

# PENGARUH PENGGUNAAN BATUBARA ADARO, KIDECO DAN KITADIN PADA OPERASI COAL MILL DAN KILN

Oleh :

Happy Mulyani

Dosen Tetap pada Akademi Teknik Wiyata Magelang

## ABSTRACT

*Energy efficiency is very important in fuel usage. Fuel that commonly used in cement industry is coal. Coal before used in kiln must be crushed in coal mill. So, coal efficiency can be analyzed from that influence in coal mill and kiln operation. These data put from laboratory, Central Control Room (CCR) and observatory. As first alternative chosen Adaro because it has highest calorific value so produce highest coal mill efficiency (88,75 %), highest klinker quality and relatively not make problem in operation. If Kideco used, so must be arranged coal mill parameter operation parameter. Kitadin can not be used because it not suitable with standart parameter operation.*

## PENDAHULUAN

Industri semen beroperasi pada suhu tinggi sehingga banyak menggunakan energi panas dalam proses produksinya. Energi panas tersebut terutama diperoleh dari pembakaran batubara. Akibatnya kinerja batubara akan sangat mempengaruhi kelancaran proses produksi. Hal inilah yang menyebabkan PT Semen Cibinong Tbk Pabrik Cilacap CC-2 melakukan percobaan penggunaan batubara alternatif. Ini dilakukan sebagai usaha untuk memilih batubara alternatif utama yang akan digunakan pada proses produksi selanjutnya dan untuk menghindari ketergantungan pada satu *supplier* batubara.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Batubara

Batubara dapat digunakan sebagai bahan bakar perlu dijadikan bubuk mengingat sifat batubara yang sulit dibakar. Dengan dijadikan bubuk, permukaan yang teroksidasi semakin besar sehingga lebih mudah terbakar. Karenanya sebelum diumpankan ke kiln, batubara perlu diubah dulu menjadi *fine coal* dalam *coal mill*.

Analisa pendahuluan harus dilakukan sebelum memutuskan apakah suatu jenis batubara memenuhi kriteria sebagai bahan bakar. Analisa tersebut terdiri dari antara lain :

- Kadar abu

Abu pada hasil pembakaran batubara terdiri dari senyawa  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{NaO}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$ . Abu ini akan bercampur dengan klinker sehingga mempengaruhi mutu semen. Selain itu dengan adanya kadar abu yang berlebih pada batubara dapat menyebabkan lingkungan kotor

- Kadar sulfur

Kandungan sulfur yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Sulfur bila keluar ke udara bebas bisa menyebabkan hujan asam dan emisi SO<sub>2</sub>. Sulfur yang berlebihan juga dapat menyebabkan pembentukan kerak (*coating*) pada kiln. Jika *coating* terlalu tebal, maka akan mengganggu proses pembakaran di kiln dengan berkurangnya luas permukaan efektif kiln.

- Nilai kalor  
Semakin tinggi nilai kalor batubara maka jumlah batubara yang dibutuhkan dalam pembakaran di kiln semakin sedikit
- *Hardgrove Grindability Index* (HGI)  
Semakin tinggi nilai HGI batubara maka makin banyak *fine coal* yang terbentuk. Fenomena tersebut sesuai dengan rumus di bawah ini :

$$\text{HGI} = 13 + 6,93 W_{\text{sampel yang lolos ayakan}}$$

**Tabel 1. Spesifikasi Batubara**

Parameter	Komposisi
Ukuran di atas 50 mm	Max 5 %
Nilai kalor (kalori/kg)	Sekitar 5800
Kadar Abu (%w)	Max 1,6
Kadar sulfur (%w)	Max 1,6
Kadar air (%w)	Max 18

(Sumber : Departemen kontrol Proses PT Semen Cibinong)

#### **Parameter Operasi Coal Mill**

Parameter-parameter yang perlu diperhatikan untuk menjamin kualitas *fine coal* antara lain:

- a. *Load mill*  
*Load mill* merupakan daya yang dibutuhkan proses penghancuran batubara menjadi bubuk (*crushing*) pada *coal mill*. Besarnya *load mill* sebanding dengan luas butiran *fine coal* yang terbentuk
- b. *Vibrasi mill*  
*Vibrasi* yang dihasilkan *coal mill* dapat mempengaruhi *fine coal* yang terbentuk. *Vibrasi* ini diperlukan terutama untuk menghindari kehilangan (*blinding*) pada mesin. Namun bila *vibrasi mill* yang dihasilkan terlalu besar dapat menyebabkan *coal mill* cepat aus
- c. Kecepatan *classifier*  
Kecepatan alat penyaring (*classifier*) menentukan ukuran akhir *fine coal*. Jika kecepatan *classifier* terlalu lambat, maka partikel yang kasar akan ikut masuk ke penangkap partikel *fine coal* (*dust collector*) sebagai produk.
- d. *Load ID fan*

Semakin tinggi tarikan penghisap (*Load ID Fan*) maka kemungkinan *reject* batubara semakin kecil. Namun *Load ID Fan* yang tinggi selain merupakan pemborosan juga dapat mengurangi usia pakai (*lifetime*) fan itu sendiri.

- e. Perbedaan tekanan mill (*differential pressure mill*)

*Differential pressure mill (DP Mill)* yang tinggi dan fluktuatif menyebabkan *reject* batubara menjadi banyak

- f. Pressure crushing

Semakin tinggi pressure crushing maka buturan fine coal yang dihasilkan akan makin halus.

**Tabel 2. Parameter Standar Coal Mill**

Parameter	Komposisi
<i>Load mill</i>	280 – 580 KW
<i>Vibrasi mill</i>	4-8 mm/s
Kecepatan <i>classifier</i>	60-65 %
<i>Load ID fan</i>	515 – 580 KW
<i>DP mill</i>	100-200 mm H <sub>2</sub> O
<i>Pressure crushing</i>	70-80 kg/cm <sup>2</sup>

(Sumber : *Coal Mill Operation Short Interval Control Sheet CCR*)

**Tabel 3. Spesifikasi Fine Coal**

Parameter	Komposisi
Residu 88 mikron	10-18 %
H <sub>2</sub> O	10-12 %

(Sumber : Departemen Kontrol Proses PT Semen Cibinong)

### Parameter Operasi *Kiln*

Kualitaas semen yang diproduksi tergantung pada kualitas *klinker*. Jika diinginkan *klinker* yang berkualitas baik maka kondisi pembakaran di *kiln* harus diperhatikan. Kondisi pembakaran di *kiln* ditunjukkan oleh parameter-parameter operasi yang selalu berubah. Parameter-parameter ini harus selalu dikontrol perubahannya sehingga proses pembakaran dapat berjalan dengan baik. Parameter operasi yang paling penting untuk diamati yaitu *Burning Zone Temperature (BZT)*. BZT harus selalu dijaga agar selalu dalam range 1000-1300 °C. Jika kurang dari 1000 °C maka *kiln feed* akan sulit terbakar. Sedang jika melebihi 1300 °C maka akan terbentuk *coating* yang berlebihan sehingga dapat mengurangi luas permukaan efektif *kiln*.

## Kualitas Klinker

*Klinker* merupakan campuran hasil-hasil reaksi yang terjadi dalam rotary kiln. Kualitas klinker terutama dipantau dari kandungan kapur bebas ( $F_{CaO}$ ) dan kadar  $C_3S$  (Tri Kalsium Silikat). *Klinker* mudah digiling jika komposisi  $C_3S$  dalam *klinker* tinggi. Selain itu komposisi  $C_3S$  dalam *klinker* juga dapat digunakan untuk memperkirakan kuat tekan akhir semen (kekuatan semen setelah 28 hari).

Model regresi linier untuk memperkirakan kuat tekan akhir semen :

$$\delta_{28} = 52 - 10K_s + 0,15 C_3S$$

Di mana  $\delta_{28}$  = kuat tekan akhir semen

$K_s$  = kandungan alkali terlarut

$F_{CaO}$  atau kadar CaO yang tidak beraksi selama proses pembentukan *klinker* (*klinkerisasi*) dan tertinggal dalam semen pada keadaan bebas. Batas yang diperkenankan yakni antara 0,5 – 1,5. Jika  $F_{CaO}$  terlalu tinggi maka dapat menyebabkan beton berkekuatan rendah dan jika bereaksi dengan air membentuk  $Ca(OH)_2$  yang volumenya melebihi CaO sehingga dapat menimbulkan keretakan.

**Tabel 4. Spesifikasi Klinker**

Parameter	Spesifikasi	Sasaran
Ukuran lebih dari 1,18 mm	Max 15%	10%
$F_{CaO}$	Max 2,5%	0,8%
MgO	Max 5%	-
$C_3S$	Min 50%	-
$C_3A$	Max 10%	-
Volume weight	1-1,25 kg/L	1,2 kg/L

(Sumber : Departemen Kontrol Proses PT Semen Cibinong)

## METODOLOGI PENELITIAN

### Metode Perolehan Data

Pengumpulan data yang diperlukan dalam penentuan pengaruh jenis batubara terhadap operasi *coal mill* dan *kiln* meliputi :

1. Data analisa dari Laboratorium Departemen Kontrol Proses PT Semen Cibinong
2. Data teknis yang diambil dari CCR untuk mendapatkan data kondisi operasi *coal mill* dan *kiln*
3. pengamatan kondisi lapangan

### Metode Pengolahan Data

Data-data yang diperoleh untuk lebih memudahkan pengamatan kemudian disusun dalam bentuk tabel yang selanjutnya disusun dalam bentuk tabel yang selanjutnya diubah menjadi grafik untuk melihat kecenderungan masing-masing parameter.

### Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan analisa pendahuluan ketiga jenis batubara (Adaro, Kideco dan Kitadin) yang dilanjutkan dengan membandingkan pengaruhnya pada operasi coal mill dan kiln. Hasil akhir yang didapat yaitu penentuan batubara alternatif utama dan parameter operasi coal mill untuk ketiga jenis batubara.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Pendahuluan

**Tabel 5. Sifat Batubara Alternatif**

Jenis	Kadar Air	Standar	HGI	Standar	Sulfur	Standar	Abu	Standar
Adaro	16%	Max	53	-	0,1%	Max	3,37%	Kurang
Kideco	14,5%	18%	49		0,15%	1,6%	3,28%	dari 4%
Kitadin	14,5%		45		0,5%		6,24%	

(Sumber : Departemen Kontrol Proses PT Semen Cibinong)

Pengaruh sifat-sifat tersebut dapat mengindikasikan hal-hal sebagai berikut :

- HGI

Semakin tinggi nilai HGI, maka batubara semakin mudah digiling. Berdasar Tabel 5 maka urutan batubara dari yang mudah digiling sampai yang tersukar adalah Adaro, Kideco dan Kitadin.

- Kadar sulfur

Ketiga jenis batubara yang digunakan semuanya mempunyai kadar sulfur jauh di bawah batas maksimal sehingga aman dari permasalahan timbulnya coating

- Kadar abu

Bila ditinjau dari segi ini maka Kitadin tidak dapat dipilih sebagai batubara alternatif karena kadarnya melebihi 4%

Dari analisa pendahuluan maka batubara yang dapat dipilih sebagai batubara alternatif adalah Adaro dan Kideco.

### Pengaruh Batubara Pada Operasi *Coal Mill*

- Pengaruh pada transportasi *raw coal* (bahan baku *fine coal*)

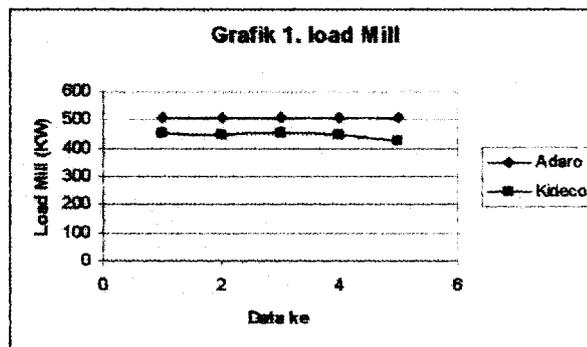
Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa batubara Kideco lebih banyak mengandung debu, kering dan berpasir bila dibandingkan dengan Adaro. Kondisi ini

memberi pengaruh negatif terhadap sistem transportasi *raw coal*. Banyaknya debu dan pasir kering dalam batubara Kideco membuat tumpukan batubara lebih mudah longsor. Kondisi tersebut memaksa *reclaimer* (alat penggaruk *raw coal*) selalu beroperasi pada kecepatan rendah. Operasi *reclaimer* pada kecepatan rendah ini cukup riskan bagi pemenuhan kebutuhan *raw coal* untuk *feed coal mill*.

Sifat kering, berdebu dan berpasir juga mengurangi kemampuan angkut *raw coal* (*belt conveyor*). Material di atas *belt* tidak lagi bisa semaksimal Adaro karena formasinya di atas *belt* yang cenderung datar dan bila ditambahi lagi akan tumpah. Masalah ini cukup riskan bagi pemenuhan kebutuhan *raw coal* untuk *feed coal mill*.

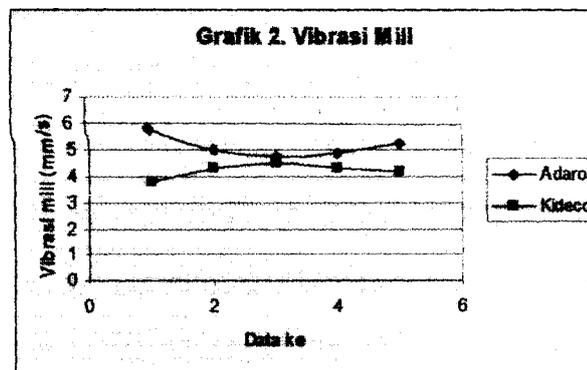
Banyaknya debu kering juga menyebabkan keluarnya material pada ujung-ujung pertemuan *belt conveyor* sehingga akibatnya lingkungan menjadi kotor.

- Pengaruh pada *load mill*



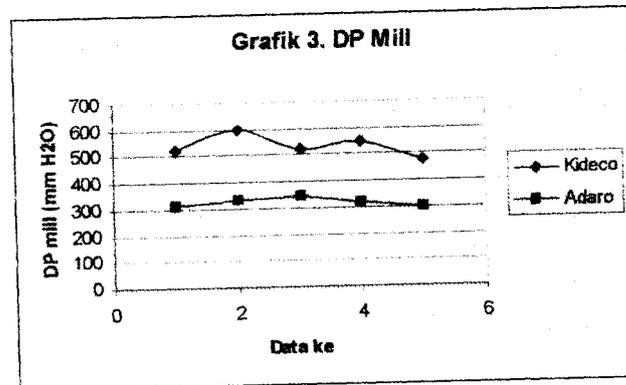
Dari Grafik 1 dapat dilihat bahwa *load mill* pada operasi Adaro dan Kideco masih dalam batas normal yang diizinkan (280-580 KW).

- Pengaruh pada *vibrasi mill*



Grafik 2 menunjukkan bahwa standar vibrasi mill (4-8 mm/s) dicapai pada operasi Adaro. Pada awal operasi, Kideco menghasilkan vibrasi mill kurang dari 4 mm/s namun untuk selanjutnya standar vibrasi mill selalu tercapai.

- Pengaruh pada DP Mill



Dari Grafik 3 dapat dilihat bahwa DP mill pada Kideco lebih tinggi dan fluktuatif dibanding pada Adaro. Akibatnya material *reject* pada Kideco menjadi lebih banyak.

Tabel 6. *Reject Coal Mill*

No	Kategori Operasi	Jumlah <i>reject</i> rata-rata per hari
<b>Operasi Adaro</b>		
1	Normal	Tidak ada reject
2	Start up	1 gerobak
3	Stop normal	2 gerobak
<b>Operasi Kideco</b>		
1	Normal	8-16 gerobak
2	Start up/stop	40-60 gerobak

Semakin banyak reject coal mill maka feed coal mill yang berubah menjadi fine coal juga semakin sedikit.

- Pengaruh pada prosentase terbentuknya fine coal

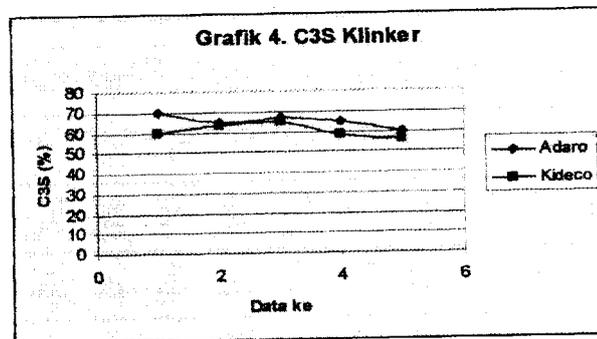
Tabel 7. Presentase Terbentuknya Fine Coal

Jenis batubara	Fine coal (ton per jam)	Feed coal mill (ton per jam)	% terbentuknya <i>fine coal</i> ( <i>fine coal / feed coal mill</i> )
Adaro	42,45	47,83	88,75
Kideco	43,03	54,99	78,25

- Pengaruh Perubahan Jenis Batubara Terhadap Kualitas *Fine Coal* dan *Klinker*

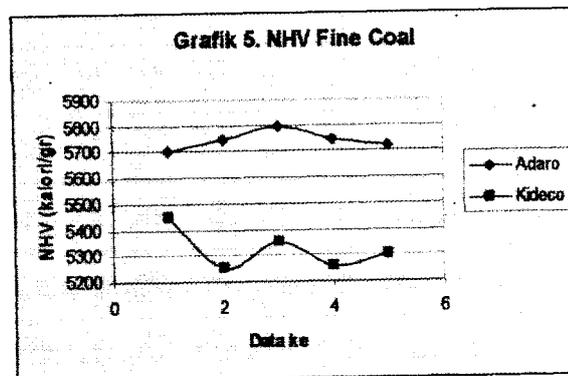
Kualitas *fine coal* dan pengaruhnya terhadap kualitas *klinker* dapat dijelaskan melalui parameter-parameter sebagai berikut :

1. C<sub>3</sub>S Klinker



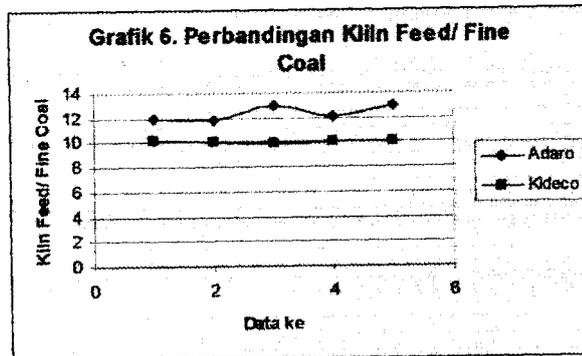
Grafik 4 menunjukkan bahwa % C<sub>3</sub>S tertinggi dicapai pada operasi Adaro. Hal ini menunjukkan bahwa klinker yang dihasilkan operasi Adaro lebih mudah digiling dan kuat tekan akhir semen yang dihasilkan lebih tinggi.

2. Net Heating Value (NHV) Fine Coal



Grafik 5 menunjukkan bahwa NHV *fine coal* Adaro lebih tinggi. Hal ini menyebabkan kebutuhan *fine coal* yang diperlukan operasi Adaro menjadi lebih sedikit untuk mencukupi kebutuhan pembakaran di *kiln*. Fenomena ini terlihat di Grafik 6.

## Pengaruh Penggunaan Batubara Pada Operasi *Kiln*



**Tabel 8. Pengaruh Perubahan Jenis Batubara Pada Operasi *Kiln***

Jenis Batubara	BZT (°C)
Adaro	1064.29
Kideco	1173.88

Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai BZT tetap bisa dijaga pada range temperatur 1000–1300 °C

### Pemilihan Batubara Alternatif

Batubara alternatif yang dipilih terutama harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Reject yang dihasilkan *coal mill* minimal
- Kualitas fine coal sesuai standar

Penggunaan Adaro memberikan hasil kualitas klinker dan fine coal paling tinggi serta reject yang dihasilkan minimal. Selain itu dengan menggunakan Adaro juga terbukti lebih efisien. Hal tersebut disebabkan antara lain :

- pressure crushing yang dibutuhkan untuk menghancurkan raw coal paling rendah
- untuk membakar sejumlah kiln feed yang sama, fine coal yang dibutuhkan paling sedikit
- ID fan load yang dibutuhkan paling rendah

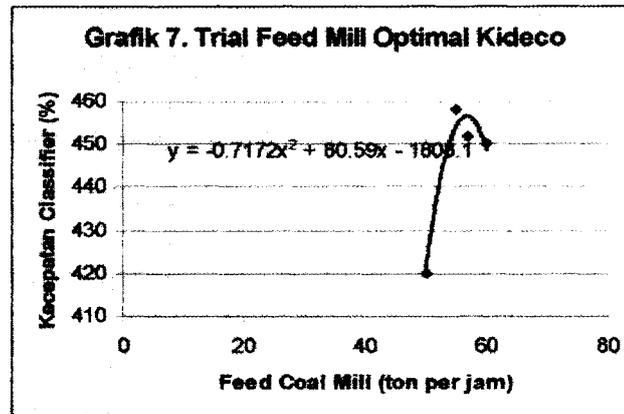
Pertimbangan-pertimbangan tersebut menyebabkan batubara jenis Adaro dipilih sebagai batubara alternatif utama.

Pemakaian kideco menyebabkan beberapa problem dalam operasi khususnya di coal mill. Masalah yang timbul antara lain :

- material di coal yard mudah longsor
- kapasitas raw coal di belt conveyor turun
- banyak debu keluar dari ujung pertemuan belt conveyor
- reclaimers selalu beroperasi pada kecepatan rendah
- vibrasi mill di awal operasi di bawah standar

- DP mill tinggi dan fluktuatif
- Material reject coal mill banyak
- Ukuran butiran fine coal kasar

Jika kideco terpaksa harus digunakan maka ada rekomendasi yang harus dilaksanakan untuk meminimalisir masalah yang timbul. Rekomendasi tersebut adalah dengan mencari feed coal mill yang memberikan reject minimal dan kualitas fine coal yang lebih baik. Tahapan-tahapan trial sebagai berikut :

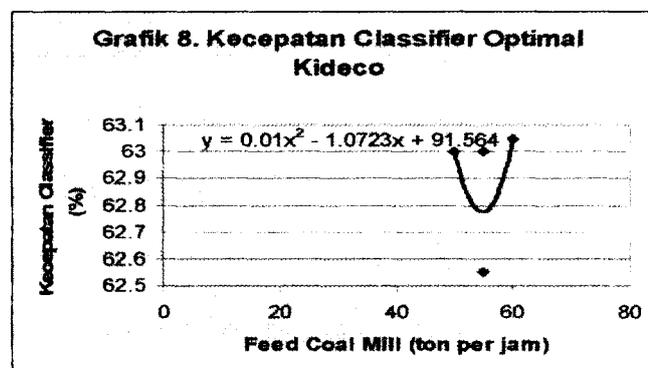


Dari Grafik 7 dapat diketahui bahwa operasi optimal yaitu pada feed coal mill 56.18 ton per jam dengan load mill yang dihasilkan sebesar 455.8 KW.

#### Parameter Operasi Coal Mill

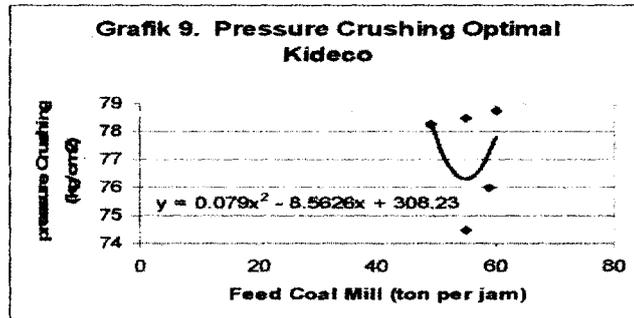
Untuk memperoleh fine coal sesuai standar maka perlu dibuat patokan standar parameter coal mill. Parameter yang dibuat patokan adalah parameter yang mengalami perubahan dengan pergantian jenis batubara. Parameter tersebut antara lain :

- Feed coal mill  
Feed coal mill untuk operasi kideco yaitu sebesar 56.18 ton per jam.
- Kecepatan classifier



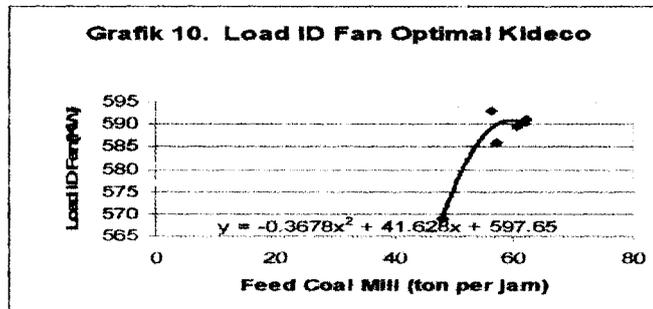
Parameter kecepatan classifier pada operasi kideco dapat dihitung dari persamaan Grafik 8 yaitu sebesar 62,88%.

- Pressure crushing



Parameter pressure crushing pada operasi kideco dapat dihitung dari persamaan Grafik 9. Hasilnya diperoleh parameter pressure crushing operasi kideco yaitu sebesar 76.52 kg/cm<sup>2</sup>.

Load ID Fan



Load ID fan optimal pada operasi Kideco yaitu sebesar 591,29 KW.

Secara ringkas parameter patokan operasi Kideco dapat disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

**Tabel 9. Parameter Operasi coal Mill Dengan Batubara Kideco**

Parameter	Patokan
Feed coal mill	56.18
Kecepatan classifier	62.88
Pressure crushing	76.52
Load ID Fan	591.29

## **KESIMPULAN**

1. Batubara yang dipilih sebagai alternatif utama yaitu Adaro
2. Batubara Kideco dapat digunakan sebagai bahan bakar dengan penyusunan parameter operasi coal mill

## **Saran**

Untuk meminimalisir masalah yang muncul selama operasi perlu melakukan studi kasus di fine coal transport

## **DAFTAR PUSTAKA**

Brown, G.G, 1973, Unit Operation, 5<sup>th</sup> edition, Modern Asia Edition, Tokyo

Fuller, 1995, Equipment Data Sheet, PT Semen Nusantara Cilacap

Grisworld John, 1946, Fuel, Combustion and Furnace, Mc Graw Hill Book Co. London

Lea, F.M, 1972, THE Chemistry of Cement and Concentrat, Chemical Publishing Co Inc, New York