



Analisis Laju Keausan Umur Pakai Slide Plate Bearing Block pada Grate Cooler di Pabrik Semen Baturaja II

Josua Riscyando Napitu *, M Badaruddin

Program Studi SI, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

INFO ARTIKEL

Kata kunci:

Adesif, clinker, grate cooler, keausan, slide plate

Keywords:

Adhesive, clinker, grate cooler, wear, slide plate

A B S T R A K

Grate cooler merupakan jenis *clinker cooler* yang digunakan PT. Semen Baturaja Tbk untuk mendinginkan *clinker* dengan cara mengembuskan udara ke permukaan lapisan *clinker* diatas permukaan *grate plate*. Untuk menjalankan fungsinya, *grate cooler* memiliki beberapa bagian, seperti *polytrack*, *casing*, *fan*, *air blaster*, *clinker crusser*, dan *apron conveyor*. *Slide plate* adalah pelat atau batang dengan ketebalan tertentu yang berfungsi sebagai bantalan pada *drive polytrack grate cooler*. *Slide plate* sering mengalami keausan karena mengalami gesekan dengan *slide rail*, temperatur kerja yang tinggi serta menahan beban yang berat. Keausan *slide plate* dapat mempengaruhi kinerja *drive polytrack* yang menyebabkan terjadinya penumpukan material pada permukaan *grate plate*. Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data spesifikasi dimensi *slide plate*. Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran sampel dan wawancara operator. Pengukuran dimensi *slide plate* dilakukan secara langsung menggunakan jangka sorong. Selain pengukuran dimensi, juga dilakukan pengukuran massa dari *slide plate* menggunakan timbangan digital. Berdasarkan hasil perhitungan laju keausan di ketahui bahwa laju keausan *slide plate* berbeda beda setiap *track*. Laju keausan tertinggi terdapat pada *track 4* (GIT4) sebesar $1,03 \times 10^{-6}$ g/mm².jam. Sedangkan laju keausan terkecil terdapat pada *track 6* (GIT6) dan *track 8* (GIT8) yaitu sebesar $8,54 \times 10^{-7}$ g/mm².jam. Keausan yang terjadi adalah keausan adesif dan keausan abrasif. Faktor-faktor yang mempengaruhi keausan yaitu pola operasi, temperatur kerja, jumlah waktu yang digunakan alat selama operasi, keausan yang disebabkan oleh bahan yang digunakan, dan keausan yang disebabkan oleh material asing yang jatuh kepermukaan *slide plate*.

A B S T R A C T

Grate cooler is a type of clinker cooler used by PT Semen Baturaja Tbk to cool clinker by blowing air to the surface of the clinker layer above the surface of the grate plate. To perform its function, the grate cooler has several parts, such as polytrack, casing, fan, air blaster, clinker crusser, and apron conveyor. Slide plates are plates or rods with a certain thickness that function as bearings on the grate cooler polytrack drive. Slide plates often experience wear because they experience friction with the slide rail, high working temperatures and withstand heavy loads. Slide plate wear can affect the performance of the polytrack drive which causes material buildup on the surface of the grateplate. In this study, data collection was carried out by collecting data on slide plate dimension specifications. Data collection was carried out by measuring samples and interviewing operators. The measurement of the slide plate dimensions was carried out directly using a vernier caliper. In addition to dimensional measurements, mass measurements of the slide plate were also carried out using digital scales. Based on the results of the wear rate calculation, it is known that the wear rate of the slide plate is different for each track. The highest wear rate is found on track 4 (GIT4) at 1.03×10^{-6} g/mm².hour. While the smallest wear rate is found on track 6 (GIT6) and track 8 (GIT8) which is 8.54×10^{-7} g/mm².hour. The wear that occurs is adhesive wear and abrasive wear. Factors affecting wear are the operating pattern, working temperature, the amount of time the tool is used during operation, wear caused by the materials used, and wear caused by foreign material falling on the surface of the slide plate.

Received : 30-04-2025

Revised : 15-05-2025

Online Published: 30-09-2025

1. Pendahuluan

PT. Semen Baturaja Tbk adalah industri semen yang merupakan salah satu sektor vital dalam pembangunan infrastruktur Indonesia. Dengan peningkatan permintaan semen yang terus terjadi, efisiensi dan keandalan proses produksi menjadi kunci utama dalam mempertahankan daya saing perusahaan. Salah satu komponen kritis dalam proses produksi semen adalah *grate cooler*, yang berperan penting dalam pendinginan *clinker* setelah keluar dari *kiln* [1].

Grate cooler merupakan jenis *clinker cooler* yang digunakan PT. Semen Baturaja Tbk untuk mendinginkan *clinker* dengan cara mengembuskan udara ke permukaan lapisan *clinker* diatas permukaan *grate plate* [2]. Udara yang digunakan untuk mendinginkan *clinker* dalam *cooler* berasal dari udara luar yang mengalir karena tarikan dari *fan*. Ketika *clinker* dikeluarkan dari *kiln*, *grate cooler* dengan cepat menurunkan suhunya dari

1400 °C menjadi 100 °C. Tujuannya adalah untuk menghasilkan *clinker* dengan kualitas tinggi, di antaranya untuk menghindari reaksi *inverse C3S*, yang berdampak pada tekstur *clinker* yang dihasilkan, dan untuk menjaga peralatan yang tidak tahan panas [3]. *Clinker cooler* tidak hanya berfungsi untuk menurunkan suhu *clinker*, tetapi juga untuk meningkatkan efisiensi termal dan kualitas produksi semen secara menyeluruh [4].

Untuk menjalankan fungsinya, *grate cooler* memiliki beberapa bagian, seperti *polytrack*, *casing*, *fan*, *air blaster*, *clinker crusser*, dan *apron conveyor*. *Polytrack* adalah sistem *conveyor* khusus yang biasanya digunakan dalam *grate cooler* industri semen. Ini adalah kombinasi unik antara sistem *conveyor* dan landasan pendinginan untuk *clinker*. *Polytrack* terdiri dari serangkaian pelat baja yang saling terhubung yang

* Corresponding author. E-mail address: josuanapitu2002@gmail.com

membentuk permukaan bergerak maju mundur yang berfungsi sebagai dasar untuk *grate plate*. Pada *polytrack* terdapat *bearing block* yang terdiri dari *slide plate* dan *slide rail*.

Slide plate adalah pelat atau batang dengan ketebalan tertentu yang berfungsi sebagai bantalan pada *drive polytrack gratecooler*. *Slide plate* terhubung dengan *slide bearing* dan dijepit oleh *C-profile*, sehingga berfungsi sebagai bantalan lajur gerakan *polytrack* secara horizontal dan menahan *girder* agar berada pada posisi laju yang akan bergesekan dengan *slide rail*.

Slide plate sering mengalami keausan karena mengalami gesekan dengan *slide rail*, temperatur kerja yang tinggi serta menahan beban yang berat. Keausan *slide plate* dapat mempengaruhi kinerja *drive polytrack* yang menyebabkan terjadinya penumpukan material pada permukaan *grate plate* [5]. Penumpukan material akan meningkatkan beban kerja *hidroulic cylinder* yang menyebabkan perpindahan material melambat. Beban kerja *hydroulic cylinder* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada sistem *drive polytrack* dan menyebabkan sistem berhenti.

Berdasarkan latar belakang tersebut dalam kerja praktik penulis mengambil tugas khusus yaitu analisis keausan dan umur pakai *slide plate polytrack* pada *clinker cooler* pabrik Semen Baturaja II PT.Semen Baturaja Tbk. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola keausan, faktor-faktor yang mempengaruhinya, serta memprediksi umur pakai yang akurat untuk komponen tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Clinker

Clinker adalah produk setengah jadi dalam proses pembuatan semen Portland. Material ini dihasilkan melalui pembakaran campuran bahan baku utama seperti batu kapur, tanah liat, pasir silika, dan pasir besi pada suhu sangat tinggi (sekitar 1450°C) di dalam *kiln Rotary*. *Clinker* dapat dilihat pada gambar 1. *Clinker* tersebut memiliki peran krusial dalam menentukan kekuatan, waktu pengerasan, dan daya tahan semen terhadap berbagai kondisi lingkungan.

2.2. Clinker cooler



Clinker cooler merupakan komponen krusial dalam rantai produksi semen, berfungsi untuk mendinginkan *clinker*

Gambar 1. *Clinker*

setelah keluar dari *kiln*. Alat ini menurunkan suhu *clinker* dari sekitar 1400°C menjadi 100°C, sekaligus memulihkan panas

untuk meningkatkan efisiensi energi proses. Penggunaan *clinker cooler* yang efektif tidak hanya meningkatkan kualitas produk, tetapi juga berkontribusi pada efisiensi energi keseluruhan dalam proses produksi semen [6]. Ada tiga jenis *clinker cooler* yang umum digunakan dalam industri, seperti *grate cooler*, *rotary cooler* dan *planetary cooler*, masing-masing dengan desain dan mekanisme pendinginan yang berbeda [7].

2.3. Grate cooler

Grate cooler merupakan jenis *clinker cooler* yang paling umum digunakan dalam industri semen modern. Alat ini terdiri dari serangkaian kisi-kisi logam yang bergerak perlahan, membentuk permukaan tempat *clinker* panas dari *kiln* didinginkan [8]. Prinsip kerjanya melibatkan *clinker* panas yang masuk dari atas, sementara udara dingin dihembuskan dari bawah melalui celah-celah kisi-kisi. Untuk menjalankan fungsinya dengan baik, *Grate cooler* memiliki komponen-komponen antara lain:

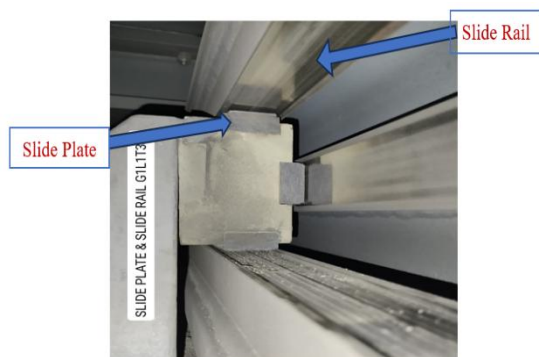
- Casing*, merupakan struktur luar yang melindungi seluruh komponen *grate cooler*. Terbuat dari konstruksi baja atau *plate*, *casing* ini dirancang untuk menahan suhu tinggi dan tekanan yang dihasilkan selama proses pendinginan *clinker*.
- Polytrack*, adalah sistem *conveyor* khusus yang umumnya digunakan dalam *grate cooler* pada industri semen. Ini merupakan kombinasi unik antara sistem *conveyor* dan landasan pendinginan untuk *clinker*.
- Bearing block*, adalah komponen kritis dalam sistem pendinginan *clinker* di pabrik semen, berfungsi sebagai dukungan atau penyangga untuk bagian-bagian bergerak seperti poros penggerak dan *grate plates*. Komponen ini dirancang untuk mengurangi gesekan, mendistribusikan beban secara merata, dan menjaga keselarasan komponen-komponen dalam *clinker cooler*. *Bearing block* terdiri dari *slide plate*, *slide rail* dan *slide bearing*.
- Grate plate*, adalah komponen kunci dalam sistem pendinginan *clinker*. Berbentuk memanjang dengan permukaan berongga atau berlubang, *grate plate* berfungsi sebagai landasan tempat *clinker* panas didinginkan.
- Hydraulic cylinder*, adalah komponen penggerak utama dalam *grate cooler*. Fungsi utamanya adalah mengubah tenaga fluida (biasanya oli hidrolik) menjadi gerakan mekanis linear yang menggerakkan *grate plate* dan *polytrack*.
- Fan*, dalam *Grate cooler* berperan vital dalam proses pendinginan *clinker*. Fungsi utamanya adalah menghembuskan udara *ambient* melalui *grate plate* untuk menurunkan suhu *clinker* dari sekitar 1400°C menjadi 100-200°C.
- Clinker crusher*, adalah komponen yang terletak di ujung *cooler*. *Clinker crusher* merupakan komponen penting dalam sistem *grate cooler* yang terletak di ujung aliran *clinker*. Fungsi utamanya adalah memecah gumpalan *clinker* besar menjadi ukuran yang lebih kecil dan

seragam, yang sangat penting untuk proses pengolahan semen selanjutnya.

- h. *Air blaster*, adalah alat yang menggunakan udara bertekanan tinggi untuk melepaskan material yang menumpuk atau melekat pada permukaan peralatan atau wadah penyimpanan. Prinsip kerja *air blaster* dalam *clinker cooler* melibatkan pemasangan beberapa unit *air blaster* di titik-titik strategis sepanjang *cooler* yang akan melepas ledakan secara berkala.
- i. *Apron conveyor*, adalah jenis sistem transportasi material yang dirancang khusus untuk menangani material berat, panas, dan abrasif seperti *clinker* dalam industri semen. *Apron conveyor* terdiri dari serangkaian plat logam yang saling terhubung membentuk permukaan *conveyor* yang kuat dan tahan lama.

2.4. Slide plate

Slide plate merupakan batang atau pelat dengan ketebalan tertentu yang berfungsi sebagai penggerak *cooler* dan sebagai bantalan pada *drive polytrack* [5]. *Slide plate* terhubung dengan *slide bearing* dan dijepit oleh *C-profile*, sehingga berfungsi sebagai bantalan pada *drive polytrack* yang akan bergesekan dengan *slide rail*. *Slide plate* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Bearing block

2.5. Keausan

Keausan merupakan fenomena yang umum terjadi pada komponen mesin atau peralatan yang bergerak dan saling berinteraksi. Secara umum, keausan dapat didefinisikan sebagai hilangnya material dari permukaan benda padat sebagai akibat dari gerakan relatif antara permukaan tersebut dengan permukaan lain atau dengan fluida yang bergerak [9]. Beberapa mekanisme utama pada fenomena keausan antara lain [10].

- a. Keausan adesif, merupakan salah satu mekanisme keausan yang sering terjadi pada komponen mesin yang bergerak relatif satu sama lain. Mekanisme ini terjadi ketika dua permukaan yang bersentuhan mengalami tekanan dan gesekan, sehingga terbentuk ikatan adhesi antar permukaan pada tingkat atomik atau molekuler.
- b. Keausan abrasif, merupakan salah satu jenis keausan yang sering dijumpai dalam sistem mekanis dan memiliki dampak signifikan terhadap kinerja serta umur pakai komponen. Mekanisme ini terjadi ketika partikel

keras atau permukaan kasar bergerak relatif terhadap permukaan material yang lebih lunak, menyebabkan terjadinya penghilangan material melalui proses pemotongan atau penggoresan.

- c. Keausan erosif, merupakan salah satu jenis mekanisme keausan yang terjadi akibat tumbukan partikel padat atau cairan dengan permukaan material. Proses ini melibatkan penghilangan material dari permukaan target melalui aksi mekanik yang disebabkan oleh benturan partikel erosif.
- d. Keausan korosi, merupakan fenomena kompleks yang melibatkan interaksi antara proses mekanik dan kimia, di mana material mengalami degradasi akibat gesekan dalam lingkungan yang korosif.
- e. Keausan lelah, merupakan mekanisme keausan yang terjadi akibat tegangan siklik berulang pada permukaan material.

3. Metodologi penelitian

3.1. Pengumpulan data

Pada penelitian ini, pengumpulan data yang dilakukan dengan mengumpulkan data spesifikasi dimensi, riwayat penggantian dan waktu operasi *slide plate*. Untuk memperoleh data keausan *slide plate* dilakukan pengukuran sampel *slide plate* yang diambil dari titik pemasangan yang berbeda dengan kode GIT1, GIT2, GIT3, GIT4, GIT5, GIT6, GIT7 dan GIT8. Pengukuran dimensi *slide plate* dilakukan secara langsung menggunakan jangka sorong. Selain pengukuran dimensi, juga dilakukan pengukuran massa dari *slide plate* menggunakan timbangan digital. *Slide plate* yang diukur dan ditimbang merupakan *slide plate* yang masih baru dan *slide plate* yang sudah aus. Gambar 3 merupakan gambar sampel *slide plate* yang dianalisis.



Gambar 3. Sampel slide plate

3.2. Umur pakai *slide plate* berdasarkan keausan

Keausan diukur dengan jumlah material yang hilang atau berkurang dalam ukurannya (massa, volume, atau ketebalan). Keausan *slide plate* dihitung dengan persamaan (1) [11].

$$w = \frac{m_1 - m_2}{A \times t} \text{ (g/mm}^2\text{.jam)} \quad (1)$$

Dimana:

- W = Keausan (g/mm².jam)
 m_1 = Berat awal material sebelum keausan (gram)
 m_2 = Berat akhir material setelah keausan (gram)

t = Waktu atau lama keausan (jam)
 A = luas keausan (mm²)

$$A = p \times l \text{ (mm}^2\text{)} \quad (2)$$

Dimana:

p = Panjang spesimen (mm)
 l = Lebar spesimen (mm)

Untuk mengetahui perkiraan umur pakai slide plate, persamaan digunakan persamaan 3.

$$\text{Umur pakai} = \frac{W}{\frac{T_1 - T_2}{t}} \quad (3)$$

Dimana :

W = Keausan yang di izinkan (mm)
 T₁ = Tebal awal (mm)
 T₂ = Tebal akhir (mm)
 T = Waktu operasi (jam)

4. Hasil dan pembahasan

Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada *slide plate*, maka diperoleh data-data berikut.

Tabel 1 Spesifikasi *slide plate*

Material	Fiber fabric composite
panjang	200 mm
lebar	30 mm
tebal	15 mm
berat	138 gram

Keausan *slide plate* dihitung menggunakan persamaan (1) dan perkiraan umur pakai *slide plate* dihitung dengan persamaan (3).

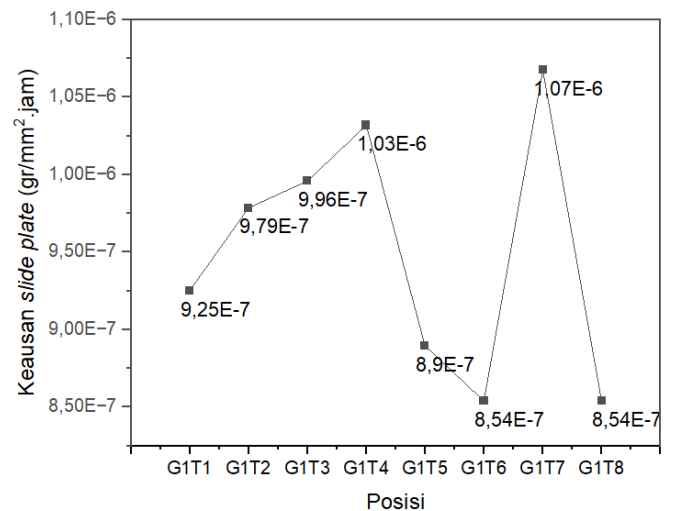
Keausan *slide plate*

$$w = \frac{138 - 83}{6000 \times 9367} = 9,79 \times 10^{-7} \text{ (g/mm}^2\text{.jam)}$$

Umur pakai *slide plate* dengan keausan yang diizinkan 2,5 mm.

$$\begin{aligned} \text{umur pakai} &= \frac{2,5 \text{ mm}}{\frac{15,00 \text{ mm} - 12,46 \text{ mm}}{9367 \text{ jam}}} \\ &= 9243 \text{ Jam} \end{aligned}$$

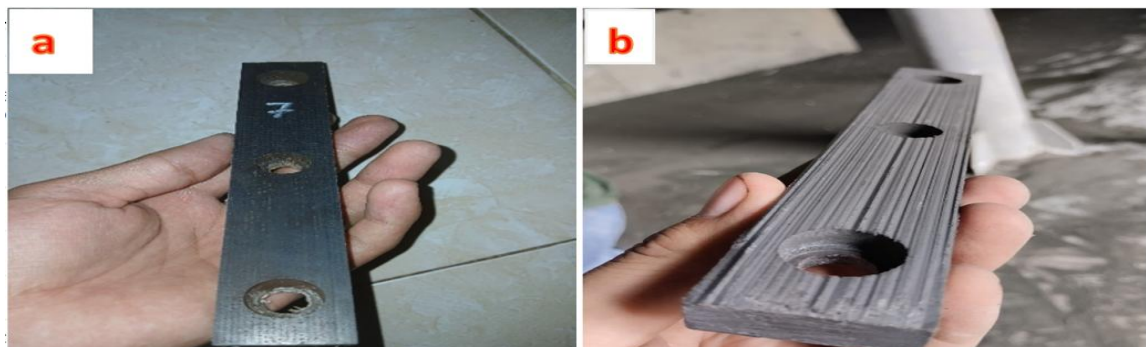
Slide plate merupakan salah satu komponen yang tidak kalah penting pada proses pendinginan *clinker* di semen baturaja. *Slide plate* berfungsi sebagai bantalan dari lintasan *polytrack clinker cooler* dimana tempat *clinker* panas didinginkan. Keausan dari *slide plate* akan mempengaruhi kualitas pendinginan yang terjadi pada *clinker cooler*. Hal ini terjadi



Gambar 4. Grafik laju keausan *slide plate*

karena pergerakan *polytrack clinker* yang tidak maksimal.

Keausan *slide plate* berbeda untuk setiap track, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Laju keausan tertinggi terdapat pada track 4 (G1T4) sebesar $1,03 \times 10^{-6}$ g/mm².jam. Sedangkan keausan terkecil terdapat pada track 6 (G1T6) dan track 8 (G1T8) yaitu sebesar $8,54 \times 10^{-7}$ g/mm².jam. Perbedaan keausan dipengaruhi oleh pola operasi yang dialami oleh material, dimana material yang mengalami pola operasi yang lebih ekstrem akan mengalami keausan yang lebih besar. Keausan tidak terlepas dari koefisien gesek suatu benda. Koefisien gesekan suatu benda dipengaruhi oleh faktor lain seperti kecepatan gesekan, suhu, dan kondisi permukaan [12]. *Slide plate* baru dengan izin keausan 2,5 mm pada *grate* 1 rata-rata bertahan selama 8641 jam, dengan waktu operasi normal 24 jam perhari maka *slide plate* dapat digunakan selama 360 hari.



Gambar 5. Jenis keausan *slide plate* (a) adesif (b) abrasif

Gambar 5 merupakan gambar jenis keausan yang terjadi. Keausan yang terjadi adalah keausan adesif dan keausan abrasif. Keausan adesif terjadi karena gesekan antara *slide plate* dengan *slide rail*. Gesekan yang terjadi menyebabkan keausan pada kedua permukaan dimana permukaan yang lebih lunak mengalami keausan yang besar dibanding permukaan yang lebih keras. Keausan adesif dapat dilihat pada gambar 5 (a). Sedangkan keausan abrasif dapat terjadi pada *slide plate*, keausan abrasif terjadi karena adanya material asing seperti debu, pasir *clinker* yang jatuh kepermukaan *slide plate* dan *slide rail* yang bergesekan. Material asing tersebut akan menyebabkan gesekan pada *slide plate* maupun *slide rail*. Ciri ciri dari keausan abrasif yaitu memiliki permukaan yang kasar seperti yang terlihat pada gambar 5 (b) [13].

Beberapa faktor yang mempengaruhi keausan pada komponen *slide plate*. Faktor-faktor ini termasuk keausan *slide plate* yang disebabkan oleh pola operasi dan alat mekanis jangka waktu penggunaan alat selama operasi, keausan yang disebabkan oleh bahan yang digunakan selama operasi, dan keausan yang disebabkan adanya material asing yang jatuh kepermukaan *slide plate*. Keausan akan mempengaruhi tekanan *hydraulic polytrack clinker cooler, pressure* akan meningkat karena berbagai faktor, yang berdampak pada hasil operasi *clinker* dan kerusakan alat mekanis.

5. Kesimpulan

Keausan *slide plate grate 1* beragam setiap *track*, keausan tertinggi terdapat pada *track 4 (GIT4)* sebesar $1,03 \times 10^{-6}$ g/mm².jam. Sedangkan keausan terkecil terdapat pada *track 6 (GIT6)* dan *track 8 (GIT8)* yaitu sebesar $8,54 \times 10^{-7}$ g/mm².jam. Dengan keausan rata rata yang terjadi pada *slide plate grate 1* sebesar $1,18 \times 10^{-7}$. *Slide plate* baru dengan izin keausan 2,5 mm pada *grate 1* rata-rata bertahan selama 8641 jam dengan waktu operasi normal 24 jam perhari maka *slide plate* dapat digunakan selama 360 hari. Pola keausan yang dominan terjadi yaitu keausan adesif. Dimana keausan adesif terjadi karena adanya gesekan antara *slide plate* dan *slide rail* dengan beban tertentu, yang menyebabkan terjadinya keausan pada komponen tersebut. Keausan abrasif juga ditemukan pada kasus keausan *slide plate* dimana keausan ini dapat terjadi karena adanya material asing yang jatuh kepermukaan *slide plate* yang menyebabkan goresan pada permukaan *slide plate* tersebut. Faktor-faktor yang mempengaruhi keausan yaitu pola operasi, temperatur kerja, jumlah waktu yang digunakan alat selama operasi, keausan yang disebabkan oleh bahan yang digunakan, dan keausan yang disebabkan oleh material asing yang jatuh kepermukaan *slide plate*.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada PT. Semen Baturaja Tbk, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengambil data studi kasus keausan *slide plate*, Serta kepada bapak Ahmad Ismail A.Md., pembimbing lapangan, yang telah membantu penulis mengumpulkan data.

Referensi

1. John, J., *Parametric Studies of Cement Production Processes. Journal of Energy*, 2020. 2020: p. 1-17.

2. Bouchenafa, O., et al., *Cement and Clinker Production by Indirect Mechanosynthesis Process. Construction Materials*, 2022. 2.
3. Chatterjee, A.K., *Cement Production Technology: Principles and Practice*. 2018: CRC Press.
4. Geng, Y., X. Wang, and P. Jiang, *Prediction of the Cement Grate Cooler Pressure in the Cooling Process Based On A Multi-Model Fusion Neural Network. Ieee Access*, 2020. Pp: P. 1-1.
5. Iwari, A. And S. Uddin, *Analisa Kerusakan Bearing Block Pada Equipment Polytrack Clinker Cooler 55kk01 Di Pt. Semen Baturaja Tbk*. 2022. 1: P. 86-91.
6. Saputro, A. And S. Uddin, *Pengantian Dan Perawatan Block Bearing Clinker Cooler Di Pt. Semen Baturaja, Tbk*. 2022. 1: P. 128-137.
7. Wijayanto, P., *Evaluasi Kinerja Grate Cooler Pada Unit Clinker Production Di Pt. Semen Baturaja I (Persero) Tbk*. Ismail Muhammad Isya I Rakhmat Adiwijaya Safaruddin 3 Universitas Lampung 1 Pt. Semen Batu Raja 2 Ismailmuhammadisa9@gmail.Com 1 Rakhmat.Adiwijaya@Semenbaturaja. Chem Instrum, 2022.
8. Akhyarsi, O., *Analisis Dan Modifikasi Desain Grate Cooler Pabrik Semen. Jurnal Permadi : Perancangan, Manufaktur, Material Dan Energi*, 2022. 4: P. 184-190.
9. Dykha, A. And D. Marchenko, *Prediction The Wear Of Sliding Bearings. International Journal Of Engineering And Technology(Uae)*, 2018. 7: P. 4-8.
10. Marinescu, I.D., T. Doi, And E. Uhlmann, *Handbook Of Ceramics Grinding And Polishing*. 2015: Elsevier Science.
11. Ahmad, T., D. Darmanto, And I. Syafa'at, *Analisis Keausan Kampas Rem Pada Disc Brake Dengan Variasi Kecepatan. Jurnal Ilmiah Momentum*, 2018. 14.
12. Du, F., Et Al., *Overview Of Friction And Wear Performance Of Sliding Bearings. Coatings*, 2022. 12: P. 1303.
13. Holmberg, K. And A. Erdemir, *Influence Of Tribology On Global Energy Consumption, Costs And Emissions. Friction*, 2017. 5: P. 263-284.