat dan batu kapur dihancurkan maka kedua bahan baku tersebut dicampurkan, kemudian di tampung di tempat penyimpanan sementara pasir silika dan pasir besi disiapkan sesuai dengan kebutuhan.
- b. Tahap penggilingan bahan baku
Setelah semua bahan baku disiapkan, proses selanjutnya adalah penggilingan bahan baku. Sebelum di giling, keempat bahan baku ditentukan komposisinya yang dikontrol oleh sistem komputer dan siap di giling di dalam mesin penggilingan *raw mill* kemudian disimpan dalam silo-silo pencampur hingga bahan mencapai kondisi homogen.
- c. Tahap pembakaran
Dari silo pencampur bahan yang sudah homogen di umpankan ke alat pemanas awal atau yang biasa disebut *pre heater*, kemudian masuk ke dalam tanur putar (*rotary kiln*). Di dalam tanur

putar ini, material tersebut dibakar pada suhu 1350°C – 1400°C . Hasilnya adalah butiran-butiran yang dinamakan terak atau *clinker*. Setelah dipanaskan di dalam suhu yang sangat tinggi, terak kemudian didinginkan secara mendadak di alat pendingin (*cooler*). Terak kemudian disimpan dalam silo penyimpanan terak untuk selanjutnya masuk ke tahap penggilingan akhir.

d. Tahap penggilingan akhir

Pada tahap penggilingan akhir ini, terak di giling bersama dengan *gypsum* mesin penggilingan akhir dan jadilah semen Portland yang memiliki kehalusan sebesar 45 mikron. Hasil dari penggilingan akhir yang dilakukan di *finish mill* yang sudah berupa semen, masuk ke dalam silo-silo penyimpanan semen untuk selanjutnya masuk kedalam tahap pengemasan.

e. Tahap pengemasan

Dalam tahap ini, semen dikemas menggunakan mesin *packer* dalam 3 kemasan yang berbeda yaitu dalam kemasan zak atau kantong, dalam kemasan *jumbo bag*, atau dalam bentuk curah untuk kemudian didistribusikan melalui angkutan darat dan angkutan laut.

2. Tahap berikutnya adalah dengan mengumpulkan data masalah–masalah potensial yang dapat muncul, efek dari masalah–masalah potensial tersebut serta penyebabnya.
3. Pembuatan FMEA *worksheet*.
4. Menilai masalah untuk keparahan S (*severity*), probabilitas kejadian O (*occurrence*), dan deteksi D (*detection*).
4. Menghitung “*Risk Priority Number*”, atau RPN dengan persamaan $RPN = S \times O \times D$
5. Penentuan kategori *efident, safety, outage* dari *failure mode* pada mesin *packer*.
6. Menentukan diagram LTA dan kategorinya dari setiap mode kegagalan yang potensila terjadi.
7. Memberikan usulan perbaikan dari hasil analisis menggunakan FMEA dan LTA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Worksheet failure mode and effect analysis

Failure Mode and Effect Analysis					
Data		: Januari 2014 - Juli 2014			
Plant		: Packer			
Machine Name		: Packer machine 63P			
No	Failure mode	Failure Cause	Effect Analysis		
			Local	Sistem	Plant
1	Kantong semen tidak mau lepas dari spout pengisian	Rubber Buffer aus	Kantong semen jatuh dalam Mesin Packer	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
		Aerasi rubber buffer bocor	Kantong semen jatuh dalam Mesin Packer	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
2	Pengisian kantong semen tidak bisa penuh dan kantong berputar-putar dalam Mesin Packer	Rubber House aus dan rusak	Proses pengisian pada spout tidak efektif	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
		Aerasi filling tube tidak ada	Kantong terlepas saat pengisian	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
		Filling tube terhalang gumpalan semen	Waktu pengisian bertambah	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
3	Kantong semen terbuang dan pecah dalam Mesin Packer	Lubang aerasi filling tube aus	Kantong terlepas saat pengisian	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
4	Breaker motor pada spout trip ketika batas pengisian kantong	Magnet induksi sudah aus	Spout melepas kantong kurang sesuai dengan batas pengisian	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
		Contactora kemasukan debu		Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
		Kumparan Contactora sudah aus		Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
5	Kantong semen telat lepas saat pengisian dan spout melempar kantong semen tidak teratur	Air Cylinder Bag Stool Rusak	Spout melepas kantong ke Belt Conveyor tidak teratur	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
		Air Cylinder Bag Holder Rusak	Spout telat melepas kantong semen	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
		Aerasi Cylinder Bag Holder bocor	Spout telat melepas kantong semen	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
6	Spout tidak mau ngisi	Relay rusak	Spout tidak dapat digunakan	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
		Trouble instrumen	Spout tidak dapat digunakan	Sistem tetap berjalan	Produktivitas menurun
7	Mesin sudah berjalan kemudian mati sendiri	Slipring mengalami masalah (carbon brush habis/aus)	Mesin berhenti beroperasi	Sistem berhenti	Produksi berhenti

FMEA *worksheet* di atas (tabel 1.) diperoleh dari wawancara dengan Supervisor bagian *maintenance Packer* Tuban IV untuk menentukan jenis *failure mode* dan dampaknya.

Dari data *Worksheet* FMEA yang telah diketahui kemudian membuat penilaian *variable* FMEA yang berisi nilai *occurrence, severity* dan *detection*. Pemberian nilai ini berdasarkan data

sebenarnya yang terjadi pada mesin *Packer Tuban IV* dimana pada penelitian ini nilai tersebut didapatkan dari bagian *Maintenance Packer Tuban IV PT Semen Indonesia Tbk.*

Tabel 2. Nilai RPN packer machine tuban IV

No	Failure mode	Failure Cause	Frequency Of Occurance	Degree Of Safety	Change Of Detection	RPN	Rank
1	Kantong semen tidak mau lepas dari spout pengisian	Rubber Buffer aus	2,7	5	4	54	3
		Aerasi rubber buffer bocor	2,3	4,5	4,2	43,47	5
2	Pengisian kantong semen tidak bisa penuh dan kantong berputar-putar dalam Mesin Packer	Rubber House aus dan rusak	2	1	3,5	7	15
		Aerasi filling tube tidak ada	1,7	4,3	4	29,24	10
		Filling tube terhalang gumpalan semen	1,5	4,3	4	25,8	11
3	Kantong semen terbuang dan pecah dalam Mesin Packer	Lubang aerasi filling tube aus	2,8	4	5	56	2
4	Breaker motor pada spout trip ketika batas pengisian kantong	Magnet induksi sudah aus	1,4	3,7	3,5	18,13	13
		Contactor kemasukan debu	3	5	4	60	1
		Kumparan Contactor sudah aus	2	3,7	4	29,6	9
5	Kantong semen telat lepas saat pengisian dan spout melempar kantong semen tidak teratur	Air Cylinder Bag Stool Rusak	2,3	4,3	4,2	41,54	6
		Air Cylinder Bag Holder Rusak	2,2	1,8	4,8	19,01	12
		Aerasi Cylinder Bag Holder bocor	2,5	4,7	3,8	44,65	4
6	Spout tidak mau ngisi	Relay rusak	3,7	1	3,5	12,95	14
		Trouble instrumen	7	1	5	35	8
7	Mesin sudah berjalan kemudian mati sendiri	Slipring mengalami masalah (carbon brush habis/aus)	2,3	4,3	4,2	41,54	7
Rata-rata			2,63	3,51	4,11	34,53	
Jumlah			39,40	52,60	61,70	517,92	

Setelah diketahui nilai tiap *variable* FMEA, selajutnya adalah menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari data tersebut. RPN merupakan hasil perkalian antara nilai *occurance*, *severity* dan *detection* untuk masing-masing *failure cause*. Kemudian membuat *ranking* untuk masing-masing *failure cause* berdasarkan dari hasil perhitungan nilai RPN yang telah dihitung. Nilai RPN tertinggi dapat diartikan bahwa komponen tersebut membutuhkan penanganan yang segera apabila *failure mode* terjadi. Tabel di atas (tabel 2.) adalah data nilai tiap variabel FMEA dan hasil dari perhitungan nilai RPN.

Tabel 3. Kategori LTA Failure Mode Mesin Packer Tuban IV

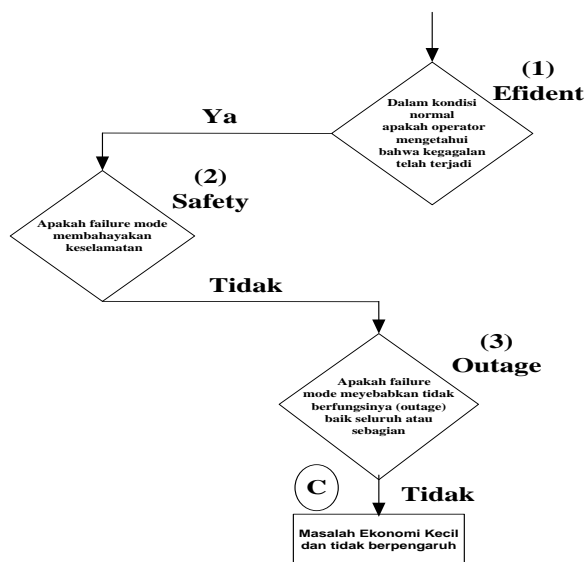
No	Function Failure	Failure Mode	Efident	Safety	Outage	Category
1	Tidak dapat melepas kantong	Kantong semen tidak mau lepas dari spout pengisian	Ya	Tidak	Tidak	C
2	Tidak dapat mengisi kantong dengan sekali proses	Pengisian kantong semen tidak bisa penuh dan kantong berputar-putar dalam Mesin Packer	Ya	Ya	Tidak	C
3	Melepas kantong tidak sesuai waktunya	Kantong semen terbuang dan pecah dalam Mesin Packer	Ya	Tidak	Ya	B
4	Telat melepas kantong ketika sudah mencapai batas pengisian	Breaker motor pada spout trip ketika batas pengisian kantong	Ya	Tidak	Ya	B
5	Tidak dapat melepas kantong sesuai batas pengisian dan pelepasan ke arah belt conveyor tidak teratur	Kantong semen telat lepas saat pengisian dan spout melempar kantong semen tidak teratur	Ya	Tidak	Tidak	C
6	Spout tidak bisa mengisi kantong	Spout tidak mau ngisi	Ya	Tidak	Tidak	C
7	Mesin berhenti operasi tiba-tiba	Mesin sudah berjalan kemudian mati sendiri	Ya	Tidak	Ya	B

Logic Tree Analysis (LTA) digunakan untuk mengetahui katogori *failure mode* terhadap langkah perbaikan yang harus segera dilakukan serta arah tindakan yang harus dipilih untuk mengatasi *failure mode*. *Logic Tree Analysis* merupakan pendekatan kualitatif dari hasil pengamatan yang telah dilakukan terhadap masing-masing *failure mode*.

Alasan dalam pemilihan kategori berdasarkan hasil wawancara bersama Supervisor *Maintenance Packer* Tuban IV PT Semen Indonesia Tbk dirangkum dalam tabel 3. sebagai hasil analisa diagram LTA.

Diagram LTA dari setiap *failure mode* ditunjukkan dalam diagram berikut (gambar 2. – 8.) beserta keterangan dari kategorinya.

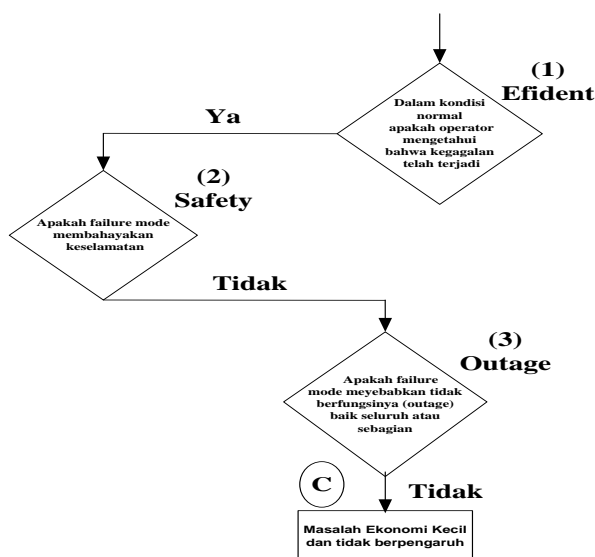
Kantong semen tidak mau lepas dari spout pengisian



Gambar 2. LTA failure mode 1

Failure mode ini termasuk dalam kategori C yang artinya *failure mode* ini tidak mempunyai konsekuensi terhadap *safety* maupun operasional pabrik dan *failure mode* hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan.

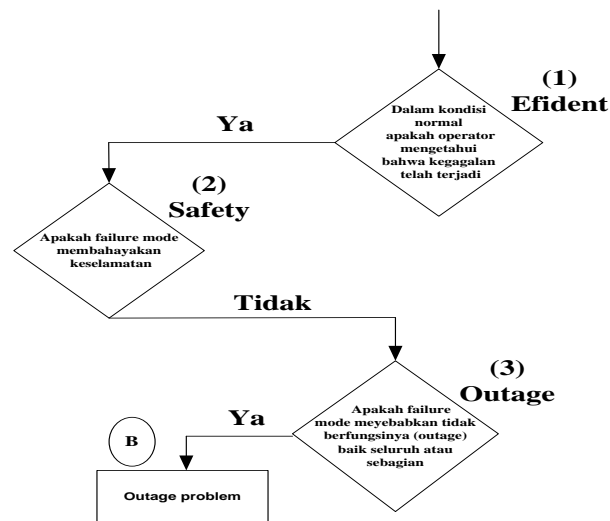
Pengisian kantong semen tidak bisa penuh dan kantong berputar-putar dalam Mesin Packer



Gambar 3. LTA failure mode 2

Failure mode ini termasuk dalam kategori C yang artinya *failure mode* ini tidak mempunyai konsekuensi terhadap *safety* maupun operasional pabrik dan *failure mode* hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan.

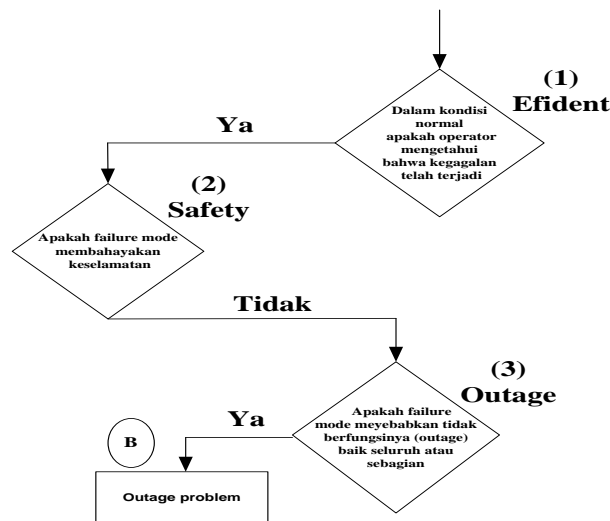
Kantong semen terbuang dan pecah dalam Mesin Packer



Gambar 4. LTA failure mode 3

Failure mode ini termasuk dalam kategori B yang artinya *failure mode* ini mempunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan sehingga diperlukan perbaikan segera.

Breaker motor spout trip ketika batas pengisian kantong

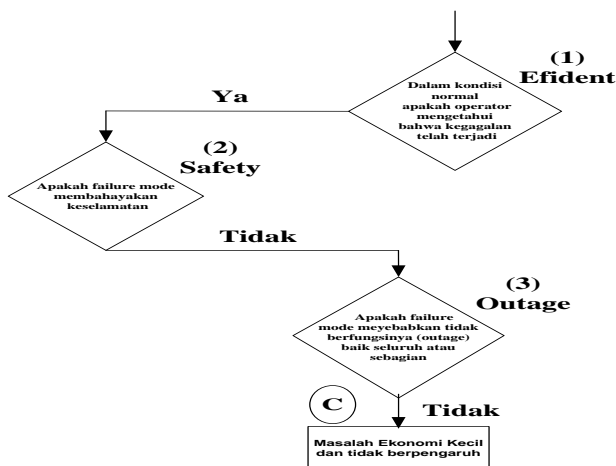


Gambar 5. LTA failure mode 4

Failure mode ini termasuk dalam kategori B yang artinya *failure mode* ini mempunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan sehingga diperlukan perbaikan segera.

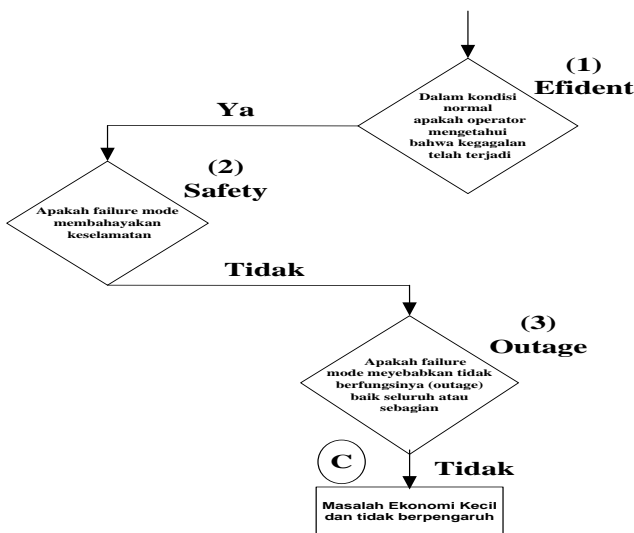
Kantong semen telat lepas saat pengisian dan spout melempar kantong semen ke arah Belt Conveyor tidak teratur

Failure mode 5 ini termasuk dalam kategori C yang artinya *failure mode* tidak mempunyai konsekuensi terhadap *safety* maupun operasional pabrik dan *failure mode* hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan.

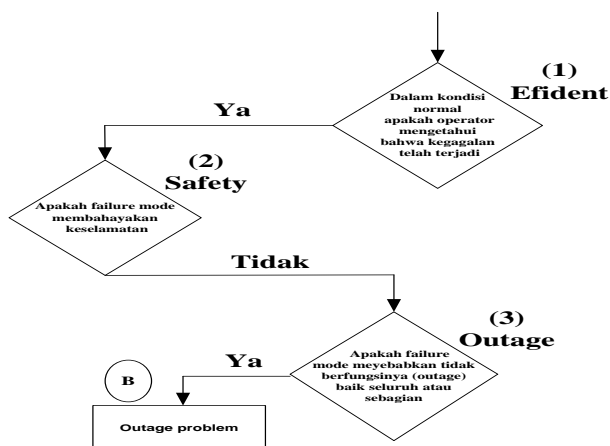


Gambar 6. LTA failure mode 5

Spout tidak mau mengisi kantong/ tidak mau beroperasi



Gambar 7. LTA failure mode 6



Gambar 8. LTA failure mode 7

Failure mode 6 ini termasuk dalam kategori C yang artinya failure mode tidak mempunyai konsekuensi terhadap safety maupun operasional pabrik dan failure mode hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan.

Mesin mati tiba-tiba ketika beroperasi

Failure mode 7 ini termasuk dalam kategori B yang artinya *failure mode* ini mempunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan sehingga diperlukan perbaikan segera.

Usulan perbaikan

Berdasarkan serangkaian analisis yang telah dilakukan maka diambilah tiga jenis *failure mode* yang mempunyai dampak kerugian ekonomi yang cukup besar dan *failure cause* yang mempunyai nilai RPN tinggi. Tabel 3.4 berikut ini adalah ketiga *failure mode* dan *failure cause* beserta usulan perbaikan untuk pencegahan *failure* tersebut :

Tabel 4. Usulan perbaikan

No	Failure mode	Failure Cause	RPN	Category LTA	Usulan perbaikan
1	Kantong semen terbuang dan pecah dalam Mesin Packer	Lubang aerasi filling tube aus	56	B	preventive melakukan pengontrolan/pengecekan lubang aerasi secara periodik
2	Breaker motor pada spout trip ketika batas pengisian kantong	Contactora kemasukan debu	60	B	preventive melakukan pembersihan contactora motor secara priodik
3	Mesin sudah berjalan kemudian mati sendiri	Slipring mengalami masalah (carbon brush habis/aus)	41,54	B	Preventive melakukan pengecekan slipring (carbon brush) secara periodik

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- Terdapat 7 mode kegagalan ,yaitu: kantong semen tidak mau lepas dari *spout* pengisian, pengisian kantong semen tidak bisa penuh dan kantong berputar-putar dalam mesin *packer*, kantong semen terbuang dan pecah dalam mesin *packer*, *breaker motor* pada *spout* trip ketika batas pengisian, kantong semen telat lepas dan *spout* melempar kantong tidak teratur, *spout* tidak mau mengisi dan mesin tiba-tiba mati ketika sudah mulai berjalan.
- Berdasarkan perhitungan RPN mode kegagalan yang sering terjadi adalah *trouble instrument*.
- Berdasarkan analisa LTA mode kegagalan yang berdampak pada kerugian ekonomi adalah lubang *aerasi filling tube* aus, *contactora* motor rusak/ kemasukan debu dan *slipring* bermasalah

Ucapan Terima Kasih:

- PT. Semen Indonesia Tuban Tbk. khususnya bagian *maintenance Packer* Tuban IV
- Bapak Sulawisno, bapak Suratno dan Bapak Achmad Syaefudin sebagai narasumber yang sangat korporatif.
- Saudara Bambang Setiawan sebagai rekan penelitian kolaboratif.

DAFTAR PUSTAKA

- B.S, Dhillon, 2007, *Engineering Maintenance: A Modern Approach*, CRC Pres LLC, N.W. Corporate Blvd, Boca Raton, Florida.
- Dyah Ika Rinawati, Bambang Purwanggono, Eko Lisysantaka, 2012, Perencanaan Kegiatan Maintenance pada Sistem Pipe Making dengan Pendekatan Realibility Centered Maintenance II, *Prosiding SNST ke-3*, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Gaspersz, Vincent., 2007, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hu-Chen Liu, Long Liu, Qi-Hao Bian, Qin-Lian Lin, Na Dong, Peng-Cheng Xu, 2011, Failure mode and effects analysis using fuzzy evidential reasoning approach and grey theory, *Journal of Expert Systems with Applications*, Vol. 8 hal. 4403-4415.