

# Proses Normalisasi Axial Load Kiln dan Maintenance Drag Bucket (Pan Conveyor) Untuk Menjamin Kesiapan Operasional Peralatan Produksi Semen

Novi Sukma Drastiawati<sup>1</sup>, Ria Handiwi<sup>2</sup>, Jarot Danang Priambodo<sup>3</sup>, Warju<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, 60231, Indonesia  
([novidrastiawati@unesa.ac.id](mailto:novidrastiawati@unesa.ac.id))

(<sup>2,3,4</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya)

## Abstrak

*Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia berupa pembangunan infrastruktur jalan tol sepanjang 1334 km membutuhkan semen sebesar 4 juta ton. Melihat total kebutuhan semen menjadikan pabrik semen memiliki peran besar dalam mensukseskan mega proyek yang sedang dilakukan. Kegiatan produksi merupakan salah satu hal yang diperhitungkan sehingga kesiapan peralatan untuk operasional harus dilakukan sesuai dengan tahap perencanaan. Agar tahapan tersebut dapat berjalan dengan baik diperlukan proses pemeliharaan dan perawatan secara berkala. Pemeliharaan pada peralatan produksi semen mesin kiln merupakan salah satu bagian yang utama karena di dalam kiln terjadi semua proses kimia pembentukan klinker dari bahan baku untuk pembuatan (raw mix). Perawatan dilakukan pada komponen drag bucket (pan conveyor) yang berfungsi untuk membawa klinker dari cooler menuju dum klinker. Tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan data adalah dengan melakukan observasi di lapangan. Observasi dilakukan dengan terjun langsung melalui proses pengamatan pada peralatan yang dianalisa. Tahap kedua adalah mengumpulkan data yang berupa melakukan pencatatan terhadap proses normalisasi dan maintenance. Tahap ketiga adalah analisis data yang menggunakan metode deskriptif kualitatif. Hasil yang didapatkan dengan proses adjusment sebesar 0.3 sehingga mempengaruhi axial load dari 8 bar mengalami kenaikan 24 bar, sedangkan pada tyre 2 dari 53 bar mengalami penurunan menjadi 36 bar. Proses maintenance pada drag bucket (pan conveyor) menjadikan kerja drag bucket dapat berjalan baik dengan identifikasi dari beberapa parameter diantaranya; pengangkutan material berjalan dengan sempurna karena tidak ada gangguan dari roda drag bucket, masa pakai atau life time komponen roda drag bucket lebih terjaga dan tidak menimbulkan kerusakan pada komponen lain.*

**Kata kunci:** Deskriptif kualitatif, drag bucket (pan conveyor), kiln, maintenance, normalisasi, produksi semen.

## Abstract

*The Master Plan for the Acceleration and Expansion of Indonesia's Economic Development in the form of construction of 1334 km of toll road infrastructure requires cement of 4 million tons. Seeing the total demand for cement makes the cement factory has a big role in the success of the mega project. Production activities are one of the things taken into account and forwardness of equipment for operations carried out in accordance with the planning stage and these stages can run well. Maintenance processes are needed regularly. Maintenance of cement kiln machine production equipment is one of the main parts because in the kiln all chemical processes occur in the formation of clinkers from raw to raw mix materials. Maintenance process to the drag bucket component (pan conveyor) which functions to carry the clinker from the cooler to the dum clinker. First stage is to find data are observation in the field. The observation process on the equipment being analyzed. The second stage is collecting data form normalization and maintenance process. The third stage is data analysis using qualitative descriptive methods. The results obtained with the adjusment process of 0.3 and it affects axial load of 8 bar has increased by 24 bar, while in tire 2 of 53 bar has decreased to 36 bar. The maintenance process on the drag bucket (pan conveyor) makes the work of the drag bucket can run well with the identification of several parameters including: transportation of the material runs perfectly because there is no*

*interference from the drag bucket wheel, the life time of the drag bucket wheel component is well maintained and not cause failure to other components.*

**Keyword:** *Cement production, drag bucket (pan conveyor), kiln, maintenance, normalization, qualitative descriptive*

## I. PENDAHULUAN

Pada tahun 2014 pertumbuhan ekonomi Indonesia menunjukkan nilai sebesar 7,5%. Satu tahun berikutnya pertumbuhan tersebut diperkirakan pada kisaran angka 8% - 9%. Rencana pemerintah untuk mencapai target pertumbuhan ekonomi yang signifikan adalah dengan melakukan penyelesaian beberapa proyek MP3EI ( Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia). Salah satu proyek tersebut berupa pembangunan infrastruktur jalan tol sepanjang 1.334km yang direncanakan pada tahun 2010 - 2014 yang membutuhkan semen sekitar 4 juta ton selama periode tersebut (Riris & Yudi, 2013). Melihat total kebutuhan semen menjadikan pabrik semen memiliki peran yang besar dalam mensukseskan mega proyek yang sedang dilakukan, diantaranya memproduksi semen agar mampu memenuhi pasokan semen untuk menunjang kegiatan pembangunan.

Kelancaran kegiatan produksi dapat ditunjang dengan berbagai macam komponen pendukung, salah satunya adalah peralatan produksi. Peningkatan kebutuhan produksi sebanding dengan penggunaan teknologi tinggi pada mesin dan fasilitas produksi sehingga kebutuhan akan fungsi perawatan semakin bertambah. Usaha untuk menggunakan fasilitas produksi secara berkelanjutan dan terjamin maka kegiatan perawatan menjadi hal penting dan membutuhkan perencanaan yang baik sehingga menunjang keandalan suatu mesin untuk dapat berproduksi ( Sayuti dkk, 2013).

Peningkatan kualitas produksi merupakan salah satu unsur penunjang proses produksi pada suatu perusahaan semen. Kualitas produksi baik dihasilkan oleh suatu mesin yang memiliki spesifikasi dan keandalan yang baik, sehingga untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan kontrol terhadap mesin-mesin yang dipergunakan. Kerusakan pada suatu peralatan yang dipergunakan dapat dilakukan tindakan perbaikan yang umum disebut sebagai kegiatan *maintenance* (Mashuri dkk, 2017).

PT Semen Indonesia merupakan perusahaan semen yang memiliki kapasitas produksi yang besar dan memiliki peralatan yang berupa mesin-mesin yang senantiasa mengalami pembaharuan agar efektifitas dan efisiensi kerja dapat berlangsung secara

maksimal. Peningkatan kinerja mesin dilakukan dengan melakukan perawatan sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan. Proses lain yang sebagai penunjang pada proses pemeliharaan adalah normalisasi komponen, yaitu *Adjustment Axial Load* pada Kiln. Kiln merupakan komponen yang terdiri dari *rotary kiln* yang digunakan untuk menaikkan material sampai pada suhu tinggi (kalsinasi) dalam suatu proses berkelanjutan. Proses ini merupakan proses utama dalam pembuatan semen yang digunakan untuk membakar umpan kiln menjadi klinker. Kedua berupa *main gear* yang berfungsi sebagai penggerak utama kiln. Ketiga berupa *reducer* yang berfungsi untuk menurunkan putaran motor pada kiln.

Proses *maintenance* pada peralatan produksi semen di PT.Semen Indonesia adalah pada komponen *drag bucket (pan conveyor)*. Konveyor terdiri dari serangkaian *bucket* yang berfungsi untuk membawa *clinker* dari *cooler* menuju *dum clinker*.

Teknik berupa penelitian dasar, perencanaan, perancangan dan studi pengembangan teknologi. Artikel yang masuk dipahami sebagai karya orisinal yang belum pernah dipublikasikan.

## II. TEORI

### A. Kiln

*Kiln* merupakan komponen yang terdapat pada pemesian untuk proses produksi semen yang berbentuk tabung silinder (pipa besar). Komponen tersebut terbuat dari plat baja dan memiliki ketebalan yang sudah ditentukan. Bagian dalam tabung silinder tersebut terdapat batu tahan api (*fire brick*) yang berfungsi untuk melindungi dinding agar tahan pada temperatur operasi pembakaran di dalam *kiln* (1400°C). Proses pengoperasian *rotary kiln* dengan diputar pada posisi mendatar dengan kemiringan 3 – 5 % sehingga perlu dilengkapi dengan *supporting roller* sebagai tumpuan pada saat *kiln* berputar. *Kiln* yang berputar (*rotary kiln*) merupakan salah satu komponen utama pada unit pabrik semen, karena di dalam *kiln* terjadi semua proses kimia pembentukan klinker dari bahan baku untuk pembuatan (*raw mix*). Secara garis besar, di dalam *kiln* terbagi menjadi tiga zona yaitu zona kalsinasi, zona transisi, dan zona *sintering* (klinkerisasi). *Kiln* terdiri dari

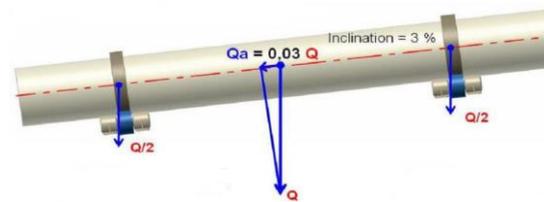
beberapa komponen, yaitu shell kiln yang terdiri dari ruang bakar (*burner*) dan batu tahan api (*refractory*) yang digunakan sebagai proses pembakaran. Pada proses tersebut bentuk api yang dihasilkan menentukan kualitas proses perpindahan panas dan akan memberikan pengaruh terhadap kualitas klinker yang dihasilkan. Fungsi dari batu tahan api adalah untuk membuat temperatur pemanasan pada proses pembakaran tetap merata sehingga pembentukan *coating* dapat berlangsung dengan baik. Fungsi lain dari batu tahan api adalah sebagai pelindung *shell kiln*. Proses pembentukan klinker memerlukan temperatur yang tinggi dan udara pembakaran yang berlebihan dibatasi 20% -30% dengan melihat sifat bahan (*burnability of raw mix*) sehingga bahan bakar yang dipergunakan pada *in line calciner* maksimum sebesar 20-25% . Tipe *calciner* bekerja dengan pembakaran bahan bakar 10% - 20% dari kebutuhan bakar yang diperlukan. Proses pembakaran dalam *calciner* menghasilkan temperatur gas keluar dari *top cyclone*. Sisa bahan bakar dari proses pembakaran sebesar 80% - 90% dibakar pada *kiln*. Kelebihan udara pembakaran pada kiln dapat diketahui dengan melakukan perhitungan secara cermat terlebih dahulu agar didapatkan hasil yang maksimal dalam proses pengoperasian *kiln*. *Kiln* tanpa udara tersier dapat dioperasikan dengan menggunakan *planetary cooler* sehingga instalasi lebih sederhana dan konsumsi daya listrik lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan *kiln* tipe *grate cooler*.

Perkembangan teknologi mengakibatkan sebagian zona kalsinasi dipindahkan ke *suspension preheater* dan kalsiner, sehingga proses yang terjadi di dalam *kiln* lebih efektif ditinjau dari segi konsumsi panasnya. Proses perpindahan panas di dalam *kiln* sebagian besar ditentukan oleh proses radiasi sehingga diperlukan isolator yang baik untuk mencegah panas terbuang keluar. Isolator terbuat dari batu tahan api dan *coating* yang terbentuk selama proses. Fungsi batu tahan api pada setiap proses berbeda sehingga jenis batu tahan api disesuaikan dengan fungsinya (Arsa, 1995).

**B. Axial Load**

*Axial load* pada proses pengoperasian *kiln* merupakan beban yang dialami oleh *trust roll* sebesar 50-60 % dan *supporting roll* sebesar 40% - 50%. Pada dasarnya beban aksial yang diterima oleh masing-masing *supporting roll* yang terdapat pada masing-masing *tyre* 1, 2 dan 3 memiliki beban yang ditanggung memiliki kapasitas yang berbeda. Setiap *tyre* memiliki

dua *supporting roll*. Masing-masing *supporting roll* diapit oleh dua *bearing supporting roll*. *Supporting roll* pada masing-masing *tyre* memiliki beban aksial. Beban aksial yang



dialami dipengaruhi oleh tekanan aksial serta *safety factor* sesuai desain oleh masing- masing *bearing* sekitar 0,65% (Pemeliharaan Mesin *Kiln* dan *Coal Mill*, 2018).

Gambar 1. Desain Kiln  
(Sumber: Pemeliharaan Mesin *Kiln* dan *Coal Mill*, 2018)

Perhitungan beban aksial :

$$\frac{110 * Q_a}{100 * p \left( \frac{kgf}{cm^2} \right)} = \frac{\pi D^2}{4 (cm^2)} \quad (1)$$

Ket:

Qa = Beban load (160.09 Kgf/cm2).

Q = Beban. (Pemeliharaan Mesin *Kiln* dan *Coal Mill*, 2018)

Berdasarkan perhitungan diatas beban load yang diterima sebesar 160.09 Kgf/cm<sup>2</sup>. Beban tersebut ber ekuivalen dengan tekanan aksial yang diterima sekitar 15.689 Mpa maka beban aksial yang diterima sekitar 24 Mpa. Namun beban aksial yang diterima dipengaruhi oleh *safety factor* sebesar 0.65% digunakan sebagai desain *Bearing* pada masing-masing *supporting roll* maka axial load yang diterima pada masing-masing *supporting roll* setiap *tyre*, sebagai berikut:

TABEL I  
Data Desain Masing - Masing *Bearing* (Pemeliharaan Mesin *Kiln* dan *Coal Mill*, 2018)

TYRE I				TYRE II				TYRE II			
ID	1A	1C	1B	2D	2A	2C	2B	3D	3A	3C	3B
28 MPa				32 Mpa				28 MPa			

**C. Pan Conveyor**

*Pan conveyor* merupakan suatu komponen yang terdiri dari serangkaian *bucket*. *Conveyor* dirancang untuk memenuhi persyaratan dalam proses pembuatan material untuk produksi semen. Alat ini membawa material secara horizontal dengan sudut kemiringan 60°. Desain *bucket* harus memiliki ukuran yang tepat dengan bentuk susunan komponen yang berbentuk seperti tangga dan terbuat dari baja. Tumpahan material

diminimalkan pada saat dalam posisi kemiringan sudut 60°. Desain bucket ini sangat cocok untuk menangani klinker panas di pabrik semen atau untuk membawa klinker dari *cooler* menuju *dum clinker* (AUMUND, 2019).

Tipe *pan conveyor* :

a. *Arched Plate Conveyor* (BPB)

Area utama aplikasi konveyor pelat melengkung (tipe BPB) adalah pengosongan bunker dari barang atau material yang dibawa dalam kondisi basah dan lengket seperti lempung, marl, gypsum alami atau FGD, anhidrit, dan pozzolan. Di desain untuk tugas berat (tipe BPB-S / BPB) -SF). Sering digunakan untuk transportasi material yang berasal dari tambang. Pelat melengkung yang sangat sesuai dengan prinsip *drive* dan *sprocket* sehingga memungkinkan pembersihan pelat dengan scraper. Pengaturan kapasitas pembongkaran dengan penggerak, kecepatan rotasi yang dapat disesuaikan, ketebalan pelat dari 8 hingga 10 mm

b. *Arching Plate Conveyor* (BPB-S / BPB-SF)

Untuk membawa material seperti batu yang ditambang serta untuk pengambilan bahan dibawah titik jungkit.

*Arched Plate Conveyor* yang sering digunakan :

- 1) Ketebalan pelat hingga 40 mm.
- 2) Kapasitas hingga 11.000 t / h.

c. *Deep Drawn Pan Conveyor* (KZB)

*The deep drawn pan conveyor* (tipe KZB) komponen yang digunakan untuk membawa material panas atau abrasif. *Deep drawn pan conveyor* (tipe KZB-Q 1400/450/5) ini terdiri dari satu rantai *bucket*. *Roll bucket* yang terbuat dari pelat baja. Pelat bawah ditekan ke profil dimana disekitar pelat samping dilas. *Bucket* secara umum dibaut ke rantai dan membentuk permukaan tertutup yang tahan aus, pada bagian dalam terdapat sekat. Sekat ini berfungsi untuk mencegah material mengalir kembali ketika *coveyor running* bekerja dengan kemiringan 28°. *Bucket* dilengkapi dengan *roller* (roda) *bucket*. Prinsip kerja *Deep drawn pan conveyor* (tipe KZB-Q 1400/450/5) yaitu membawa material panas dari *cooler* menuju *dome clinker* kemudian diteruskan ke *finishmill*.

Komponen-komponen *Deep drawn pan conveyor* (tipe KZB-Q 1400/450/5):

- 1) *Bucket*.
- 2) *Chain*.
- 3) *Roller*.
- 4) *Reducer/gearbox*.
- 5) *Motor*.
- 6) *Sprocket head* dan *pprocket tail*.

7) *Voith* dan *hub coupling*.

8) *Baut* dan *bearing*.

Keuntungan *Deep Drawn Pan Conveyor* :

- 1) Pengangkutan horizontal dan kemiringan hingga 30 °.
- 2) Lebar lempeng dari 400 - 2.400 mm.
- 3) Kapasitas pengiriman 1,486m<sup>3</sup> / j
- 4) Pengurangan tumpahan material.
- 5) Pemeliharaan rendah, umur panjang.
- 6) Terdapat berbagai macam tipe.
- 7) Dilengkapi sebagai bahan panas dan pendingin konveyor.
- 8) Tersedia sebagai pengumpan berat dengan skala lintasan (tipe DPB-K).



Gamb

ar 2. *Drag Bucket* di PT. Semen Indonesia



Gambar 3. *Drag Bucket* di PT. Semen Indonesia.

d. *Bucket Apron Conveyor* (BZB)

*Bucket apron conveyor* (tipe BZB) adalah solusi optimal untuk membawa material pada sudut gradien hingga 60 °.

- 1) Kurva lengkung yang sempit.
- 2) Cocok untuk aplikasi tugas berat dan temperatur tinggi.
- 3) Tutup pengaturan *bucket* untuk pengiriman material berlebih dengan partikel halus.

- 4) Stabilitas *bucket* yang tinggi karena lintasan integral di lantai *bucket*.
  - 5) Ukuran *bucket* standar hingga lebar 1.600 mm.
  - 6) Mentransmisikan pengaturan kapasitas melalui *drive* yang dikendalikan frekuensi.
- e. *Flat Plate Conveyor* (FPB)

The AUMUND *flat plate conveyor* terutama digunakan untuk menyampaikan material yang lembut. Fungsi utama untuk konveyor ini adalah sebagai tempat pengecoran cetakan material lembut atau cetakan pasir.

- 1) Halus, bahkan permukaan untuk pengangkutan dan transfer yang lembut.
- 2) Pengurangan kebisingan dan debu yang efektif dan desain hemat energi.
- 4) Lebar sabuk 600 - 2,400mm.
- 5) Pengaturan kecepatan dengan konverter frekuensi.
- 6) Tersedia sebagai konveyor pendingin (dengan dan tanpa kap). (AUMUND, 2019).

#### D. Maintenance

*Maintenanc* merupakan kegiatan untuk menjaga, memperbaiki, dan mempertahankan kualitas peralatan dan mesin agar berjalan dengan baik seperti kondisi sebelumnya (Supandi, 1990). Tujuan dari pelaksanaan kegiatan *maintenance* menurut Assauri (2008) sebagai berikut :

1. Kemampuan produksi dapat dipertahankan sesuai dengan perencanaan.
2. Kualitas produksi dapat dipertahankan tanpa mengganggu kegiatan produksi.
3. Meminimalkan biaya yang tidak masuk dalam perencanaan dalam jangka waktu yang tidak ditentukan berdasarkan kebijakan perusahaan.
4. Penerapan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien.
5. Menghindari kegiatan perawatan yang dapat membahayakan karyawan.
6. Dapat mencapai tujuan umum perusahaan dengan adanya kerjasama yang terstruktur.

Macam-macam proses *maintenance* :

1. *Planned maintenance* yang merupakan perawat dengan melalui perencanaan dan dijalankan sesuai dengan prosedur perencanaan. Kegiatan ini terdiri atas :
  - a. *Preventive Maintenance* yang merupakan kegiatan yang dilaksanakan dalam periode waktu yang tetap yang bertujuan *out put* dari produksi sesuai dengan rencana yang ditinjau dari mutu, biaya, maupun waktu.

- b. *Corrective Maintenance* merupakan kegiatan pemeliharaan akibat adanya produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan perencanaan, ditinjau dari segi mutu, biaya, dan waktu.

2. *Unplanned Maintenance* merupakan kegiatan perawatan karena adanya kegiatan atau tahapan dari proses produksi yang dianggap tidak memenuhi persyaratan. (Prawirosentono, 2009)

### III. METODE

Tahapan yang dilakukan adalah :

#### A. Pengamatan di lapangan

Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui proses pembuatan semen dan mesin-mesin yang digunakan untuk produksi. Pengamatan tentang tata letak (*lay out*) mesin produksi juga dilakukan untuk mengetahui proses produksi secara spesifik, yaitu pada komponen *drag bucket (pan conveyor)* dan *adjustment axial load*.

#### B. Pengambilan Data

Data diambil dengan mencatat setiap proses perawatan pada mesin *drag bucket (pan conveyor)* dan proses normalisasi pada *adjustment axial load*.

#### C. Analisa Data

Proses analisa data menggunakan metode deskriptif kualitatif, dimana data-data hasil pengamatan di lapangan dijabarkan dan diambil kesimpulan berdasarkan pengamatan yang sudah dilakukan yaitu proses normalisasi *adjustment axial load* dan proses *maintenance drag bucket (pan conveyor)*.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

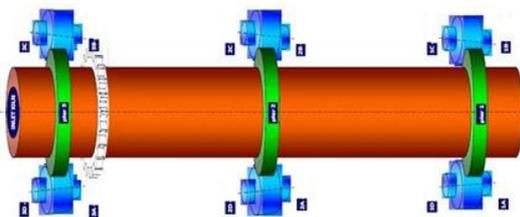
#### A. Diagram Proses Kiln



Gambar 4. Diagram Proses Kiln.  
(Sumber: Central Control Room PT Semen Indonesia)

Gambar 4 menunjukkan proses kiln yang sebelumnya berasal preheater masuk ke ILC dan SLC didalam ini terdapat empat siklon yang saling berhubungan dan pada tahapan ini terjadi proses kalsinasi. Proses pembakaran terjadi pada inlet kiln yang yang dibagi dalam empat zona, yaitu zona kalsinasi, zona transisi, zona klinkerisasi (zona pembakaran), dan zona pendinginan. Pada proses pembakaran ini menggunakan batu bara sebagai bahan bakar. Berdasarkan diagram diatas beberapa parameter utama dalam proses pengoperasian kiln diantara lain:

- a. Kecepatan (Rpm)
- b. Temperatur pada Supporting Roll
- c. Torsi



Gambar 5. Kiln.  
(Sumber: PT Semen Indonesia).

### B. Data Awal Axial Load Sebelum Proses Adjustment

TABEL II  
Data awal Axial Load  
(Sumber: Pemeliharaan Mesin Kiln dan Coal Mill).

TYRE I											
ID	1A		1B		1C						
PO	C	OS	P	C	OS	P	C	OS	P	C	
SS.											
C	6	4	O	8	4	O	9	4	C	0	
53-54					6-8						
NAIK					NAIK						
TYRE II											
2D	2A		2B		2C						
PO	C	OS	P	C	OS	P	C	OS	P	C	
SS.											
C	4	4	O	4	5	O	8	3	C	8	
50-51					53-54						
NAIK					NAIK						
TYRE III											
3D	3A		3B		3C						
PO	C	OS	P	C	OS	P	C	OS	P	C	
SS.											
C	0	5	O	4	5	O	9	4	C	1	
48-50					28-32						
NAIK					NAIK						

Pada tabel 2 menjelaskan beban awal aksial yang dialami oleh setiap tyre pada supportingroll ketika proses kiln terjadi.

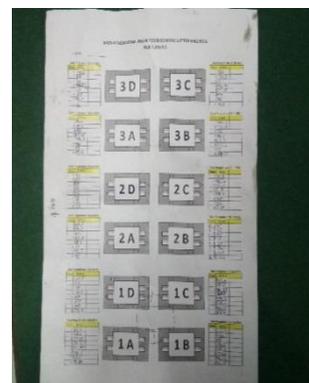
Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada tyre 1 pada 1B dan 1C beban aksial yang diterima ternyata 8 Mpa sedangkan pada tyre 2 pada 2B dan 2C diperoleh 54 Mpa. Maka dapat disimpulkan bahwa pada tyre 1 dan tyre 2 harus dilakukan *normalisasi adjustment*.

### C. Proses Normalisasi Axial Load Kiln

Sebelum dilakukan proses normalisasi terdapat beberapa identifikasi masalah yang menyebabkan dilakukannya *adjustment* pada kiln antara lain:

1. Temperatur pada *bearing supporting roll* 2B mengalami kenaikan yang melebihi standar yang dianjurkan, hal ini dikarenakan adanya cacat pada *shaft* dan *bearing*.
  2. Dilakukan pergantian pada *metal bearing* dan perbaikan *poros supporting roll*.
  3. Apabila masih terjadi panas atau kelebihan beban maka dilakukan pengukuran pada *axial load* untuk mengetahui beban kiln.
- Jika terdapat beberapa indikasi masalah diatas maka diperlukan *adjustment* pada *supporting roll* sebagai berikut:

1. Pengecekan *axial load* dan *trust roll* serta perhitungan beban kiln yang dilakukan oleh pihak II serta pengecekan temperatur pada *bearing*.
2. Jika temperatur melebihi 60°C maka diperlukan perbaikan pada *axial load* dan *trust roll*.
3. Hal pertama yang dilakukan pada pelaksanaan *adjustment* yaitu dilakukan proses pengukuran pada masing- masing *housing bearing* yang bertujuan untuk mengetahui jarak posisi center antar *bearing* terhadap sumbu kiln. Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Hasil data pengukuran pada masing- masing Housing

- Melakukan pengecekan perbedaan temperatur stopper *trust plate* dan sisi *bearing* (selisih tidak boleh lebih dari 3°C).



Gambar 7. Proses pengecekan temperatur *bearing* pada *supporting roll*.

- Pengecekan pada *axial load* dan *trust roll* untuk mengetahui beban yang diterima *supporting roll* tetap bertahan.
- Berdasarkan data pada tabel 2 perlu dilakukan normalisasi beban aksial *kiln* sehingga dapat dilakukan *adjustment* pada *supporting roll*. *Adjustment* dilakukan pada *tyre 1* dan *tyre 2*.
- Pada *supporting roll 1A* dan *1B* pada *tyre 1* dilakukan pengecekan tekanan aksial yang terjadi pada proses *kiln*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai *axial load* yang dialami untuk menentukan nilai *adjustment* yang dilakukan. Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

TABEL III

Hasil Pengukuran *Axial Load* pada *Tyre 1*  
(Sumber: Pemeliharaan *Mesin Kiln* dan *Coal Mill*)

ACTIVITY	Unit	TYRE I							
		1D		1A		1B		1C	
		POS. S.	°C						
POS. & TEMP.	°C	C	46	O	48	O	49	C	50
AXIAL LOAD	Mpa	53-54				6-8			
ADJUSTMENT	mm								
INDIKASI POSISI		NAIK				NAIK			

- Pengukuran pada *supporting roll 2A* dan *2B* pada *tyre 2* dilakukan pengecekan tekanan *axial load* yang terjadi pada proses *kiln* untuk mengetahui nilai beban aksial yang dialami untuk menentukan nilai *adjustment*.
- Berdasarkan data dari tabel 4 *adjustment* dilakukan pada *tyre 1* dan *tyre 2* karena tidak terjadi kesejajaran dalam beban aksial yang diterima.
- Tahap pertama dilakukan proses pelaksanaan *adjustment* pada *tyre 1 supporting roll 1D* sebesar 0.3 mm.

- Tahap kedua dilakukan proses pelaksanaan *adjustment* pada *tyre 2 supporting roll 2D* sebesar 0.22 mm.
- Setelah 4 jam dilakukan *adjustment tyre 1* dan *tyre 2* dilakukan pengecekan temperatur. Perubahan temperatur harus tetap stabil berkisar 50°C hingga 60°C.
- Setelah dilakukan *adjustment tyre 1* dan *2* maka diperoleh data sebagai berikut :

TABEL IV

Hasil Pengukuran *Axial Load* pada *Tyre 2*  
(Sumber: Pemeliharaan *Mesin Kiln* dan *Coal Mill*)

ACTIVITY	Unit	TYRE II							
		2D		2A		2B		2C	
		POS. S.	°C						
POS. & TEMP.	°C	C	44	O	54	O	38	C	48
AXIAL LOAD	Mpa	50-51				53-54			
ADJUSTMENT	mm								
INDIKASI POSISI		NAIK				NAIK			

TABEL V

Hasil *Adjustment* pada *Tyre 1*  
(Sumber: Pemeliharaan *Mesin Kiln* dan *Coal Mill*)

TYRE I							
1D		1A		1B		1C	
POSS.	°C	POSS.	°C	POSS.	°C	POSS.	°C
C	53	O	53	O	53	C	53
1	43	1	52	1	55	1	51
2	46	2	47	2	49	2	54
14-18				22-24			
0.3							

Adjustment 1D masuk  
Temp tertinggi CCR = 53deg

- Berdasarkan data pada tabel 6 maka *tyre 1* telah dilakukan proses *adjustment* sebesar 0.3 hal ini mempengaruhi *axial load* yang awalnya hanya 8 bar mengalami kenaikan sebesar 24 bar, sedangkan pada *tyre 2* sebelumnya sebesar 53 bar mengalami penurunan menjadi 36 bar.

#### D. Tahapan Proses *Maintenance Drag Bucket (Pan Conveyor)*

##### 1. Proses Inspeksi

Proses inspeksi merupakan bagian dari *preventive maintenance* yang sudah terencana sesuai jadwal yang dibuat yaitu satu minggu 3 kali. Fungsi dari inspeksi ini adalah melakukan pengecekan dan pemeriksaan bagian *drag bucket* untuk memprediksi terhadap kerusakan atau kegagalan yang akan terjadi agar mengetahui penyebab

dan mempermudah proses perbaikan *drag bucket* dan bertujuan untuk mengurangi kerugian yang akan dialami ioleh perusahaan apabila terjadi kerusakan berat .

## 2. Proses Perbaikan

Proses perbaikan merupakan bagian dari *preventive maintenance* yang sudah terencana sesuai jadwal yang dibuat yaitu satu minggu sekali. Perbaikan yang sering dilakukan ialah penggantian pada bagian *drag bucket* yang rusak seperti roda, *bucket* aus, baut hilang, dan melakukan pelumasan untuk mengembalikan kondisi *drag bucket* kembali pada kondisi yang optimum.

## 3. Tahapan Perbaikan *Drag Bucket*

Tahapan yang dilakukan adalah :

- a) Proses penggantian roda  
Memposisikan roda *bucket* bawah, menarik *pull cord* dan memastikan peralatan dalam kondisi *off* dan lingkungan aman.
- b) Menyiapkan *spare part*.
- c) Pemasangan baut yang hilang dengan menggunakan *impact wrench* .
- d) Peralatan siap dipergunakan dan proses *running*.



Gambar 8. Penggantian roda yang rusak

## 4. Pelumasan

- a) Menarik *pull cord* dan memastikan peralatan dalam kondisi *off* dan lingkungan aman.



Gambar 9. Penarikan *pull cord*.

- b) Menyiapkan oli, *grease*, dan sapu

dari kawat.

- c) Memasang sapu kawat diatas *chain*.
- d) Membuka katup untuk oli kemudian melumasi *chain* dan roda *bucket* yang telah bersih sekaligus *running* kembali .



Gambar 10. Pelepasan baut *shaft* roda.

## 5. Kendala yang terjadi

- a) Roda *bucket* yang tidak stabil sehingga dapat menghambat operasi mesin.
  - b) *Bucket* yang menipis akibat gesekan dengan *rubber skirt* dan panas *clinker*.
  - c) Komponen hilang seperti baut DB.
- ## 6. Mengatasi kendala yang timbul
- a) Mengganti roda *bucket* dengan roda yang baru.
  - b) Mengganti *bucket* yang menipis dengan yang baru.
  - c) Mengganti baut yang hilang dengan yang baru.
- ## 7. Alasan dan penyebab diganti :
- a) Karena ada kerusakan.
  - b) Peralatan kurang maksimal.
  - c) Sudah tidak memenuhi standart.
  - d) Dapat menyebabkan kerusakan pada *part* yang lain.
  - e) Mencegah terjadinya *breakdown maintenance*.
- ## 8. Setelah diganti :
- a) Kerusakan dapat teratasi
  - b) Peralatan bekerja lebih maksimal.
  - c) Kembali ke standar awal.
  - d) *Life time* lebih terjaga.
  - e) Menghindari *breakdown* karena perawatan kurang maksimal.

## V. SIMPULAN

Proses *kiln* dapat berjalan dengan baik setelah dilakukan proses *adjustment* dengan identifikasi dari beberapa parameter diantaranya; temperatur pada *bearing* pada saat proses kiln berlangsung tidak melebihi dari 60 °C , pada saat proses

berjalanya *kilnaxial load* pada oleh masing – masing *supporting roll* dan *trust roll* merata atau beban yang diterima sesuai standart yang ditetapkan. Proses *kerjadrag bucket* dapat berjalan dengan baik setelah dilakukan *maintenance* dengan melakukan identifikasi dari beberapa parameter diantaranya; pengangkutan material berjalan dengan sempurna karena tidak ada gangguan dari roda *drag bucket*, masa pakai atau *life time* komponen roda *drag bucket* lebih terjaga dan tidak menimbulkan kerusakan pada komponen lain.

### REFERENSI

Arsa, K., Ir. 1995. *Diktat Teknologi Semen PT Semen Indonesia (Persero) Tbk*. Tuban : PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Tuban.

Assauri, Sofyan. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Universitas Indonesia.

AUMUND, 2019. *Pan Conveyor*. [Online] Available at :[https://www.aumund.de/content/pdf/pageflip/55541080/Pan\\_Conveyors\\_engl\\_190606.pdf](https://www.aumund.de/content/pdf/pageflip/55541080/Pan_Conveyors_engl_190606.pdf) [Accessed 14 April 2020].

Muhammad Mashuri, D.F.A, A.S.Y., 2017. Penentuan Kebijakan Waktu Optimum Perbaikan Komponen Mesin Finish Mill di PT. Semen Indonesia, Tbk Plant Tuban. *Sains*, Vol. 6 No. 2 (JURNAL SAINS DAN SENI ITS), pp.180-185.

M. Sayuti, M., M.S.R., 2013. Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Pada PT. Z. Manajemen Perawatan, Vol. 2 No. 1 (MALIKUSSALEH INDUSTRIAL ENGINEERING JOURNAL), pp. 9-13.

Pramudiana Yudi, R. R. S., 2013. Pemetaan Struktur, Perilaku, dan Kinerja Pada Industri Semen Indonesia. *Manajemen*, Vol. 12 No. 4 April (JURNAL MANAJEMEN INDONESIA), pp. 249-264.

Prawirosentono, Suyadi. 2009. *Manajemen Operasi : Analisis dan Studi Kasus*. Edisi Keempat. Jakarta : PT. BUMI AKSARA.

Seksi Pemeliharaan Mesin Kiln dan Coal Mill 1-2. 2018. *Data History Adjustment dan Axial Load 441KLI*. Tuban : PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.

Supandi. 1990. *Manajemen Perawatan Industri*. Bandung : GANESA EXACT.