

Analisis Tingkat Efektivitas pada Mesin *Continous Tandem Cold Mill (CTCM)* di *Cold Rolling Mill (CRM)* PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk. dengan *Total Effective Equipment Performance (TEEP)*

Kusno Hady Ridho Yunanto¹⁾, Aries Susanty²⁾

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7560052

E-mail: kusnohadyridhoyunanto@gmail.com¹⁾; ariessusanty@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Perkembangan salah satu industri di Indonesia yang cukup pesat adalah industri baja. PT. Krakatau Steel (Persero) adalah salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang memproduksi baja. Salah satu pabrik yang terdapat pada PT. Krakatau Steel (Persero) adalah pabrik Cold Rolling Mill (CRM). Kelancaran produksi merupakan faktor yang sangat penting dalam pabrik Cold Rolling Mill (CRM), karena jika proses kerja salah satu mesin terhambat maka menyebabkan penumpukan material yang mengakibatkan bertambahnya biaya. Penelitian ini dilakukan pada salah satu mesin di pabrik CRM yaitu mesin Continous Tandem Cold Mill (CTCM). Penelitian dilakukan untuk menganalisis tingkat efektivitas mesin menggunakan metode Total Effective Equipment Performance (TEEP). Nilai TEEP yang didapatkan pada tahun 2016 rata-ratanya adalah 20,95%. Penyebab rendahnya TEEP adalah karena faktor breakdown/equipment failure losses dengan nilai 34,62% dan mengambil proporsi antara 28%-38% dari loading time. Usulan perbaikan yang disarankan adalah melakukan preventive maintenance lebih rutin, penggantian komponen teratur, pelatihan kepada operator untuk kerusakan kecil, dan menambah roll pengganti yang standby.

Kata Kunci: Efektivitas Mesin, OEE, TEEP

ABSTRACT

One of the fastest growing industries in Indonesia is the steel industry. PT. Krakatau Steel (Persero) is one of the State-Owned Enterprises (SOEs) that produce steel. One of the factories in PT. Krakatau Steel (Persero) is a Cold Rolling Mill (CRM) factory. The smoothness of production is a very important factor in the Cold Rolling Mill (CRM) plant, because if one of the work process of the machines is hampered then causes the accumulation of material resulting that cause increasing cost. This research was conducted on one of the machines in the CRM factory that is Continous Tandem Cold Mill (CTCM) machine. The research was conducted to analyze the level of machine effectiveness using Total Effective Equipment Performance (TEEP) method. The value of TEEP obtained in 2016 is 20.95%. The cause of low TEEP is due to breakdown / equipment failure losses with a value of 34.62% and takes the proportion between 28% -38% of loading time. Suggested suggestions for improvement are more routine preventive maintenance, regular component replacement, training for operators for minor damage, and add a standby replacement roll.

Key Words: Machine Effectiveness, OEE, TEEP

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri di era sekarang ini semakin berkembang pesat, salah satunya adalah industri baja. Baja sangat dibutuhkan sebagai salah satu komponen pembangunan. Saat ini pembangunan di Indonesia sedang berkembang cukup pesat terbukti dengan adanya realisasi dari program pemerintah tentang pembangunan yang dinamakan sebagai Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI). PT. Krakatau Steel adalah salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang memproduksi baja. Terdapat total 8 pabrik di PT. Krakatau Steel, dan salah satunya adalah Pabrik *Cold Rolling Mill (CRM)* yang menghasilkan output berupa *Cold Rolling Coil (CRC)* dan *Cold Rolling Sheet (CRS)* dengan tiga ukuran yaitu *lite* (dengan ketebalan $\leq 0,2$ mm), *medium* (dengan ketebalan $0,2 \leq x \leq 0,59$ mm), dan *heavy* (dengan ketebalan $\geq 0,66$ mm).

Salah satu mesin yang digunakan di pabrik CRM adalah mesin CTCM, mesin ini adalah jantung dari

pabrik CRM PT. Krakatau Steel Cilegon yang akan menjadi acuan untuk melanjutkan ke proses permesinan selanjutnya. Mesin CTCM sudah melewati masa pakainya yaitu 20 tahun dan saat ini mesin CTCM sudah dipakai selama kurang lebih 31 tahun. Oleh karena itu, penulis bermaksud untuk mengukur tingkat efektivitas salah satu mesin yaitu mesin *Continous Tandem Cold Mill (CTCM)*. Pengukuran tingkat efektivitas mesin CTCM dilakukan dengan menggunakan metode *Total Effective Equipment Performance (TEEP)*. Setelah diketahuinya tingkat efektivitas mesin tersebut, kemudian melakukan perhitungan *six big losses* yang dapat menunjukkan penyebab terbesar yang mempengaruhi nilai TEEP maka akan dapat dilakukan saran-saran perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan guna meningkatkan atau menjaga tingkat efektivitas mesin CTCM. TEEP adalah perhitungan yang mirip dengan *Overall Effectiveness Equipment (OEE)* namun juga mengukur *output* berdasarkan waktu kalender yang tersedia (Mathur dkk. 2011).

Dalam penelitiannya pada tahun 2010, Almeanazel melakukan sebuah studi kasus pada pabrik baja di Yordania. Pabrik tersebut memiliki tiga stasiun kerja (mesin) yang memproduksi secara kontinyu. Kemudian dilakukan penelitian untuk mengukur produktivitas penggunaan mesin tersebut dan didapatkan nilai *availability* 76%, *performance* 72% dan *quality* 99%. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah bahwa untuk meningkatkan sistem permesinan dan mengurangi *waste time*, penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) harus lah menjadi tanggung jawab bersama, dan operator di lantai produksi harus terlibat dalam tiap perawatan mesin karena operatorlah yang paling dekat dengan mesin dan mengetahui jenis ketidaknormalan yang dialami mesin. Selanjutnya pada tahun 2013, Afefy melakukan penelitian serupa untuk menghitung *Overall Effectiveness Equipment* (OEE) pada sebuah pabrik garam di Mesir. Penelitian bertujuan untuk membandingkan nilai OEE pada bulan Oktober tahun 2011 dan 2012. Dari data tahun 2011 didapatkan nilai *availability* 83,34%, *performance* 94,3% dan *quality* 91% dengan OEE 71,52% sedangkan pada 2012 didapatkan nilai *availability* 87,5%, *performance* 86,76% dan *quality* 93% dengan OEE 70,6%. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah bahwa terdapat tiga cara yang dapat meningkatkan proses produksi dan perawatan lebih efisien, yaitu komputerisasi sistem manajemen perawatan, perancangan produksi dan *total quality management*. Apabila OEE adalah menghitung efektivitas berdasarkan *loading time*, TEEP menghitung efektivitas penggunaan mesin berdasarkan waktu kalender perusahaan sehingga dapat dibandingkan kapasitas keseluruhan yang tersedia (Mathur dkk. 2011).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Maintenance

Menurut Assauri (2008), *maintenance* merupakan kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik, dengan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan supaya tercipta suatu keadaan operasional produksi yang memuaskan, sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Tujuan dari kebijakan *maintenance* yang efektif adalah untuk menjaga agar proses produksi atau pelayanan jasa selalu berada pada kondisi operasi yang optimum, sehingga akan didapatkan hasil (*output*) yang berkualitas dan mampu memberikan kepuasan terhadap konsumen dan pada akhirnya dapat meningkatkan keuntungan perusahaan dan tingkat kepercayaan konsumen terhadap perusahaan.

Total Productive Maintenance (TPM)

Metode TPM adalah metode potensial untuk dapat memenuhi kebutuhan saat ini. Program implementasi TPM yang dipahami dengan baik

tidak hanya memperbaiki efisiensi peralatan dan efektivitas tetapi juga membawa perbaikan yang cukup berarti pada area lain dari perusahaan manufaktur (Workneh & Ajit, 2012). Ahuja & Khamba (2008a) telah meneliti faktor kesuksesan dari implementasi TPM seperti manajemen puncak, kepemimpinan dan keterlibatan karyawan, praktek perawatan tradisional, dan inisiatif penerapan TPM secara keseluruhan, untuk meningkatkan kinerja manufaktur pada industri di India. Sasaran penerapan TPM adalah tercapainya *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident* sepanjang siklus hidup dari sistem produksi sehingga memaksimalkan efektivitas penggunaan mesin. Dua ukuran kunci yang sering dipergunakan dalam *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah: *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Total Effective Equipment Productivity* (TEEP) (Mathur dkk. 2011).

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE adalah metode yang didasarkan pada tiga komponen utama yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. OEE digunakan untuk mengidentifikasi keberhasilan dari penerapan TPM (Tsaorouhas, 2015). OEE digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara kerugian terkait peralatan dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja dan keandalan total aset (Munchiri & Pintelon, 2008). Perhitungan OEE antara lain (Ayane & Ghudade, 2015):

- *Availability rate* (AR) merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan.

$$AR = \frac{\text{Operating Time (OT)}}{\text{Loading Time (LT)}} \times 100\% \quad (1)$$

- *Performance rate* (PR) adalah salah satu indikator yang digunakan untuk menunjukkan kemampuan mesin atau peralatan yang bekerja dengan kecepatan standarnya dalam menghasilkan produk.

$$PR = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Cycle Time (CT)}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \quad (2)$$

- *Quality rate* (QR) adalah suatu indikator yang digunakan untuk menunjukkan seberapa banyak scrap atau rework pada sebuah proses produksi.

$$QR = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Product}}{\text{Processed Amount}} \times 100\% \quad (3)$$

- OEE yaitu mengalikan ketiga variabel tersebut.

$$OEE = AR \times PR \times QR \quad (4)$$

Setelah mengetahui nilai OEE, selanjutnya menghitung *six big losses* untuk mengetahui faktor penyebab rendahnya nilai OEE suatu mesin sebagai berikut:

- *Breakdown due do equipment failure* (EF) adalah kerugian yang disebabkan oleh mesin yang mengalami kerusakan sehingga

tidak dapat beroperasi, yang mengakibatkan proses produksi menjadi terganggu.

$$EF = \frac{\text{Breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (5)$$

- *Setup and adjustment* yaitu hilangnya waktu akibat dilakukannya penyesuaian dan proses *setup* yang dilakukan oleh operator mesin.

$$\text{Setup Losses} = \frac{\text{Setup time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (6)$$

- *Idling and minor stoppages* yaitu keadaan *idle* (diam) akibat terganggunya suatu proses sehingga proses lain tidak dapat berjalan. *Minor stoppages* terjadi ketika peralatan berhenti dalam waktu singkat akibat masalah sementara.

$$\text{Idling} = \frac{\text{Unloading / iddling time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (7)$$

- *Reduce speed (RS)* yaitu perbedaan antara kecepatan desain mesin dengan kecepatan aktual yang terjadi pada rantai produksi.

$$RS = \frac{OT - (CT \times \text{total product})}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (8)$$

- *Rework losses (RL)* yaitu produk cacat yang dihasilkan dari proses produksi yang tidak sempurna, sehingga memerlukan rework (pengerjaan ulang).

$$RL = \frac{\text{cycle time} \times \text{rework}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (9)$$

- *Scrap losses* yaitu kerugian untuk waktu untuk pengerjaan ulang karena terdapat baja yang cacat dan tidak bisa di-rework..

$$\text{Scrap Losses} = \frac{\text{cycle time} \times \text{scrap}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (10)$$

Total Effective Equipment Performance (TEEP)

Total Effective Equipment Performance (TEEP) merupakan nilai persentase yang menggambarkan porsi dari produksi produk dibandingkan dengan total waktu yang tersedia. Formula ini meliputi utilisasi peralatan dan nilai OEE. Penggunaan formula TEEP ini menghasilkan pengukuran terhadap tingkat efektivitas mesin. Dengan mengetahui *downtime* peralatan, utilisasi peralatan, dan nilai OEE maka nilai TEEP dapat dihitung. Perhitungan TEEP sebagai berikut (Wojakowski, 2015):

- *Utilization Equipment (UE)*

$$UE = \frac{\text{Running Time}}{\text{Total Time Availability}} \times 100\% \quad (11)$$

- *Total Effective Equipment Performance*

$$TEEP = UE \times OEE$$

(12)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Hal pertama yang dilakukan dalam penyusunan penelitian ini yaitu melakukan studi pendahuluan. Tujuan studi pendahuluan yaitu untuk menemukan masalah yang ada pada objek penelitian, sehingga dapat lebih terfokus dan mempermudah dalam pelaksanaan penelitian itu sendiri. Studi pendahuluan pada penelitian ini yaitu studi yang dilakukan di lapangan terkait dengan pengenalan mengenai perusahaan dan mengamati proses produksi baja di pabrik CRM.

Setelah itu melakukan perumusan masalah dari gejala yang terjadi di pabrik CRM. Seperti diketahui bahwa mesin *Continous Tandem Cold Mill* (CTCM) adalah jantung dari *Pabrik Cold Rolling Mill* (CRM) PT. Krakatau Steel Cilegon. Jika terjadi kerusakan yang parah terhadap mesin tersebut maka akan mempengaruhi proses produksi dari *Pabrik Cold Rolling Mill* (CRM). Mesin ini dibeli sekitar tahun 1986 dengan masa pakai sekitar 20 tahun dan saat ini mesin sudah dipakai selama kurang lebih 31 tahun dan mesin CTCM di tahun 2016 cukup sering mengalami *breakdown* yaitu berkisar 28-38% dari waktu yang tersedia tiap bulannya yang berkisar antara 26868-42030 menit kemudian juga adanya target produksi yang tidak tercapai dalam beberapa bulan di tahun 2016. Sehingga penulis bermaksud untuk mengukur tingkat efektivitas salah satu mesin yaitu mesin *Continous Tandem Cold Mill* (CTCM) dengan metode *Total Effective Equipment Performance* (TEEP).

Perumusan masalah tersebut juga menjadi tujuan dari penelitian yang dilakukan. Selanjutnya mengidentifikasi variabel-variabel yang dilibatkan dalam penelitian, terdapat 9 variabel yang terlibat dalam penelitian antara lain data utilisasi, data produksi, *availability rate*, *performance rate*, *quality rate*, *overall Equipment Effectiveness*, *Utilization equipment*, *Total Effective Equipment Performace*, dan *Six Big Losses*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan perhitungan, penulis mempertimbangkan perhitungan ke dalam tiga jenis produk baja yang dihasilkan yaitu baja *heavy*, baja *lite* dan baja *medium*. Selanjutnya data-data yang telah dikumpulkan adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Data Utilisasi Mesin

Bulan	Calendar Time	Shutdown Time	Working Time	Unloading Time	Loading Time	Breakdown Time	Operating Time
Januari	44640	3184	41456	30	41426	11781	29645
Februari	41760	10945	30815	260	30555	9886	20669
Maret	44640	9566	35074	8206	26868	10142	16726

Lanjutan Tabel 1 Data Utilisasi Mesin

Bulan	Calendar Time	Shutdown Time	Working Time	Unloading Time	Loading Time	Breakdown Time	Operating Time
April	43200	2728	40472	177	40295	13366	26929
Mei	44640	3459	41181	0	41181	14462	26719
Juni	43200	2950,56	40249,44	1503,36	38746,08	14484,96	24261,12
Juli	44640	4606	40034	64	39970	14796	25174
Agustus	44640	2610	42030	0	42030	15124	26906
September	43200	3446	39754	518	39236	14717	24519
Oktober	44640	4413	40227	197	40030	14873	25157
November	43200	3658	39542	563	38979	11666	27313
Desember	44640	4142,4	40497,6	2370,6	38127	12820,8	25306,2

Tabel 1 adalah data utilisasi mesin yang didapatkan dari pihak perusahaan selama tahun 2016. Data utilisasi mesin memiliki satuan menit dan terdapat tujuh jenis waktu yang diperoleh dari perusahaan yang akan digunakan dalam proses pengolahan data selanjutnya. Selanjutnya berikut adalah data produksi pabrik CRM:

Tabel 2 Data produksi (ton)

Bulan	Heavy	Lite	Medium	Total
Januari	20856,7	12165,6	21672,8	54695,1
Februari	11485	8815,2	17636,3	37936,5
Maret	8307,4	7415	13755,5	29477,9
April	14049,6	13898,7	19831,9	47780,2
Mei	17862,7	9755,5	23335,7	50953,9
Juni	22826,6	8312,6	17024	48163,2
Juli	23763,1	7128,3	18900,3	49791,7
Agustus	23901,1	10854,1	18519,1	53274,3
September	25402	8866,73	17589,4	51858,1
Oktober	23565,2	8801,28	17447,6	49814,1
November	19294,1	10195,8	18962,4	48452,4
Desember	19057,9	9271,14	21413,6	49742,7

Tabel 2 adalah data hasil produksi pabrik CRM pada tahun 2016. Produk yang dihasilkan oleh pabrik CRM adalah baja dengan tingkat ketebalan yang berbeda. Terdapat tiga jenis tingkat ketebalan baja hasil produksi pabrik CRM antara lain baja *heavy*, baja *lite* dan baja *medium*. Kemudian berikut adalah tabel 3 menunjukkan data produk primer hasil produksi:

Tabel 3 Data produk primer (ton)

Bulan	Primer		
	Heavy	Lite	Medium
Januari	19389,9	7076	14541,4
Februari	10590,6	4576,3	13404,6
Maret	7862,9	4171	11230,9

Lanjutan Tabel 3 Data produk primer (ton)

Bulan	Primer		
	Heavy	Lite	Medium
April	13190,9	9540,1	16608,7
Mei	16147,2	5253,2	16002,2
Juni	20682,5	3593	13371,8
Juli	21240,1	4218,4	13387,7
Agustus	21592	6819,16	13464,3
September	23829,6	5863,6	13186
Oktober	19719	2667,79	11873,6
November	15733,9	3419,69	12879,7
Desember	15250,3	4976,06	16958,8

Berikut adalah tabel 4 menunjukkan data produk sekunder hasil produksi:

Tabel 4 Data produk sekunder (ton)

Bulan	Sekunder		
	Heavy	Lite	Medium
Januari	1440	5060	7119,6
Februari	894,4	4224,5	4206,5
Maret	422,9	3182,5	2493,2
April	825,7	4280,5	3190,1
Mei	1651,8	4461	7281,5
Juni	2096,3	4673	3621,2
Juli	2509,2	2878,1	5489,5
Agustus	2285,47	3994,57	5020,76
September	1520,68	2964,36	4368,04
Oktober	3812,7	6087,58	5553,15
November	3530,96	6728,67	6045,42
Desember	3765,03	4218,52	4416,17

Berikut adalah tabel 5 menunjukkan data produk scrap hasil produksi:

Tabel 5 Data produk scrap (ton)

Bulan	Scrap		
	Heavy	Heavy	Heavy
Januari	26,8	26,8	26,8
Februari	0	0	0
Maret	21,6	21,6	21,6
April	33	33	33
Mei	63,7	63,7	63,7
Juni	47,8	47,8	47,8
Juli	13,8	13,8	13,8
Agustus	23,64	23,64	23,64
September	51,69	51,69	51,69
Oktober	33,56	33,56	33,56
November	29,31	29,31	29,31
Desember	42,54	42,54	42,54

Tabel 3, 4 dan 5 menunjukkan jumlah produk baik dan produk cacat hasil produksi pabrik CRM di tahun 2016. Dalam klasifikasi hasil produk, terdapat tiga klasifikasi yaitu produk primer (baik), produk sekunder (rework) dan produk scrap. Produk sekunder adalah produk yang mengalami cacat namun masih dapat dilakukan proses pengerjaan ulang, sedangkan produk scrap adalah produk cacat yang sudah tidak bisa dikerjakan ulang. Berikut adalah data waktu siklus tiap produk:

Tabel 6 Daya cycle Time (CT) dan tebal coil

PRODUK (mm)	SATUAN	CT
LITE (<=0,2)	Menit/Ton	0,47
MEDIUM (<0,2 <0,6)	Menit/Ton	0,45
HEAVY (>=0,6)	Menit/Ton	0,34

Tabel 6 menunjukkan waktu siklus dan ketebalan tiap produk baja yang dihasilkan pabrik CRM. Dari ketiga produk, baja *heavy* adalah produk yang mempunyai waktu siklus paling cepat, kemudian baja *medium* dan terakhir baja *lite*. Semakin tipis baja yang dihasilkan, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi baja tersebut. Selanjutnya berikut adalah data waktu produksi pada tahun 2016:

Tabel 7 Data operating time per produk

Bulan	Heavy	Lite	Medium
Januari	11304,4	6593,81	11746,8
Februari	6257,39	4802,8	9608,81
Maret	4713,69	4207,33	7804,98
April	7918,38	7833,33	11177,3
Mei	9366,77	5115,55	12236,7
Juni	11498,4	4187,28	8575,45

Lanjutan Tabel 7 Data operating time per produk

Bulan	Heavy	Lite	Medium
Juli	12014,3	3603,97	9555,73
Agustus	12071,1	5481,84	9353,02
September	12010,3	4192,27	8316,45
Oktober	11900,9	4444,8	8811,35
November	10876,3	5747,47	10689,3
Desember	9695,56	4716,62	10894

Tabel 7 menunjukkan waktu operasi yang digunakan oleh mesin CTCM pada tahun 2016. Waktu operasi mesin CTCM untuk memproduksi tiga jenis baja tidak sama. Hal ini dikarenakan volume produksi dari ketiga jenis baja dan waktu siklus tiap baja berbeda. Selanjutnya berikut adalah data *loading time* mesin CTCM:

Tabel 8 Data loading time per produk

Bulan	Heavy	Lite	Medium
Januari	15796,84	9214,21	16414,95
Februari	9250,304	7099,98	14204,71
Maret	7571,883	6758,49	12537,62
April	11848,6	11721,3	16725,05
Mei	14436,65	7884,41	18859,94
Juni	18363,42	6687,28	13695,38
Juli	19075,69	5722,2	15172,11
Agustus	18856,39	8563,21	14610,40
September	19219,19	6708,59	13308,21
Oktober	18936,72	7072,6	14020,69
November	15521,76	8202,35	15254,90
Desember	14607,59	7106,19	16413,22

Tabel 8 menunjukkan data *loading time* mesin CTCM per produknya pada tahun 2016. *Loading time* adalah waktu yang telah dijadwalkan untuk mesin dapat melakukan proses produksi. Selanjutnya berikut adalah waktu kalender per produknya:

Tabel 9 Data calendar time per produk

Bulan	Heavy	Lite	Medium
Januari	17022,42	9929,09	17688,49
Februari	12642,54	9703,66	19413,81
Maret	12580,35	11228,94	20830,71
April	12702,81	12566,37	17930,82
Mei	15649,26	8546,66	20444,08
Juni	20474,33	7455,99	15269,68
Juli	21304,45	6390,77	16944,78
Agustus	20027,34	9094,97	15517,69
September	21160,90	7386,36	14652,74
Oktober	21117,54	7887,10	15635,36

Lanjutan Tabel 9 Data calendar time per produk

Bulan	Heavy	Lite	Medium
November	17202,60	9090,57	16906,83
Desember	17102,92	8320,10	19216,99

Tabel 9 menunjukkan waktu kalender mesin CTCM pada 2016. Berikut adalah tabel hasil perhitungan *availability rate*, *performance rate*, *quality rate*, *Overall Equipment Effectiveness*, *Utilization equipment*, *Total Effective Equipment Performance*, dan *Six Big Losses*:

Tabel 10 Availability rate (%)

Bulan	Heavy	Lite	Medium	Rata-rata
Januari	71,56	71,56	71,56	71,56
Februari	67,65	67,65	67,65	67,65
Maret	62,25	62,25	62,25	62,25
April	66,83	66,83	66,83	66,83
Mei	64,88	64,88	64,88	64,88
Juni	62,62	62,62	62,62	62,62
Juli	62,98	62,98	62,98	62,98
Agustus	64,02	64,02	64,02	64,02
September	62,49	62,49	62,49	62,49
Oktober	62,85	62,85	62,85	62,85
November	70,07	70,07	70,07	70,07
Desember	66,37	66,37	66,37	66,37
Rata-rata				65,38

Tabel 10 menunjukkan nilai *availability rate*. Nilai *availability rate* menunjukkan ketersediaan waktu mesin CTCM untuk melakukan proses kerjanya. Nilai *availability rate* pada mesin CTCM mengalami fluktuasi tiap bulannya selama tahun 2016. Nilai *availability rate* yang rendah dibulan Maret diakibatkan karena tingginya rasio *breakdown time* dibandingkan dengan *loading time* yang tersedia. Nilai *availability rate* secara keseluruhan rata-ratanya yaitu 65,38%. Nilai ini masih di bawah standar internasional yaitu 90%. Berikut adalah hasil perhitungan *performance rate*:

Tabel 11 Performance rate (%)

Bulan	Heavy	Lite	Medium	Rata-rata
Januari	62,73	86,72	83,03	77,49
Februari	62,40	86,27	82,59	77,09
Maret	59,92	82,83	79,31	74,02
April	60,33	83,39	79,84	74,52
Mei	64,84	89,63	85,82	80,10
Juni	67,50	93,30	89,33	83,38
Juli	67,25	92,96	89,01	83,07
Agustus	67,32	93,06	89,10	83,16
September	71,91	99,41	95,18	88,83

Lanjutan Tabel 11 Performance rate (%)

Bulan	Heavy	Lite	Medium	Rata-rata
Oktober	67,32	93,07	89,11	83,17
November	60,31	83,38	79,83	74,51
Desember	66,83	92,38	88,45	82,56
Rata-rata				80,16

Tabel 11 menunjukkan hasil perhitungan *performance rate*. Nilai *performance rate* terendah di bulan Maret dikarenakan pada bulan tersebut produksi dari mesin CTCM tergolong rendah dari bulan-bulan yang lain dan tidak proporsional dengan *operating time* yang tersedia. Nilai *performance rate* secara keseluruhan rata-ratanya yaitu 80,16%. Nilai *performance rate* ini masih dibawa standar internasional yaitu 95%. Selanjutnya berikut adalah hasil perhitungan *quality rate*:

Tabel 12 Quality rate (%)

Bulan	Heavy	Lite	Medium	Rata-rata
Januari	92,97	58,16	67,10	72,74
Februari	92,21	51,91	76,01	73,38
Maret	94,65	56,25	81,65	77,52
April	93,89	68,64	83,75	82,09
Mei	90,40	53,85	68,57	70,94
Juni	90,61	43,22	78,55	70,79
Juli	89,38	59,18	70,83	73,13
Agustus	90,34	62,83	72,70	75,29
September	93,81	66,13	74,97	78,30
Oktober	83,68	30,31	68,05	60,68
November	81,55	33,54	67,92	61,00
Desember	80,02	53,67	79,20	70,96
Rata-rata				72,24

Tabel 12 menunjukkan hasil perhitungan nilai *quality rate*. Nilai *quality rate* terendah di bulan Oktober dikarenakan pada bulan Oktober produksi dari mesin CTCM yang termasuk ke dalam produk baik (primer) rendah terutama untuk produk Lite dengan persentase 30%. Menurut wawancara dengan pihak *Supply Chain Improvement* sedikitnya produk baik yang dihasilkan dikarenakan beberapa faktor antara lain bahan baku untuk membuat coil yang tidak bagus, setup roll yang kurang simetris, *coolant water* yang kurang bekerja dengan baik menyebabkan tidak meratanya suhu pada saat coil diproses, *roll* yang kotor karena adanya sisa baja yang belum dibersihkan dan pisau yang kurang tajam. Nilai *quality rate* secara keseluruhan rata-ratanya yaitu 72,24%. Berikut adalah hasil perhitungan OEE:

Tabel 13 Overall Equipment Effectiveness (%)

Bulan	Heavy	Lite	Medium	Rata-rata
Januari	41,73	36,09	39,86	39,23
Februari	38,93	30,29	42,47	37,23
Maret	35,31	29,01	40,31	34,87
April	37,85	38,25	44,69	40,26
Mei	38,03	31,32	38,18	35,84
Juni	38,29	25,25	43,94	35,83
Juli	37,86	34,65	39,71	37,40
Agustus	38,93	37,43	41,47	39,28
September	42,16	41,08	44,59	42,61
Oktober	35,40	17,73	38,11	30,41
November	34,46	19,60	37,99	30,68
Desember	35,50	32,91	46,50	38,30
Rata-rata				36,83

Tabel 13 menunjukkan hasil perhitungan OEE pada mesin CTCM. Perhitungan nilai OEE bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif suatu operasi produksi dijalankan oleh mesin CTCM berdasarkan waktu yang tersedia untuk melakukan operasi. Data yang diperlukan untuk menghitung nilai OEE adalah *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Nilai OEE terendah terjadi pada bulan Oktober yaitu sebesar 30,41% dan nilai OEE tertinggi yaitu pada bulan September sebesar 42,61%. Nilai OEE secara keseluruhan rata-ratanya yaitu 36,83%. Nilai OEE ini jauh dibawah nilai ketetapan internasional yaitu 85%. Selanjutnya berikut adalah hasil perhitungan utilisasi peralatan CTCM:

Tabel 14 Utilisasi peralatan (%)

Bulan	Heavy	Lite	Medium	Rata-rata
Januari	66,41	66,41	66,41	66,41
Februari	49,49	49,49	49,49	49,49
Maret	37,47	37,47	37,47	37,47
April	62,34	62,34	62,34	62,34
Mei	59,85	59,85	59,85	59,85
Juni	56,16	56,16	56,16	56,16
Juli	56,39	56,39	56,39	56,39
Agustus	60,27	60,27	60,27	60,27
September	56,76	56,76	56,76	56,76
Oktober	56,36	56,36	56,36	56,36
November	63,22	63,22	63,22	63,22
Desember	56,69	56,69	56,69	56,69
Rata-rata				56,78

Tabel 14 menunjukkan hasil perhitungan utilisasi peralatan CTCM pada tahun 2016. Perhitungan utilisasi peralatan melibatkan waktu *running* atau waktu operasi yang dibagi dengan waktu kalendernya. Sehingga didapatkan hasil perhitungan yang menunjukkan utilisasi peralatan dibandingkan dengan waktu keseluruhannya tiap bulan. Selanjutnya berikut adalah hasil perhitungan TEEP:

Tabel 15 TEEP (%)

Bulan	Heavy	Lite	Medium	Rata-rata
Januari	27,71	23,97	26,47	26,05
Februari	19,27	14,99	21,02	18,43
Maret	13,23	10,87	15,10	13,07
April	23,60	23,85	27,86	25,10
Mei	22,76	18,74	22,85	21,45
Juni	21,51	14,18	24,67	20,12
Juli	21,35	19,54	22,39	21,09
Agustus	23,47	22,56	25,00	23,67
September	23,93	23,32	25,31	24,18
Oktober	19,95	9,99	21,48	17,14
November	21,79	12,39	24,02	19,40
Desember	20,12	18,66	26,36	21,71
Rata-rata				20,95

Tabel 15 menunjukkan perhitungan nilai TEEP pada mesin CTCM tahun 2016. Nilai TEEP dipengaruhi oleh utilisasi peralatan dan juga nilai OEE mesin. Dari proses perhitungan nilai TEEP dapat diketahui bahwa nilai TEEP mesin tertinggi terjadi pada bulan Januari sebesar 26,05% dan nilai TEEP terendah terjadi pada bulan Maret sebesar 13,07%. Nilai TEEP secara keseluruhan rata-ratanya yaitu 20,95%. Menurut hasil wawancara dengan pihak perusahaan nilai TEEP dan utilisasi mesin yang rendah ini salah satu penyebabnya adalah dikarenakan umur mesin yang sudah melebihi masa pakai atau ekonomisnya yaitu sudah dipakai selama 31 tahun sedangkan umur ekonomisnya adalah 20 tahun. Selanjutnya untuk mengetahui faktor penyebab lain dari rendahnya nilai TEEP dan OEE diperlukan perhitungan *six big losses*. Berikut adalah hasil perhitungan *six big losses*:

Tabel 16 Six big losses (%)

Six Big Losses	Nilai
<i>Equipment Failure Losses</i>	34,62
<i>Quality Defect Losses</i>	14,35
<i>Reduced Speed</i>	13,05
<i>Setup Adjustment Losses</i>	4,03
<i>Idling and Minor Stoppages Losses</i>	3,78
<i>Scrap Losses</i>	0,15

Tabel 16 menunjukkan nilai hasil perhitungan *six big losses*. Setelah melakukan perhitungan OEE dan TEEP selanjutnya melakukan perhitungan *six big losses*. Perhitungan bertujuan untuk mengetahui faktor kehilangan yang dialami mesin CTCM sehingga dapat menurunkan tingkat keefektifitasannya. Hasil perhitungan faktor *six big losses* diketahui bahwa faktor kehilangan terbesar *six big losses* adalah *breakdown/equipment failure losses*. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak perusahaan biasanya penyebab terjadinya *breakdown* mesin yaitu karena kerusakan rol, kerusakan strip, penggantian roll, *Black Out* (Travo HSM, Jaringan PLN Serang - Cikande), weld break dan masalah pada *bearing coupling*. Penyebab *breakdown* yang paling sering terjadi adalah dikarenakan adanya kerusakan pada Roll (work roll). Kerusakan ini menyebabkan mesin harus berhenti beroperasi selanjutnya dilakukan penggantian Roll, melakukan setup ulang mesin kemudian baru produksi dapat berjalan kembali.

5. KESIMPULAN dan SARAN

Efektivitas peralatan diukur melalui *Total Effective Equipment Performance* (TEEP). *Total Effective Equipment Performance* (TEEP) merupakan nilai persentase yang menggambarkan efektivitas mesin berdasarkan waktu keseluruhan yang tersedia (*calendar time*). Nilai rata-rata TEEP mesin CTCM di tahun 2016 adalah 20,95%. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat efektivitas mesin CTCM masih sangat rendah, karena nilai efektivitas suatu perusahaan dikatakan baik jika memiliki nilai berkisar antara 80-90%.

Rendahnya nilai TEEP ini disebabkan karena nilai OEE dan utilisasi mesin yang rendah. Nilai OEE ini dipengaruhi oleh *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Dari ketiga faktor tersebut *availability rate* mempunyai nilai rata-rata terendah ditahun 2016. Rendahnya nilai *availability rate* karena rendahnya waktu operasi yang disebabkan oleh tingginya *breakdown* yang terjadi di mesin CTCM. *Breakdown time* di mesin CTCM berkisar antara 28%-38% dari waktu yang tersedia (*loading time*). Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak perusahaan biasanya penyebab terjadinya *breakdown* mesin yaitu karena kerusakan rol, kerusakan strip, *Black Out* (Travo HSM, Jaringan PLN Serang - Cikande), weld break dan masalah pada *bearing coupling*.

Beberapa saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pabrik *Cold Rolling Mill* (CRM) PT. Krakatau Steel (Persero) antara lain menjaga agar efektivitas mesin saat ini tidak semakin berkurang dengan melakukan *preventive maintenance* yang lebih rutin, penggantian komponen mesin dilakukan sebelum komponen benar-benar dinyatakan rusak, melakukan pelatihan kepada operator mesin agar jika terjadi kerusakan kecil dapat langsung ditangani tanpa harus

menunggu petugas *maintenance*, dan menyiapkan roll pengganti yang cukup banyak jumlahnya dan siap dipakai sehingga dapat dilakukan pergantian roll sesegera mungkin pada saat terjadi masalah.

Saran untuk penelitian berikutnya adalah peneliti dapat menggunakan data mulai dari beberapa tahun yang lalu. Tidak hanya dengan data 1 tahun, karena dengan menggunakan data historis selama beberapa tahun berturut-turut dapat mengetahui kondisi efektivitas mesin secara berkala. Selanjutnya juga dapat dilihat tren dari efektivitas mesin tersebut dan dapat menjadi pertimbangan untuk kegiatan evaluasi dan perawatan jika efektivitas mesin ternyata cenderung menurun drastis.

DAFTAR PUSTAKA

- Afey, I.H. 2013. *Implementation of Total Productive Maintenance and Overall Equipment Effectiveness Evaluation*. International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering Vol.13 No.1 69-75.
- Ahuja, I.P.S. and Khamba, J.S. 2008a. *An evaluation of TPM initiatives in Indian industry for enhanced manufacturing performance*. International Journal of Quality & Reliability Management Vol.25 No.2 147-172.
- Mathur, A.G.S. Dangayach, M.L. Mittal and Milind K. Sharma. 2011. *Performance measurement in automated manufacturing*. Measuring Business Excellence Vol.15 No.1 77-91.
- Assauri, S. 2008. *Manajemen produksi dan operasi. Edisi revisi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia.
- Ayane, N., and Mangesh G. 2015. *Review Study on Improvement of Overall Equipment Effectiveness in Construction Equipments*. International Journal of Engineering Development and Research Vol.3 No.2 487-490.
- Muchiri, P. and Pintelon, L. 2008. *Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion*. International Journal of Production Research Vol.46 No.13 3517-3535.
- Almeanazel, O.T.R 2010. *Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, Vol.4 No.4 517-522.
- Tsarouhas, Panagiotis H. 2015. *Evaluation of maintenance management through the overall equipment effectiveness of a yogurt*

production line in a medium-sized Italian company. International Journal Productivity and Quality Management Vol.16 No.3 298-310.

Wakjira, M. W. and Ajit P.S. 2012. *Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing Industry.* Global Journal of researches in engineering Industrial engineering Vol.12 Iss. 1, Ver. 1 25-32.

Wojakowski, P. 2015. *Plant Performance Calculation in Automotive Industry Using Andon System.* Research In Logistic & Production Vol.5 No.4 361-370

