

MENGHITUNG SPECIFIC FUEL CONSUMPTION (SFC) PADA ALAT ROTARY KILN DI PABRIK II PT SEMEN BATURAJA Tbk

Yasyifa Nurfatihah^{*1}, Safaruddin², Mukti Mabror Muzzaki³

¹ Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

²SMBR Learning Development PT. Semen Baturaja Tbk, Indonesia

³SMBR Clinker Production PT. Semen Baturaja Tbk, Indonesia

Corresponding Author: safaruddintoahir@gmail.com

<p>Info Article</p>	<p>Abstract : <i>PT Semen Baturaja Tbk. as one of the largest cement industries on the island of Sumatra uses a rotary kiln in its production process. Rotary kiln in the cement industry has an important role because it will determine the quality of the product. Rotary kiln serves as a place to react raw materials to become products. The type of coal used as fuel for the rotary kiln is BA-45 coal. This type of coal was chosen because it has a calorific value of 4,500 kcal/kg. The calculation of SFC in the rotary kiln aims to determine how much fuel is needed in the combustion process in the rotary kiln. This calculation is based on actual data taken from the Central Control Room (CCR) and the Quality Control (QC) laboratory. The average SFC calculation was obtained at 619,658 Kcal/kg. The largest SFC value was on July 22, 2023, which was 676.71 kcal/kg, while the smallest SFC was obtained on July 20, 2023, which was 568.54 kcal/kg. The high and low SFC obtained is influenced by many factors, such as the amount of kiln feed, water content in the feed, and the type of coal used.</i></p> <p>Abstrak: PT. Semen Baturaja Tbk. adalah industri semen terbesar di Pulau Sumatera menggunakan kiln dengan jenis <i>rotary kiln</i> dalam proses produksinya. <i>Rotary kiln</i> dalam industri semen mempunyai peranan dalam kualitas produk. <i>Rotary kiln</i> berfungsi sebagai tempat mereaksikan bahan baku menjadi produk. Jenis batubara yang digunakan sebagai bahan bakar <i>rotary kiln</i> adalah batubara BA-45. Jenis batubara ini dipilih karena memiliki nilai kalori sebesar 4.500 kcal/kg. Perhitungan SFC pada <i>rotary kiln</i> bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kebutuhan bahan bakar yang diperlukan dalam proses pembakaran pada <i>rotary kiln</i>. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan data aktual yang telah diambil dari <i>Central Control Room</i> (CCR) dan laboratorium <i>Quality Control</i> (QC). Perhitungan rata-rata SFC didapatkan sebesar 619.658 Kcal/kg. Nilai SFC terbesar ada pada tanggal 22 Juli 2023 yakni bernilai 676,71 kcal/kg, sedangkan SFC terkecil didapatkan pada tanggal 20 Juli 2023 yaitu sebesar 568,54 kcal/kg. Tinggi rendah nya SFC yang didapat, dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti jumlah <i>kiln feed</i>, kandungan air dalam umpan, serta jenis batubara yang dipakai.</p>
<p>Received : 02 Juni 2022 Revised : 11 Juli 2023 Accepted : 02 Agustus 2023 Publication : 30 Agustus 2023</p>	
<p>Keywords: <i>Specific Fuel Consumption, Rotary Kiln, PT. Semen Baturaja Tbk</i></p> <p>Kata Kunci: Spesific Fuel Consumption, Rotary Kiln, PT. Semen Baturaja Tbk</p>	
<p>Licensed Under a Creative Commons Attribution 4.0 International License</p> 	

PENDAHULUAN

Industri semen merupakan sektor industri dengan konsumsi energi terbesar di Indonesia. Sebagai industri dengan *high energy*, industri semen membutuhkan pengelolaan energi yang baik agar dapat meminimalisir biaya produksi dan mengurangi emisi karbon yang dihasilkan. Isu mengenai hemat energi itu sendiri telah lama dibicarakan di dunia industri semen dengan harapan penggunaan energi dapat dilakukan sebaik mungkin. Industri semen termasuk industri yang boros dalam penggunaan bahan bakar untuk memproduksi klinker atau terak yang akan digunakan dalam pembuatan semen, karena temperatur yang dibutuhkan untuk mereaksikan bahan baku klinker mencapai 1500°C. Kebutuhan bahan bakar dapat menyerap hingga 30-40% dari biaya produksi.

Dalam menjalankan proses produksinya, PT Semen Baturaja Tbk. menggunakan peralatan utama kiln berjenis *rotary kiln*. *Rotary kiln* merupakan bejana silinder yang diletakkan pada posisi horizontal dan sedikit miring, yang diputar perlahan pada porosnya yang digunakan untuk menaikkan temperatur material sampai suhu tinggi (kalsinasi) dalam suatu proses berkelanjutan. *Rotary kiln* berbentuk silinder yang terbuat dari baja dan dipasang horizontal dengan kemiringan 3,5°, berdiameter 4,8 m Panjang 72 m dan kecepatan putar 0,438-4,38 rpm. Rotasi ini menyebabkan umpan secara bertahap bergerak dimana umpan akan keluar pada kondisi yang lebih panas dibandingkan umpan masuk. Di dalam alat ini terjadi proses pembakaran dan pembentukan klinker (klinkerisasi) 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 C₄AF, C₃A, C₂S, dan C₃S.

Specific fuel consumption (SFC) didefinisikan sebagai jumlah energi yang dikonsumsi per unit produk/output. Beberapa parameter yang dapat mempengaruhi SFC yaitu ukuran dan desain pabrik hasil kiln, bahan bakar, sifat bahan, dan jenis klinker yang dihasilkan. Beberapa bahan yang sebagian mengandung mineral basah digunakan sebagai bahan baku. Mineral ini dikeringkan di dalam sistem kiln dan dapat meningkatkan SFC per ton klinker. Bahan bakar utama dalam pembuatan semen adalah batubara, batubara mempunyai peranan yang sangat penting maka dari itu penggunaannya haruslah sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan pada kondisi operasi. Dalam memenuhi kebutuhan tersebut, batubara harus mempunyai nilai kalor yang memadai sebagai nilai yang paling utama dalam kaitannya sebagai bahan bakar.

Dalam hal ini, PT Semen Baturaja Tbk membeli batubara dari rekan perusahaan di Sumatera Selatan yaitu PT Bukit Asam sebagai penyedia tetap. Batubara yang dibeli pun memiliki beberapa jenis bergantung dari nilai kalori yang dikandungnya. Salah satunya yaitu BA-45, BA sendiri merupakan kepanjangan dari Bukit Asam dan angka dibelakang menjelaskan kadar kalori yang terkandung di dalamnya.

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 Hougén. *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)

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

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 20 Juli 2023-24 Juli 2023 setiap pukul 10.00 WIB. Dengan melakukan perhitungan neraca massa dan neraca panas maka akan didapatkan nilai *specific fuel consumption*. Adapun neraca massa dan neraca panas pada tanggal 20 Juli 2023 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Neraca Massa Tanggal 20 Juli 2023

Komponen	Input (Kg)	Output (Kg)
Umpan <i>Kiln</i>	205.372,59	-
Batubara <i>Kiln</i>	11.179,00	-
Udara Primer	11.598,28	-
Udara Sekunder	89.040,74	-
Debu	-	2.435,64
Klinker <i>Out</i>	-	200.211,47
Gas Buang <i>kiln</i>	-	114.543,50
Total	317.190,61	317.190,61

Sumber : PT Semen Baturaja Tbk

Tabel 3.2 Neraca Energi Tanggal 20 Juli 2023

Komponen	Input (Kcal)	Output (Kcal)
Panas Sensibel Umpan <i>Kiln</i>	51.563.579,14	-
Panas Sensibel Batubara <i>Kiln</i>	43.110,14	-
Panas Pembakaran Batubara <i>Kiln</i>	113.827.879,78	-
Panas Sensibel Udara Masuk	24.294.862,66	-
Panas Penguapan H ₂ O		3.359.571,40
Panas Sensibel Klinker	-	71.009.883,58
Panas Pembentukan Klinker	-	83.464.975,17
Panas Sensibel Gas Buang <i>Kiln</i>	-	11.005.759,06
Panas Sensibel Debu		211.058,32
Panas Hilang Radiasi	-	4.497.659,47
Panas Hilang Konveksi	-	1.875.397,13
Heat Loss lainnya	-	14.305.127,59
Total	189.729.431,72	189.729.431,72

Sumber : PT Semen Baturaja Tbk

Hasil perhitungan neraca massa pada *rotary kiln* tanggal 20 Juli 2023 disajikan pada table 1 didapatkan total input massa ke dalam *kiln* sama dengan *output* massa dari *kiln* yaitu sebesar 317.190,61 kg. Sedangkan untuk table 2 disajikan hasil perhitungan neraca panas tanggal 20 Juli 2023 yang mana total *input* panas ke dalam *kiln* sama dengan *output* panas dari *kiln* yaitu sebesar 189.729.431,72 kkal. Dengan cara yang sama maka rekap neraca massa dan neraca panas pada tanggal 21 Juli 2023 sampai dengan 24 Juli 2023 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 Hasil Neraca Massa Tanggal 20 Juli 2023-24 Juli 2023

Tanggal	Input (Kg/h)	Output (Kg/h)
20 Juli 2023	317.190,61	317.190,61
21 Juli 2023	298.340,75	298.340,75
22 Juli 2023	302.989,15	302.989,15
23 Juli 2023	319.937,69	319.937,69
24 Juli 2023	330.116,06	330.116,06

Sumber : PT Semen Baturaja Tbk

Tabel 3.4 Hasil Neraca Panas Tanggal 20 Juli 2023-24 Juli 2023

Tanggal	Input (Kcal)	Output (Kcal)
20 Juli 2023	189.729.431,72	189.729.431,72
21 Juli 2023	192.321.002,27	192.321.002,27
22 Juli 2023	198.626.124,08	198.626.124,08
23 Juli 2023	200.305.862,79	200.305.862,79
24 Juli 2023	218.203.835,58	218.203.835,58

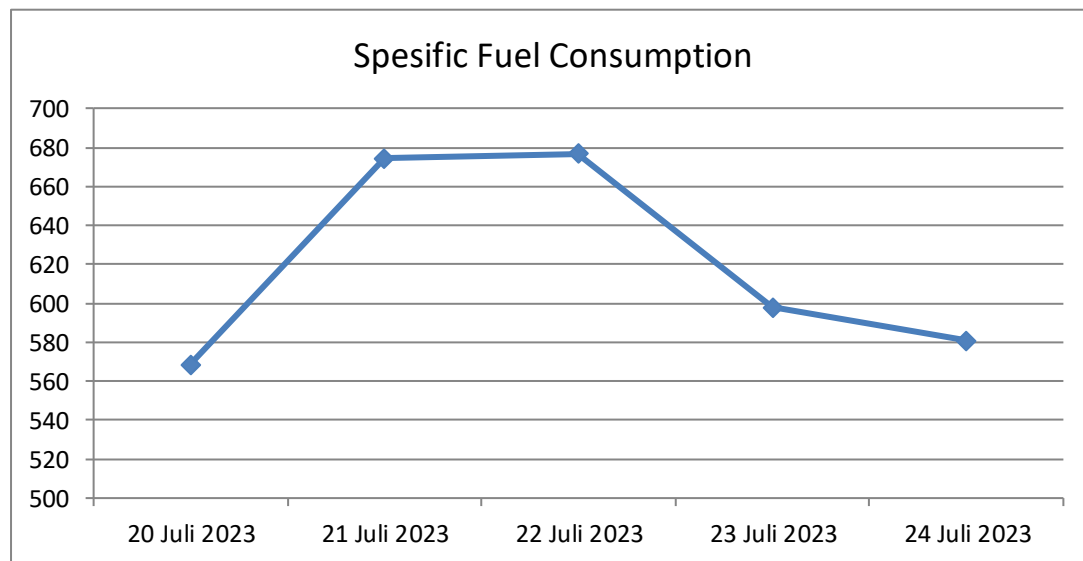
Sumber : PT Semen Baturaja Tbk

Tabel 3.5 Hasil Perhitungan SFC Tanggal 20 Juli 2023-24 Juli 2023

Tanggal	Spesific Fuel Consumption (Kcal/kg)
20 Juli 2023	568,54
21 Juli 2023	674,33
22 Juli 2023	676,71
23 Juli 2023	597,86
24 Juli 2023	580,85

Sumber : PT Semen Baturaja Tbk

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

Grafik 3.1. Grafik *Specific Fuel Consumption* Alat *Rotary Kiln*

Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk

Pembahasan

Rotary Kiln merupakan peralatan yang bertujuan untuk proses pembentukan bahan mentah (*raw meal*) menjadi klinker yang bermutu. Peralatan ini merupakan peralatan utama yang terdapat dalam industri-industri pembuatan semen. Hubungan transfer panas yang disuplai dengan lapisan *raw meal* hanya terjadi pada lapisan permukaan yang berkontak langsung dengan gas panas. Temperatur yang terdapat ditengah lapisan umpan akan menjadi setengah lengket, teraduk terus menerus hingga kemudian *raw meal* akan naik disepanjang permukaan dinding *kiln* dan jatuh kembali. Pada saat *raw meal* jatuh tersebut, lapisan ditengah yang sebelumnya bertemperatur paling rendah akan menerima panas yang lebih besar sehingga pendistribusian panas berjalan secara maksimal.

Dari hasil perhitungan neraca massa dan neraca panas pada tabel 3 dan 4, didapatkan total *input* panas ke dalam kiln sama dengan *output* panas dari *kiln* yaitu berkisar antara 568,00-677,00 Kcal/kg. Total *input* panas tersebut digunakan untuk energi pembentukan klinker, gas buang dan panas hilang (*Heat Loss*).

Berdasarkan grafik 1 mengenai grafik SFC, nilai SFC terbesar ada pada tanggal 22 Juli 2023 yakni bernilai 676,71 kcal/kg, sedangkan SFC terkecil didapatkan pada tanggal 20 Juli 2023 yaitu sebesar 568,54 kcal/kg. Konsumsi batubara spesifik sangat dipengaruhi oleh panas pembakaran batubara dan jumlah *kiln feed* yang digunakan, dengan jumlah *kiln feed* yang sama diharapkan mampu menghasilkan nilai SFC yang tinggi dengan panas pembakaran batubara seminimal mungkin. SFC akan memberikan

panas pembakaran dalam proses pembentukan klinker. Kenaikan dan penurunan nilai SFC mempengaruhi efisiensi energi *rotary kiln* dengan SFC yang tinggi menyebabkan efisiensi energi rendah. Hal ini disebabkan oleh penggunaan batubara yang berlebih karena untuk menjaga temperatur di *kiln* tetap terjaga dalam proses klinkerisasi akibat banyak panas yang tidak dimanfaatkan dengan baik. Nilai SFC ini juga dipengaruhi oleh jenis batubara yang digunakan. Semakin tinggi nilai kalor yang terdapat pada batubara maka SFC nya akan semakin rendah begitupun sebaliknya.

CONCLUSION

Perhitungan rata-rata SFC selama 5 hari yaitu menghasilkan sebesar 619.658 Kcal/kg. Nilai SFC terbesar ada pada tanggal 22 Juli 2023 yakni bernilai 676,71 kcal/kg, sedangkan SFC terkecil didapatkan pada tanggal 20 Juli 2023 yaitu sebesar 568,54 kcal/kg.. Tinggi rendah nya SFC yang didapat, dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti jumlah *kiln feed*, kandungan air dalam umpan, serta jenis batubara yang dipakai.

Pengecekan, pemeliharaan dan perbaikan secara berkala merupakan keharusan yang penting dilakukan untuk meningkatkan kinerja *Rotary Kiln* sehingga kendala yang dialami dapat berkurang. *Coating* yang menghalangi proses pembakaran harus selalu dibersihkan, dan batubara perlu disimpan ditempat yang kering sehingga kualitas batubara yang digunakan sebagai bahan bakar akan tetap terjaga.

REFERENCES

- Biro Produksi PT Semen Baturaja Tbk. (2022). SISTEM PENGGILINGAN BAHAN MENTAH PT SEMEN BATURAJA. Baturaja: PT Semen Baturaja.
- Boating, A. A. (2008). ROTARY KILNS TRANSPORT PHENOMENA AND TRANSPORT PROCESSES. USA: Elsevier
- 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.
- 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.azramediaindonesia.com/index.php/bharasumba/article/view/3>