

Penerapan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dalam Implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) Pada *Coal Handling System* di PT. PJB UP Paiton

Ilyas Jaelani Sutomo Elfaiz*, Mustakim, Yustina Suhandini Tjahjaningsih

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

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

*)Corresponding Author : ilyasjaelanisutomo@gmail.com

INFO ARTIKEL

Article history

Received 13 Agustus 2022

Revised 15 September 2022

Accepted 28 November 2022

Available Online 27 Desember 2022

Kata Kunci

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Total Productive maintenance (TPM)

Six Big Losses

ABSTRAK

Perawatan adalah kegiatan pendukung utama yang bertujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi, sehingga pada saat dibutuhkan dapat dipakai sesuai kondisi yang diharapkan. Hal ini dapat dicapai antara lain dengan melakukan perencanaan dan penjadwalan. Penelitian ini dilaksanakan bekerja sama dengan PT. PJB UP PAITON, dalam menentukan strategi perawatan mesin diperlukan penerapan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dalam implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) pada *Coal Handling System*. Terdapat beberapa cara perawatan mesin guna membantu dalam meminimalisir kerusakan antara lain yaitu *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan alat *quality control* yang mampu beradaptasi untuk menyesuaikan perubahan yang sering terjadi dalam proses produksi. Setelah dilakukan analisis dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa *losses* terbesar yang menyebabkan rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* adalah *reduced yield* dan *Reduced speed*. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan *fishbone* diagram dapat diketahui bahwa terdapat Empat faktor yang menjadi penyebabnya yaitu faktor manusia, faktor material, faktor mesin, dan faktor lingkungan. Untuk meningkatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness*, maka perusahaan harus mengurangi *losses* yang terjadi. Faktor manusia dan lingkungan saling berhubungan, operator sangat berperan penting dalam proses produksi perusahaan. Perusahaan sebaiknya memberikan peningkatan kemampuan dalam melakukan pekerjaannya.

Pendahuluan

Usaha perbaikan pada pembangkit listrik, dilihat dari segi peralatan adalah dengan meningkatkan efektifitas mesin atau peralatan seoptimal mungkin. Untuk menjaga kondisi mesin tersebut agar tidak terjadi kerusakan ataupun paling tidak meminimalkan kerusakan peralatan, sehingga proses produksi tidak terlalu lama berhenti, maka di perlukan perawatan dan pemeliharaan mesin yang baik dan tepat, sehingga hasilnya dapat meningkatkan efektifitas mesin dan kerugian yang di akibatkan oleh kerusakan mesin dapat di hindarkan. Kutipan (piescessanella: 2011) Perawatan (*maintenance*) ialah suatu kegiatan

yang dilakukan secara sengaja (sadar) terhadap suatu fasilitas dengan menganut suatu sistematika tertentu untuk mencapai hasil yang telah ditetapkan (Sisjono dan Iwan Koswara, 2004). Dalam menentukan strategi sistem pemeliharaan yang baik diperlukan informasi penyebab kegagalan mesin pada proses produksi terdapat beberapa cara untuk mencari informasi tentang kegagalan mesin, diantaranya dengan menggunakan metode *overall equipment effectives* (OEE).

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan produk dari *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* dikelompokkan menjadi tiga komponen

utama dalam OEE untuk dapat digunakan dalam mengukur kinerja mesin/ peralatan, yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *defect losses*. OEE mengukur efektivitas keseluruhan peralatan dengan mengalikan *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality product*. Pengukuran efektivitas ini mengkombinasikan faktor waktu, kecepatan, dan kualitas operasi dari peralatan dan mengukur bagaimana faktor-faktor ini dapat meningkatkan nilai tambah.

PT. PJB UP PAITON adalah salah satu unit pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menyuplai energi listrik dengan daya 400x2 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 Conveyor, ship unloader, dan transfer tower. Conveyor merupakan alat sangat vital di *coal handling system*, karena fungsinya adalah untuk mentransfer/mengalirkan batubara dari unloading area (*intake hopper*) sampai coal bunker. Ship Unloader (SU) Adalah suatu peralatan yang digunakan untuk pembongkaran muatan batu bara dari kapal yang tidak mempunyai peralatan bongkar sendiri (*non self Unloading*). peralatan ini dilengkapi dengan Grab (*bucket*) dengan kapasitas bongkar

1.250 ton/jam. Transfer Tower adalah pengaturan arah aliran batu bara. Pengaturan arah aliran tersebut dilakukan disuatu bangunan yang memuat alat pemindah arah.

Kehandalan sistem transportasi batu bara sangat diperlukan karena hal ini akan menjamin kelangsungan operasi unit pembangkit. Dari data hitung gangguan pada *coal handling system* didapatkan sebagai berikut :

Tabel 1. Data Kerusakan Mesin

Waktu	Mesin atau Peralatan	Jumlah Kerusakan	Persentase %
Juni - September 2017	Conveyor	10	66,6 %
	Ship Unloader	4	26,6 %
	Transfer Tower	1	6,6 %

Data di atas menjelaskan bahwa kerusakan yang terjadi di pada bagian-bagian coal handling system adalah Conveyor dengan persentase

kerusakan sebesar 66,6%, ship unloader dengan persentase kerusakan sebesar 26,6%, dan transfer tower dengan persentase kerusakan sebesar 6,6%. Dari data tersebut dapat di jelaskan komponen coal handling system yang sering kali mengalami kerusakan adalah conveyor dimana dengan angka persentase tertinggi di antara mesin yang ada di coal handling.

Belt conveyor merupakan peralatan utama pada proses pengangkutan batubara yaitu berupa pita besar dari bahan karet berserat dan membentang antara head / drive pulley dengan tail pulley. Jika kerusakan pada conveyor seperti ini tidak segera di atasi maka supply batu bara pada boiler akan mengalami gangguan saat mesin sedang beroperasi,

Maka dari itu kejadian seperti ini harus segera diatasi supaya proses produksi yang di lakukan tidak mengalami gangguan atau setidaknya mengurangi gangguan yang di sebabkan oleh kerusakan yang sering terjadi. maka dari itu kami mengangkat judul penerapan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dalam implementasi *total productive maintenance* (TPM) pada *coal handling system* di PT. PJB UP PAITON sebagai judul penelitian yang akan kami laksanakan.

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 system conveyor. 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.

Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data terdiri dari pengambilan dan pengolahan data. Pengambilan dan pengolahan data merupakan kegiatan yang digunakan untuk memperoleh data dalam melakukan penelitian dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

dan metode *Total Productive Maintenance* (TPM).



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Penelitian diawali dengan mengambil data dari perusahaan untuk kebutuhan penerapan OEE dan proses pemeliharaan, dilanjutkan dengan studi literatur dan studi lapangan untuk menentukan tujuan dari proses perbaikan mesin.

Selanjutnya pengumpulan data, data yang akan di teliti meliputi : data mesin beserta komponennya, data *breakdown*, mesin yang mengalami kerusakan, data *downtime*, waktu antar kerusakan dan perbaikan, penyebab dan efek kegagalan. Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu:

OEE *Overall Equipment Effectiveness* yang merupakan metode yang di gunakan sebagai alat ukur (*matric*) dalam penerapan program TPM guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan six big losses perlatan.

Total Productive Maintenance TPM mereduksi rugi mesin/peralatan dengan cara meningkatkan *avaibility* rasio, *performance efficiency*, dan *rate of quality*. Sejalan dengan meningkatnya ketiga faktor yang terdapat dalam OEE maka keabilitas perusahaan juga meningkat. Untuk menunjang penerapan *Total*

Productive Maintenance TPM ada 3 faktor utama yang harus di kondisikan, yaitu: motivasi dan kemampun kerja, sistem perawatan mesin, dan lingkungan kerja.

Hasil & Pembahasan

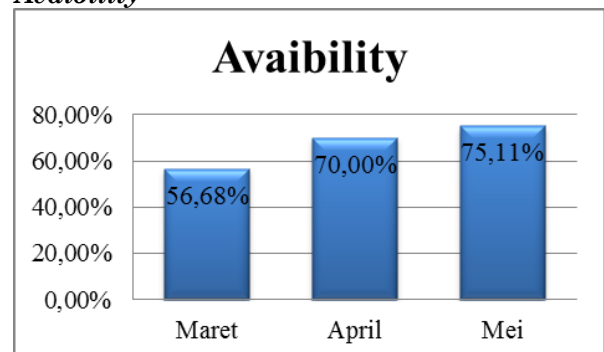
Berdasarkan data-data yang didapatkan akan dilanjutkan proses analisis untuk dapat menentukan kebijakan perawatan pada objek terpilih menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) Pada perhitungan OEE tergantung pada tiga *ratio* utama yaitu, *Availability*, *Performance*, dan *Quality*. Berdasarkan hal tersebut maka untuk mendapatkan nilai OEE, nilai dari ketiga *ratio* tersebut harus diperoleh terlebih dahulu.

Setelah didapatkan nilai *Avaibility*, *Performance*, dan *Quality* pada mesin serta mengetahui nilai *Losses*, maka langkah berikutnya adalah mencari penyebab- penyebab masalah yang berkaitan dengan nilai OEE yang diperoleh, setelah penyebab – penyebab masalah tersebut di ketahui maka langkah selanjutnya adalah usulan implementasi *Total Productive Maintenance* TPM dalam usaha untuk meningkatkan produktivitas dan efektivitas mesin.

Dengan demikian, pada pengolahan data ini terdiri dari empat langkah, yaitu:

- 1) Mengukur nilai OEE.
- 2) Mencari hubungan antara nilai OEE terhadap *losses* peralatan.
- 3) Mencari penyebab masalah yang berkaitan dengan nilai OEE.
- 4) Usulan implementasi TPM dalam usaha meningkatkan produktivitas dan efektivitas mesin.

Avaibility

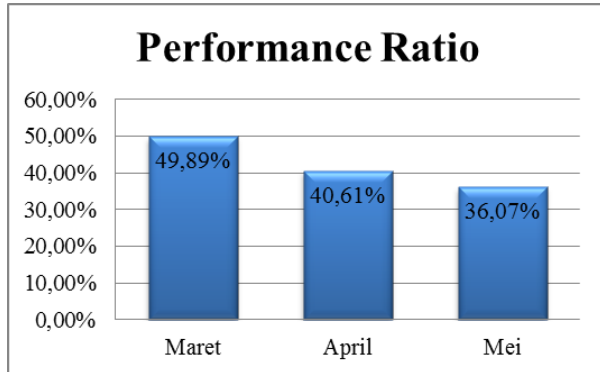


Gambar 2. *Avaibility*

Dari grafik diatas nilai *avaibility* tertinggi adalah pada bulan mei dan bulan April. Nilai paling rendah terjadi pada bulan maret dengan nilai 56, 68%. Pada bulan maret memiliki *downtime* paling besar. Namun, selama 3 bulan

tersebut masih termasuk dalam kategori yang kurang baik karena nilainya kurang dari 90%.

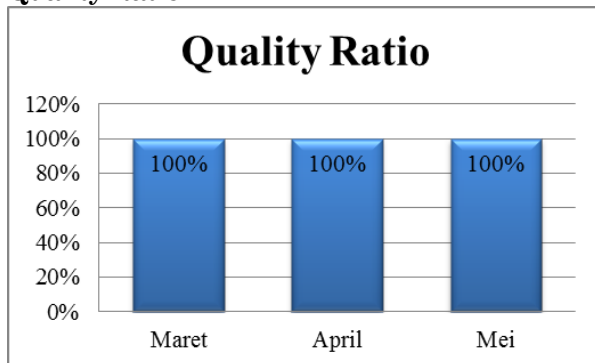
Performance Ratio



Gambar 3. Performance Ratio

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai *performance rate* paling tinggi terjadi pada bulan Maret dengan nilai *performance rate* 49,89%. nilai ini terjadi karena kecepatan produksi, pada bulan tersebut lebih cepat dari pada yang telah direncanakan. Jumlah produksi pada bulan tersebut melebihi dari yang direncanakan. Sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan mei dengan nilai *performance rate* sebesar 36,07%. nilai rendah ini terjadi karena pada bulan tersebut produksi hanya sedikit sedangkan waktu yang tersedia untuk memproduksi dapat digunakan untuk memproduksi lebih banyak.

Quality Ratio



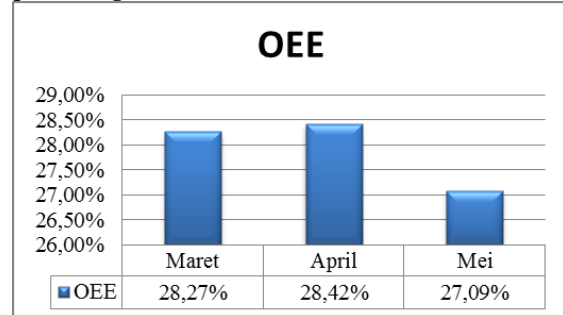
Gambar 4. Quality Ratio

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai *quality rate* dari bulan maret hingga mei memenuhi target dengan nilai 100%.

Overall Equipment Effectiveness

Perhitungan *overall equipment effectiveness* bertujuan untuk mengetahui tingkat ke efektifan suatu mesin atau suatu line produksi. Dalam penelitian ini perhitungan OEE bertujuan untuk mengetahui tingkat keefektifan *conveyor* yang

merupakan transportasi utama batu bara. *Overall equipment effectiveness* mempertimbangkan waktu, kualitas, dan performa dari mesin *conveyor*. Hasil perhitungan dari *overall equipment effectiveness* dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 5. Overall Equipment Effective

Berdasarkan grafik diatas, nilai OEE yang tertinggi adalah bulan April dengan nilai 28,42%. Standar nilai OEE yang bisa dijadikan goal jangka panjang adalah 85%, sehingga pada bulan tersebut belum memenuhi standar. Sedangkan nilai OEE terendah terjadi pada bulan mei dengan nilai 27,09%. Berdasarkan benchmark yang ditetapkan oleh JIPM, belum memenuhi standar 85% sehingga pengangkutan dianggap memiliki skor rendah dan membutuhkan *improvement* sesegera mungkin.

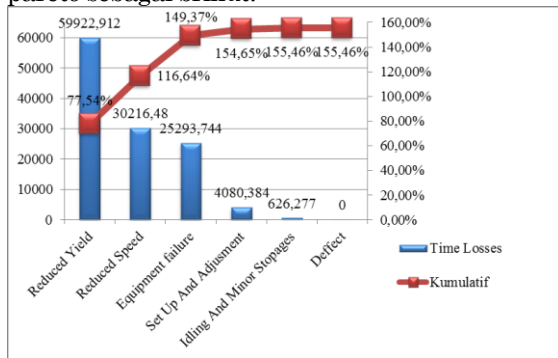
Six Big Losses

Setelah dilakukan perhitungan *losses*, kemudian dilakukan analisis kerugian apa yang paling berdampak pada perusahaan. Hanya terdapat 5 kerugian yang terjadi pada PT. PJB UP PAITON . dalam digram pareto tersebut dijelaskan urutan penyebab rendahnya nilai OEE mulai dari yang paling besar hingga yang paling kecil. kerugian tersebut adalah *reduced yield, reduced speed losses, equipment failure losses, set up and adjustment losses, idling and minor stopages losses, Defect losses* , dan. Berikut adalah hasil perhitungan *six big losses* yang telah dilakukan:

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Six Big Losses*

No	Six Big Losses	Total Time Losses (menit)	Persentase	Persentase Kumulatif
1	Reduced yield	59.922,912	77,54%	77,54%
2	Reduced speed	30.216,48	39,10%	116,64%
3	Equipment Failure Losses	25,293,744	32,73%	149,37%
4	Set Up And Adjusment	4.080,384	5,28%	154,65%
5	Idling And Minor Stopage	626,277	0,8104%	155,46%
6	Deffect Losses	0	0%	155,46%
total		120.139,797		

Dari tabel di atas maka di buat diagram pareto sebagai berikut:

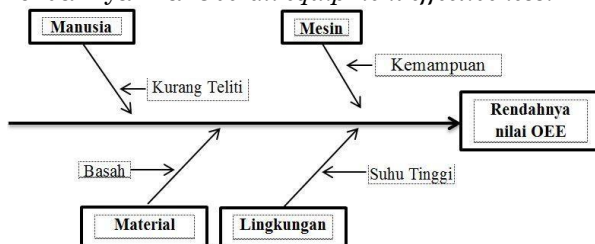


Gambar 6. Diagram Pareto

Dari diagram pareto diatas, dapat diketahui bahwa kerugian terbesar adalah *reduced yield losses* dengan nilai 56,38% dan *reduced speed* dengan nilai 39,10%. *reduced speed losses* disebabkan karena peralatan berjalan lebih lambat dari pada waktu idealnya.

Diagram Sebab Akibat

Setelah diketahui bahwa penyebab rendahnya nilai *Overall equipment effectiveness* adalah *reduced speed losses* dan *defect losses*, kemudian untuk mengetahui akar penyebabnya dengan menggunakan *fishbone* diagram. Faktor yang dianalisa dalam *fishbone* diagram adalah manusia atau *man power*, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. Berikut adalah gambar dari *fishbone* diagram penyebab rendahnya nilai *Overall equipment effectiveness*:



Gambar 7. Diagram Sebab Akibat

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa terdapat 4 kategori penyebab rendahnya OEE yaitu sebagai berikut:

1. Material

Material yang datang biasanya diperiksa terlebih dahulu oleh *department quality control*. *Staff department quality control* menyesuaikan material yang datang dengan kualitas yang dipesan perusahaan. Batu bara yang basah mungkin disebabkan karena terkena hujan pada saat pengiriman berlangsung.

2. Manusia

Faktor kelelahan pada operator merupakan salah satu penyebab rendahnya nilai *Overall*

equipment effectiveness. Ketika operator kelelahan, hal-hal yang tidak diinginkan bisa saja terjadi. Ketelitian dalam melakukan pekerjaan menjadi berkurang dan bahkan dapat melakukan kesalahan dalam menjalankan tugasnya. Selain itu juga dapat menyebabkan berkurangnya kecepatan mesin.

3. Mesin

Mesin *conveyor* merupakan mesin yang berperan penting dalam kegiatan transportasi pengangkutan batu bara di dalam perusahaan. Hal ini dikarenakan didominasi oleh kegiatan pengangkutan.

4. Lingkungan

Faktor lingkungan juga dapat berpengaruh pada rendahnya nilai *overall equipment effectiveness*. Suhu yang terlalu tinggi pada area lokal cukup membuat operator tidak betah ketika melakukan pengecekan atau melakukan control pada mesin *conveyor*.

Usulan Implementasi TPM

Setelah dilakukan analisis dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa *losses* terbesar yang menyebabkan rendahnya nilai *overall equipment effectiveness* adalah *reduced yield* dan *Reduced speed*. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan *fishbone* diagram dapat diketahui bahwa terdapat Empat faktor yang menjadi penyebabnya yaitu faktor manusia, faktor material, faktor mesin, dan faktor lingkungan. Untuk meningkatkan nilai *overall equipment effectiveness*, maka perusahaan harus mengurangi *losses* yang terjadi. Faktor manusia dan lingkungan saling berhubungan. operator sangat berperan penting dalam proses produksi perusahaan. Perusahaan sebaiknya memberikan peningkatan kemampuan (*skill*) dalam melakukan pekerjaannya. Operator diberikan pelatihan dalam proses produksi sesuai dengan job desknya masing dengan cepat teliti dan tepat waktu sehingga tidak menghambat proses produksi.

Dari faktor material, Batu bara sebelum masuk pada *conveyor* harus sedikit di keringkan. Supaya batu bara yang di angkut oleh *conveyor* tidak dalam keadaan basah yang pada akhirnya terjadi *pluggung* pada *transfer hous*. Dari faktor mesin, motor penggerak berperan penting pada proses pengoperasian *conveyor*. Ada beberapa kemungkinan yang bisa terjadi yang membuat *downtime*, yang pertama adalah jam kerja mesin yang terlalu lama sehingga mesin bekerja secara terus menerus, ausnya *gear box* sehingga mengurangi kecepatan laju putaran *conveyor*, *magnetik sparator*. *Magnetik sparator*

di letakkan di semua *transfer house*. Supaya logam yang jatuh ke *conveyor* dapat lebih di minimalisir.

Dengan diberikannya pencerahan tersebut maka operator dapat langsung melapor kepada bagian *maintenance* untuk dilakukan perbaikan sesegera mungkin. Selain perusahaan sebaiknya meningkatkan kepedulian operator terhadap peralatan yang digunakannya. Operator sebaiknya juga diberikan pelatihan tentang bagaimana cara merawat peralatan yang biasa digunakan. Perawatan yang ajarkan hanya yang kecil saja karena perawatan keseluruhan sudah menjadi tanggung jawab dari bagian *maintenance*. Dengan diberikan pelatihan tersebut maka kerja dari bagian *maintenance* bisa terfokus pada masalah yang lebih diutamakan. Selain itu kedisiplinan operator harus ditingkatkan lagi dalam masalah waktu untuk istirahat, masuk dan pulang harus sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang saya lakukan dapat di simpulkan bahwa rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* OEE terjadi karena beberapa faktor di antaranya :

1. Faktor Manusia
Faktor kelelahan pada operator merupakan salah satu penyebab rendahnya nilai *Overall equipment effectiveness*. Ketika operator kelelahan, hal-hal yang tidak diinginkan bisa saja terjadi.
2. Faktor lingkungan
Faktor lingkungan juga mempengaruhi kinerja operator mesin. Karena pada saat melakukan patroli check banyak operator yang tidak tahan dengan suhu lingkungan yang tinggi. Sehingga pada saat melakukan pengecekan tidak di lakukan dengan benar.
3. Faktor mesin
Motor *conveyor* sangat berperan penting dalam proses beroperasinya *conveyor*. Karena motor adalah mesin utama yang menggerakkan *conveyor*. Ausnya gear pada motor membuat kinerja motor semakin berkurang.
4. Faktor material
Batu bara adalah bahan utama yang di angkut oleh *belt conveyor*. Faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE adalah karena adanya batu bara basah yang ikut terangkut oleh *conveyor*. Sehingga ketika di transferkan melalui *transfer house* mengalami *plugging* pada *cut transfer house*

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 tersebut di antaranya :

1. Operator diberikan pelatihan dalam proses produksi sesuai dengan *job desknya* masing dengan cepat teliti dan tepat waktu sehingga tidak menghambat proses produksi.
2. Dalam pengambilan batu bara dari *stockpile* di ambil dari yang paling kering terlebih dahulu dari pada yang lembab. Sehingga dapat mengurangi kejadian *plugging*
3. Dalam melakukan *preventive maintenance* lebih di perketat lagi supaya komponen-komponen dapat terawat lebih baik lagi
4. Melakukan pengawasan pada para operator agar lebih di siplin antara jam kerja, jam istirahat, jam hadir, dan jam pulang.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyrof Arifianto. 2018. Penerapan total productive maintenance (tpm) dengan menggunakan metode overall equipment effectiveness (studi kasus : pt. Triangle motorindo).
- Hasibuan Din Syamsuddin, Budiasih Endang, Pamoso Aji. 2018. *Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Risk Based Maintenance (RBM) Pada Mesin Huron Di PT XYZ*. Jurnal Teknik Industri. Vol.5, No.2 Agustus 2018
- Iswardi, M.Sayuti. 2016. *analisis prosuktivitas perawatan mesin dengan metode (TPM) Total Productive maintenance pada mesin mixing section*. Jurnal Teknik Sain dan Teknologi. Vol. 4. No. 2 13 oktober 2016.
- Jiwantoro Agus, Dwi Argo Bambam, Agung Nugroho Wahyunanto. 2013. *Analisis Efektivitas Mesin Penggiling Tebu Dengan Penerapan Total Productive Maintenance*. Jurnal Keteknikan Pertanian Dan Biosistem. Vol. 1, No. 2, Juni 2013, 18-28.
- Mz Hermanto, Husin Iskandar, Masruri A. 2018. *Analisis Efektivitas Mesin Screw Press Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Jurnal Desiminasi Teknologi, Vol 6, No 1, Januari 2018.
- Nursubiyantoro Eko, Puryani, Isnaini Rozaq Mohamad. 2016. *Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) Dalam Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Jurnal OPSI (Optimasi Sistem Industri) Vol. 9 No.1 Juni 2016.
- Putra Alfredo Buddhi, Budiawan Wiwik. 2017. *Evaluasi Total Productive Maintenance Dengan Pendekatan Overall Equipment*

Effectiveness (OEE) Pada Mesin Carding PT. ABC.

- Rahmad, pratikto, wahyudi slamet. 2012. *Penerapan Overall Equipment effectiveness (OEE) dalam implementasi Total Productive Maintenance (TPM) pada pabrik gula PT. "Y". Jurnal Rekayasa Mesin. Vol. 3, No. 3 tahun 2012: 431-437.*
- Supriyadi, Ramayanti Gina, Afriansyah Romi. 2017. *Analisis total productive maintenance dengan metode overall equipment effectiveness dan fuzzy failure mode and effects analysis.* Jurnal Teknik Industri. Vol. 21, No. 3, Oktober 2017: 165-172
- Susanti oktaria. 2011. Perhitungan dan analisa nilai overall equipment effectiveness OEE pada proses awal pengolahan kelapa sawit. Studi kasus PT. X.
- Winarno Heru, Ferdiansyah Faqih. *Analisis Efektivitas Mesin Roughing Mill Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE).* Jurnal Industrial Manufacturing Vol. 3 No. 2, Juli 2018, pp. 67-78
- Yusuf Baharuddin, Rahman Arif, Himawan Rakhmat. *Analisa Overall Equipment Effectiveness Untuk Memperbaiki Sistem Perawatan Mesin Dop Berbasis Total Productive Maintenance.* Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri Vol. 3 No. 1.