



ANALISA KINERJA *STONE CRUSHER* UNTUK PENETAPAN PROSES *PREVENTIVE MAINTENANCE*

**Mochamad Dhimas Ramadhana Akbar (Mahasiswa), I Made Kastiawan, S.T., M.T.
(Dosen Pembimbing)**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: mdhimasakbar@gmail.com

ABSTRAK

Dalam dunia produksi yang menggunakan mesin sebagai alat utamanya. Beberapa perusahaan yang menggunakan mesin dalam kegiatan produksi pasti akan melakukan perawatan pada mesin yang digunakan. Perawatan yang dilakukan tidak hanya saat mesin mengalami kendala. Hal ini dilakukan demi menjaga kehandalan dan performa dari mesin tersebut. Kendala yang sering dijumpai dalam perawatan mesin adalah menentukan jadwal perawatan mesin yang tepat sesuai dengan standar operasi atau manual book dari mesin tersebut. Berdasarkan hasil survey di lapangan, mesin *Jaw crusher* yang ada pada CV. Hafif Putra sering mengalami gangguan hingga kerusakan fatal adalah bearing, gigi sekunder yang berjumlah 28 gigi dan beberapa komponen lainnya. Hal ini terjadi karena pemeliharaan alat yang kurang baik dan tidak terjadwal secara berkala. Kerusakan mesin *Jaw crusher* akan menyebabkan terhambatnya produksi, dan mempengaruhi kinerja pabrik sehingga pabrik mengalami kerugian.

Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian ini dengan tujuan untuk menerapkan *preventive maintenance* pada mesin *Jaw crusher*. *Preventive maintenance* diterapkan dengan mengolah data yang telah diperoleh menggunakan metode TBM (*Time Based Maintenance*), dan Metode MTBF (*Mean Time Between Failure*) untuk menentukan jadwal pemeliharaan mesin *Jaw crusher* agar lebih terjadwal. Pembuatan jadwal pemeliharaan *preventive* yang tepat dapat dilakukan dengan pengelompokan mesin berdasarkan fungsi, komponen dan waktu operasinya. Penerapan jadwal *preventive maintenance* sangat dibutuhkan agar mesin beroperasi maksimal sampai pada jadwal pemeliharaan periodik berikutnya.

Hasil dari penelitian ini merupakan jadwal pemeliharaan mesin *Jaw crusher* beserta prosedur pemeliharaan tiap komponen yang ada pada mesin *Jaw crusher*. Jadwal pemeliharaan *preventive* dan prosedur yang telah dibuat akan dijadikan rekomendasi kepada CV. Hafif Putra untuk diterapkan, karena sebelumnya belum ada arsip pemeliharaan juga prosedur yang berlaku khususnya untuk perawatan mesin *Jaw crusher*. Pemeliharaan secara *preventive* dan sesuai prosedur dapat mencegah kerusakan komponen mesin yang mengakibatkan berhentinya produksi.

Kata kunci : *Mesin Jaw crusher, Preventive, Preventive maintenance, Time Based Maintenance, Overhaul*

PENDAHULUAN

Dalam dunia produksi yang menggunakan mesin sebagai alat utamanya, proses perawatan mesin merupakan kegiatan yang sangat diperlukan. Beberapa perusahaan yang menggunakan mesin dalam kegiatan produksi pasti akan melakukan perawatan pada mesin yang digunakan. Perawatan yang dilakukan tidak hanya saat mesin mengalami kendala, tetapi saat mesin dalam kondisi normal. Hal ini dilakukan demi menjaga kehandalan dan performa dari mesin tersebut. Kendala yang sering dijumpai dalam perawatan mesin adalah menentukan jadwal perawatan mesin yang tepat sesuai dengan standar operasi atau *manual book* dari mesin tersebut.

CV. Hafif Putra merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur alat berat khususnya dibidang infrastruktur. Salah satu faktor utama proses produksi yang harus selalu optimal pada operasional perusahaan ini adalah mesin produksi. Agar proyek yang dikerjakan oleh CV. Hafif Putra dapat mencapai hasil maksimal sesuai dengan yang direncanakan, maka dibutuhkan kemampuan yang baik dari mesin, operator mesin dan pemeliharaan mesin.

Pengoperasian sebuah mesin dapat dikatakan optimal apabila nilai *downtime* dari mesin tersebut minimum. Untuk menjamin mesin tersebut beroperasi optimal, maka diperlukan jadwal perawatan dan pemeliharaan *preventive* yang tepat sesuai dengan standar operasi mesin. Sistem perawatan yang efektif adalah sistem perawatan yang dapat meminimalisir *downtime* dari mesin tersebut, sehingga mesin dapat menjalankan fungsinya untuk melakukan kegiatan produksi dan meminimalisir biaya pemeliharaan untuk kerusakan (*corrective maintenance*).

(Tarigan et al., 2013) menyatakan bahwa kerusakan suatu komponen yang tidak terdeteksi sebelumnya selama berlangsungnya proses produksi, mampu mempengaruhi kinerja mesin bahkan bisa merusak komponen lain yang berhubungan dengan komponen yang bersangkutan. Oleh sebab itu bagian operasi dan pemeliharaan harus cermat dalam

mengoperasikan dan memelihara mesin tersebut, agar dapat mengetahui kondisi mesin pada saat dioperasikan. Mesin-mesin produksi pada CV. Hafif Putra memiliki beban kerja selama 9 hingga 10 jam dan kapasitas produksi sebesar 60 hingga 80 ton dalam satu hari. Artinya dalam rentang waktu 9 hingga 10 jam tersebut, mesin harus beroperasi optimal tanpa adanya gangguan ataupun kerusakan. Karena jika mengalami gangguan, maka proses produksi akan terganggu sehingga menyebabkan perusahaan tidak dapat menjalankan proses produksi.

Dari data yang didapat pada survey di lapangan, bagian mesin yang sering mengalami gangguan hingga kerusakan fatal adalah *bearing* dan gigi sekunder yang berjumlah 28 gigi. Hal ini terjadi karena beberapa posisi dari baut yang kurang tepat. Pada mesin *Jaw crusher* dilakukan pemeliharaan periodik (*overhaul*) setiap 4 hingga 5 tahun. Mengingat rentang waktu yang sangat lama untuk pemeliharaan periodik tersebut, maka penjadwalan pemeliharaan *preventive* yang tepat akan menjaga kehandalan dari mesin. Sistem pemeliharaan ini harus dioptimalkan karena pada pelaksanaannya tidak mengganggu waktu produksi, sehingga proses produksi dapat tetap optimal. Penyusunan jadwal pemeliharaan dan penggantian komponen mesin menggunakan metode TBM (*Time Based Maintenance*) dan menghitung nilai MTBF (*Mean Time Between Failure*). Jadwal pemeliharaan *preventive* yang benar dapat menjaga usia komponen mesin hingga waktu pemeliharaan periodik (*overhaul*) berikutnya, sehingga proses produksi berjalan optimal tanpa adanya gangguan dari operasional mesin. Pembuatan jadwal pemeliharaan *preventive* yang tepat dapat dilakukan dengan pengelompokan mesin berdasarkan fungsi, komponen dan waktu operasinya.

METODE PENELITIAN

Gambar di bawah ini merupakan diagram alir penelitian untuk mempermudah dalam mendalami penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

- **Identifikasi Permasalahan**

Identifikasi terhadap permasalahan-permasalahan yang terjadi secara umum, untuk mendapatkan sebuah permasalahan yang relevan untuk dijadikan objek penelitian. Langkah ini dilakukan dengan cara mencari masalah-masalah yang relevan dalam industri yang membutuhkan penelitian lebih lanjut, baik masalah klasik maupun masalah yang aktual. Adapun pada akhirnya penelitian ini mengambil permasalahan evaluasi pemeliharaan mesin-mesin pada CV. Hafif Putra sebagai permasalahan yang akan dibahas.

- **Tinjauan Pustaka**

Permasalahan yang ditemukan pada objek amatan, dapat ditinjau dengan dua cara, yakni tinjauan pustaka secara studi literatur dan studi lapangan.

- **Studi Literatur**

Berupa studi literatur terhadap buku-buku atau jurnal-jurnal yang relevan mengenai konsep pemeliharaan dan strategi pemeliharaan dengan tujuan untuk menunjang pelaksanaan penelitian. Studi literatur dilakukan dengan meninjau informasi-informasi yang berkenaan dengan jalannya penelitian, baik yang terdapat di perpustakaan, maupun secara online.

- **Studi Lapangan**

Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui keadaan *drill* mesin, proses pemeliharaan mesin

serta melakukan observasi kepada pihak CV. Hafif Putra

- **Pengumpulan Data**

Pencarian data yang akan digunakan sebagai input seperti data komponen-komponen mesin, waktu kerusakan, harga komponen, waktu proses unit, biaya operator mesin dan biaya operator untuk perbaikan. Pengumpulan data pada CV. Hafif Putra merupakan data historis dari perusahaan untuk menentukan waktu penggantian optimal. Data yang dibutuhkan dan dikumpulkan untuk menerapkan *preventive maintenance* menggunakan metode TBM adalah waktu kegagalan berdasarkan data waktu.

- Data-data yang peneliti kumpulkan meliputi : kegiatan atau aktivitas apa saja yang dilakukan selama pembuatan *Stone crusher* beserta waktu kegiatannya. Data tersebut dimasukkan kedalam Tabel 1.

Tabel 1. Contoh data kegiatan/aktivitas dan waktu kegiatan

No	Kegiatan/Aktivitas	Waktu kegiatan
1		
2		

- **Data Urutan Kegiatan**

Berisikan tentang data urutan kegiatan dan waktu kegiatan yang dilakukan selama proses pembuatan material di perusahaan CV. Hafif Putra. Data tersebut dimasukkan ke dalam Tabel 2.

Tabel 2. Contoh Data urutan kegiatan

No Kegiatan	Urutan Kegiatan
1	
2	

Dari data yang sudah didapat oleh peneliti pada survey di lapangan, mesin-mesin produksi pada CV. Hafif Putra memiliki beban kerja selama 9 hingga 10 jam dan kapasitas produksi sebesar 60 hingga 80 ton dalam satu hari. Artinya dalam rentang waktu 9 hingga 10 jam tersebut, mesin harus beroperasi optimal tanpa adanya gangguan ataupun kerusakan. bagian mesin yang sering mengalami gangguan hingga kerusakan fatal adalah *bearing* dan gigi sekunder yang berjumlah 28 gigi. Hal ini terjadi karena

beberapa posisi dari baut yang kurang tepat. Pada mesin *Jaw crusher* dilakukan pemeliharaan periodik (*overhaul*) setiap 4 hingga 5 tahun. Mengingat rentang waktu yang sangat lama untuk pemeliharaan periodik tersebut, maka penjadwalan pemeliharaan *preventive* yang tepat akan menjaga kehandalan dari mesin. Sistem pemeliharaan ini harus dioptimalkan karena pada pelaksanaannya tidak mengganggu waktu produksi, sehingga proses produksi dapat tetap optimal. Jadwal pemeliharaan *preventive* yang benar dapat menjaga usia komponen mesin hingga waktu pemeliharaan periodik (*overhaul*) berikutnya, sehingga proses produksi berjalan optimal tanpa adanya gangguan dari operasional mesin. Pembuatan jadwal pemeliharaan *preventive* yang tepat dapat dilakukan dengan pengelompokan mesin berdasarkan fungsi, komponen dan waktu operasinya.

- *Pengolahan Data*

Pada tahap berikut, saya akan melakukan pengolahan data dengan perhitungan *preventive maintenance*. Dari wawancara yang sudah di dapatkan di lapangan, maka di perlukannya metode yaitu Metode *Time Based Maintenance*. Fungsi dari TBM (*Time Based Maintenance*) adalah keputusan perawatan yang di tentukan berdasarkan analisis kegagalan. *Time Based Maintenance* dilakukan dengan analisis data kegagalan yang ada bertujuan secara statistik untuk menyelidiki karakteristik kegagalan peralatan berdasarkan pada data kegagalan waktu yang di kumpulkan. Kerugian dari *Time Based Maintenance* yaitu beberapa item yang seharusnya masih dalam keadaan baik tetapi harus di ganti sesuai dengan jadwal yang sudah di tentukan dengan *sparepart* yang baru, bertujuan untuk meminimalisir *breakdown (Losses)* yang terjadi. Maka dilakukan perawatan pada mesin produksi, karena bila kerusakan terjadi bisa mempengaruhi produksi yang terhambat diakibatkan kerusakan secara tiba-tiba pada *Stone crusher*. Tujuan dari perawatan itu sendiri adalah *Availability* yang tinggi pada asset produksi dan mengurangi biaya perawatan. Biaya berhubungan dengan kehilangan biaya karena

masalah perawatan yang akan berakibat pada tingkat produksi (Gerdes et al., 2016)

Berdasarkan data yang di dapatkan dilapangan selama 2020 sebanyak 26 kasus kerusakan mesin, akan hal tersebut dapat dilihat *performance* mesin harus ditingkatkan (McCrae & Zonderman, 1987). *performance* terdiri dari 3 bagian yaitu:

1. *Reliability* adalah Kemungkinan dimana peralatan dapat beroperasi di bawah keadaan normal dengan baik. *Mean Time Between Failure (MTBF)* adalah rata rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan. MTBF ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan jumlah/frekuensi kegagalan. Pengoperasian mesin karena *breakdown*. $MTBF = \text{Total operation Time} / \text{Frekuensi Breakdown}$

2. *Maintainability* adalah suatu usaha dan biaya untuk melakukan suatu perawatan (pemeliharaan). Suatu pengukuran dari *Maintainability* adalah *Mean Time to Repair (MTTR)*, tingginya MTTR mengidentifikasi rendahnya *Maintainability*. Dimana MTTR merupakan indikator kemampuan (skill) dari mekanik *maintenance* dalam menangani atau mengatasi setiap masalah kerusakan. $MTTR = \text{Breakdown Time} / \text{Frekuensi Breakdown}$

3. *Availability* adalah proporsi dari waktu peralatan/mesin yang sebenarnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan dengan waktu yang ditargetkan seharusnya tersedia untuk suatu pekerjaan. atau dengan definisi lain bahwa *Availability* adalah ratio untuk melihat line stop yang ditinjau dari aspek *breakdown* saja. $Availability = (\text{Total Operation Time} / \text{Loading Time}) \times 100\%$

- *Analisa Data*

Setelah dibuat jadwal pemeliharaan atau jadwal *preventive maintenance* menggunakan perhitungan MTBF dan metode *Time Based Maintenance* jadwal penggantian komponen. Tindakan yang perlu dilakukan oleh teknisi akan dimuat pada *checklist preventive maintenance*, tindakan pada mesin seperti CILT (*Cleaning, Inspection, Lubrication, dan Tightening*), dan *maintenance* besar atau *overhaul* menggunakan

hasil perhitungan MTBF. Kegiatan tersebut dilakukan sesuai dengan jadwal *preventive maintenance* dengan metode TBM (*Time Based Maintenance*) dan metode MTBF (*Mean Time Between Failure*) yang telah disusun, disertai dengan prosedur yang dimuat pada OPL (*One Point Less*). Penerapan jadwal pemeliharaan dapat membantu *Availability* (ketersediaan), *reliability* (kehandalan), dan *utility* (pengelolaan) dari alat atau mesin *stone crusher*.

• *Penarikan Kesimpulan*

Pengambilan kesimpulan dengan waktu penggantian dari yang diusulkan dan kinerja mesin menjadi lebih optimal. Hasil dari penelitian ini merupakan usulan jadwal pemeliharaan yang baru dengan menggunakan metode *Time Based Maintenance* (penggantian komponen sebelum terjadi *Breakdown*), dan metode *Mean Time Between Failure* (pemeliharaan sebelum terjadinya *Breakdown* dan menjaga kehandalan dari mesin).

HASIL DAN PEMBAHASAN

• *Gambaran Mesin Produksi CV. Hafif Putra*

Secara umum, perusahaan pabrik mesin pemecah batu mempunyai berbagai jenis mesin pemecah batu. Seperti *Hopper*, *Grizzly Vibrating Feeder*, *Jaw crusher*, *Belt Conveyor*, *Roll breaker*, *Vibrating Screen*. Berikut penjelasan masing-masing mesin di CV. Hafif Putra :

Tabel 3. Ilustrasi Proses Pembuatan Material (Batu)

No.	Komponen	Keterangan
1	<i>Hopper</i>	Batu (material) yang sebelumnya diambil dari tambang pecahan batu tersebut di masukkan kedalam <i>Hopper</i> .
2	<i>Grizzly Vibrating Feeder</i>	Batu yang sudah masuk melalui <i>Hopper</i> , akan melewati <i>Grizzly Vibrating Feeder</i> . Fungsi dari <i>Grizzly Vibrating Feeder</i> ini yaitu menghantarkan material (batu) menggunakan getaran menuju <i>Jaw Crusher</i> .
3	<i>Jaw Crusher</i>	Setelah masuk ke mesin <i>Jaw Crusher</i> , material tersebut mengalami proses di <i>Jaw Crusher</i> . Fungsi dari <i>Jaw Crusher</i> adalah mesin pemecah batu (awal material diolah).
4	<i>Belt Conveyor</i>	Fungsi dari <i>Belt Conveyor</i> adalah penghantar material yang sudah di olah menuju <i>Roll breaker</i> .
5	<i>Roll breaker</i>	Setelah material berjalan melalui <i>Belt Conveyor</i> material tersebut di proses penghancuran material kedua. Fungsi dari <i>Roll breaker</i> adalah untuk material apa yang ingin di buat atau material yang diinginkan oleh konsumen.
6	<i>Vibrating Screen</i>	Setelah mengalami proses di <i>Roll breaker</i> material tersebut berjalan melalui Conveyor menuju <i>Vibrating Screen</i> . Fungsi dari <i>Vibrating Screen</i> adalah material yang sudah di proses akan di pilah sesuai dengan material masing-masing.

• *Permasalahan Mesin CV. Hafif Putra*

Berdasarkan wawancara di lapangan, *Jaw crusher* adalah mesin yang paling sering mengalami trouble, karena sistem kerja mesin *Jaw crusher* penentu pemecahan batu awal material (batu besar) masuk dari *Hopper*, dan melalui *Grizzly Vibrating Feeder* jadi Gigi *Jaw crusher*, *bearing* dan baut adalah masalah utama dari mesin *Jaw crusher* mengapa sering mengalami trouble.

Berikut adalah proses pelepasan pelepasan *bearing* dari *Swing Jaw* atau bisa di sebut dengan rumah *bearing*.



Gambar 2. Pelepasan *Bearing*

Seperti gambar diatas, yang di pegang oleh pekerja di lapangan adalah *Swing Jaw*, lalu yang berwarna silver di dalamnya adalah *bearing*, dan mesin yang besar berwarna hijau adalah Hidrolik alat untuk melepaskan *bearing* dari *Swing Jaw*.



Gambar 3. *Bearing*, *ring cover* luar, *ring cover* dalam, dan *shock*

Gambar 3 adalah contoh beberapa *bearing* yang mengalami perbaikan, Fakta yang didapat di lapangan *bearing* memiliki komponen *sparepart* penting guna mendukung berjalannya *maintenance* yang terjadi di CV. Hafif Putra. Seperti *shock* gunanya untuk mempermudah pelepasan *bearing* dari rumah *bearing* yang ada di mesin *Jaw crusher*. Sedangkan *ring cover* luar fungsinya adalah untuk menjaga *bearing* dari gangguan dari luar, dan *ring cover* dalam guna untuk menjaga *bearing* dalam.



Gambar 4. *Swing Jaw* atau Rumah bearing

Gambar 4 adalah contoh komponen *Swing Jaw* setelah mengalami proses pelepasan bearing pada gambar 4.1 diatas. Fungsi dari *Swing Jaw* sendiri adalah mesin yang membantu gigi *Jaw crusher* untuk pemecahan batu atau material.



Gambar 5. *Bearing* yang sudah di *Maintenance*

Gambar 5 adalah contoh *bearing* yang sudah mengalami *maintenance*, info yang di dapatkan di lapangan. Grease adalah bagian penting dari perawatan *bearing*, apabila *bearing* tidak di berikan grease yang banyak. Maka *bearing* akan cepat panas dan bisa mengalami kerusakan mendadak.



Gambar 6. Gigi *Jaw crusher* atau *Hammer Crusher*

Pada gambar 6 Gigi *Jaw crusher* atau bisa disebut dengan *Hammer Crusher* adalah contoh komponen mesin *Jaw crusher* yang sering mengalami kerusakan. Karena fungsi dari *Hammer Crusher* sendiri adalah mesin pemecah

batu awal (material). Jadi maksud dan tujuan dari pembuatan Checklist adalah guna untuk lebih terjadwal agar mesin selalu dapat menjaga keoptimalan mesin *Stone crusher* yang ada di lapangan.

Dari data yang sudah di kumpulkan fakta yang ada di lapangan seperti diatas, selain mesin *Jaw crusher* ada beberapa komponen seperti *Belt Conveyor*, *Vibrating Screen*, dan *Roll breaker* juga sering mengalami Trouble. Maka *preventive maintenance* sangat penting untuk menjaga keawetan dan keoptimalan dengan cara pembuatan Checklist, TBM (*Time Based Maintenance*), dan OPL (*One Point Lesson*) adalah berharap dari hasil analisa tersebut bila menunjukkan kinerja mesin menjadi lebih optimal, maka dipilih sebagai solusi usulan *preventive maintenance* baru yang lebih efisien dalam proses pemeliharaan, dan menjaga keoptimalan mesin hingga (*overhaul*) periodik berikutnya. Sehingga mesin dapat menjalankan fungsinya untuk melakukan kegiatan produksi dan meminimalisir biaya pemeliharaan untuk kerusakan dan dampak kerugian yang ada di CV. Hafif Putra tidak terlalu besar yang diakibat dari banyak faktor seperti *breakdown (Losses)*, tidak adanya jadwal *preventive maintenance*, dan minat kepercayaan konsumen berkurang karna lambannya penanganan dari pihak CV. Hafif Putra untuk melakukan proses *maintenance* yang kurang terarah atau terjadwal.

- *Pengolahan Data*

Berdasarkan hasil survey di lapangan, pabrik CV. Hafif Putra belum mempunyai dokumen arsip atau pembukuan terkait *maintenance* dan jadwal operasi dari mesin. Oleh karena itu, penulis melakukan wawancara langsung kepada teknisi di lapangan terkait historis mesin *Jaw crusher*. Dari hasil wawancara dengan teknisi, penulis mendapatkan informasi yang penulis tuangkan pada Tabel 4 sampai dengan Tabel 7. Dari data tabel tersebut maka dibuat jadwal *maintenance* dengan menggunakan metode *Time Based Maintenance* yang diawali dengan checklist kegiatan untuk inspeksi di lapangan, sebagai acuan atau dasar teknisi melakukan inspeksi setiap harinya.

Tabel 4. Data Kerusakan Komponen Mesin Jaw crusher

No.	Komponen	Data Kerusakan
1	Mur / Baut	Setiap 10 bulan sekali mengalami kerusakan di karenakan getaran yang di ciptakan dari mesin Jaw Crusher
2	Grease	Grease setiap mengalami perbaikan 10 bulan pada bearing harus sedia banyak di karenakan fungsinya adalah untuk meminimalisir panas yang terjadi saat proses pemecahan material
3	Gigi Rahang atau Jaw	Gigi Jaw setiap diatas 1 tahun beroperasi selalu mengalami aus atau kurang maksimal pemecahan materainya. Kerusakan komponen mesin yang diakibatkan material yang terlalu besar atau tidak sesuai yang seharusnya material di olah untuk menuju ke Roll Breaker
4	Ring Cover Bearing Luar	Setiap setelah mesin melakukan operasi diatas 1 tahun selalu mengalami kerusakan, maka dari itu ring cover luar di ganti yang berfungsi untuk menjaga bearing dari luar.
5	Ring Cover Bearing Dalam	Setiap setelah mesin melakukan operasi diatas 1 tahun selalu mengalami kerusakan, maka dari itu ring cover luar di ganti yang berfungsi untuk menjaga bearing dari dalam.
6	Gear Box Motor	Gear Box Motor jarang terjadi kerusakan, bisa terjadi kerusakan diatas 5 tahun sekali.
7	Oli	Oli sendiri berguna untuk memberi pelumas pada komponen yang ada di Jaw Crusher seperti dari Gear box motor dan lain-lain.
8	Bearing	Bearing setiap diatas 1 tahun sekali selalu mengalami kerusakan yang mengakibatkan terhambatnya proses pembuatan material.

Pada tabel 4 adalah hasil percakapan dengan teknisi CV. Hafif Putra, yang paling dominan membutuhkan perawatan maupun penggantian beberapa komponen mesin adalah Mur/Baut, dan Grease.

Tabel 5. Data Kerusakan Komponen Belt Conveyor

No.	Komponen	Data Kerusakan
1	Belt	Setiap diatas 6 bulan sekali mengalami kerusakan di karenakan ada beberapa faktor salah satunya adalah beberapa material yang runcing
2	Oli	Oli sendiri berguna untuk memberi pelumas pada komponen yang ada di Belt Conveyor seperti dari Gear box motor, rantai dan komponen lain.
3	Sproket Motor	Setiap diatas 6 bulan sekali sproket motor mengalami keretakan pada bagian komponen mesin. Sehingga berpotensi mengalami kerusakan yang lebih besar bila tidak segera dilakukan pergantian komponen
4	Sproket Roller	Setiap diatas 6 bulan sekali sproket pada roller kinerjanya kurang maksimal sehingga menghambat proses berjalannya material
5	Rantai	Setiap diatas 6 bulan sekali selalu mengalami kerusakan karena beratnya material yang tidak sesuai, berakibatkan belt conveyor berhenti tiba-tiba.
6	Motor	Setiap 6 bulan sekali guna menghindari kerusakan, motor selalu mengalami perbaikan antara lain di beri pelumas, dan di bersihkan komponen yang ada di dalamnya karena efek dari debu yang di timbulkan dari material

Pada tabel 5 adalah hasil percakapan dengan teknisi CV. Hafif Putra, yang paling dominan membutuhkan perawatan maupun peenggantian beberapa komponen mesin adalah Belt, dan Rantai.

Tabel 6. Data Kerusakan Komponen Vibrating Screen

No.	Komponen	Data Kerusakan
1	Gear Box Motor	Gear Box Motor jarang terjadi kerusakan, bisa terjadi kerusakan diatas 2 tahun sekali.
2	Belt	Setiap diatas 6 bulan sekali mengalami kerusakan di karenakan ada beberapa faktor salah satunya adalah komponen mudah mengalami robek atau semacamnya.
3	Roller	Setiap diatas 6 bulan sekali Roller mengalami keretakan pada bagian komponen mesin.
4	Sproket Motor	Setiap diatas 6 bulan sekali sproket motor mengalami keretakan pada bagian komponen mesin. Sehingga berpotensi mengalami kerusakan yang lebih besar bila tidak segera dilakukan pergantian komponen
5	Sproket Roller	Setiap diatas 6 bulan sekali sproket pada roller kinerjanya kurang maksimal sehingga menghambat proses berjalannya material
6	Bearing	Bearing setiap diatas 6 bulan sekali selalu mengalami kerusakan yang mengakibatkan terhambatnya proses pembuatan material.
7	Oli	Oli sendiri berguna untuk memberi pelumas pada komponen yang ada di Jaw Crusher seperti dari Gear box motor dan lain-lain.

Pada tabel 6 adalah hasil percakapan dengan teknisi CV. Hafif Putra, yang paling dominan membutuhkan perawatan maupun peenggantian beberapa komponen mesin adalah *Bearing*, dan *Roller*.

Tabel 7. Data Hasil Percakapan Komponen Mesin Roll breaker

No.	Komponen	Data Kerusakan
1	Gear Box Motor	Gear Box Motor jarang terjadi kerusakan, bisa terjadi kerusakan diatas 5 tahun sekali.
2	Mur / Baut	Setiap 10 bulan sekali mengalami kerusakan di karenakan getaran yang di ciptakan dari mesin Jaw Crusher
3	Bearing	Bearing setiap diatas 1 tahun sekali selalu mengalami kerusakan yang mengakibatkan terhambatnya proses pembuatan material.
4	Oli	Oli sendiri berguna untuk memberi pelumas pada komponen yang ada di Roll Breaker seperti dari Gear box motor dan lain-lain.
5	Grease	Grease setiap mengalami perbaikan 10 bulan pada bearing harus sedia banyak di karenakan fungsinya adalah untuk meminimalisir panas yang terjadi saat proses pemecahan material

Pada tabel 7 adalah hasil percakapan dengan teknisi CV. Hafif Putra, yang paling dominan membutuhkan perawatan maupun peenggantian beberapa komponen mesin adalah Mur/Baut, dan Grease.

• *Checklist Preventive maintenance*

Analisa dilakukan berdasarkan info yang telah di dapatkan di lapangan, dengan tidak adanya jadwal *maintenance* rutin. maka proses pengolahan data akan dilakukan agar lebih terjadwal sehingga mesin berjalan dengan optimal tanpa adanya kendala dan menghindari *breakdown* tiba-tiba. Karena bila mesin tidak dilakukan pengecekan secara terjadwal, maka pekerja kurang terarah atau bisa di sebut dengan (*Wild*). Pembuatan checklist mengacu pada CILT (*Cleaning, Inspection, Lubrication, dan Tightening*).

Tabel 8. Pembuatan Checklist Untuk Menghindari Wild Pada Pekerja

No	Equipment	Bagian yang diperiksa	Work Description
1	Jaw Crusher	Bearing	Pengecekan kondisi <i>Bearing</i>
		Gigi Rahang atau Jaw	Pengecekan kondisi gigi <i>Jaw Crusher</i>
		Mur / Baut	Pengecekan Kondisi Baut pada Mesin <i>Jaw Crusher</i>
		Gear Box Motor	Pengecekan kondisi <i>bearing</i> Gear Box Motor
		Rumah <i>Bearing</i>	Pengecekan kondisi Rumah <i>Bearing</i> ,
2	Belt Conveyor	Roller dan shaft atas	Pelumasan
		Roller dan shaft bawah	Pelumasan
		Sproket	Pelumasan
		Rantai	Pelumasan
		Body Conveyor	Check keausan body
		Belt	Pengecekan kondisi Belt
		Motor	Pengecekan kondisi
3	Vibrating Screen	Screen	Pengecekan kondisi <i>Screen</i>
		Sproket	Pelumasan
		Roller dan Shaft Atas	Pelumasan
		Roller dan Shaft Bawah	Pelumasan
4	Roll breaker	Bearing	Pengecekan dan pelumasan <i>bearing</i>
		Bearing	Pengecekan dan pelumasan <i>bearing</i>
		Mur / Baut	Pengecekan Kondisi Baut pada Mesin <i>Roll breaker</i>
		Gear Box Motor	Pengecekan Kondisi <i>Bearing</i> Gear Box Motor <i>Roll breaker</i>
		Screen	Pengecekan kondisi <i>Screen</i>

• **TBM (Time Based Maintenance)**

Data yang dibutuhkan dan dikumpulkan untuk menerapkan *preventive maintenance* menggunakan metode *Time Based Maintenance* adalah waktu kegagalan berdasarkan data waktu. Analisis atau modeling menggunakan teori realibilitas berdasarkan asumsi bathup curve (asumsi yang tidak realistis, kondisi operasi diasumsikan konstan). Pendekatan dilakukan menggunakan pendekatan optimasi. Tujuan digunakannya metode TBM (*Time Based Maintenance*) adalah keputusan perawatan yang di tentukan berdasarkan analisis kegagalan dari *Preventive maintenance* waktu dimana part tersebut harus di ganti untuk meminimalisir *Breakdown (losses)* yang terjadi. Analisa yang dilakukan berdasarkan hasil dari wawancara di CV. Hafif Putra, hanya melakukan perbaikan ketika mesin rusak saja. Berikut adalah tabel pencarian data yang akan digunakan sebagai input seperti data komponen-komponen mesin yang harus di ganti setiap ketentuan yang ada di tabel di bawah karena berdasarkan spesifikasi data yang di dapatkan di lapangan seperti, *Jaw crusher, Belt Conveyor, Roll breaker,* dan *Vibrating Screen* belum memiliki data terkait *Preventive maintenance* dengan metode TBM (*Time Based Maintenance*) yang ada di dalam tabel dibawah:

Tabel 9. Jadwal Penggantian Sparepart Mesin Jaw crusher CV. Hafif Putra
Time Based Maintenance

Mesin	Item	Lifetime	Penggantian	Tahun 2020											
				Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	July	Agustus	Sept	Oktober	Nov	Des
Jaw Crusher	Mur / Baut	9 bulan	Plan												
		Actual		23-Feb				23-Jun						10-Oct	
	Grease	9 bulan	Plan												
		Actual		23-Feb											10-Oct
	Gigi Rahang atau Jaw	12 bulan	Plan												
		Actual		15-Jan											
	Ring Cover Bearing Luar	12 bulan	Plan												
		Actual		15-Jan											
	Ring Cover Bearing Dalam	12 bulan	Plan												
		Actual		15-Jan											
	Gear Box Motor	4 Tahun	Plan												
		Actual								Ok	Ok				
Oli	12 bulan	Plan													
	Actual		17-Feb												
Bearing	12 bulan	Plan													
	Actual														

Apabila mesin tidak dapat di prediksi kapan mesin yang seharusnya sudah waktunya di ganti dengan *sparepart* yang baru maka akan lebih berpeluang besar untuk *breakdown* secara tiba-tiba, dan mampu mempengaruhi kinerja mesin bahkan bisa merusak komponen lain yang berhubungan dengan komponen yang bersangkutan. Seperti ketentuan jadwal mesin yang ada di tabel 8 contohnya seperti baut harus diganti setiap 9 bulan sekali, dikarenakan berdasarkan spesifikasi alat dan informasi yang diterima oleh peneliti setiap 10 bulan sekali mesin selalu mengalami kegagalan mesin atau

breakdown. Oleh sebab itu perusahaan CV. Hafif Putra harus cermat dalam mengoperasikan dan memelihara mesin tersebut, agar dapat mengetahui kondisi mesin pada saat dioperasikan. Karena apabila CV. Hafif Putra kurang cermat dalam mengoperasikan dan memelihara mesin tersebut akan menimbulkan kerugian yang lebih besar dan perusahaan tidak dapat mencapai target konsumen bisa mempengaruhi kurangnya kepercayaan konsumen pada CV. Hafif Putra. TBM (*Time Based Maintenance*) adalah keputusan perawatan yang ditentukan berdasarkan analisis kegagalan, *Time Based Maintenance* dilakukan dengan analisis data kegagalan yang ada bertujuan secara statistik untuk menyelidiki karakteristik kegagalan peralatan berdasarkan pada data kegagalan waktu yang di kumpulkan. Pengumpulan data pada CV. Hafif Putra merupakan data historis dari perusahaan untuk menentukan waktu penggantian optimal.

Dari permasalahan di atas, peneliti dapat menyarankan penjadwalan dengan metode TBM seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 10. Pembuatan Jadwal Penggantian Sparepart Mesin Jaw crusher
Time Based Maintenance

Mesin	Item	Lifetime	Penggantian	Tahun 2021											
				Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	July	Agustus	Sept	Des		
Jaw Crusher	Mur / Baut	9 bulan	Plan												
		Actual													
	Grease	9 bulan	Plan												
		Actual													
	Gigi Jaw Crusher	12 bulan	Plan												
		Actual													
	Ring Cover Bearing Luar	12 bulan	Plan												
		Actual													
	Ring Cover Bearing Dalam	12 bulan	Plan												
		Actual													
	Gear Box Motor	18 bulan	Plan												
		Actual													
Oli	12 bulan	Plan													
	Actual														
Bearing	12 bulan	Plan													
	Actual														

Tabel 11. Jadwal Penggantian Sparepart Mesin Belt Conveyor
Time Based Maintenance

Mesin	Item	Lifetime	Penggantian	Tahun 2020											
				Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	July	Agustus	Sept	Oktober	Nov	Des
Belt Conveyor	Belt	6 bulan	Plan												
		Actual													
	Oli	12 bulan	Plan												
		Actual													
	Sproket Motor	6 bulan	Plan												
		Actual													
	Sproket Roller	6 bulan	Plan												
		Actual													
	Rantai	6 bulan	Plan												
		Actual													
	Motor	6 bulan	Plan												
		Actual													

Berdasarkan hasil dari wawancara di lapangan *Belt Conveyor* menjadi salah satu komponen mesin *Stone crusher* yang sering mengalami kerusakan. Seperti belt yang sobek akibat dari proses penghancuran material dari mesin *Jaw crusher* maupun *Roll breaker,*

sprocket motor dan roller akibat terlalu banyak volume yang di bawa oleh *Belt Conveyor*. Berikut adalah tabel 10 data yang di dapat di lapangan pada 27 April 2020, mengalami pergantian belt, *sprocket motor*, dan *sprocket roller*. Uraian permasalahan di atas, peneliti menyusun penjadwalan baru dengan metode TBM, seperti tabel di bawah ini.

Tabel 12. Pembuatan Jadwal Penggantian *Sparepart Mesin Belt Conveyor Time Based Maintenance*

Mesin	Item	Lifetime	Penggantian	Tahun 2021														
				Jan	Feb	Maret	April	Mei	Jun	July	Agustus	Sept	Oktober	Nov	Des			
Belt Conveyor	Belt	6 bulan	Plan															
		Actual																
	Oil	12 bulan	Plan															
		Actual																
	Sproket Motor	6 bulan	Plan															
		Actual																
	Sproket Roller	6 bulan	Plan															
		Actual																
	Rantai	6 bulan	Plan															
		Actual																
Motor	6 bulan	Plan																
	Actual																	

Tabel 13. Jadwal Penggantian *Sparepart Mesin Vibrating Screen Time Based Maintenance*

Mesin	Item	Lifetime	Penggantian	Tahun 2020														
				Jan	Feb	Maret	April	Mei	Jun	July	Agustus	Sept	Oktober	Nov	Des			
Vibrating Screen	Gear box Motor	24 bulan	Plan															
		Actual																
	Belt	12 bulan	Plan															
		Actual																
	Roller	6 bulan	Plan															
		Actual																
	Sproket Motor	6 bulan	Plan															
		Actual																
	Sproket Roller	6 bulan	Plan															
		Actual																
Bearing	6 bulan	Plan																
	Actual																	
Oil	12 bulan	Plan																
	Actual																	

Berdasarkan dari hasil wawancara di lapangan, tabel 13 menunjukkan bahwa *Screen* setiap 1 bulan mengalami pergantian *sparepart*. Karena *Screen* yang paling cepat rusak karna dari bongkahan material yang di saring menimbulkan keretakan yang terjadi pada *Screen* akibatnya adalah *Screen* tidak berfungsi dengan semestinya.

Uraian masalah diatas peneliti menyarankan metode penjadwalan baru dengan metode TBM, seperti tabel di bawah ini :

Tabel 14. Pembuatan Jadwal Penggantian *Sparepart Mesin Vibrating Screen Time Based Maintenance*

Lifetime	Penggantian	Tahun 2021															
		Jan	Feb	Maret	April	Mei	Jun	July	Agustus	Sept	Oktober	Nov	Des				
24 bulan	Plan																
	Actual																
12 bulan	Plan																
	Actual																
6 bulan	Plan																
	Actual																
6 bulan	Plan																
	Actual																
6 bulan	Plan																
	Actual																
6 bulan	Plan																
	Actual																
12 bulan	Plan																
	Actual																

Tabel 15. Pembuatan Jadwal Penggantian *Sparepart Mesin Roll breaker Time Based Maintenance*

Mesin	Item	Lifetime	Penggantian	Tahun 2020														
				Jan	Feb	Maret	April	Mei	Jun	July	Agustus	Sept	Oktober	Nov	Des			
Roll Breaker	Gear Box Motor	4 Tahun	Plan															
		Actual																
	Mur / Baut	9 bulan	Plan															
		Actual																
	Bearing	12 bulan	Plan															
		Actual																
Oil	12 bulan	Plan																
	Actual																	
Grease	9 bulan	Plan																
	Actual																	

Berdasarkan wawancara di lapangan, *Roll breaker* yang paling sering mengalami kerusakan atau retak adalah baut. Maka dari itu tabel yang sudah di buat menggunakan metode *Time Based Maintenance* di atas bertujuan untuk harus selalu menyiapkan *sparepart* yang seharusnya dijadikan ketentuan untuk mengganti *sparepart* setiap tabel tentukan. Karena berdasarkan historis yang didapatkan untuk menentukan waktu penggantian yang optimal.

Inspeksi yang tidak akurat pada produk menyebabkan cacat yang tidak terlihat sehingga berdampak pada kualitas dan biaya. Beberapa mesin yang mengalami kerusakan pada *Stone crusher* selama produksi yang menyebabkan permasalahan karena apabila tidak dideteksi dengan cepat, proses berjalannya produksi jadi terhambat. Bagaimanapun juga, mesin harus berhenti dan dianalisis kerusakan sehingga menyebabkan waktu yang terbuang sia sia. Kegagalan yang terjadi ketika terdapat beberapa komponen mesin yang mengalami *Breakdown* secara tiba-tiba diakibatkan oleh volume material yang terlalu berlebihan. Sehingga di perlukan penggantian *sparepart* mesin, tetapi sangat sulit untuk mendeteksi komponen mesin yang mengalami kerusakan sebelum terjadi. Beberapa penyebab komponen mesin yang mengalami *breakdown* adalah getaran yang cukup kuat dari mesin *stone crusher* untuk membuat *sparepart* dari *Jaw crusher*, *Belt Conveyor*, *Vibrating Screen*, *Roll breaker* menyebabkan kerusakan yang bisa mempengaruhi komponen lain. Sehingga dengan penerapan *Time Based Maintenance* pada mesin *Stone crusher* di harapkan dapat mengurangi kerusakan mesin dalam proses pembuatan material batu.

Penerapan TBM merupakan salah satu solusi untuk memonitor proses produksi pada mesin *stone crusher* untuk mendeteksi adanya kerusakan dengan cepat. Bagian penting lainnya pada perawatan mesin *stone crusher* adalah

checklist yang merupakan sebuah jadwal yang dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada mesin *stone crusher*. Bila mesin *stone crusher* mengalami *Breakdown* akan langsung berhenti secara tiba-tiba. Selain itu, fungsi dari jadwal *Time Based Maintenance* adalah lebih siap dalam menangani pergantian komponen mesin secara tiba-tiba karena sudah di jadwalnya waktu untuk mempersiapkan komponen mesin yang sudah seharusnya di siapkan sebelumnya.

• *Pembahasan MTTR dan MTBF*

Setelah didapatkan jadwal penggantian komponen yang telah dibuat menggunakan data histori dengan metode TBM, maka masih perlu ditambahkan penyusunan jadwal pemeliharaan menggunakan perhitungan MTBF. Data yang digunakan merupakan data hasil wawancara dengan simulasi waktu tertentu. Berdasarkan data yang di dapatkan dilapangan selama 2020 sebanyak 26 kasus kerusakan mesin, akan hal tersebut dapat dilihat *performance* mesin harus ditingkatkan (McCrae & Zonderman, 1987). *performance* terdiri dari 3 bagian yaitu:

1. *Reliability* adalah Kemungkinan dimana peralatan dapat beroperasi di bawah keadaan normal dengan baik. *Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah rata rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan. MTBF ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan jumlah/frekuensi kegagalan. Pengoperasian mesin karena *breakdown*. $MTBF = \frac{Total\ operation\ Time}{Frekuensi\ Breakdown}$

2. *Maintainability* adalah suatu usaha dan biaya untuk melakukan suatu perawatan (pemeliharaan). Suatu pengukuran dari *Maintainability* adalah *Mean Time to Repair* (MTTR), tingginya MTTR mengidentifikasi rendahnya *Maintainability*. Dimana MTTR merupakan indikator kemampuan (skill) dari mekanik *maintenance* dalam menangani atau mengatasi setiap masalah kerusakan. $MTTR = \frac{Breakdown\ Time}{Frekuensi\ Breakdown}$

3. *Availability* adalah proporsi dari waktu peralatan/mesin yang sebenarnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan dengan waktu yang ditargetkan seharusnya tersedia untuk suatu

pekerjaan. atau dengan definisi lain bahwa *Availability* adalah ratio untuk melihat line stop yang ditinjau dari aspek *breakdown* saja. $Availability = (\frac{Total\ Operation\ Time}{Loading\ Time}) \times 100\%$

Tabel 16. Menghitung MTBF dan MTTR *Jaw crusher* Tahun 2020

No.	Komponen	Data Kerusakan	Perbaikan		MTTR	MTBF
			Start	Finish		
1	Mur/ Baut	Setiap 10 bulan sekali mengalami kerusakan di karenakan getaran yang di ciptakan dari mesin <i>Jaw Crusher</i>	2/23/20 10:00	2/23/20 17:00	420	432.000
2	Grease	Grease setiap mengalami perbaikan 10 bulan pada bearing harus sedia banyak di karenakan fungsinya adalah untuk meminimalisir panas yang terjadi saat proses pemecahan material	2/23/20 18:00	2/23/20 21:30	210	432000
3	Gigi Rahang atau Jaw	Gigi <i>Jaw</i> setiap diatas 1 tahun beroperasi selalu mengalami aus atau kurang maksimal pemecahan materinya. Kerusakan komponen mesin yang disebabkan material yang terlalu besar atau tidak sesuai yang seharusnya material di olah untuk menuju ke Roll Breaker	1/15/20 09:00	1/17/20 12:00	3.090	568.800
4	Ring Cover Bearing Luar	Setiap setelah mesin melakukan operasi diatas 1 tahun selalu mengalami kerusakan, maka dari itu ring cover luar di ganti yang berfungsi untuk menjaga bearing dari luar.	1/15/20 09:00	1/16/20 09:00	1440	568800
5	Ring Cover Bearing Dalam	Setiap setelah mesin melakukan operasi diatas 1 tahun selalu mengalami kerusakan, maka dari itu ring cover luar di ganti yang berfungsi untuk menjaga bearing dari dalam.	1/15/20 09:00	1/15/20 09:00	1440	568800
6	Gear Box Motor	Gear Box Motor jarang terjadi kerusakan, bisa terjadi kerusakan diatas 5 tahun sekali.	7/20/20 13:00	9/20/20 09:00	2.640	2.628.000
7	Oil	Oil sendiri berguna untuk memberi pelumas pada komponen yang ada di <i>Jaw Crusher</i> seperti dari Gear box motor dan lain-lain.	2/17/20 03:00	2/17/20 21:00	240	230.400
8	Bearing	Bearing setiap diatas 1 tahun sekali selalu mengalami kerusakan yang mengakibatkan terhambatnya proses pembuatan material.	4/15/20 13:00	4/17/20 13:00	2.760	568800
Total					12.240	15.997.800

$$\begin{aligned}
 \text{Jaw crusher} &= 14 \text{ jam} \times 305 \text{ hari} \\
 &= 4.270 \text{ jam} \\
 &= 4.270 \times 60 \text{ (menit)} \\
 &= 256.200 \text{ menit.}
 \end{aligned}$$

Jadi total menit setiap tahun mesin berhenti setelah mesin beroperasi selama 10 jam perhari adalah $4.270 \text{ jam} \times 60 \text{ (menit)} = 256.200 \text{ menit}$ setiap tahunnya.

Sedangkan mesin yang ada di CV. Hafif Putra setiap minggu tidak beroperasi.

$$\begin{aligned}
 \text{Jaw crusher} &= 24 \text{ jam} \times 60 \text{ hari} \\
 &= 1440 \text{ jam pertahun} \\
 &= 1.440 \text{ jam} \times 60 \text{ (menit)} \\
 &= 86.400 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Jadi total menit setiap tahun mesin berhenti karena setiap minggu mesin berhenti beroperasi adalah $1.440 \text{ Jam} \times 60 \text{ (menit)} = 86.400 \text{ menit}$ setiap tahunnya.

Jika di total $256.200 \text{ menit} + 86.400 \text{ menit}$ maka nilai total menit setiap tahun berhenti beroperasi adalah 342.600 menit .

Mesin bekerja normal selama 10 jam dan pada hari minggu CV. Hafif Putra libur. Diasumsikan mesin berhenti beroperasi selama 60 hari Ketika hari minggu (minggu), 4.848 jam Ketika mesin berhenti selama mesin setelah beroperasi, jadi total mesin tidak beroperasi selama 1 tahun adalah 342.600 menit . Untuk operasional 305hari, total beroperasi mesin selama 1 tahun adalah 183.000 menit . Dengan didapatkannya total Operation Time maka untuk perhitungan *Availability* adalah :

$$Availability = \frac{5.997.600 - 342.600}{183.000} \times 100\% = 30,90\%$$

Dari hasil perhitungan availability didapatkan hasil 30,90% standard mesin bekerja hanya 30%. Maka dapat dikatakan mesin *Jaw crusher* bekerja dengan tidak cukup baik dan tidak efektif. Maka dari itu untuk mengantisipasi kerusakan komponen-komponen kritis perlu dilakukan system penjadwalan perawatan yang lebih baik lagi. Agar dapat mengurangi *breakdown time* yang sering terjadi pada mesin *Jaw crusher*.

Berdasarkan data kerusakan mesin *Jaw crusher* untuk perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) adalah sebagai berikut.

$$MTBF = \frac{5.997.600}{8} = 749.700 \text{ Menit}$$

$$MTTR = \frac{12.240}{8} = 1.530 \text{ Menit}$$

Periode	MTBF	MTTR
Jan s.d Des 2020	749.700 menit	1.530 menit

Berdasarkan hasil *Mean Time Between Failure* (MTBF) di atas didapatkan 749.700 menit. Jika satu hari sama dengan 1440 menit maka *schedule preventive maintenance* untuk mesin *Jaw crusher* adalah 520,62 => 521 hari.

Tabel 17. Menghitung MTBF dan MTTR *Belt Conveyor* Tahun 2020

No.	Komponen	Data Kerusakan	Perbaikan		MTTR	MTBF
			Start	Finish		
1	Belt	Setiap diatas 6 bulan sekali mengalami kerusakan di kerangka ada beberapa faktor salah satunya adalah beberapa material yang runtuh	4/27/20 08.00	4/27/20 24.00	360	302.400
2	Oil	Oil sendiri berguna untuk memberi pelumas pada komponen yang ada di <i>Belt Conveyor</i> seperti dari Gear Box motor, roda dan komponen lain.	10/17/20 08.00	10/17/20 21.00	180	568800
3	Sproket Motor	Setiap diatas 6 bulan sekali sproket motor mengalami keretakan pada bagian komponen mesin. Sehingga berpotensi mengalami kerusakan yang lebih besar bila tidak segera dilakukan penggantian komponen	4/27/20 11.00	4/27/20 08.00	300	302.400
4	Sproket Roller	Setiap diatas 6 bulan sekali sproket pada roller kinerjanya kurang maksimal sehingga menghambat proses berjalannya material	4/27/20 09.00	4/27/20 13.00	240	302400
5	Rantai	Setiap diatas 6 bulan sekali selalu mengalami kerusakan karena beratnya material yang tidak sesuai, berakibatkan <i>belt conveyor</i> berhenti tiba-tiba.	1/13/20 08.00	1/13/20 20.00	120	302400
6	Motor	Setiap 6 bulan sekali guna menghindari kerusakan, motor selalu mengalami perbaikan antara lain di beri pelumas, dan di bersihkan komponen yang ada di dalamnya karena efek dari debu yang di Embulikan dari material	7/17/20 11.30	7/19/20 09.00	2.610	345.600
Total					3.880	2.124.000

$$Availability = \frac{2.124.000 - 342.600}{183.000} \times 100\% = 9,73\%$$

Dari hasil perhitungan availability didapatkan hasil 9,73% standard mesin bekerja hanya 10%. Maka dapat dikatakan mesin *Belt Conveyor* bekerja dengan tidak cukup baik dan tidak efektif. Maka dari itu untuk mengantisipasi kerusakan komponen-komponen kritis perlu dilakukan system penjadwalan perawatan yang lebih baik lagi. Agar dapat mengurangi *breakdown time* yang sering terjadi pada mesin *Belt Conveyor*

Berdasarkan data kerusakan mesin *Belt Conveyor* untuk perhitungan *Mean Time Between*

Failure (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) adalah sebagai berikut.

$$MTBF = \frac{2.124.000}{6} = 354.000 \text{ Menit}$$

$$MTTR = \frac{3.810}{6} = 635 \text{ Menit}$$

Periode	MTBF	MTTR
Jan s.d Des 2020	354.000 menit	635 menit

Berdasarkan hasil *Mean Time Between Failure* (MTBF) di atas didapatkan 354.000 menit. Jika satu hari sama dengan 1440 menit maka *schedule preventive maintenance* untuk mesin *Belt Conveyor* adalah 245,83 => 246 hari.

Tabel 18. Menghitung MTBF dan MTTR *Vibrating Screen* Tahun 2020

No.	Komponen	Data Kerusakan	Perbaikan		MTTR	MTBF
			Start	Finish		
1	Gear Box Motor	Gear Box Motor jarang terjadi kerusakan, bisa terjadi kerusakan diatas 2 tahun sekali.	5/7/2003 12.00	5/9/2003 09.00	2700	1.576.800
2	Belt	Setiap diatas 12 bulan sekali mengalami kerusakan di kerangka ada beberapa faktor salah satunya adalah komponen mudah mengalami robek atau semacamnya.	3/12/20 14.00	3/12/20 09.00	300	568.800
3	Roller	Setiap diatas 6 bulan sekali roller mengalami keretakan pada bagian komponen mesin.	2/17/20 11.00	2/17/20 15.00	240	302.400
4	Sproket Motor	Setiap diatas 6 bulan sekali sproket motor mengalami keretakan pada bagian komponen mesin. Sehingga berpotensi mengalami kerusakan yang lebih besar bila tidak segera dilakukan penggantian komponen	2/17/20 15.00	2/17/20 20.00	300	302.400
5	Sproket Roller	Setiap diatas 6 bulan sekali sproket pada roller kinerjanya kurang maksimal sehingga menghambat proses berjalannya material	2/17/20 20.00	2/17/20 24.00	240	302.400
6	Bearing	Bearing setiap diatas 6 bulan sekali selalu mengalami kerusakan yang mengakibatkan terhambatnya proses pembuatan material.	4/27/20 18.00	4/28/20 01.00	420	302.400
7	Oil	Oil sendiri berguna untuk memberi pelumas pada komponen yang ada di <i>Jaw Crusher</i> seperti dari Gear Box motor dan lain-lain.	11/19/20 18.00	5/5/20 21.00	300	568.800
Total					4.380	1.924.000

$$Availability = \frac{3.924.000 - 342.600}{183.000} \times 100\% = 19,57\%$$

Dari hasil perhitungan availability didapatkan hasil 19,57% standard mesin bekerja hanya 20%. Maka dapat dikatakan mesin *Vibrating Screen* bekerja dengan tidak cukup baik dan tidak efektif. Maka dari itu untuk mengantisipasi kerusakan komponen-komponen kritis perlu dilakukan system penjadwalan perawatan yang lebih baik lagi. Agar dapat mengurangi *breakdown time* yang sering terjadi pada mesin *Vibrating Screen*

Berdasarkan data kerusakan mesin *Vibrating Screen* untuk perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) adalah sebagai berikut.

$$MTBF = \frac{3.924.000}{7} = 560.571 \text{ menit}$$

$$MTTR = \frac{4.500}{7} = 643 \text{ menit}$$

Periode	MTBF	MTTR
Jan s.d Des 2020	560.571 menit	643 menit

Berdasarkan hasil *Mean Time Between Failure* (MTBF) di atas didapatkan 560.571 menit. Jika satu hari sama dengan 1440 menit maka *schedule preventive maintenance* untuk

mesin *Vibrating Screen* adalah 389,28 => 389 hari.

Tabel 19. Menghitung MTBF dan MTTR *Roll breaker* Tahun 2020

No.	Komponen	Data Kerusakan	Perbaikan		MTTR	MTBF
			Start	Finish		
1	Gear Box Motor	Gear Box Motor jarang terjadi kerusakan, bisa terjadi kerusakan diatas 4 tahun sekali.	06/12/2020 09:00	01/04/2019:00	2.620	1.620.000
2	Mur / Baut	Setiap 30 bulan sekali mengalami kerusakan di karenakan getaran yang di dapatkan dari mesin jaw Crusher	7/27/20 13.00	7/27/20 19.30	390	432000
3	Bearing	Bearing setiap diatas 1 tahun sekali selalu mengalami kerusakan yang mengakibatkan terhambatnya proses pembuatan material.	01/25/20 12.00	01/27/20 09.00	2.700	568.800
4	Oil	Oil sendiri barang untuk memberi pelumas pada komponen yang ada di Roll Breaker seperti dari Gear box motor dan lain lain.	01/25/20 18.00	01/25/20 21.30	210	568800
5	Grease	Grease setiap mengalami perbaikan 30 bulan pada bearing harus sedikit banyak di karenakan fungsinya adalah untuk meminimalkan panas yang terjadi saat proses pemecahan material	7/20/20 18.00	7/20/20 24.00	360	432000
Total					6.480	4.629.600

$$Availability = \frac{4.629.600 - 342.600}{183.000} \times 100\% = 23,43\%$$

Dari hasil perhitungan availability didapatkan hasil 23,43% standard mesin bekerja hanya 23%. Maka dapat dikatakan mesin *Roll breaker* bekerja dengan tidak cukup baik dan tidak efektif. Maka dari itu untuk mengantisipasi kerusakan komponen-komponen kritis perlu dilakukan system penjadwalan perawatan yang lebih baik lagi. Agar dapat mengurangi *breakdown time* yang sering terjadi pada mesin *Roll breaker*

Berdasarkan data kerusakan mesin *Roll breaker* untuk perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) adalah sebagai berikut.

$$MTBF = \frac{4.629.600}{5} = 925.920 \text{ menit}$$

$$MTTR = \frac{6.480}{5} = 1.296 \text{ menit}$$

Periode	MTBF	MTTR
Jan s.d Des 2020	925.920 menit	1.296 menit

Berdasarkan hasil *Mean Time Between Failure* (MTBF) di atas didapatkan 925.920 menit. Jika satu hari sama dengan 1440 menit maka schedule *preventive maintenance* untuk mesin *Roll breaker* adalah 643 => 643 hari.

Tabel 20. Jadwal Pemeliharaan Hasil Perhitungan MTBF 2021-2022

No	Job Activity Overhaul	MTBF	Pemeliharaan	Tahun 2021												
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nov	Des	
1	Jaw Crusher	17 Bulan	Plan													
			Actual													
2	Belt Conveyor	8 Bulan	Plan													
			Actual													
3	Vibrating Screen	13 Bulan	Plan													
			Actual													
4	Roll Breaker	21 Bulan	Plan													
			Actual													
No	Job Activity Overhaul	MTBF	Pemeliharaan	Tahun 2022												
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nov	Des	
1	Jaw Crusher	17 Bulan	Plan													
			Actual													
2	Belt Conveyor	8 Bulan	Plan													
			Actual													
3	Vibrating Screen	13 Bulan	Plan													
			Actual													
4	Roll Breaker	21 Bulan	Plan													
			Actual													

Jadwal pemeliharaan diatas merupakan jadwal untuk pemeliharaan besar atau *overhaul*

dengan menghitung nilai MTBF dengan data yang disimulasikan lebih rinci dibandingkan dengan metode TBM. Penjadwalan menggunakan metode TBM lebih kepada penggantian komponen sesuai dengan data histori lifetime komponen tersebut, sedangkan jadwal pemeliharaan hasil perhitungan MTBF lebih kepada perawatan untuk pencegahan kerusakan pada mesin atau alat. Dari jadwal penggantian komponen dan pemeliharaan rutin yang telah dibuat, apabila diterapkan pada CV. Hafif Putra harapannya bisa menjaga kehandalan mesin dari sebelumnya. Harapannya kehandalan mesin terjaga dan lebih terdokumentasi dengan dituliskan pada *One Point Lesson*.

• *One Point Lesson*

Tujuan di buatnya OPL (*One Point Lesson*) adalah data yang diperoleh dari *troubleshooting* yang ada di dalam mesin *Jaw crusher*, karena berdasarkan hasil wawancara di CV. Hafif Putra belum memiliki Prosedur Operation Standar. Maka maksud dari peneliti membuat OPL (*One Point Lesson*) adalah dapat di jadikan rekomendasi perusahaan yang ada di CV. Hafif Putra agar menjaga keawetan dan kehandalan mesin sampai (*overhaul*) berikutnya karena data sangat penting untuk mendukung keberhasilan yang di peroleh tujuan di buatnya *One Point Lesson* untuk dijadikan rekomendasi Prosedur Operation Standar di perusahaan CV. Hafif Putra. Data historis yang di dapat dari tabel di bawah untuk menentukan batas maksimal volume dari mesin *Jaw crusher* tersebut:


Tabel 21. Pembuatan *One Point Lesson*

One Point Lesson

Subject: Troubleshooting As Jaw Crusher

Dibuat oleh: Hafif Putra, R. A.	Ditulis oleh: Hafif Putra, R. A.	Revisi: 01	Tanggal: 01/01/2021	Status: Selesai	Tipe: Laporan
---------------------------------	----------------------------------	------------	---------------------	-----------------	---------------

Tujuan: Memahami cara troubleshooting on Jaw Crusher



Prosedur:

1. Perhatikan bagian-bagian yang rusak.
2. Perhatikan bagian-bagian yang rusak.
3. Perhatikan bagian-bagian yang rusak.
4. Perhatikan bagian-bagian yang rusak.
5. Perhatikan bagian-bagian yang rusak.

Referensi:

1. Hafif Putra, R. A. (2021). *One Point Lesson*. CV. Hafif Putra.

2. Hafif Putra, R. A. (2021). *One Point Lesson*. CV. Hafif Putra.

3. Hafif Putra, R. A. (2021). *One Point Lesson*. CV. Hafif Putra.

4. Hafif Putra, R. A. (2021). *One Point Lesson*. CV. Hafif Putra.

5. Hafif Putra, R. A. (2021). *One Point Lesson*. CV. Hafif Putra.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pengumpulan, pengolahan dan analisa data yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan mengenai beberapa masalah yang terjadi pada *Stone crusher* di CV. HAFIF PUTRA:

1. Jadwal pemeliharaan *preventive* untuk mesin *Jaw crusher* telah dibuat berdasarkan informasi kerusakan yang diperoleh. Jadwal pemeliharaan dibuat setiap harinya dengan checklit *preventive maintenance*, sehingga teknisi mengetahui tindakan yang dilakukan pada mesin. Jadwal untu penggantian komponen dibuat menggunakan metode TBM (*Time Based Maintenance*). Jadwal pemeliharaan bila diterapkan harapannya dapat meminimalisir *breakdown* atau *losses* yang terjadi. Serta jadwal pemeliharaan berdasarkan perhitungan MTBF (*Mean Time Between Failure*) merupakan dimana komponen harus dilakukan pemeliharaan sehingga proses produksi dapat berjalan dengan optimal hingga waktu pemeliharaan periodik (*overhaul*) berikutnya. Dari data kerusakan selama Januari – Desember 2020 didapatkan perhitungan MTBF 749.700 menit, MTTR = 1.530 menit dengan *Availability* 30,90%. Dari analisa dan perhitungan tersebut disimpulkan penjadwalan *preventive maintenance* pada *Jaw crusher* dilakukan 17 bulan sekali yang awalnya adalah 5 tahun sekali. Dilakukannya perubahan jadwal bertujuan untuk meminimalisir waktu downtime, mengurangi *breakdown*, dan memperpanjang *lifetime* mesin.
2. OPL (*One Point Lesson*) yang telah dibuat dan nilai *Availability* yang telah dihitung dari mesin *Jaw crusher* mencapai 30,90%, untuk menjaga *lifetime* mesin *Jaw crusher* standarnya maksimum 30%. Oleh karena itu ada perubahan jadwal *maintenance*. Nilai *Availability* dapat menjadi prosedur operasi standar mesin dan mengetahui kinerja mesin yang mempengaruhi

volume kerja mesin khususnya *Jaw crusher* di CV. Hafif Putra.

• Saran

Adapun saran yang penulis berikan agar jadwal *preventive maintenance*, checklist, dan One Point Less yang telah dibuat menggunakan metode TBM (*Time Based Maintenance*) dan metode perhitungan MTBF (*Mean Time Between Failure*) dapat diterapkan secara optimal dan diarsipkan pada CV. Hafif Putra, sehingga dapat terdeteksi data kerusakan dan data *maintenance* pada mesin. Jadwal pemeliharaan yang tepat dapat menjaga usia komponen mesin hingga waktu pemeliharaan periodik (*overhaul*) berikutnya, sehingga proses produksi berjalan optimal tanpa adanya gangguan dari operasional mesin. kedepannya agar dapat ditambahkan sistem monitoring, dan memudahkan untuk pencatatan data terkait *maintenance*.

PENGHARGAAN

Penghargaan setinggi-tingginya kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas pendanaan penelitian ini dalam skema Penelitian Dosen Pemula

REFERENSI

- Ahmad, R., & Kamaruddin, S. (2012). A review of condition-based *maintenance* decision-making. *European Journal of Industrial Engineering*, 6(5), 519–541. <https://doi.org/10.1504/EJIE.2012.048854>
- Alat, K., Batuan, P., & Crusher, S. (n.d.). *Kajian alat peremuk batuan (stone crusher)*. 1–10.
- Alghofari, A. K., Djunaidi, M., & Fauzan, A. (2006). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Ballmill Dengan Basis Rcm (*Reliability Centered Maintenance*). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 5(2), 45–52.
- Gerdes, M., Scholz, D., & Galar, D. (2016). Effects of condition-based *maintenance* on costs caused by unscheduled *maintenance* of aircraft. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 22(4), 394–417. <https://doi.org/10.1108/JQME-12-2015-0062>
- Islam, S. S. (2020). Analisis *Preventive maintenance* Pada Mesin Produksi dengan

- Metode Fuzzy FMEA. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 8(1), 13–20.
<https://doi.org/10.32487/jtt.v8i1.766>
- McCrae, R. R., & Zonderman, A. B. (1987). Environmental and dispositional influences on well-being: Longitudinal follow-up of an American national sample. *British Journal of Psychology*, 78(3), 299–306.
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1987.tb02248.x>
- Parida, A., & Kumar, U. (2006). *Maintenance performance measurement (MPM): Issues and challenges*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(3), 239–251.
<https://doi.org/10.1108/13552510610685084>
- Rasindyo, M. R., Kusmaningrum, & Helianty, Y. (2015). Analisis Kebijakan Perawatan Mesin Cincinnati Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered *Maintenance* Di PT. Dirgantara Indonesia. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 03(1), 400–410.
- Tarigan, P., Ginting, E., & Siregar, I. (2013). Perawatan Mesin Secara *Preventive maintenance* Dengan Modularity Design Pada Pt. Rxx. *Jurnal Teknik Industri USU*, 3(3), 35–39.
- Corder, Antony. 1992. **Teknik Manajemen Pemeliharaan**. Jakarta: Erlangga