

## PENGARUH KILN FEEDING TERHADAP KINERJA ALAT ROTARY KILN PABRIK II PT. SEMEN BATURAJA Tbk DITINJAU DARI SPESIFIC FUEL CONSUMPTION

**Alfi Yory Marambang<sup>\*1</sup>, Safaruddin<sup>2</sup>, Mukti Mabur Muzzaki<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

<sup>2</sup> SMBR Learning Development PT. Semen Baturaja Tbk, Indonesia

<sup>3</sup> SMBR Clinker Production PT. Semen Baturaja Tbk, Indonesia

Corresponding Author: [safaruddintohir@gmail.com](mailto:safaruddintohir@gmail.com)

<p><b>Info Article</b></p> <p>Received : 02 Juni 2022</p> <p>Revised : 11 Juli 2023</p> <p>Accepted : 02 Agustus 2023</p> <p>Publication : 30 Agustus 2023</p> <p><b>Keywords:</b> Kiln Feeding, Spesific Fuel Consumption, Rotary Kiln</p> <p><b>Kata Kunci:</b> Kiln Feeding, Spesific Fuel Consumption, Rotary Kiln</p> <p><i>Licensed Under a Creative Commons Attribution 4.0 International License</i></p> 	<p><b>Abstract :</b> <i>As is known, cement is one of the most important materials needed in infrastructure development. The main equipment for the cement production process is the rotary kiln which is used as a process of burning, mixing and decomposition of the kiln feed which is a mixture of around limestone (70% - 90%), clay (about 10% -30%) , and the rest (0 – 10%) is correction material in the form of iron sand, and silica sand becomes clinker. Specific Fuel Consumption (SFC) is an indicator to determine the performance of the rotary kiln tool, and as an industrial benchmark to save production costs. This calculation is made based on actual data taken from the Central Control Room (CCR) and Quality Control (QC) Laboratory of From the calculation of the mass balance, energy balance, and SFC value, the results for the lowest SFC value were obtained on July 26, 2023, which was 628.77 kcal/kg while the highest SFC value was obtained on July 29, 2023, which was 724.01 kcal/kg. Concluded the SFC is inversely proportional to the number of kiln feeding. The greater the number of kiln feeding, the smaller the SFC value.</i></p> <p><b>Abstrak:</b> PT. Semen merupakan salah satu bahan kebutuhan yang sangat penting dalam pembangunan infrastruktur. Peralatan utama proses produksi semen adalah <i>rotary kiln</i> yang digunakan sebagai proses pembakaran, pencampuran &amp; penguraian terhadap <i>kiln feed</i> yang berupa campuran batu kapur sekitar (70%-90%), tanah liat (sekitar 10%-30%) &amp; sisanya (0-10%) bahan koreksi berupa pasir besi, dan pasir silika menjadi klinker. <i>Spesific Fuel Consumption</i> (SFC) merupakan salah satu indikator untuk mengetahui kinerja alat <i>rotary kiln</i>, dan sebagai tolak ukur industri untuk dapat menghemat biaya produksi. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan data aktual yang telah diambil dari <i>Central Control Room</i> (CCR) dan Laboratorium <i>Quality Control</i> (QC)/ Dari perhitungan neraca massa, neraca energi, dan nilai SFC didapatkan hasil untuk nilai SFC terendah yaitu pada tanggal 26 Juli 2023 yaitu sebesar 628,77 kcal/kg sedangkan untuk nilai SFC tertinggi didapatkan pada tanggal 29 Juli 2023 sebesar 724,01 kcal/kg. Kesimpulan bahwa SFC berbanding terbalik terhadap jumlah kiln feeding. Semakin besar jumlah kiln feeding maka semakin kecil juga nilai SFC.</p>
--	---

## PENDAHULUAN

Seperti yang diketahui, semen merupakan salah satu bahan kebutuhan yang sangat penting dalam pembangunan infrastruktur. Dimana untuk menggambarkan kemajuan dan kesejahteraan suatu negara dapat dinilai dari pembangunan infrastruktur tersebut. Kebutuhan semen yang semakin hari meningkat, mendorong perkembangan industri semen sehingga semakin banyak didirikan pabrik-pabrik semen baru guna mencapai kebutuhan semen dalam negeri.

PT Semen Baturaja Tbk merupakan salah satu industri semen terbesar di Pulau Sumatera. Proses pendirian PT Semen Baturaja Tbk diawali pada tahun 1973 Direktorat Geologi, Direktur Jenderal Pertambangan Umum, dan Departemen Penambangan Republik Indonesia melakukan penelitian terhadap kandungan bahan galian batu kapur dan tanah liat di Dusun Sukajadi, Kecamatan Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Provinsi Sumatera Selatan. Pabrik beroperasi secara komersial pada tanggal 1 Juni 1981 sampai sekarang dengan jumlah produksi yang semakin meningkat.

Peralatan utama proses produksi semen pada PT Semen Baturaja Tbk adalah *rotary kiln* yang digunakan untuk menaikkan temperatur material sampai temperatur tinggi yang dimana disebut sebagai proses kalsinasi. *Rotary kiln* berbentuk silinder yang terbuat dari baja dan dipasang horizontal dengan kemiringan  $\pm 3,5^\circ$ , berdiameter 4,8 m dengan panjang 72 m dan kecepatan putar  $\pm 0,438-4,38$  rpm. Kecepatan putar ini menyebabkan umpan secara bertahap bergerak dimana umpan akan keluar pada kondisi yang lebih panas dibandingkan umpan masuk. Di dalam *rotary kiln* terjadi proses pembakaran dan pembentukan klinker yang merupakan inti dari keseluruhan proses produksi semen. Klinkerisasi merupakan proses-proses pembentukan komponen utama yang terdapat dalam semen baik dalam fasa padat maupun dalam fasa cair. Komponen-komponen tersebut antara lain seperti  $C_4AF$ ,  $C_3A$ ,  $C_2S$ , dan  $C_3S$ .

Pada proses produksi semen, selain pada penggunaan alat juga tidak luput dari penggunaan energi. Bahan bakar utama yang digunakan pada produksi semen adalah batubara, yang mempunyai peranan sangat penting maka dari itu penggunaannya haruslah sesuai dengan kebutuhan. Dalam memenuhi kebutuhan tersebut, batubara harus mempunyai nilai kalor yang memadai sebagai nilai yang paling utama dalam kaitannya sebagai bahan bakar. *Specific fuel consumption* (SFC) didefinisikan sebagai jumlah energi yang digunakan. Beberapa parameter yang dapat mempengaruhi SFC yaitu jenis dan pembakaran pada batubara, dan jumlah bahan baku yang digunakan. Beberapa bahan baku yang sebagian mengandung mineral basah, mineral ini kemudian

dikeringkan di dalam sistem kiln dan dapat meningkatkan SFC per ton klinker. Karena penggunaan energi yang besar, evaluasi terhadap kinerja alat *rotary kiln* perlu dilakukan untuk mengetahui performa dari alat tersebut, sebagai langkah evaluasi yaitu dengan melakukan perhitungan neraca massa dan neraca energi. Penelitian ini mengkaji pengaruh *kiln feeding* terhadap kinerja alat *rotary kiln* pada pabrik II PT Semen Baturaja Tbk ditinjau dari *Specific Fuel Consumption* (SFC).

## METHOD

Metode yang digunakan penulis berupa studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data dan analisa. Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan untuk mendapatkan informasi terkait mekanisme kerja dalam produksi semen dan data-data yang diperlukan untuk perhitungan. Studi literatur diperlukan agar mendapatkan informasi terkait mekanisme kerja produksi terak dan semen. Selain itu juga studi literatur diperlukan agar mendapatkan informasi terkait analisa yang akan dilakukan secara teori dan lapangan. Sebagai informasi tambahan studi literatur ini juga dapat dipelajari dari jurnal-jurnal dan referensi lainnya yang dapat menunjang proses penelitian. Selanjutnya adalah pengumpulan data yang menunjang proses perhitungan. Mengambil data aktual dari CCR (*Central Control Room*) mengenai kapasitas klinker, jumlah pemakaian *fine coal*, jumlah *raw meal* pada *preheater*, suhu operasi serta jumlah pemakaian batu kapur, tanah liat, pasir silika dan pasir besi. Pengambilan data dari laboratorium proses mengenai komposisi *kiln feed*, komposisi klinker, serta komposisi *coal*. Untuk menghitung SFC pada *rotary kiln* memerlukan referensi sebagai tahap awal untuk melakukan perhitungan dan referensi yang digunakan diantaranya Hougen. Chem. Principles Process (1954), Cement Manufacture's Hand Book by Perray, kemudian dilanjutkan dengan beberapa tahap penyelesaian. Adapun tahap-tahap yang harus dilakukan perhitungan neraca massa, perhitungan neraca energi perhitungan SFC.

Perhitungan neraca massa adalah sebagai berikut :

$$\sum m_{in} = \sum m_{out} \dots\dots\dots(1)$$

Perhitungan neraca energi

$$Q = n \times C_{pm} \times \Delta T \dots\dots\dots(2)$$

Perhitungan *Specific Fuel Consumption* (SFC)

$$\text{Specific Fuel Consumption (SFC)} = \frac{\text{Panas pembakaran bahan bakar}}{\text{Massa Produk (klinker)}} \dots\dots\dots(3)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Hasil yang didapatkan dari penelitian yang telah dilaksanakan ini diperoleh dari data *daily report kiln* PT Semen Baturaja Tbk. Data yang digunakan pada perhitungan yaitu diambil pada tanggal 25 Juli 2023-29 Juli 2023 setiap pukul 10.00 WIB. Dengan melakukan perhitungan neraca massa dan neraca energi didapatkan nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC). Adapun diambil contoh perhitungan neraca massa dan neraca energi pada tanggal 29 Juli 2023 adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.1. Neraca Massa Tanggal 29 Juli 2023**

Komponen	Input (Kg)	Output (Kg)
Umpan <i>Kiln</i>	171,546.82	-
Batubara <i>Kiln</i>	11,254.00	-
Udara Primer	11,491.42	-
Udara Sekunder	89,638.11	-
Debu	-	2,413.20
Klinker <i>Out</i>	-	167,589.90
Gas Buang <i>kiln</i>	-	113,927.25
Total	283,930.35	283,930.35

Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk.

**Tabel 3.2. Neraca Energi Tanggal 29 Juli 2023**

Komponen	Input (Kcal)	Output (Kcal)
Panas Sensibel Umpan <i>Kiln</i>	37,728,036.77	-
Panas Sensibel Batubara <i>Kiln</i>	44,306.14	-
Panas Pembakaran Batubara <i>Kiln</i>	121,337,274.67	-
Panas Sensibel Udara Masuk	18,684,175.71	-
Panas Penguapan H <sub>2</sub> O		
Panas Sensibel Klinker	-	3,382,110.79
Panas Pembentukan Klinker	-	57,490,458.99
Panas Sensibel Gas Buang <i>Kiln</i>	-	68,018,268.94
Panas Sensibel Debu		211.058,32
Panas Hilang Radiasi	-	4.497.659,47
Panas Hilang Konveksi	-	1.875.397,13
Heat Loss lainnya	-	31,231,843.46
Total	177,793,793.29	177,793,793.29

Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk.

Hasil perhitungan neraca massa pada *rotary kiln* tanggal 29 Juli 2023 disajikan pada table 1 didapatkan total input massa ke dalam *kiln* sama dengan *output* massa dari

*kiln* yaitu sebesar 283,930.35 kg. Sedangkan untuk table 2 disajikan hasil perhitungan neraca energi tanggal 29 Juli 2023 yang mana total *input* panas ke dalam *kiln* sama dengan *output* panas dari *kiln* yaitu sebesar 177,793,793.29 kkal. Dengan cara yang sama maka rekap neraca massa dan neraca energi pada tanggal 25 Juli 2023 dan 29 Juli 2023 adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.3. Hasil Neraca Massa Tanggal 25 Juli 2023-29 Juli 2023**

Tanggal	Input (Kg/h)	Output (Kg/h)
25 Juli 2023	300,761.07	300,761.07
26 Juli 2023	316,068.82	316,068.82
27 Juli 2023	312,458.14	312,458.14
28 Juli 2023	308,638.99	308,638.99
29 Juli 2023	283,930.35	283,930.35

Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk.

**Tabel 3.4. Hasil Neraca Panas Tanggal 25 Juli 2023-29 Juli 2023**

Tanggal	Input (Kcal)	Output (Kcal)
25 Juli 2023	190,695,545.90	190,695,545.90
26 Juli 2023	198,411,833.25	198,411,833.25
27 Juli 2023	198,107,131.53	198,107,131.53
28 Juli 2023	196,973,970.28	196,973,970.28
29 Juli 2023	177,793,793.29	177,793,793.29

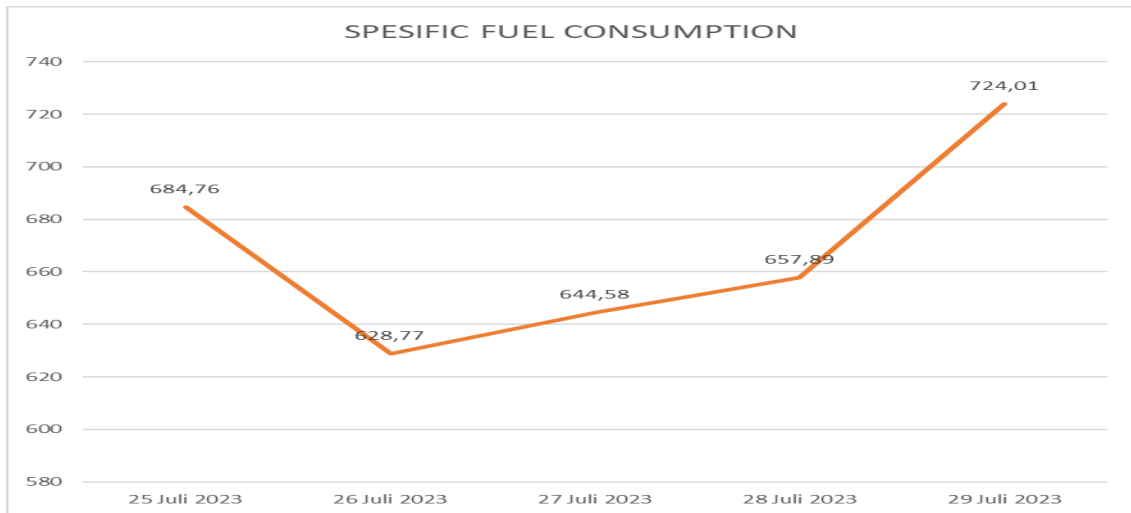
Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk.

**Tabel 3.5. Hasil Perhitungan SFC Tanggal 25 Juli 2023-29 Juli 2023**

Tanggal	Spesific Fuel Consumption (Kcal/kg)
25 Juli 2023	684,76
26 Juli 2023	628,77
27 Juli 2023	644,58
28 Juli 2023	657,89
29 Juli 2023	724,01

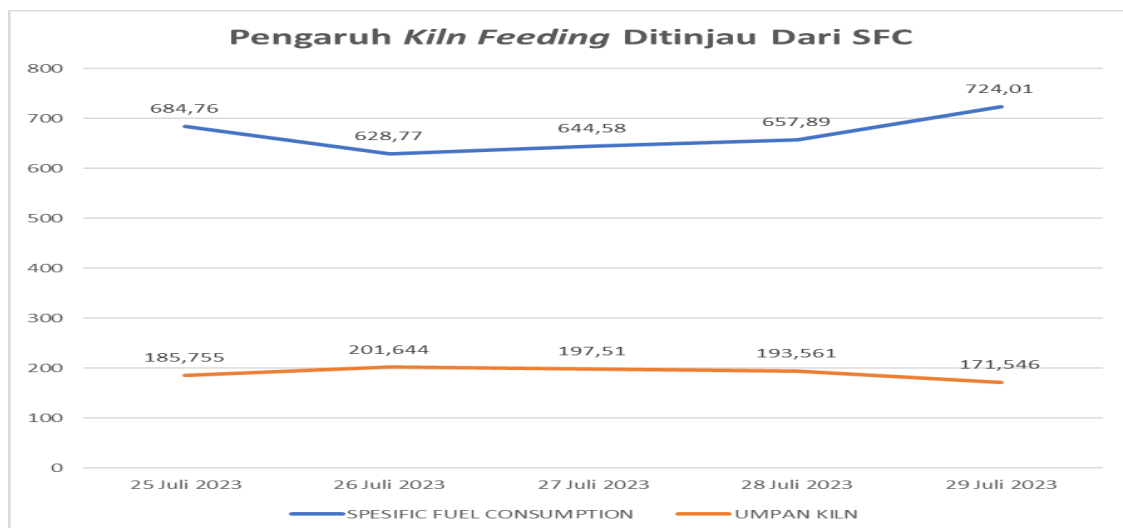
Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk.

Dari data *Spesific Fuel Consumption* pada tabel di atas maka dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Grafik 3.1 *Spesific Fuel Consumption*

Berikut ini merupakan grafik pengaruh kiln feeding ditinjau dari *spesific fuel consumption*



Grafik 3.2 *Pengaruh Kiln Feeding Ditinjau dari SFC*

Perhitungan neraca massa dilakukan berdasarkan hukum kekekalan massa yaitu massa yang masuk sistem sama dengan massa yang keluar sistem. Neraca panas adalah persamaan matematis yang menyatakan hubungan antara panas masuk dengan panas keluar suatu sistem yang berdasarkan pada satuan waktu operasi.

**CONCLUSION**

Dari perhitungan neraca massa, neraca energi, dan nilai SFC didapatkan hasil untuk nilai SFC terendah yaitu pada tanggal 26 Juli 2023 yaitu sebesar 628,77 kcal/kg sedangkan untuk nilai SFC tertinggi didapatkan pada tanggal 29 Juli 2023 sebesar

724,01 kcal/kg. Tinggi atau rendah nya nilai SFC dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti jumlah *kiln feeding*, kandungan air dalam umpan, serta jenis batubara yang dipakai.

Pada hasil yang didapatkan tersebut dapat didapatkan kesimpulan bahwa nilai SFC berbanding terbalik terhadap jumlah *kiln feeding*. Semakin besar jumlah *kiln feeding* maka semakin kecil juga nilai SFC. Kenaikan dan penurunan nilai SFC dapat mempengaruhi efisiensi energi *rotary kiln* dengan SFC yang tinggi menyebabkan efisiensi energi rendah. Maka dari itu jumlah *kiln feeding* yang efektif diharapkan mampu menghasilkan nilai SFC yang tinggi dengan panas pembakaran batubara seminimal mungkin.

## REFERENCES

- Boating, A. A. (2008). ROTARY KILNS TRANSPORT PHENOMENA AND TRANSPORT PROCESSES. USA: Elsevier
- Atmaca, Adem., Yumrutas, Recep. 2014. ANALYSIS OF THE PARAMETERS AFFECTING ENERGY CONSUMPTION OF A ROTARY KILN IN CEMENT INDUSTRY. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2014.02.0381359-4311/>
- Biro Produksi PT Semen Baturaja Tbk. 2023. SISTEM PENGGILINGAN BAHAN MENTAH PT SEMEN BATURAJA. Baturaja: PT Semen Baturaja.
- Hougen, Olaf A. et al. 1954. MATERIAL AND ENERGY BALANCES, New York : John Wiley & Sons, Inc
- Peray, K.E. 1979. CEMENT MANUFACTURER'S HANDBOOK. Chemical Publishing Co., Inc , New York.
- Wirawan, Hendar., Sinaga Nazaruddin. 2021. EXERGY ANALYSIS OF ROTARY KILN IN CEMENT PRODUCTION PROCESS. DOI: 10.20527/sjme kinematika.v6i1.191
- Roma Tua Panjaitan, Rendotian Anugrah, & safaruddin. 2022. MENGHITUNG SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION CALCINING ZONE ROTARY KILN PT. SEMEN BATURAJA Tbk. Jurnal Multidisipliner Bharasumba, 1(03 October), 560-571. Retrieved from <https://azramedia-indonesia.com/index.php/bharasumba/article/view/3>