PHENOMENON: Multidisciplinary Journal Of Sciences and Research

http://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/phenomenon/index
DOI : https://doi.org/10.62668/phenomenon.v1i02.775
Email : info@azramediaindonesia.com

Open Access

ANALISA KONSUMSI PANAS PADA SISTEM KILN DI PABRIK II PT SEMEN BATURAJA Tbk

Rizkika Putra[*1], Abraham Abimanyu[2], Safaruddin[3]
[1] Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia
[2] Process Improvement PT. Semen Baturaja Tbk, Indonesia
[3] SMBR Clinker Production PT. Semen Baturaja Tbk, Indonesia
Corresponding Author: safaruddintohir@gmail.com

Info Article
Received :
02 Juni 2022
Revised :
11 Juli 2023
Accepted :
02 Agustus 2023
Publication :
30 Agustus 2023

Keywords:
Kiln System, Heat Consumption. Efficiency
Kata Kunci:
Sistem *Kiln*, Konsumsi panas, Efisiensi

Licensed Under a *Creative Commons Attribution 4.0 International License*

Abstract : *The kiln system is one of the main process systems in terms of production at PT. Semen Baturaja Tbk. The kiln system consists of 3 units, namely the suspension preheater, rotary kiln and grate cooler. This process will produce a product in the form of clinker which is the main ingredient in the cement manufacturing stage. This process requires a large amount of energy so it is necessary to know the energy consumption analysis used so that energy use in production can be utilized as much as possible. This research was conducted on the kiln system in factory II of PT Semen Baturaja Tbk. Analysis of heat consumption is carried out by calculating heat efficiency. The calculation of heat efficiency in the kiln system can be carried out in two stages, namely by calculating the mass and calculating the heat. From the data in this article it is found that the highest heat efficiency value is 82.90% with an average heat efficiency value of 81.23%. This shows that the kiln system in factory II of PT Semen Baturaja Tbk. still feasible to use because of the heat loss tolerance of 12-22%.*

Abstrak: Sistem *kiln* merupakan salah satu sistem proses yang utama dalam hal produksi di PT.Semen Baturaja Tbk. Sistem kiln terdiri atas 3 unit yaitu suspension *preheater, rotary kiln* dan *grate cooler*. Proses ini akan menghasilkan produk berupa clinker yang merupakan bahan utama dalam tahapan pembuatan semen. Proses ini membutuhkan energi yang cukup besar sehingga perlu diketahui analisa konsumsi energi yang dipakai agar pemakaian energi dalam produksi dapat lebih dimanfaatkan semaksimal mungkin. Penelitian ini dilakukan pada sistem *kiln* yang ada di pabrik II PT Semen Baturaja Tbk. Analisa konsumsi panas dilakukan perhitungan efisiensi panas. Perhitungan efisiensi panas pada sistem kiln dapat dilakukan dengan dua tahap yaitu dengan perhitungan massa dan perhitungan panas. Dari data pada artikel ini didapatkan bahwa nilai efisiensi panas tertinggi adalah sebesar 82,90% dengan rata-rata nilai efisiensi panas sebesar 81,23%. Hal ini menunjukan bahwa sistem *kiln* yang ada di pabrik II PT Semen Baturaja Tbk. masih layak untuk digunakan karena *heat loss* toleransi yakni sebesar 12-22%.

PENDAHULUAN

Sistem *kiln* merupakan suatu sistem yang terdiri atas 3 alat yaitu *suspension preheater*, *rotary kiln*, dan *grate cooler*. Dalam proses produksi semen sistem *kiln* berfungsi untuk memproses bahan mentah (*raw meal*) menjadi *clinker*. Proses diawali dengan *raw meal* yang diumpankan ke dalam *suspension preheater*. Dalam proses ini sebagai tempat pemanasan awal sebelum masuk *rotary kiln*. Pemanasan awal di *suspension preheater* bertujuan agar pembakaran *kiln feed* di dalam *rotary kiln* lebih mudah karena pada *cyclone*, *raw meal* telah mengalami pemanasan awal. Terjadi proses kalsinasi dan pembakaran, sehingga diperlukannya bahan bakar untuk pembakaran umpan tersebut. Semakin banyak umpan yang masuk, maka semakin besar pula bahan bakar yang dibutuhkan untuk proses pembakaran.

Setelah melewati proses di *suspension preheater*, material akan masuk ke *rotary kiln* untuk proses selanjutnya. Di *rotary kiln* akan terjadi proses pembentukan *clinker*, proses pembakaran dan proses kalsinasi kembali. Sama seperti di *suspension preheater*, proses ini membutuhkan bahan bakar untuk prosesnya. Semakin banyak umpan *kiln* yang masuk ke dalam *kiln*, makan semakin banyak bahan bakar yang diperlukan untuk pembakaran umpan *kiln* tersebut. Setelah proses di *rotary kiln* dilewati, produk yang dihasilkan berupa *clinker* panas akan dimasukan ke *grate cooler* untuk proses pendinginan dan produk *clinker* dingin akan disimpan di *clinker silo*. Pada proses yang terjadi di sistem kiln pemanfaatan energi yang digunakan harus semaksimal mungkin agar produksi yang dilakukan menjadi efisien. Panas yang hilang dalam proses di sistem *kiln* dapat menyebabkan kerugian sehingga diperlukan analisa pemanfaatan konsumsi panas yang ada di sistem *kiln*.

METHOD

Data yang digunakan pada penulisan artikel ini adalah data primer yang bersumber dari observasi dan pengamatan, didukung data - data sekunder dari berbagai artikel yang diterbitkan pada jurnal – jurnal elektronik. Metode yang diaplikasikan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta kausalitas hubungan antar obyek penelitian. Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori dan/atau hipotesis yang berkaitan dengan fenomena obyek penelitian, pengukuran untuk memberikan hubungan yang fundamental antara pengamatan empiris dan ekspresi matematis dari hubungan-hubungan kuantitatif.

Data data yang digunakan untuk mengetahui kinerja dari alat Vertical Raw Mill diperoleh dari: Data-data yang diperoleh dari CCR (*Central Control Room*), Laboratorium Pengendalian Proses dan Laboratorium Jaminan PT Semen Baturaja Tbk. Data tersebut meliputi: Data Komposisi umpan masuk dan batubara ; Data Laju Alir Massa umpan masuk, batubara, udara primer dan udara pendingin; Data Temperatur umpan masuk ,batubara, klinker panas, klinker dingin, udara primer, udara sekunder, udara tersier, dan udara pendingin. Tekanan udara primer, udara sekunder, udara tersier, dan udara pendingin.Data exhaust gas dan exhaust dust.

Dari data yang telah diperoleh akan digunakan untuk menghitung neraca massa dan neraca panas. Perhitungan neraca massa diperlukan untuk perhitungan neraca panas.

Selanjutnya efisiensi thermal dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

1. Persamaan Gas Ideal.

   P x V = n x R x T

2. Menghitung Panas.

   Q1 = m x Cp x ΔT

   Sumber: Perray,K.E (1979:141)

3. Menghitung Cp Material.

   $Cp = A+B.Tx10^{-6}+C.T^2x10^{-9}$ kkal/kg^oC

   Sumber : F.L.Smidth, 2004 hal-74

4. Menghitung Panas Radiasi.

   Q = σ ε A rotary kiln $\frac{(Ts)^4}{1000}\frac{(T\infty)^4}{1000}$

   Sumber : D.Q. Kern, 1950:77

5. Menghitung Panas Konveksi.

   Q = hi x A x ΔT.

   Sumber : D.Q. Kern, 1983 : 77

6. Menghitung Efisiensi Panas.

   Efisiensi panas $= \frac{Panas\ yang\ termanfaatkan}{Total\ Panas\ Input}$ **x 100%**

   Sumber : Olaf A. Hougen, 1959:414

7. Menghitung *Heat Loss.*

   % *Heat Loss* $= \frac{Panas\ yang\ hilang}{Total\ Panas\ Input}$ **x 100%**

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perhitungan Neraca Massa Dan Neraca Panas

Perhitungan neraca massa dan neraca panas merupakan perhitungan untuk mencari kesetimbangan antara massa atau panas yang masuk dan yang keluar dari sisitem *kiln*. Perhitungan neraca massa dan neraca panas pada sistem kiln pabrik II PT. Semen Baturaja Tbk. tanggal 10 – 16 Juli 2023 seperti yang ditampilkan tabel dibawah ini :

Tabel 3.1 Neraca Massa Pada Sistem *Kiln*

Tanggal	Input (kg)	Output (kg)
10 Juli 2023	937.317,4126	937.317,4126
11 Juli 2023	958.780,5631	958.780,5631
12 Juli 2023	948.507,0336	948.507,0336
13 Juli 2023	957.454,5757	957.454,5757
14 Juli 2023	943.104,526	943.104,526
15 Juli 2023	974.003,227	974.003,227
16 Juli 2023	1.006.451,2619	1.006.451,2619

Sumber : PT Semen Baturaja Tbk 2023

Tabel 3.2 Neraca Panas Pada Sistem *Kiln*

Tanggal	Input (kkal)	Output (kkal)
10 Juli 2023	325.765.933,2655	325.765.933,2655
11 Juli 2023	350.140.422,9683	350.140.422,9683
12 Juli 2023	343.497.187,2471	343.497.187,2471
13 Juli 2023	359.379.498,9669	359.379.498,9669
14 Juli 2023	341.505.957,8672	341.505.957,8672
15 Juli 2023	368.804.901,1788	368.804.901,1788
16 Juli 2023	387.194.282,0127	387.194.282,0127

Sumber : PT Semen Baturaja Tbk 2023

Perhitungan Efisiensi Panas

Menggunakan rumus yang ada di metode penelitian diperoleh nilai efesiensi panas sebagai berikut :

Tabel 3.3 *Heat Loss* dan Panas Input Pada Sistem *Kiln*

Tanggal	*Heat loss* (kkal)	Panas input
10 Juli 2023	55.700.748,9875	325.765.933,2655
11 Juli 2023	67.207.845,2226	350.140.422,9683
12 Juli 2023	62.696.709,4590	343.497.187,2471
13 Juli 2023	69.762.072,8594	359.379.498,9669
14 Juli 2023	60.127.586,3133	341.505.957,8672

15 Juli 2023	74.484.874,3515	368.804.901,1788
16 Juli 2023	76.401.446,7529	387.194.282,0127

Sumber : PT Semen Baturaja Tbk 2023

% *Heat Loss* dan Efisiensi Panas pada 10 Juli 2023

$$\% \textit{ Heat Loss} = \frac{Panas\ yang\ hilang}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$

$$= \frac{55.700.748,9875}{325.765.933,2655} \text{ x } 100\%$$

$$= 17.10\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ yang\ termanfaatkan}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ input - heat\ loss}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{325.765.933,2655 - 55.700.748,9875}{325.765.933,2655} \text{ x } 100\%$$

$$= 82.90\%$$

% *Heat Loss* dan Efisiensi Panas pada 11 Juli 2023

$$\% \textit{ Heat Loss} = \frac{Panas\ yang\ hilang}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$

$$= \frac{67.207.845,2226}{350.140.422,9683} \text{ x } 100\%$$

$$= 19.19\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ yang\ termanfaatkan}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ input - heat\ loss}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{350.140.422,9683 - 67.207.845,2226}{350.140.422,9683} \text{ x } 100\%$$

$$= 80.81\%$$

% *Heat Loss* dan Efisiensi Panas pada 12 Juli 2023

$$\% \textit{ Heat Loss} = \frac{Panas\ yang\ hilang}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$

$$= \frac{62.696.709,4590}{343.497.187,2471} \text{ x } 100\%$$

$$= 18.25\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ yang\ termanfaatkan}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ input - heat\ loss}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{343.497.187,2471 - 62.696.709,4590}{343.497.187,2471} \text{ x } 100\%$$

$$= 81.75\%$$

% *Heat Loss* dan Efisiensi Panas pada 13 Juli 2023

$$\% \textit{ Heat Loss} = \frac{Panas\ yang\ hilang}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$
$$= \frac{69.762.072,8594}{359.379.498,9669} \text{ x } 100\%$$
$$= 19.41\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ yang\ termanfaatkan}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$
$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ input - heat\ loss}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$
$$\text{Efisiensi panas} = \frac{341.505.957,8672 - 60.127.586,3133}{341.505.957,8672} \text{ x } 100\%$$
$$= 80.59\%$$

% *Heat Loss* dan Efisiensi Panas pada 14 Juli 2023

$$\% \textit{ Heat Loss} = \frac{Panas\ yang\ hilang}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$
$$= \frac{62.696.709,4590}{343.497.187,2471} \text{ x } 100\%$$
$$= 17.61\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ yang\ termanfaatkan}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$
$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ input - heat\ loss}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$
$$\text{Efisiensi panas} = \frac{341.505.957,8672 - 60.127.586,3133}{341.505.957,8672} \text{ x } 100\%$$
$$= 82.39\%$$

% *Heat Loss* dan Efisiensi Panas pada 15 Juli 2023

$$\% \textit{ Heat Loss} = \frac{Panas\ yang\ hilang}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$
$$= \frac{74.484.874,3515}{368.804.901,1788} \text{ x } 100\%$$
$$= 20,20\%$$
$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ yang\ termanfaatkan}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$
$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ input - heat\ loss}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$
$$\text{Efisiensi panas} = \frac{368.804.901,1788 - 74.484.874,3515}{368.804.901,1788} \text{ x } 100\%$$
$$= 79,80\%$$

% *Heat Loss* dan Efisiensi Panas pada 15 Juli 2023

$$\% \textit{ Heat Loss} = \frac{Panas\ yang\ hilang}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$
$$= \frac{76.401.446,7529}{387.194.282,0127} \text{ x } 100\%$$
$$= 19,73\%$$
$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ yang\ termanfaatkan}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Efisiensi panas} = \frac{Panas\ input - heat\ loss}{Total\ Panas\ Input} \text{ x } 100\%$$

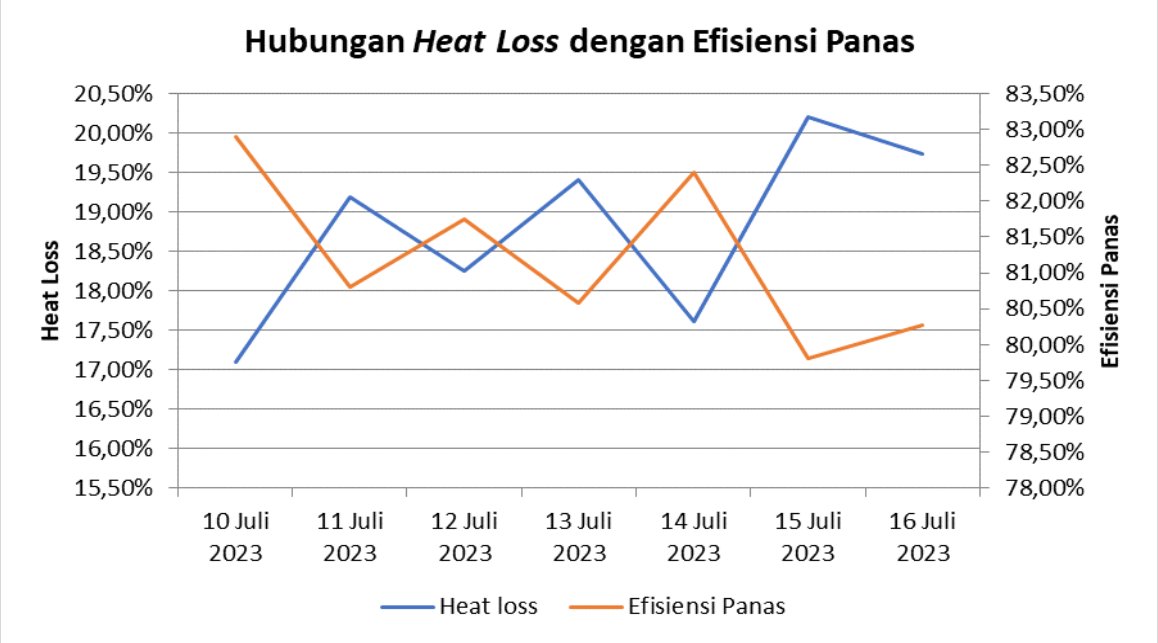
$$\text{Efisiensi panas} = \frac{387.194.282{,}0127 - 76.401.446{,}7529}{387.194.282{,}0127} \text{ x } 100\%$$

$$= 80{,}27\%$$

Sehingga nilai heat lost dan efisiensi panas yang diperoleh pada sistem kiln tanggal 10 Juli 2023 sampai 16 Juli 2023 adalah sebagai berikut :

Tabel 3.4 % *Heat Loss* dan Efiensi Panas Pada Sistem *Kiln*

Tanggal	*Heat loss*	Efisiensi Panas
10 Juli 2023	17,10%	82,90%
11 Juli 2023	19,19%	80,81%
12 Juli 2023	18,25%	81,75%
13 Juli 2023	19,41%	80,59%
14 Juli 2023	17,61%	82,39%
15 Juli 2023	20,20%	79,80%
16 Juli 2023	19,73%	80,27%



Pembahasan

Berdasarkan data grafik diatas menunjukan bahwa % panas radiasi berbanding terbalik dengan % efisiensi panas. Panas radiasi yang merupakan panas yang hilang atau panas yang tidak diinginkan, sehingga akan mempengaruhi nilai efisiensi panas pada sistem kiln. Panas radiasi yang tinggi disebabkan oleh konsumsi bahan bakar yang berlebih, ketika jumlah bahan bakar berlebih yang tidak sesuai dengan kebutuhan umpan, panas yang berlebih akan berpindah ke dinding-dinding alat sehingga akan mengalami perpindahan panas dan terbentuknya panas radiasi. Berdasarkan data grafik

diatas bisa dikatakan semakin besar pemanfaatan konsumsi panas, maka semakin kecil nilai panas radiasi yang didapat. Hal ini bisa dilihat pada tanggal 10 Juli 2023 yang memiliki efisiensi panas tertinggi yaitu 82,90 % memiliki % panas radiasi yang hanya 3.5 %. Begitu pun sebaliknya, pada tanggal 15 Juli 2023 yang memiliki efisiensi panas terendah yaitu 79,80 % memiliki % panas radiasi sebesar 4.05 %.

Efisiensi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi cuaca yang mempengaruhi suhu lingkungan sekitar alat, umpan yang masuk masih banyak mengandung senyawa alkali yang mengakibatkan terbentuknya coating di sistem *kiln* yang menyumbat udara dan bahan bakar pada Burner , kesempurnaan alat dimana mungkin terdapat penipisan pada peralatan di sistem *kiln* dan kemungkinan adanya kebocoran dalam saluran udara panas pada sistem *kiln*. Penurunan efisiensi tersebut merupakan hal yang wajar khususnya jika alat tersebut sudah beroperasi selama beberapa tahun.

CONCLUSION

Dari hasil analisa yang didapat, dapat disimpulkan bahwa banyaknya panas yang tidak termanfaatkan *(heat loss)* menyebabkan pemanfaatan konsumsi panas pada sistem *kiln* menjadi tidak efisien. Sehingga perlu dilakukan perhitungan dengan benar terkait jumlah massa umpan terhadap bahan bakar yang digunakan agar pemanfaatan konsumsi panas pada sistem *kiln* menjadi efisien. Selain itu hal-hal lain yang mempengaruhi hilangnya panas pada sistem kiln perlu juga diperhatikan, diantaranya pemeliharaan kondisi dinding *kiln* dan *bricks*, yang dapat menyebabkan banyak panas terbuang ke lingkungan sekitar apabila terkikis. *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

Alsop, P. A.. (2005). CEMENT MANUFACTURER’S HANDBOOK. New York: Chemical Publishing Co,.Inc.

Bagian Personalia, PT Semen Baturaja. (2023). BATURAJA: PT Semen Baturaja.

Bagian Produksi PT Semen Baturaja. (2023). TEKNOLOGI SEMEN. BATURAJA: PT Semen Baturaja.

Biro Produksi 2 PT Semen Baturaja. (2023). PROSES PRODUKSI SEMEN. Baturaja : PT SemenBaturaja Tbk.

Hougen, O. A., Watson, K. M., dan Ragatz, R.A. (1954). MATERIAL AND ENERGY BALANCES. New York: John Wiley & Sons, Inc.

PT Semen Baturaja Tbk. (2022). ANNUAL REPORT 2022. Baturaja: PT Semen Baturaja Tbk

Peray, Kurt E. (1979). CEMENT MANUFACTURER'S HANDBOOK. New York: Chemical Publishing Co. Inc.

Perry, R, H.. (2019). PERRY'S CHEMIAL ENGINEERING HAND BOOK, 9th Edition. New York: Mc Graw Hill Inc.

Perry, R.H. (1997). PERRY'S CHEMICAL ENGINEERING HAND BOOK,6 th ed. Mc Graw Hill Inc , New York