

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DAN EFEKTIVITAS DENGAN INTEGRASI KONSEP *FAILURE MODE & EFFECT ANALYSIS* DAN *FAULT TREE ANALYSIS* SERTA *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*

Joko Susetyo¹

¹Jurusan Teknik Industri, IST AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 8 Februari 2009 , revisi masuk: 10 Juni 2009, diterima: 15 Juli 2009

ABSTRACT

Effective measurement with Overall Equipment Effectiveness (OEE) method and concept of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) is hoped able to increase production volume and quality. OEE method is based on three factors, they are: availability, performance and quality. OEE value is got by multiplying the three factors. FMEA concept is carried out to decide the critical rating, evidence, and deflection rating. RPN calculation is the result of those three rating multiplication shows the risk level of a failure. FTA concept is carried out by using OR gate to know the probability of failure evidence. The analysis that is got show OEE value of Paper Machine in two year: first year 60%, increase to 83% in the second year. Cutter Asahi's OEE value, in the first year, is 67%, in the second year become 73%. The first cause of low OEE is PLN drop power energy. The FMEA result identification is got highest RPN value that is 245 at Paper Machine process, with failure mode dirty, the main cause is dirt that dissolved in its production process and the screen that does not work maximally. To handle that cause needs a routine checking and cleaning in the process and screen by Paper Machine operator. Identification result of FTA indicates that highest failure probability on Paper Machine part is 0.01145.

Keywords: Quality Control, Effectivity, OEE, FMEA, FTA.

INTISARI

Pengukuran efektivitas dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan konsep *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) serta *Fault Tree Analysis* (FTA) diharapkan mampu meningkatkan volume produksi dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Metode OEE didasarkan pada tiga faktor yaitu: *availability*, *performance* dan *quality*. Nilai OEE didapatkan dengan mengalikan ketiga faktor. Konsep FMEA dilakukan penentuan rating keparahan, kejadian serta rating deteksi. Perhitungan RPN yang merupakan hasil kali dari ketiga rating tersebut menunjukkan tingkat resiko suatu kegagalan. Konsep FTA dilakukan dengan menggunakan Gerbang OR untuk mengetahui probabilitas kejadian kegagalan. Dari analisis diperoleh nilai OEE *Paper Machine* dua tahunan : tahun pertama sebesar 60%,naik menjadi 83% pada tahun kedua. *Cutter Asahi* tahun pertama nilai OEE sebesar 67%, tahun kedua naik 73%. Penyebab utama dari OEE yang rendah adalah *drop power energy* PLN. Hasil identifikasi FMEA diperoleh nilai RPN tertinggi yaitu 245 pada proses *Paper Machine*, dengan mode kegagalan yaitu *dirty*, dengan penyebab utama kotoran terlarut dalam proses produksinya serta *screen* tidak berfungsi maksimal. Untuk mengatasi penyebab tersebut perlu dilakukan pengecekan dan pembersihan secara rutin jalannya proses dan *screen* oleh operator *Paper Machine*. Hasil identifikasi FTA mengindikasikan bahwa probabilitas kegagalan tertinggi pada bagian *Paper Machine* yaitu 0,01145.

Kata Kunci: Pengendalian Kualitas, Efektifitas, OEE, FMEA, FTA.

PENDAHULUAN

Efektivitas suatu sistem produksi berpengaruh terhadap keuntungan yang

akan diperoleh perusahaan. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengukur dan memaksimalkan efektivitas

¹jokos@akprind.ac.id

adalah dengan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE bertujuan untuk meningkatkan efektifitas peralatan lini produksi sehingga tercapai volume lebih besar dengan hasil yang baik sehingga biaya produksi yang dikeluarkan lebih rendah. Metode ini dipilih karena perhitungannya didasarkan tidak hanya pada faktor ketersediaan (*Availability*) tetapi juga faktor unjuk kerja (*Performance Efficiency*) dan kualitas (*Quality Rate*) (Hansen, 2001). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis efektivitas proses produksi, menentukan jumlah *defect*, mengidentifikasi dan menganalisis mode kegagalan dan pengaruhnya serta menentukan probabilitas terjadinya kegagalan. Ada beberapa tindakan yang dapat direkomendasikan untuk mengeliminasi atau meminimalkan munculnya kegagalan fungsional. Tindakan pencegahan terhadap kegagalan memerlukan analisis kegagalan yang akan terjadi. Untuk tindakan pencegahan ini, analisis kegagalan dapat dilakukan dengan menggunakan suatu konsep yaitu *Failure Mode & Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) sehingga dengan mengetahui penyebab kecacatan ini maka dapat dilaksanakan penanggulangan sehingga dapat mengurangi tingkat kecacatan produk. Mesin-mesin yang digunakan oleh perusahaan untuk proses produksi jumlahnya relatif banyak. Sementara mesin-mesin tersebut dalam proses produksinya belum mampu menghasilkan *zero defect*. Sehingga dalam penelitian ini akan difokuskan pada *Paper Machine* dan mesin *Cutter Asahi* karena mesin tersebut mempunyai efek paling besar dalam proses produksinya.

OEE merupakan pengukuran efektivitas peralatan secara keseluruhan untuk mengevaluasi seberapa capaian performansi dan *reliability* peralatan (umumnya mesin). OEE merupakan indikator performansi produktivitas yang didasarkan pada level tertentu dari performansi yang diharapkan. Besarnya kesempatan untuk memperbaiki produktivitas yang diidentifikasi dengan menggunakan OEE tergantung pada langkah yang tepat yang diambil oleh perusahaan. Dengan OEE dapat diketahui dan di-

ukur penyebab melemahnya kinerja peralatan.

Ada tiga indikator dasar *performansi* dan *reliabilitas* peralatan, (Gaspersz, 2007) :

- *Availability*, merupakan perbandingan antara *loading time* dengan *actual processed time* ($loading\ time = actual\ processed\ time - down\ time\ loss$). Dihitung sebagai perbandingan antara *loading time* dengan *actual processed time*. 100 % *availability* berarti proses berlangsung terus menerus tanpa adanya catatan penghentian.
- *Performance Efficiency*, merupakan perbandingan antara *ideal cycle time* dengan *actual cycle time* ($ideal\ run\ time = ideal\ cycle\ time\ dikalikan\ dengan\ processed\ amount$). Dihitung sebagai perbandingan antara *ideal run time* dengan *actual run time* 100 % *performance* berarti proses secara konsisten telah bekerja sesuai dengan kecepatan maksimum teoritisnya.
- *Rate of Quality Output*, merupakan perbandingan antara *good finished* dengan total *processed amount* ($good\ finished = total\ processed\ amount - quality\ loss$). Dihitung sebagai perbandingan antara *good pieces* dengan *total pieces*. 100 % *quality* berarti tidak ada produk yang *direject* maupun *rework*.
- *OEE*, merupakan hasil perkalian antara *availability*, *performance* dan *quality rate*.

Menurut Hansen (2001) dalam *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat dikategorikan menjadi :

- < 65 % , tidak dapat diterima.
- 65 – 75 % , cukup baik hanya jika ada kecenderungan adanya peningkatan tiap kuartalnya.
- 75 – 85 % , sangat bagus lanjutkan hingga *world – class level* (> 85 % untuk *batch type process* dan > 90 % untuk *continuous discrate process*)

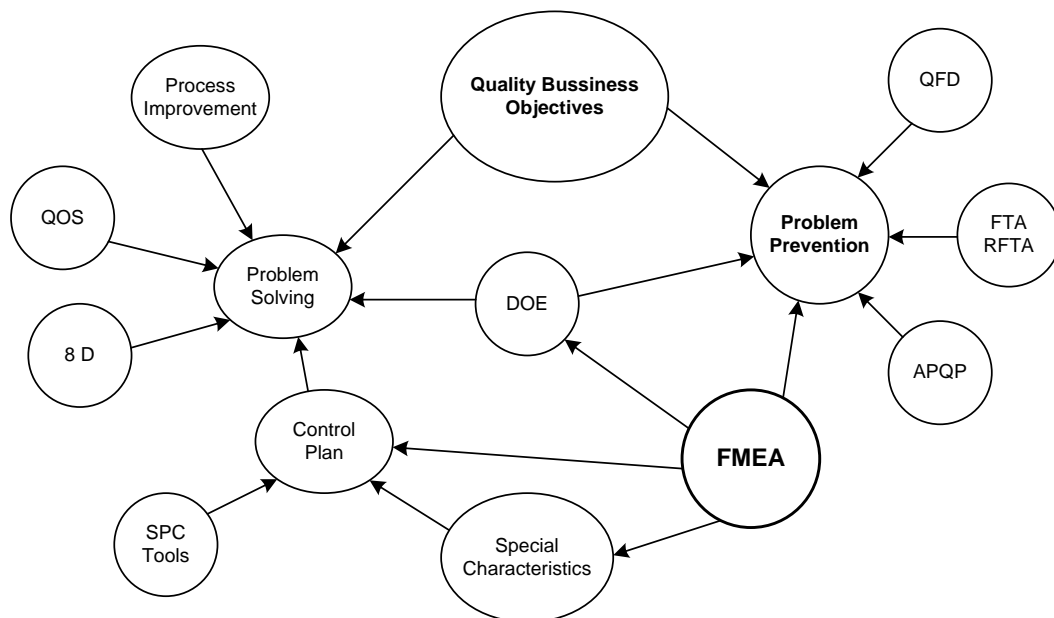
Nilai OEE dari setiap perusahaan dikatakan memenuhi standar *World Class* apabila sudah sesuai dengan kriteria berikut: 90 % *Availability*, 95 % *Performance*, 99,9% *Quality*, 85% OEE. (Vorne, 2003)

FMEA digunakan sebagai teknik evaluasi tingkat kehandalan untuk menentukan efek dari kegagalan sistem dan peralatan. Kegagalan digolongkan berdasarkan dampaknya pada kesuksesan suatu misi dan keselamatan anggota atau peralatan. Konsep *FMEA* ini berubah ketika diterapkan pada kondisi manufaktur modern yang memproduksi produk-produk konsumsi. Pada produsen dari produk-produk konsumsi tersebut kemudian menetapkan beberapa prioritas baru termasuk kepuasan dan keselamatan konsumen (Haviland, 1998).

Secara umum, *Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)* didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal (Haviland, 1998) yaitu:

- Penyebab kegagalan yang potensial dari proses atau produk selama siklus hidupnya.
- Efek dari kegagalan tersebut.
- Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi proses atau produk.

Peranan metode FMEA dalam sistem pengendalian kualitas terhadap produk yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Peranan FMEA dalam sistem kualitas (Haviland, 1998)

FMEA merupakan *tool* dalam menganalisis kehandalan (*reliability*) dan penyebab kegagalan untuk mencapai persyaratan kehandalan dan keamanan produk dengan memberikan informasi dasar mengenai prediksi kehandalan, desain produk, dan desain proses. Dalam FMEA terdapat beberapa hal yang berpengaruh antara lain:

Rating keparahan (*severity*) adalah rating yang berhubungan dengan tingkat keparahan efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan. Efek dirating pada skala satu sampai sepuluh, dengan sepuluh sebagai tingkat yang paling parah.

Sumber *fundamental* dari kegagalan menyangkut berbagai aspek dari

desain, pemilihan material, kekurangan atau kelemahan material, fabrikasi dan pemrosesan, pengerjaan ulang, perakitan, inspeksi, uji coba atau *testing*, pengendalian kualitas (*quality control*), penyimpanan dan pengiriman, kondisi kerja, pemeliharaan dan penyimpanan yang tidak diduga akibat kelebihan beban atau kerusakan mekanis atau kimia dalam kerja. Terkadang pula, lebih dari satu sumber tersebut memberikan kontribusi terhadap terjadinya kegagalan (Ford Motor Company, 1992).

Rating kejadian (*occurrence*) adalah rating yang berhubungan dengan *estimasi* jumlah kegagalan *kumulatif* yang muncul akibat suatu penyebab ter-

tentu pada elemen dengan jumlah yang ditentukan yang diproduksi dengan metode pengendalian yang digunakan saat ini. Rating kejadian ini diestimasi dengan jumlah kegagalan kumulatif yang muncul pada setiap 1000 komponen atau CNF (*Cumulative Number of Failure*) /1000. CNF/1000 dapat diestimasi dari sejarah tingkat kegagalan proses manufaktur dan perakitan pada komponen yang mirip atau yang dapat mewakili jika estimasi dari kegagalan dari komponen yang dimaksud tidak dapat ditentukan.

Rating deteksi (*detection*) tergantung pada metode pengendalian yang digunakan saat ini. Rating deteksi adalah ukuran kemampuan metode pengendalian tipe (2) untuk mendeteksi penyebab atau mekanisme kegagalan atau kemampuan metode pengendalian tipe (3) untuk mendeteksi mode kegagalan. Satu nilai deteksi diberikan pada sistem pengendalian yang digunakan saat ini yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi penyebab atau mode kegagalan. Metode pengendalian dapat dikelompokkan dan dipandang sebagai sebuah sistem jika beroperasi secara independen.

Fault Tree Analysis merupakan metodologi analisis yang menggunakan model grafis untuk menunjukkan analisis proses secara visual. FTA memungkinkan untuk mengidentifikasi kejadian gagal berdasarkan penilaian probabilitas kegagalan (Dewi, 2005).

Menurut Clemens, (1993) *Fault Tree Analysis* adalah sebuah model grafik dari cabang dalam sistem yang dapat menuntun kepada suatu kemungkinan terjadinya kegagalan yang tidak diinginkan. Cabang-cabang tersebut menghubungkan antara keadaan-keadaan dan kejadian-kejadian pendukung menggunakan simbol-simbol logis standar.

PEMBAHASAN

Untuk perhitungan OEE, jenis mesin yang dianalisis yaitu *Paper Machine* dan mesin *Cutter Asahi* yang dalam proses pembuatan kertas bagian mesin ini menjadi salah satu unsur terpenting dalam produksi serta masih menghasilkan *defect* produk. Data ini meliputi jumlah produksi, waktu operasi aktual, *idle* ti-

me, *defect* produk, *theoretical cycle time* untuk kedua mesin.

Setelah seluruh data seperti jumlah produksi, waktu operasi aktual, *idle time*, *non conform product*, *theoretical cycle time* untuk kedua mesin didapat, kemudian dihitung tingkat efektivitasnya. Untuk perhitungan data maka diambil contoh pada bulan Januari tahun 2006 pada *Paper Machine*.

Perhitungan *Availability*, *Performance*, *Quality Rate* dan OEE adalah sebagai berikut :

$$Availability = \frac{loading\ time - idle\ time}{loading\ time} \times 100\%$$

$$= \frac{557,10 - 186,90}{557,10} \times 100 = 66\%$$

$$Performance = \frac{Theoretical\ cycle\ time}{run\ time} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{\frac{15}{557,10}} \times 100 = 80\%$$

$$Rate\ of\ Quality = \frac{Goods\ units}{Total\ units} \times 100\%$$

$$= \frac{6650,25 - 119,65}{6650,25} \times 100 = 98\%$$

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality\ rate$$

$$= 66\% \times 80\% \times 98\% = 52\%$$

Secara keseluruhan hasil perhitungan pada bulan Januari sampai Desember tahun 2006 dapat dilihat pada tabel 1 dan untuk tahun 2007 pada tabel 2 berikut:

Tabel 1. Nilai OEE *Paper Machine*

Bulan	Availability (%)	Performance (%)	Rate of Quality (%)	OEE (%)
Januari	66	80	98	52
Februari	60	85	98	50
Maret	73	92	98	66
April	74	88	99	64
Mei	73	87	98	62
Juni	61	94	96	55
Juli	66	92	96	58
Agustus	74	89	98	65
September	73	87	97	62
Oktober	68	90	97	59
November	74	90	99	66
Desember	64	96	97	60
Rata-rata	69	89	98	60

Sumber : Data Perhitungan

Tabel 2. Nilai OEE *Paper Machine* tahun 2007

Bulan	Avail abilit y (%)	Perfor mance (%)	Rate of Quality (%)	OEE (%)
Januari	87	90	98	77
Februari	84	93	98	77
Maret	90	91	94	81
April	93	92	99	85
Mei	92	95	98	86
Juni	83	100	97	81
Juli	87	95	99	82
Agustus	92	95	99	87
September	92	94	99	86
Oktober	88	97	99	84
November	93	97	99	89
Desember	85	91	99	77
Rata – rata	89	94	98	83

Sumber : Data Perhitungan

Perhitungan yang sama dilakukan pada bulan Januari sampai Desember tahun 2007 untuk *Paper Machine*, mesin *Cutter Asahi* tahun 2006 dan 2007. Secara keseluruhan hasil pengolahan data dapat dilihat pada tabel 3 dan 4 di bawah ini:

Tabel 3. Nilai OEE Mesin *Cutter Asahi* tahun 2006

Bulan	Avail abilit y (%)	Perfor mance (%)	Rate of Quality (%)	OEE (%)
Februari	59	93	96	53
Maret	73	100	97	71
April	75	100	98	74
Mei	80	99	95	75
Juni	79	100	98	77
Juli	74	100	96	71
Agustus	77	100	98	75
September	79	100	98	77
Oktober	75	100	98	73
November	59	100	97	57
Desember	64	100	96	61
Rata-rata	72	97	96	67

Sumber : Data Perhitungan

Setelah diidentifikasi seluruh mode kegagalan, efek serta penyebabnya, maka langkah berikutnya menetapkan rating *severity*, *occurrence* dan *detection*. Contoh penetapan rating *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk deskripsi proses *Stock Preparation* dengan mode kegagalan *tensile strength*, penyebab kegagalan *over standard* di *mixing chest* dan *freeness* terlalu tinggi dan dengan metode deteksi yang digunakan mengecek *ash content* di *Paper Machine*.

Tabel 4. Nilai OEE Mesin *Cutter Asahi* tahun 2007

Bulan	Avail abilit y (%)	Perfor mance (%)	Rate of Quality (%)	OEE (%)
Januari	71	93	96	63
Februari	65	100	98	64
Maret	77	100	98	75
April	82	100	99	81
Mei	83	87	94	68
Juni	84	100	99	83
Juli	69	100	94	65
Agustus	82	100	98	80
September	83	100	97	81
Oktober	81	100	98	79
November	65	100	98	64
Desember	76	100	97	74
Rata – rata	77	99	98	73

Sumber : Data Perhitungan

Langkah – langkahnya sebagai berikut :

- Diskripsi proses *Stock Preparation* karena dinilai mempunyai efek yang besar pada proses dan hasil output sangat terpengaruh tetapi masih aman maka diberi rating 7 untuk tingkatan keparahannya / *severity*.
- Mode kegagalan *tensile strength* dengan penyebab kegagalan *over standard* di *mixing chest* dan *freeness* terlalu tinggi karena tingkat kejadiannya agak tinggi dan untuk terjadinya kejadian kegagalan agak tinggi maka diberi rating 7 untuk tingkat kejadiannya/*occurrence*.
- Penyebab kegagalan *over standard* di *mixing chest* dan *freeness* terlalu tinggi dengan metode deteksi cek *ash content* di *paper machine* pada hasil output karena dianggap metode deteksinya mempunyai kemungkinan cukup tinggi untuk mendeteksi penyebab kegagalan maka diberi rating 4 untuk tingkat deteksinya.
- Setelah didapat nilai rating *Severity*, *Occurrence*, *Detection* maka dihitung nilai RPNnya menurut rumus:

$$RPN = 7 \times 7 \times 4 = 196$$

Selanjutnya data lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 5.

Data kecacatan cetakan dapat memberikan informasi tentang faktor-faktor yang menjadi penyebab dari kecacatan cetakan yang terjadi. Adapun data kecacatan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 5. Rekapitulasi RPN :

Diskripsi Proses	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Metode Deteksi	RPN
1. Stock Preparation	Tensile Strength	- Over Standard di <i>Mixing Chest (Over Standart)</i> - <i>Freeness</i> terlalu rendah (Under Standart).	- Cek Ash Content di PaperMachine	196
	Water Resistance	- <i>Cationic Starch (Under Standart)</i> .	- Quality Control	180
2. Paper Machine	Shade Variation	- Perbedaan <i>file</i> dan <i>wire</i> pada produk kertasnya.	- Quality Control	240
	Water Drop	- Masuknya air pada jalannya proses.	- Operator Paper Machine.	180
	Calender Mark	- Tekanan Calender tidak sesuai. - Inconsistensi Calender.	- Operator Paper Machine	120
	Dirty	- Kotoran terlarut dalam proses produksi - <i>Screen</i> tidak berfungsi maksimal	- Operator paper machine	245
	Size Press	- Tekanan steam yang tidak merata dalam <i>Dryer</i> .	- Operator paper machine	108
	Concave	- Masuknya angin dalam rol akibat <i>rolling</i> kurang sempurna.	- Operator paper machine	63
3. Finishing	Off Cuts	- Pisau tumpul. - Pisau naik pada proses rewinding	- Operator Cutter	180
	Size Variation	- Bawaan dari <i>Paper Machine</i> . - Salah pengaturan ukuran	- Operator Cutter	240
	Wrinkle	- Pisau kurang tepat dalam memotong - Line produk tidak sesuai	- Operator Cutter	245

Sumber : Data Perhitungan

Dari data kecacatan produk tersebut, dapat diperkirakan probabilitas setiap kecacatan yang terjadi. Probabilitas dihitung dengan menggunakan persamaan jumlah cacat dibagi dengan jumlah produksi.

Diketahui bahwa jumlah produk dari tahun 2006 sampai 2007 adalah sebanyak 273.981,57. Sebagai contoh, penentuan perkiraan nilai probabilitas untuk jenis cacat *tensile strength* sebanyak 449,73 yaitu :

$$P = \frac{449,73}{273.981,57} = 0,00164$$

Untuk hasil perhitungan perkiraan nilai probabilitas yang lain dapat dilihat pada tabel 7 berikut :

Untuk setiap jenis kecacatan, diidentifikasi *basic event* dan gerbang *logic* yang dikaitkan dengan kontribusinya pa-

da kejadian cacat *tensile strength*. Berdasarkan identifikasi ini bisa disusun *fault tree* untuk kecacatan produk.

Tabel 6. Kumulatif Kecacatan Produk

Jenis Cacat	Jumlah Cacat Tahun 2006 (ton)	Jumlah Cacat Tahun 2007 (ton)	Total (ton)
- <i>Tensile Strength</i>	250,98	198,75	449,73
- <i>Water Resistance</i>	198,01	105,63	303,64
- <i>Shade Variation</i>	305,25	206,11	511,36
- <i>Water Drop</i>	150,45	145,25	295,70
- <i>Calender Mark</i>	268,09	175,45	443,54
- <i>Dirty</i>	425,35	287,03	712,38
- <i>Size Press</i>	275,75	225,50	501,25
- <i>Concave</i>	270,86	305,15	576,01
- <i>Off Cuts</i>	550,25	415,65	965,90
- <i>Size Variation</i>	169,74	221,84	391,58
- <i>Wrinkle</i>	389,65	298,35	688,00

Sumber : Data Perhitungan

Tabel 7. Hasil Perhitungan Perkiraan Nilai Probabilitas Kecacatan

Jenis Cacat	Jumlah Cacat (Ton)	Probabilitas (P)
- Tensile Strength	449,73	0,00164
- Water Resistance	303,64	0,00111
- Shade Variation	511,36	0,00187
- Water Drop	295,70	0,00108
- Calender Mark	443,54	0,00162
- Dirty	712,38	0,00260
- Size Press	501,25	0,00183
- Concave	576,01	0,00210
- Off Cuts	965,90	0,00352
- Size Variation	391,58	0,00143
- Wrinkle	688,00	0,00251

Perhitungan probabilitas pada gerbang logic, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Gerbang Logic I : F} \\ &= 1 - (1-0,00164) (1-0,00111) \\ &= 1 - 0,99725 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,00275 \\ \text{Gerbang Logic J : F} \\ &= 1 - (1-0,00187) (1-0,00108) \\ &\quad (1-0,00162) (1-0,00260) \\ &\quad (1-0,00183) (1-0,00250) \\ &= 1 - 0,98855 \\ &= 0,01145 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gerbang Logic K : F} \\ &= 1 - (1-0,00352) (1-0,00143) \\ &\quad (1-0,00251) \\ &= 1 - 0,99255 \\ &= 0,00745 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gerbang Logic L : F} \\ &= 1 - (1-0,00275) (1-0,01145) \\ &\quad (1-0,00745) \\ &= 1 - 0,97849 \\ &= 0,02151 \end{aligned}$$

Tabel 8. Urutan Probabilitas Kecacatan Produk

Kecacatan	Prob.	Penyebab	Prob	Basic Event	Prob
Off Cuts	0,00352	- Pisau tumpul.	0,00352	Finishing	0,00352
		- Pisau naik pada proses <i>rewinding</i>			
Dirty	0,00260	- Kotoran terlarut dalam proses produksi	0,00260	Paper Machine	0,00260
		- <i>Screen</i> tidak berfungsi maksimal			
Wrinkle	0,00251	- Pisau kurang tepat	0,00251	Finishing	0,00251
Concave	0,00250	- Masuknya angin dalam rol akibat <i>rolling</i> kurang sempurna	0,00250	Paper Machine	0,00250
Shade Variation	0,00187	- Perbedaan <i>file</i> dan <i>wire</i> pada produk kertasnya	0,00187	Paper Machine	0,00187
Size Press	0,00183	- Tekanan <i>steam</i> yang tidak merata dalam <i>Dryer</i>	0,00183	Paper Machine	0,00183
Tensile Strength	0,00164	- <i>Over NBKP</i> di <i>Mixing Chest</i> (<i>Over Standart</i>)	0,00164	Stock Preparation	0,00164
Calender Mark	0,00162	- Tekanan <i>Calender</i> tidak sesuai.	0,00162	Paper Machine	0,00162
		- <i>Inconsistensi Calender</i> .			
Size Variation	0,00143	- Bawaan dari <i>Paper Machine</i> .	0,00143	Finishing	0,00143
Water Resistance	0,00111	- Salah pengaturan ukuran	0,00111	Stock Preparation	0,00111
		- Kekurangan <i>AKD</i> dan atau <i>Cationic Starch</i> (<i>Under Standart</i>).			
Water Drop	0,00108	- Masuknya air pada jalannya proses.	0,00108	Paper Machine	0,00108

Sumber : Data Perhitungan

Gerbang logic L merupakan gerbang yang menunjukkan kecacatan produk, dan dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai probabilitas kecacatan kertas yaitu sebesar 0,02151.

Fault Tree Analysis memberikan penilaian probabilitas pada setiap terjadinya kecacatan produk. Jenis kecacatan yang memiliki nilai probabilitas tertinggi menunjukkan bahwa jenis kecacatan tersebut memerlukan prioritas pertama untuk dilakukan perbaikan karena memiliki resiko kecacatan yang tinggi.

Pada gambar *fault tree* kecacatan produk kertas tersebut dapat ditunjukkan bahwa bagian *Paper Machine* merupakan bagian yang mempunyai nilai probabilitas kecacatannya tertinggi yaitu 0,01145.

Pada gambar *fault tree* kecacatan produk kertas tersebut jika dilihat dari jenis kecacatannya maka yang mempunyai nilai probabilitas tertinggi adalah jenis kecacatan *off cuts* dengan nilai probabilitas 0,00352.

Urutan besarnya probabilitas kecacatan beserta penyebabnya dapat dilihat pada tabel 8.

KESIMPULAN

Nilai OEE pada tahun 2006 untuk *Paper Machine* hanya mencapai 60% dikarenakan jumlah *breakdown* cukup tinggi mencapai 86 hari, dengan hari efektif kerja selama 365 hari, sedang untuk mesin *Cutter Asahi* tahun 2006 nilai OEE lebih tinggi yaitu 67% dengan jumlah *breakdown* 80 hari untuk 365 hari efektif kerja.

Nilai RPN tertinggi, 245 adalah pada proses *Paper Machine* dengan mode kegagalan *dirty* dikarenakan penyebab kegagalan seperti kotoran terlarut dalam proses produksi serta *screen* tidak berfungsi maksimal. Rekomendasi yang dapat diterapkan adalah selalu menjaga kebersihan dalam setiap line produksi serta melakukan pengecekan secara teratur pada *screen*. Nilai RPN 245 juga terjadi pada proses *finishing* dengan mode kegagalan *wrinkle*, penyebab kegagalan pisau kurang tepat dalam memotong serta line produk tidak sesuai. Rekomendasi yang dapat diterapkan dengan mengecek keberadaan pisau dalam mesin setiap waktu tertentu. Dari nilai RPN yang masih tinggi tersebut diharapkan produksi lebih diperhatikan sehingga RPN pada proses berikutnya dapat turun.

Dari analisis *fault tree* bagian yang paling tinggi nilai probabilitas kegagalannya adalah pada bagian *Paper Ma-*

chine dengan probabilitas 0,01145. Sedangkan untuk jenis kecacatannya yang mempunyai nilai probabilitas tertinggi adalah *off cuts* dengan nilai 0,00352. Maka rekomendasi yang dapat diterapkan adalah lebih menekankan untuk proses di *Paper Machine* dengan selalu memperhatikan baik perawatan maupun perbaikan yang lebih di bagian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Clemens, L.T., 1993, *Fault Tree Analysis*, www.weibull.com/basics/faulttree
- Dewi, L.T., dan Dewa, P.K., 2005, *Implementasi Fault Tree Analysis Pada Sistem Pengendalian Kualitas* Prosiding Seminar Nasional II, Forum Komunikasi Teknik Industri, Yogyakarta
- Ford Motor Company, 1992, *World Wide Potential Failure Mode and Effect Analysis: System – Design – Process Hand Book*.
- Gaspersz, V., 2007, *Organizational Excellence*, PT. Gramedia, Jakarta
- Hansen, R. C., 2001, *Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production / Maintenance Tool for Increased Profits*, 1st ed., Industrial Press Inc., New York.
- The Haviland Consulting Group, 1998, *Failure Mode & Effectiveness Analysis Methodology*, <http://www.Fmeca.com>
- Vorne Industries, 2003, *Overall Equipment Effectiveness Glossary of Terms*, <http://www.vorne.com>