

## ANALISIS DAN EVALUASI MESIN KILN DENGAN PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* PADA PABRIK REMBANG PT. SEMEN INDONESIA PERSERO (TBK)

**Hanif Awandani<sup>1\*</sup>, Fariza Halidatsani Azhra<sup>2</sup>, Faisal Ibrahim<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia, Jl. Mayor Kusen Km. 5,  
Ngrajek 3, Kec. Mungkid, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah 56512  
email : hanifawanda4@gmail.com

### Abstrak

*PT Semen Indonesia merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi semen. Dalam proses produksinya PT Semen Indonesia Pabrik Rembang memiliki masalah yang berhubungan dengan efektivitas mesin yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah six big losses. Perbaikan yang dilakukan pada mesin di lini produksi sering kali dianggap sebagai suatu pemborosan karena tidak tepat pada sasaran. Akibat kerusakan tersebut produksi tidak mencapai target dan kualitas produk semen tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan sehingga harus diolah kembali. Oleh sebab itu diperlukan langkah-langkah efektif dan efisien untuk pemeliharaan mesin guna menanggulangi dan mencegah permasalahan tersebut. Total Productive Maintenance (TPM) adalah sebuah metode yang dapat digunakan digunakan untuk meningkatkan efektivitas dengan cara meningkatkan fungsi kinerja mesin melibatkan Overall Equipment Effectiveness (OEE) untuk mengukur tingkat efektifitas mesin dan mengeliminasi six big losses yang terdapat pada mesin. Objek pada penelitian ini adalah Mesin Kiln 1 pada PT semen Indonesia pabrik Rembang hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang memiliki persentase terbesar dari faktor six big losses mesin kiln 1 adalah breakdown loss sebesar 97%, Persentase terbesar faktor breakdown loss pada kiln 1 terjadi pada bulan April sebesar 33%.*

**Kata Kunci:** *Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Kiln, Six Big Losses*

### 1. Pendahuluan

Perawatan atau *Maintenance* merupakan suatu kegiatan yang tidak dapat diabaikan dalam suatu proses produksi. *Maintenance* dapat didefinisikan sebagai serangkaian aktivitas yang dilakukan untuk menjaga dan mempertahankan kelangsungan suatu sistem. Aktivitas pemeliharaan yang dilakukan pada sebuah perusahaan sangat diperlukan karena setiap peralatan yang digunakan dalam proses produksi suatu waktu dapat mengalami kerusakan (*failure*). Kerusakan peralatan ini tidak dapat diketahui secara pasti, sehingga kegiatan pemeliharaan akan sangat membantu dalam mengatasi permasalahan ini. Kegiatan pemeliharaan dapat dilakukan dalam dua waktu. Pertama, kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada saat telah terjadi kerusakan (*corrective maintenance*). Kedua, kegiatan pemeliharaan dilakukan sebelum terjadinya kerusakan (*preventive maintenance*). Kegiatan *preventive maintenance* biasanya dilakukan pada waktu-waktu tertentu sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh perusahaan. Kegiatan *preventive maintenance* telah dilakukan di PT. Semen Indonesia. Namun, pada beberapa waktu masih terdapat kerusakan mesin yang terjadi. Hal ini tentunya akan mengganggu proses produksi. Kegiatan pemeliharaan yang mengganggu proses produksi akan meningkatkan *downtime*. *Downtime* dalam suatu sistem produksi artinya kehilangan waktu produksi (Taufik & Arshinta, 2017)

Masalah umum yang sering dijumpai di lantai produksi adalah peralatan produksi tidak beroperasi dengan baik sehingga mempengaruhi proses lainnya. Salah satu metode pengukuran kinerja dan efektivitas mesin yang digunakan adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Metode pengukuran ini terdiri dari tiga faktor utama yang saling berhubungan yaitu *Availability* (ketersediaan), *Performance* (kemampuan) dan *Quality* (kualitas). Metode ini merupakan bagian utama dari sistem pemeliharaan yaitu TPM (*Total Productive Maintenance*). OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) berguna untuk mengukur apakah peralatan produksi tersebut dapat bekerja dengan normal atau tidak. Hasil perhitungan OEE biasanya digunakan sebagai indikator keberhasilan dalam TPM (Rahayu, 2017).

Penggunaan mesin yang tidak efektif dan efisien mengakibatkan rendahnya produktivitas mesin dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Hal ini sering diakibatkan oleh enam faktor penyebab kerusakan, yang disebut enam kerugian besar (*six big losses*). Adapun enam kerugian besar tersebut adalah *breakdown*, *setup*, *adjustment*, *idling*, *minor stop page losses* dan *defect losses*. Departemen Maintenance PT Semen Indonesia berusaha dan fokus untuk mengurangi waktu berhenti (*breakdown*) yang terjadi dalam proses pengolahan semen hingga mencapai tahap maksimal dalam peningkatan OEE dan peningkatan kualitas produk untuk menurunkan *loses*. Perawatan mesin mengenai pembersihan (*cleaning*) dan *preventive maintenance* belum dilakukan dengan maksimal. Adanya tindakan perbaikan diperlukan untuk memperbaiki tingkat efektivitas mesin dalam berproduksi. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan metode OEE untuk memberikan masukan terhadap permasalahan yang dihadapi serta mengungkapkan akar penyebab masalah atau melihat faktor mana dari *six big losses* yang dominan mempengaruhi terjadinya penurunan efektivitas mesin/peralatan.

## 2. Pendekatan Pemecahan Masalah

Permasalahan dalam kasus ini terkait dengan tingkat efektivitas penggunaan mesin *Kiln 1* pada PT Semen Indonesia pabrik Rembang, apa saja faktor-faktor penyebab kerusakan mesin *Kiln 1* dan yang mengakibatkan produktivitas menurun dan bagaimanamerumuskan perbaikan dengan menerapkan TPM (*Total Productive Maintenance*).

Pada kasus ini digunakan TPM dalam pemecahan masalah. TPM merupakan suatu sistem perawatan mesin yang melibatkan operator produksi dan semua departemen termasuk produksi, pengembangan pemasaran dan administrasi. TPM memerlukan partisipasi penuh dari semuanya, mulai manajemen puncak sampai karyawan lini terdepan. TPM bertujuan untuk membentuk kultur usaha yang mengejar dengan tuntas peningkatan efisiensi sistem produksi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Sasaran penerapan TPM adalah tercapainya *zero breakdown*, *zero defect* dan *zero accident* sepanjang siklus hidup dari sistem produksi sehingga memaksimalkan efektivitas penggunaan mesin (Rahayu, 2017).

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah besarnya efektifitas yang dimiliki oleh peralatan atau mesin. OEE dihitung dengan memperoleh dari *availability* dari alat-alat perlengkapan, efisiensi kinerja dari proses dan *rate* dari mutu produk (Yulius & Mardian, 2018)

Keseluruhan fokus dari TPM adalah mengeliminasi *waste* yang dikategorikan kedalam enam jenis *losses* (*six big losses*) yaitu *breakdown losses*, *Set-up and*

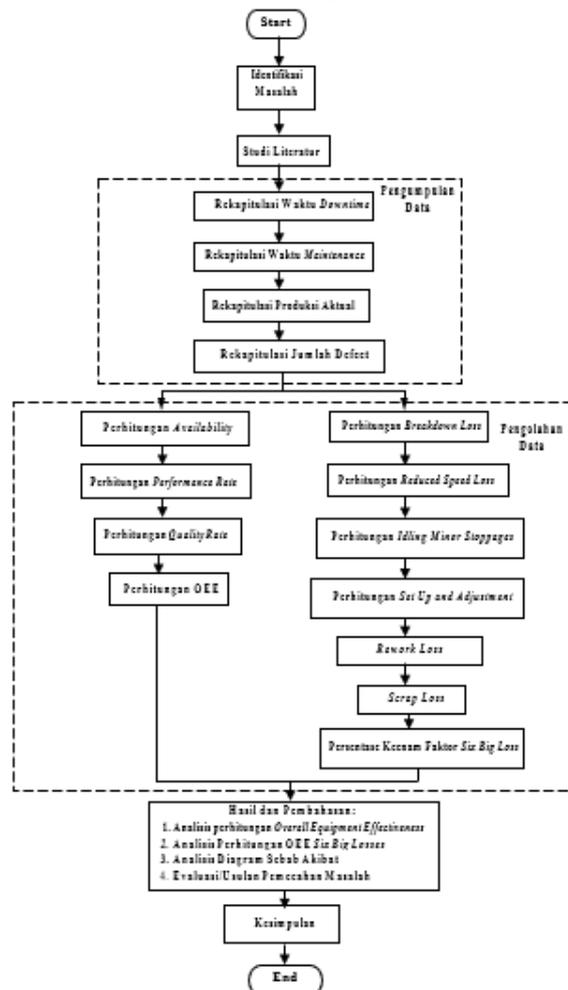
*adjustment losses (make-ready), Idling and minor stoppage losses, Reduced speed losses, Quality defect and rework, Start-up losses Reduced equipment yield* (Rahayu, 2017).

### 3. Pengumpulan dan Pengelolaan Data

#### 3.1 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan data primer maupun sekunder sebagai berikut:

1. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara mengamati secara langsung objek penelitian berupa observasi, yaitu mengamati objek secara langsung untuk mengetahui keadaan di lapangan dan wawancara yaitu dengan menanyakan langsung kepada pihak yang bersangkutan tentang kondisi mesin.
2. Data sekunder merupakan data yang pengambilannya tidak terjun langsung ke lapangan data dapat diperoleh dari pengumpulan data dari dokumen perusahaan yang tersedia berupa Rekapitulasi data waktu dan kerusakan mesin kiln selama tahun 2019 juga melalui studi literature dengan membaca buku-buku literature serta referensi pendukung lainnya.



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

### 3.2 Rekapitulasi Waktu Mesin Kiln I

Gambar dibawah ini adalah rekapitulasi waktu *downtime* mesin, waktu pemeliharaan, dan data produksi aktual mesin Kiln I pada PT. SEMEN INDONESIA pabrik Rembang (Semen Gresik) hasil berikut merupakan penjumlahan berdasarkan bulan, dan data kerusakan mesin pada tahun 2019 sebagai berikut:

Periode	Plan Downtime (Hour)	Unplan Downtime (Hour)	Frekuensi unplan Downtime (Hour)	Total Downtime (Hour)	Periode	Total Waktu Maintenance Klin SG I	Actual Operating Time Klin SG I	Idle Time
JAN	0,00	38,27	4	38,27	JAN	0,00	706	0,00
FEB	285,26	6,54	2	291,80	FEB	6,54	380	0,00
MAR	193,83	102,92	3	296,75	MAR	102,92	426	1,33
APR	0	149,91	5	149,91	APR	138	570	0
MAY	0,00	27,58	2	27,58	MAY	24,56	716	0,00
JUN	0,00	0,00	0	0,00	JUN	0,00	55	664,72
JUL	148	34	1	182,37	JUL	34	215	346
AUG		112	6	111,76	AUG	93	632	
SEP		38,14	4	38,14	SEP	38	682	
OCT		10	1	9,89	OCT	9,89	734,10	
NOV		38,14	4	38,14	NOV	38	682	
DEC		10	1	9,89	DEC	9,89	734,10	
<b>TOTAL</b>	<b>627,06</b>	<b>567,46</b>	<b>33</b>	<b>1194,52</b>	<b>Total</b>	<b>495,15</b>	<b>6533</b>	<b>1012,21</b>

Periode	Total Available Time (Hour)	Total Production Proses (Ton)	Total Operating Klin (Day)
JAN	336	202627	14
FEB	624	98089	26
MAR	696	96360	29
APR	672	143807	28
MAY	696	197461	29
JUN	672	15718	28
JUL	696	50.218	29
AUG	696	163175	29
SEP	672	198317	28
OCT	552	202425	23
NOV	672	198317	28
DEC	696	202425	29
<b>TOTAL</b>	<b>7.680</b>	<b>1768938</b>	<b>320</b>

Gambar 2. Rekapitulasi Downtime Mesin, Waktu Pemeliharaan, Produksi actual Mesin Kiln 1

Tanggal	Waktu Antar Kerusakan		Jenis Kerusakan	Durasi (menit)	Tanggal	Waktu Antar Kerusakan		Jenis Kerusakan	Durasi (menit)
	Mulai	Selesai				Mulai	Selesai		
15-Jan-19	4:01	8:14	Power PLN off, speed 0,65 rpm	253	29-Mar-19	9:22	10:24	pondasi 1 retak	76
23-Jan-19	2:46	11:42	Temperatur top cyclone W1A611 maximum speed 1.15 rpm	336	02-Jul-19	0:00	0:00	Pembersihan air sluice K1V12, speed 1.80 rpm	1440
24-Jan-19	9:48	23:40	W1A33 Block speed 0.80 rpm	832	03-Jul-19	0:00	8:38	Perbaikan tyre pondasi 1, speed 0.5-2.00 rpm	538
29-Jan-19	6:08	6:18	Power PLN off, speed 1,00 rpm	10	12-Jul-19	9:58	11:20	CIB K1 trip, (K1 serializat transp. Klinker stop)	62
30-Jan-19	0:00	11:08	Perbaikan Tyre pondasi 3	665	02-Agust-19	3:44	4:44	Power off PLN, Speed 1.80 rpm	120
16-Feb-19	7:58	13:50	Pembersihan air sluice K1V12, speed 1.80 rpm	392	03-Agust-19	5:28	10:42	Power off PLN, Speed 2.00 - 0.65 - 1.80 rpm	560
04-Mar-19	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440	08-Agust-19	0:00	0:00	Perbaikan tyre pondasi 1	1440
05-Mar-19	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440	09-Agust-19	0:00	0:00	Perbaikan tyre pondasi 1	1440
10-Mar-19	9:48	16:44	Power PLN off, speed 2.00 rpm	415	10-Agust-19	0:00	0:00	Perbaikan tyre pondasi 1	1440
27-Mar-19	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440	11-Agust-19	0:00	0:00	Perbaikan tyre pondasi 1	1440
28-Mar-19	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440	08-Sep-19	16:13	18:10	ESP Fan J1P02 Vibrasi max	117
04-Apr-19	13:52	03:00	Power PLN off, speed 0.80 rpm	683	22-Sep-19	9:18	11:34	ME Check keretakan tyre F1, Speed 1.80 rpm	136
12-Apr-19	1:48	20:36	ME check Clogging di inlet kiln, speed 0.50 rpm	1128	23-Sep-19	8:52	9:46	ME check tyre F1& pengecoran, Speed 1.80 rpm	54
15-Apr-19	2:40	19:38	Power PLN off, speed 1.80 rpm	1018	26-Sep-19	0:00	23:34	Perbaikan tyre pondasi 1	1284
20-Apr-19	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440	29-Sep-19	11:26	12:18	Permintaan ME Check keretakan tyre F1	32
27-Apr-19	0:00	0:00	Perbaikan Tyre pondasi 1	1440	30-Sep-19	11:18	0:00	Perbaikan tyre F1, speed 1.80-1.65 rpm	762
12-Mai-19	4:11	7:04	Power off PLN, Speed 1.90 -1.90 - 2.00 rpm	173	04-Okt-19	7:10	7:38	Power PLN off, speed 1,00 rpm	28
17-Mai-19	6:42	4:24	Cyclone W1A54 blok	222	05-Okt-19	0:00	5:10	Perbaikan tyre pondasi 1, speed 1.70 rpm	310
23-Mai-19	22:54	0:00	Air W/P kosone	86	09-Okt-19	10:04	10:47	Pengecekan tyre pondasi 1, speed 2.00 rpm	43
25-Mai-19	0:00	1:18	Air W/P kosone	78	10-Okt-19	14:46	15:03	Power off dari PLN, speed 2.00 rpm	17
24-Mai-19	18:20	0:00	Air sirkulasi kering (air dari air baling ditutup)	340	11-Okt-19	13:55	16:20	Power off dari PLN, speed 2,00 rpm	165
26-Mai-19	0:00	9:03	Air sirkulasi kering, speed 0.50-2.00 rpm	543	23-Okt-19	17:11	17:48	Power PLN off, speed 1.80 rpm	37
27-Mai-19	12:52	0:00	Sheet kiln dibawahi tyre	683					

Gambar 3. Rekapitulasi Waktu Kerusakan Mesin Kiln 1

### 3.3 Rekapitulasi Waktu Mesin Kiln I

Data-data yang diperoleh kemudian diolah untuk mendapatkan nilai indeks *Overall Equipment Efficiency* (OEE) dengan rangkaian sebagai berikut:

a) Perhitungan *Availability*

1. *Total Available Time* = total jam mesin dapat beroperasi setiap bulan (jam)
2. *Loading time* = *total available time* – *planned maintenance time*
3. *Operating time* = *Loading time* – *downtime*
4. *Availability (operating rate)* =  $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$

Rumus lain: **Net availability index:**

$$\text{Net Availability Index [\%]} = \frac{(\text{Actual Operating Time [h]} + \text{Idle Time [h]}) \cdot 100}{\text{Calendar Time [h]}}$$

Gambar 4. Perhitungan Availability Net

b) Perhitungan *Performance Rate*

**Production rate index:**

$$\text{Production Rate Index [\%]} = \frac{\text{Actual Production Rate [t/d]} \cdot 100}{\text{BDP [t/d]}}$$

Gambar 5. Perhitungan Production Rate

*Ideal cycle time* merupakan siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal (tidak mengalami hambatan). Waktu optimal mesin *Kiln 1* dalam menghasilkan produk adalah 320 hari dan menghasilkan 6980 ton per hari (Rata-rata produksi selama tahun 2019)

c) Perhitungan *Quality rate* Bulan januari 2019

$$= \frac{(\text{amount produced} - \text{amount defect})}{(\text{amount produced})} \times 100\%$$

d) Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* mendeskripsikan besaran nilai keefektifan mesin pada setiap bulannya apakah mesin tersebut bekerja dengan baik atau sebaliknya. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung OEE:

**Gross OEE:**

$$\text{OEE}_{\text{gross}} [\%] = \text{Gross Availability Index [\%]} \cdot \text{Production Rate Index [\%]} \cdot \text{Quality Index [\%]}$$

Gambar 6. Perhitungan OEE



Gambar 7. Hasil Perhitungan Perhitungan OEE

### 3.4 Perhitungan OEE Six Big Losses

No.	Six Big Losses	Total Time Loss (Hour)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Breakdown Loss	565,93	97%	97%
2	Reduced Speed Loss	518,57	88%	185%
3	Idling Minor Stoppages	1,87	0,35%	186%
4	Set Up and Adjustment	0,00	0%	186%
5	Rework Loss	0,00	0%	186%
6	Scrap/Yield Loss	0,00	0,00	186%

Gambar 8. Fish Bone dan Hasil Perhitungan OEE six big Losses

Faktor yang memiliki nilai terbesar dan paling berpengaruh pada *six big losses* adalah *breakdown loss* sebesar 97% diikuti dengan faktor *reduced speed loss* sebesar 80%. Diagram Sebab Akibat yang menunjukkan *Breakdown Loss* dan *Reduced Speed Loss* Mesin Kiln 1 pada pabrik Rembang diambil dari beberapa parameter data rekapitulasi waktu kerusakan mesin kiln melalui pengumpulan data sekunder yang terdapat pada perusahaan (catatan waktu kerusakan) kemudian dimasukkan pada kategori penyebab kerusakan yang terdapat pada industri manufaktur yaitu 6M *Machine, Methode, Material, Man Power, Measurement, Mother nature*. Dari 6M tersebut ditemukan terdapat 5 masalah di pabrik rembang digambarkan pada *fish bone*.

#### 4. Analisis

Pada periode Januari- Desember 2019 diperoleh nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin Kiln 1 yang berkisar antara 45% hingga 98%. Nilai OEE tertinggi pada mesin Kiln 1 terdapat pada bulan Juni 2019, yaitu sebesar 98%. Hal ini disebabkan karena tingginya *availability* dan *performance efficiency* yang bernilai tinggi, 98% dan 100 %.

Analisis terhadap faktor yang memberikan kontribusi terbesar terhadap penyebab rendahnya efektivitas mesin *Kiln 1* dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat. Analisa efektivitas mesin Kiln 1 dilakukan dengan melihat persentase kumulatif *time six big loss* di atas 80%, yaitu *Breakdown Loss* dan *Reduced Speed Loss*.

Analisa diagram sebab akibat pada mesin *Kiln SGI* untuk *breakdown loss* dan *reduced speed loss* adalah sebagai berikut parameter diperoleh dari data rekapitulasi waktu kerusakan mesin kiln pada pabrik semen rembang melalui pengumpulan data sekunder yang terdapat pada perusahaan (catatan waktu kerusakan tertera pada gambar 2) yang kemudian dikategorikan sebagai sebab utama kerusakan dengan 6M (*Machine, Methode, Material, Man Power, Measurement, Mother nature*).

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi *total productive maintenance* pada Mesin *Kiln 1* PT. Semen Indonesia (Tbk) Pabrik Rembang, maka dapat ditarik kesimpulan berupa besar nilai *Overall Equipment Effectiveness* di PT. Semen Indonesia Rembang, pada mesin *Kiln 1* 45% - 98%, dari bulan Januari-Desember tahun 2019. Berdasarkan analisa *Overall Equipment Effectiveness* dengan nilai tersebut dimana sistem perawatan yang diterapkan pada PT Semen Indonesia Persero Tbk. Rembang untuk mesin *Kiln 1* belum baik (tidak ideal) karena ada beberapa hasil OEE pada bulan tertentu berada di bawah standar yang ditetapkan oleh JIPM (>85%). Faktor yang berpengaruh terhadap rendahnya nilai OEE untuk mesin *Kiln 1* yaitu karena nilai *Performance Efficiency* terluau rendah dan tidak mencapai ideal pada standar JPIM (95%). Faktor yang memiliki persentase terbesar dari faktor *six big losses* mesin kiln 1 adalah *breakdown loss* sebesar 97%, Persentase terbesar faktor *breakdown loss* pada 1 terjadi pada bulan April sebesar 33%. Peningkatan efektivitas mesin dapat dikembangkan melalui hasil analisis langkah-langkah perbaiki terhadap faktor penghambat usaha peningkatan efektivitas mesin. Seperti ketersediaan (*availability*) mesin *Kiln* yang siap digunakan dalam kegiatan produksi sangat penting.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi *total productive maintenance* pada Mesin *Kiln1* PT. Semen Indonesia (Tbk) Pabrik Rembang, berikut ini merupakan masukan atau saran untuk PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Pabrik Rembang bahwa Perusahaan dapat mempertimbangkan hasil hitungan peneliti mengenai *total productive maintenance* dengan mempertimbangkan faktor-faktor OEE dan *six big losses* agar dapat memaksimalkan penggunaan mesin *Kiln*. Selain itu, Perusahaan dapat menggunakan metode yang sama untuk menganalisis faktor-faktor penyebab menurunnya efisiensi *Kiln 1* Pada pabrik lainnya selain Pabrik Rembang.

### Daftar Pustaka

1. Aly, A. (2017). Pengembangan Pembelajaran Karakter Berbasis Soft. *Ishraqi*, 18-30.
2. Novia, N., Fizal, M., & Liana, S. (2016). CFD Modeling Of Waste Heat Recovery On The Rotary Kiln System in the Cement Industry. *Research*, 1-17.
3. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. (2019). *Laporan Tahun 2019 Assuring the Move Into Next Level*. Gresik: PT Semen Indonesia
4. Rahayu, A. (2017). Evaluasi Efektivitas mesin *Kiln* dengan Penerapan Total Productive Maintenance Pada Pabrik II/III Semen Padang. *Optimasi Sistem Industri*, 454-485.
5. Taufik, Fithri, P., & Arshintia, R. (2017). Analisis Pemeliharaan Mesin Raw Mill Pabrik Indarung IV PT Semen Padang. *Satelit*, 75-84.
6. Wiyaatno, T. N., Amalia, P. R., & Haryanti, D. (2017). Analisis Efisiensi Panas Tunnel *Kiln* pada PT XYZ dengan Neraca Massa dan Energi. *Konversi*, 65-73.
7. Yulius, H., & Mardian, I. (2018). Evaluasi tingkat Efektivitas Mesin Raw Mill dengan Menggunakan Metode Equipment Effectiveness (Studi kasus PT. Semen Padang). *Journal Teknologi*, 45-54.