

MENGHITUNG *SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION* (SEC) PADA ALAT *ROTARY KILN* DI PABRIK 2 PT SEMEN BATURAJA Tbk.

Wahyu Sriwijaya*¹, Safaruddin², Mukti Mabror Muzzaki³

¹ Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

² SMBR Learning Development PT. Semen Baturaja Tbk, Indonesia

³ SMBR Clinker Production PT. Semen Baturaja Tbk, Indonesia

Corresponding Author: safaruddintohir@gmail.com

<p>Info Article Received : 02 Juni 2022 Revised : 11 Juli 2023 Accepted : 02 Agustus 2023 Publication : 30 Agustus 2023</p>	<p>Abstract : <i>This study aims to calculate the specific energy consumption (SEC) in the rotary kiln in the cement production process. This research method involves collecting rotary kiln operational data from cement factories over a certain period. The results show that SEC can vary significantly depending on factors such as feedstock type, equipment thermal efficiency, and operational settings. These factors can contribute to SEC fluctuations which can affect the overall efficiency of the cement production process. Therefore, an in-depth understanding of how these factors interact with each other is essential to optimize energy use in cement production. This study provides insight into how to measure and calculate SEC in the context of rotary kilns in the cement industry. With a better understanding of the main contributors to energy consumption in these processes, cement manufacturers can identify opportunities to reduce SEC through increasing thermal efficiency, selecting more suitable raw materials, and optimizing operational arrangements</i></p>
<p>Keywords: <i>Rotary Kiln, Spesifik Energy Consumption, Mass and Heat Balance, Production Semen.</i></p> <p>Kata Kunci: Rotary Kiln, Spesifik Energy Consumption, Mass and Heat Balance, Produksi Semen.</p>	<p>Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menghitung spesifik energy consumption (SEC) pada rotary kiln dalam proses produksi semen. Metode penelitiannya adalah pengumpulan data operasional rotary kiln dari pabrik semen selama periode tertentu. Hasil SEC dapat bervariasi secara signifikan tergantung pada faktor-faktor seperti tipe bahan baku, efisiensi termal peralatan, dan pengaturan operasional. Faktor-faktor ini dapat berkontribusi pada fluktuasi SEC yang dapat mempengaruhi efisiensi keseluruhan dari proses produksi semen. Maka pemahaman mendalam tentang bagaimana faktor-faktor ini saling berinteraksi sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaan energi dalam produksi semen. Penelitian ini memberikan wawasan tentang cara mengukur dan menghitung SEC dalam konteks rotary kiln pada industri semen. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang kontributor utama terhadap konsumsi energi dalam proses ini, produsen semen dapat mengidentifikasi peluang untuk mengurangi SEC melalui peningkatan efisiensi termal, pemilihan bahan baku yang lebih cocok, dan pengoptimalan pengaturan operasional.</p>
<p><i>Licensed Under a Creative Commons Attribution 4.0 International License</i></p> 	

PENDAHULUAN

Industri semen merupakan salah satu sektor vital dalam pembangunan dan infrastruktur, yang memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara. Proses produksi semen melibatkan berbagai tahapan kompleks, salah satunya adalah penggunaan rotary kiln. Rotary kiln adalah perangkat utama dalam konversi bahan mentah menjadi klinker semen melalui serangkaian reaksi termal yang rumit. Meskipun memiliki peran penting dalam penyediaan bahan baku untuk konstruksi, proses ini juga memerlukan konsumsi energi yang substansial.

Dalam konteks meningkatnya kebutuhan akan efisiensi energi dan kesadaran akan dampak lingkungan, pengukuran dan analisis terhadap konsumsi energi dalam proses produksi semen menjadi sangat penting. Salah satu indikator kunci dalam mengukur efisiensi energi dalam operasi industri adalah Spesifik Energy Consumption (SEC), yang mencerminkan seberapa efisien penggunaan energi dalam menghasilkan unit produk tertentu. Dalam kasus rotary kiln, menghitung SEC dapat memberikan pandangan mendalam tentang efisiensi operasional dan potensi peningkatan efisiensi di masa depan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung SEC pada rotary kiln dalam konteks produksi semen. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis pengukuran SEC, tetapi juga melibatkan analisis faktor-faktor yang mempengaruhi variabilitas SEC. Faktor-faktor ini mencakup karakteristik bahan baku yang digunakan, efisiensi termal peralatan, pengaturan operasional, dan lain-lain. Dengan memahami korelasi antara faktor-faktor ini dan konsumsi energi, produsen semen dapat mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan efisiensi operasional mereka, mengurangi dampak lingkungan, dan mengoptimalkan sumber daya.

Melalui penelitian ini, diharapkan akan ada kontribusi positif dalam upaya global untuk mencapai produksi industri yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan mengurangi SEC dalam produksi semen, bukan hanya efisiensi yang akan ditingkatkan, tetapi juga dampak lingkungan yang dihasilkan oleh sektor ini dapat ditekan. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi langkah penting dalam mewujudkan harmoni antara pembangunan infrastruktur dan perlindungan lingkungan.

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 SEC 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 SEC. Perhitungan neraca massa adalah sebagai berikut :

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

dimana :

$$\sum m_{in} = m_{kiln\ feed\ in} + m_{coal} + m_{primary\ air} + m_{secondary\ air}$$

$$\sum m_{out} = m_{kiln\ feed\ out} + m_{flue\ gas} + m_{Debu}$$

Perhitungan neraca energi

$$Q = n \times Cpm \times \Delta T \dots\dots\dots (2)$$

Perhitungan *Specific Energy Consumption* (SEC)

$$Specific\ Energy\ Consumption\ (SEC) = \frac{Total\ Energy\ yang\ Digunakan}{Total\ Produksi\ Klinker\ Semen} \dots\dots\dots(3)$$

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>	163.127,12	-
Batubara <i>Kiln</i>	11.330,00	-
Udara Primer	1.974,28	-
Udara Sekunder	87.785,00	-
Klinker <i>Out</i>	-	159.338,90
Gas Buang <i>kiln</i>	-	102.985,59
Debu	-	1.892,71
Total	264.217,20	264.217,20

Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk 2023

Tabel 3.2. Neraca Energi Tanggal 29 Juli 2023

Komponen	Input (Kcal)	Output (Kcal)
Panas Sensibel Umpan <i>Kiln</i>	31.417.407,14	-
Panas Sensibel Batubara <i>Kiln</i>	48.752,81	-
Panas Sensibel Udara Masuk	138.474.499,75	-
Panas Pembakaran Batubara <i>Kiln</i>	23.474.719,06	-
Panas Sensibel Klinker	-	55.610.565,06
Panas Penguapan H ₂ O	-	3.612.290,49
Panas Sensibel Gas Buang <i>Kiln</i>	-	6.265.179,49
Panas Sensibel Debu	-	150.785,51
Panas Reaksi Kalsinasi	-	5.079.502,32
Panas Hilang Radiasi	-	4.100.078,51
Panas Hilang Konveksi	-	1.610.778,14
Panas Pembentukan Klinker	-	66.032.076,15
Heat Loss lainnya	-	50.032.076,15
Total	193.378.372,75	193.378.372,75

Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk 2023

Perhitungan neraca massa pada *rotary kiln* tanggal 16 Juli 2023 disajikan pada table 1 didapatkan total input massa ke dalam *kiln* sama dengan *output* massa dari *kiln* yaitu sebesar 264.217,20 kg. Sedangkan untuk table 2 disajikan hasil perhitungan neraca panas tanggal 16 Juli 2023 yang mana total *input* panas ke dalam *kiln* sama dengan *output* panas dari *kiln* yaitu sebesar 193.378.372,75 kkal. Dengan cara yang sama maka rekap neraca massa dan neraca panas pada tanggal 16 Juli 2023 sampai dengan 20 Juli 2023 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3. Hasil Neraca Massa Tanggal 16 Juli 2023-20 Juli 2023

Tanggal	Input (Kg/h)	Output (Kg/h)
16 Juli 2023	264.217,20	264.217,20
17 Juli 2023	302.054,52	302.054,52

18 Juli 2023	291.529,10	291.529,10
19 Juli 2023	295.637,38	295.637,38
20 Juli 2023	305.055,78	305.055,78

Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk 2023

Tabel 3.4. Hasil Neraca Panas Tanggal 16 Juli 2023-20 Juli 2023

Tanggal	Input (Kcal)	Output (Kcal)
16 Juli 2023	193.378.372,75	193.378.372,75
17 Juli 2023	204.724.097,38	204.724.097,38
18 Juli 2023	200.323.455,98	200.323.455,98
19 Juli 2023	203.481.291,39	203.481.291,39
20 Juli 2023	203.424.774,16	203.424.774,16

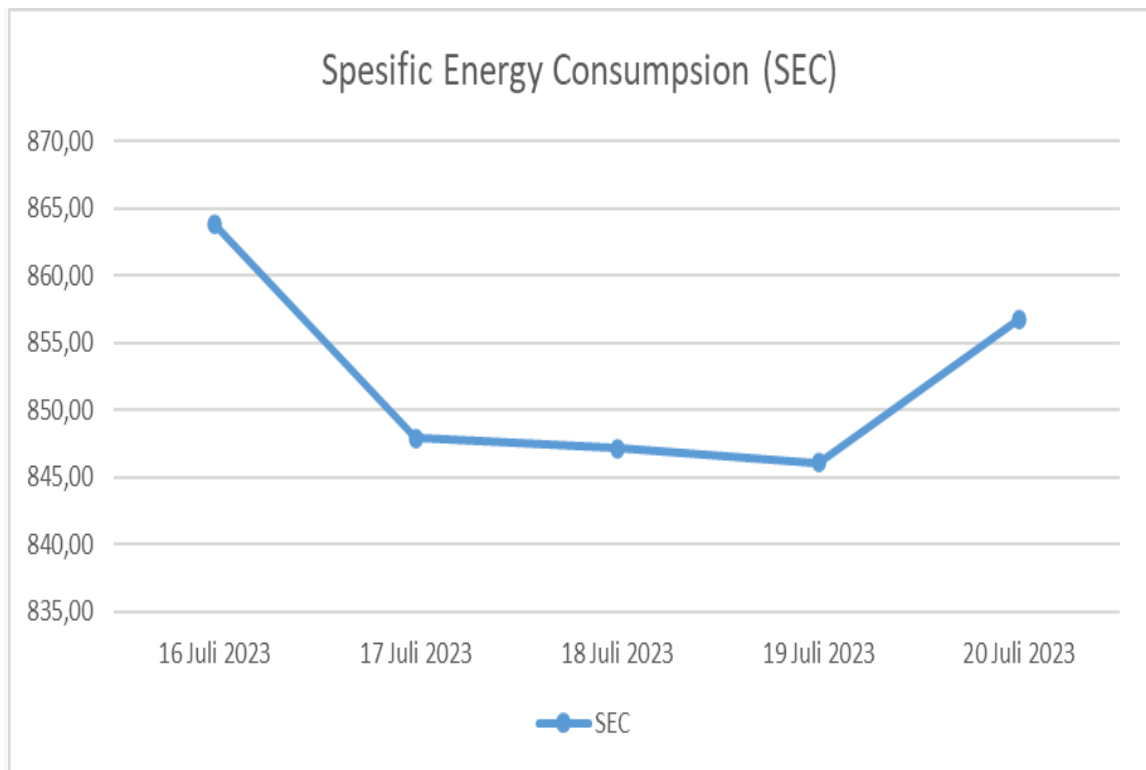
Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk 2023

Tabel 3.5. Hasil Perhitungan SFC Tanggal 16 Juli 2023-20 Juli 2023

Tanggal	Specific Fuel Consumption (Kcal/kg)
16 Juli 2023	863,79
17 Juli 2023	847,92
18 Juli 2023	847,17
19 Juli 2023	846,09
20 Juli 2023	856,75

Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk 2023

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



Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk 2023

Pembahasan

Specific Energy Consumption (SEC) merupakan konsumsi energi spesifik untuk menyatakan besar energi yang dikonsumsi untuk menghasilkan satu kilogram produk (klinker). Energi yang dikonsumsi untuk dalam hal ini adalah energi yang dimanfaatkan dari total panas *output* dalam proses pembentukan kiln feed menjadi produk klinker. Besar nilai SEC pada unit Rotary Kiln disebabkan juga karena konsumsi energi yang diperoleh tidak hanya bersumber dari panas pembakaran batubara, tetapi juga bersumber dari energi lainya seperti energi pembentukan klinker yang menjadi energi output terbesar sebagai energi yang dimanfaatkan.

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai Specific Energy Consumption (SEC) yang paling tinggi ialah pada tanggal 16 Juli 2023 yaitu dengan nilai 863,79 kcal/kg klinker. Sementara nilai terendah Specific Energy Consumption (SEC) ialah pada tanggal 19 Juli 2023 yaitu dengan nilai 846,09 kcal/kg klinker. Semakin besar nilai Specific Energy Consumption (SEC) maka konsumsi bahan bakarnya juga akan meningkat yang menyebabkan panas input semakin besar dan banyak panas yang tidak dimanfaatkan, sehingga heat loss semakin besar dan dapat mengurangi efisiensi termal akibat adanya kelebihan panas pembakaran yang disuplai. Adapun faktor lain yang dapat mempengaruhi SEC yaitu Karakteristik Bahan Baku, Efisiensi Termal Peralatan, Pengaturan Operasional, dan Teknologi Pembakaran.

CONCLUSION

Perhitungan rata-rata SEC selama 5 hari yaitu menghasilkan sebesar 852,34 kcal/kg. Nilai SEC terbesar ada pada tanggal 16 Juli 2023 yakni bernilai 863,79 kcal/kg, sedangkan SEC terkecil didapatkan pada tanggal 19 Juli 2023 yaitu sebesar 846,09 kcal/kg. Tinggi rendahnya SEC yang didapat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti Karakteristik Bahan Baku, Efisiensi Termal Peralatan, Pengaturan Operasional, dan Teknologi Pembakaran.

1. Karakteristik Bahan Baku : Jenis dan kualitas bahan baku yang digunakan dapat memiliki dampak signifikan pada SEC. Bahan baku dengan kandungan mineral tertentu mungkin memerlukan suhu operasional yang lebih tinggi, mengakibatkan konsumsi energi yang lebih besar.
2. Efisiensi Termal Peralatan : Efisiensi termal rotary kiln dan peralatan pendukung seperti pemanas pra-kalsinasi dan pendingin akan mempengaruhi seberapa efisien energi diubah menjadi panas yang diperlukan dalam reaksi kimia dalam kiln.

3. Pengaturan Operasional : Pengaturan suhu, laju aliran bahan, dan profil waktu dalam rotary kiln dapat memengaruhi konsumsi energi. Penyesuaian yang tepat dalam pengaturan operasional dapat membantu mengurangi SEC.
4. Teknologi Pembakaran : Penggunaan teknologi pembakaran yang lebih efisien dan bersih dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan oleh karena itu mengurangi SEC.

Perhitungan SEC pada rotary kiln dalam produksi semen adalah langkah penting dalam mengukur dan meningkatkan efisiensi energi dalam industri ini. Dengan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi SEC dan menerapkan tindakan yang sesuai, industri semen dapat bergerak menuju produksi yang lebih berkelanjutan dan efisien secara energi. Selain manfaat ekonomi, langkah ini juga sejalan dengan upaya global untuk mengurangi dampak lingkungan dari sektor industri yang kritis ini.

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

- 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/>
- Boating, A. A. (2008). ROTARY KILNS TRANSPORT PHENOMENA AND TRANSPORT PROCESSES. USA: Elsevier
- Biro Produksi PT Semen Baturaja Tbk. 2023. SISTEM PENGGIILINGAN BAHAN MENTAH PT SEMEN BATURAJA. Baturaja: PT Semen Baturaja.
- Hougen, Olaf A. et al. 1954. MARERIAL 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/sjmekinematika.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.azramediaindonesia.com/index.php/bharasumba/article/view/3>