

PENGENDALIAN RISIKO PROSES PRODUKSI CRUDE PALM OIL DENGAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA)

Deasy Kartika Rahayu Kuncoro^{*)}, Putri Ayu Navy Pratiwi, Yudi Sukmono

*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman,
Jl. Sambaliung No.9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119*

Abstrak

Proses produksi berbahan baku komoditi perkebunan memiliki berbagai risiko dalam operasionalnya baik risiko internal maupun eksternal. Risiko adalah suatu kejadian atau peristiwa yang apabila terjadi dapat menghambat pencapaian tujuan atau sasaran perusahaan. Manajemen risiko merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mengidentifikasi risiko yang dapat terjadi, menganalisis dampak dan probabilitas dari risiko tersebut, serta menerapkan respon atas risiko tersebut untuk memastikan agar tujuan utama dari kegiatan dapat tercapai. Penelitian dilakukan pada proses produksi CPO di PT Bima Palma Nugraha berupa aktivitas mengolah tandan buah segar (TBS) menjadi *Crude Palm Oil* (CPO). Terdapat banyak hal kejadian yang menjadi potensi risiko sehingga harus dikendalikan guna meminimalkan dampak risiko yang ditimbulkan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Berdasarkan identifikasi risiko, pada kegiatan timbangan terdapat 3 kejadian risiko, grading terdapat 3 risiko, *loading ramp* terdapat 4 risiko, *sterilizer* terdapat 6 risiko, di stasiun *tresher* terdapat 7 risiko, di stasiun *press* terdapat 8 risiko, di stasiun klarifikasi terdapat 3 risiko dan 1 risiko pada kegiatan di stasiun penyimpanan. Terdapat 35 kejadian risiko dengan 35 penyebab risiko, terdapat 7 kejadian risiko berdasarkan nilai RPN terbesar dan terdapat 17 usulan pengendalian berdasarkan akar penyebab kejadian risiko dari nilai RPN terbesar.

Kata kunci:*manajemen risiko, FMEA, FTA*

Abstract

[Risk Control in Production Process of Crude Palm Oil Using Failure Mode and Effect Analysis Method and Fault Tree Analysis]*Production process based on plantation commodity will have various risks in its operations from both internal and external factors. The various risks faced by the company need to be taken seriously. Risk is an event that might hinder the achievement of goals or targets of company. Risk management is activities that aimed to identify the occurrence of risks, analyze the impact and probability of those risks, and apply the risk's response to ensure that the main objectives of the activity are achieved. This research was conducted on CPO production process in PT Bima Palma Nugraha. CPO production process activity in PT Bima Palma Nugraha was the activity of processing Fresh Fruit Bunches (FFB) into Crude Palm Oil (CPO). Many incidents can cause risks. Therefore, risk must be controlled to minimize the impact of the risks posed. The methods used in this research were Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA). Based on the identification of risk in the process of CPO production process, there were 3 risk events, 3 risks of grading, 4 risks of loading ramp, 6 risks of sterilizers, 7 risks in tresher stations, 8 risks in the press station, 3 risks in the clarification station, and 1 risk to the activity at the storage station. There were 35 risk events with 35 risk causes, 7 risk events based on the largest RPN value, and 17 proposed suggestions based on the root cause of 7 risk events from the largest RPN value.*

Keywords:*risk management, FMEA, FTA*

^{*)}Penulis Korespondensi
Email: deasykartika@gmail.com

1. Pendahuluan

Subsektor perkebunan memegang peranan penting bagi perekonomian Indonesia dan perlu dikembangkan di masa mendatang. Subsektor perkebunan merupakan salah satu sumber devisa non migas, sumber kesempatan kerja serta lapangan investasi bagi investor nasional maupun internasional (Hadi *et al*, 2007 dalam Wigena dkk, 2009). Berbagai perkebunan akan memiliki berbagai risiko dalam pengembangannya baik risiko internal maupun eksternal. Berbagai risiko-risiko yang dihadapi oleh perusahaan perlu ditangani dengan serius.

Risiko harus dikendalikan untuk meminimalkan dampak dari risiko yang ditimbulkan. Untuk itulah manajemen risiko diperlukan untuk mengelola risiko yang terjadi. Menurut *New South Wales Treasury* (2004), manajemen risiko merupakan kumpulan kegiatan yang bertujuan untuk mengidentifikasi risiko yang dapat terjadi, menganalisis dampak dan probabilitas dari risiko tersebut, serta menerapkan respon atas risiko tersebut untuk memastikan agar tujuan utama dari kegiatan tersebut dapat tercapai.

PT Bima Palma Nugraha merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang perkebunan. Perusahaan ini tidak hanya mengelola perkebunan kelapa sawit melainkan memproduksi minyak kelapa sawit (CPO). Terdapat banyak risiko yang dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan khususnya pada proses produksi CPO. Risiko yang terjadi yaitu mesin press rusak yang dapat menimbulkan operasional *press stop* atau berhenti, *screw press aus* yang menimbulkan kapasitas dari mesin *press* berkurang, sobeknya karet pada *packing door* yang berakibat uap saat perebusan keluar banyak dan buah tidak matang. Dari permasalahan yang ada manajemen risiko diperlukan untuk meminimalisir risiko yang terjadi pada pengolahan CPO di PT Bima Palma Nugraha.

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mencegah kegagalan suatu produk sehingga output dari suatu produksi dapat sesuai dengan standar keinginan perusahaan. FMEA juga berfungsi untuk menganalisa potensi kesalahan atau kegagalan dalam sistem dan potensi yang teridentifikasi akan diklasifikasikan menurut besarnya potensi kegagalan dan efeknya terhadap proses. Proses FMEA terdapat 3 variabel utama antara lain *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk melihat reliabilitas dari suatu produk dan menunjukkan hubungan sebab akibat diantara suatu kejadian dengan kejadian lain.

Metode FMEA dan FTA berguna untuk mengidentifikasi masalah serta penyebab dari masalah serta tindakan pengendalian terhadap risiko yang terjadi.

2. Metodologi

Penelitian dilaksanakan di PT Bima Palma Nugraha, Bengalon, Kalimantan Timur dengan perolehan data dari wawancara dan kuisisioner. Data diperoleh melalui wawancara serta kuisisioner untuk mengetahui risiko apa saja yang terjadi dan penyebabnya serta untuk pembobotan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*.

Severity merupakan rating atau tingkat yang mengacu pada seriusnya dampak dari suatu potensial *failure mode*.

Tabel 1. Skala *Severity*

Rating	Effect	Severity Effect
10	<i>Hazardous without warning</i> (HWOW)	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi <i>system safety</i> tanpa peringatan.
9	<i>Hazardous with warning</i> (HWW)	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi <i>system safety</i> dengan peringatan.
8	<i>Very High</i> (VH)	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kegagalan menyebabkan kerusakan tanpa membahayakan keselamatan.
7	<i>High</i> (H)	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kerusakan peralatan.
6	<i>Moderate</i> (M)	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kerusakan kecil.
5	<i>Low</i> (L)	Sistem tidak dapat beroperasi tanpa kerusakan.
4	<i>Very Low</i> (VL)	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami penurunan secara signifikan.
3	<i>Minor</i> (MR)	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami beberapa penurunan.
2	<i>Very Minor</i> (VMR)	Sistem dapat beroperasi dengan sedikit gangguan
1	<i>None</i> (N)	Tidak ada pengaruh.

Sumber: Wang, 2009

Occurrence merupakan rating yang mengacu pada beberapa frekuensi terjadinya cacat atau kegagalan. Nilai frekuensi kegagalan menunjukkan adanya keseringan suatu masalah yang terjadi akibat *potential cause*.

Tabel 2. Skala *Occurrence*

Rating	Probability of Occurrence	Probabilitas kegagalan
10	<i>Very High</i> (VH): kegagalan hampir tidak bisa dihindari	>1 dalam 2
9	<i>High</i> (H): kegagalan berulang	1 dalam 3
8		1 dalam 8
7		1 dalam 20
6	<i>Moderate</i> (M): sesekali kegagalan	1 dalam 80
5		1 dalam 400
4		1 dalam 2000

3	Low (L): relatif sedikit kegagalan	1 dalam 15000
2		1 dalam 150000
1		< 1 dalam

Sumber: Wang, 2009

Detection adalah sebuah kontrol proses yang akan mendeteksi secara spesifik akar penyebab dari kegagalan. *Detection* adalah sebuah pengukuran untuk mengendalikan kegagalan yang dapat terjadi.

Tabel 3. Skala *Detection*

Rating	Detection	Kemungkinan Deteksi oleh Alat Pengontrol
10	<i>Absolute Uncertainty (AU)</i>	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
9	<i>Very Remote (VR)</i>	Sangat kecil kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
8	<i>Remote (R)</i>	Kecil kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
7	<i>Very Low (VL)</i>	Sangat rendah kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
6	<i>Low (L)</i>	Rendah kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
5	<i>Moderate (M)</i>	Sedang kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
4	<i>Moderately High (MH)</i>	Sangat sedang kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
3	<i>High (H)</i>	Tinggi kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
2	<i>Very High (VH)</i>	Sangat tinggi kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
1	<i>Almost Certain (AC)</i>	Hampir pasti kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.

Sumber: Wang, 2009

Risk priority number (RPN) didapatkan dari hasil perkalian nilai S, O dan D.

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots (1)$$

Kemudian diurutkan berdasarkan nilai dari RPN terbesar hingga nilai RPN terkecil. Setelah diurutkan langkah selanjutnya adalah menghitung persentase kumulatif RPN (%).

Analisis pohon kesalahan (*Fault Tree Analysis*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa akar penyebab masalah (Thomas Pyzdex, 2002 dalam Nugroho, 2011). Dalam

membangun model pohon kesalahan (*fault tree*) dilakukan dengan cara wawancara dan melakukan pengamatan langsung terhadap proses produksi di lapangan. Selanjutnya sumber-sumber risiko tersebut digambarkan dalam bentuk model pohon kesalahan (*fault tree*).

Risiko yang masuk dalam 80% persentase kumulatif RPN diolah lebih mendalam dengan menggunakan metode FTA berdasarkan 20% dari keseluruhan risiko.

3. Hasil dan Pembahasan

Kejadian risiko yang ada dikelompokkan berdasarkan kegiatan proses produksi:

Tabel 4. Kejadian Risiko

Kegiatan	Kode	Kejadian Risiko
Timbangan	E1	Posisi timbang tidak pas digaris timbang
	E2	Kondisi kendaraan yang kotor
	E3	Getar karena mesin
Grading	E4	Sulit memisahkan kriteria buah
	E5	Kondisi TBS yang bercampur TBS segar dan restan
	E6	Kondisi penerangan yang tidak maksimal
Loading Ramp	E7	Telat memasukkan buah ke lori saat pengisian TBS ke lori
	E8	TBS yang diisi ke lori melebihi kapasitas produksi
	E9	Anjloknya roda lori
	E10	Kapasitas pengisian lori yang tidak tercapai
Stasiun Sterilizer	E11	Tekanan <i>steam</i> saat perebusan tidak tercapai
	E12	Terjadi kebocoran pada <i>body sterilizer</i>
	E13	<i>Valve</i> tidak mau terbuka
	E14	<i>Rail track sterilizer</i> terangkat
	E15	Sobeknya karet pada <i>packing door</i>
	E16	Pecahnya <i>bearing</i> pada <i>trolley</i>
Stasiun Tresher	E17	Kisi-kisi drum <i>thresher</i> sering patah
	E18	Rusaknya <i>capstand</i> untuk menarik lori
	E19	Bocornya selang <i>hidrolic</i>
	E20	Tersumbatnya <i>conveyor</i>
	E21	Penuangan buah yang masuk ke drum <i>thresher</i> terlalu banyak
	E22	<i>Conveyor</i> sering trip (mati)
	E23	Rantai <i>sproket distributing bunch</i> lepas
Stasiun Press	E24	Penyumbatan pada <i>cut digester</i>
	E25	Terjadi kebocoran <i>body digester</i>
	E26	Rusaknya mesin <i>press</i>
	E27	<i>Temperature gauge digester error</i>
	E28	<i>Lifetimearm digester</i> sudah aus
	E29	<i>Hidrolic</i> mesin <i>press</i> tekanannya tinggi
	E30	<i>Hidrolic</i> mesin <i>press</i> tekanannya rendah
	E31	<i>Screwpress</i> aus
Stasiun Klarifikasi	E32	Pompa mengalami kebocoran
	E33	<i>Sludge</i> terlalu kental
	E34	Terjadi kebocoran pada <i>body</i> tangki
Stasiun penyimpanan	E35	Suhu penyimpanan terlalu tinggi

Sumber: wawancara

Kuisisioner penetapan angka S, O, dan D dengan mengacu pada kejadian risiko yang ada dirangkum dalam satu tabel untuk kemudian diurutkan sesuai nilai RPN terbesar. RPN sendiri merupakan nilai yang menyatakan prioritas risiko kejadian.

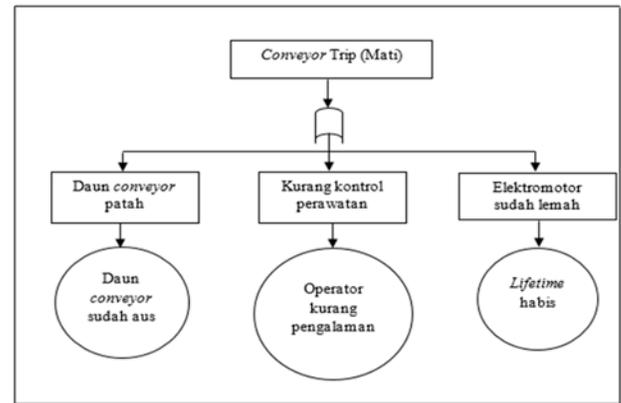
Tabel 5. Nilai RPN dan RPN Kumulatif

Kode	S	O	D	RPN	Persentase RPN (%)	Persentase kumulatif RPN (%)
E22	7	8	8	448	9%	9%
E26	8	7	7	392	8%	17%
E23	7	7	7	343	7%	24%
E32	7	6	8	336	7%	31
E17	7	6	7	294	6%	37%
E18	7	6	6	252	5%	42%
E2	4	10	6	240	5%	47%
E19	8	4	7	224	4%	51%
E24	6	5	7	210	4%	55%
E13	6	4	8	192	4%	59%
E9	6	6	5	180	3%	62%
E20	6	5	6	180	3%	65%
E21	4	7	6	168	3%	68%
E33	4	5	8	160	3%	71%
E12	4	4	8	128	2%	73%
E8	5	5	5	125	2%	75%
E16	5	3	7	105	2%	77%
E5	4	6	4	96	2%	79%
E15	4	3	8	96	2%	81%
E25	4	3	8	96	2%	83%
E7	5	6	3	90	2%	85%
E14	6	3	5	90	2%	87%
E4	4	5	4	80	1%	88%
E31	5	5	3	75	1%	89%
E10	3	3	8	72	1%	90%
E28	6	4	3	72	1%	91%
E27	4	3	5	60	1%	92%
E34	4	3	5	60	1%	93%
E11	4	4	3	48	1%	94%
E29	4	4	3	48	1%	95%
E30	4	4	3	48	1%	96%
E35	4	4	3	48	1%	97%
E1	4	3	3	36	1%	98%
E3	4	3	3	36	1%	99%
E6	4	3	3	36	1%	100%
				5164		100%

Sumber: Pengolahan Data

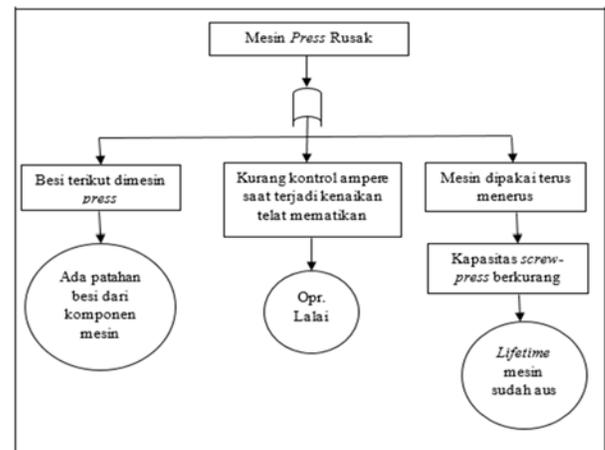
Risiko yang masuk dalam 80% persentase kumulatif RPN adalah sebanyak 18 risiko dan terdapat 7 risiko yang diolah lebih mendalam dengan menggunakan metode FTA berdasarkan 20% dari keseluruhan risiko. 7 risiko tersebut adalah *conveyor* sering trip/mati (E22), rusaknya mesin *press* (E26), rantai *sprocket distributing bunch* lepas (E23), pompa mengalami kebocoran (E32), kisi-kisi drum *thresher* sering patah (E17), rusaknya *capstand* untuk menarik lori (E18), dan kondisi kendaraan yang kotor (E2).

Gambar *fault tree analysis* dari masing-masing kejadian risiko terbesar dapat dilihat sebagai berikut:



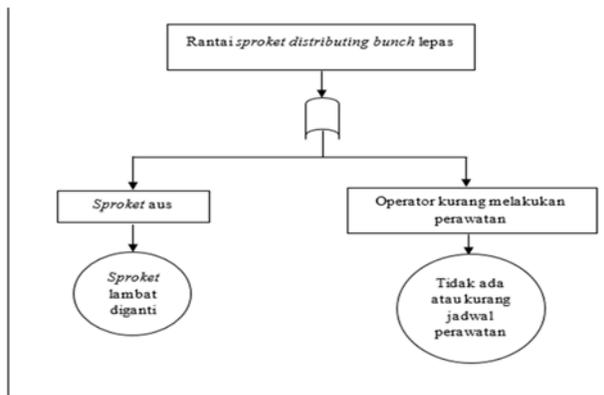
Gambar 1. FTA Conveyor Trip (mati)

Penyebab dari *conveyor* trip (mati) yaitu daun *conveyor* patah atau kurang kontrolnya perawatan atau juga disebabkan oleh elektromotor sudah lemah. Akar penyebab dari daun *conveyor* patah yaitu daun *conveyor* yang sudah aus. Akar penyebabnya adalah operator yang kurang pengalaman dalam melakukan perawatan terhadap mesin. Sedangkan untuk elektromotor sudah lemah yaitu akar penyebabnya adalah *lifetime* elektromotor habis atau telah mencapai batas maksimal.



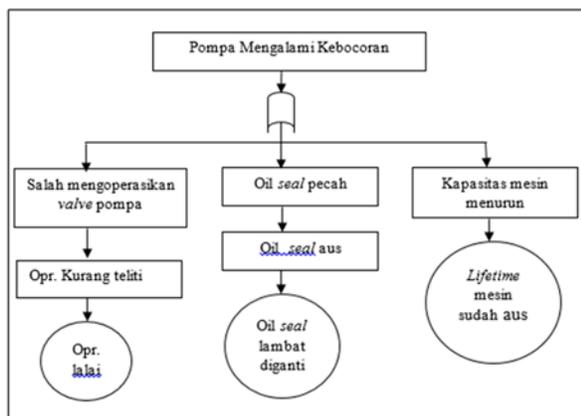
Gambar 2. Mesin Press Rusak

Rusaknya mesin *press* disebabkan oleh terdapat besi yang terikut dimesin *press* atau kurangnya kontrol ampere saat terjadi kenaikan lambat mematikan atau juga disebabkan oleh mesin yang dipakai terus-menerus. Besi terikut dimesin *press* akar penyebabnya yaitu ada patahan besi dari komponen mesin. Kurang kontrol ampere saat terjadi kenaikan lambat mematikan akar penyebab utamanya yaitu operator lalai. Sedangkan untuk mesin dipakai terus-menerus penyebabnya yaitu kapasitas *screwpress* berkurang dan hal ini berakar dari *lifetime* mesin sudah aus.



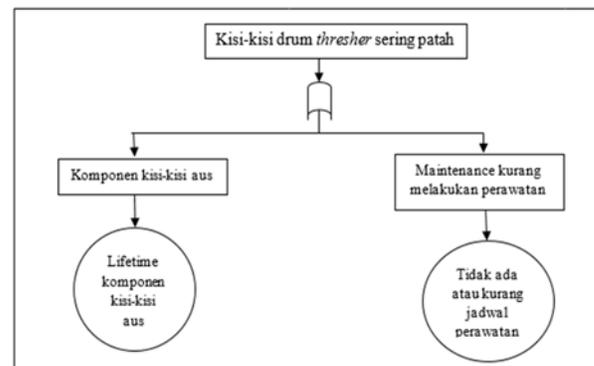
Gambar 3. FTA Rantai sproket distributing bunch lepas

Rantai sproket distributing bunch lepas disebabkan oleh sproket aus atau operator maintenance kurang melakukan perawatan. Akar penyebab utama dari sproket aus yaitu sproket lambat diganti. Sedangkan untuk operator maintenance kurang melakukan perawatan akar penyebab utamanya yaitu disebabkan oleh tidak ada atau kurang jadwal perawatan.



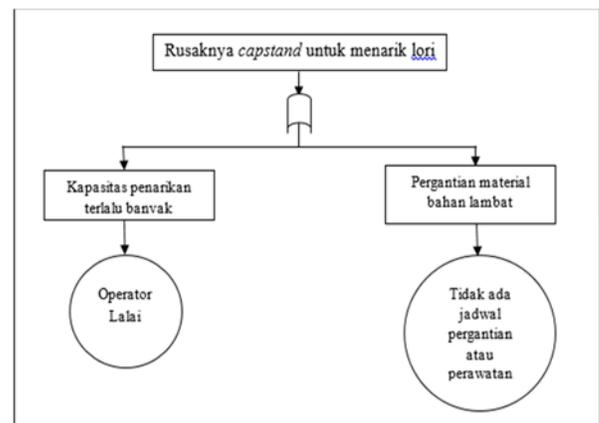
Gambar 4. FTA Kebocoran Pompa

Penyebab dari pompa mengalami kebocoran yaitu salah mengoperasikan valve pompa atau oil seal pecah atau juga disebabkan oleh kapasitas mesin menurun. Salah mengoperasikan valve pompa disebabkan oleh operator kurang teliti dan hal ini berakar dari operator yang lalai dalam menjalankan tugasnya. Sedangkan untuk oil seal pecah hal ini disebabkan oleh oil seal aus dan hal ini berakar dari oil seal lambat diganti. Sedangkan untuk kapasitas mesin menurun akar penyebab utamanya yaitu lifetime mesin sudah aus atau mencapai batas pemakaian maksimal.



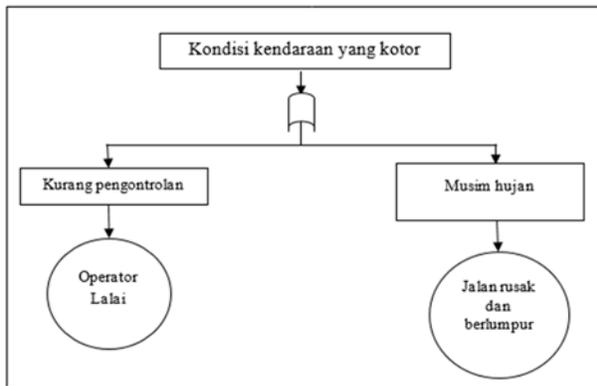
Gambar 5. FTA Kisi-kisi drum thresher sering patah

Kisi-kisi drum thresher sering patah disebabkan oleh komponen kisi-kisi aus atau maintenance kurang melakukan perawatan. Komponen kisi-kisi aus akar penyebab utamanya yaitu lifetime komponen kisi-kisi aus atau telah mencapai batas pemakaian maksimal. Sedangkan untuk maintenance kurang melakukan perawatan akar penyebab utamanya yaitu disebabkan oleh tidak ada jadwal atau kurangnya jadwal perawatan.



Gambar 6. FTA Rusaknya capstand untuk menarik lori

Rusaknya capstand untuk menarik lori disebabkan oleh kapasitas penarikan terlalu banyak atau pergantian material bahan lambat. Kapasitas penarikan terlalu banyak akar penyebab utamanya yaitu operator lalai dalam menjalankan tugasnya. Sedangkan untuk pergantian material bahan lambat akar penyebab utamanya yaitu disebabkan oleh tidak ada jadwal pergantian dan perawatan.



Gambar 7. FTA Kondisi kendaraan yang kotor

Kondisi kendaraan yang kotor disebabkan oleh kurang pengontrolan atau musim hujan. Kurang pengontrolan akar penyebab utamanya yaitu operator lalai dalam menjalankan tugasnya. Sedangkan untuk musim hujan akar penyebab utamanya yaitu disebabkan oleh jalan rusak dan berlumpur.

Tabel 6. Usulan Pengendalian Risiko

Potensial cause	Akar dari potensial cause	Usulan Pengendalian
Conveyor trip (mati)	Daun conveyor sudah aus	Melakukan pengecekan terkait daun conveyor yang sudah aus dan segera melakukan penggantian daun conveyor yang telah aus dengan yang baru
	Operator kurang pengalaman	Memberikan pembekalan kepada para operator guna menambah pengetahuan dan keahlian dalam bekerja
	Lifetime habis	Melakukan pengecekan dan penggantian mesin terkait lifetime mesin yang telah habis
Mesin press rusak	Ada patahan besi dari komponen mesin	Operator di stasiun press lebih peka terhadap suara dari mesin, sehingga ketika terdengar suara aneh dan berbeda dari biasanya dapat segera mematikan mesin, dan lebih melakukan pengecekan dan perawatan terhadap mesin
	Operator lalai	Memberikan teguran kepada setiap operator yang lalai dalam menjalankan tugasnya agar operator tidak lalai lagi dalam menjalankan tugasnya serta dapat mempunyai tanggungjawab yang besar terhadap pekerjaannya
	Lifetime mesin sudah aus	Melakukan pengecekan terkait masa pakai mesin dan segera melakukan penggantian mesin yang sudah mencapai batas pemakaian (aus) dengan mesin yang baru agar kapasitas mesin maksimal
Rantai sprocket distributing bunch lepas	Sprocket lambat diganti	Dilakukan penjadwalan secara rutin dan maksimal serta segera melakukan penggantian untuk sprocket yang sudah aus
	Tidak ada jadwal atau kurang jadwal perawatan	Membuat jadwal pengecekan dan perawatan secara berkala sehingga risiko terjadinya kerusakan pada mesin dan alat dapat diminimalisir
Pompa mengalami kebocoran	Operator lalai	Memberikan teguran kepada setiap operator yang lalai dalam menjalankan tugasnya agar operator tidak lalai lagi dalam menjalankan tugasnya serta dapat mempunyai tanggungjawab yang besar terhadap pekerjaannya

Pengendalian risiko untuk 7 kejadian risiko terbesar yang dilihat dari hasil nilai *risk priority number* (RPN) dapat dikurangi atau dimitigasi dengan cara membuat jadwal pengecekan dan perawatan secara berkala sehingga risiko terjadinya kerusakan pada mesin dan alat dapat diminimalisir, sering melakukan pengecekan terkait masa pakai komponen mesin dan segera melakukan pergantian komponen mesin yang sudah mencapai batas pemakaian (aus) dengan mesin yang baru agar mesin dapat bekerja dengan maksimal. Memberikan pelatihan pada pekerja terkait prosedur penggunaan mesin dan alat-alat, guna untuk menambah pengetahuan pekerja dan mengembangkan keahlian pada setiap proses kegiatan dalam memproduksi CPO sehingga dapat mengurangi risiko yang tidak diinginkan dan meningkatkan rasa tanggung jawab dan kedisiplinan yang tinggi pada saat bekerja.

4. Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa berdasarkan identifikasi kejadian risiko dengan model FMEA terdapat 35 kejadian risiko dan 35 penyebab timbulnya risiko, Nilai RPN tertinggi berdasarkan nilai persentase kumulatif RPN yang masuk 80% persentase kumulatif yaitu terdapat 18 kejadian risiko dan dipilih 7 kejadian risiko dengan nilai RPN terbesar untuk diberikan usulan pengendalian risiko, Kemudian, terdapat 17 usulan pengendalian berdasarkan akar dari penyebab terjadinya 7 kejadian risiko terbesar yang digambarkan dengan FTA dan diharapkan mampu mengurangi tingkat kejadian risiko.

Daftar Pustaka

- Darmawi, H., 2006, Manajemen Risiko, Penerbit PT Bumi Aksara, Jakarta .
- Ghivaris, G., Usulan Perbaikan Kualitas Proses Produksi Rudder Tiller Di PT. Pindad Bandung Menggunakan FMEA Dan FTA, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Vol. 03, No. 04.
- Hery, 2015, Manajemen Risiko Bisnis, Penerbit PT Grasindo, Jakarta.
- Kountur, R., 2006, Manajemen risiko, Penerbit Abdi Tandur, Jakarta.
- Maulidiya, N., 2005, Pengukuran Kinerja Supply Chain Berdasarkan Proses Inti Pada Supply Chain Operation Reference (SCOR).
- Mayangsari., 2015, Usulan Pengendalian Kualitas Produk Isolator Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA), Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Vol. 03, NO. 2
- Nugroho, S., 2011, Analisa Penyebab Penurunan Daya Saing Produk Susu Sapi Dalam Negeri Terhadap Susu Sapi Impor Pada Industri Pengolahan Susu (Ips) Dengan

Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) Dan *Barrier Analysis*, J@TI Undip, Vol VI, No 2.

Puspitasari, N., 2014, Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Atm (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT. Asaputex Jaya Tegal), J@TI Undip, Vol IX, No.2.

Rusmiati, E., 2012, Penerapan *Fuzzy Failure Mode And Effect Analysis* (Fuzzy Fmea) Dalam Mengidentifikasi Kegagalan Pada Proses Produksi Di PT Daesol Indonesia, Jurnal Teknologi dan Manajemen Vol. 10 No. 2.

Urianty, D., 2013, Pengukuran Risiko Rantai Pasok Produk Beras Organik Menggunakan *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis*, Mojokerto.

Wang., 2009, *Risk Evaluation In Failure Mode And Effects Analysis Using Fuzzy Weighted Geometric Mean Q, Expert System with Application* 36.1195-1207.

Wigena, Gp., dan Siregar, H., 2009, Desain Model Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan Berbasis Pendekatan Sistem Dinamis, Jurnal Agro Ekonomi, Vol.27, No.1