

**ANALISIS RISIKO OPERASIONAL PADA PROSES PRODUKSI GULA DENGAN
MENGUNAKAN METODE *MULTI-ATTRIBUTE FAILURE MODE ANALYSIS*
(MAFMA) (STUDI KASUS : PG. KEBON AGUNG MALANG)**

***OPERATIONAL RISKS ANALYSIS USING MULTI-ATTRIBUTE FAILURE MODE
ANALYSIS (MAFMA) (CASE STUDY : PG KEBON AGUNG MALANG)***

Raka Kristyanto¹⁾, Sugiono, ST., MT., Ph.D.²⁾, Rahmi Yuniarti ST., MT³⁾

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: rakakristyanto@gmail.com¹⁾, sugiono_ub@ub.ac.id²⁾, rahmi_yuniarti@ub.ac.id³⁾

Abstrak

PG Kebon Agung memiliki masalah dalam proses produksi terutama berkaitan dengan target produksi dan waktu produksi yang hilang akibat terjadinya gangguan operasional. Hal ini menyebabkan PG Kebon Agung belum dapat memenuhi target produksi setiap tahunnya. Oleh karena itu dibutuhkan identifikasi, pengukuran dan penanganan risiko secara terstruktur untuk mengurangi kerugian dari risiko. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam manajemen risiko adalah Multi-Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA). Metode MAFMA merupakan pengembangan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dengan menambahkan faktor ekonomi atau biaya ke dalam penilaian risiko. Dalam upaya mengurangi kerugian akibat risiko kritis yang berpotensi terjadi pada proses produksi gula, maka ditentukan risk response planning (RRP) yang sesuai untuk masing-masing risiko kritis. Identifikasi awal risiko menunjukkan bahwa terdapat 23 risiko operasional yang terdapat pada proses produksi gula di PG Kebon Agung. Berdasarkan perhitungan risk level dengan menggunakan metode MAFMA, terdapat 9 risiko kritis yang bersifat operasional pada proses produksi gula. Risiko kritis yang didapatkan dari penelitian ini berkaitan dengan bahan baku gula, kerusakan mesin, dan kecelakaan kerja. RRP yang sesuai dalam menanggapi risiko tersebut antara lain : perbaikan lahan tanam, penjadwalan perawatan mesin dan meningkatkan fungsi pengawasan terhadap para pekerja.

Kata kunci: *Proses Produksi Gula, Manajemen Risiko, Risiko Operasional, tujuan, Multi-Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).*

1. Pendahuluan

Pabrik Gula Kebon Agung atau PG Kebon Agung merupakan salah satu pabrik gula terbesar di Jawa Timur. PG Kebon Agung berdiri tahun 1905, sejak didirikan dengan kapasitas giling terpasang 1.500 tth (ton tebu per periode). Tahun 1937 kapasitas giling dinaikkan menjadi 1.800 tth. Pada tahun 1976 s.d. 1978 diadakan Rehabilitasi, Perluasan dan Modernisasi (RPM) kapasitas giling menjadi 3.000 tth, tahun 1998 s.d. 2001 dilakukan Program Penyehatan sehingga kapasitas giling menjadi 4.700 tth. Dari tahun 2001 hingga 2004 dilakukan perbaikan dan penggantian mesin untuk meningkatkan kemantapan kinerja dan efisiensi pabrik dengan sasaran kapasitas giling 5.000 tth. Sejak tahun 2005 PG Kebon Agung melakukan program pengembangan PG Kebon Agung dengan sasaran kapasitas giling 10.000 tth. Hal ini menunjukkan bahwa PG Kebon Agung terus melakukan pengembangan secara berkelanjutan sehingga memerlukan fungsi

manajemen yang lebih salah satunya adalah manajemen risiko.

Dari hasil identifikasi awal dengan menggunakan teknik wawancara dan *document review*, diketahui bahwa PG Kebon Agung memiliki masalah dalam proses produksi terutama berkaitan dengan target produksi dan waktu produksi yang hilang akibat terjadinya gangguan operasional. Berikut merupakan interpretasi data target produksi dan waktu produksi per periode (1 periode = 15 hari) selama 2 tahun terakhir, yaitu tahun 2012 dan tahun 2013.

Dalam mewujudkan visi dan misi dari PG Kebon Agung, berkaitan dengan daya saing pada industri gula saat ini, maka perlu diperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan proses produksi. Tahapan dalam proses produksi gula di PG Kebon Agung cukup kompleks, hal ini menimbulkan adanya potensi risiko operasional yang cukup tinggi. Risiko-risiko tersebut harus dapat diidentifikasi dan

dikelola secara serius untuk terciptanya kestabilan dalam proses produksi.

Dalam merancang sistem produksi yang stabil, sangat penting untuk menerapkan manajemen risiko di dalamnya, karena menurut Stoneburner dan Goguen (2002:21) manajemen risiko dapat mengidentifikasi risiko, menilai risiko dan mengurangi kemungkinan terjadinya risiko. Untuk tahap awal dilakukan identifikasi risiko dengan melakukan *document review* dan wawancara. Risiko-risiko tersebut kemudian diolah dan dianalisis penyebabnya dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Menurut McderMott dan Beauregard (1996:40) salah satu metode yang sering dipakai untuk mengidentifikasi komponen penyebab risiko dan mencegah permasalahan itu terjadi adalah dengan menggunakan metode FMEA, sehingga metode ini sangat tepat untuk diterapkan pada PG Kebon Agung. Setelah mengetahui penyebab risiko, selanjutnya adalah menghitung *Risk Level* dengan menggunakan metode *Multi-Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA). Setelah dilakukan penilaian maka selanjutnya adalah menentukan risiko kritis dan menentukan *Risk Response Planning* (RRP) yang tepat untuk menanggapi risiko. . Metode ini digunakan oleh Braglia (2000), dalam menganalisis faktor kegagalan. Penelitian ini akan menggunakan metode yang sama dalam menganalisis faktor risiko operasional dalam sistem produksi PG Kebon Agung.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan langkah-langkah terstruktur yang dilakukan dalam penelitian. Berikut ini akan dijelaskan mengenai waktu dan tempat penelitian, pengumpulan data, langkah-langkah yang ditempuh dalam menyelesaikan penelitian.

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Pabrik Gula Kebon Agung yang beralamat di Jalan Pakisaji Kabupaten Malang. Penelitian ini dilakukan pada Januari 2015 hingga Juni 2015.

2.2 Langkah-Langkah Penelitian

Tahapan yang penulis lakukan dalam penelitian ini antara lain :

1. **Studi Lapangan**
Tahap ini merupakan tahap pengamatan langsung ke lapangan untuk dapat mengetahui kondisi objek yang akan diamati di Pabrik Gula Kebon Agung. Selain itu dilakukan pengamatan untuk menentukan divisi yang menjadi tumpuan bisnis PG Kebon Agung.
2. **Studi Literatur**
Tahap awal dalam melakukan penelitian ini dilakukan dengan studi literatur dan mencari referensi tentang metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Analytical Hierarchy Process* (AHP), *Multi-Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA) sebagai landasan teori penelitian ini.
3. **Mengidentifikasi Masalah**
Melakukan pengamatan lebih lanjut dengan melakukan *Interview* dan *document review* untuk dapat mengidentifikasi risiko pada proses produksi yang ada di PG Kebon Agung. Risiko yang diidentifikasi merupakan risiko operasional.
4. **Merumuskan Masalah**
Tahap ini merupakan tahap dimana masalah yang telah teridentifikasi dirinci lebih detail lagi.
5. **Menentukan Tujuan**
Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis risiko operasional pada proses produksi di PG Kebon Agung serta memberikan masukan berupa respon yang mungkin diterapkan dalam menghadapi risiko tersebut.
6. **Mengidentifikasi Risiko**
Identifikasi risiko awal dilakukan dengan melakukan observasi, *document review* dan wawancara. Proses ini bertujuan untuk mengetahui risiko operasional apa saja yang berpotensi terjadi.
7. **Mengidentifikasi Penyebab Risiko**
Sebelum melakukan penilaian terhadap risiko, perlu diketahui terlebih dahulu penyebab dari risiko tersebut. Identifikasi terhadap penyebab risiko sangat penting untuk dilakukan agar respon yang ditetapkan dapat sesuai dan mampu mengurangi potensi terjadinya risiko.
8. **Menentukan Bobot Kriteria**
Bobot kriteria ditentukan dengan pengisian kuesioner oleh responden dan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), dimana pembobotan ini bertujuan

agar bobot kriteria sesuai dengan kondisi internal PG Kebon Agung.

9. Mengukur Risiko
Pengukuran terhadap risiko dilakukan dengan menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Multi-Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA), pengukuran ini dilakukan agar dapat mengetahui risiko kritis dan skala prioritas.
10. Menentukan Risiko Kritis
Penentuan risiko kritis didasarkan pada nilai *risk level* yang telah dihitung dengan Metode MAFMA.
11. Analisis Risiko Kritis
Pengkajian terhadap risiko kritis agar dapat diketahui *Risk Response Planning* yang tepat dalam menanggapi risiko.
12. Menentukan *Risk Response Planning*
Menentukan respon terhadap penyebab risiko bertujuan untuk mengurangi dampak, frekuensi dan biaya yang ditimbulkan oleh risiko.
13. Kesimpulan dan Saran
Kesimpulan dibuat berdasarkan keseluruhan tahapan penelitian, dimana peneliti menarik kesimpulan berhubungan dengan tujuan penelitian. Saran diperlukan untuk kepentingan perkembangan di masa depan. Saran dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan di PG Kebon Agung dan peneliti lain yang akan melakukan penelitian serupa dengan penelitian ini.

3. Pengolahan Data

Berikut ini akan dijelaskan mengenai tahap pengolahan data dengan menggunakan metode FMEA, AHP dan MAFMA.

3.1 Identifikasi Risiko

Proses identifikasi risiko dilakukan dengan cara *brainstorming* dan *document review*. Proses *brainstorming* ini bertujuan untuk mengetahui potensi risiko yang belum pernah terjadi sebelumnya pada proses produksi. Sedangkan *document review* dilakukan untuk mengetahui risiko yang telah terjadi sebelumnya. Hasil identifikasi risiko akan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Potensi Risiko

Risiko Operasional	
Stasiun Gilingan	
1	Korosi pada <i>cane cutter</i>
2	Kerusakan <i>scraper plate</i>
3	Kerusakan <i>gearbox</i> mesin penggerak gilingan
4	Kerusakan HDHS (<i>Heavy Duty Hammer</i>)
5	Gangguan pada talang luncur (<i>carrier</i>)
Stasiun Pemurnian	
6	Kebocoran tangki penampung nira
7	Tidak sempurnanya operasi dari <i>rotary vacuum</i>
8	Tidak sempurnanya operasi dari <i>rotary sulphur</i>
Stasiun Penguapan	
9	Kondisi <i>evaporator</i> kurang optimal
10	Gangguan pada <i>juice catcher</i>
11	Kebocoran <i>steam drum</i>
12	Tekanan uap menurun
Stasiun Kristalisasi dan Putaran	
13	Suhu palung pendingin tidak sesuai standard
14	Penambahan bibit kristal tidak sesuai standard
15	Pan masakan jebol
Stasiun Pengemasan	
16	Kerusakan <i>vibrating screen</i>
Stasiun Ketel	
17	Kebocoran <i>boiler</i> ketel
18	Kerusakan pompa injeksi masakan
19	kerusakan pada <i>heater</i>
20	Gangguan bahan bakar
Stasiun Kelistrikan	
21	Sistem <i>blackout</i>
Pengadaan Bahan Baku	
22	Stok Tebu Habis
Lainn-Lain	
23	Kesehatan dan keselamatan kerja

Tabel 1 menunjukkan hasil identifikasi risiko dengan menggunakan proses *brainstorming* dan *document review*. Risiko ini kemudian akan diukur dengan menggunakan metode FMEA.

3.2 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

FMEA bertujuan untuk menghitung *Risk Priority Number* (RPN) yang didapat dari hasil *Severity x Occurance x Detectability* dan mengetahui penyebab terjadinya potensi kegagalan yang ada di proses produksi PG Kebon Agung. Contoh perhitungan RPN dengan menggunakan metode FMEA akan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh Perhitungan FMEA

Risiko	Mode	Effect	Kontrol Deteksi	S	O	D	RPN
Korosi pada <i>cane cutter</i>	Tidak ada pengecekan	Komponen sudah tidak layak pakai	Pengecekan mingguan komponen	5	6	4	
	Pengikisan <i>cutter</i>	Tebu tidak terpotong cukup halus	Pengecekan mingguan komponen	5	6	4	
	Rata-rata			5	6	4	120
Kerusakan <i>gearbox</i>	Tidak ada upaya perawatan terhadap <i>gearbox</i>	Kondisi <i>gearbox</i> tidak layak untuk bergerak gilingan	Pengecekan mingguan komponen	4	5	4	
	Kelebihan beban giling	Proses giling berhenti	Laporan giling perhari	4	4	3	
	Rata-rata			4	4,5	3,5	63
Kerusakan HDHS	Turbine penggerak HDHS tidak berfungsi	Tebu harus digiling ulang	Pengecekan mingguan dan terdapat indikator pada turbin	6	4	3	72

Tabel 2 menunjukkan contoh perhitungan FMEA pada potensi risiko pada stasiun giling di PG. Kebon Agung Malang. Dalam menilai risiko yang memiliki lebih dari 2 penyebab maka, penilaian RPN dilakukan dengan menggunakan rata-rata. FMEA diimplementasikan untuk mengidentifikasi bentuknya terhadap produksi, dan mengidentifikasi tindakan untuk mengurangi kegagalan. Hasil perhitungan FMEA selanjutnya akan diproseskedalam MAFMA.

Dalam menilai sebuah risiko, perlu diketahui terlebih dahulu penyebab (*mode*) dan akibat (*effect*) dari risiko tersebut. Dalam satu potensi risiko tidak menutup kemungkinan terdapat lebih dari satu penyebab. Oleh karena itu untuk risiko yang memiliki lebih dari satu penyebab, nilai terhadap masing-masing kriteria perlu di rata-rata sebelum dihitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari risiko tersebut. Hal ini dilakukan agar penilaian RPN dilakukan untuk masing-masing risiko dan nilai RPN yang didapat merupakan nilai RPN dari masing-

masing risiko.

3.3 Perhitungan Kriteria *Cost* dengan Menggunakan Metode AHP

Pengukuran ini bertujuan untuk menghitung perkiraan biaya untuk masing-masing potensi risiko. Masing-masing potensi risiko dibandingkan dengan risiko lainnya agar dapat diketahui potensi risiko yang mengakibatkan biaya paling besar. Penilaian perbandingan dilakukan secara langsung oleh Kepala Divisi Teknik dan Produksi.

Tabel 3. Hasil Perkiraan Biaya

Risiko Operasional		Cost
Stasiun Gilingan		
1	Korosi pada <i>cane cutter</i>	0.02
2	Kerusakan <i>scraper plate</i>	0.014
3	Kerusakan <i>gearbox</i> mesin penggerak gilingan	0.015
4	Kerusakan HDHS (<i>Heavy Duty Hammer Shredder</i>)	0.034
5	Gangguan pada talang luncur (<i>carrier</i>)	0.024
Stasiun Pemurnian		
6	Kebocoran tangki penampung nira	0.035
7	Tidak sempurnanya operasi dari <i>rotary vacuum filter</i>	0.035
8	Tidak sempurnanya operasi dari <i>rotary sulphur burner</i>	0.035
Stasiun Penguapan		
9	Kondisi <i>evaporator</i> kurang optimal	0.046
10	Gangguan pada <i>juice catcher</i>	0.019
11	Kebocoran <i>steam drum</i>	0.035
12	Tekanan uap menurun	0.015
Stasiun Kristalisasi dan Putaran		
13	Suhu palung pendingin tidak sesuai standard	0.015
14	Penambahan bibit kristal tidak sesuai standard (200cc)	0.034
15	Pan masakan jebol	0.035
Stasiun Pengemasan		
16	Kerusakan <i>vibrating screen</i>	0.014
Stasiun Ketel		
17	Kebocoran <i>boiler</i> ketel	0.054
18	Kerusakan pompa injeksi masakan	0.054
19	kerusakan pada <i>heater</i>	0.054
20	Gangguan bahan bakar	0.054
Stasiun Kelistrikan		
21	Sistem <i>blackout</i>	0.132
Pengadaan Bahan Baku		
22	Stok Tebu Habis	0.132
Lain-Lain		

Pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa terdapat 2 risiko yang memiliki nilai tertinggi dari kriteria *cost*, yaitu risiko stok tebu habis

dan risiko sistem *blackout* dengan nilai masing-masing sebesar 0.132. Hal tersebut menunjukkan bahwa risiko stok tebu habis dan risiko sistem *blackout* memiliki tingkat kerugian yang diperkirakan sama dalam hal biaya. Selain itu, hal tersebut menunjukkan bahwa kedua risiko tersebut merupakan risiko yang menimbulkan biaya paling tinggi jika dibandingkan dengan risiko lainnya.

Penilaian kriteria *cost* dilakukan berbeda dengan tiga kriteria lainnya (*severity, occurrence, detectability*). Hal ini disebabkan karena kriteria *cost* berkaitan dengan biaya kerugian, sedangkan sangat sulit untuk menentukan nominal kerugian jika risiko tersebut masih belum terjadi. Prinsip dalam penilaian risiko berdasarkan kriteria *cost* adalah semakin tinggi nilai yang dihasilkan pada perbandingan antar risiko maka semakin tinggi perkiraan biaya yang ditimbulkan oleh risiko tersebut.

3.4 Perhitungan MAFMA

MAFMA merupakan metode yang dikembangkan oleh Marcello Braglia untuk mengatasi kelemahan yang terdapat pada FMEA. Dalam mencari penyebab kegagalan yang paling signifikan untuk dikontrol, FMEA mempertimbangkan dari 3 kriteria saja yaitu *severity, occurrence, dan detectability*. Namun ada satu faktor utama yang tidak kalah penting untuk dimasukkan yaitu pertimbangan ekonomi. Menurut Vaughan (1997), ketiadaan pertimbangan aspek ekonomi menjadi salah satu kelemahan FMEA.

Pengolaahan MAFMA dimulai dari mencari level *local priority Severity, Occurance, dan Detectability*. Dilanjutkan dengan menghitung nilai *global priority*. Penilaian *risk level* merupakan hasil penjumlahan dari nilai *global priority* masing-masing risiko. Nilai *risk level* untuk masing-masing risiko dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan MAFMA

Risiko Operasional		Risk Level
Stasiun Gilingan		
1	Korosi pada <i>cane cutter</i>	0.034
2	Kerusakan <i>scraper plate</i>	0.031
3	Kerusakan <i>gearbox</i> mesin penggerak	0.028
4	Kerusakan HDHS (<i>Heavy Duty Hammer</i>)	0.035
5	Gangguan pada talang luncur (<i>carrier</i>)	0.034
Stasiun Pemurnian		
6	Kebocoran tangki penampung nira	0.044
7	Tidak sempurnanya operasi dari <i>rotary</i>	0.041
8	Tidak sempurnanya operasi dari <i>rotary</i>	0.038
Stasiun Penguapan		
9	Kondisi <i>evaporator</i> kurang optimal	0.044
10	Gangguan pada <i>juice catcher</i>	0.027
11	Kebocoran <i>steam drum</i>	0.036
12	Tekanan uap menurun	0.028
Stasiun Kristalisasi dan Putaran		
13	Suhu palung pendingin tidak sesuai standard	0.028
14	Penambahan bibit kristal tidak sesuai	0.041
15	Pan masakan jebol	0.03
Stasiun Pengemasan		
16	Kerusakan <i>vibrating screen</i>	0.027
Stasiun Ketel		
17	Kebocoran <i>boiler</i> ketel	0.052
18	Kerusakan pompa injeksi masakan	0.048
19	kerusakan pada <i>heater</i>	0.045
20	Gangguan bahan bakar	0.047
Stasiun Kelistrikan		
21	Sistem <i>blackout</i>	0.095
Pengadaan Bahan Baku		
22	Stok Tebu Habis	0.094
Lainn-Lain		
23	Kecelakaan Kerja	0.066
Nilai Kritis		0.043

Dari Tabel 4, dapat dilihat bahwa nilai kritis dari keseluruhan potensi risiko adalah 0.043. Nilai kritis didapatkan dari rata-rata nilai *risk level* dari masing-masing risiko. Nilai kritis tersebut merupakan indikator untuk menentukan risiko kritis. Dari 23 potensi risiko operasional yang terdapat pada proses produksi di PG Kebon Agung didapatkan 9 risiko kritis, yaitu :

1. Sistem *blackout* (stasiun kelistrikan).
2. Stok tebu habis (pengadaan bahan baku).
3. Kecelakaan kerja.
4. Kebocoran *boiler* ketel (stasiun ketel).
5. Kebocoran pompa injeksi masakan (stasiun ketel).
6. Gangguan bahan bakar (stasiun ketel).
7. Kerusakan *heater* (stasiun ketel).
8. Kebocoran tangki penampungan nira (stasiun pemurnian).

9. Kondisi *evaporator* kurang optimal (stasiun penguapan).

3.5 Analisa Hasil dan Pembahasan

Sebelum menentukan *risk response planning* (RRP), dilakukan pembahasan terhadap risiko kritis. Berikut adalah pembahasan terhadap 9 potensi risiko kritis :

1. Sistem *blackout* (stasiun kelistrikan).
Risiko sistem *blackout* merupakan risiko yang dinilai memiliki dampak yang paling parah terhadap berlangsungnya proses produksi di PG Kebon Agung. Penyebab dari sistem *blackout* ini adalah anjloknya salah satu mesin pembangkit dari 4 mesin pembangkit listrik di PG Kebon Agung. Berdasarkan *document review* yang telah dilakukan sebelumnya dan hasil *brainstorming* dengan pihak perusahaan dampak dari sistem *blackout* dapat menghentikan proses produksi selama lebih dari 24 jam.
2. Stok tebu habis (pengadaan bahan baku).
Tebu merupakan bahan baku utama dari proses produksi gula, dengan adanya risiko kehabisan tebu maka proses produksi gula otomatis terhenti. Kapasitas giling di PG Kebon Agung adalah 10.000 ton tebu setiap periodenya, namun perencanaan produksi giling di PG Kebon Agung setiap periodenya tidak mencapai batas maksimal tersebut. Hal ini dikarenakan bahan baku tebu tidak mencukupi untuk diproses. Hal mendasar yang menjadi penyebab munculnya risiko ini adalah petani tebu gagal panen. Terdapat 2 penyebab terjadinya gagal panen tebu, yaitu faktor hama dan cuaca.
3. Kecelakaan kerja.
Kecelakaan kerja merupakan hal yang paling sering terjadi pada lantai produksi di PG Kebon Agung. Hal tersebut menjadi pertimbangan bagi pihak PG Kebon Agung khususnya pada Divisi Produksi untuk mengklasifikasikan risiko tersebut kedalam risiko kritis yang memerlukan penanganan lebih lanjut agar dapat meminimalisir intensitas kecelakaan kerja yang terjadi pada

lantai produksi. Proses produksi gula di PG Kebon Agung memiliki rangkaian proses yang cukup kompleks, terbagi menjadi beberapa stasiun. Kondisi pada masing-masing stasiun berbeda-beda, sehingga bahaya yang ditimbulkan berkaitan dengan kecelakaan kerja juga berbeda-beda. Pada stasiun gilingan, kondisi fisik lingkungan kerja banyak terdapat debu dan serpihan tebu yang digiling, selain itu lingkungan kerja yang bising juga seringkali menjadi penyebab kecelakaan kerja.

4. Kebocoran *boiler* ketel (stasiun ketel).
Kebocoran *boiler* ketel disebabkan oleh 2 faktor utama, yaitu *volume* kerja *boiler* yang melebihi kapasitas kerja *boiler* dan benda asing yang ikut diproses kedalam *boiler*.
5. Kebocoran pompa injeksi masakan (stasiun ketel).
Pompa injeksi masakan berfungsi sebagai distributor ampas tebu untuk diolah kedalam *boiler*. Kebocoran pada pompa injeksi ini diakibatkan oleh ampas tebu yang menumpuk pada saluran injeksi.
6. Gangguan bahan bakar (stasiun ketel).
Bahan bakar merupakan energi yang digunakan dalam mengoperasikan *heater* sebagai pemanas *boiler* ketel. Gangguan ini disebabkan oleh pengisian bahan bakar oleh operator tidak sesuai dengan SOP, akibatnya *boiler* tidak dapat dioperasikan.
7. Kerusakan *heater* (stasiun ketel).
Hal utama yang memicu kerusakan pada *heater* adalah intensitas kerja *heater*. *Heater* yang digunakan melebihi kapasitas dapat berdampak pada proses produksi uap di stasiun ketel.
8. Kebocoran tangki penampungan nira (stasiun pemurnian).
Tangki penampung nira berfungsi sebagai penampung nira mentah sebelum diproses lebih lanjut. Kebocoran pada tangki nira akan menimbulkan banyak kehilangan nira, lebih lanjut lagi hal ini akan berakibat pada produktifitas PG Kebon Agung. Penyebab utama terjadinya kebocoran tangki penampung nira adalah masih terdapatnya

ampas tebu yang tidak tersaring sempurna pada proses giling sebelumnya

9. Kondisi *evaporator* kurang optimal (stasiun penguapan).

Secara umum fungsi *evaporator* adalah untuk mengubah nira cair menjadi uap untuk selanjutnya dikristalisasi menjadi gula pada stasiun kristalisasi. Kondisi *evaporator* yang kurang optimal akan mengakibatkan proses penguapan nira menjadi lambat.

3.6 Risk Response Planning

Risiko operasional yang telah diidentifikasi dan diukur sebelumnya merupakan *failures*, sehingga dapat dikategorikan sebagai risiko negatif. Dalam upaya meminimalisir dampak dan kemungkinan terjadinya risiko negatif, terdapat beberapa strategi yang dapat diterapkan, yaitu *avoidance*, *transfer*, *mitigation* dan *acceptance*. *Risk Response Planning* yang dapat diberikan antara lain :

1. Sistem *blackout* (stasiun kelistrikan).

Strategi yang dapat diterapkan dalam upaya penurunan *risk level* risiko sistem *blackout* adalah :

- a. Meningkatkan kualitas dan kuantitas kegiatan pengawasan terhadap kinerja mesin-mesin produksi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengadakan inspeksi harian dengan menggunakan *checklist* yang isinya disesuaikan untuk memastikan kondisi mesin yang bekerja sesuai standard.
- b. Melakukan pengawasan terhadap proses produksi harian agar tidak melebihi kapasitas produksi pabrik untuk mencegah kerusakan pada pembangkit listrik akibat kelebihan beban produksi.
- c. Melakukan pengawasan dan perawatan mesin bukan hanya pada masa berhenti produksi, tetapi pengawasan dan perawatan dilakukan pada masa produksi untuk mengurangi terjadinya gangguan pada mesin produksi sehingga beban listrik menjadi lebih stabil.

- d. Membentuk tim khusus untuk menangani *emergency maintenance*, fungsinya adalah untuk menangani dan melakukan perbaikan jika dalam masa produksi terdapat gangguan pada salah satu mesin produksi. Hal ini dapat mengurangi efek yang ditimbulkan dari risiko ini, dengan cara melakukan penanganan langsung jika risiko terjadi. Sehingga jika dilakukan penanganan secara cepat maka dapat mengurangi *non-productive time*.

2. Stok tebu habis (pengadaan bahan baku).

Strategi yang dapat diterapkan dalam upaya penurunan *risk level* risiko stok tebu habis adalah :

- a. Untuk menghindari gagal panen pada musim kemarau maka lahan tanam tebu yang saat ini belum memiliki sistem irigasi yang cukup baik harus dibenahi, agar debit air dapat mencukupi kebutuhan air pada lahan tanam.
- b. Untuk menghindari gagal panen pada musim hujan maka area sekitar lahan tanam harus memiliki daerah serapan yang mampu mengurangi kelebihan debit air pada lahan tanam. Caranya adalah dengan melakukan penghijauan disekitar area lahan tanam dan melakukan pengawasan terhadap penebangan pohon disekitar lahan tanam.
- c. Untuk menghindari kehabisan stok tebu akibat jumlah lahan tanam tebu tidak mampu memasok tebu untuk pabrik maka harus diadakan ekspansi terhadap lahan tanam. Penambahan jumlah lahan tanam diharapkan dapat menambah jumlah bahan baku tebu yang akan diproduksi sehingga produktifitas produksi tebu dapat meningkat dan mencegah terjadinya kekurangan stok tebu.
- d. Untuk mengurangi risiko gagal panen yang disebabkan oleh hama dapat dilakukan dengan penggunaan pestisida. Namun hal yang perlu diperhatikan penggunaan pestisida harus berdasarkan ambang kendali agar tidak merusak atau mengurangi kualitas tebu.

3. Kecelakaan kerja.

Strategi yang dapat diterapkan dalam upaya penurunan *risk level* risiko kecelakaan kerja adalah :

- a. Melakukan kontrol terhadap pekerja agar melakukan pekerjaan sesuai dengan SOP Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).
- b. Melakukan pengaturan jam kerja agar pekerja tidak memiliki beban kerja berlebih. Satu *shift* kerja yang ideal adalah 8 jam.
- c. Menerapkan denda bagi pekerja yang lalai. Dalam hal ini lalai dalam melakukan pekerjaan (salah memberikan instruksi, tidak sesuai SOP yang berlaku, tidak menggunakan alat pelindung diri).

4. Kebocoran *boiler* ketel, kebocoran pompa injeksi masakan, gangguan bahan bakar, kerusakan *heater* (stasiun ketel).

Strategi yang dapat diterapkan dalam upaya penurunan *risk level* risiko pada stasiun ketel adalah :

- a. Perlu adanya penjadwalan perawatan material untuk mencegah terjadinya kerusakan baik yang diakibatkan oleh korosi ataupun umur material yang sudah tidak layak untuk dipakai.
- b. Pengawasan terhadap pekerja oleh ahli dalam proses pengisian bahan bakar, karena jika tidak dilakukan dengan benar maka selain menyebabkan *overheat* pada *heater* juga dapat menimbulkan kecelakaan kerja
- c. Peningkatan kesadaran terhadap etika profesi pada operator yang bertugas guna meningkatkan kinerja operator agar tidak lalai dalam melakukan pekerjaan yang sesuai dengan *job description* yang berlaku.
- d. Menerapkan sistem denda kepada operator yang lalai dalam melakukan pekerjaannya.
- e. Menjaga kualitas air agar air yang masuk kedalam ketel tidak mengandung zat yang bersifat korosif dengan cara melakukan filtrasi. Proses filtrasi merupakan tindakan pencegahan benda padat yang terbawa oleh air agar tidak masuk kedalam ketel.

Benda padat yang masuk ke dalam ketel menyebabkan endapan yang dapat mengakibatkan korosi.

- f. Perlunya perhatian khusus pada kondisi ketel dengan cara menambah personil atau staf ahli yang memiliki kapabilitas untuk dapat mengetahui kondisi ketel secara lebih spesifik.
 - g. Penjadwalan pembersihan ketel perlu ditinjau ulang, penjadwalan pembersihan ampas ketel pada saat ini dilakukan secara tidak teratur, hanya mengandalkan penilaian subjektif dari pekerja lapangan.
 - h. Pengecekan secara berkala komponen pada ketel, dan melakukan pengawasan secara rutin untuk memastikan ketel dapat beroperasi dengan normal.
5. Kebocoran tangki penampungan nira (stasiun pemurnian).

Strategi yang dapat diterapkan dalam upaya penurunan *risk level* risiko kebocoran tangki penampungan nira adalah :

- a. Mengawasi proses penyaringan nira mentah secara langsung, agar ampas kasar sisa penggilingan tebu tidak ikut terbawa kedalam tangki penampungan nira.
- b. Melakukan pengecekan secara berkala terhadap komponen saringan DSM untuk memastikan saringan yang digunakan untuk menyaring ampas giling masih layak untuk digunakan.

6. Kondisi *evaporator* kurang optimal (stasiun penguapan).

Strategi yang dapat diterapkan dalam upaya penurunan *risk level* risiko pada stasiun penguapan adalah :

- a. Fungsi pengawasan pada operator oleh mandor harus ditingkatkan. Hal ini bertujuan untuk menghindari kesalahan pada operator dalam mengoperasikan *evaporator*.
- b. Proses pembersihan *evaporator* sebaiknya diawasi langsung oleh kepala divisi teknik yang memiliki kapabilitas dan kredibilitas dalam pengetahuan permesinan. Hal ini bertujuan agar *evaporator* yang dibersihkan tidak mengandung uap air

sehingga uap yang dikristalisasi hanya uap yang mengandung nira. Lebih lanjut lagi hal ini berdampak pada kualitas gula yang diproduksi.

- c. Perlu adanya koordinasi antara mandor/supervisor untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan pada proses *set up* maupun pengoperasian evaporator.
- d. Penegasan terhadap keharusan mematuhi SOP berkaitan dengan pengoperasian evaporator. Karena dalam proses peninjauan lapangan masih banyak SOP yang dilanggar oleh pekerja.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan identifikasi risiko dengan menggunakan metode *document review* dan wawancara, terdapat 23 potensi risiko operasional mengganggu kestabilan proses produksi gula di Pabrik Gula Kebon Agung, yaitu : Kerusakan *scraper plate*, kerusakan *cane cutter*, kerusakan *gearbox* mesin penggerak gilingan, kerusakan HDHS (*Heavy Duty Hammer Shredder*), gangguan pada talang luncur (*carrier*), kebocoran tangki penampung nira, tidak sempurnanya operasi dari *rotary vacuum filter*, tidak sempurnanya operasi dari *rotary sulphur burner*, kondisi *evaporator* kurang optimal, gangguan pada *juice catcher*, kebocoran *steam drum*, tekanan uap menurun, suhu palung pendingin tidak sesuai standard, penambahan bibit kristal tidak sesuai standard, pan masakan jebol, kerusakan *vibrating screen*, kebocoran *boiler* ketel, kerusakan pompa injeksi masakan, kerusakan pada *heater*, gangguan bahan bakar, sistem *blackout*, stok tebu habis, kecelakaan kerja.
2. Berdasarkan analisis dengan metode MAFMA, terdapat 9 risiko kritis yang memiliki *risk level* paling tinggi, yaitu : Sistem *blackout* (stasiun kelistrikan) dengan nilai *risk level* sebesar 0.095, stok tebu habis

(pengadaan bahan baku) dengan nilai *risk level* sebesar 0.094, kecelakaan kerja dengan nilai *risk level* sebesar 0.066, kebocoran *boiler* ketel (stasiun ketel) dengan nilai *risk level* sebesar 0.052, kebocoran pompa injeksi masakan (stasiun ketel) dengan nilai *risk level* sebesar 0.049, gangguan bahan bakar (stasiun ketel) dengan nilai *risk level* sebesar 0.047, kerusakan *heater* (stasiun ketel) dengan nilai *risk level* sebesar 0.045, kebocoran tangki penampungan nira (stasiun pemurnian) dengan nilai *risk level* sebesar 0.044, dan kondisi *evaporator* kurang optimal (stasiun penguapan) dengan nilai *risk level* sebesar 0.044.

3. Dalam upaya mengurangi nilai *risk level* pada 9 risiko kritis, RRP yang dapat dilakukan untuk mengurangi kemungkinan dan dampak risiko kritis adalah :

- a. Peningkatan kesadaran dan etika profesi dikalangan pekerja agar dapat menjalankan tugas sesuai dengan kewajiban dan *job description* yang telah ditetapkan.
- b. Membentuk tim baru pada divisi teknik yang beranggotakan teknisi senior yang bertugas khusus untuk menangani *emergency maintenance*.
- c. Melakukan perbaikan metode dalam hal penjadwalan terhadap perawatan dan perbaikan mesin yang saat ini hanya dilakukan pada masa berhenti giling saja.
- d. Melakukan inspeksi rutin setiap dengan menggunakan metode *check list*, hal ini bertujuan agar pemeriksaan kondisi mesin berlangsung secara terstruktur.
- e. Perbaikan lahan tanam diantaranya dengan melakukan penghijauan dan menambah daerah resapan air disekitar lahan tanam sebagai solusi kelebihan debit air pada musim hujan.

Daftar Pustaka

Braglia, Marcello, (2000), MAFMA : Multi attribute Failure Mode Analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 17 No. 9pp. 1017-1033.

McDermott, R.E., Mikulak, J.E., Beauregard, M.R. (1996). *The Basics of FMEA*. New York :

Productivity Press.

Stoneburner, G., Goguen. A., & Feringa, A. (2002). *Risk Management Guide for Information Technology System*. Gaithersburg, MD: National Institute of Standard and Technology.

Vaughan, J. E. (1997). *Risk Management*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.