

## Analisis Kegagalan pada *Bearing Block Clinker Cooler* PT Semen Baturaja Pabrik 2 menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis Method* (FMEA)

Angger Bagus Prasetyo<sup>1)</sup>, Putro Utomo<sup>2)</sup>, Aldi Sinar Saputro<sup>3)</sup>

<sup>1,3)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

<sup>2)</sup>PT Semen Baturaja

E-mail: <sup>1)</sup>[anggerbprasetyo@gmail.com](mailto:anggerbprasetyo@gmail.com), <sup>2)</sup>[putroutomo@gmail.com](mailto:putroutomo@gmail.com),  
<sup>3)</sup>[aldisinars@gmail.com](mailto:aldisinars@gmail.com)

### Abstrak

Ada banyak tahapan dalam proses pembuatan semen, melalui berbagai proses untuk menghasilkan semen sesuai standar pabrik. Selain proses pembakaran, ada proses lain yang kurang penting pada area kiln produksi semen khususnya *rotary kiln* yaitu proses pendinginan. Proses pendinginan atau *clinker cooler* sebagai bagian dari peralatan produksi semen memegang peranan penting. Peralatan ini digunakan untuk mendinginkan atau menurunkan *temperature clinker* agar tidak terbakar di dalam *rotary kiln*, karena proses pendinginan disini menentukan kualitas semen yang dihasilkan. Laju pendinginan klinker mempengaruhi hubungan antara kandungan kristal dalam klinker dan fasa cair.

Kata Kunci: Rotary Kiln, Clinker Cooler, Semen Baturaja

### Abstract

*The process of making cement goes through numerous phases and different procedures in order to produce cement that is up to factory requirements. In addition to the combustion process, the cooling process also exists in the cement manufacturing kiln area, particularly the rotary kiln, but it is less crucial. A crucial aspect of the cement production machinery is the cooling procedure or clinker cooler. The cooling process here impacts the quality of the cement produced, therefore this equipment is used to cool or lower the temperature of the clinker so it doesn't burn in the rotary kiln. The relationship between the clinker's crystal concentration and the liquid phase is influenced by the rate at which the clinker cools.*

Keywords: Rotary Kiln, Clinker Cooler, Semen Baturaja

## 1. PENDAHULUAN

Pendingin *clinker* dalam industri semen merupakan salah satu proses terpenting dalam produksi semen berkualitas tinggi, salah satunya adalah proses klinkerisasi yang berlangsung di area pendingin *clinker* [1]. *Clinker cooler* merupakan suatu proses pendinginan secara cepat dari hasil pembakaran *kiln* dengan suhu awal sebesar 1400 °C hingga 100-200°C. Proses pembakaran dalam kiln dengan bahan

bakar batu bara dengan panas yang dibutuhkan sebesar 700-900kcal/kg. Dalam proses pendinginan, udara dialirkan ke *clinker* oleh kipas dari bagian bawah multi-lane *clinker cooler*. Prinsip kerja pendingin *clinker polytrack* digerakkan oleh silinder hidrolik untuk mengalirkan *clinker* ke penghancur *clinker* [2]. Proses pendinginan *clinker* merupakan proses yang sangat penting dan pengendalian *cronker cooler* perlu didiskusikan lebih lanjut. Pada pabrik PT. Semen Baturaja Pabrik 2 memiliki dua ruangan yang disebut ruangan *Rost* pertama dan ruangan *Rost* kedua. Kemudian untuk, lokasi ruangan *grate* pertama tepat setelah *kiln* dan lokasi ruangan *grate* kedua terletak sebelum *clinker crusher* yang menghubungkan antara ruangan *grate* pertama dan ruangan *grate* kedua. *Clinker* yang menuju kearah keluar dari *kiln* masuk ke ruangan *grate* pertama dan digerakkan oleh *multi-lane clinker cooler* ke ruangan *grate* kedua dan dari sana ke *clinker crusher*.

Pada saat pendingin *polytrack* menggerakkan *clinker*, maka kipas pendingin meniupkan udara dari bawah *polytrack*, mendinginkannya dan menurunkan suhu *clinker*. Hebat 1 dan 2 memainkan peran yang cukup penting di *Great Cooler*. Ini untuk merubah *clinker* dengan kecepatan yang sama dengan jumlah *clinker* yang disuplai. Jika *clinker* dikeluarkan dari *grate cooler* terlalu cepat maka kualitas *clinker* akan menurun, dan jika *clinker* dikeluarkan dari *grate cooler* terlalu lama, *clinker* dapat terakumulasi pada *grate* 1. Kecepatan *cooler clinker multilane grate* 1 dan 2 dikendalikan oleh operator di ruang atau lapangan CCR.

*Clinker* multi-jalur digerakkan melalui katup proporsional. Parameter yang dikontrol adalah langkah per menit (spm) dari pendingin *clinker polytrack* untuk *grate* 1 dan 2. *Polytrack* digerakkan oleh silinder yang dikendalikan oleh katup proporsional. Aktuasi katup proporsional sama dengan angka tegangan yang dikonversi dari angka spm yang ditentukan oleh pengoperasinya. Dalam hal ini di dalam *clinker cooler* terdapat alat blok bantalan geser yang berfungsi sebagai bantalan bagi *track* yang bergerak horizontal pada rel dan juga sebagai penahan balok longitudinal, blok bantalan geser pada posisi *track* merupakan material pelat geser. dan rel geser gesekan.

Tabel 1. Jumlah *Equipment Clinker Cooler*

No.	Nama	Jumlah
1	<i>Hydraulic cylinder</i>	42 G1 32,G2 16
2	<i>Transport tracks</i>	16 G1 8,G2 8
3	<i>Bearing Block</i>	88 G2 48,G2 2
4	<i>Conveying element</i>	160 G1 88, G72
5	Fan	13

Untuk mencegah terjadinya kerusakan pada *Equipment* pada *clinker cooler*, dibutuhkan sebuah tindakan perawatan yang sesuai dengan prosedur agar proses pengolahan berjalan lancar sehingga kegagalan dapat diminalisir. Metode yang digunakan oleh *engineer* teknik untuk melakukan evaluasi resiko pada sebuah sistem adalah metode *Failure Mode And Effect* (FMEA) [3]. Kelebihan metode ini adalah dapat mengidentifikasi sumber dan akar penyebab suatu masalah termasuk cacat desain dan perubahan yang menyebabkan terganggunya sebuah fungsi suatu sistem [4]. Sehingga dengan metode *Failure Mode And Effect* (FMEA) dapat diketahui sebab terjadinya kegagalan yang potensial dari sistem dan tingkat kekritisan dari efek kegagalan. Penelitian terdahulu melakukan analisis cacay produk pada *Cam Rear Brake* menggunakan metode *Failure Mode And Effect* (FMEA). Hasilnya menunjukkan nilai RPN untuk proses *cold forming* sebesar 576, *surface machining* sebesar 512, *machining 1* sebesar 441 dan *machining 2* sebesar 392 [5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kegagalan pada *clinker cooler* dengan cara mengidentifikasi kegagalan yang terjadi menggunakan metode *Failure Mode And Effect*(FMEA). Metode ini, sering digunakan untuk menganalisis kegagalan suatu komponen pada suatu sistem berdasarkan nilai RPN.

## 2. METODE PENELITIAN

Analisis perawatan resiko dengan metode *Failure Mode And Effect* (FMEA) mencakup beberapa prosedur yang menggambarkan dan mengevaluasi sistem, prosedur dan pemeliharaan untuk menentukan strategi penanganan yang diakibatkan oleh pendekatan ini. Identifikasi objek pada area *Kiln Bearing Block Clinker Cooler* Pabrik 2 PT Semen Baturaja, Sumatra Selatan.pengumpulan data

melalui kajian pustaka dan investigasi wawancara yang meliputi jenis kegagalan, pengaruh kegagalan, metode mendeteksi kegagalan, tingkat keparahan, dan tingkat sulitnya kerusakan untuk dideteksi. Penilaian resiko dengan metode *Failure Mode And Effect* (FMEA) dapat menggunakan skala kuantitatif dengan menentukan kriteria yang sudah ditentukan sebelumnya untuk mengoptimalkan rencana perawatan [6].

RPN (*Risk Priority Number*) merupakan untuk menentukan tingkat resiko kegagalan tertinggi dengan mengacu pada hubungan tiga kriteria seperti *saverity*, *occurance* dan *detection* [7] atau dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$RPN = S \times O \times D$$

Keterangan:

S: Tingkat keparahan (*Severity*)

O: Tingkat potensial (*Occurance*)

D: Deteksi (*Detection*)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Identifikasi Kegagalan *Clinker Cooler*

Pada penelitian ini, diperoleh data kegagalan kerja *clinker cooler* Pabrik 2 PT Semen Baturaja, Sumatera Selatan diperoleh dari hasil data inspeksi dan pengamatan. Data kegagalan yang di ambil dari mulai bulan Agustus – Desember 2022. Berdasarkan data dokumen dari bagian Departemen *Perawatan dan perbaikan*, selama periode bulan Agustus-Desember 2022 (3672 jam operasi) terdapat 26 kegagalan kerja mesin sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 2. Kegagalan terbanyak pada bagian *bearing block* sebanyak 15 kali pergantian dan kegagalan yang paling sedikit terjadi pada bagian pengontrol *valve*. Faktor-faktor yang menyebabkan gagalnya pendingin *clinker block* antara lain mode operasi, pemasangan dan penggantian part *bearing block* yang tidak sesuai standar, waktu pengangkatan dan penurunan akibat penggunaan alat yang menyebabkan peningkatan tekanan. pendingin *clinker polytrack* dan menyebabkan malfungsi berdampak pada produksi proses operasi [8].

Tabel 2. Data kegagalan kerja *cooler* Pabrik 2 PT Semen Baturaja

No	Nama	Jumlah
1	<i>Hydraulic cylinder</i>	5
2	<i>Transport tracks</i>	1
3	<i>Bearing Block</i>	15
4	<i>Conveying element</i>	2
5	<i>Fan</i>	1
6	Pompa Oli	2
7	<i>Pengontrol Valve</i>	0
Total		26

### b. RPN (*Risk Priority Number*)

Nomor Prioritas Resiko merupakan angka untuk menentukan tingkat resiko kegagalan tertinggi. Apabila nilai RPN semakin tinggi maka tingkat kehandalan komponen suatu sistem semakin rendah [7]. Secara keseluruhan nilai RPN *clinker cooler* Pabrik 2 PT Semen Baturaja, Sumatera Selatan diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan RPN *Clinker Cooler*

No	Nama	Jenis Kegagalan	Effek Kegagalan	S	O	D	RPN	Tingkat Resiko
1	<i>Slide Plate</i>	Gesekan	Keausan	9	8	5	360	Kritis
2	<i>Slide Rail</i>	Gesekan	Keausan	8	5	5	200	Kritis
3	<i>Slide plate holder</i>	Retak	Miring	3	2	10	60	Sedang
4	<i>Longitudinal Grider</i>	Tidak Presisi	Ngejim	9	9	1	81	Tinggi
5	<i>Bolt Connetion</i>	Tekanan	Patah	6	4	3	72	Sedang
6	<i>Bolt Pondation</i>	Tekanan	Patah	1	3	8	24	Rendah

Berdasarkan Tabel 3. Nilai RPN *clinker cooler* tertinggi terjadi pada bagian *slide plate* sebesar 360, selanjutnya *slide rail* sebesar 200, sedangkan nilai RPN *clinker cooler* terendah terjadi pada bagian *bolt pondation* sebesar 24. Nilai RPN tertinggi memiliki tingkat kegagalan yang besar hal tersebut akan menimbulkan terjadinya kegagalan [5]. Terdapat dua penyebab timbulnya sebuah kegagalan antara lain manajemen kualitas seperti faktor manusia, dan metode kerja [5].

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis diatas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Kegagalan kritis di komponen *bearing block clinker cooler* terjadi pada *slide plate* dengan nilai RPN 360 dan *slide rail* dengan nilai RPN 200.
- 2) Keausan slide palte dan slide rail disebabkan oleh berbagai faktor seperti ketidaksesuaian spesifikasi dari komposisi slide plate mengurangi life-time alat tersebut, bergesekan dengan material asing akibat kebocoran material clinker burn yang di sebabkan tekanan aerasi minimum, tekanan berlebihan akibat bad material tinggi sehingga speed polytrack naik yang di sebabkan oleh pola operasi tidak terkontrol, standar pemasangan tidak sesuai SOP menjadi salah pemasangan.
- 3) Tindakan perawatan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kegagalan menggunakan slide plate yang mempunyai spesifikasi sesuai kondisi lapangan, menambahkan aerasi saat terjadi kebocoran, pengawasan pola orasi.

#### 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Putro Utomo, Bapak Akhwari Wahyu Pamungkasjati, dan seluruh karyawan PT Semen Baturaja Pabrik 2 yang sudah mengizinkan mahasiswa kami untuk melakukan kegiatan magang MBKM, dan semua pihak yang sudah membantu terlaksananya program ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Setiyana, "Analisis Unjuk Kerja Grate Clinker Cooler," *Rotasi*, vol. 9, no. 3, pp. 19–26, 2007.
- [2] M. M. F. Makmur, A. T. Wibisono, and L. Noerochim, "Analisis Kegagalan Komponen Driver Plate dalam Cooler Clinker Pada Unit Tuban I PT. Semen Indonesia Tbk.," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.24490.
- [3] R. Imanuell and M. Lutfi, "Analisa Perawatan Berbasis Keandalan Pada Sistem Bahan Bakar Mesin Utama KMP. Bontoharu," *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.32487/jst.v5i1.540.
- [4] I. S. Haq, A. Y. Darma, and R. A. Batubara, "Penggunaan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dalam Identifikasi Kegagalan Mesin untuk Dasar Penentuan Tindakan Perawatan di Pabrik Kelapa Sawit Libo," *J. Vokasi Teknol. Ind.*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.36870/jvti.v3i1.209.

- 
- [5] Y. Alfianto, "Analisis Penyebab Kecacatan Produk Weight A Handle Menggunakan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode and Effect Analysis sebagai Rancangan Perbaikan Produk," *Jiems (Journal Ind. Eng. Manag. Syst.*, vol. 12, no. 2, pp. 71–80, 2019, doi: 10.30813/jiems.v12i2.1493.
- [6] H. Arabian-Hoseynabadi, H. Oraee, and P. J. Tavner, "Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) for wind turbines," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 32, no. 7, pp. 817–824, 2010, doi: 10.1016/j.ijepes.2010.01.019.
- [7] M. Rinoza, Junaidi, F. Ahmad, and Kurniawan, "Analisa RPN (Risk Priority Number) Terhadap Keandalan Komponen Mesin Kompresordouble Screw Menggunakan Metode FMEA di Pabrik Semen PT. XYZ," *Bul. Utama Tek.*, vol. 17, no. 1, pp. 34–40, 2021.
- [8] S. Uddin, "ANALISA KERUSAKAN BEARING BLOCK PADA EQUIPMENT POLYTRACK CLINKER COOLER 55KK01 DI PT . SEMEN BATURAJA TBK," *J. Lintas Ilmu*, vol. 1, no. October, pp. 86–91, 2022.