

EVALUASI EFEKTIVITAS MESIN KILN DENGAN PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* PADA PABRIK II/III PT SEMEN PADANG

Andita Rahayu

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

Email: anditarahayu@yahoo.com

Abstract

PT Semen Padang is a company that produces cement and it can not be separated from issues related to the effectiveness of the machinery/ equipment caused by factors such as six big losses. It can be indicated from the frequency of damage caused to machinery/ equipment because of the damage so that production targets are not achieved. Another result of damage caused by machinery/ equipment is the quality of products where the products are not meet the quality standards. Therefore, it is necessary to measure effective and efficient in the maintenance of machinery/equipment int term of solving such problems. TPM is a method which developed in Japan that can be applied to improve the productivity and efficiency of production. The applied method is one of useful methods to mantain machinery/equipment utilization including, losses that called by the six big losses. One goal of TPM is to increase the effectiveness to improve function and performance of machinery/ equipment used and reduce the six big losses contained in the machine/ equipment. Study has been conductedin W1 and W2 Kiln engine on Indarung Factory II / III PT Semen Padang. The first stage is measuring the effectiveness of W1 and W2 Kiln machine using OEE method. Furthermore, we are y measure OEE Six Big Losses and another losses that lead to the low efficiency of the Kiln machine. The data has been collected based on year 2013. Result showed that the value of OEE in W1 kiln ranged from 49% to 96%. While the value of OEE in W2 kiln ranged from 60% to 98% . It is related to the level of availability W1 kiln (average 92%) were also quite low when it is compared to the level of availability W2 kiln (average 94%) due to the length of time the kiln W1 engine damage. Refer to the value of the performance rate W1 and W2 kiln, it can be concluded that the average value of both engine performance rate is almost the same, ranging between 91% and 92%. Analysis of OEE Six Big Lossesshowed that cause of low OEE on kiln machine is breakdown loss. It also affected the reduced speed loss.

Keyword : OEE, Six Big Losses, Availability, Performance Rate, Quality Rate

Abstrak

PT Semen Padang merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi semen juga tidak terlepas dari masalah yang berkaitan dengan efektivitas mesin/peralatan yang diakibatkan oleh faktor six big losses tersebut. Hal ini dapat terlihat dari frekuensi kerusakan yang terjadi pada mesin/peralatan karena kerusakan tersebut sehingga target produksi tidak tercapai. Akibat lain yang ditimbulkan kerusakan mesin/peralatan yaitu dalam hal kualitas produk yang dihasilkan dimana produk yang tidak sesuai dengan standar kualitas akan dioleh kembali. Oleh karena itu diperlukan langkah-langkah efektif dan efisien dalam pemeliharaan mesin/peralatan untuk dapat menanggulangi dan mencegah masalah tersebut. TPM adalah salah satu metode yang dikembangkan di Jepang yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi perusahaan dengan menggunakan mesin/peralatan secara efektif. Tidak tepatnya penanganan dan pemeliharaan mesin/peralatan tidak hanya menyebabkan masalah kerusakan saja, tetapi juga kerugian lain yang disebut dengan six big losses. Salah satu tujuan TPM adalah untuk meningkatkan efektivitas dengan cara meningktaan fungsi dan kinerja mesin/peralatan yang digunakan dan mengeliminasi six big losses yang terdapat pada mesin/peralatan. Objek yang diteliti pada penelitian ini adalah mesin Kiln W1 dan W2 yang terdapat pada Pabrik Indarung II/III PT Semen Padang. Tahapan pertama dalam usaha peningkatan efisiensi produksi pada perusahaan ini adalah dengan melakukan pengukuran efektivitas mesin Kiln W1 dan W2 dengan menggunakan metode OEE yang kemudian dilanjutkan dengan pengukuran OEE Six Big Losses dan dari

faktor six big losses tersebut dicari faktor terbesar yang mengakibatkan rendahnya efisiensi mesin Kiln. Data yang digunakan adalah data satu tahun terakhir yaitu Bulan Januari-Desember 2013. Selama periode tersebut, diperoleh nilai OEE pada kiln W1 berkisar antara 49% hingga 96%. Sedangkan nilai OEE mesin kiln W2 berkisar antara 60% hingga 98%. Hal ini berhubungan dengan tingkat availability mesin kiln W1 (rata-rata 92%) yang juga cukup rendah bila dibandingkan dengan tingkat availability mesin kiln W2 (rata-rata 94%) dikarenakan lamanya waktu kerusakan mesin kiln W1. Bila dilihat dari nilai performance efficiency mesin kiln W1 dan W2, maka dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata performance efficiency kedua mesin ini hampir sama, yaitu berkisar antara 91% dan 92%. Bila dilakukan analisa OEE Six Big Losses, maka yang menjadi penyebab rendahnya OEE pada mesin kiln ini adalah waktu kerusakan mesin yang tergolong dalam frekuensi sering. Hal ini juga berimbas pada penurunan kecepatan kerja mesin kiln.

Kata Kunci : OEE, Six Big Loss, Availability, Performance Rate, Quality Rate

1. PENDAHULUAN

Pendahuluan berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian dan batasan masalah pada penyelesaian kasus.

1.1 Latar Belakang

Dalam era global seperti sekarang ini, perusahaan banyak mulai mencari alternatif untuk meningkatkan usaha perbaikan dalam meningkatkan *revenue* perusahaan, yaitu dengan menambah kapasitas produksi. Adapun salah satu cara yang dilakukan adalah dengan perbaikan secara berkelanjutan (*continuous improvement*) terhadap setiap departemen serta proses di dalamnya. Pada prakteknya, seringkali usaha perbaikan yang dilakukan tidak menyelesaikan permasalahan. Untuk itu diperlukan metode yang menyelesaikan permasalahan dengan jelas untuk meningkatkan kinerja peralatan secara optimal.

Masalah umum yang sering dijumpai di lantai produksi adalah peralatan produksi tidak beroperasi dengan baik sehingga mempengaruhi proses lainnya. Salah satu metode pengukuran kinerja dan efektivitas mesin yang digunakan adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Metode pengukuran ini terdiri dari tiga faktor utama yang saling berhubungan yaitu *Availability* (ketersediaan), *Performance* (kemampuan) dan *Quality* (kualitas). Metode ini merupakan bagian utama dari sistem pemeliharaan yaitu TPM (*Total Productive Maintenance*). OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) berguna untuk mengukur apakah peralatan produksi tersebut dapat bekerja dengan normal atau tidak. Hasil perhitungan OEE biasanya digunakan sebagai indikator keberhasilan dalam TPM.

Penggunaan mesin/ peralatan yang tidak efektif dan efisien mengakibatkan rendahnya produktivitas mesin/ peralatan dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Hal ini sering diakibatkan oleh enam faktor penyebab kerusakan, yang disebut enam kerugian besar (*six big losses*). Adapun enam kerugian besar tersebut adalah *breakdown, setup, adjustment, idling, minor stop page losses* dan *defect losses*.

Departemen Maintenance PT Semen Padang berusaha dan fokus untuk mengurangi waktu berhenti (*breakdown*) yang terjadi dalam proses pengolahan semen hingga mencapai tahap maksimal dalam peningkatan OEE dan peningkatan kualitas produk untuk menurunkan *losses*. Perawatan mesin mengenai pembersihan (*cleaning*) dan *preventive maintenance* belum dilakukan dengan maksimal. Adanya tindakan perbaikan diperlukan untuk memperbaiki tingkat efektivitas mesin dalam berproduksi. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan metode OEE untuk memberikan masukan terhadap permasalahan yang dihadapi serta mengungkapkan akar penyebab masalah atau melihat faktor mana dari *six big losses* yang dominan mempengaruhi terjadinya penurunan efektivitas mesin/peralatan.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan dalam kasus ini adalah apa saja faktor-faktor penyebab kerusakan mesin *Kiln W1* dan *W2* yang mengakibatkan produktivitas menurun dan bagaimana merumuskan perbaikan dengan menerapkan TPM.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengukur tingkat efektivitas

penggunaan mesin/ peralatan dengan menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dalam penerapan TPM pada mesin *Kiln W1* dan *W2 Indarung II/III*

Tujuan khusus penelitian ini yaitu:

1. Menentukan dan menganalisis faktor yang menjadi prioritas utama sebagai dasar untuk dilakukan perbaikan menggunakan diagram *cause and effect*.
2. Menentukan dan menganalisis masing-masing faktor yang terdapat dalam *six big losses* yang memberikan kontribusi terbesar dari keenam *six big losses* menggunakan diagram Pareto.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam studi ini adalah:

1. Penelitian yang dilakukan hanya sampai kepada pemberian usulan/ evaluasi perbaikan.
2. Penelitian yang dilakukan tidak sampai ke perhitungan biaya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Landasan teori merupakan teori-teori dan metoda-metoda yang digunakan dalam menghitung OEE dan keandalan mesin yang relevan dengan pengolahan data dan sebagai pedoman, acuan dan dasar pemikiran dalam pemecahan masalah *maintenance*.

2.1 Pengantar TPM

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan salah satu konsep inovasi dari Jepang, dan Nippondenso adalah perusahaan pertama yang menerapkan dan mengembangkan konsep TPM pada tahun 1960. TPM menjadi sangat populer dan tersebar luas hingga keluar Jepang dengan sangat cepat. Hal ini terjadi karena dengan penerapan TPM mendapatkan hasil yang dramatis, yaitu peningkatan pengetahuan dan ketrampilan dalam produksi dan perawatan mesin bagi pekerja.

TPM merupakan suatu sistem perawatan mesin yang melibatkan operator produksi dan semua departemen termasuk produksi, pengembangan pemasaran dan administrasi. TPM memerlukan partisipasi penuh dari semuanya, mulai manajemen puncak sampai karyawan lini terdepan. Operator bukan hanya bertugas menjalankan mesin, tetapi juga merawat mesin sebelum dan sesudah pemakaian.

TPM bertujuan untuk membentuk kultur usaha yang mengejar dengan tuntas

peningkatan efisiensi sistem produksi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Sasaran penerapan TPM adalah tercapainya *zero breakdown*, *zero defect* dan *zero accident* sepanjang siklus hidup dari sistem produksi sehingga memaksimalkan efektivitas penggunaan mesin. TPM telah dirasakan manfaatnya dalam menunjang kemajuan perusahaan serta kemampuan bersaing secara global. TPM merupakan strategi *improvement* yang diperuntukkan bagi perusahaan secara menyeluruh, yang telah terbukti keberhasilannya, yang utamanya adalah melibatkan semua karyawan, tidak hanya karyawan bagian *maintenance* dan produksi.

TPM menyangkut aspek operasi dan instalasi mesin tersebut dan TPM sangat mempengaruhi motivasi orang-orang yang bekerja dalam suatu perusahaan. TPM memiliki tiga komponen [1], yaitu:

1. Pendekatan Total (*Total Approach*)
Filosofi dari TPM sesuai dengan semua aspek yang terkait dengan fasilitas yang dipergunakan dalam area operasi dan orang yang mengoperasikan, men-*setup* dan merawat fasilitas yang merupakan objek yang menjadi fokus perhatian.
2. Aksi yang Produktif (*Productive Action*)
Pendekatan yang bersifat proaktif pada setiap kondisi dari operasi fasilitas bertujuan untuk meningkatkan produktivitas secara terus-menerus dan performansi bisnis yang optimal secara keseluruhan.
3. Perawatan (*Maintenance*)
Metodologi yang sangat praktis untuk melakukan manajemen perawatan yang baik dan peningkatan keefektifitasan dari fasilitas dan integrasi dari semua operator produksi hingga level manajemen.

Definisi lengkap TPM memuat 5 hal JIPN (*Japan Institute of Plant Maintenance*) 1971 antara lain [1]:

1. Memaksimalkan efektifitas menyeluruh alat/ mesin.
2. Menerapkan sistem *preventive maintenance* yang komprehensif sepanjang umur mesin/ peralatan.
3. Melibatkan seluruh departemen perusahaan
4. Melibatkan semua karyawan dari *top management* sampai karyawan lapangan
5. Mengembangkan *preventive maintenance* melalui manajemen motivasi aktivitas kelompok kecil mandiri

Apabila TPM berhasil diterapkan, maka keuntungan-keuntungan yang akan diperoleh perusahaan sebagai berikut [1]:

1. Untuk Operator Produksi
 - a. Lingkungan kerja yang lebih bersih, rapi dan aman sehingga dapat meningkatkan efektivitas kerja operator
 - b. Kerusakan ringan dari mesin dapat langsung diselesaikan oleh operator
 - c. Efektivitas mesin itu sendiri dapat ditingkatkan
 - d. Kesempatan operator untuk menambah keahlian dan pengetahuan serta melakukan perbaikan dan metode kerja yang lebih baik dan lebih efisien.
2. Untuk Departemen Pemeliharaan
 - a. Mesin, peralatan dan lingkungan kerja selalu bersih dan dalam kondisi yang baik
 - b. Frekuensi dan jumlah pemeliharaan darurat semakin berkurang, departemen pemeliharaan hanya mengerjakan pekerjaan yang membutuhkan keahlian khusus saja.
 - c. Waktu untuk melakukan *preventive maintenance* lebih banyak dan mempunyai kesempatan untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan.

2.2 Pemeliharaan

Pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau untuk memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Pada dasarnya, hasil yang diharapkan dari kegiatan pemeliharaan mesin/ peralatan mencakup dua hal sebagai berikut [2]:

1. *Condition maintenance* yaitu mempertahankan kondisi mesin/ peralatan agar berfungsi dengan baik sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam mesin juga berfungsi sesuai dengan umur ekonomisnya.
2. *Replacement Maintenance* yaitu melakukan tindakan perbaikan dan penggantian komponen mesin tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan sebelum kerusakan terjadi.

Maintenance dilakukan untuk menjaga sistem dan semua komponen di dalamnya untuk mampu bekerja dengan baik. Semakin sering pemeliharaan dilakukan maka akan semakin meningkatkan biaya pemeliharaan. Namun di sisi lain jika pemeliharaan tidak

dilakukan akan mengurangi performa kerja mesin. Maka dari itu perlu dicari pola pemeliharaan kombinasi antara biaya perawatan dan biaya kerusakan pada tingkat biaya total yang paling minimum. Pada kondisi biaya kombinasi yang terendah inilah keputusan pemeliharaan dipilih sehingga dapat mengoptimalkan semua sumber daya yang ada.

Adapun tujuan pemeliharaan yang utama menurut [2] antara lain:

1. Untuk memperpanjang usia kegunaan asset yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya.
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi dan mendapatkan laba investasi yang maksimum.
3. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
4. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misalnya unit cadangan, unit pemadam kebakaran dan penyelamatan dan sebagainya.

Disamping itu, [2] telah membagi jenis pemeliharaan secara umum, antara lain :

1. Pemeliharaan Terencana (*Planned Maintenance*)

Pemeliharaan Terencana adalah pemeliharaan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan peralatan sesuai dengan yang telah ditentukan sebelumnya. Pemeliharaan terencana terdiri dari tiga macam :

- a. Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*)
Preventive maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya, atau terhadap kriteria lain yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima. Ruang lingkup pekerjaan *preventive* termasuk inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan.
- b. *Corrective Maintenance*
Corrective Maintenance (pemeliharaan perbaikan) adalah pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian termasuk penyetelan dan reparasi yang telah terhenti untuk memenuhi kondisi

yang bisa diterima. Pemeliharaan ini bertujuan untuk mengubah mesin sehingga operator yang menggunakan mesin tersebut menjadi lebih mudah dan dapat memperkecil *breakdown* mesin.

c. *Predictive Maintenance*

Predictive maintenance adalah pemeliharaan pencegahan yang diarahkan untuk mencegah kegagalan (*failure*) suatu sarana, dan dilaksanakan dengan memeriksa mesin-mesin tersebut pada selang waktu yang teratur dan ditentukan sebelumnya, pelaksanaan tingkat reparasi selanjutnya tergantung pada apa yang ditemukan selama pemeriksaan. Bentuk pemeliharaan ini berupa penggantian komponen pada waktu yang sudah ditentukan sebelum terjadi kerusakan, baik berupa kerusakan total ataupun titik dimana pengurangan mutu telah menyebabkan mesin bekerja di bawah standar yang ditetapkan oleh pemakainya.

2. Pemeliharaan Tak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Pada pemeliharaan tak terencana hanya ada satu jenis pemeliharaan yang dapat dilakukan yaitu *emergency maintenance*. *Emergency maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan seketika ketika mesin mengalami kerusakan yang tidak terdeteksi sebelumnya.

Adanya berbagai jenis pemeliharaan di atas diharapkan dapat menjadi alternatif untuk melakukan pemeliharaan sesuai dengan kondisi yang dialami di perusahaan. Pemeliharaan yang baik adalah pemeliharaan yang tidak mengganggu jadwal produksi atau dijadwalkan sebelum kerusakan mesin terjadi. Hal ini dilakukan agar tidak mengganggu produktivitas mesin.

Perawatan mandiri (*autonomous maintenance*) adalah kegiatan yang dirancang untuk melibatkan operator dengan sasaran utama untuk mengembangkan pola hubungan antara manusia, mesin dan tempat kerja yang bermutu. Perawatan mandiri ini juga dirancang untuk melibatkan operator dalam merawat mesinnya sendiri. Kegiatan tersebut, seperti pembersihan, pelumasan, pengencangan mur/ baut, pengecekan harian, pendeteksian penyimpangan dan reparasi sederhana. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengembangkan operator yang mampu mendeteksi berbagai sinyal dari kerugian (*loss*). Selain itu juga bertujuan

menciptakan tempat kerja yang rapi dan bersih, sehingga penyimpangan dari kondisi normal dapat dideteksi dalam waktu sekejap.

2.3 Six Big Losses

Masalah yang diatasi oleh TPM sering dikenal dengan sebutan "*Six-big losses*". Tujuan dari *Six Big Losses* adalah *zero breakdowns*. TPM membantu mengeliminasi *six big losses* dari peralatan dan proses-proses. Keseluruhan fokus dari TPM adalah mengeliminasi *waste* yang dikategorikan kedalam enam jenis *losses*, sebagaimana yang dirumuskan [1], antara lain:

1. *Breakdown losses*

Ada dua jenis, yaitu:

- Time Losses* terjadi ketika produktivitas dikurangi.
- Quantity Losses* terjadi dikarenakan adanya *defective products*. Untuk mengeliminasi *losses-losses* ini merupakan hal yang sulit.

2. *Set-up and adjustment losses (make-ready)*

Terjadi ketika produksi dari item yang terakhir dan peralatan ditentukan sebagai prasyarat dari item yang lainnya.

3. *Idling and minor stoppage losses*

Terjadi ketika produksi diinterupsi oleh *temporary malfunction/* mesin yang sedang berhenti. Masalah-masalah ini sering diabaikan sebagai penghapusan produk yang tidak dikehendaki sesuai masalah yang dihadapi, sehingga *zero minor stoppages* menjadi tujuan utamanya. Yang termasuk pada *idling and minor stoppages losses* adalah *feeder trips, changing loads (feeder and delivery), cleaning plates, blankets dan dampening systems*.

4. *Reduced speed losses*

Merupakan perbedaan antara *design speed* dengan *actual operating speed*. Alasan bagi perbedaan dalam hal kecepatan dapat menjadi masalah-masalah mekanikal atau masalah-masalah kualitas. *Reduced speed losses* dapat disebabkan oleh abnormalitas-abnormalitas atau keragaman-keragaman operasional.

5. *Quality defect and rework*

Merupakan *losses* didalam kualitas yang disebabkan oleh *malfunctioning production equipment*. Mengurangi kecacatan-kecacatan membutuhkan investigasi yang cermat dan aksi inovatif yang berhubungan dengan

perbaikan-perbaikan. *Quality defect and rework* sendiri berhubungan dengan masalah *defective product* yang dapat menjadi produk akhir bagi pelanggan atau internal *work-in-process*.

6. *Start-up losses (Reduced equipment yield)*

Merupakan *losses* yang terjadi selama tahap-tahap awal dari produksi. Volume dari jenis-jenis *losses* yang ada berhubungan dengan tingkat stabilitas didalam kondisi-kondisi proses dan tujuan guna meminimalisasikan perubahan yang berkelanjutan.

2.4 Menghitung *Operating, Performance, Quality Rates, dan Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Waktu *loading* mengacu pada ketersediaan peralatan bersih selama periode tertentu, seperti hari atau bulan. Dengan kata lain, itu adalah total waktu yang tersedia untuk operasi dikurangi *downtime* yang direncanakan atau diperlukan seperti istirahat dalam jadwal produksi, berapa kali istirahat pencegahan, dan pertemuan harian rantai produksi. Waktu pengoperasian adalah waktu *loading* dikurangi waktu mesin sedang *down* karena kerusakan, *setup* dan penyesuaian, *retooling*, dan penghentian lainnya. Dengan kata lain, ini mengacu pada waktu selama peralatan sebenarnya dalam operasi. Waktu operasional bersih adalah waktu peralatan dioperasikan pada kecepatan stabil atau konstan. Kerugian waktu akibat penghentian kecil dan penurunan kecepatan operasi (sering diperkirakan) yang dikurangkan dari waktu operasi untuk menentukan waktu operasi bersih.

Valuable operating time adalah waktu operasi bersih dikurangi perkiraan waktu yang diperlukan untuk produk-produk pengerjaan ulang cacat. Ini adalah waktu di mana produk diterima saat diproduksi. *Availability*, atau *operating rate*, adalah rasio dari waktu *loading* untuk waktu operasi bersih.

Tingkat kinerja didasarkan pada tingkat kecepatan operasi dan waktu operasi bersih. Tingkat kecepatan operasi adalah rasio yang ideal atau waktu siklus desain peralatan untuk waktu siklus aktual, yang mencerminkan kerugian mengurangi kecepatan. Meskipun waktu siklus desain sering digunakan dalam rasio ini, dalam beberapa kasus kecepatan operasi harus lebih rendah dari kecepatan desain untuk

alasan kualitas, ketika prosedur cacat desain menghasilkan produk kurang bagus, atau ketika beroperasi pada hasil kecepatan desain dalam peralatan yang bermasalah. Dalam kasus tersebut, kinerja harus dihitung menggunakan waktu siklus yang lebih rendah. Jelas, kecepatan harus ditentukan berdasarkan kasus per kasus.

Tingkat operasi bersih tergantung pada penahanan kecepatan tertentu selama periode waktu tertentu. Dengan demikian, kerugian dari penghentian kecil, serta mereka yang memperbaiki masalah kecil dan membuat penyesuaian, harus mempertimbangkannya dulu. Pada akhirnya, kecepatan yang sebenarnya (terlepas dari desain atau kecepatan standar) tidak relevan. Peralatan tentu dapat dioperasikan pada kecepatan yang lebih rendah, asalkan stabil, operasi jangka panjang dapat dipertahankan.

Overall Equipment Effectiveness adalah produk dari *operating rate (availability)*, *performance rate*, dan *quality rate*. Pengukuran ini menggabungkan *current availability* saat ini dan kecepatan peralatan dengan *quality rate* mesin tersebut. Hal ini mencerminkan kemampuan keseluruhan mesin. Berikut merupakan rumus-rumus yang digunakan untuk perhitungan tingkat efektivitas mesin [1].

$$\% \text{ performance} = \frac{\text{output} \times \text{actual cycle time}}{\text{operating time}} \times \frac{\text{ideal cycle time}}{\text{actual cycle time}} \quad (1)$$

$$\frac{\text{output}}{\text{operating time}} \times \text{ideal cycle time} \quad (2)$$

$$\text{Availability (operating rate)} = \frac{\text{operating time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Planned production time per tahun} = \text{total jam kerja/periode} - (\text{standby} + \text{gangguan lain}) \quad (4)$$

$$\text{Loading time} = \text{planned production time} - \text{planned maintenance time} \quad (5)$$

$$\text{Operating time} = \text{loading time} - \text{breakdown time} \quad (6)$$

$$\% \text{ Quality} = \frac{\text{amount produced} - \text{amount defects}}{\text{amount produced}} \times 100 \quad (7)$$

$$\text{Overall Effectiveness} = \% \text{ availability} \times \% \text{ performance} \times \% \text{ quality in order} \quad (8)$$

2.5 Diagram Pareto

Diagram pareto pertama kali diperkenalkan oleh seorang ahli ekonomi dari Italia, bernama Vilfredo Pareto pada tahun 1897. Diagram ini kemudian digunakan oleh Dr. M. Juran dalam bidang pengendalian mutu. Diagram ini dikenal sebagai alat bantu ini yang digunakan untuk menganalisa suatu fenomena, agar dapat diketahui hal-hal yang prioritas dari fenomena tersebut.

Pada suatu diagram pareto dapat diketahui, suatu faktor merupakan faktor yang paling prioritas dibandingkan faktor-faktor lainnya (minimal empat faktor), karena faktor tersebut berada pada urutan terdepan, terbanyak ataupun tertinggi pada deretan sejumlah faktor yang dianalisa. Faktor yang mendapatkan persentase tertinggi akan menjadi perhatian utama dalam penyelesaian masalah. Melalui dua diagram pareto yang diperbandingkan dapat dilihat perubahan seluruh/ sebagian faktor-faktor yang sedang diteliti.

2.6 Diagram Sebab Akibat (Fishbone/Cause and Effect Diagram)

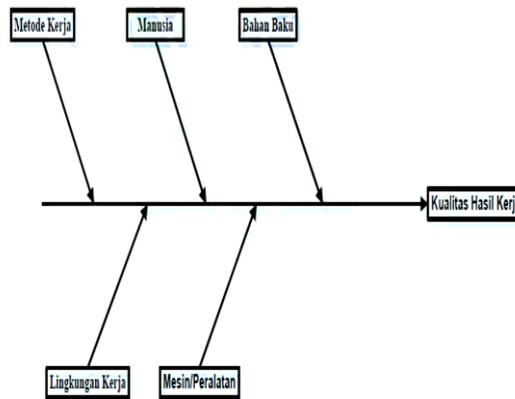
Diagram sebab akibat adalah gambar pengubahan dari garis dan simbol yang didesain untuk mewakili hubungan yang bermakna antara akibat dan penyebabnya. Dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943 dan terkadang dikenal dengan diagram Ishikawa. Diagram sebab akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan analisis yang lebih terperinci untuk menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian dan kesenjangan yang ada. Diagram sebab akibat dapat digunakan apabila pertemuan diskusi dengan menggunakan *brainstorming* untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi, diperlukan analisis lebih terperinci dari suatu masalah dan terdapat kesulitan untuk memisahkan penyebab dan akibat. Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja maka orang akan selalu mendapatkan bahwa lima faktor penyebab utama signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu [1]:

1. Manusia (*Man*)
2. Metode Kerja (*Work Method*)
3. Mesin/Peralatan Kerja Lainnya (*Machine/Equipment*)
4. Bahan Baku (*Raw Material*)
5. Lingkungan Kerja (*Work Environment*)

Cause and effect diagram seperti pada Gambar 1 dapat digunakan untuk hal-hal

sebagai berikut:

1. Untuk menyimpulkan sebab-sebab variasi dalam proses
2. Untuk mengidentifikasi kategori dan sub-kategori sebab-sebab yang mempengaruhi karakteristik kualitas tertentu.



Gambar 1. Diagram Sebab Akibat

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini berisi tahap-tahap penelitian yang dilakukan dalam menyelesaikan masalah dan membuktikan kebenaran suatu hipotesis sehingga tujuan dari penelitian dapat dicapai sesuai dengan hasil yang diharapkan. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini akan dibahas secara lebih rinci dan jelas pada bagian ini.

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Indarung II/III PT Semen Padang. Penelitian dilaksanakan pada awal bulan Januari 2014 sampai awal Februari 2014 untuk mendapatkan nilai OEE mesin kiln secara keseluruhan pada periode satu tahun terakhir, yakni 2013.

3.2 Obyek Penelitian

PT Semen Padang memiliki banyak jenis mesin produksi, seperti mesin Raw Mill, mesin Kiln dan mesin Cement Mill. Pokok pembahasan dalam penelitian ini adalah mesin Kiln pada Pabrik Indarung II/III. Alasan utama yang mendasari pemilihan objek penelitian ini adalah:

1. Mesin Kiln memiliki tingkat kerusakan yang sering terjadi dibandingkan mesin lainnya.
2. Mesin Kiln merupakan mesin yang berpengaruh cukup besar dalam

pembuatan semen.

3.3 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan diperlukan untuk meneliti lebih lanjut apa yang akan menjadi permasalahan. Studi pendahuluan terdiri dari studi literatur dan pengamatan langsung di lapangan. Studi literatur dilakukan dengan membaca semua referensi yang berhubungan dengan materi *Total Productive Maintenance*. Pengamatan langsung di lapangan dilakukan melalui wawancara mengenai proses produksi yang dilakukan perusahaan serta data-data yang diperlukan untuk penelitian.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah suatu cara pengadaan data primer maupun sekunder untuk keperluan penelitian. Secara umum pengumpulan data, baik primer maupun sekunder dapat dibagi atas beberapa cara, yaitu :

1. Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan dan penelitian secara langsung di lapangan. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara mengamati secara langsung di pabrik dan meminta keterangan serta mewawancarai karyawan yang terlibat langsung secara operasional. Data yang diperoleh antara lain adalah data mengenai uraian proses produksi dan cara kerja mesin.
2. Data sekunder merupakan data yang tidak langsung diamati oleh peneliti. Data ini merupakan dokumentasi perusahaan. Data ini terdiri dari :
 - a. Rekapitulasi data waktu kerusakan mesin kiln selama tahun 2013
 - b. Rekapitulasi data waktu *maintenance* mesin kiln tahun 2013
 - c. Rekapitulasi produksi aktual mesin kiln tahun 2013

- d. Rekapitulasi kecepatan produksi standar mesin kiln
- e. Rekapitulasi *defect amount*

3.5 Pengolahan dan Analisis Data

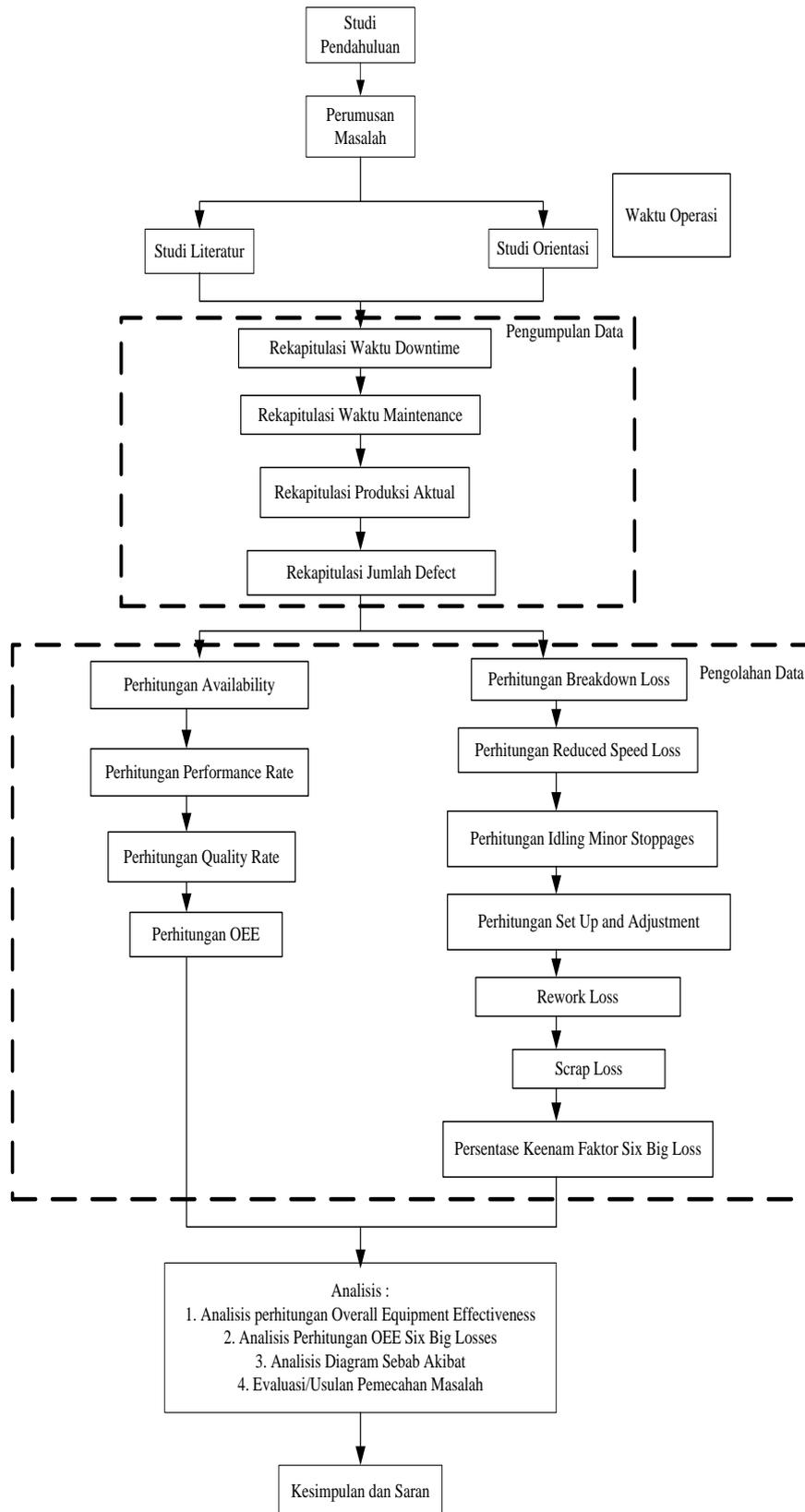
Tahap-tahap yang dilakukan dalam pengolahan data ini adalah:

1. Pengumpulan data rekapitulasi laporan harian produksi semen padang tahun 2013, terutama klinker di Indarung II/III
2. Pengumpulan data rekapitulasi waktu *start/stop* mesin (waktu kerusakan mesin) dan waktu *maintenance* mesin kiln Indarung II/III
3. Pengolahan nilai *availability* mesin kiln dari data *available time* dan total produksi klinker Indarung II/III
4. Pengolahan nilai *performance rate* mesin kiln dari data laju produksi aktual dan laju produksi rencana
5. Pengolahan nilai *quality rate* mesin kiln dari data total produk yang diproduksi dan total produk *reject*.
6. Pengolahan nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) mesin kiln berdasarkan nilai *availability*, *performance rate* dan *quality rate* yang dimiliki mesin
7. Perhitungan OEE *Six Big Losses*
8. Pendefinisian permasalahan yang sebenarnya dilakukan dengan menggunakan Diagram *Cause and Effect*

Analisis pemecahan masalah yang dilakukan antara lain:

1. Analisis perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*
2. Analisis Perhitungan OEE *Six Big Losses*
3. Analisis Diagram Sebab Akibat
4. Evaluasi/ Usulan Pemecahan Masalah

Secara garis besar langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Metodologi Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Tabel dibawah ini adalah rekapitulasi waktu *downtime* mesin, waktu pemeliharaan, data produksi aktual mesin kiln W1 dan W2 yang telah dijumlahkan berdasarkan bulan, dan data kerusakan mesin. Rekapitulasi data *downtime* mesin dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1. Rekapitulasi *Downtime* Mesin Kiln W1

Periode	Total Waktu <i>Downtime</i> (jam)
Januari	78,45
Februari	1,867
Maret	11,600
April	86,717
Mei	64,517
Juni	168,250
Juli	130,333
Agustus	5,533
September	19,100
Oktober	81,533
Nopember	22,050
Desember	3,467
Total	673,417

Tabel 2. Rekapitulasi *Downtime* Mesin Kiln W2

Periode	Total Waktu <i>Downtime</i> (jam)
Januari	41,900
Februari	1,550
Maret	12,633
April	70,117
Mei	76,800
Juni	24,267
Juli	44,717
Agustus	81,667
September	24,100
Oktober	20,533
Nopember	82,033
Desember	26,100
Total	506,417

Rekapitulasi total waktu pemeliharaan mesin per bulan dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3. Rekapitulasi Waktu Pemeliharaan Mesin Kiln W1

Periode	Total Waktu <i>Maintenance</i> (jam)
Januari	312
Februari	0
Maret	0
April	0
Mei	0
Juni	0
Juli	0
Agustus	0
September	0
Oktober	0
Nopember	0
Desember	52,317
Total	364,317

Tabel 4. Rekapitulasi Waktu Pemeliharaan Mesin Kiln W2

Periode	Total Waktu <i>Maintenance</i> (jam)
Januari	0
Februari	0
Maret	0
April	0
Mei	229,533
Juni	61,950
Juli	0
Agustus	0
September	0
Oktober	0
Nopember	0
Desember	0
Total	291,483

Rekapitulasi data produksi aktual mesin Kiln dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 berikut ini.

Tabel 5. Rekapitulasi Produksi Aktual Mesin Kiln W1

Periode	Total Available Time (jam)	Total Product Processed (ton)
Januari	744	18654
Februari	672	50405
Maret	744	62762
April	720	53614
Mei	744	58515
Juni	720	46718
Juli	744	53721
Agustus	744	59789
September	720	59825
Oktober	744	56391
Nopember	720	50473
Desember	744	55501
Total	8760	626368

Tabel 6. Rekapitulasi Produksi Aktual Mesin Kiln W2

Periode	Total Available Time (jam)	Total Product Processed (ton)
Januari	744	39202
Februari	672	49822
Maret	744	61552
April	720	53467
Mei	744	36137
Juni	720	56336
Juli	744	60495
Agustus	744	52653
September	720	59113
Oktober	744	59864
Nopember	720	46093
Desember	744	55035
Total	8760	629769

Rekapitulasi data waktu kerusakan dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8 berikut ini.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan adalah perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan *OEE Six Big Losses*.

4.2.1 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Data-data di atas kemudian diolah untuk memperoleh nilai indeks *Overall Equipment Efficiency (OEE)*.

- a. Perhitungan *Availability*
 1. *Total Available Time* = total jam mesin dapat beroperasi setiap bulan (jam)
 2. *Loading time* = *total available time* - *planned maintenance time*
 3. *Operating time* = *Loading time* - *downtime*
 4. *Availability (operating rate)* = $\frac{\text{operating time}}{\text{loading time}} \times 100\%$

Perhitungan:

1. *Total Available Time* bulan Januari 2014 = 31 hari * 24 jam = 744 jam
2. *Loading time* = 744 jam - 312 jam = 432 jam
3. *Operating time* = 432 jam - 78,45 jam = 353,55 jam
4. *Availability (operating rate)* = $\frac{353,55}{432} \times 100\% = 81,84$

Perhitungan *Availability* periode Januari 2013 - Desember 2013 dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

- b. Perhitungan *Performance Rate*
 $\% \text{ Performance Rate} = \frac{\text{output}}{\text{operating time}} \times \text{ideal cycle time} \times 100\%$

Ideal cycle time adalah siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak mengalami hambatan.

Waktu optimal mesin *Raw Mill R1* dalam menghasilkan produk adalah 350 hari dan menghasilkan 2100 ton per hari. Sehingga perhitungan *ideal cycle time* jam/ton nya:

$$\text{ideal cycle time} = \frac{(350 \times 24)}{(350 \times 2100)} = 0,011$$

$$\% \text{ Performance Rate} \text{ bulan April} = \frac{18654 \text{ ton}}{353,55 \text{ jam}} \times 0,011 \text{ jam} \times 100\% = 60,29\%$$

Perhitungan *Performance Rate* periode Januari 2013 - Desember 2013 dapat dilihat pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 7. Rekapitulasi Waktu Kerusakan Mesin *Kiln W1*

Tanggal	Waktu Antar Kerusakan		Jenis Kerusakan	Durasi (menit)
	Mulai	Selesai		
14-Jan-13	4:01	8:14	Power PLN off, speed 0,65 rpm	253
22-Jan-13	2:46	11:42	Temperatur top cyclone W1A61T1 maximum, speed 1.15 rpm	536
25-Jan-13	9:48	23:40	W1A53 Block, speed 0.80 rpm	832
29-Jan-13	6:08	6:18	Power PLN off, speed 1,00 rpm	10
29-Jan-13	10:10	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 3	830
30-Jan-13	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 3	1440
31-Jan-13	0:00	13:26	Start jam 13.26 wib (Perbaikan Tyre pondasi 3) speed 1.00 rpm	806
15-Feb-13	7:58	9:50	Pembersihan air sluice K1V12, speed 1.80 rpm	112
03-Mar-13	0:06	2:52	Gangguan power dari GI, speed 2.00 rpm	166
09-Mar-13	9:48	17:16	Power PLN off, speed 2.00 rpm	448
26-Mar-13	21:50	22:14	Power PLN off, speed 0.80 rpm	24
27-Mar-13	12:18	13:16	Power PLN off, speed 1.70 rpm	58
03-Apr-13	15:52	23:00	Power PLN off, speed 0.90 rpm	428
11-Apr-13	1:48	20:36	ME check Clogging di inlet kiln, speed 0.50 rpm	1128
14-Apr-13	2:40	19:38	Power PLN off, speed 1.80 rpm	1018
19-Apr-13	6:32	10:45	Power PLN off, speed 1.75 rpm	253
21-Apr-13	14:21	23:14	Power PLN off, speed 0.50 rpm	533
25-Apr-13	0:23	0:00	ME perbaikan motor ID Fan J1P01	1417
26-Apr-13	0:00	7:06	Start jam 07.06 wib (ME perbaikan motor ID Fan J1P01)	426
11-Mei-13	4:11	7:04	Power off PLN, Speed 1.90 -1.90 - 2.00 rpm	173
16-Mei-13	0:42	4:24	Cyclone W1A54 blok	222
22-Mei-13	22:34	0:00	Air WP kosong	86
23-Mei-13	0:00	1:18	Air WP kosong	78
23-Mei-13	18:20	0:00	Air sirkulasi kering (air dari air baling ditutup)	340
24-Mei-13	0:00	9:03	Air sirkulasi kering, speed.0.50-2.00 rpm	543
27-Mei-13	12:32	0:00	Sheel kiln dibawah tyre pondasi 1 retak	688
28-Mei-13	0:00	0:00	Sheel kiln dibawah tyre pondasi 1 retak	1440
29-Mei-13	0:00	5:01	Sheel kiln dibawah tyre pondasi 1 retak, speed 0.5-1.90-2.0 rpm	301
03-Jun-13	3:26	0:00	Ganti stopper tyre pondasi I (yg lama rusak)	1234
04-Jun-13	0:00	0:00	Ganti stopper tyre pondasi I (yg lama rusak)	1440
05-Jun-13	0:00	4:52	Ganti stopper tyre pondasi I (yg lama rusak)	292
05-Jun-13	13:58	15:36	Perbaiki sepatu F , yg keluar dari kedudukannya, speed: 0.5-2.00-2.00 rpm	98
11-Jun-13	16:06	16:14	Gangguan tegangan PLN, speed 2.00-1.80 rpm	8
13-Jun-13	20:07	0:00	Tire fondasi 1 retak kembali, speed. 1.90-2.00-1.90 rpm	233
14-Jun-13	0:00	0:00	Lanjutkan pekerjaan tyre	1440
15-Jun-13	0:00	0:00	Lanjutkan pekerjaan tyre	1440
16-Jun-13	0:00	16:56	Lanjutkan pekerjaan tyre	1016
24-Jun-13	9:46	15:10	Power off PLN	324
29-Jun-13	5:10	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1130
30-Jun-13	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440
01-Jul-13	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440
02-Jul-13	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440
03-Jul-13	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440
04-Jul-13	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440
05-Jul-13	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440
06-Jul-13	0:00	8:58	Perbaikan Tyre pondasi 1, speed. 0.5-2.00 rpm	538
12-Jul-13	9:58	11:20	CB K1 trip, (K1 serta alat transp. Klinker stop)	82
02-Agust-13	3:44	4:02	Power off PLN, Speed 1.80 rpm	18
03-Agust-13	5:28	10:42	Power off PLN, Speed 2.00 - 0.65 -1.80 rpm	314
08-Sep-13	16:13	18:10	ESP Fan J1P02 Vibrasi max	117
21-Sep-13	9:18	11:34	ME check keretakan tyre F1, Speed 1.80 rpm	136
22-Sep-13	8:52	9:46	ME check tyre F1 & pengecoran, Speed 1.80 rpm	54
25-Sep-13	14:31	14:56	ME bor F1 yg retak bagian ujung	25
28-Sep-13	11:26	12:18	Permintaa ME check keretakan tyre F1	52
30-Sep-13	11:18	0:00	Perbaikan tyre F1, speed, 1.80-1.65 rpm	762
01-Okt-13	0:00	0:00	Perbaikan tyre pondasi I	1440
02-Okt-13	0:00	0:00	Perbaikan tyre pondasi I	1440
03-Okt-13	0:00	0:00	Perbaikan tyre pondasi I	1440
04-Okt-13	0:00	5:10	Perbaikan tyre pondasi I, speed 1.70 rpm	310
08-Okt-13	10:04	10:47	Pengecekan tyre pondasi I, speed 2.00 rpm	43
09-Okt-13	14:46	15:03	Power off dari PLN, speed 2.00 rpm	17
10-Okt-13	13:35	16:20	Power off dari PLN, speed 2.00 rpm	165
22-Okt-13	17:11	17:48	Power PLN off, speed 1.80 rpm	37
02-Nop-13	1:16	23:19	Perbaikan sambungan tyre pondasi I, speed 1.40 rpm	1323
03-Des-13	19:40	20:48	Pengecekan ID Fan	68
07-Des-13	9:14	9:36	ME ganti baut tank strong / bar tyre W1 F1	22
12-Des-13	15:42	17:40	ME Pengecekan air sluice	118

Tabel 8. Rekapitulasi Waktu Kerusakan Mesin *Kiln W2*

Tanggal	Waktu Antar Kerusakan		Jenis Kerusakan	Durasi
	Mulai	Selesai		
07-Jan-13	12:21	0:00	ME pengecekan kiln fan J2P01M1, speed 1.55 rpm	699
08-Jan-13	0:00	1:20	ME pengecekan kiln fan J2P01M1, speed 1.55 rpm	80
08-Jan-13	10:02	11:30	Bersihkan prehopper, speed 0.50 rpm	88
08-Jan-13	18:34	22:05	ME perbaikan rotari feeder fine coal K2S04, speed 0.50 rpm	211
11-Jan-13	9:34	13:27	ME ganti bearing K2V12, speed 1.30 rpm	233
12-Jan-13	5:30	10:34	Power PLN off, speed 1.30 rpm	304
14-Jan-13	4:01	7:30	Power PLN off, speed 1.60 rpm	209
28-Jan-13	0:05	11:28	Air slide H2U04M1 over load (bearing rusak) speed 1.50 rpm	683
29-Jan-13	6:08	6:15	Power PLN off	7
02-Feb-13	8:34	10:07	Bersihkan prehopper, speed 1.40 rpm	93
03-Mar-13	0:06	3:58	Gangguan power dari GI, speed 2.00 rpm	232
09-Mar-13	9:48	16:58	Power PLN off, speed 1.70 rpm	430
26-Mar-13	21:50	22:14	Power PLN off, speed 0.50 rpm	24
27-Mar-13	12:18	13:30	Power PLN off, speed 1.80 rpm	72
03-Apr-13	4:52	23:16	Power PLN off, speed 0.65 rpm	1104
14-Apr-13	7:40	23:42	Power PLN off, speed 1.50 rpm	962
19-Apr-13	6:32	16:44	Power PLN off, speed 1.70 rpm	612
21-Apr-13	17:21	0:00	Power PLN off, speed 1.00 rpm	399
22-Apr-13	0:00	18:50	Start jam 00.50 wib, speed 1.70 rpm	1130
02-Mei-13	2:24	20:16	Perbaiki ikat pinggang bagian depan cooler No.1, Speed. 1.80-1.75-0.65 rpm	1072
07-Mei-13	9:31	21:38	Pengecekan rotor scale, Speed.1.70-0.50-1.40 rpm	727
18-Mei-13	22:42	0:00	J2P22 over load (chain putus), speed 0.50-1.40-2.00 rpm	78
19-Mei-13	0:00	16:28	J2P22 over load (chain putus), speed 1.00- 2.00 rpm	988
20-Mei-13	9:02	19:06	Pen ikat pinggang coler No.1 lepas	604
20-Mei-13	20:58	22:55	Drag chain EP J2P22 over load, Speed 1.00 rpm	117
21-Mei-13	3:24	5:03	W2A21 (elevator) safety bolt jebol	99
21-Mei-13	18:18	19:14	W2A21 minyak hydrolic coupling kurang, speed.2.00 rpm	56
22-Mei-13	9:49	11:05	Drag chain EP J2P22 meleset	76
22-Mei-13	12:26	14:05	W2A21 minyak hydrolic coupling kurang, speed.2.00 rpm	99
22-Mei-13	20:58	23:10	W2A21 tambah minyak hydrolic, speed. 1.50 rpm	132
23-Mei-13	17:21	22:34	Penambahan oli W2A21 (bucket elevator).	313
24-Mei-13	9:26	13:33	W2A21 tambah minyak hydrolic, speed.2.00 rpm	247
11-Jun-13	9:04	9:14	Gangguan tegangan PLN, speed2.00-1.80 rpm	10
11-Jun-13	11:58	12:03	J2P22 meleset dari sproket	5
11-Jun-13	16:08	16:14	Gangguan tegangan PLN, speed2.00-1.80 rpm	6
15-Jun-13	10:28	10:30	Power off dari PLN, speed 2.00-2.05 rpm	2
24-Jun-13	9:46	0:00	Power off PLN	854
25-Jun-13	0:00	9:39	Power off PLN, speed 0.50,2.00 rpm	579
05-Jul-13	7:10	7:38	Power off PLN, speed 2.00 rpm	28
16-Jul-13	6:40	7:34	J2P02M1 - MR, Speed 1.60 - 2.00 rpm	54
17-Jul-13	6:20	0:00	Perbaikan cooler no. 1 yg bocor	1060
18-Jul-13	0:00	12:35	Perbaikan cooler no. 1 yg bocor, spee. 0.50-2.00-1.80 rpm	755
20-Jul-13	20:08	0:00	Drag chain J2P12 putus.	232
21-Jul-13	0:00	3:47	Drag chain J2P12 putus, Speed.0.50-1.50-1.80 rpm	227
21-Jul-13	9:56	10:19	J2P01M1 - overload. (ID Fan)	23
22-Jul-13	5:12	9:14	J2P02M1 - MR, speed actual drop.	242
22-Jul-13	17:55	18:57	J2P22 M1 - over load. (rantai EP)	62
02-Agust-13	3:44	4:00	Power off PLN, Speed 1.80 rpm	16
03-Agust-13	5:28	9:49	Power off PLN, Speed 1.90 - 0.65 - 1.50 rpm	261
14-Agust-13	20:00	0:00	Perbaikan cooler (ada kebocoran), Speed. 1.00-1.70-1.00 rpm	240
15-Agust-13	0:00	0:00	Perbaikan cooler (ada kebocoran).	1440
16-Agust-13	0:00	0:00	Perbaikan cooler (ada kebocoran).	1440
17-Agust-13	0:00	19:50	Perbaikan cooler (ada kebocoran), Speed. 0.50-0.70 rpm	1190
23-Agust-13	15:50	17:05	Cyclone W2A53 block, speed 1.70-2.00-2.00 rpm	75
24-Agust-13	8:06	10:24	Cyclone W2A53 block, speed 2.00-0.30-1.50 rpm	138
31-Agust-13	9:22	11:02	Cyclone W2A53 block, speed 1.60-0.50-1.80 rpm	100
09-Sep-13	21:39	0:00	Bin FC terbakar, speed. 2.00-2.00-1.80 rpm	141
10-Sep-13	0:00	3:06	Bin FC terbakar, speed. 2.00-2.00-1.80 rpm	186
10-Sep-13	7:45	23:08	Bin FC bocor, speed.0.06 rpm	923
22-Sep-13	9:56	12:17	PAD (sepatu fondasi) F1 menonjol 2 bh	141
22-Sep-13	18:22	19:17	J2P22M1 (drag chain over load (chain meleset),spd.1.90 rpm	55
07-Okt-13	18:09	22:10	Perbaikan pat pondasi I, speed 1.90 rpm	241
09-Okt-13	14:46	15:10	Power off dari PLN, speed 2.00 rpm	24
10-Okt-13	13:35	19:00	Power off dari PLN, speed 1.70 rpm	325
14-Okt-13	1:19	1:59	Pengecekan chain	40
14-Okt-13	14:43	19:46	Pengecekan grate bar	303
17-Okt-13	8:24	8:48	EL pengecekan travo 7.2 di DB	24
18-Okt-13	22:18	23:10	Penggantian v-bek, speed 1.20 rpm	52
22-Okt-13	17:11	17:25	Power PLN off, speed 1.80 rpm	14
27-Okt-13	18:13	20:32	Pengecekan fine coal bin ke hopper, speed 1.00 rpm	139
29-Okt-13	17:40	18:50	Pengecekan blade, speed 1.50 rpm	70
02-Nop-13	14:10	15:50	Power PLN off, speed 1.20 rpm	100
09-Nop-13	1:33	0:00	ME Pasang pat pondasi I, speed 1.30 rpm	1347
10-Nop-13	0:00	22:22	ME Pasang pat pondasi I, speed 1.30 rpm	1342
21-Nop-13	2:29	22:14	Penggantian v-bek, speed 1.20 rpm	1185
22-Nop-13	7:12	22:52	Pengecekan fine coal bin ke hopper, speed 1.00 rpm	940
27-Nop-13	9:46	9:54	Pengecekan v-bek, speed 1.90 rpm	8
10-Des-13	12:36	13:14	Pengecekan power suplai FLC	38
12-Des-13	6:40	9:29	Pengecekan cyclone block	169
19-Des-13	3:38	0:00	ME pemasangan agitator bin	1222
20-Des-13	0:00	2:17	ME pemasangan agitator bin	137

Tabel 9. Perhitungan *Availability* Mesin *Kiln W1*

Periode	Loading Time (jam)	Total Downtime (jam)	Operation Time (jam)	Availability (%)
Januari	432	78,450	353,550	81,840%
Februari	672	1,867	670,133	99,722%
Maret	744	11,600	732,400	98,441%
April	720	86,717	633,283	87,956%
Mei	744	64,517	679,483	91,328%
Juni	720	168,250	551,750	76,632%
Juli	744	130,333	613,667	82,482%
Agustus	744	5,533	738,467	99,256%
September	720	19,100	700,900	97,347%
Oktober	744	81,533	662,467	89,041%
Nopember	720	22,050	697,950	96,938%
Desember	692	3,467	688,217	99,499%

Tabel 10. Perhitungan *Availability* Mesin *Kiln W2*

Periode	Loading Time (jam)	Total Downtime (jam)	Operation Time (jam)	Availability (%)
Januari	744	41,900	702,100	94,37%
Februari	672	1,550	670,450	99,77%
Maret	744	12,633	731,367	98,30%
April	720	70,117	649,883	90,26%
Mei	514	76,800	437,667	85,07%
Juni	658	24,267	633,783	96,31%
Juli	744	44,717	699,283	93,99%
Agustus	744	81,667	662,333	89,02%
September	720	24,100	695,900	96,65%
Oktober	744	20,533	723,467	97,24%
Nopember	720	82,033	637,967	88,61%
Desember	744	26,100	717,900	96,49%

Tabel 11. Perhitungan *Performance Rate* Mesin *Kiln W1*

Periode	Total Product Processed (ton)	Ideal Cycle Time (jam/ton)	Operation Time (jam)	Performance Efficiency (%)
Januari	18654	0,011	353,550	60,299%
Februari	50405	0,011	670,133	85,962%
Maret	62762	0,011	732,400	97,936%
April	53614	0,011	633,283	96,755%
Mei	58515	0,011	679,483	98,419%
Juni	46718	0,011	551,750	96,768%
Juli	53721	0,011	613,667	100,047%
Agustus	59789	0,011	738,467	92,530%
September	59825	0,011	700,900	97,548%
Oktober	56391	0,011	662,467	97,283%
Nopember	50473	0,011	697,950	82,647%
Desember	55501	0,011	688,217	92,165%

Tabel 12. Perhitungan *Performance Rate* Mesin Kiln W2

Periode	Total Product Processed (ton)	Ideal Cycle Time (jam/ton)	Operation Time (jam)	Performance Efficiency (%)
Januari	39202	0,011	702,100	63,812%
Februari	49822	0,011	670,450	84,927%
Maret	61552	0,011	731,367	96,183%
April	53467	0,011	649,883	94,025%
Mei	36137	0,011	437,667	94,363%
Juni	56336	0,011	633,783	101,587%
Juli	60495	0,011	699,283	98,869%
Agustus	52653	0,011	662,333	90,853%
September	59113	0,011	695,900	97,080%
Oktober	59864	0,011	723,467	94,567%
Nopember	46093	0,011	637,967	82,571%
Desember	55035	0,011	717,900	87,613%

c. Perhitungan *Quality Rate*

$$\begin{aligned}
 \text{Quality Rate} &= \\
 &= \frac{\text{amount produced} - \text{amount defects}}{\text{amount produced}} \times 100 \\
 &= \frac{18654 \text{ ton} - 0}{18654 \text{ ton}} \times 100 \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Quality Rate* periode Januari 2013 - Desember 2013 dapat dilihat pada Tabel 13 dan Tabel 14.

Tabel 13. Perhitungan *Quality Rate* Mesin Kiln W1

Periode	Total Product Processed (ton)	Total Defect (ton)	Rate of Quality Product (%)
Januari	18654	0	100%
Februari	50405	0	100%
Maret	62762	0	100%
April	53614	0	100%
Mei	58515	0	100%
Juni	46718	0	100%
Juli	53721	0	100%
Agustus	59789	0	100%
September	59825	0	100%
Oktober	56391	0	100%
Nopember	50473	0	100%
Desember	55501	0	100%

Tabel 14. Perhitungan *Quality Rate* Mesin Kiln W2

Periode	Total Product Processed (ton)	Total Defect (ton)	Rate of Quality Product (%)
Januari	39202	0	100%
Februari	49822	0	100%
Maret	61552	0	100%
April	53467	0	100%
Mei	36137	0	100%
Juni	56336	0	100%
Juli	60495	0	100%
Agustus	52653	0	100%
September	59113	0	100%
Oktober	59864	0	100%
Nopember	46093	0	100%
Desember	55035	0	100%

d. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

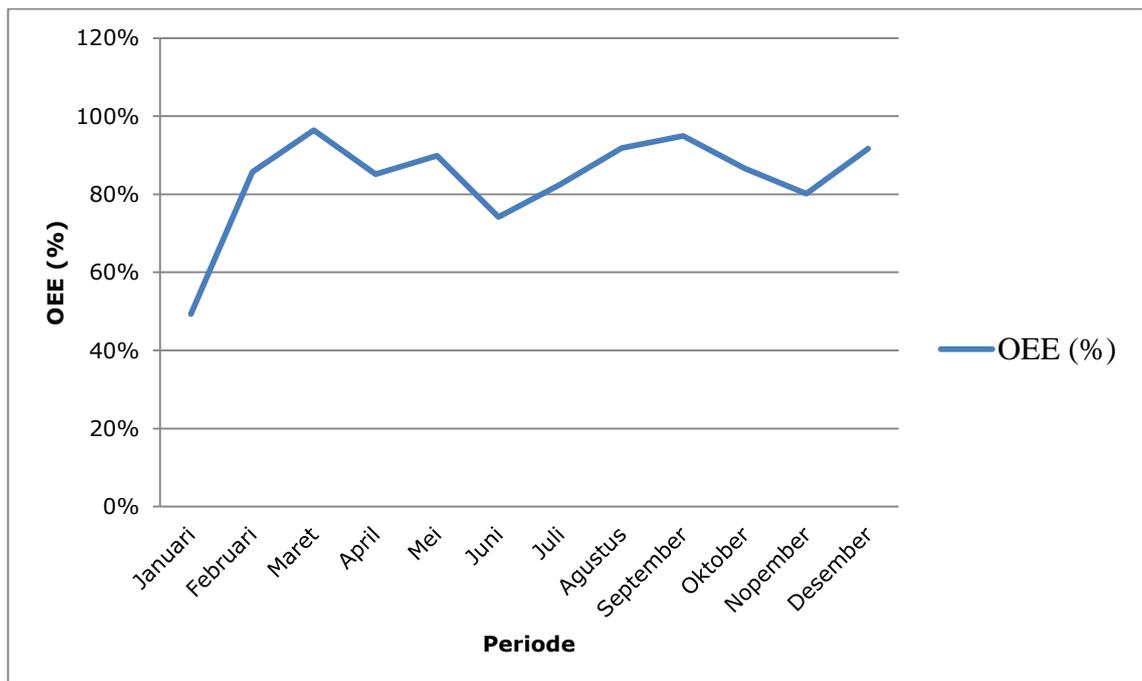
Nilai OEE akan mendeskripsikan keefektifan total dari mesin setiap bulannya. Rumus yang digunakan yaitu:
 $\% \text{ Overall Effectiveness} = \text{availability} \times \text{performance rate} \times \text{quality rate} \times 100\%$

$$\% \text{ Overall Effectiveness Bulan April} = 82\% \times 60\% \times 100\% \times 100\% = 49\%$$

Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* periode Januari 2013 - Desember 2013 dapat dilihat pada Tabel 15 dan Tabel 16.

Tabel 15. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* Mesin *Kiln W1*

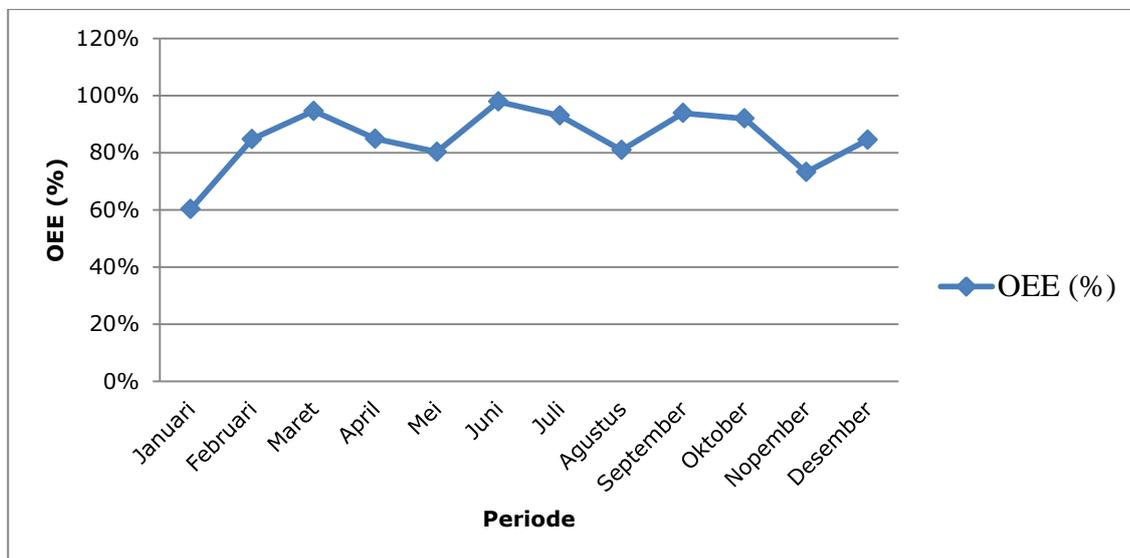
Periode	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality Product (%)	OEE (%)
Januari	82%	60%	100%	49%
Februari	100%	86%	100%	86%
Maret	98%	98%	100%	96%
April	88%	97%	100%	85%
Mei	91%	98%	100%	90%
Juni	77%	97%	100%	74%
Juli	82%	100%	100%	83%
Agustus	99%	93%	100%	92%
September	97%	98%	100%	95%
Oktober	89%	97%	100%	87%
Nopember	97%	83%	100%	80%
Desember	99%	92%	100%	92%



Gambar 3. Grafik OEE Mesin *Kiln W1* Periode Januari 2013 - Desember 2013

Tabel 16. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness Mesin Kiln W2

Periode	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality Product (%)	OEE (%)
Januari	94%	64%	100%	60%
Februari	100%	85%	100%	85%
Maret	98%	96%	100%	95%
April	90%	94%	100%	85%
Mei	85%	94%	100%	80%
Juni	96%	102%	100%	98%
Juli	94%	99%	100%	93%
Agustus	89%	91%	100%	81%
September	97%	97%	100%	94%
Oktober	97%	95%	100%	92%
Nopember	89%	83%	100%	73%
Desember	96%	88%	100%	85%

**Gambar 4.** Grafik OEE Mesin Kiln W1 Periode Januari 2013-Desember 2013

4.2.2 Perhitungan OEE Six Big Losses

a. Downtime Losses

Di dalam perhitungan OEE, yang termasuk dalam *downtime losses* adalah *equipment failure* dan *set-up and adjustment*

1. Equipment Failure

Besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang diakibatkan oleh *equipment failure* dihitung dengan rumus:

$$\text{Equipment Failure Loss} = \frac{\text{total breakdown time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *breakdown time* adalah *power cut off* dan kerusakan mesin/ peralatan. Secara rinci, total *breakdown time* dapat dilihat pada Tabel 17 dan Tabel 18 berikut ini.

Tabel 17. Perhitungan Total *BreakdownTime* Mesin Kiln W1

Bulan	Power Cut-Off (jam)	Machine Break (jam)	Total (jam)
Januari	4,383	74,067	78,450
Februari	0	0	0
Maret	11,600	0	11,600
April	37,200	49,517	86,717
Mei	2,883	61,633	64,517
Juni	5,533	162,717	168,250
Juli	0	130,333	130,333
Agustus	5,533	0	5,533
September	0	19,100	19,100
Oktober	3,650	77,883	81,533
Nopember	0	22,050	22,050
Desember	0	3,467	3,467

Tabel 18. Perhitungan Total *BreakdownTime* Mesin Kiln W2

Bulan	Power Cut-Off (jam)	Machine Break (jam)	Total (jam)
Januari	8,667	31,767	40,433
Februari	0	0	0
Maret	12,633	0	12,633
April	51,283	18,833	70,117
Mei	0	76,800	76,800
Juni	24,183	0,083	24,267
Juli	0,467	44,250	44,717
Agustus	4,617	77,050	81,667
September	0	24,100	24,100
Oktober	6,050	14,483	20,533
Nopember	1,667	80,367	82,033
Desember	0,633	25,467	26,100

Dengan rumus di atas, maka perhitungan *equipment failure loss* untuk bulan Januari 2013 dihitung sebagai berikut:

$$\text{Equipment failure loss} = \frac{78,45}{432} \times 100\% = 18,160\%$$

Perhitungan *equipment failure loss* untuk bulan Januari 2013 sampai dengan Desember 2013 disajikan dalam Tabel 19 dan Tabel 20 berikut ini.

2. *Set-up and Adjustment*

Dalam perhitungan *set-up and adjustment loss* diperlukan seluruh sata mengebai waktu *set-up* mesin yang menjadi obyek penelitian. Untuk mengetahui besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang

diakibatkan oleh *set-up and adjustment*, maka digunakan rumus:

$$\text{Set-up and Adjustment} = \frac{\text{Total set up and adjustment time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Perhitungan *equipment failure loss* untuk bulan Januari 2013 dihitung sebagai berikut:

$$\text{Set-up and adjustment} = \frac{0}{432} \times 100\% = 0\%$$

Perhitungan *Set-Up and Adjustment Loss* untuk bulan Januari 2013 sampai dengan Desember 2013 disajikan dalam Tabel 21 dan Tabel 22 berikut ini.

Tabel 19. *Equipment Failure Loss* Mesin Kiln W1

Bulan	Total Breakdown (jam)	Loading Time (jam)	Breakdown Loss (%)
Januari	78,450	432	18,160%
Februari	0	672	0,000%
Maret	11,600	744	1,559%
April	86,717	720	12,044%
Mei	64,517	744	8,672%
Juni	168,250	720	23,368%
Juli	130,333	744	17,518%
Agustus	5,533	744	0,744%
September	19,100	720	2,653%
Oktober	81,533	744	10,959%
Nopember	22,050	720	3,063%
Desember	3,467	692	0,501%
Total	671,55	8396	99,24%

Tabel 20. *Equipment Failure Loss* Mesin Kiln W2

Bulan	Total Breakdown (jam)	Loading Time (jam)	Breakdown Loss (%)
Januari	40,433	744	5,435%
Februari	0	672	0,000%
Maret	12,633	744	1,698%
April	70,117	720	9,738%
Mei	76,800	514	14,928%
Juni	24,267	658	3,688%
Juli	44,717	744	6,010%
Agustus	81,667	744	10,977%
September	24,100	720	3,347%
Oktober	20,533	744	2,760%
Nopember	82,033	720	11,394%
Desember	26,100	744	3,508%
Total	503,400	8469	73,482%

Tabel 21. Persentase *Set-Up and Adjustment* Mesin Kiln W1

Bulan	Set-Up and Adjustment Time			Total (jam)	Loading Time (jam)	Setup Loss (%)
	Schedule Shutdown (jam)	Penyetelan Sparepart (jam)	Warm-Up Time (jam)			
Januari	0	0	0	0	432	0%
Februari	0	0	0	0	672	0%
Maret	0	0	0	0	744	0%
April	0	0	0	0	720	0%
Mei	0	0	0	0	744	0%
Juni	0	0	0	0	720	0%
Juli	0	0	0	0	744	0%
Agustus	0	0	0	0	744	0%
September	0	0	0	0	720	0%
Oktober	0	0	0	0	744	0%
Nopember	0	0	0	0	720	0%
Desember	0	0	0	0	692	0%
Total	0	0	0	0	8396	0%

Tabel 22. Persentase *Set-Up and Adjustment* Mesin Kiln W2

Bulan	Set-Up and Adjustment Time			Total (jam)	Loading Time (jam)	Setup Loss (%)
	Schedule Shutdown (jam)	Penyetelan Sparepart (jam)	Warm-Up Time (jam)			
Januari	0	0	0	0	744	0%
Februari	0	0	0	0	672	0%
Maret	0	0	0	0	744	0%
April	0	0	0	0	720	0%
Mei	0	0	0	0	514	0%
Juni	0	0	0	0	658	0%
Juli	0	0	0	0	744	0%
Agustus	0	0	0	0	744	0%
September	0	0	0	0	720	0%
Oktober	0	0	0	0	744	0%
Nopember	0	0	0	0	720	0%
Desember	0	0	0	0	744	0%
Total	0	0	0	0	8469	0%

b. *Speed Losses*

Faktor-faktor yang dikategorikan dalam *speed losses* adalah *idling and minor stoppages* dan *reduced speed losses*.

1. *Idling and Minor Stoppages*

Untuk mengetahui persentase dari faktor *idling and minor stoppages* dalam mempengaruhi efektivitas mesin, maka digunakan rumus :

Idling and Minor Stoppages =

$$\frac{\text{non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Berdasarkan data *delay* mesin yang diperoleh, maka faktor yang termasuk *nonproductive time* adalah *machine cleaning*. Dengan menggunakan rumus di atas, persentase *idling and minor stoppages* untuk bulan Januari 2013 dihitung sebagai berikut:

$$\text{Idling and minor stoppages} = \frac{0}{432} \times 100\% = 0\%$$

Dengan cara yang sama, *Idling and Minor Stoppages* untuk bulan Januari 2013 sampai dengan Desember 2013 disajikan dalam Tabel 23 dan Tabel 24 berikut ini.

Tabel 23. Persentase *Idling and Minor Stoppages* Mesin Kiln W1

Bulan	Machine Cleaning (jam)	Loading Time (jam)	Idling and Minor Stoppages (%)
Januari	0	432	0%
Februari	1,867	672	0,278%
Maret	0	744	0%
April	0	720	0%
Mei	0	744	0%
Juni	0	720	0%
Juli	0	744	0%
Agustus	0	744	0%
September	0	720	0%
Oktober	0	744	0%
Nopember	0	720	0%
Desember	0	692	0%
Total	1,867	8396	0,278%

Tabel 24. Persentase *Idling and Minor Stoppages* Mesin Kiln W2

Bulan	Machine Cleaning (jam)	Loading Time (jam)	Idling and Minor Stoppages (%)
Januari	1,467	744	0,197%
Februari	1,55	672	0,231%
Maret	0	744	0%
April	0	720	0%
Mei	0	514	0%
Juni	0	658	0%
Juli	0	744	0%
Agustus	0	744	0%
September	0	720	0%
Oktober	0	744	0%
Nopember	0	720	0%
Desember	0	744	0%
Total	3,017	8469	0,428%

2. *Reduced Speed Losses*

Reduced speed losses dihitung dengan menggunakan rumus :

Reduced Speed Losses =

$$\text{Reduced speed losses} = \frac{\text{operational time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{total product processed})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Perhitungan persentase *Reduced Speed Losses* untuk bulan Januari 2013 adalah sebagai berikut:

$$\text{Reduced speed losses} = \frac{353,55 - (0,011 \times 18654)}{432} \times 100\% = 32,491\%$$

Perhitungan persentase *Reduced Speed Losses* untuk bulan Januari 2013 sampai dengan Desember 2013 dapat dilihat pada Tabel 25 dan Tabel 26 berikut ini.

Tabel 25. Persentase *Reduced Speed Losses* Mesin Kiln W1

Bulan	Operation Time (jam)	Ideal Cycle Time (jam/ton)	Total Product Processed (ton)	Loading Time (jam)	Reduced Speed Loss Time (jam)	Reduced Speed Loss (%)
Januari	353,550	0,011	18654	432	140,361	32,491%
Februari	670,133	0,011	50405	672	94,076	13,999%
Maret	732,400	0,011	62762	744	15,120	2,032%
April	633,283	0,011	53614	720	20,552	2,854%
Mei	679,483	0,011	58515	744	10,740	1,444%
Juni	551,750	0,011	46718	720	17,830	2,476%
Juli	613,667	0,011	53721	744	-0,288	-0,039%
Agustus	738,467	0,011	59789	744	55,164	7,414%
September	700,900	0,011	59825	720	17,186	2,387%
Oktober	662,467	0,011	56391	744	17,998	2,419%
Nopember	697,950	0,011	50473	720	121,116	16,822%
Desember	688,217	0,011	55501	692	53,920	7,795%
Total	7722,267	0,137	626368	8396	563,775	92,096%

Tabel 26. Persentase *Reduced Speed Losses* Mesin Kiln W2

Bulan	Operation Time (jam)	Ideal Cycle Time (jam/ton)	Total Product Processed (ton)	Loading Time (jam)	Reduced Speed Loss Time (jam)	Reduced Speed Loss (%)
Januari	702,100	0,011	39202	744	254,077	34,150%
Februari	670,450	0,011	49822	672	101,056	15,038%
Maret	731,367	0,011	61552	744	27,915	3,752%
April	649,883	0,011	53467	720	38,832	5,393%
Mei	437,667	0,011	36137	514	24,672	4,796%
Juni	633,783	0,011	56336	658	-10,057	-1,528%
Juli	699,283	0,011	60495	744	7,912	1,063%
Agustus	662,333	0,011	52653	744	60,585	8,143%
September	695,900	0,011	59113	720	20,323	2,823%
Oktober	723,467	0,011	59864	744	39,307	5,283%
Nopember	637,967	0,011	46093	720	111,190	15,443%
Desember	717,900	0,011	55035	744	88,929	11,953%
Total	7962,100	0,137	629769	8469	764,740	106,309%

c. *Defect Losses*

Faktor yang dikategorikan ke dalam *defect losses* adalah *rework loss* dan *yield/ scrap loss*.

1. *Rework Loss*

Perhitungan *Rework Loss* dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Rework Loss} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{rework}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Perhitungan *Rework Loss* untuk Bulan Januari 2013 adalah:

$$\text{Rework loss} = \frac{0,011 \times 0}{432} \times 100\% = 0\%$$

Perhitungan *Rework Loss* untuk bulan Januari - Desember 2013 dapat dilihat pada Tabel 27 dan Tabel 28 berikut ini.

Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa *rework* dalam pengolahan semen di PT Semen Padang sama dengan nol. Faktanya, terdapat sebagian kecil material yang dikerjakan ulang dikarenakan kehalusannya yang kurang memenuhi standar. Namun hal tersebut berlangsung secara otomatis oleh mesin, sehingga tidak dapat ditentukan banyak klinker yang dikerjakan ulang, serta waktu pengerjaan ulang klinker yang tidak memenuhi syarat. Akan tetapi, persentase pengerjaan ulang klinker tersebut sangat kecil, sehingga bisa diasumsikan sama dengan nol.

Tabel 27. Persentase *Rework Losses* Mesin Kiln W1

Bulan	Loading Time (jam)	Ideal Cycle Time (jam/ton)	Rework (ton)	Rework Time (jam)	Rework Loss (%)
Januari	432	0,011	0	0	0%
Februari	672	0,011	0	0	0%
Maret	744	0,011	0	0	0%
April	720	0,011	0	0	0%
Mei	744	0,011	0	0	0%
Juni	720	0,011	0	0	0%
Juli	744	0,011	0	0	0%
Agustus	744	0,011	0	0	0%
September	720	0,011	0	0	0%
Oktober	744	0,011	0	0	0%
Nopember	720	0,011	0	0	0%
Desember	692	0,011	0	0	0%
Total	8396	0,137	0	0	0%

Tabel 3.28 Persentase *Rework Losses* Mesin Kiln W2

Bulan	Loading Time (jam)	Ideal Cycle Time (jam/ton)	Rework (ton)	Rework Time (jam)	Rework Loss (%)
Januari	744	0,011	0	0	0%
Februari	672	0,011	0	0	0%
Maret	744	0,011	0	0	0%
April	720	0,011	0	0	0%
Mei	514	0,011	0	0	0%
Juni	658	0,011	0	0	0%
Juli	744	0,011	0	0	0%
Agustus	744	0,011	0	0	0%
September	720	0,011	0	0	0%
Oktober	744	0,011	0	0	0%
Nopember	720	0,011	0	0	0%
Desember	744	0,011	0	0	0%
Total	8469	0,137	0	0	0%

2. Yield/Scrap Loss

Untuk mengetahui persentase faktor *Yield/Scrap Loss* untuk mempengaruhi efektivitas mesin, maka digunakan rumus:

$$\text{Yield/Scrap Loss} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Perhitungan *Yield/Scrap Loss* untuk bulan Januari 2013 adalah:

$$\text{Yield/Scrap Loss} = \frac{0,011 \times 0}{0} \times 100\% = 0\%$$

Perhitungan *Yield/Scrap Loss* untuk bulan Januari 2013 sampai dengan Desember 2013 dapat dilihat pada Tabel 29 dan Tabel 30 berikut ini.

Untuk melihat lebih jelas *six big losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin, maka akan dilakukan perhitungan *time loss* untuk masing-masing faktor dalam *six big losses* tersebut seperti yang terlihat pada hasil perhitungan di Tabel 31 dan Tabel 32.

Tabel 29. Persentase Yield/ Scrap Losses Mesin Kiln W1

Bulan	Loading Time (jam)	Ideal Cycle Time (jam/ton)	Scrap (ton)	Scrap Time (jam)	Scrap Loss (%)
Januari	432	0,011	0	0	0%
Februari	672	0,011	0	0	0%
Maret	744	0,011	0	0	0%
April	720	0,011	0	0	0%
Mei	744	0,011	0	0	0%
Juni	720	0,011	0	0	0%
Juli	744	0,011	0	0	0%
Agustus	744	0,011	0	0	0%
September	720	0,011	0	0	0%
Oktober	744	0,011	0	0	0%
Nopember	720	0,011	0	0	0%
Desember	692	0,011	0	0	0%
Total	8396	0,137	0	0	0

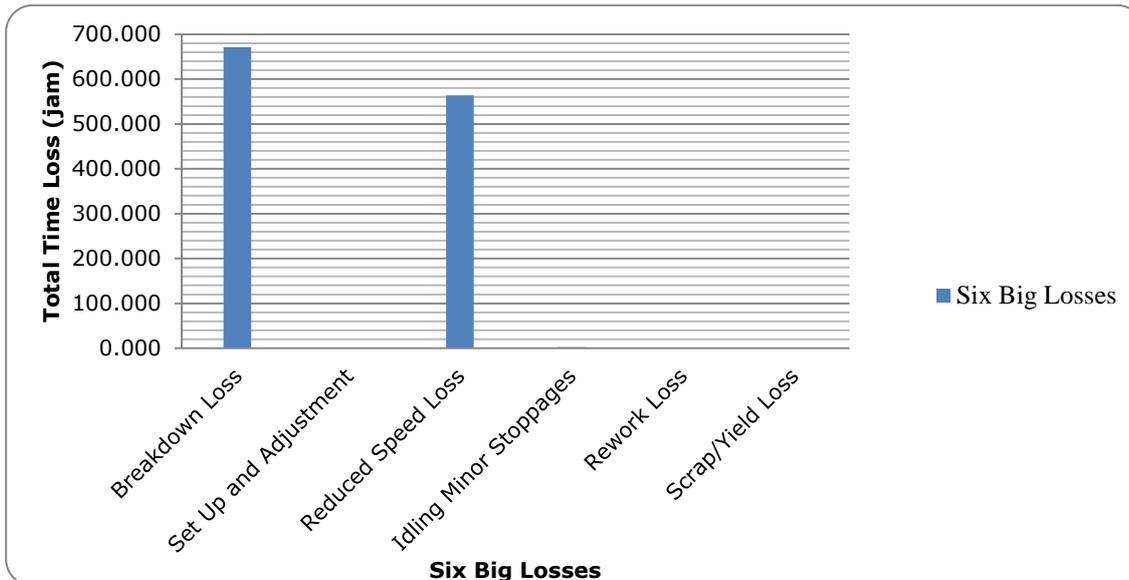
Tabel 30. Persentase Yield/Scrap Losses Mesin Kiln W2

Bulan	Loading Time (jam)	Ideal Cycle Time (jam/ton)	Scrap (ton)	Scrap Time (jam)	Scrap Loss (%)
Januari	744	0,0114	0	0	0%
Februari	672	0,0114	0	0	0%
Maret	744	0,0114	0	0	0%
April	720	0,0114	0	0	0%
Mei	514	0,0114	0	0	0%
Juni	658	0,0114	0	0	0%
Juli	744	0,0114	0	0	0%
Agustus	744	0,0114	0	0	0%
September	720	0,0114	0	0	0%
Oktober	744	0,0114	0	0	0%
Nopember	720	0,0114	0	0	0%
Desember	744	0,0114	0	0	0%
Total	8469	0,1371	0	0	0

Tabel 31. Persentase Faktor Big Losses Mesin Kiln W1

No.	Six Big Losses	Total Time Loss (jam)	Persentase (%)
1	Breakdown Loss	671,550	99,24%
2	Set Up and Adjustment	0	0%
3	Reduced Speed Loss	563,775	92%
4	Idling Minor Stoppages	1,867	0,278%
5	Rework Loss	0	0%
6	Scrap/Yield Loss	0	0%
Total		1237,192	191,613%

Persentase time loss dari keenam faktor tersebut juga akan lebih jelas lagi diperlihatkan dalam bentuk histogram yang terlihat pada Gambar 3.5 dibawah ini.



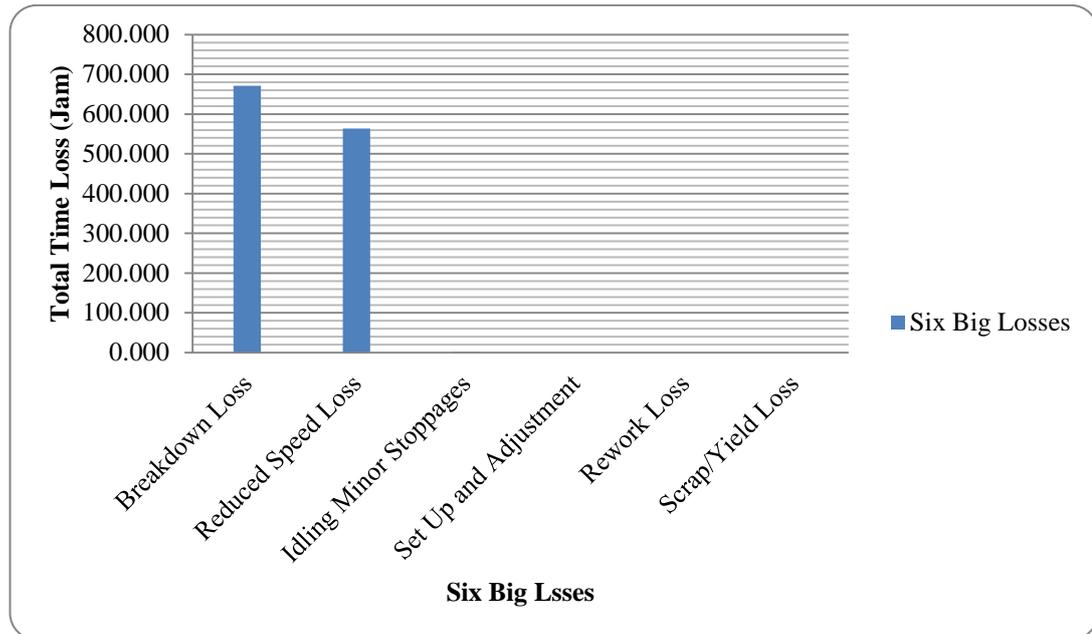
Gambar 5. Histogram Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin Kiln W1

Dari histogram dapat dilihat bahwa faktor yang memiliki persentase terbesar dari keenam faktor tersebut adalah *breakdown losses* sebesar 99,24% . Untuk melihat urutan persentase keenam faktor tersebut mulai yang terbesar dilihat pada Tabel 32 berikut ini.

Dari hasil pengurutan persentase faktor *six big losses* tersebut akan digambarkan diagram paretonya sehingga terlihat jelas urutan dari keenam faktor yang mempengaruhi efektivitas di mesin Kiln W1. Diagram pareto ini dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.

Tabel 32. Pengurutan Persentase Faktor *Big Losses* Mesin Kiln W1

No.	Six Big Losses	Total Time Loss (jam)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Breakdown Loss	671,550	99,24%	99%
2	Reduced Speed Loss	563,775	92%	191%
3	Idling Minor Stoppages	1,867	0,28%	192%
4	Set Up and Adjustment	0	0%	192%
5	Rework Loss	0	0%	192%
6	Scrap/Yield Loss	0	0%	192%
Total		1237,192		

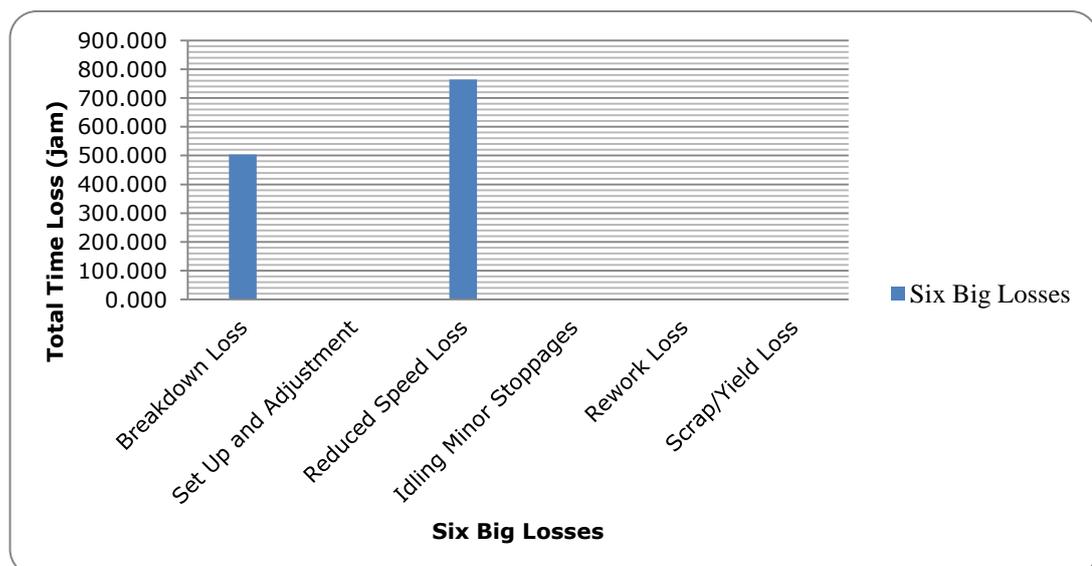


Gambar 6. Diagram Pareto Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin Kiln W1

Tabel 33. Persentase Faktor *Big Losses* Mesin Kiln W2

No.	Six Big Losses	Total Time Loss (jam)	Persentase (%)
1	Breakdown Loss	503,400	73,48%
2	Set Up and Adjustment	0	0%
3	Reduced Speed Loss	764,740	106%
4	Idling Minor Stoppages	3,016666667	0,428%
5	Rework Loss	0	0%
6	Scrap/Yield Loss	0	0%
Total		1271,157	180,219%

Persentase *time loss* dari keenam faktor tersebut juga akan lebih jelas lagi diperlihatkan dalam bentuk histogram yang terlihat pada Gambar 3.7 dibawah ini.



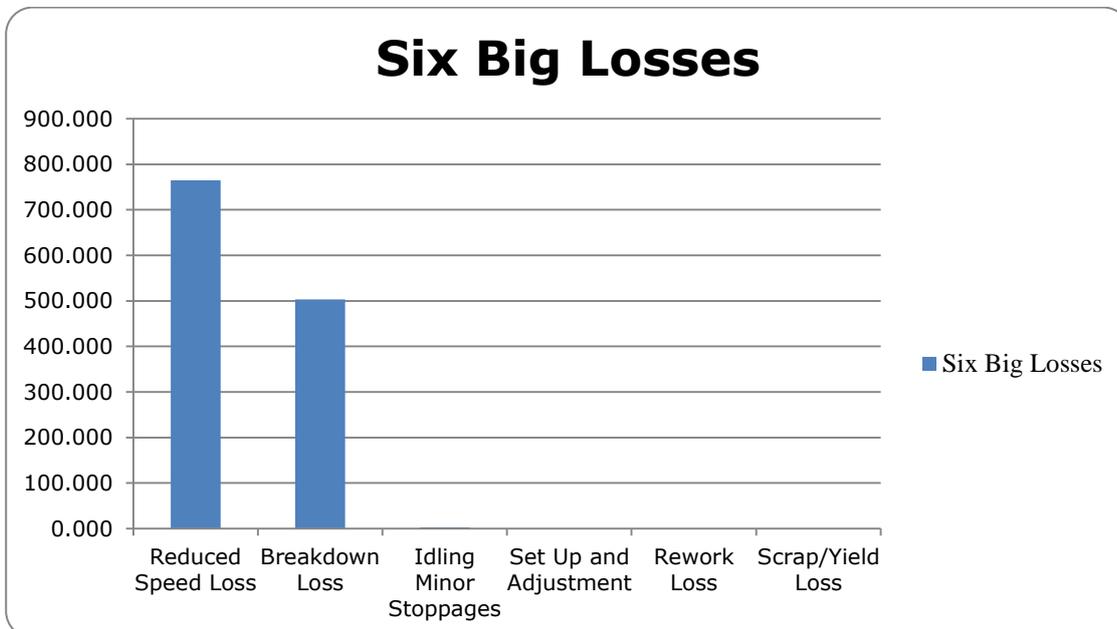
Gambar 3.7 Histogram Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin Kiln W2

Dari histogram dapat dilihat bahwa faktor yang memiliki persentase terbesar dari keenam faktor tersebut adalah reduced speed loss sebesar 106%. Untuk melihat urutan persentase keenam faktor tersebut mulai yang terbesar dilihat pada Tabel 34 berikut ini.

Dari hasil pengurutan persentase faktor *six big losses* tersebut akan digambarkan diagram paretonya sehingga terlihat jelas urutan dari keenam faktor yang mempengaruhi efektivitas di mesin Kiln W2. Diagram pareto ini dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini.

Tabel 34. Pengurutan Persentase Faktor *Big Losses* Mesin Kiln W2

No.	Six Big Losses	Total Time Loss (jam)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Reduced Speed Loss	764,740	106%	106,31%
2	Breakdown Loss	503,400	73,48%	179,79%
3	Idling Minor Stoppages	3,017	0,43%	180,22%
4	Set Up and Adjustment	0	0%	180,22%
5	Rework Loss	0	0%	180,22%
6	Scrap/Yield Loss	0	0%	180,22%
Total		1271,157		

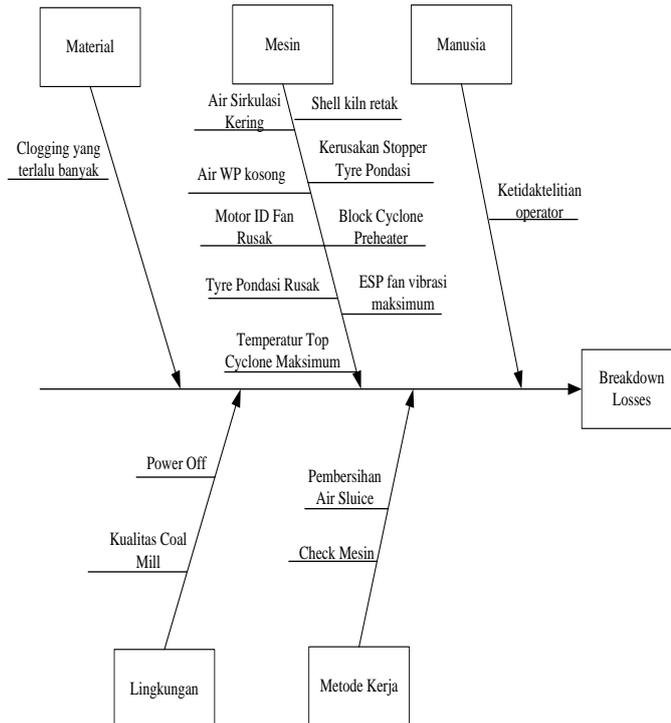


Gambar 8 Diagram Pareto Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin Kiln W2

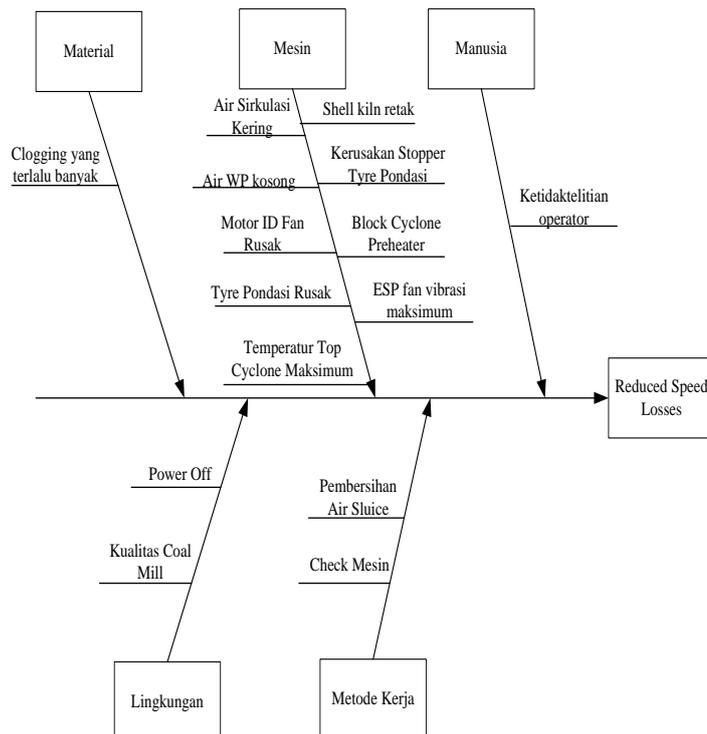
4.2.3 Diagram Sebab Akibat/Fishbone

Melalui diagram pareto pada mesin kiln W1 dapat dilihat bahwa faktor yang memberikan kontribusi terbesar dari faktor *six big losses* tersebut adalah *breakdown loss* sebesar 99,24% diikuti dengan faktor *reduced speed loss* sebesar 92%. Menurut aturan Pareto (aturan 80%) maka nilai persentase kumulatif mendekati atau sama

dengan 80% menjadi prioritas permasalahan yang akan dibahas selanjutnya. Oleh karena itu, kedua faktor inilah yang akan dianalisa dengan menggunakan *cause and effect diagram*. Dalam diagram sebab akibat pada Gambar 9 dan Gambar 10 ini akan diketahui penyebab tingginya faktor *breakdown loss* dan *reduce speed loss*.



Gambar 9. Diagram Sebab Akibat *Breakdown Loss* Mesin Kiln W1



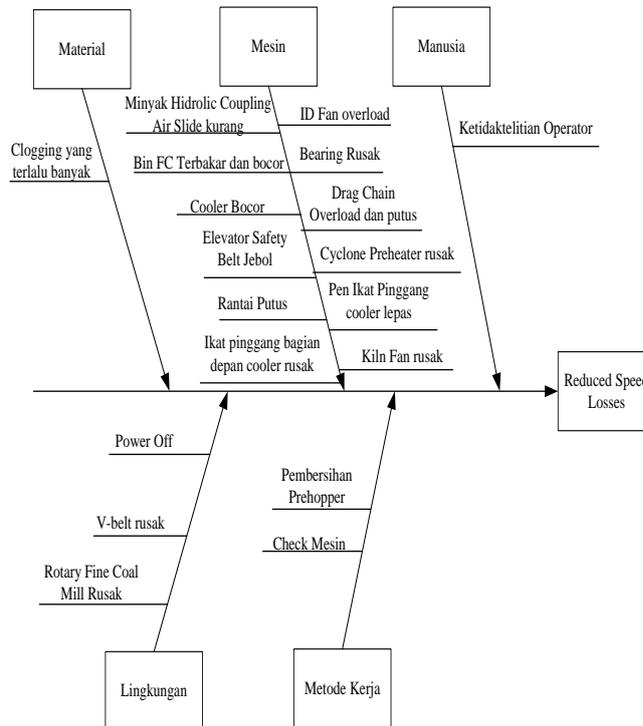
Gambar 10. Diagram Sebab Akibat *Reduced Speed Loss* Mesin Kiln W1

Melalui diagram pareto pada mesin kiln W2 dapat dilihat bahwa faktor yang memberikan kontribusi terbesar dari faktor six big losses tersebut adalah reduced speed loss sebesar 106%. Menurut aturan Pareto

(aturan 80%) maka nilai persentase kumulatif mendekati atau sama dengan 80% menjadi prioritas permasalahan yang akan dibahas selanjutnya. Oleh karena itu, kedua faktor inilah yang akan dianalisa dengan

menggunakan cause and effect diagram. Dalam diagram sebab akibat pada Gambar 11 dan Gambar 12 berikut ini akan diketahui

penyebab tingginya faktor *breakdown loss* dan *reduce speed loss*.



Gambar 11. Diagram Sebab Akibat *Reduced Speed Loss* Mesin Kiln W2

5. Analisis

Setelah dilakukan perhitungan data, maka diperlukan analisis hasil perhitungan tersebut sesuai dengan teori yang telah ada. Analisis data tersebut meliputi analisis perhitungan OEE, analisis OEE *Six Big Losses*, analisis sebab dan akibat serta evaluasi/usulan terhadap masalah yang terjadi.

5.1 Analisis perhitungan Overall Equipment Effectiveness

Analisa perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT Semen Padang dilakukan untuk melihat tingkat efektivitas penggunaan mesin di mesin Kiln W1 dan W2 selama bulan Januari sampai Desember 2013. Pengukuran OEE ini merupakan perkalian antara *Availability Ratio*, *Performance Efficiency* dan *Rate of Quality Products*.

1. Selama periode Januari-Desember 2013 diperoleh nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin Kiln W1 yang berkisar antara 49% hingga 96%. Sedangkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin Kiln W2 berkisar antara 60% hingga 98%. Bila dilihat dari hasil di atas, dapat

disimpulkan bahwa efektivitas penggunaan mesin Kiln W1 lebih rendah daripada efektivitas penggunaan mesin Kiln W2. Hal ini disebabkan oleh kerusakan yang terjadi di mesin Kiln W1 ini lebih berat dan butuh penanganan serius dan lama, walaupun frekuensi kerusakan mesin ini lebih sedikit. Hal ini berhubungan dengan tingkat *availability* mesin kiln W1 (rata-rata 92%) yang juga cukup rendah bila dibandingkan dengan tingkat *availability* mesin kiln W2 (rata-rata 94%) dikarenakan lamanya waktu kerusakan mesin kiln W1. Bila dilihat dari nilai *performance efficiency* mesin kiln W1 dan W2, maka dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata *performance efficiency* kedua mesin ini hampir sama, yaitu berkisar antara 91% dan 92%.

2. Nilai OEE tertinggi pada mesin Kiln W1 terdapat pada bulan Maret 2013, yaitu sebesar 96%. Hal ini disebabkan karena tingginya *availability* dan *performance efficiency* yang bernilai sama, yaitu 98%. Sedangkan nilai *rate of quality product*-nya bernilai 100% karena tidak ada barang sisa pada pembuatan semen di pabrik yang diteliti. Pada nilai *performance efficiency* mesin kiln W1

terdapat nilai yang lebih dari 100%, yaitu terjadi pada bulan Juli. Hal ini dikarenakan mesin bekerja di atas standard rata-rata pengerjaannya. Begitu juga nilai performance efficiency mesin kiln W2 yang terdapat nilai yang lebih dari 100%, yaitu pada bulan Juni. Hal ini dapat dijadikan pedoman bahwa kinerja mesin kiln W1 dan W2 cukup tinggi, bahkan ada yang di atas rata. Hal yang perlu dilakukan adalah menjaga mesin tersebut agar selalu dalam kondisi prima melalui pemeliharaan terencana.

5.2 Analisis Perhitungan OEE Six Big Losses

Dalam penggambaran diagram pareto pada pengolahan data OEE Mesin Kiln W1 dapat dilihat bahwa faktor *breakdown loss* W1 yang memiliki presentase terbesar dari keenam kerugian yang mempengaruhi efektivitas mesin. Hal ini dapat terjadi karena sebagian besar permasalahan ketidakefektifan penggunaan mesin kiln W1 ini disebabkan oleh kerusakan yang terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung dengan mesin tersebut. Analisis yang dilakukan dengan melihat persentase kumulatif faktor-faktor *six big losses* terhadap *total time loss* yang disebabkan dari masing-masing faktor *six big losses*.

1. *Breakdown loss* sebesar 99,24%
2. *Reduced speed loss* sebesar 92%
3. *Idling minor and stoppages* sebesar 0,28%
4. *Set-up and Adjustment* sebesar 0%
5. *Rework loss* sebesar 0%
6. *Scrap/yields loss* sebesar 0%

Dalam penggambaran diagram pareto pada pengolahan data OEE Mesin Kiln W2 dapat dilihat bahwa faktor *reduced speed loss* W2 yang memiliki presentase terbesar dari keenam kerugian yang mempengaruhi efektivitas mesin. Hal ini dipengaruhi juga oleh tingkat kerusakan (*downtime*) yang terjadi pada mesin kiln W2 yang secara langsung menyebabkan berkurangnya jam kerja mesin sehingga mesin tidak bekerja secara optimal. Analisis yang dilakukan dengan melihat persentase kumulatif faktor-faktor *six big losses* terhadap *total time loss* yang disebabkan dari masing-masing faktor *six big losses*.

1. *Reduced speed loss* sebesar 106%
2. *Breakdown loss* sebesar 73,48%
3. *Idling minor and stoppages* sebesar 0,43%
4. *Set-up and Adjustment* sebesar 0%
5. *Rework loss* sebesar 0%

6. *Scrap/yield loss* sebesar 0%

5.3 Analisis Diagram Sebab Akibat

Analisis terhadap faktor yang memberikan kontribusi terbesar penyebab rendahnya efektivitas mesin Kiln W1 dan W2 dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat. Penganalisaan efektivitas mesin Kiln W1 dilakukan dengan melihat persentase kumulatif *time loss* dari diagram pareto *six big loss* di atas 80%, yaitu *Breakdown Loss* dan *Reduced Speed Loss*. Begitu juga dengan penganalisaan efektivitas mesin Kiln W2 dilakukan dengan melihat persentase kumulatif *time loss* dari diagram pareto *six big loss* di atas 80%, yaitu *Reduced Speed Loss*.

Analisa diagram sebab akibat pada mesin Kiln W1 dan W2 untuk *breakdown loss* dan *reduced speed loss* adalah sebagai berikut:

1. Manusia/ Operator
Kurang telitinya operator dalam melakukan perawatan dan perbaikan kerusakan pada mesin kiln mengakibatkan mesin sering mengalami kerusakan yang sama sehingga mesin/peralatan tidak beroperasi dengan baik.
2. Mesin/ Peralatan
Penggunaan mesin kiln yang terus menerus/dapat dikatakan tanpa henti, membuat berbagai macam kerusakan yang terjadi pada mesin kiln.
3. Material/ Bahan Baku
Proses pembakaran kiln menggunakan suhu tinggi, menyebabkan terjadinya *clogging*. *Clogging* merupakan penempelan material pada batu tahan api pada mesin kiln. Penempelan ini dapat berguna untuk melapisi batu tahan api, tetapi bila terlalu banyak terjadinya penempelan, maka dapat menyebabkan kerusakan mesin kiln.
4. Lingkungan
Putusnya hubungan listrik dari PLN menyebabkan matinya mesin beroperasi. Disamping itu, kualitas coal mill juga menyebabkan kerusakan yang secara tidak langsung mempengaruhi pengoperasian mesin kiln. Hal ini disebabkan panas yang diperlukan untuk pembakaran material pada kiln berasal dari pembakaran coal mill.
5. Metode Kerja
Proses produksi yang berjalan secara terus menerus atau kontinu menyebabkan pemakaian mesin secara terus menerus. Hal ini menyebabkan kondisi mesin harus prima. Dalam hal ini

operator harus melakukan pengawasan, pengontrolan serta perawatan mesin kiln.

5.4 Evaluasi/ Usulan Pemecahan Masalah

5.4.1 Mengeliminasi Six Big Losses

Berdasarkan perhitungan persentase total time loss dari diagram pareto faktor *six big losses* dapat diketahui bahwa dapat diketahui bahwa persentase faktor *breakdown loss* dan *reduced speed loss* memiliki persentase terbesar dan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi dalam efektivitas mesin. Oleh sebab itu perlu dirumuskan pemecahan masalah untuk *breakdown loss* dan *reduced speed loss*.

Usulan peningkatan efektivitas mesin dapat dikembangkan melalui hasil analisis langkah-langkah perbaikan terhadap faktor penghambat usaha peningkatan efektivitas mesin. Langkah-langkah yang dapat dilaksanakan antara lain :

1. Langkah-langkah perbaikan terhadap faktor mesin produksi.
Ketersediaan (*availability*) mesin-mesin produksi yang siap digunakan dalam kegiatan produksi sangat penting. Mesin yang digunakan harus memiliki tingkat kerusakan seminimal mungkin agar tidak mengganggu jalannya proses produksi sehingga akan mempengaruhi tingkat produktivitas. Langkah-langkah untuk mengatasi masalah/kerusakan yang berhubungan dengan mesin kiln antara lain:
 - a. Meningkatkan perawatan/*maintenance* mesin
 - b. Melakukan studi untuk memperbaiki kinerja mesin kiln sehingga mesin ini dapat beroperasi dengan kinerja yang lebih baik dan dengan konsumsi energi yang lebih efisien.
2. Langkah-langkah perbaikan terhadap faktor tenaga kerja
Faktor tenaga seharusnya mendapat perhatian lebih karena manusia merupakan bagian dari sistem kerja yang berperan sebagai variabel hidup, dengan berbagai sifak dan kemampuannya yang dapat memberi pengaruh besar terhadap keberhasilan usaha peningkatan efektivitas mesin. Langkah-langkah yang dapat diambil untuk melakukan perbaikan faktor tenaga kerja adalah:
 - a. Memberikan program pelatihan yang lebih efektif terhadap pekerja baru ataupun pekerja yang telah lama

bekerja. Tujuan dari program pelatihan yang diberikan adalah untuk meningkatkan keterampilan operator sebelum ditempatkan di stasiun kerja. Setelah ditempatkan di stasiun kerja hendaknya dilakukan evaluasi secara berkala untuk mengetahui sejauh mana keterampilan yang telah dimiliki operator.

- b. Penerapan sanksi yang lebih tegas terhadap tenaga kerja yang kurang disiplin.
 - c. Memberikan insentif yang sesuai untuk mendorong kinerja operator.
3. Langkah-langkah perbaikan terhadap faktor material
Langkah-langkah yang diambil untuk melakukan perbaikan faktor material antara lain :
 - a. Selalu melakukan kontrol kualitas material.
 - b. Melakukan pengecekan clogging pada mesin kiln secara berkala.
 4. Langkah-langkah perbaikan terhadap faktor lingkungan
Langkah-langkah yang diambil untuk melakukan perbaikan faktor material antara lain :
 - a. Menjaga kontrak kerjasama dengan PLN agar tidak terjadi pemadaman listrik pada pabrik.
 - b. Membersihkan mesin dan area kerja selama proses produksi berlangsung dan mengolah limbah pabrik dengan ramah lingkungan.
 - c. Melakukan dan mendukung inovasi baru penggantian belt conveyor pada mesin produksi, yang dilakukan tanpa menghentikan mesin sehingga dapat menghemat waktu dan biaya.
 5. Langkah-langkah perbaikan terhadap metode kerja
Langkah-langkah yang diambil untuk melakukan perbaikan faktor material antara lain :
 - a. Melakukan perbaikan dan perawatan untuk mengembalikan kondisi mesin.
 - b. Menentukan standar pelaksanaan kerja dengan ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat dan Efisien) bagi para karyawan dan operator.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian penutup berisikan kesimpulan terhadap penelitian yang telah dilakukan serta saran terhadap perbaikan metode pemeliharaan perusahaan.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan uraian hasil pengukuran OEE pada mesin kiln W1 dan W2 pada Pabrik Indarung II/III PT Semen Padang, dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Pengukuran tingkat efektivitas mesin Kiln W1 dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di Pabrik Indarung II/III PT Semen Padang yang perhitungan OEE-nya dimulai bulan Januari 2013-Desember 2013 dengan persentase terbesar berada pada bulan Maret sebesar 96% dan terendah pada bulan Januari sebesar 49%. Pengukuran tingkat efektivitas mesin Kiln W2 dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di Pabrik Indarung II/III PT Semen Padang yang perhitungan OEE-nya dimulai bulan Januari 2013-Desember 2013 dengan persentase terbesar berada pada bulan Juni sebesar 98% dan terendah pada bulan Januari sebesar 60%.
2. Faktor yang memiliki persentase terbesar dari faktor *six big losses* mesin kiln W1 adalah *breakdown loss* sebesar 99,24% dan pada mesin kiln W2 adalah *reduced speed loss* sebesar 106%.
3. Persentase terbesar faktor *breakdown loss* pada W1 terjadi pada bulan Juni sebesar 23,368% dan pada W2 terjadi pada bulan Mei sebesar 14,928%. Persentase faktor *set-up and adjustment* pada W1 dan W2 bernilai 0 dikarenakan tidak ada jadwal *stop* dan *set up* mesin yang diatur perusahaan. Persentase terbesar faktor *idling* and *minorstoppages* pada W1 terjadi pada bulan Februari sebesar 0,278 % dan pada W2 terjadi pada bulan Februari sebesar 0,231%. Persentase terbesar faktor *reduced speed losses* pada W1 terjadi pada bulan Januari sebesar 32,491% dan pada W2 terjadi pada bulan Januari sebesar 34,150%. Persentase faktor *rework loss* dan faktor *yield/scrap loss* bernilai 0 karena pada perusahaan ini tidak terdapat barang sisa dan pengerjaan ulang dilakukan secara otomatis.

6.2 Saran

Dari penelitian ini dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Hendaknya petunjuk pemeliharaan dan inspeksi rutin harus dilaksanakan dengan baik untuk menghindari kerusakan, sehingga waktu *breakdown* mesin dapat dikurangi.

2. Perusahaan agar lebih memperhatikan kondisi mesin dengan memperkirakan kerusakan mesin melalui perhitungan umur operasi untuk mengantisipasi kerusakan mesin dan menetapkan langkah-langkah perawatan mesin dan penggantian komponen mesin sebelum terjadinya kerusakan mesin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Rika Ampuh Hadiguna sebagai dosen pembimbing dan Bapak Titut Eryanto sebagai pembimbing kerja praktek selama penelitian di PT Semen Padang, sehingga penulis dapat menyelesaikan jurnal ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Hasriyono, *Evaluasi Efektivitas Mesin dengan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) di PT Hadi Baru*. Medan: USU Repository. 2009.
- [2] A. Corder dan K. Hadi, *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga, 1992.
- [3] S. Arikunto, *Manajemen Penelitian*. Jakarta: PT Rineka Cipta, 2000.
- [4] V. Gaspersz, *Manajemen Produktivitas Total*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1998.
- [5] J.A. Leflar, *Practical Total Productive Maintenance, Successful Equipment at Agilent Technology*. Productivity Press Inc., 1998.
- [6] K. Shirose, *Total Productive Maintenance Team Guide*. Oregon: Productivity Press Inc., 1995.