

Technical Paper

Identifikasi Kekritisitas Komponen Pada Lini Produksi Pabrik Gula Tebu Menggunakan Metode *Equipment Criticality Rating*

The Identification of Component Criticality at Production Line of Sugar Fabrication Using ECR Methode

Sally Cahyati¹, Bambang Pramudya², Setyo Pertiwi³, Sam Herodian³

Abstract

ECR is one of Maintenance Performance Index (MPI)'s criteria in The System of Eco Maintenance (SEM) proposed for sugarcane fabrication. The SEM is a maintenance system that concerns to energy conservation issue in sugarcane fabrication. Reduction of energy consumption can affect the reduction of pollutant produced by sugarcane fabrication process. MPI and EPI (Environment Performance Index) are Operational Performance Index (OPI)'s components that calculated by SEM. The OPI will be used for selecting a proper strategy for revitalization of sugarcane factory. ECR uses a pairwise comparison assesment based on experts interview and judgement. Then, it will be calculated by Expert Choice software. The weight of ECR's criteria will be multiplied by criteria value from data processing result in SEM software. The results show that the highest value of ECR is of 41.52 for Mill and Boiler station and the lowest result is of 8.83 for Drying and Packaging station. Finally the value of ECR will be classified into very critical (ECR1), critical (ECR2), less critical (ECR3) and non critical (ECR4), to determine the level of station's criticality.

Keywords: ECR, eco maintenance, sugarcane

Abstrak

ECR adalah salah satu dari kriteria Indeks Kinerja Perawatan (MPI) dalam Sistem Eco Maintenance (SEM) yang diusulkan untuk pengolahan gula tebu. SEM adalah suatu sistem perawatan yang peduli terhadap isu konservasi energi dalam pengolahan gula tebu. Pengurangan konsumsi energi dapat berpengaruh terhadap pengurangan polutan yang dihasilkan oleh proses pengolahan gula tebu. MPI dan EPI (Indeks Kinerja Lingkungan) adalah komponen-komponen dari Indeks Kinerja Operasional (OPI) yang dihitung oleh SEM. OPI akan digunakan untuk menyeleksi strategi yang tepat bagi revitalisasi pabrik pengolah gula tebu. ECR menggunakan penilaian perbandingan berpasangan berbasis pada wawancara dan penilaian pakar. Kemudian, penilaian tersebut akan dihitung oleh piranti lunak Expert Choice. Bobot dari kriteria ECR akan dikalikan dengan nilai kriteria dari hasil pemrosesan data dalam piranti lunak SEM. Hasilnya memperlihatkan bahwa nilai tertinggi dari ECR adalah 41.52 untuk stasiun Gilingan dan Ketel Uap dan hasil terendah adalah 8.83 untuk stasiun Pengeringan dan Pengepakan. Pada akhirnya nilai ECR akan diklasifikasikan menjadi sangat kritis (ECR1), kritis (ECR2), kurang kritis (ECR3) dan tidak kritis (ECR4), untuk menggambarkan tingkat dari kekritisitas stasiun.

Kata Kunci: ECR, Eco Pemeliharaan, Tebu

Diterima: 26 Nopember 2010; Disetujui: 30 Maret 2011

Pendahuluan

Industri gula tebu merupakan salah satu agroindustri yang memegang peranan strategis dalam tatanan ekonomi di Indonesia. Hal ini karena gula merupakan salah satu dari sembilan bahan pokok kebutuhan masyarakat. Pada tahun 2010 penduduk Indonesia berjumlah 234,181,000. Dengan konsumsi gula 12.5 kg/tahun orang,

diperkirakan konsumsi gula Indonesia pada tahun tersebut 2,927,262 ton. Setiap tahunnya konsumsi gula nasional ini selalu meningkat secara signifikan seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, namun di pihak lain hasil produksi gula dalam negeri belum dapat mencukupinya, sehingga untuk menutupi kekurangan tersebut pemerintah harus mengimpor gula. Oleh karena itu pemerintah berusaha merealisasikan swasembada gula tahun 2014

¹ Mahasiswa Pasca Sarjana Fakultas Teknologi Pertanian IPB, sally_cahyati@yahoo.com

² Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680.

³ Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680.

dengan cara merevitalisasi industri gula tahun 2010 sampai dengan tahun 2014.

Berbagai penelitian sudah dilakukan untuk mendukung program revitalisasi pabrik gula, salah satunya adalah Analisis *Benefit Cost Opportunity Risk* (BCOR) berbasis metode AHP pada pemilihan strategi optimasi pengembangan industri gula di Indonesia. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa optimasi pabrik gula di Indonesia perlu dilakukan berdasarkan prioritas strategi: 1) revitalisasi pabrik, 2) reformasi sistem manajemen, 3) perluasan lahan, dan 4) perbaikan regulasi gula nasional (Cahyati, Marimin, Pramudya, 2009).

Proses revitalisasi dari pabrik gula tersebut memerlukan dana yang tidak sedikit dan memerlukan waktu cukup panjang untuk melakukannya. Selain itu umumnya tidak semua dari komponen pabrik gula harus direvitalisasi. Hanya komponen-komponen tertentu yang mempunyai pengaruh signifikan pada lini produksi saja yang akan direvitalisasi. Hal tersebut biasanya ditentukan oleh komponen kritis yang menentukan keberhasilan suatu proses produksi. Oleh karena itu agar alokasi dana revitalisasi ini tepat pada sasaran, maka terlebih dulu akan dilakukan identifikasi komponen kritis di pabrik gula. Kemudian komponen kritis tersebut akan diklasifikasi untuk menentukan skala prioritas penanganan revitalisasinya.

Hal lain yang perlu dipersiapkan bersamaan dengan program revitalisasi adalah penentuan sistem perawatan yang tepat untuk mengoptimalkan kinerja pabrik gula. Dengan demikian diharapkan tujuan dari revitalisasi agar kinerja pabrik gula tersebut menjadi optimal dapat tercapai. Sistem perawatan yang tepat untuk keperluan tersebut adalah suatu sistem perawatan yang terpadu dan berorientasi pada sistem produksi yang optimal. Operasional produksi, terutama penyediaan energi, merupakan bagian yang memerlukan biaya besar di samping penyediaan bahan baku. Ada peluang penghematan energi apabila sistem perawatan berjalan dengan baik dan optimal. Produksi berjalan lancar tanpa harus berhenti karena terjadi kerusakan mesin, sehingga konsumsi energinya pun sesuai dengan spesifikasi desain mesin tersebut dan kehilangan energi pada saat mesin beroperasi menjadi lebih kecil. Sistem perawatan tersebut adalah *eco maintenance*, yaitu sebuah sistem perawatan yang terintegrasi dengan sistem produksi dan berorientasi pada pengurangan konsumsi energi dan polutan udara sehingga terbentuk sebuah proses produksi yang hemat energi dan peduli pada konservasi energi.

Langkah awal yang dilakukan untuk mengimplementasikan *eco maintenance* di pabrik gula adalah dengan mengidentifikasi kekritisitas stasiun yang ada di lini produksi pengolahan gula dengan metode ECR (*Equipment Criticality Rating*). ECR adalah sebuah penilaian kekritisitas

yang dilakukan pada peralatan yang merupakan komponen dari sebuah sistem. Pada lingkup pabrik gula, komponen sistem itu dapat berupa stasiun, mesin atau komponen dari suatu mesin. Stasiun dari pabrik gula tersebut akan diklasifikasi berdasarkan nilai kekritisannya sehingga mempermudah proses optimalisasi perawatannya. Nilai ECR ini menjadi salah satu kriteria pada penghitungan indeks kinerja perawatan, kemudian bersama indeks kinerja lingkungan akan digunakan untuk menghitung indeks kinerja operasional dari pabrik gula tersebut. Makalah ini membahas penerapan metoda ECR untuk mengidentifikasi komponen kritis pada lini produksi pabrik gula.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di PT Rajawali Nusantara Indonesia II di Unit PG Jati Tujuh, Majalengka. Pada awal penelitian dilakukan pengamatan dan pengambilan data awal di unit Instalasi dan Pabrikasi. Sistem perawatan yang telah dilakukan disini hampir serupa dengan perawatan mandiri pada Sistem Perawatan Total Produktif, dimana untuk perawatan dan pemeliharaan secara periode (harian dan mingguan) menjadi tanggung jawab operator mesin itu sendiri yang merupakan staf dari unit pabrikasi. Sedangkan perawatan mesin dengan tingkat kesulitan sedang sampai sulit, serta perawatan pada saat non giling adalah merupakan tanggung jawab unit Instalasi. Unit Pabrikasi bertanggung jawab terhadap kelancaran seluruh proses pengolahan gula. Stasiun kerja yang akan diteliti meliputi:

1. Stasiun Penerimaan (*Emplacement*)
2. Stasiun Gilingan (*Mill*)
3. Stasiun Pemurnian (*Clarification*)
4. Stasiun Penguapan (*Evaporation*)
5. Stasiun Masakan (*Vaccum Pan*)
6. Stasiun Putaran (*Centrifugal*)
7. Stasiun Pengeringan dan Pengemasan (*Drying and Packaging*)
8. Instalasi Pengolahan Limbah dan Pendinginan (*Waste Treatment Instalation and Cooling Tower*)
9. Stasiun Ketel Uap (*Boiler*)
10. Stasiun Listrik (*Power House*)

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari hasil wawancara tiga orang pakar yang berkecimpung di Pabrik Gula Jati Tujuh, pengamatan di lapangan dan data historis perawatan mesin dan produksi di PG Jatitujuh.

Penilaian Komponen Kritis (ECR)

Penilaian Komponen Kritis (ECR: *Equipment Criticality Rating*) adalah suatu metode yang

Tabel 1. Aturan *If-Then* Kriteria Keamanan

	Pernyataan Kondisi	Input Kondisi
<i>If</i>	Tidak ada cedera atau cedera kecil = 0%	ya
	Ketidakmampuan temporer ≤ 10%	ya
	Banyak kecelakaan menyebabkan kehilangan waktu kerja 10% ≤ n ≤ 30%	ya
	Banyak kecelakaan dengan ketidak mampuan permanen 30% ≤ n ≤ 40%	ya
	Cedera fatal pada beberapa orang atau menyebabkan kematian 40% ≤ n ≤ 50%	ya
<i>Then</i>	Nilai = 20	x
	Nilai = 40	x
	Nilai = 60	x
	Nilai = 80	x
	Nilai = 100	x
	Aksi dari Pernyataan	Aksi Masukan

(Sumber: Kadarsyah, 2009)

Tabel 2. Aturan *If-Then* Kriteria Aplikasi Teknik Monitoring Kondisi

	Pernyataan Kondisi	Input Kondisi
<i>If</i>	Tidak ada fasilitas monitoring	ya ya ya
	Fasilitas monitoring tidak lengkap	ya ya ya
	Fasilitas monitoring lengkap	ya ya ya
	Dampak gangguan adalah menyeluruh	ya ya ya
	Dampak gangguan pada beberapa operasi	ya ya ya
Tidak ada dampak gangguan pada operasi	ya ya ya	
<i>Then</i>	Nilai = 0	x
	Nilai = 10	x x
	Nilai = 25	x x x
	Nilai = 50	x x x
	Nilai = 100	x x x
Aksi dari Pernyataan	Aksi Masukan	

(Sumber: Kadarsyah, 2009)

digunakan untuk mengetahui nilai kekritisan dari suatu komponen atau mesin sehingga hasil penilaiannya dapat dijadikan input pada perencanaan sistem perawatan (Kadarsyah, 2009). Berdasarkan hasil ECR ini diharapkan dapat dilakukan perencanaan perawatan yang sistematis dan optimal berdasarkan skala prioritas dari ECR. Penilaian komponen kritis menggunakan pendekatan multi kriteria dengan enam kriteria :

- Keamanan (S).
Penilaian keamanan berdasarkan dampak yang terjadi akibat mesin gagal kerja pada keamanan pekerja, dengan algoritma seperti pada Tabel 1.
- Faktor Produksi (PL)
Ketika kerusakan mesin mempunyai dampak terhadap produksi maka dampak tersebut dapat diukur, maka dihitung dengan menggunakan persamaan (1).
$$\text{Faktor Produksi (P)} = \frac{PL}{SC} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

$$PL = \left(\text{Jam henti} \left(\frac{\text{produksi}}{\text{jam}} \right) \right) (\text{ton})$$

$$SC = \text{kapasitas berkesinambungan (ton)}$$
- Faktor Ketidakandalan (URF)
Apabila ketidak handalan suatu mesin meningkat

maka peringkat kekritisan mesin meningkat pula. Faktor kehandalan dapat dihitung menggunakan persamaan (2).

$$URF = \left[1 - \left(\frac{MDT - (SDT - SDT)}{MDT - SDT} \right) \right] \times 100 \quad (2)$$

MDT = saat terjadinya mesin berhenti (jam)
 $USDT$ = jam henti mesin tidak terjadwal (jam)
 SDT = jam henti mesin terjadwal (jam)

- Ketersediaan Cadangan (SAF)
Ketersediaan cadangan dihitung berdasarkan faktor ketersediaan cadangan (SAF) yang dihitung dengan persamaan 3.

$$SAF = \left(1 - \frac{SUC}{RUC} \right) \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

Jika $SAF < 0$ maka diasumsikan $SAF = 0$
 SUC = Unit kapasitas cadangan
 RUC = Unit kapasitas berjalan

- Frekuensi Kegagalan (FoF)
Frekuensi Kegagalan diperoleh dari data catatan historis mesin yang dihitung dengan persamaan (4).

Tabel 3. Hasil Penilaian Kombinasi Bobot Kriteria

Kriteria	Penilaian Bovot				Kombinasi
	P1 (Fasilitator)	P2	P3	P4	
Keamanan (S)	0.081	0.067	0.138	0.108	0.099
Faktor Produksi (PF)	0.110	0.158	0.228	0.253	0.215
Faktor Kehandalan (RF)	0.420	0.404	0.263	0.253	0.305
Cadangan Ketersediaan (SAF)	0.064	0.103	0.104	0.084	0.099
Frekuensi Kegagalan (FoF)	0.244	0.190	0.154	0.218	0.190
Teknik Monitoring (ACMT)	0.081	0.077	0.113	0.084	0.091
Nilai Ketidak konsistenan	0.03	0.07	0.08	0.02	0.01

$$FoF = \left[\frac{NoF}{NoY} \right] \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

NoF = Jumlah Kasus Kegagalan.
 NoY = Rentang waktu saat terjadinya semua kegagalan (tahun)
 Jika $FoF > 100$ maka FoF diambil nilai maksimum 100

6. Aplikasi Teknik Monitoring Kondisi (ACMT)
 ACMT terkait dengan penilaian kondisi monitoring, dilakukan dengan menggunakan aturan *If-Then* seperti yang ditampilkan di Tabel 2.
 Selanjutnya kriteria dan indikator di atas akan disusun secara hirarki seperti pada Gambar 1.
 Selanjutnya nilai ECR setiap stasiun dihitung kemudian diklasifikasikan untuk menentukan tingkat kekritisan mengikuti diagram alir seperti pada Gambar 2.

akan dinilai bobot masing-masing kriteria dari ECR tersebut di atas yang diolah dengan menggunakan *software Expert Choice* seperti tampilan pada Gambar 3.

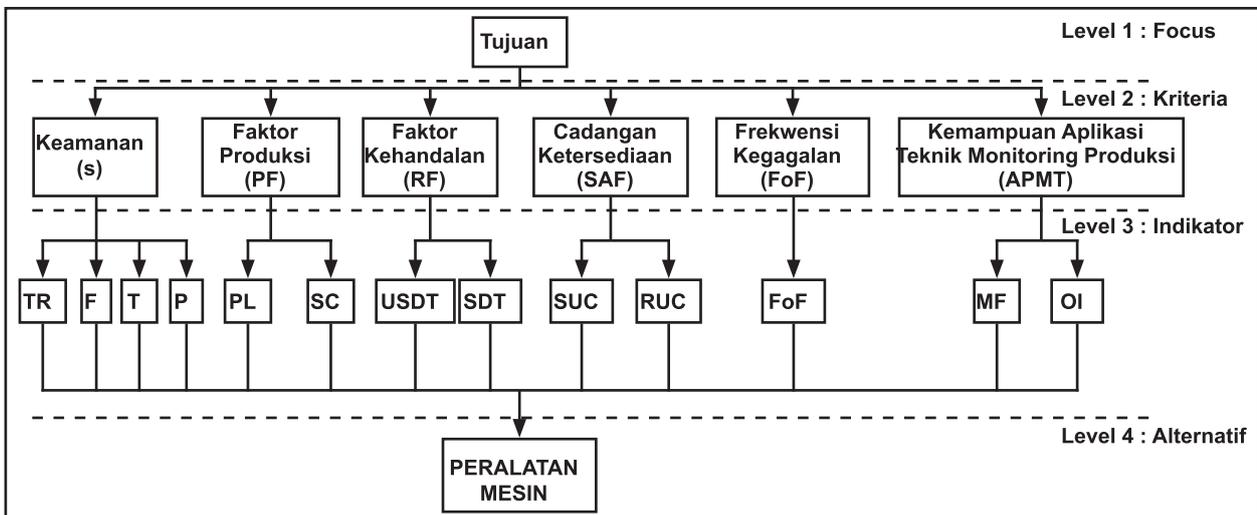
Agregat dari hasil setiap penilaian bobot kriteria ECR oleh fasilitator dan ketiga *key persons* tersebut kemudian dikombinasikan dengan dirangkum dalam Tabel 3. Nilai bobot kriteria hasil kombinasilah yang akan digunakan sebagai bobot kriteria yang akan digunakan dalam penilaian ECR.

Berdasarkan penilaian di atas dapat dilihat ternyata kriteria faktor kehandalan memegang bobot tertinggi sebesar 0.305 yang berarti kriteria ini berperan paling besar dalam menentukan nilai ECR. Urutan selanjutnya adalah faktor produksi, frekuensi kegagalan, keamanan, cadangan persediaan, dan teknik monitoring yang terakhir. Nilai ketidak konsistenan sebesar 0.01 jauh lebih kecil dari nilai standar yang diijinkan sehingga hasil penilaian terhadap bobot masing-masing kriteria oleh pakar di atas absah. Selanjutnya penilaian kekritisan komponen di setiap stasiun akan diolah berdasarkan data historis dari PG Jati Tujuh mulai tahun 1999 sampai dengan tahun 2009.

Selanjutnya berdasarkan nilai ECR, komponen akan diklasifikasikan menjadi empat kelas yaitu kelas komponen ECR1 (sangat kritis), ECR2

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan wawancara dengan tiga *key persons* pabrik gula (pakar) dan seorang fasilitator,



Gambar 1. Hirarki Penilaian Kekritisan Komponen

Tabel 4. Urutan Penilaian Kekritisitas Stasiun]

Urutan Kekritisitas	Stasiun	Nilai Kriteria	Nilai ECR	Klasifikasi ECR
1	Stasiun Gilingan	S=40,PF=23,23, RF=2,09, SAF =100, FoF=100, ACMT=50	41,52	ECR1
2	Stasiun Ketel Uap	S=85, PF=12,37, RF=1.1, SAF =100, FoF=100, ACMT= 25	41,52	ECR1
3	Stasiun Listrik dan Instrumen	S=75, PF=2,95, RF=10,75, SAF =66.67, FoF=81.82, ACMT=25	37,17	ECR2
4	Stasiun Penguapan	S=35, PF=10,37, RF=0.71, SAF=100, FoF=100, ACMT=10	35,88	ECR2
5	Stasiun Masakan dan Pendinginan	S=45,PF=2,02, RF=1,8, SAF =0, FoF=100, ACMT=25	31,05	ECR2
6	Stasiun Penerimaan	S=20, PF=1,2, RF=0,135, SAF =0, FoF=100, ACMT=25	28,23	ECR3
7	Stasiun Pemurnian	S=20, PF=9,03, RF=0,62, SAF =0, FoF=63,64, ACMT=25	26,83	ECR3
8	IPAL	S=35, PF=2,95, RF=0,221, SAF =0, FoF=81,82, ACMT=25	25,24	ECR3
9	Stasiun Puteran	S=30, PF=0, RF= 0, SAF =100, FoF=0, ACMT=10	9,39	ECR4
10	Stasiun Pengeringan dan Pengepakan	S=20, PF=0, RF=0, SAF =100, FoF=0, ACMT=10	8,83	ECR4

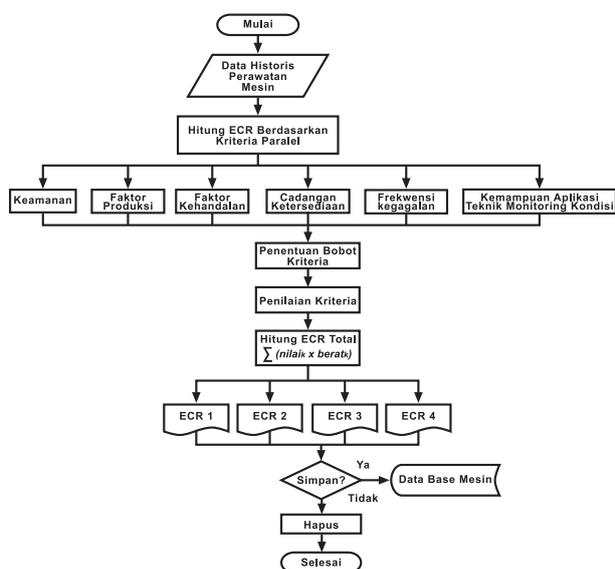
(kritis), ECR3 (agak kritis) dan ECR 4 (tidak kritis). Pengklasifikasian tersebut berdasarkan besar nilai ECR yang didapat sesuai dengan aturan di bawah.

1. ECR 1, Sangat kritis, jika $ECR > 40$
2. ECR 2, Kritis, jika $30 < ECR \leq 40$
3. ECR3, Agak kritis, jika $20 < ECR \leq 30$
4. ECR4, Tidak kritis, Jika $ECR \leq 20$

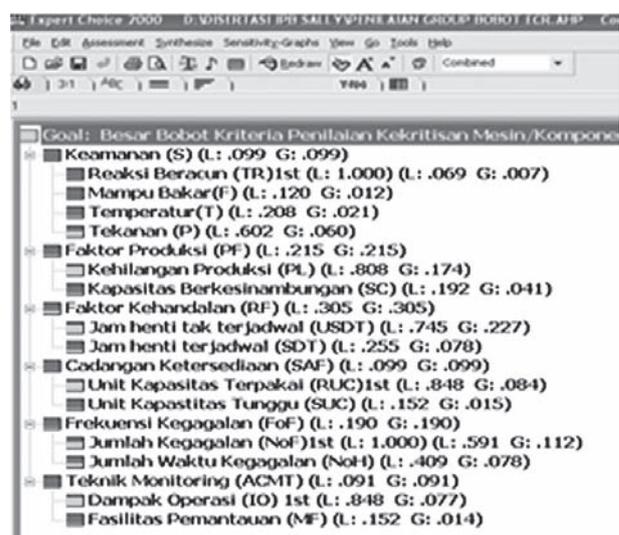
Dengan aturan seperti tersebut di atas maka

maka diperoleh hasil perhitungan dan urutan nilai ECR setiap stasiun dan klasifikasi ECR seperti yang disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 urutan hasil penilaian ECR, dapat dilihat bahwa ada dua stasiun yang mempunyai nilai paling tinggi adalah stasiun gilingan dan ketel uap dengan nilai 41.52 sehingga kedua stasiun tersebut dapat diklasifikasikan



Gambar 2. Diagram Alir Penilaian Komponen Kritis



Gambar 3. Penilaian Bobot Kriteria ECR dengan Expert Choice

pada komponen sangat kritis (ECR1). Sangat kritis berarti bahwa seluruh komponen/mesin yang digunakan pada proses produksi utama atau fasilitas sangat kritis dimana kerusakan komponen/mesin dapat menyebabkan produksi terhenti atau dapat menyebabkan kondisi sangat berbahaya dan biaya perawatan sangat mahal diperlukan. Stasiun masakan, stasiun penguapan dan stasiun listrik termasuk kelas komponen kritis (ECR2). Arti dari kritis adalah seluruh komponen/ mesin atau fasilitas lain yang digunakan pada proses produksi atau dimana kerusakan komponen/mesin dapat dapat menyebabkan hasil produksi ditolak yang menyebabkan bahaya mayor atau sedang dan biaya perawatan sedang diperlukan bahaya mayor maupun sedang dan biaya perawatan sedang. Stasiun penerimaan, stasiun pemurnian dan stasiun puteran termasuk komponen agak kritis (ECR3) yang berarti seluruh komponen pendukung atau fasilitas lain yang digunakan pada proses produksi dimana kerusakan alat tidak berdampak penolakan hasil produksi atau penghentian produksi dan dapat menyebabkan bahaya sedang dan biaya perawatan sedang. Stasiun pengeringan dan pengepakan serta IPAL mempunyai nilai ECR dibawah 20 yaitu 9.39 dan 8,83 dan termasuk klasifikasi tidak kritis (ECR4). Kelas Tidak kritis adalah seluruh komponen yang digunakan pada proses produksi dimana kerusakan komponen tidak berdampak pada proses produksi, dan hanya menyebabkan bahaya minor dan biaya perawatan yang diperlukan rendah.

Kesimpulan

Berdasarkan penilaian ECR, dari 10 stasiun pada lini produksi di pabrik gula, teridentifikasi dua stasiun yang termasuk pada kelas sangat kritis (ECR1) yaitu stasiun gilingan dan stasiun ketel uap. Stasiun yang termasuk kelas kritis (ECR2) ada tiga stasiun adalah stasiun listrik dan instrumen, stasiun penguapan serta stasiun masakan dan pendinginan. Stasiun yang termasuk kelas agak kritis (ECR3) adalah stasiun penerimaan, stasiun pemurnian dan stasiun puteran sedangkan dua stasiun terakhir yang termasuk kelas tidak kritis (ECR4) adalah stasiun pengeringan dan pengepakan serta IPAL.

Penilaian kekritisitas stasiun sangat membantu untuk menentukan urutan kekritisitas suatu

stasiun atau mesin dalam sebuah pabrik gula. Pengklasifikasian ECR tersebut mempermudah penelitian dengan memfokuskan penilaian lebih dalam pada dua stasiun yang paling kritis terlebih dahulu. Setelah itu stasiun kerja lainnya dinilai berdasarkan urutan nilai dan kelas ECR-nya. Nilai ECR ini selanjutnya akan menjadi salah satu parameter pada penilaian kinerja perawatan. Setelah itu indek kinerja perawatan ini bersama dengan indek kinerja lingkungan akan digabung untuk menghasilkan indek kinerja operasional yang akan digunakan untuk memilih strategi yang tepat pada proses revitalisasi pabrik gula Metode yang digunakan dalam penilaian ECR sudah absah. Hasil penilaian ECR juga menunjukkan hasil yang sesuai dengan kondisi riil di lapangan.

Saran

Penilaian ECR sebaiknya dilakukan secara bertahap mulai dari stasiun di pabrik gula yang memiliki nilai ECR tertinggi sampai dengan yang terendah. Kemudian penilaian ECR pada semua mesin di pabrik gula difokuskan mesin dengan nilai ECR tertinggi serta mempunyai pengaruh signifikan pada kekritisitas suatu stasiun. Dengan demikian diharapkan penilaian kekritisitas menjadi lebih sistematis dan singkat sehingga penilaian kinerja perawatan dan kinerja operasional pabrik gula tersebut menjadi lebih fokus, simpel dan sistematis.

Daftar Pustaka

- Cahyati S, Marimin, Pramudya B. 2009. Analisis BCOR Berbasis Metode AHP Pada Pemilihan Strategi Optimasi Pengembangan Industri Gula di Indonesia Di dalam: Seminar Tahunan Teknik Mesin ke 8 UNDIP.
- Cahyati S. 2007. Perkembangan Sistem Perawatan Mesin di Industri Proses. J Keteknikan Pertanian 21 (1).
- Kadarsah S, Setyanta H. 2009. Equipment Criticality Classification Model Based on AHP. Didalam: Proceedings The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP 2009). University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania, USA. July 28-August 1, 2009.