

# Analisis Sistem Penjadwalan Perawatan Mesin *Pulverizer* Unit 1 di PT. PJB Unit Pembangkitan Paiton

Irwan Santoso\*, Mustakim, Yustina Suhandini Tj.

Program Studi Teknik Industri, Universitas Panca Marga, Probolinggo, Indonesia

Email : yustina.upm@gmail.com, takimteknik@gmail.com

<sup>\*)</sup>Corresponding Author : irsantoso1901@gmail.com

## INFO ARTIKEL

### Article history

Received 25 Februari 2022

Revised 17 Maret 2022

Accepted 20 April 2022

Available Online 7 Juni 2022

### Kata Kunci

Perawatan

Komponen Kritis

*Mean Time Between failure (MTBF)*

Sistem Penjadwalan

## ABSTRAK

Dalam menentukan strategi sistem penjadwalan perawatan mesin diperlukan penerapan *failure mode and effect analysis (FMEA)* untuk menentukan komponen kritis, *mean time between failure (MTBF)* dan *mean time to repair (MTTR)* untuk mengetahui rata-rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan dan rata-rata waktu untuk melakukan perbaikan yang dibutuhkan oleh suatu komponen sistem penjadwalan mesin serta *availability* untuk melihat *line stop* ditinjau dari aspek *brackdown* saja.

Setelah dilakukan analisis dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa didapatkan 10 komponen kritis dari RPN yang terbesar pada mode kerusakan *line pyrite hopper* 1A bolong dan yang terendah adalah pada *sensor temp OB bering mtr mill* 1C rembes. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan *mean time between failure (MTBF)* dan *mean time to repair (MTTR)* didapatkan *availability* kecil yaitu 28% maka penjadwalan untuk mesin *pulverizer* berubah dari semula 2 minggu 2 kali, berubah menjadi 1 minggu 2 kali. maka perusahaan harus komitmen terhadap pemenuhan *preventive maintenance* pada mesin. Perusahaan perlu merubah jadwal kerja *preventive maintenance* yang sudah ada dengan jadwal yang baru.

## Pendahuluan

Dalam aktivitas produksi, kegiatan pemeliharaan memiliki peran yang penting untuk kelancaran kegiatan produksi. Kegiatan pemeliharaan mencakup seluruh aspek dari fasilitas produksi seperti mesin, peralatan dan gedung. Kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan kegiatan atau penyesuaian atau pergantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan (Assauri, Sofyan, 2008). Pemeliharaan fasilitas produksi membutuhkan manajemen yang baik agar pemeliharaan dapat berlangsung efektif dan efisien.

Manajemen pemeliharaan (*Maintenance Management*) dan kerekayasaan pemeliharaan (*Maintenance Engineering*) membutuhkan perhatian yang lebih karena dapat

meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya mesin untuk proses produksi. Dengan pemeliharaan yang teratur dapat diperkirakan kemungkinan-kemungkinan terjadinya kerusakan fasilitas produksi pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data pemeliharaan pada masa lalu. Adanya sistem yang dapat memprediksikan kemungkinan terjadinya kerusakan dapat mempermudah kegiatan pemeliharaan fasilitas produksi sehingga kerugian karena tidak berjalannya fasilitas produksi dapat dikurangi (Deni Suhara, 2012).

PT. PJB UP Paiton adalah salah satu unit pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menyuplai energi listrik dengan daya 800 Mega Watt. Bahan bakar utama pada pembangkit listrik tenaga uap adalah batu bara. Batu bara tersebut di gunakan sebagai bahan bakar untuk membuat panas di dalam *boiler*. *Coal handling system* merupakan *system* atau mesin yang

bekerja untuk mengangkut batu bara sebagai bahan bakar boiler. Di dalam *coal handling system* ada beberapa peralatan ataupun mesin yang bekerja di antaranya *Silo*, *Coal Feeder*, dan *Pulverizer*. *Silo* merupakan tempat penampungan batu bara sementara sebelum menuju *coal feeder*. *Coal feeder* adalah mesin yang berfungsi untuk mengatur aliran jumlah batu bara yang masuk ke *pulverizer*. Sedangkan *pulverizer* adalah alat untuk menggiling atau menghancurkan batubara sehingga menjadi halus, fungsi *pulverizer* untuk mengeringkan batu bara sehingga mudah dihaluskan dan dibakar atau menyaring batubara untuk memastikan bahwa batubara yang masuk kedalam *boiler* benar-benar halus.

Salah satu permasalahan yang ada di PJB UP Paiton ialah tingginya kegagalan pada mesin *pulverizer* yaitu 28 kali terjadi kegagalan, mesin *coal feeder* 12 kali terjadi kegagalan, dan *Silo* 4 kali terjadi kegagalan.

**Tabel 1.** Data Kegagalan Disetiap Mesin

| No. | Job Work           | November 2018 – April 2019 | % <i>acumulative</i> |
|-----|--------------------|----------------------------|----------------------|
| 1.  | <i>Pulverizer</i>  | 28                         | 64%                  |
| 2.  | <i>Coal Feeder</i> | 12                         | 91%                  |
| 3.  | <i>Silo</i>        | 4                          | 100%                 |

**Tabel 2.** Job Work Maintenance

| NO | JOB WORK           | NOVEMBER |   |   |   | DESEMBER |   |   |   | JANUARI |   |   |   | FEBRUARI |   |   |   | MARET |   |   |   | APRIL |   |   |   |
|----|--------------------|----------|---|---|---|----------|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|
|    |                    | 1        | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 |
| 1  | <i>Pulverizer</i>  |          |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |
| 2  | <i>Coal Feeder</i> |          |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |
| 3  | <i>Silo</i>        |          |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |

Sumber : Data PT. PJB UP Paiton

Berdasarkan data diatas mesin *pulverizer* dilakukan setiap 2 minggu 2 kali, *coal feeder* 3 minggu 2 kali dan *silo* 4 minggu 2 kali. Jadwal yang sudah ada dipandang tidak efektif dalam perbaikan mesin sehingga perlu dilakukan perubahan jadwal kerja untuk jenis mesin *pulverizer*.

Salah satu pendekatan yang digunakan untuk menanggulangi permasalahan yang terjadi pada sistem penjadwalan PJB UP Paiton adalah dengan dilakukan perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) untuk mengetahui rata – rata

Sumber : Data PT. PJB UP Paiton

Berdasarkan data dari bulan November 2018 – April 2019 didapatkan sebanyak 28 kali mesin *pulverizer* mengalami kegagalan. Angka tersebut sangat besar dalam kurun waktu 6 bulan mesin beroperasi mengalami kegagalan. Sehingga diperlukan metode FMEA untuk mengetahui potensi penyebab kerusakan pada mesin untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menentukan komponen kritis pada mesin. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan suatu prosedur terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan *failure mode* (Satmiko, 2014) serta untuk mengetahui mesin-mesin dan komponen mesin mana saja yang menjadi penyebab utama paling sering terjadi kegagalan sehingga mengakibatkan terhambatnya proses produksi di mesin.

Selain itu faktor-faktor penunjang untuk memproduksi energi listrik juga harus diperhatikan seperti dengan adanya sistem penjadwalan perawatan mesin yang baik adalah dimana sistem penjadwalan yang dibentuk harus bisa menjadi tolak ukur sebuah performa mesin ketika sedang beroperasi.

Berikut ini adalah sistem penjadwalan *coal handling system* unit 1 dari bulan November 2018 – April 2019.

waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan dan rata-rata waktu untuk melakukan perbaikan yang dibutuhkan oleh suatu komponen serta *Availability* untuk melihat *line stop* ditinjau dari aspek *Brackdown* saja (Kurniawan, 2013).

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti ingin melakukan penelitian terhadap sistem penjadwalan perawatan mesin di PT. PJB UP Paiton, dengan mengintegrasikan 3 metode yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Mean Time Between Failure* (MTBF), and *Mean Time to Repair* (MTTR) dengan harapan

memperbaiki sistem penjadwalan perawatan mesin sehingga meningkatkan performa mesin.

### Analisis Sistem

Analisis sistem adalah penguraian dari sistem informasi yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan, kesempatan-kesempatan, hambatan-hambatan yang terjadi, dan kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikannya (Nurmansyah, 2017).

### Penjadwalan Perawatan

Penjadwalan perawatan adalah rencana kerja yang tersusun dan saling terkait satu sama lainnya dengan berbasis waktu guna mengefektifkan kerja, sehingga akan diperoleh hasil yang baik berdampak pada laju produktivitas. Sedangkan perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dan memperbaikinya sampai pada suatu kondisi yang dapat diterima. Merencanakan memiliki arti sebagai proses pemilihan informasi dan pembuatan asumsi mengenai keadaan di masa yang akan datang guna mengembangkan lintasan kegiatan perawatan, reparasi, dan pekerjaan *overhaul*.

### Sistem Perawatan

Perawatan (*maintenance*) adalah kegiatan pendukung utama yang bertujuan untuk menjamin kelangsungan peranan (fungsional) suatu sistem produksi (peralatan, mesin) sehingga pada saat dibutuhkan dapat dipakai sesuai kondisi yang diharapkan. Menurut Fajar Kurniawan (2013) Perawatan (*maintenance*) adalah aktivitas pemeliharaan, perbaikan pengantian, pembersihan, penyetelan dan pemeriksaan terhadap objek yang dirawat. Konsep ini berawal dari keinginan manusia untuk memperoleh kenyamanan dan keamanan terhadap objek yang dimilikinya, sehingga dapat memenuhi kebutuhan manusia, dapat berfungsi dengan baik dan dapat bertahan dalam jangka waktu yang diinginkan. Hal ini dapat dicapai antara lain dengan melakukan perencanaan dan penjadwalan tindakan perawatan dengan tetap memperhatikan fungsi pendukungnya serta dengan memperhatikan kriteria minimasi ongkos. Peranan perawatan baru akan sangat terasa apabila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat dioperasikan lagi.

### Failure Method and Effect Analysis

FMEA (*failure mode and effect analysis*) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu.

### Performance Maintenance

#### 1. Reliability

Adalah dimana peralatan dapat beroperasi dibawah keadaan normal dengan baik. Menurut Renty (2014), *reliability* atau tingkat keandalan merupakan probabilitas dari sebuah mesin atau peralatan untuk tidak mengalami kerusakan selama proses berlangsung. *Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah rata-rata antar kegagalan atau rata-rata waktu beroperasinya komponen, subsistem, atau sistem tanpa mengalami kegagalan (Armin, 2016). MTBF ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan jumlah/frekuensi kegagalan pengoperasian mesin karena breakdown. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

$$MTBF = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

#### 2. Maintainability

Adalah suatu usaha dan biaya untuk melakukan perawatan (pemeliharaan). Suatu pengukuran dari *maintainability* adalah *Mean Time to Repair* (MTTR) merupakan rata-rata waktu suatu komponen mengalami perbaikan (Luh, 2015).

$$MTTR = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

Dimana *Breakdown Time* adalah termasuk waktu menunggu untuk *repair*, waktu yang terbuang untuk melakukan *repair*, waktu yang terbuang untuk melakukan pengelasan dan mendapatkan peralatan yang siap untuk mulai beroperasi. *Breakdown* terjadi ketika mesin mengalami kerusakan, dimana kerusakan dapat mempengaruhi kemampuan mesin secara keseluruhan dan menyebabkan penurunan hasil dari proses dan mempengaruhi kualitas dari produk (Lukmandani, 2011).

#### 3. Availability

Menurut Heru (2014) *availability* adalah proporsi dari waktu peralatan/mesin yang sebenarnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan dengan waktu yang ditargetkan

seharusnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan. Atau dengan definisi lain bahwa *availability* adalah ratio untuk melihat *line stop* ditinjau dari aspek *breakdown* saja. Satu pengukuran dari *availability* (A) adalah:

$$A = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

## Metode

### Tahap Pendahuluan

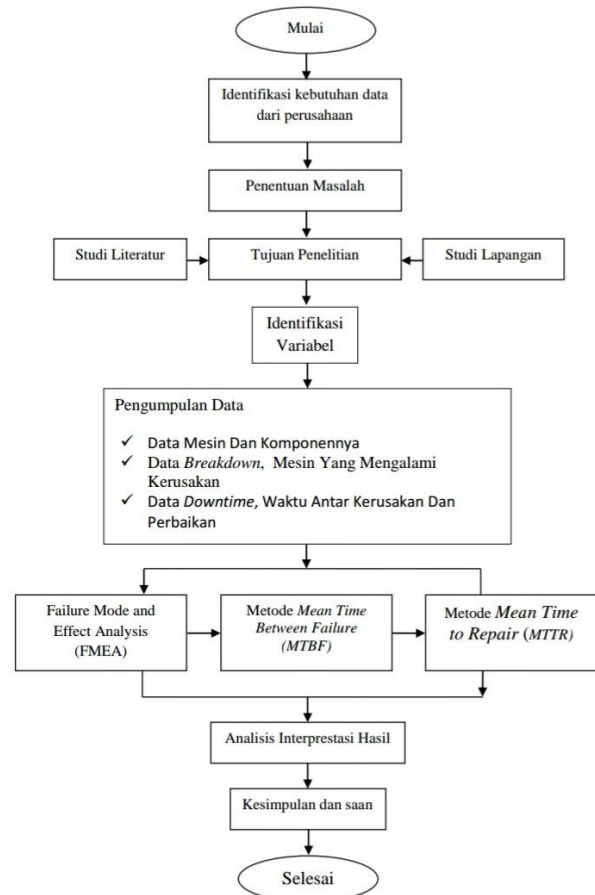
Tahap pendahuluan terdiri dari empat langkah utama yaitu pengamatan awal, perumusan masalah, menentukan tujuan penelitian dan menentukan batasan masalah. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan tinjauan ke perusahaan yang dijadikan tempat penelitian. Tempat penelitian yang dipilih adalah PT PJB UP Paiton. Langkah kedua yang harus dilakukan adalah merumuskan masalah yang akan dianalisis. Permasalahan yang akan dianalisis adalah resiko kerusakan terhadap mesin. Langkah ketiga yang harus dilakukan adalah menentukan tujuan yang akan dicapai dari penelitian yang dilakukan. Langkah keempat yang harus dilakukan adalah menentukan batasan masalah dari penelitian yang dilakukan.

### Kerangka Pikir

Kerangka pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini untuk menggambarkan sistem penjadwalan perawatan mesin dan untuk mengetahui berapa waktu dan berapa banyak kegagalan yang terjadi yang dibutuhkan untuk merawat sebuah mesin di PT. PJB UP Paiton.

Penelitian diawali dengan mengambil data dari perusahaan untuk kebutuhan analisis FMEA, MTBF dan proses MTTR, dilanjutkan dengan studi literatur dan studi lapangan untuk menentukan tujuan dari proses perbaikan mesin. Selanjutnya pengumpulan data, data yang akan diteliti meliputi : data mesin beserta komponennya, data *breakdown*, mesin yang mengalami kerusakan, data *downtime*, waktu antar kerusakan dan perbaikan, total *operation time*, total waktu mesin beroperasi, frekuensi *breakdown*, rincian frekuensi mesin yang mengalami kerusakan, *breakdown time*, waktu kerusakan mesin, *loading time*, hasil dari pembagian total *operation time* dengan frekuensi *breakdown*. Penelitian ini menggunakan tiga metode yaitu FMEA, MTBF dan MTTR dimana FMEA untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Setelah data terkumpul selanjutnya menentukan nilai RPN dengan cara menentukan *Rating Severity* (S), *Rating Detection* (D), dan *Rating Occurance*

(O). Hasil dari nilai RPN untuk menentukan resiko kritis, sedangkan MTBF berfungsi untuk mengetahui nilai rata-rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan dan MTTR mengetahui nilai rata-rata waktu untuk melakukan perbaikan yang dibutuhkan oleh suatu komponen. Diilustrasikan berdasarkan pada kerangka berikut ini :



Gambar 1. Kerangka Berpikir

## Hasil & Pembahasan

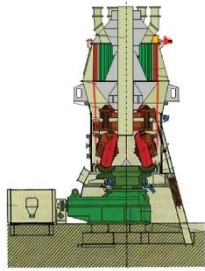
### Proses Operasi *Pulverizer*

*Pulverizer* atau *Mill* adalah alat yang digunakan untuk memecah dan menghancurkan bongkahan batubara menjadi tepung halus yang terdiri dari 3 buah *grinder* dan 1 *bowl* sehingga lebih mudah dalam proses pembakaran di *boiler*.

Fungsi *mill* (*pulverizer*) pada sistem bahan bakar batubara adalah menggiling/menghaluskan bongkahan-bongkahan batubara sehingga menjadi bubuk batubara. Bubuk batubara (*Pulverized Fuel*) mempunyai ukuran sekitar 200 *Mesh*.

Tujuan menggiling batubara adalah membuat luas permukaan bubuk batubara menjadi besar, sehingga dalam proses pembakaran antara batubara dan udara lebih

homogen dan pembakaran menjadi lebih sempurna.



**Gambar 2.** Mesin *Pulverizer*

*Pulverizer* terdiri dari 8 komponen terbesar yaitu :

1. Motor  
Penggerak *mill* berfungsi sebagai penggerak *Gerbox Mill*.
2. *Mill Gearbox*  
Alat yang merubah gerak motor menjadi gerak putar.
3. *Hot Air Inlet Mill*  
Saluran masuk udara panas.
4. *Grinding Rollers*  
Alat yang berfungsi untuk menghancurkan batubara.
5. *Spring*  
Alat yang mengatur *clearance grinding*.
6. *Dynamic Classifier*  
Alat yang menyaring kehalusan batu bara.
7. *Coal Inlet Pipe*  
Sisi masuk batubara kasar.
8. *Coal Outlet Pipe*

Sisi keluar batubara halus.

Salah satu permasalahan yang ada di PT. PJB UP Paiton ialah kegagalan 3 mesin yang ada pada *coal handling system*, diilustrasikan pada tabel berikut ini :

**Tabel 3.** Data Kegagalan di Setiap Mesin

| No | Job work           | November 2018 – April 2019 | %<br><i>acumu-<br/>lative</i> |
|----|--------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1. | <i>Pulverizer</i>  | 28                         | 64%                           |
| 2. | <i>Coal Feeder</i> | 12                         | 91%                           |
| 3. | <i>Silo</i>        | 4                          | 100%                          |

Sumber : Sata PT. PJB UP Paiton

Berdasarkan tabel 4.1 diperoleh data dari bulan November 2018 – Juni 2019 didapatkan sebanyak 28 kali mesin *pulverizer* mengalami kegagalan. Angka tersebut sangat besar dalam kurun waktu 6 bulan mesin beroperasi mengalami kegagalan.

### Pengolahan Data FMEA

Berdasarkan data-data yang didapatkan akan dilanjutkan proses analisis FMEA untuk menentukan komponen kritis. Adapun langkah-langkah pembuatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dapat dilihat pada Tabel 4.

Selanjutnya dilakukan penentuan komponen kritis, ditentukan sepuluh urutan tertinggi RPN. Sepuluh urutan tertinggi RPN dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 4.** Analisis Fmea Nilai RPN Mesin *Pulverizer*

| No. | Failure   | Failure Mode                 | Failure effect                        | S | O | D | RPN |
|-----|---|------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|-----|
| 1   | Sensor temp OB bering mtr <i>mill</i> 1C rembes       | Panas/Alarm                  | <i>Trip</i>                           | 7 | 8 | 3 | 168 |
| 2   | Sensor temp IB bering mtr <i>mill</i> 1A rembes       | Panas/Alarm                  | <i>Trip</i>                           | 7 | 8 | 3 | 168 |
| 3   | <i>Bearing</i> temp I/B motor <i>mill</i> 1B abnormal | Kurang Pelumas               | Kebakaran                             | 9 | 2 | 8 | 144 |
| 4   | <i>Spring adjuster grinder mill</i> 1D menderit       | Kotor di Ruang <i>Spring</i> | Bising                                | 2 | 3 | 4 | 24  |
| 5   | Sensor temp OB bering mtr <i>mill</i> 1E rembes       | Panas/Alarm                  | <i>Trip</i>                           | 7 | 8 | 3 | 168 |
| 6   | <i>Spray pyrites hopper</i> 1C patah                  | Batu Bara Menumpuk           | Batu Bara Menumpuk                    | 6 | 4 | 5 | 120 |
| 7   | <i>Strainer Lub. Oil Mill</i> 1D kotor                | Oil Kotor                    | Alarm                                 | 6 | 2 | 2 | 24  |
| 8   | <i>Supply udara CAG Mill</i> 1E bocor                 | Panas                        | Temperatur Panas                      | 6 | 4 | 5 | 120 |
| 9   | <i>Coal Pipe Victaulic</i> 1D <i>Corner</i> 4 bocor   | Batu Bara Keluar             | Batu bara keluar mencemari lingkungan | 8 | 1 | 7 | 56  |
| 10  | <i>Scrapper Mill</i> 1D putus 2 buah                  | Batu Bara Menumpuk           | Batu Bara Menumpuk                    | 6 | 4 | 5 | 120 |

| No.    | Failure                                  | Failure Mode                  | Failure effect        | S | O | D | RPN  |
|--------|--|-------------------------------|-----------------------|---|---|---|------|
| 11     | Temp coal pipe mill 1B corner 1 abnormal | Kurang Pelumas                | Kebakaran             | 9 | 2 | 8 | 144  |
| 12     | Gland packing ulve No.3 Mill 1B Bocor    | Kebocoran Uap                 | Temperatur Panas      | 6 | 6 | 5 | 180  |
| 13     | Line Pyrite Hopper 1A Bolong             | Menyumbat Lubang              | Temperatur Panas      | 6 | 8 | 7 | 336  |
| 14     | Line Pyrite Hopper 1D Bolong             | Menyumbat Lubang              | Temperatur Panas      | 6 | 8 | 7 | 336  |
| 15     | Grating pyrite hopper 1D rusak           | Menyumbat Lubang              | mesin tak berfungsi   | 8 | 1 | 7 | 56   |
| 16     | Line pyrites hopper 1A menuju SSC buntu  | Batu bara Tumpah              | Temperatur Panas      | 6 | 7 | 6 | 252  |
| 17     | Gland packing ulve No.3 Mill 1E Bocor    | Kebocoran Uap                 | Temperatur Panas      | 6 | 6 | 5 | 180  |
| 18     | Packing Mill isolation valve 1C bocor    | Packingnya UAS                | Temperatur Panas      | 6 | 2 | 6 | 72   |
| 19     | Line pyrites hopper 1C menuju SSC buntu  | Batu bara Tumpah              | Temperatur Panas      | 6 | 7 | 6 | 252  |
| 20     | Line Pyrite Hopper 1E Bolong             | Menyumbat Lubang              | Temperatur Panas      | 6 | 8 | 7 | 336  |
| 21     | Mill 1D ampere tinggi dan pyrite banyak  | Tutu Vane While Banyak Lubang | Menyumbat Lubang      | 2 | 2 | 5 | 20   |
| 22     | Line Pyrites Hopper 1E Menuju SSC Buntu  | Batu bara Tumpah              | Temperatur Panas      | 6 | 7 | 6 | 252  |
| 23     | Hot air gate mill 1B macet               | Terkontaminasi Debu           | Temperatur Panas      | 6 | 2 | 5 | 60   |
| 24     | Drain trap inerting mill 1C ngowos       | SWG Rusak                     | Akan Keluar Uap Panas | 6 | 2 | 6 | 72   |
| 25     | DP bowl mill 1D hunting                  | Bulring Pecah                 | Internal Combution    | 8 | 1 | 7 | 56   |
| 26     | Sensor temp IB bering mtr mill 1B rembes | Panas/Alarm                   | Trip                  | 7 | 8 | 3 | 168  |
| 27     | Sensor temp IB bering mtr mill 1B rembes | Panas/Alarm                   | Trip                  | 7 | 8 | 3 | 168  |
| 28     | Line Pyrite Hopper 1C Bolong             | Menyumbat Lubang              | Temperatur Panas      | 6 | 8 | 7 | 336  |
| Jumlah |  |                               |                       |   |   |   | 4388 |

**Tabel 5.** Sepuluh Urutan Tertinggi RPN

| No | Failure                                 | Failure Mode     | Failure effect   | S | O | D | RPN |
|----|---|------------------|------------------|---|---|---|-----|
| 1  | Line Pyrite Hopper 1A Bolong            | Menyumbat Lubang | Temperatur Panas | 6 | 8 | 7 | 336 |
| 2  | Line Pyrite Hopper 1D Bolong            | Menyumbat Lubang | Temperatur Panas | 6 | 8 | 7 | 336 |
| 3  | Line Pyrite Hopper 1E Bolong            | Menyumbat Lubang | Temperatur Panas | 6 | 8 | 7 | 336 |
| 4  | Line Pyrite Hopper 1C Bolong            | Menyumbat Lubang | Temperatur Panas | 6 | 8 | 7 | 336 |
| 5  | Line pyrites hopper 1A menuju SSC buntu | Batu bara Tumpah | Temperatur Panas | 6 | 7 | 6 | 252 |
| 6  | Line pyrites hopper 1C menuju SSC buntu | Batu bara Tumpah | Temperatur Panas | 6 | 7 | 6 | 252 |
| 7  | Line Pyrites Hopper 1E Menuju SSC Buntu | Batu bara Tumpah | Temperatur Panas | 6 | 7 | 6 | 252 |

| No | Failure                                  | Failure Mode  | Failure effect   | S | O | D | RPN |
|----|--|---------------|------------------|---|---|---|-----|
| 8  | Gland packing vlve No.3 Mill 1B Bocor    | Kebocoran Uap | Temperatur Panas | 6 | 6 | 5 | 180 |
| 9  | Gland packing vlve No.3 Mill 1E Bocor    | Kebocoran Uap | Temperatur Panas | 6 | 6 | 5 | 180 |
| 10 | Sensor temp OB bering mtr mill 1C rembes | Panas / Alarm | Trip             | 7 | 8 | 3 | 168 |

**Pengolahan Data MTBF dan MTTR**

Berikut ini adalah Sistem penjadwalan *coal*

*handling system* unit 1 dari bulan November 2018–April 2019 sebelum dianalisis.

**Tabel 6. Job Work Maintenance**

| NO | JOB WORK           | NOVEMBER |   |   |   | DESEMBER |   |   |   | JANUARI |   |   |   | FEBRUARI |   |   |   | MARET |   |   |   | APRIL |   |   |   |
|----|--------------------|----------|---|---|---|----------|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|
|    |                    | 1        | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 |
| 1  | <i>Pulverizer</i>  |          |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |
| 2  | <i>Coal Feeder</i> |          |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |
| 3  | <i>Silo</i>        |          |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |

**Tabel 7. *Pulverizer* Unit 1 November 2018 – April 2019 Dengan Menggunakan Metode MTBF dan MTTR**

| No | Tanggal    | <i>Pulverizer</i> System | Problem                                  | Action                                | Perawatan mesin 2 minggu 2 x | Kegagalan/ bulan | Operation Time | Call Time | Start Time | End Time | Work Time |
|----|------------|--------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|------------------|----------------|-----------|------------|----------|-----------|
| 1  | 2/11/2018  | <i>Pulverizer 1C</i>     | Sensor temp OB bering mtr mill 1C rembes | penggantian seal                      |                              |                  | 19             | 8:45      | 9:00       | 14:00    | 300       |
| 2  | 9/11/2018  | <i>Pulverizer 1A</i>     | Sensor temp IB bering mtr mill 1A rembes | penggantian seal                      | 2                            |                  | 17             | 7:35      | 7:45       | 14:45    | 420       |
| 3  | 16/11/2018 | <i>Pulverizer 1B</i>     | Bearing temp l/B motor mill 1B abnormal  | penyemprotan udara                    |                              | 4                | 16             | 9:00      | 10:00      | 15:00    | 300       |
| 4  | 25/11/2018 | <i>Pulverizer 1D</i>     | Spring adjuster grinder mill 1D menderit | Adjust grinder                        | 2                            |                  | 17             | 7:35      | 7:45       | 14:45    | 420       |
| 5  | 4/12/2018  | <i>Pulverizer 1E</i>     | Sensor temp OB bering mtr mill 1E rembes | penggantian seal                      | 2                            |                  | 17             | 7:20      | 7:30       | 14:30    | 420       |
| 6  | 9/12/2018  | <i>Pulverizer 1C</i>     | Spray pyrites hopper 1C patah            | pengelasan spray pyrites hopper 1C    |                              |                  | 18             | 8:50      | 9:00       | 15:00    | 360       |
| 7  | 18/12/2018 | <i>Pulverizer 1D</i>     | Strainer Lub. Oil Mill 1D Kotor          | Penggantian filter lube oil mill 1D   | 2                            | 5                | 17             | 7:15      | 7:25       | 14:25    | 420       |
| 8  | 23/12/2018 | <i>Pulverizer 1E</i>     | Supply udara CAG Mill 1E bocor           | Pengelasan pipa line supply udara CAG |                              |                  | 17             | 7:40      | 7:50       | 14:50    | 420       |
| 9  | 27/12/2018 | <i>Pulverizer 1D</i>     | Coal Pipe Victaulic 1D Corner 4 bocor    | penambalan dan pengelasan             | 0                            |                  | 0              | 0:00      | 0:00       | 0:00     | 0         |
| 10 | 5/1/2019   | <i>Pulverizer 1D</i>     | Scrapper Mill 1D putus 2 buah            | Pengelasan scrapper mill 1D           | 2                            |                  | 18             | 9:45      | 10:00      | 16:00    | 360       |
| 11 | 10/1/2019  | <i>Pulverizer 1B</i>     | Temp coal pipe mill 1B corner 1 abnormal | internal combustion                   |                              | 5                | 17             | 8:00      | 8:10       | 15:10    | 420       |
| 12 | 17/1/2019  | <i>Ppulverizer 1B</i>    | Gland packing vlve No.3 Mill 1B Bocor    | penggantian packing mill              | 2                            |                  | 17             | 8:45      | 9:00       | 16:00    | 420       |

| No    | Tanggal   | <i>Pulverizer System</i> | <i>Problem</i>                                | <i>Action</i>                       | Perawatan mesin<br>2 minggu 2 x | Kegagalan/<br>bulan | <i>Operation Time</i> | <i>Call Time</i> | <i>Start Time</i> | <i>End Time</i> | <i>Work Time</i> |
|-------|-----------|--------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| 13    | 25/1/2019 | <i>Pulverizer 1A</i>     | Line Pyrite Hopper 1A Bolong                  | penambalan dan pengelasan           |                                 |                     | 18                    | 14:50            | 15:15             | 21:15           | 360              |
| 14    | 28/1/2019 | <i>Pulverizer 1D</i>     | Pyrite Hopper 1D Bolong                       | penambalan dan pengelasan           | 0                               |                     | 0                     | 0:00             | 0:00              | 0:00            | 0                |
| 15    | 6/2/2019  | <i>Pulverizer 1D</i>     | Grating pyrite hopper 1D rusak                | penggantian greating pyrites hopper | 2                               |                     | 6                     | 7:00             | 15:00             | 23:00           | 480              |
| 16    | 13/2/2019 | <i>Pulverizer 1A</i>     | Line pyrites hopper 1A menuju SSC buntu Gland | Disegrok dan halep dicek            |                                 | 4                   | 17                    | 7:15             | 7:45              | 14:45           | 420              |
| 17    | 20/2/2019 | <i>Pulverizer 1E</i>     | packing vlve No.3 Mill 1E Bocor Packing Mill  | penggantian packing mill            | 2                               |                     | 19                    | 15:00            | 15:10             | 20:10           | 300              |
| 18    | 25/2/2019 | <i>Pulverizer 1C</i>     | isolation valve 1C bocor                      | penggantian packing mill            |                                 |                     | 16                    | 7:15             | 7:25              | 15:25           | 480              |
| 19    | 3/3/2019  | <i>Pulverizer 1C</i>     | Line pyrites hopper 1C menuju SSC buntu       | Disegrok dan halep dilecek          | 2                               |                     | 19                    | 9:45             | 10:00             | 15:00           | 300              |
| 20    | 12/3/2019 | <i>Pulverizer 1E</i>     | Pyrite Hopper 1E Bolong                       | penambalan dan pengelasan           |                                 |                     | 17                    | 8:00             | 8:10              | 15:10           | 420              |
| 21    | 16/3/2019 | <i>Pulverizer 1D</i>     | ampere tinggi dan pyrite banyak               | Pengecekan innerpart mill           | 2                               | 5                   | 18                    | 14:50            | 15:15             | 21:15           | 360              |
| 22    | 22/3/2019 | <i>Pulverizer 1E</i>     | Line Pyrites Hopper 1E Menuju SSC Buntu       | Disegrok dan halep dicek            |                                 |                     | 16                    | 7:40             | 8:00              | 15:00           | 480              |
| 23    | 27/3/2019 | <i>Pulverizer 1B</i>     | Hot air gate mill 1B macet                    | Dilecek                             | 0                               |                     | 0                     | 0:00             | 0:00              | 0:00            | 0                |
| 24    | 1/4/2019  | <i>Pulverizer 1C</i>     | Drain trap inerting mill 1C ngowos            | Perbaikan drian trap steam (Adjust) | 2                               |                     | 16                    | 7:45             | 15:00             | 16:00           | 60               |
| 25    | 13/4/2019 | <i>Pulverizer 1D</i>     | DP bowl mill 1D hunting                       | pengambilan batu bara               |                                 |                     | 20                    | 8:20             | 8:30              | 12:30           | 240              |
| 26    | 20/4/2019 | <i>Pulverizer 1B</i>     | Sensor temp IB bering mtr mill 1B rembes      | penggantian seal                    | 2                               | 5                   | 19                    | 9:00             | 9:10              | 14:10           | 300              |
| 27    | 26/4/2019 | <i>Pulverizer 1E</i>     | Sensor temp IB bering mtr mill 1B rembes      | penggantian seal                    |                                 |                     | 17                    | 7:11             | 7:20              | 14:20           | 420              |
| 28    | 28/4/2019 | <i>Pulverizer 1C</i>     | Line Pyrite Hopper 1C Bolong                  | penambalan dan pengelasan           | 0                               |                     | 0                     | 0:00             | 0:00              | 0:00            | 0                |
| TOTAL |           |                          |   |                                     |                                 |                     | 408                   |                  |                   |                 | 10080            |

Dengan didapatkannya total *operation time* maka untuk perhitungan MTBF adalah:

$$MTBF = \frac{408}{28} = 14,6 \text{ jam}$$

$$MTTR = \frac{10080}{28} = 360 \text{ Menit/6 jam}$$

$$Availability = \frac{408}{14,6} \times 100\% = 27,9\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan hasil sebagai berikut :



**Tabel 8.** Hasil perhitungan MTBF, MTTR, dan *Availability*

| PERIODE                   | MTBF     | MTTR      | AVAILABILITY |
|---------------------------|----------|-----------|--------------|
| November 2018- April 2019 | 14,6 Jam | 360 Menit | 27,9 %       |

**Hasil Perhitungan Perbaikan Data**

Karena jadwal yang sudah ada dipandang tidak efektif yaitu didapatkan *availability* 27,9 % dalam perbaikan mesin sehingga perlu dilakukan perubahan jadwal kerja untuk jenis

mesin *pulverizer* yang semula dilakukan perawatan 2 minggu 2 kali dijadikan 1 minggu 2 kali. Selanjutnya dilakukan perhitungan MTBF dan MTTR berdasarkan tabel data sebagai berikut :

**Tabel 9.** Kegagalan MC *Pulverizer* Unit 1 November 2018 – April 2019 Dengan Menggunakan Metode MTBF dan MTTR

| No | Tanggal    | <i>Pulverizer System</i> | <i>Problem</i>                           | <i>Action</i>                         | Perawatan mesin<br>1 minggu 2 x | Kegagalan/bulan | <i>Operation Time</i> | <i>Call Time</i> | <i>Start Time</i> | <i>End Time</i> | <i>Work Time</i> |
|----|------------|--------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| 1  | 2/11/2018  | <i>Pulverizer 1C</i>     | Sensor temp OB bering mtr mill 1C rembes | penggantian seal                      | 1                               |                 | 19                    | 8:45             | 9:00              | 14:00           | 300              |
| 2  | 9/11/2018  | <i>Pulverizer 1A</i>     | Sensor temp IB bering mtr mill 1A rembes | penggantian seal                      | 1                               | 4               | 17                    | 7:35             | 7:45              | 14:45           | 420              |
| 3  | 16/11/2018 | <i>Pulverizer 1B</i>     | Bearing temp I/B motor mill 1B abnormal  | penyemprotan udara                    | 1                               |                 | 16                    | 9:00             | 10:00             | 15:00           | 300              |
| 4  | 25/11/2018 | <i>Pulverizer 1D</i>     | Spring adjuster grinder mill 1D menderit | Adjust grinder                        | 1                               |                 | 17                    | 7:35             | 7:45              | 14:45           | 420              |
| 5  | 4/12/2018  | <i>Pulverizer 1E</i>     | Sensor temp OB bering mtr mill 1E rembes | penggantian seal                      | 1                               |                 | 17                    | 7:20             | 7:30              | 14:30           | 420              |
| 6  | 9/12/2018  | <i>Pulverizer 1C</i>     | Spray pyrites hopper 1C patah            | pengelasan spray pyrites hopper 1C    | 1                               |                 | 18                    | 8:50             | 9:00              | 15:00           | 360              |
| 7  | 18/12/2018 | <i>Pulverizer 1D</i>     | Strainer Lub. Oil Mill 1D Kotor          | Penggantian filter lube oil mill 1D   | 1                               | 5               | 17                    | 7:15             | 7:25              | 14:25           | 420              |
| 8  | 23/12/2018 | <i>Pulverizer 1E</i>     | Supply udara CAG Mill 1E bocor           | Pengelasan pipa line supply udara CAG | 1                               |                 | 17                    | 7:40             | 7:50              | 14:50           | 420              |
| 9  | 27/12/2018 | <i>Pulverizer 1D</i>     | Coal Pipe Victaulic 1D Corner 4 bocor    | penambalan dan pengelasan             | 1                               |                 | 16                    | 7:15             | 7:25              | 15:25           | 480              |
| 10 | 5/1/2019   | <i>Pulverizer 1D</i>     | Scraper Mill 1D putus 2 buah             | Pengelasan scrapper mill 1D           | 1                               |                 | 18                    | 9:45             | 10:00             | 16:00           | 360              |
| 11 | 10/1/2019  | <i>Pulverizer 1B</i>     | Temp coal pipe mill 1B corner 1 abnormal | internal combustion                   | 1                               |                 | 17                    | 8:00             | 8:10              | 15:10           | 420              |
| 12 | 17/1/2019  | <i>Ppulverizer 1B</i>    | Gland packing vlve No.3 Mill 1B Bocor    | penggantian packing mill              | 1                               | 5               | 17                    | 8:45             | 9:00              | 16:00           | 420              |
| 13 | 25/1/2019  | <i>Pulverizer 1A</i>     | Line Pyrite Hopper 1A Bolong             | penambalan dan pengelasan             | 1                               |                 | 18                    | 14:50            | 15:15             | 21:15           | 360              |
| 14 | 28/1/2019  | <i>Pulverizer 1D</i>     | Line Pyrite Hopper 1D Bolong             | penambalan dan pengelasan             | 1                               |                 | 16                    | 7:15             | 7:30              | 15:30           | 480              |
| 15 | 6/2/2019   | <i>Pulverizer 1D</i>     | Grating pyrite hopper 1D rusak           | penggantian greating pyrites hopper   | 1                               |                 | 6                     | 7:00             | 15:00             | 23:00           | 480              |
| 16 | 13/2/2019  | <i>Pulverizer 1A</i>     | Line pyrites hopper 1A menuju SSC buntu  | Disegrok dan halep dicek              | 1                               | 4               | 17                    | 7:15             | 7:45              | 14:45           | 420              |
| 17 | 20/2/2019  | <i>Pulverizer 1E</i>     | Gland packing vlve No.3 Mill 1E Bocor    | penggantian packing mill              | 1                               |                 | 19                    | 15:00            | 15:10             | 20:10           | 300              |

| No    | Tanggal   | <i>Pulverizer System</i> | <i>Problem</i>                           | <i>Action</i>                       | Perawatan mesin<br>1 minggu 2 x | Kegagalan/bulan | <i>Operation Time</i> | <i>Call Time</i> | <i>Start Time</i> | <i>End Time</i> | <i>Work Time</i> |
|-------|-----------|--------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| 18    | 25/2/2019 | <i>Pulverizer 1C</i>     | Packing Mill isolation valve 1C bocor    | penggantian packing mill            | 1                               |                 | 16                    | 7:15             | 7:25              | 15:25           | 480              |
| 19    | 3/3/2019  | <i>Pulverizer 1C</i>     | Line pyrites hopper 1C menuju SSC buntu  | Disegrok dan halep dilecek          | 1                               |                 | 19                    | 9:45             | 10:00             | 15:00           | 300              |
| 20    | 12/3/2019 | <i>Pulverizer 1E</i>     | Line Pyrite Hopper 1E Bolong             | penambalan dan pengelasan           | 1                               |                 | 17                    | 8:00             | 8:10              | 15:10           | 420              |
| 21    | 16/3/2019 | <i>Pulverizer 1D</i>     | Mill 1D ampere tinggi dan pyrite banyak  | Pengecekan innerpart mill           | 1                               | 5               | 18                    | 14:50            | 15:15             | 21:15           | 360              |
| 22    | 22/3/2019 | <i>Pulverizer 1E</i>     | Line Pyrites Hopper 1E Menuju SSC Buntu  | Disegrok dan halep dicek            | 1                               |                 | 16                    | 7:40             | 8:00              | 15:00           | 480              |
| 23    | 27/3/2019 | <i>Pulverizer 1B</i>     | Hot air gate mill 1B macet               | Dilecek                             |                                 |                 | 19                    | 10:25            | 10:35             | 15:35           | 300              |
| 24    | 1/4/2019  | <i>Pulverizer 1C</i>     | Drain trap inerting mill 1C ngowos       | Perbaikan drian trap steam (Adjust) | 1                               |                 | 16                    | 7:45             | 8:00              | 15:00           | 420              |
| 25    | 13/4/2019 | <i>Pulverizer 1D</i>     | DP bowl mill 1D hunting                  | pengambilan batu bara               | 1                               |                 | 20                    | 8:20             | 8:30              | 12:30           | 240              |
| 26    | 20/4/2019 | <i>Pulverizer 1B</i>     | Sensor temp IB bering mtr mill 1B rembes | penggantian seal                    | 1                               | 5               | 19                    | 9:00             | 9:10              | 14:10           | 300              |
| 27    | 26/4/2019 | <i>Pulverizer 1E</i>     | Sensor temp IB bering mtr mill 1B rembes | penggantian seal                    | 1                               |                 | 17                    | 7:11             | 7:20              | 14:20           | 420              |
| 28    | 28/4/2019 | <i>Pulverizer 1C</i>     | Line Pyrite Hopper 1C Bolong             | penambalan dan pengelasan           |                                 |                 | 17                    | 7:15             | 7:30              | 14:30           | 420              |
| TOTAL |           |                          |  |                                     |                                 |                 | 476                   |                  |                   |                 | 11760            |

Dengan didapatkannya total operation time maka untuk perhitungan MTBF adalah :  
 $MTBF = \frac{476}{28} = 17$  jam  
 $MTTR = \frac{11760}{28} = 420$  menit/15 jam

$$Availability = \frac{476}{17} \times 100\% = 28\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan MTBF, MTTR, dan *Availability*

| PERIODE                   | MTBF   | MTTR      | AVAILABILITY |
|---------------------------|--------|-----------|--------------|
| November 2018- April 2019 | 17 Jam | 420 Menit | 28 %         |

**Tabel 11.** Hasil evaluasi *job work maintenance*

| NO | JOB WORK           | NOVEMBER |   |   |   | DESEMBER |   |   |   | JANUARI |   |   |   | FEBRUARI |   |   |   | MARET |   |   |   | APRIL |   |   |   |  |  |  |  |
|----|--------------------|----------|---|---|---|----------|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|--|--|--|--|
|    |                    | 1        | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 |  |  |  |  |
| 1  | <i>Pulverizer</i>  |          |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |  |  |  |  |
| 2  | <i>Coal Feeder</i> |          |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |  |  |  |  |
| 3  | <i>Silo</i>        |          |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |  |  |  |  |

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang saya lakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dengan Analisis FMEA didapatkan 10 komponen kritis dari RPN yang terbesar pada mode kerusakan *Line Pyrite Hopper 1A*

Bolong dan yang terendah adalah pada Sensor temp OB bering mtr mill 1C rembes.

2. Untuk meningkatkan performa mesin dilakukan Analisis MTBF, MTTR dan *Availabiliy* sehingga didapatkan hasil kegagalan mesin sebagai berikut :

**Tabel 12.** Hasil perhitungan MTBF, MTTR, dan *Availability*

| PERIODE                   | MTBF   | MTTR      | AVAILABILITY |
|---------------------------|--------|-----------|--------------|
| November 2018- April 2019 | 17 Jam | 420 Menit | 28 %         |

Berdasarkan tabel di atas didapatkan *availability* kecil yaitu 28% maka penjadwalan untuk mesin *pulverizer* berubah dari semula 2 minggu 2 kali, berubah menjadi 1 minggu 2 kali.

Sehingga didapatkan hasil untuk merancang sistem penjadwalan mesin sebagai berikut :

**Tabel 13.** Hasil Evaluasi *Job Work Maintenance*

| NO | JOB WORK           | NOVEMBER                             |   |   |   | DESEMBER |   |   |   | JANUARI |   |   |   | FEBRUARI |   |   |   | MARET |   |   |   | APRIL |   |   |   |  |  |  |  |
|----|--------------------|--------------------------------------|---|---|---|----------|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|--|--|--|--|
|    |                    | 1                                    | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1        | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 |  |  |  |  |
| 1  | <i>Pulverizer</i>  | [Red bar indicating maintenance]     |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |  |  |  |  |
| 2  | <i>Coal Feeder</i> | [Blue bars indicating maintenance]   |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |  |  |  |  |
| 3  | <i>Silo</i>        | [Yellow bars indicating maintenance] |   |   |   |          |   |   |   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |  |  |  |  |

### Saran

Dengan memperhatikan hasil penelitian yang dicapai, maka dari itu diberikan saran-saran yang mungkin diperlukan dan dapat dijadikan sebagai bahan masukan untuk perbaikan selanjutnya.

Adapun saran-saran itu adalah sebagai berikut :

1. Komitmen perusahaan terhadap pemenuhan *preventive maintenance* pada mesin, terutama sepuluh mesin kritis yang sering terjadi kerusakan tersebut diharap akan mengurangi kerusakan mesin yang beruntun.
2. Perusahaan perlu merubah jadwal kerja *preventive maintenance* yang sudah ada dengan jadwal yang baru. berdasarkan hasil analisis data kegagalan mesin.

### DAFTAR PUSTAKA

Armin, D. Amrin, R. Syafrillah, A. 2016 “*Analisis Perawatan Untuk Mendeteksi Risiko Kegagalan Komponen Pada Excavator 390D*”

Assauri, Sofyan. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi. Edisi Revisi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Deni Suhara, 2012 “*Analisa Sitem Penjadwalan Perawatanmesin Departemen Utility Di Pt.Indorama Synthetics, Tbk Dengan Menggunakan Metode MTBF*.”

Fajar Kurniawan (2013). *Manajemen Perawatan Industri Teknik dan Aplikasi Implementasi total Productive Maintenance, Preventive Maintenance & Reability Centered Maintenance*.

Hayati., Reza Abroshan (2017). *Risk Assessment Using Fuzzy FMEA (Case Study: Tehran Subway Tunneling Operations)*. Indian Jurnal Of Science and Technology.

Heru, W. Sampurna, Y.N. (2014) “*Analisis productive maintenance di PT. Sankyu Indonesia Internasional*”

Kurniawan, F. 2013. *Manajemen Perawatan Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Luh, A.A. Dwi, A. dan Haryono. 2015. “*Analisis Reliabilitas dan Availabilitas pada Mesin Produksi dengan Sistem Seri Menggunakan Pendekatan Analisis Markov di PT. “X”*”

Lukmandani, A. Santosa, H. Maukar, A.L. 2011. “*Penjadwalan perawatan di PT. Steel Pipe Industry of Indonesia*”. *Widya Teknik*. Vol. 10 (1), pp. 103-116.

Nurmansyah, Arif, W. Rizki, Y.D. 2017. “*Analisis dan perancangan sistem informasi toko untuk Mencapai keunggulan kompetitif*”

Renty, 2014. “*Anugerah mahaji puteri analisis pengaruh nilai availability dan waktu downtime Terhadap produktivitas mesin pada automatic ampoule Filling dan sealing machine di PT. Indofarma, Tbk*”

Satmiko AB, 2013, *Implementation Ergonomi Untuk Meningkatkan Sistem Kerja di PT. Ekamas Fortuna Malang, Jurnal Teknik Industri* : 108-113.