

ANALISIS AVAILABILITY KINERJA BOILER PADA PT. ROHUL SAWIT INDAH

Fahrizal

ABSTRAK

Untuk mendukung hasil yang optimal pada proses pengolahan buah kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit (*crude palm oil*), maka kondisi Boiler harus di pelihara dengan baik dan dioperasikan dengan benar, sehingga proses aktivitas produksi tidak mengalami gangguan. Dalam operasinya Boiler sering mengalami gangguan kerusakan dibawah umur pakai, yaitu terjadinya pecahnya pipa superheater, hal ini sangat mengganggu aktivitas produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung *Availability* pada kinerja boiler yang dioperasikan agar dapat mengurangi komponen fisik tidak rusak selama operasi normal dan kasus kegiatan perawatan tak terencana. Hal ini sangat penting dalam rangka mencapai lebih efisien dan ekonomis pabrik dan operasi peralatan.

Metode analisis matematis digunakan untuk mengukur kinerja mesin dan mengevaluasi tingkat ketersediaan. Mesin yang terlibat dalam penelitian ini adalah Boiler. Analisis matematika dilakukan untuk menghitung nilai ketersediaan, tingkat kegagalan, berarti waktu antara kegagalan (MTBF), dan waktu untuk perbaikan (MTTR).

Kata kunci : Boiler, Availability.

ABSTRACT

To support optimal results in the processing of palm fruits into palm oil (crude palm oil), the conditions in the boiler must be properly maintained and operated properly, so that the process of production activity is not impaired. In boiler operations often suffer disturbance, damage in minor life, namely the outbreak of superheater pipes, it is very disturbing production activities.

This study aimed to calculate the performance Availability operated boiler in order to reduce the physical components are not damaged during normal operation and case unplanned maintenance activities. It is very important in order to achieve a more efficient and economical operation of the plant and equipment.

Mathematical analysis methods used to measure and evaluate the performance of machine availability. Machinery involved in this study were Boilers. Mathematical analysis performed to calculate the value of availability, failure rate, mean time between failure (MTBF), and time to repair (MTTR).

Keywords : Boiler, availability.

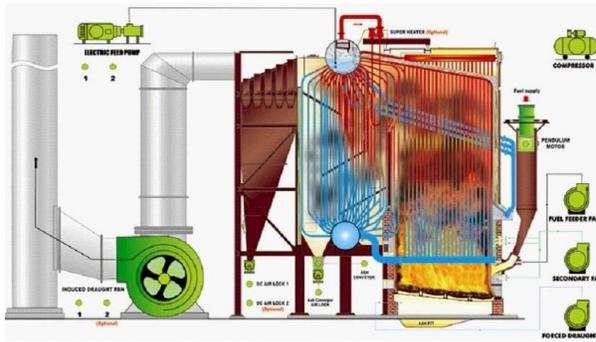
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air panas atau steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi steam, volumenya akan meningkat sekitar 1.600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga boiler

merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik.

Boiler pada dasarnya terdiri dari bumbung (drum) yang tertutup pada ujung dan pangkalnya, dimana pada bagian dalam drum terdapat pipa-pipa yang berfungsi untuk mengalirkan air atau gas panas. Seperti terlihat pada gambar 1.1.



Gambar 1. Boiler

1.2. Komponen Utama Boiler

1. Drum Ketel

Drum Ketel :

- Sebagai “steam separators” dan “purificators”
- Sebagai Pencampur air agar homogen

2. Superheater

Superheater digunakan untuk memanaskan uap air yang terpisah di dalam drum uap. Dalam beberapa bagian uap tersebut hanya dipanaskan sedikit di atas titik saturasi dimana dalam bagian yang lain mungkin dipanaskan sampai temperatur yang signifikan untuk penambahan penyimpanan energi. Bagian superheater ini normalnya diletakkan dalam aliran gas yang lebih panas, di depan evaporator.

3. Economizer

Economizer digunakan untuk pemanasan awal feedwater sebelum uap dipindahkan melalui superheater atau steam outlet dan air keluar melalui blowdown. Pada umumnya economizer diletakkan di dalam gas yang lebih dingin pada bagian bawah (down stream) evaporator.

4. Evaporator

Evaporator merupakan bagian yang berfungsi menaikkan temperatur air mencapai titik didih. Pada evaporator terjadi peristiwa perubahan fase dari cair menjadi uap.

1.3. Pengertian Perawatan

Perawatan (*maintenance*) merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem sehingga sistem tersebut dapat diharapkan menghasilkan output sesuai dengan yang dikehendaki. Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka akan lebih intensif

Perawatan juga dapat didefinisikan sebagai, suatu aktivitas untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau asset dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Pada dasarnya terdapat dua prinsip utama dalam sistem perawatannya yaitu :

1. Menekan (memperpendek) periode kerusakan (*break down period*) sampai batas minimum dengan mempertimbangkan aspek ekonomis.
2. Menghindari kerusakan (*break down*) tidak terencana, kerusakan tiba – tiba.

1.4. Tujuan Perawatan

Secara umum perawatan mempunyai tujuan – tujuan adalah untuk :

1. Memungkinkan tercapainya keandalan kualitas dan kepuasan pelanggan melalui penyesuaian, pelayanan dan pengoperasian peralatan secara tepat.
2. Memaksimalkan umur kegunaan dari sistem.
3. Menjaga agar sistem aman dan mencegah berkembangnya gangguan keamanan
4. Meminimalkan biaya produksi total yang secara langsung dapat dihubungkan dengan service dan perbaikan
5. Memaksimalkan produksi dari sumber – sumber sistem yang ada.
6. Meminimalkan frekuensi dan kuatnya gangguan terhadap proses operasi.
7. Menyiapkan personel, fasilitas dan metodenya agar mampu mengerjakan tugas – tugas perawatan.

1.5. Konsep Dasar Perawatan

Pemeliharaan atau perawatan adalah suatu kegiatan dengan tujuan agar fasilitas atau asset yang di pelihara atau dirawat selalu berada dalam keadaan yang dikehendaki. Secara garis besar klasifikasi terapan dari teknik pemeliharaan dapat dibagi menjadi empat kelompok yaitu perawatan reaktif (*breakdown maintenance*), perawatan pencegahan (*preventive maintenance*), perawatan deteksi dini (*predictive maintenance*) dan perawatan proaktif (*proactive maintenance*)

1. Perawatan preventif (*preventive maintenance*)

Perawatan ini dimaksudkan untuk menjaga keadaan peralatan sebelum peralatan itu menjadi

rusak. pada dasarnya yang dilakukan adalah perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan - kerusakan yang tak terduga dan menentukan keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian semua fasilitas – fasilitas produksi yang mendapatkan perawatan preventif akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap digunakan untuk setiap proses produksi setiap saat. Hal ini memerlukan suatu rencana dan jadwal perawatan yang sangat cermat dan rencana yang lebih tepat.

2. Perawatan korektif (*corrective maintenance*)

Perawatan ini dimaksudkan untuk memperbaiki perawatan yang rusak. Pada dasarnya aktivitas yang dilakukan adalah pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan. kegiatan ini sering disebut sebagai kegiatan perbaikan atau reparasi.

Perawatan korektif dapat juga didefinisikan sebagai perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya perawatan preventif maupun telah dilakukan perawatan preventif tapi sampai pada suatu waktu tertentu fasilitas dan peralatan tersebut tetap rusak. jadi dalam hal ini, kegiatan perawatan sifatnya hanya menunggu sampai terjadi kerusakan, baru kemudian diperbaiki atau dibetulkan

3. Perawatan reaktif (*Breakdown maintenance*)

Perawatan ini merupakan perawatan tidak terencana sehingga tidak ada jadwal perawatan atau pemeriksaan rinci terhadap mesin dan tidak ada upaya yang dilakukan untuk mengantisipasi atau mencegah terjadinya kerusakan, mesin diperbaiki hanya bila terjadi kerusakan.

4. Perawatan deteksi dini (*Predictive maintenance*)

Perawatan ini merupakan pengembangan lanjut dari perawatan pencegahan. Dalam hal ini kegagalan fungsi mesin dapat diketahui lebih awal dengan cara memonitor serta menentukan kondisi mesin tersebut pada saat beroperasi sehingga dapat memperkirakan atau menjadwalkan perbaikan secara efisien dan efektif, juga memungkinkan untuk memperbaiki penyebab kerusakan mesin serta mencegah problem yang sama terulang sebelum terjadi kerusakan. Kerugian yang

ditimbulkan oleh perawatan deteksi dini adalah upah pekerja dan biaya penggantian suku cadang harus dikeluarkan setiap saat bila diperlukan.

5. Perawatan proaktif (*Proactive maintenance*)

Perawatan ini merupakan pengembangan lanjut dari perawatan deteksi dini, dimana data data kegagalan fungsi yang terekam pada mesin dianalisa dan diambil tindakan untuk perbaikan kondisi operasi mesin sehingga dapat memaksimalkan produktifitas, efisiensi dan umur mesin. Pada perawatan proaktif ini walaupun *initial cost* nya tinggi tapi biaya perawatan dan operasi (*through life cost*) rendah.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian "Analisis Availability Kinerja Boiler pada PT. Rohul Sawit Indah". Sebagai objek penelitian ini adalah pada Boiler Vickers Hoskins pada Pabrik Kelapa Sawit PT. Rohul Sawit Indah Kabupaten Rokan Hulu, Riau yang selama beroperasi selama 5 tahun telah mengalami kegagalan pada *tube superheater* selama 2 (dua) kali.

Spesifikasi boiler Vickers Hoskins adalah:

- Boiler type water tube boiler mode
- Model TW 16 44-65 S
- Rated Capacity 27.200 kg/hr
- Number Seri 20472
- Tekanan Rancangan 2,5 N/mm²
- Tekanan Kerja 2,5 N/mm²
- Hydro Test Pressure 3,75 N/mm²
- Hydro Test No KIS 0360354

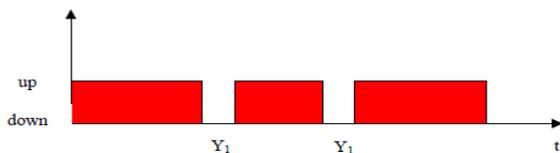
2.1. Teori Availabilitas

Minimal *repair* dan *Overhaul* adalah kegiatan perawatan yang biasa dilakukan untuk system kompleks dan kategori peralatan pabrik. Minimal repair diambil untuk memperbaiki system dengan usaha minimal biasanya dilakukan langsung dilapangan. Karena system kompleks terdiri atas banyaknya komponen, umumnya diasumsikan bahwa minimal repair tidak mengubah laju kerusakan system.

- *Overhaul* berisi satu set tindakan perawatan (PM), seperti penggantian komponen beberapa komponen yang rusak, pembersihan, pengecekan.
- *Overhaul* biasanya dilakukan dibengkel. Dalam prakteknya banyak system, seperti

peralatan pabrik, memerlukan tindakan overhaul secara periodic.

- *Overhaul* memperbaiki kondisi system tetapi tidak mengembalikan ke kondisi seperti baru (*good as new*). Tindakan overhaul ini dapat dipandang sebagai tindakan perbaikan tidak sempurna (*imperfect repair*).
- Misalkan X_i dan Y_i adalah variable acak yang menunjukkan lama hidup (*uptime*) dan lama rusak (*downtime*) system dengan asumsi bahwa setiap system identik dan perbaikan kerusakan dapat mengembalikan system kedalam fungsinya, sehingga diperoleh :
 - $F(t) = P(X_i \leq t) \quad (t \geq 0, i = 1, 2, \dots) \dots 3.57$
 - $G(t) = P(Y_i \leq t) \quad (t \geq 0, i = 1, 2, \dots) \dots 3.58$
 - Dimana, semua variable acak diasumsikan independen. Mengacu pada gambar 3.9 akan didefinisikan pengukuran reliabilitas dan avaiabilitas system.



Gambar 3.9 Sampel fungsi suatu proses Reliabilitas dapat didefinisikan sebagai probabilitas system berada dalam kondisi sesuai dengan fungsinya selama periode $[0, t)$, yang diberikan oleh :

$$R(t) = 1 - F(t), t \geq 0 \quad 3.59$$

Sedangkan rata-rata waktu antar kerusakan MTBF (mean time between failure) system dan rata-rata waktu kerusakan MTTR (mean time to repair) didefinisikan sebagai :

- $MTBF = \int_0^{\infty} t dF(t) = \int_0^{\infty} R(t) dt$
jika, $R(0) = 1$
- $MTTR = \int_0^{\infty} t dG(t)$ Probabilitas bahwa suatu system dapat beroperasi selama periode waktu t disebut avaiabilitas $A(t)$. Avaiabilitas system (A), biasa disebut *limiting availability* diberikan oleh :
 - $A = \lim_{t \rightarrow \infty} A(t)$

Dengan menggunakan fungsi rata-rata waktu antar kerusakan dan rata-rata waktu kerusakan, fungsi

availabilitas system dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{\int_0^{\infty} t dF(t)}{\int_0^{\infty} t dF(t) + \int_0^{\infty} t dG(t)} \dots 3.63$$

Penggantian, perbaikan atau perawatan mesin karena memburuk dari waktu ke waktu telah dipelajari di banyak konteks [1]. Program pemeliharaan preventif dapat sangat sukses dalam meningkatkan kehandalan peralatan dan meminimalkan biaya pemeliharaan terkait [9]. pemeliharaan pencegahan (PM) terdiri dari tindakan-tindakan yang meningkatkan kondisi elemen sistem sebelum mereka gagal [10]. perawatan pencegahan adalah tindakan yang melibatkan pemeriksaan, servis, perbaikan atau penggantian fisik komponen mesin, pabrik dan peralatan dengan mengikuti jadwal yang ditentukan. Itu Aktivitas PM tidak mempengaruhi bagian elemen, tetapi memastikan bahwa elemen ini dalam kondisi operasi. Dalam hal ini elemen tetap 'jelek sudah tua.' [10]. Tujuan utama PMP adalah untuk mengurangi komponen fisik agar tidak rusak selama operasi normal dan kasus kegiatan perawatan tak terencana. Hal ini sangat penting dalam rangka mencapai lebih efisien dan ekonomis pabrik dan operasi peralatan. Menurut Worsham (2005), pemeliharaan preventif adalah kegiatan pemeliharaan yang direncanakan pabrik dan peralatan yang dirancang untuk meningkatkan kehidupan mesin dan menghindari aktivitas pemeliharaan tak terencana [11]. Ada beberapa studi yang dilakukan di daerah PMP. studi kasus di mana pemeliharaan preventif dilakukan pada saat mesin memburuk setelah mesin menghasilkan kuantitas manufaktur ekonomis [12]. pemeliharaan preventif dilakukan untuk menentukan pabrik dan ketersediaan dan kehandalan mesin. Ketersediaan mesin berarti kemampuan mesin untuk melaksanakan tugas kapan saja bilamana diperlukan. Di sisi lain, keandalan berarti kemampuan mesin untuk mengoperasikan dan melakukan dengan baik dalam periode waktu tertentu [9]. Menurut Anderson (2003), istilah pemeliharaan preventif mengarahkan pada beberapa aktivitas, yang mana melakukan [13]:

- (I) Untuk memprediksi terjadinya kegagalan komponen;
- (ii) Untuk mendeteksi kegagalan sebelum itu berdampak pada fungsi aset;

- (iii) Untuk memperbaiki atau mengganti aset sebelum kegagalan terjadi.

Ketersediaan adalah kemampuan aset untuk melakukan fungsinya ketika diprediksi. Ketersediaan biasanya diukur sebagai rata-rata waktu antara kegagalan (MTBF) untuk setiap sistem [14]. Pemeliharaan berpusatkan ketersediaan adalah sebuah proses yang dapat digunakan untuk menentukan apakah fisik aset terus berfungsi sesuai dengan tugas yang dirancang atau ditugaskan. Rekayasa ketersediaan, adalah kira-kira yang terkait dengan prediksi dan menghindari setiap kegagalan secara efektif dan pada saat yang sama, termasuk faktor biaya jika kegagalan diperbolehkan terjadi [14]. Setiap personel pemeliharaan harus mengetahui dan memahami operasi mesin dan selalu berusaha untuk meningkatkan ketersediaan mesin. dalam menghadapi masalah teknis, kompetensi personil pemeliharaan bisa muncul keluar dengan solusi dan alat ukur agar permasalahan tidak akan terulang kembali. Selain itu, mereka juga bertanggung jawab untuk melakukan kegiatan pemeliharaan yang ada dan mengambil tindakan korektif untuk memecahkan setiap masalah yang ada [7]. Pemeliharaan dengan penjadwalan juga menjadi indikator penting untuk mengendalikan dan memantau kegiatan pemeliharaan.

Jumlah pesanan dibagi dari jumlah total pekerjaan pemeliharaan terjadwal yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu (biasanya dalam seminggu). Normalnya, dalam sebagian besar, hasilnya diukur kurang dari 100 persen. Kinerja jadwal perawatan juga bisa didefinisikan sebagai persentase dari aktual penggunaan kapasitas mesin atau kapasitas mesin untuk memproduksi barang lebih dari satu tahun. Pekerjaan jadwal perbaikan adalah kegiatan pemeliharaan untuk memperbaiki komponen tertentu tanpa memperhatikan atau memperhitungkan kondisi mesin. Frekuensi kegiatan pemeliharaan ditentukan oleh total waktu komponen [14]. Untuk analisa program pemeliharaan preventive perlu menggunakan metode analisis matematis.

Metode analisis matematis digunakan untuk mengukur kinerja mesin dan mengevaluasi tingkat ketersediaan. Mesin yang terlibat dalam penelitian ini adalah Boiler. Analisis matematika dilakukan untuk menghitung nilai ketersediaan, tingkat

kegagalan, berarti waktu antara kegagalan (MTBF), dan berarti waktu untuk perbaikan (MTTR). Masing-masing persamaan (1), (2), (3) dan (4) digunakan untuk menghitung nilai ketersediaan (A), tingkat kegagalan (λ), yang berarti antara kegagalan (MTBF) dan waktu yang untuk perbaikan (MTTR).

- (1) Ketersediaan, $A = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$
- (2) LajuKegagalan, (λ) = $\lambda = \frac{\text{jumlah kegagalan antara perawatan}}{\text{Total waktu operasi antara perawatan (jam)}}$
- (3) AntaraKegagalan Mean Time, MTBF = $\frac{1}{\lambda}$
- (4) Mean Time UntukPerbaikan, MTTR = $\frac{\text{total waktu breakdown (jam)}}{\text{jumlah kegagalan}}$

Analisis Matematika dilakukan untuk menjelaskan dan menghitung kinerja mesin Boiler pada pabrik minyak kelapa sawit.

3. HASIL DAN ANALISA PENELITIAN

3.1. Analisa Hasil Penelitian

Kondisi operasi berdasarkan data dari pihak PT.Rohul Sawit Indah untuk Pipa Superheater boiler adalah temperature 250°C dan tekanan kerja 2,5 N/mm² dengan kondisi fluida mengalir pada temperature dan tekanan yang tinggi dengan waktu yang lama, maka akan terjadi degradasi dari pipa akibat pemanasan, juga terjadi erosi yang mengakibatkan penipisan ketebalan pipa. Selain itu reaksi antara uap air dengan pipa mengakibatkan terjadinya deposit didalam pipa, hal ini pun bila beroperasi dengan waktu yang lama akan mengakibatkan penurunan sifat material. Pada pipa Superheater mengalami pecah, dari hasil pengamatan kegagalan tersebut diakibatkan penurunan kekuatan material akibat kondisi operasi yang sama.

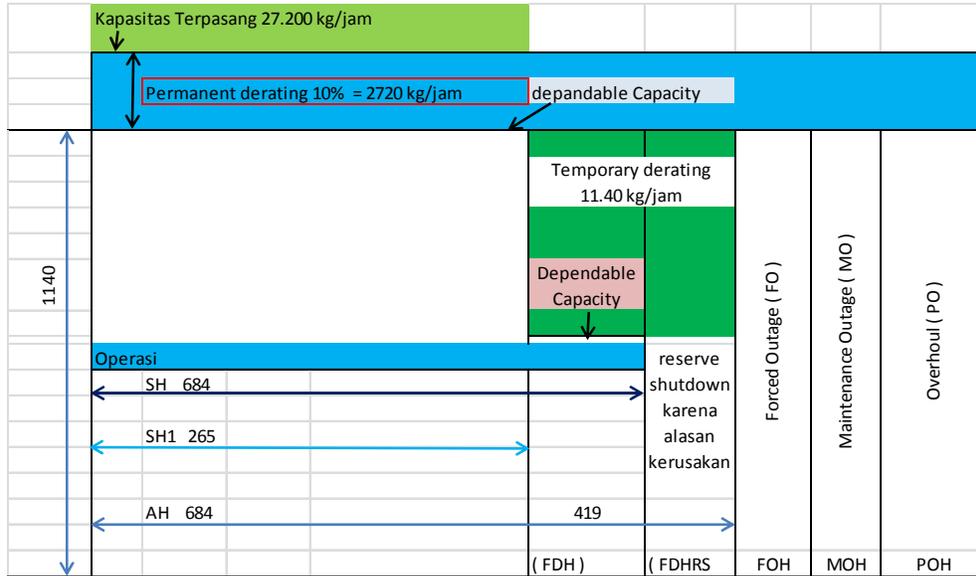
3.2. Analisa Availability Kinerja Boiler

Tujuan utama Availability adalah untuk mengurangi komponen fisik agar tidak rusak selama operasi normal dan kasus kegiatan perawatan tak terencana. Hal ini sangat penting dalam rangka mencapai lebih efisien dan ekonomis pabrik dan operasi peralatan.

- 3.2.1. Kinerja Mesin Yang Bisa Diukur
1. Equivalent Availability Factor (EAF)
 2. Capacity Factor (CF)
 3. Planned Outage Factor (POF)
 4. Operating Availability Factor (OAF)

5. Output Factor (OF)
6. Service Factor (SF)
7. Availability(A)
8. Performance Rate
9. Quality Rate

1. MenghitungEAF

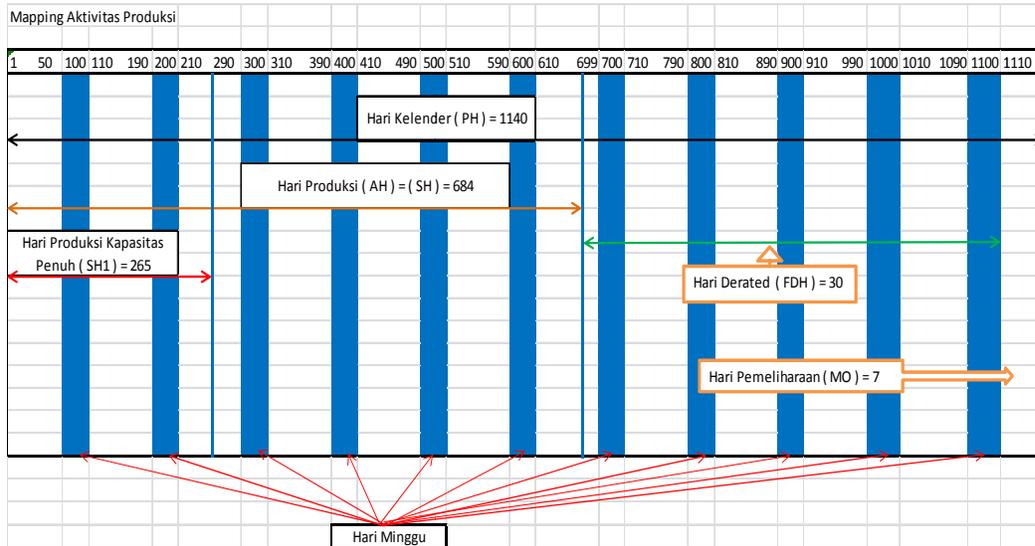


Dimana :

- PH = 1140 FDH = 419 FDHRS = 0
- AH = 684 POH = 30
- SH = 684 FOH = 0
- SH1 = 265 MOH = 7
- CAP = 27.200 – 11.450 = 15750 kg/jam

Aktivitas Boiler dan Superheater

Uraian	Hari	Hari	Produk(kg/jam)
Hari Kelender 1 Thn	456		
Jumlah Minggu		65	
Hari Pemeliharaan		7	
Hari Siap	419		54.400
Hari Produksi	419		54.400
Derated(25%)	30		5.440
Produk denganderated			48.960
Scrap			0
Real Produk			48.960



Menghitung Equivalent Availability Factor (EAF)

$$EAF = \frac{[(Max\ Capacity - derating) \times Availability\ time]}{Maximum \times periode\ time} \times 100\%$$

Jadi
$$EAF = \frac{[(CAP \times AH) - (0,25 \times CAP \times FDH)]}{CAP \times PH} \times 100\%$$

$$EAF = \frac{[(15750 \times 684) - (0,25 \times 15750 \times 419)]}{15750 \times 1140} \times 100\%$$

$$= \frac{[(10773000) - (1649812,5)]}{17955000} \times 100\% = 50,8\% = 0,508$$

Data – data lain padakerjasuperheater :

ProduksiBruto	816000	Kg/bln
KapasitasTerpasang	27200	Kg/jam
(jam)Periode	49,6	hari
ProdukCacat / UapBocor	0	Kg/jam
Jam KeluarTerancam	7	Hari
Jumlah Jam/HariPelayanan	29,74	Hari
(Jam)Derated(25%)	30	Hari

2. Menghitung Capacity Factor :

$$CF = \frac{\sum Produksi\ Bruto}{\sum Kapasitas\ Terpasang \times Jam\ periode} \times 100\%$$

$$CF = \frac{816000}{27.200 \times 50} \times 100\% = 60\% = 0,6$$

3. Mengetahui Plant Outage Factor :

$$POF = \frac{Jam\ keluar\ terencana \left(\frac{jam}{hari}\right)}{jam\ Periode \left(\frac{jam}{hari}\right)} \times 100\%$$

$$POF = \frac{7}{49,6} \times 100\% = 14\% = 0,14$$

4. Menghitung Operating Availability Factor :

$$OAF = \frac{\text{Jumlah} \frac{\text{Jam}}{\text{Hari}} \text{Pelayanan} + \frac{\text{Jam}}{\text{hari}} \text{Standby}}{\frac{\text{Jam}}{\text{hari}} \text{periode}} \times 100\%$$

$$OAF = \frac{29,74 + 0}{49,6} \times 100\% = 59,9\% = 0,60$$

5. Output Factor (OF) :

$$OF = \frac{\text{Produksi Bruto}}{\text{Kapasitas terpasang} \times \frac{\text{Jam}}{\text{hari}} \text{pelayanan}} \times 100\%$$

$$OF = \frac{816000}{27200 \times 29,74} \times 100\% = 100\% = 1$$

6. Service Factor (SF):

$$SF = \frac{\text{Jumlah} \frac{\text{Jam}}{\text{hari}} \text{pelayanan}}{\frac{\text{Jam}}{\text{hari}} \text{periode}} \times 100\%$$

$$SF = \frac{29,7}{49,6} \times 100\% = 59,8\% = 0,598$$

a. Performance Rate = Output Rate (OF) :

$$\text{Perf. Rate} = OF = \frac{\text{Design cycle time} \times \text{output}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

Atau

$$\text{Perf. Rate} = OF = \frac{\text{Produksi Bruto}}{\text{kapasitas terpasang} \times \frac{\text{Jam}}{\text{hari}} \text{pelayanan}} \times 100\%$$

$$\text{Perf. Rate} = OF = \frac{816000}{27200 \times 29,97} \times 100\% = 100\% = 1$$

b. Quality Rate :

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Production Input} - \text{Quality Defects}}{\text{production Input}} \times 100\%$$

$$\text{Quality Input} = \frac{816000 - 0}{816000} \times 100\% = 1$$

7. Overall Equipment Effectiveness(OEE) :

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 0,508 \times 1 \times 1 = 0,508 = 50,8\% \end{aligned}$$

Secara perusahaan prestasi ini adalah kurang baik, rate kategori baik di Jepang adalah 85%, namun untuk world class 99% (R. Keith Moudy dalam An introduction to predictive maintenance, second edition)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari analisa dan pembahasan data hasil penelitian terhadap Analisa Availability kinerja boiler, dapat disimpulkan sebagai berikut:

Penilaian diatas khusus untuk hanya dua tahun saja, penilaian kinerja umumnya adalah dalam periode dua tahun, hingga monitor perlu diteruskan pada bulan – bulan berikutnya, penilaian akhir setelah dua tahun anggaran penuh. Saat ini penilaian kinerja dalam satu tahun belum bisa ditetapkan, sebab dalam sisa 3 tahun mendatang apa saja bisa terjadi, mungkin penilaian akan sekitar yang dicapai sekarang, mungkin lebih kecil malah mungkin akan jauh lebih baik. dibandingkan dengan perusahaan sejenis dalam Industri, Nasional dan Global.

1. Untuk periode dua tahun dengan EAF sebesar 50.8% kualitas pemeliharaan adalah kurang baik perlu ditingkatkan.
2. Model gagalnya pipa Superheater tersebut adalah akibat beroperasi pada temperatur yang tinggi (*overheating*) dengan waktu operasi yang lama dan diikuti pelunakan (*anealing*) sehingga terjadi erosi oleh aliran uap dalam pipa yang menyebabkan penipisan pada pipa hingga pipa tidak bisa menahan beban kerja dan terjadi kegagalan (*Failure*).

4.2. Saran

Dari aspek ekonomi, sangat penting untuk mengetahui seberapa lama system untuk pipa beroperasi dengan baik sesuai dengan spesifikasi desain teknik, sebab jika waktu produksi dari sebuah peralatan dapat ditentukan secara tepat, maka nilai ekonomi dan investasi jangka panjang dari peralatan tersebut dapat pula ditentukan dengan lebih pasti, khususnya jika hal ini menimpa sistem yang sudah berumur (*aging*). Beberapa analisis yang disarankan untuk mengetahui performance *tube superheater* secara komprehensif antara lain:

1. Manajemen pemeliharaan dengan sistem quality control dan terdokumentasi dan ada reportnya.
2. Ketersediaan alat yang diorder propertiesnya harus sesuai standar yang telah ditetapkan.
3. Perlunya memperhatikan temperature kerja pada saat proses boiler bekerja.

4. Perlu dilakukan analisa komposisi kimia pada air umpan boiler secara periodik.

DAFTAR PUSTAKA

Angela V. Manolescu & P. Mayer "Structure And Composition Of Protective Magnetite On Boiler Tube". Present At Corrosion (NACE). Chicago, 1980

Mars G. Fontana "Corrosion Engineering" Third Edition, McGraw -Hill Book Company, New York, 1986.

Sri Widarto, "Karat Dan Pencegahannya" Cetakan Pertama PT Pratnya Paramitha, Jakarta, 1999.

R. Viswanathan "Damage Mechanisms And Life Assessment Of High Temperature Components "ASM International, Ohio 1989

David N. French, "Metallurgical Failures In Fossil Fired Boiler" Second Edition, John Wiley & Sons, Inc, New York 1993

D.N. Adnyana, "Logam dan Paduan". Bahan Kuliah Pasca Sarjana ISTN, Jakarta 1993.

Ari Satmoko, Agustus 2008 "Analisis Kualitatif Teknik Thermography Infra Merah Dalam Rangka Pemeliharaan Secara Prediktif Pada Pompa" Pdf, Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta, ISSN 1978-0176

Arief Haendra, 2007 "Analisa Kegagalan dan perhitungan Umur Teknis Tube Hingh Pressure Steam Waste Heat Boiler," Tesis ITB

Ahmad Kholid Alghofari, Much.Djunaidi, Amin Fauzan, Des 2006 "Perencanaan Pemeliharaan Mesin Ballmill Dengan Basis RCM" Pdf Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol.5 No.2

Asyari Daryus, *"Manajemen Pemeliharaan Mesin-Perawatan Industri"* Universitas Dharma Persada, Jakarta

Andrew K.S.Jardine, Phd, C.Eng,P.Eng *"Optimizing Maintenance and Replacement Decisions"* Department of Mechanical and Industrial Engineering University of Toronto King's College Road Toronto, Canada

Andrew K.S, Albert.H.C.Tsang, 2006*"Maintenance Replacement, and Reabilty Theory and Aplication"* CRC Press, Taylor & Francis Group