

**PENGUKURAN EFEKTIVITAS MESIN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)
DI PT. SETIAJI MANDIRI**

Nindita Hapsari, Kifayah Amar, Yandra Rahadian Perdana

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta
ninditahapsari@gmail.com ; kifayah@uin-suka.ac.id ; yrahadian@yahoo.com

Abstrak

Salah satu upaya yang dapat dilakukan perusahaan manufaktur untuk menjaga kestabilan produksi adalah melakukan pemeliharaan mesin atau peralatan. Sistem pemeliharaan mesin dapat digunakan sebagai tolak ukur pengukuran efektivitas mesin produksi. PT. Setiaji Mandiri merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang fibrecement manufacture. Kapasitas produksi sheet machine 3 PT. Setiaji Mandiri yang tinggi menyebabkan sering terjadi permasalahan breakdown mesin yang tinggi dan waktu setup mesin yang tidak standar. Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang umum digunakan untuk mengukur dan memaksimalkan efektivitas berdasarkan pada tiga kategori Six Big Losses yaitu availability rate, performance rate dan quality rate. Dari hasil perhitungan nilai OEE untuk sheet machine 3 PT. Setiaji Mandiri secara garis besar masih berada dibawah nilai 85% yang merupakan standar JIPM. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan penentuan critical downtime menggunakan diagram pareto. Berdasarkan hasil analisis, terdapat tiga critical downtime sheet machine 3 yaitu pada unit hydropulper, sheet stacker dan felt conveyor. Usulan yang diberikan untuk mengurangi tingginya breakdown yang disebabkan oleh ketiga critical downtime tersebut antara lain penerapan autonomous maintenance dan perubahan sistem pemeliharaan yang semula corrective menjadi preventive maintenance.

Kata kunci : Maintenance, Overall Equipment Effectiveness

I. PENDAHULUAN

Proses produksi yang berlangsung dalam suatu industri manufaktur hampir semuanya menggunakan mesin dan peralatan. Menurut Siringoringo dan Sudyantoro (2004) semakin seringnya mesin bekerja untuk memenuhi target produksi yang kadang melebihi kapasitas dapat menurunkan kemampuan mesin, menurunkan umur mesin dan sering membutuhkan pergantian komponen yang rusak. Apabila mesin atau peralatan yang digunakan mengalami kerusakan maka proses produksi akan terhambat. Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan manufaktur adalah bagaimana melaksanakan proses produksi seefisien dan seefektif mungkin. Menurut Lazim dan Ramayah (2010) untuk beroperasi secara efisien dan efektif, perusahaan manufaktur perlu memastikan bahwa tidak terdapat gangguan produksi yang disebabkan oleh kerusakan, pemberhentian dan kegagalan mesin. Pada umumnya penyebab gangguan produksi dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu faktor manusia, mesin dan lingkungan. Faktor terpenting dari kondisi tersebut adalah *performance* mesin yang digunakan (Wahjudi et al., 2009).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan perusahaan manufaktur untuk menjaga kestabilan produksi adalah melakukan pemeliharaan mesin atau peralatan. Sharma et al. (2011) mendefinisikan pemeliharaan sebagai aktivitas yang diperlukan untuk menjaga fasilitas pada kondisi yang diinginkan sehingga memenuhi kapasitas produksinya. Filosofi pemeliharaan yang kemudian berkembang dan mulai diterapkan dalam perusahaan manufaktur adalah *Total Productive Maintenance* (TPM). Penerapan TPM dalam perusahaan manufaktur diukur menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Pengukuran OEE didasarkan pada tiga kategori *Six Big Losses* yaitu *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate*,

menurut Stephens dalam Wahjudi et al. (2009). Perkalian ketiga kategori tersebut menghasilkan nilai OEE perusahaan yang nantinya dibandingkan dengan nilai OEE standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Dari perbandingan tersebut maka diketahui apakah sistem pemeliharaan yang diterapkan oleh perusahaan telah berstandar JIPM atau belum.

PT. Setiaji Mandiri sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dibidang *fibrecement manufacture* sering mengalami permasalahan *breakdown* mesin yang tinggi dan waktu *setup* mesin yang tidak standar. Hal tersebut menghambat jalannya proses produksi yang berdampak pada penurunan kapasitas produksi. Pada saat dilakukan penelitian, PT. Setiaji Mandiri menerapkan sistem pemeliharaan *corrective maintenance*, yaitu melakukan perbaikan ketika terdapat kerusakan. Namun juga dibantu dengan *planned maintenance*, dimana dijadwalkan setiap satu minggu mesin berhenti total untuk dilakukan perbaikan.

Dalam penelitian ini, metode OEE digunakan untuk menghitung efektivitas mesin di PT. Setiaji Mandiri. Selanjutnya menentukan *critical downtime* menggunakan diagram pareto dan kemudian menentukan penyebab kerusakan mesin produksi dengan menggunakan analisis diagram tulang ikan (*fishbone*). Sehingga nantinya pendekatan TPM digunakan untuk usulan perbaikan terhadap sistem perawatan dengan menerapkan sistem pencegahan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka bertujuan untuk mempelajari penelitian terdahulu yang sejenis, sehingga dapat diketahui perbedaan dan posisi penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan sekarang. Untuk lebih jelasnya Tabel 1 memetakan perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan sekarang.

Tabel 1 Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan sekarang

Peneliti Aspek	Bulent Dal, Phil Tugwell, Richard Greatbanks (2000)	Riajeng Rizqi Amalia (2006)	Roland Sukwadi (2008)	Joko Susetyo (2009)	Nindita Hapsari (2011)
Tujuan	Menyelidiki peran OEE sebagai indikator aktivitas proses perbaikan	Mengukur efektivitas <i>handling equipment</i>	Mengukur efektivitas sebelum dan sesudah penerapan TPM	Mengukur efektivitas mesin produksi	Mengukur efektivitas mesin produksi
Metode Analisis	OEE	OEE dan <i>Multiple Linear Regression</i>	OEE dan <i>Paired Sample t-test</i>	OEE, FMEA dan FTA	OEE, Diagram Pareto dan <i>fishbone</i>
Hasil pengolahan	Mengetahui peran dan kontribusi OEE sebagai alat ukur <i>performance</i>	Mengetahui persamaan regresi untuk memfokuskan mencari akar permasalahan <i>handling equipment</i>	Mengetahui perbedaan kinerja produksi sebelum dan sesudah penerapan TPM	Mengetahui RPN tertinggi dan nilai probabilitas kegagalan tertinggi dari mesin produksi	Mengetahui <i>critical downtime</i> dan akar penyebab <i>downtime</i> mesin produksi

A. Maintenance

Pemeliharaan atau perawatan dalam suatu industri merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung proses produksi. Oleh karena itu proses produksi harus didukung oleh peralatan yang siap bekerja setiap saat dan handal. Untuk mencapai hal itu maka peralatan-peralatan penunjang proses produksi ini harus mendapatkan perawatan yang teratur dan terencana (Daryus, 2007).

Al-Turki (2011) menyatakan bahwa pemeliharaan merupakan seluruh aktivitas yang berhubungan untuk memelihara tingkat *availability* dan *reability* sistem serta memelihara kemampuan komponen untuk bekerja sesuai standar kualitas yang ditentukan. Simoes et al. (2011) menyatakan bahwa pemeliharaan adalah fungsi logistik perusahaan, dimana biasanya diintegrasikan ke dalam proses produksi.

Sedangkan tujuan dilakukannya pemeliharaan menurut Corder (1996) antara lain adalah :

1. Memperpanjang kegunaan asset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya).
2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa untuk mendapatkan laba investasi semaksimal mungkin.
3. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

B. Maintenance Performance Measurement

Parida and Kumar (2006) menyatakan bahwa tingkat efisiensi dan efektivitas sistem pemeliharaan memiliki peran yang penting dalam kesuksesan dan keberlangsungan sebuah perusahaan. Sehingga *performance* dari sistem tersebut perlu diukur menggunakan sebuah teknik pengukuran kinerja. Beberapa alasan yang mendukung pentingnya MPM menurut Parida dan Kumar (2006) yaitu :

1. Untuk mengukur nilai yang ditimbulkan oleh pemeliharaan.
2. Untuk menganalisis investasi yang dilakukan.
3. Untuk meninjau sumber daya yang dialokasikan.
4. Untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan aman.
5. Untuk berfokus pada *knowledge management*.
6. Untuk beradaptasi dengan tren baru pada strategi operasi dan pemeliharaan.
7. Untuk perubahan organisasi secara struktural.

C. Overall Equipment Effectiveness

Borris (2006) menyatakan OEE merupakan pengukuran kritis yang digunakan dalam penerapan TPM untuk mengevaluasi kapabilitas sebuah peralatan dalam sebuah sistem produksi. OEE terdiri dari tiga komponen utama yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. Ketiga nilai komponen tersebut mencakup seluruh pokok permasalahan yang dapat mempengaruhi seberapa banyak produk yang dapat dihasilkan oleh peralatan dan operator sistem yang digunakan.

Nakajima dalam Amalia (2006) mendefinisikan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah metode yang digunakan sebagai alat ukur (*metric*) dalam penerapan TPM guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan *six big losses* peralatan. Nakajima dalam Dal et al. (2000) mendefinisikan *six big losses* sebagai berikut :

1. *Equipment failure/breakdown losses*, dikategorikan sebagai kerugian waktu akibat penurunan produktivitas dan kerugian kualitas akibat adanya *defect*.
2. *Set-up/adjustment time losses*, merupakan hasil dari *downtime* dan *defect* yang terjadi ketika produksi dari *item* yang terakhir dan peralatan ditentukan sebagai prasyarat dari *item* yang lainnya.
3. *Idling and minor stop losses*, terjadi ketika produksi diinterupsi oleh *temporary malfunction* atau mesin yang sedang berhenti.
4. *Reduced speed losses*, merupakan perbedaan antara *design speed* dengan *actual operating speed*.
5. *Reduced yield*, merupakan *losses* yang terjadi selama tahap-tahap awal dari produksi ketika *start up* mesin hingga mencapai kondisi stabil.
6. *Quality defects and rework*, merupakan *losses* di dalam kualitas yang disebabkan oleh *malfunctioning production equipment*.

Six big losses yang pertama dan kedua dikenal sebagai *downtime losses* yang digunakan untuk membantu dalam menghitung nilai *availability* sebuah mesin. *Availability* (AV) merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Formula yang digunakan untuk menghitung *availability* adalah :

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Down\ Time}{Loading\ Time}$$

Losses yang ketiga dan keempat merupakan kerugian kecepatan yang menentukan *performance efficiency* (PE) dari sebuah mesin. Nakajima dalam Amalia (2006) menyatakan PE merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. formula yang digunakan untuk menghitung *performance efficiency* adalah :

$$PE = Speed\ operating\ rate \times Net\ operating\ rate$$

Untuk *losses* yang kelima dan keenam dianggap sebagai kerugian akibat adanya *defects*. Menurut Susetyo (2009) 100% *quality* berarti tidak ada produk yang direject maupun *rework*. Formula yang digunakan untuk menghitung *quality rate* adalah :

$$Quality\ Rate = \frac{output\ produksi - Reject}{output\ produksi}$$

III. METODOLOGI

A. Objek Penelitian

Obyek penelitian dalam penelitian ini adalah *Sheet Machine 3* pada PT. Setiaji Mandiri yang beralamatkan di Jalan Solo Km.12.5, Kalasan, Yogyakarta.

B. Variabel Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

1. Data Jam Kerja Mesin

Data jam kerja mesin merupakan data yang menunjukkan jumlah waktu mesin produksi beroperasi. Data jam kerja mesin meliputi :

a. Data *Total Time* mesin

Data *total time* mesin merupakan data yang menunjukkan total keseluruhan waktu yang tersedia pada suatu mesin untuk beroperasi dalam 1 hari (3 shift).

b. Data Waktu *Setup* Mesin

Data waktu *setup* mesin merupakan data yang menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan *Sheet Machine 3* untuk persiapan mulai beroperasi.

c. Data Waktu *Downtime* Mesin

Data waktu *downtime* mesin merupakan data yang menunjukkan berapa lama waktu *Sheet Machine 3* mengalami kerusakan dan mengalami perbaikan, hingga mesin produksi tersebut dapat beroperasi kembali.

2. Data Hasil Produksi

Data hasil produksi merupakan data yang menunjukkan keseluruhan jumlah output produk yang diproduksi selama mesin beroperasi dalam 3 shift. Data hasil produksi meliputi data jumlah produk baik (*good product*) dan data jumlah produk cacat (*reject*). Dalam data jumlah produk cacat termasuk di dalamnya jumlah produk cacat yang masih dapat di-recycle (*initial reject*) dan jumlah produk cacat yang tidak dapat di-recycle (*final reject*).

3. Data Kerusakan Per-Unit Mesin

Data kerusakan per-unit mesin merupakan data yang menunjukkan kerusakan yang terjadi pada unit mesin. Data kerusakan per-unit mesin meliputi :

a. Data Frekuensi Kerusakan per-unit Mesin

Data frekuensi kerusakan per-unit mesin merupakan data yang menunjukkan jumlah kerusakan yang terjadi pada tiap unit mesin.

b. Data Jam henti per-unit Mesin

Data jam henti per-unit mesin merupakan data yang menunjukkan lamanya waktu unit mesin mengalami kerusakan dan perbaikan sehingga dapat beroperasi kembali.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan *Availability*

Untuk menghitung nilai *availability* data yang digunakan adalah data jam kerja mesin. Dalam perhitungan nilai *availability*, terlebih dulu dilakukan perhitungan untuk mengetahui *loading time*. Contoh perhitungan *loading time* untuk tanggal 1 Maret 2011 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Loading Time} &= \text{Total Time} - \text{Planned Stop Time} \\ &= 1440 - 80 = 1360 \text{ menit} \end{aligned}$$

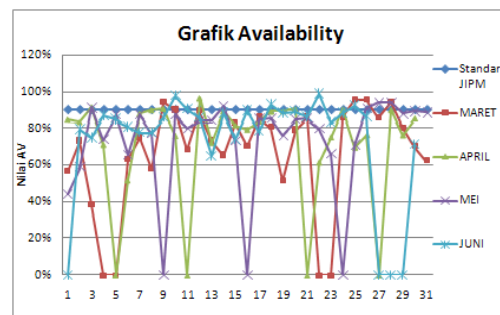
Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk mengetahui *operation time*. Contoh perhitungan *operation time* untuk tanggal 1 Maret 2011 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Operation Time} &= \text{Loading Time} - (\text{Setup Time} + \text{Downtime}) \\ &= 1440 - (80 + 585) = 775 \text{ menit} \end{aligned}$$

Maka contoh perhitungan *availability* untuk tanggal 1 Maret 2011 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Time}} \\ &= \frac{775}{1360} = 0.5699 \end{aligned}$$

Gambar 1 memperlihatkan grafik hasil perhitungan *availability* harian periode Maret sampai dengan Juni 2011:



Gambar 1 Grafik *availability* harian bulan Maret-Juni 2011

Berdasarkan Gambar 1 di atas, dapat diketahui bahwa *availability* aktual *sheet machine* 3 untuk bulan Maret 2011 memiliki rata-rata 76.19%, bulan April 2011 memiliki rata-rata 81.68%, bulan Mei 2011 memiliki rata-rata 80.91% dan bulan Juni 2011 memiliki rata-rata 84.48%.

Availability atau pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan aktual *sheet machine* 3 rata-rata secara keseluruhan masih berada di bawah standar JIPM sebesar 90%. Hal tersebut dikarenakan tingginya *downtime* yang terjadi pada *sheet machine* 3. Akan tetapi pada setiap bulannya *availability* mengalami peningkatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa PT. Setiaji Mandiri melakukan peningkatan terhadap ketersediaan waktu operasi mesin untuk *sheet machine* 3.

B. Perhitungan *Performance Efficiency*

Dalam perhitungan nilai *performance efficiency*, terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk mengetahui jumlah output produksi. Untuk mengetahui jumlah output produksi, dilakukan perhitungan output mesin dikurangi dengan jumlah lembar kosong. Contoh perhitungan untuk tanggal 1 Maret 2011 adalah :

$$\begin{aligned} \text{output produksi} &= \text{output mesin} - \text{lembar kosong} \\ &= 1370 - 40 = 1330 \text{ lembar} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui *actual cycle time*.

$$\begin{aligned} \text{actual cycle time} &= \frac{\text{operation time}}{\text{output produksi}} \\ &= \frac{775}{1330} = 0.58271 \text{ menit/unit} \end{aligned}$$

Untuk *theoretical cycle time*, PT. Setiaji Mandiri memiliki ketetapan waktu siklus ideal *sheet machine* 3 yaitu 3 unit/menit atau 0.333 menit/unit. Kemudian dilakukan perhitungan untuk *speed operating rate*. Contoh perhitungan *speed operating rate* untuk tanggal 1 Maret 2011 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Speed operating rate} &= \frac{\text{theoretical cycle time}}{\text{actual cycle time}} \\ &= \frac{0.333}{0.58271} = 0.57204 \end{aligned}$$

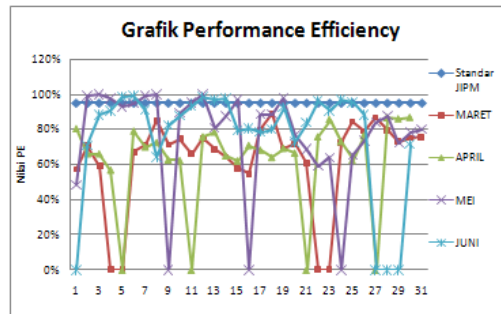
Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk *net operating rate*. Contoh perhitungan untuk tanggal 1 Maret 2011 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Net operating rate} &= \frac{\text{output produksi} \times \text{actual cycle time}}{\text{operating time}} \\ &= \frac{1330 \times 0.58271}{775} = 1 \end{aligned}$$

Maka contoh perhitungan *performance efficiency* untuk tanggal 1 Maret 2011 adalah :

$$\begin{aligned} PE &= \text{Speed operating rate} \times \text{Net operating rate} \\ &= 0.57204 \times 1 = 0.57204 \end{aligned}$$

Gambar 2 memperlihatkan grafik hasil perhitungan *performance efficiency* harian periode Maret sampai dengan Juni 2011 :



Gambar 2 Grafik *performance efficiency* harian bulan Maret-Juni 2011

Berdasarkan Gambar 2 di atas, dapat diketahui bahwa *performance efficiency* aktual *sheet machine* 3 untuk bulan Maret 2011 memiliki rata-rata 71.72%, bulan April 2011 memiliki rata-rata 71.80%, bulan Mei 2011 memiliki rata-rata 84.31% dan bulan Juni 2011 memiliki rata-rata 86.89%.

Performance efficiency atau kekonsistenan mesin/peralatan sesuai kecepatan teoritis untuk kegiatan operasi aktual *sheet machine* 3 rata-rata secara keseluruhan masih berada di bawah standar JIPM sebesar 95%. Hal tersebut dikarenakan kinerja *sheet machine* 3 yang berada di bawah standar ketetapan kecepatan waktu ideal yang ditetapkan oleh PT. Setiaji Mandiri. Akan tetapi pada setiap bulannya mengalami peningkatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa PT. Setiaji Mandiri melakukan peningkatan terhadap *performance* mesin/peralatan untuk kegiatan operasi pada *sheet machine* 3.

C. Perhitungan *Quality Rate*

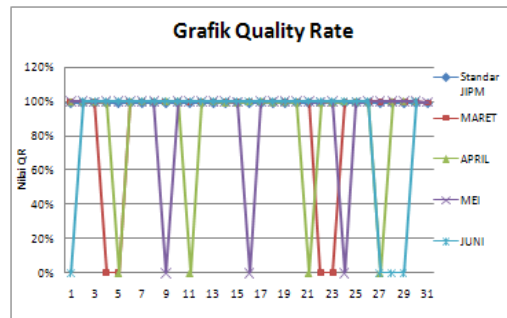
Untuk menghitung nilai *quality rate* data yang digunakan adalah data hasil produksi. Dalam perhitungan nilai *quality rate*, terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk mengetahui jumlah *good unit*. Contoh perhitungan untuk tanggal 1 Maret 2011 adalah :

$$\begin{aligned} \text{good unit} &= \text{output produksi} - \text{reject} \\ &= 1330 - 5 = 1325 \text{ lembar} \end{aligned}$$

Kemudian menghitung nilai *quality rate*. Contoh perhitungan untuk tanggal 1 Maret 2011 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Good Unit}}{\text{output produksi}} \\ &= \frac{1325}{1330} = 0.99624 \end{aligned}$$

Gambar 3 memperlihatkan grafik hasil perhitungan *quality rate* harian periode Maret sampai dengan Juni 2011 :



Gambar 3 Grafik *quality rate* harian bulan Maret-Juni 2011

Berdasarkan Gambar 3 di atas, dapat diketahui bahwa *quality rate* aktual *sheet machine* 3 untuk bulan Maret 2011 memiliki rata-rata 99.92%, bulan April 2011 memiliki rata-rata 99.69%, bulan Mei 2011 memiliki rata-rata 99.78% dan bulan Juni 2011 memiliki rata-rata 99.87%.

Quality rate atau kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar aktual *sheet machine* 3 rata-rata secara keseluruhan sudah mencapai standar JIPM sebesar 99%.

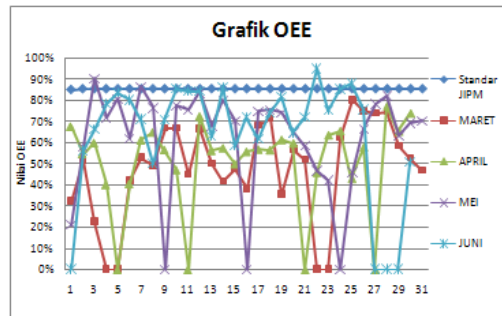
D. Perhitungan Overall equipment Effectiveness

Contoh perhitungan overall equipment effectiveness untuk tanggal 1 Maret 2011 adalah :

$$OEE = AV \times PE \times QR$$

$$= 0.5699 \times 0.57204 \times 0.99624 = 0.32478$$

Gambar 4 memperlihatkan grafik hasil perhitungan quality rate harian periode Maret sampai dengan Juni 2011 :



Gambar 4 Grafik overall equipment effectiveness harian bulan Maret-Juni 2011

Berdasarkan Gambar 4 di atas, dapat diketahui bahwa overall equipment effectiveness aktual sheet machine 3 untuk bulan Maret 2011 memiliki rata-rata 48.04%, bulan April 2011 memiliki rata-rata 50.59%, bulan Mei 2011 memiliki rata-rata 61.84% dan bulan Juni 2011 memiliki rata-rata 63.71%.

Seperti dijelaskan oleh Borris (2006) OEE merupakan hasil dari availability, performance dan quality. Apabila salah satu dari ketiga faktor tersebut memiliki nilai yang kecil, maka akan mempengaruhi nilai OEE secara drastis. Meskipun ditunjang dengan indeks nilai quality yang sudah memenuhi standar JIPM, akan tetapi faktor OEE yang lain (availability dan performance) yang dimiliki PT. Setiaji Mandiri berada dibawah standar JIPM. Sehingga overall equipment effectiveness atau tingkat efektivitas mesin/peralatan secara keseluruhan aktual sheet machine 3 PT. Setiaji Mandiri rata-rata secara keseluruhan masih berada di bawah standar JIPM sebesar 85%. Akan tetapi pada setiap bulannya rata-rata nilai OEE mengalami peningkatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa PT. Setiaji Mandiri melakukan peningkatan efektivitas mesin atau peralatan secara keseluruhan untuk kegiatan operasi pada sheet machine 3.

E. Penentuan Critical Downtime

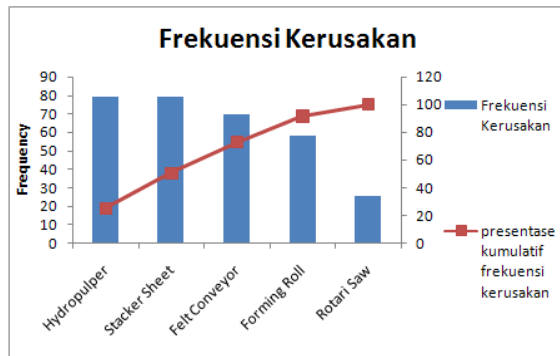
Critical Downtime adalah downtime yang paling berpengaruh terhadap efektivitas mesin produksi. Data yang digunakan adalah data frekuensi kerusakan per-unit mesin harian selama bulan Maret sampai dengan Juni 2011.

Langkah penentuan critical downtime terlebih dahulu dilakukan pengurutan data frekuensi kerusakan mesin. Pengurutan dilakukan untuk mengetahui urutan unit mesin yang memiliki frekuensi yang paling besar hingga yang terkecil. Tabel 2 merupakan hasil pengurutan data frekuensi kerusakan mesin :

Tabel 2 Pengurutan Data Frekuensi Kerusakan

Unit Mesin	Frekuensi Kerusakan	Presentasi Frekuensi Kerusakan	Presentase Kumulatif Frekuensi Kerusakan
Hydropulper	79	25.32	25.32
Stacker Sheet	79	25.32	50.64
Felt Conveyor	70	22.44	73.08
Forming Roll	58	18.59	91.67
Rotari Saw	26	8.33	100

Selanjutnya hasil pengurutan data frekuensi kerusakan mesin diolah menjadi diagram pareto. Gambar 5 memperlihatkan hasil pengolahan data frekuensi kerusakan mesin pada tiap unit mesin menjadi diagram pareto.



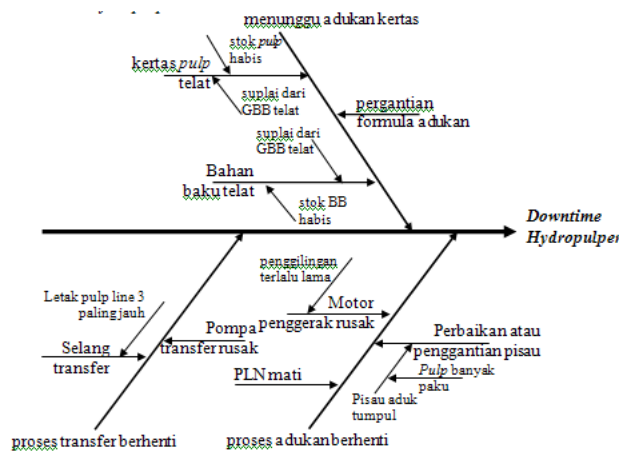
Gambar 5 Diagram Pareto *Critical Downtime*

Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 5 diketahui bahwa terdapat 3 unit mesin yang menyebabkan 80% frekuensi kerusakan yang terjadi yaitu unit mesin *hydropulper*, *stacker sheet* dan *felt conveyor*. Maka *critical downtime* pada penelitian ini yaitu pada unit mesin *hydropulper*, *stacker sheet* dan *felt conveyor*.

F. Penentuan Penyebab *Critical Downtime*

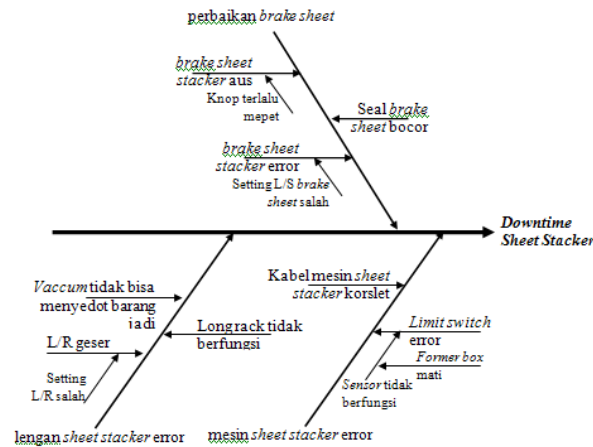
Jenis *downtime* yang dianalisa untuk diketahui penyebabnya diambil sesuai dengan hasil *critical downtime* yang terseleksi yaitu pada unit mesin *hydropulper*, *stacker sheet* dan *felt conveyor*. Diagram sebab akibat (*fishbone*) disusun dan dibentuk melalui pengamatan dan wawancara. Wawancara dilakukan dengan melibatkan Kasubsie *maintenance*, Kasubsie PPIC dan Kasubsie produksi. Faktor-faktor penyebab terjadinya *downtime* adalah sebagai berikut :

a. Unit Hydropulper



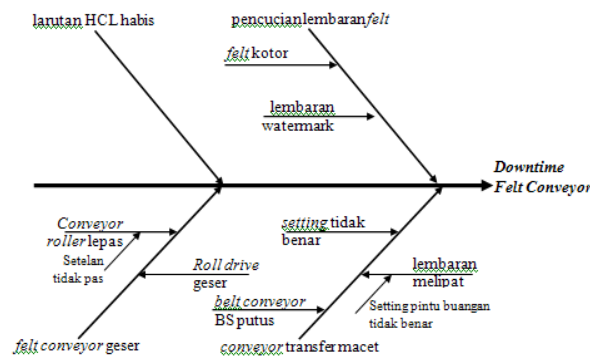
Gambar 6 *Fishbone* downtime hydropulper

b. Unit Sheet Stacker



Gambar 7 Fishbone downtime sheet stacker

c. Unit Felt Conveyor



Gambar 8 Fishbone downtime felt conveyor

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan terhadap nilai dan komponen OEE yang merupakan pengukuran kritis yang digunakan dalam penerapan TPM untuk mengevaluasi kapabilitas peralatan dalam sebuah sistem produksi, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Sistem manajemen pemeliharaan mesin produksi (*Sheet machine 3*) yang diterapkan di PT. Setiaji Mandiri adalah *corrective maintenance*, yaitu melakukan perbaikan ketika terdapat kerusakan dibantu dengan *planned maintenance*, dimana dijadwalkan setiap satu minggu mesin berhenti total untuk dilakukan perbaikan.
2. Dilihat dari indeks nilai OEE, sistem pemeliharaan *sheet machine 3* PT. Setiaji Mandiri belum sesuai dengan standar JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) karena belum memenuhi standar JIPM sebesar 85%. Hal tersebut juga menunjukkan keseluruhan efektivitas peralatan *sheet machine 3* PT. Setiaji Mandiri masih rendah.
3. Penyebab terjadinya *linestop Sheet Machine 3* PT. Setiaji Mandiri atau disebut juga *critical downtime* yaitu pada unit mesin *hydropulper*, *stacker sheet* dan *felt conveyor*.
4. Usulan perbaikan sistem pemeliharaan *sheet machine 3* PT. Setiaji Mandiri adalah :
 - a. Penerapan pilar TPM yaitu *autonomous maintenance* yang bertujuan meningkatkan tingkat kepekaan operator terhadap kondisi *sheet machine 3*. Serta meningkatkan kemampuan operator untuk melakukan pemeliharaan mandiri sehingga mengurangi lamanya *downtime*.

- b. Perubahan sistem pemeliharaan yang semula *corrective maintenance* (perbaikan setelah ada kerusakan) menjadi *preventive maintenance* (pencegahan kerusakan). *Preventive maintenance* dapat dilakukan dengan membuat jadwal pemeliharaan ringan guna mengecek setiap bagian mesin.
- c. Melakukan pengecekan terhadap komponen bergerak (seperti : *roll conveyor*, *felt conveyor* dan lengan *sheet stacker*) sebelum mulai beroperasi. Tujuannya adalah memeriksa letak presisi, agar pada saat beroperasi tidak mengalami pergeseran yang menyebabkan *downtime*.
- d. Penerapan sistem kanban untuk mengurangi *downtime* akibat menunggu suplai bahan baku, *pulp* maupun larutan HCL.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmed, S., Hassan, M. H., & Taha, Z. (2005). TPM can go beyond maintenance: excerpt from a case implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 11(1).
- [2] Ahmed, T., Ali, S. M., Allama, M. M., & Parvez, M. S. (2010). A Total Productive Maintenance (TPM) Approach to Improve Production Efficiency and Development of Loss Structure in a Pharmaceutical Industry. *Global Journal of Management and Bussiness Research*, 10(2).
- [3] Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total Productive Maintenance : Literature Review and Directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7).
- [4] Al-Turki, U. (2011). A Framework For Strategic Planning in Maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 17(2).
- [5] Amalia, R. R. (2006). *Pengukuran dan Perbaikan Overall Equipment Effectiveness Handling Equipment (Studi Kasus TPK Tanjung Emas Semarang)*. S-1 Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [6] Anvari, F., & Edwards, R. (2011). Performance Measurement Based on a Total Quality Approach. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(5).
- [7] Ben-Daya, M., & Duffuaa, S. O. (1995). Maintenance and Quality : the missing link. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 1(1).
- [8] Borris, S. (2006). *Total Productive Maintenance*. United State of America: McGraw-Hill Companies, Inc.
- [9] Chodariyanti. (2009). *Analisis kecacatan produk merk Aqua sebagai upaya perbaikan kualitas dengan metode DMAIC (Studi kasus pada PT. Tirta Investama, Klaten)*. S-1 Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [10] Corder, A. S. (1996). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [11] Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement - A practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(12).
- [12] Daryus, A. (2007). *Manajemen Pemeliharaan Mesin*. Jakarta: Universitas Dharma Persada.
- [13] Fotopoulos, C., Kafetzopoulos, D., & Gotzamani, K. (2011). Critical factors for effective implementation of the HACCP system: a Pareto analysis. *British Food Journal*, 113(5).
- [14] Gazperzs, V. (2007). *Organizational Excellence*. Jakarta: PT. Gramedia.
- [15] Hansen, R. (2001). *Overall equipment effectiveness : a powerfull production / maintenance tool for increased profits*. New York: Industrial Press Inc.
- [16] Ireland, F., & Dale, B. G. (2001). A study of total productive maintenance implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 7(3).
- [17] Jeong, K.-Y., & Phillips, D. T. (2001). Operational efficiency and effectiveness measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11).
- [18] Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance systems - the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(1).

- [19] Kennedy, R. 2005. *Introduction to TPM and TPM³ (TPM³ : an enhanced and expanded Australasian version of 3rd Generation TPM focusing on the entire Supply Chain)* [Online]. www.ctpm.org.au. [Accessed June, 3rd 2011].
- [20] Lazim, H. M., & Ramayah, T. (2010). Maintenance strategy in Malaysian manufacturing companies: a total productive maintenance (TPM) approach. *Journal Quality in Maintenance Engineering*, 11.
- [21] Ljungberg, O. (1998). Measurement of Overall Equipment Effectiveness As a Basis for TPM Activities. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(5).
- [22] Mohideen, P. B. A., Ramachandran, M., & Narasimmalu, R. R. (2011). Construction plant breakdown critically analysis - part 1 : UAE perspective. *Benchmarking An International Journal*, 18(4).
- [23] Parida, A., & Kumar, U. (2006). Maintenance Performance Measurement (MPM) : issues and challenges. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(3).
- [24] Sharma, A., Yadava, G. S., & Deskmukh, S. G. (2011). A Literature Review and Future Perspectives on Maintenance Optimization. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 17(1).
- [25] Simoes, J. M., Gomes, C. F., & Yasin, M. M. (2011). A literature review of maintenance performance measurement : A conceptual framework and directions for future research. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 17(2).
- [26] Siringoringo, H., & Sudiyanoro. (2004). Analisis Pemeliharaan Produktif Total Pada PT. Wahana Eka Paramitra GKD Group. *Jurnal Teknologi & Rekayasa*, 9.
- [27] Sukwadi, R. (2008). *Analisis Perbedaan Antara Faktor – Faktor Kinerja Perusahaan Sebelum Dan Sesudah Menerapkan Strategi Total Productive Maintenance (Studi Kasus pada PT. Hartono Istana Teknologi Divisi Produk Home Appliances)*. S-2 Magister Manajemen, Universitas Diponegoro Semarang.
- [28] Susetyo, J. (2009). Analisis pengendalian kualitas dan efektivitas dengan integrasi konsep failure mode & effect analysis dan fault tree analysis serta overall equipment effectiveness. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 2(1).
- [29] Takahashi, K., & Nakamura, N. (2000). Agile control in JIT ordering systems. *International Journal of Agile Management Systems*, 2(3).
- [30] Thomas, A. J., Chard, J., John, E., Davis, A., & Francis, M. (2011). Defining a bearing replacement strategy using Monte Carlo methods. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 28(2).
- [31] Tsang, A. H. C. (2002). Strategic Dimensions of Maintenance Management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 8(1).
- [32] Wahjudi, D., Tjitro, S., & Soeyono, R. (2009). *Studi Kasus Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Melalui Implementasi Total Productive Maintenance (TPM)*. Paper presented at the Seminar Nasional Teknik Mesin IV, Surabaya, Indonesia.