



JURNAL MULTIDISIPLINER BHARASUMBA

ANALISIS KINERJA ALAT CALSINER DITINJAU DARI EFISIENSI THERMAL DI PABRIK BATUARAJA II PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk

Anindita Bunga Tiara^{a*} Safaruddin^b Rendotian Anugrah^c

^aProgram Studi teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

^bSMBR Learning Development

^cSupervisor Cement Mill 5&6

email: safaruddintohir@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received:

20 September 2022

Revised

23 September 2022

Accepted:

02 October 2022

Online available:

29 October 2022

Kata Kunci : Kalsiner,
Neraca Massa dan Panas,
Efisiensi Thermal

Keywords :

*Calsiner, Mass
and Heat Balance,
Thermal Efficiency*

***Correspondence:**

Name : Anindita Bunga

Tiara

E-mail :

safaruddintohir@gmail.com

Abstrak

Kalsiner merupakan alat bantu pemanasan yang digunakan semua produk rotary kiln modern. Kalsiner merupakan alat pemanasan awal dan tempat terjadinya reaksi kalsinasi awal sebelum masuk ke kiln. Kalsiner telah beroperasi pada waktu yang cukup lama, mengingat penggunaannya maka diperlukan analisa mengenai efisiensi kinerja alat Kalsiner. Alat Kalsiner yang merupakan alat yang digunakan sebagai tempat terjadinya proses kalsinasi batu kapur dan pembakaran bahan bakar secara simultan di suatu pabrik semen. Penambahan kalsiner pada pabrik semen bertujuan untuk mengurangi *burning zone load* di kiln karena bahan bakar ke kalsiner mencapai 60%, meningkatkan kapasitas produksi kiln, serta membuat pengoperasian kiln lebih stabil. Kalsiner menggunakan batubara sebagai bahan bakar yang kontak dengan udara panas dari kiln (udara tersier) yang berasal dari grate cooler. Dalam pengembangan sistem calciner ini, masing-masing pabrik semen mempunyai desain yang berbeda-beda, namun mempunyai tujuan yang sama yaitu menaikkan derajat kalsinasi dan meningkatkan kapasitas produksi serta menurunkan konsumsi energi, terutama energi panas yang digunakan pada kiln. Tujuan dari penggunaan Kalsiner adalah mengurangi beban pembakaran dari rotary kiln. Pada PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. menggunakan preheater dengan 5 tingkat, dimana calciner ditempatkan setelah siklon IV kemudian hasil Kalsiner ke siklon V. Kalsiner memiliki tinggi total 59,75 meter dengan diameter dalam 7,6 meter. Pada bagian atas dan bawah berbentuk cone dimana cone atas lebih besar diameter dari pada cone bagian bawah. Hal ini, karena feed berupa padatan dan pada bagian bawah masuk udara tersier yang berupa gas pada PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.

Abstract

Calciner is a heating aid used in all modern rotary kiln products. The calciner is a preheating device and a place for the reaction to occur preliminary calcination before entering the kiln. Calciner has been operating at the right time long enough, considering its use, it is necessary to analyze the efficiency Calciner tool performance. Calciner tool which is a tool that is used as a place for the process of calcining limestone and burning fuel simultaneously in a cement factory. The addition of calciner to the cement plant aims to reduce the burning zone load in the kiln because the fuel to the calciner reaches 60%, increases the production capacity of the kiln, and makes the operation of the kiln more stable. The calciner uses coal as fuel which is in contact with hot air from the kiln (tertiary air) coming from the grate cooler. In the development of this calciner system, each cement plant has a different design, but has the same goal, namely to increase the degree of calcination and increase production capacity and reduce energy consumption, especially heat energy used in the kiln. The purpose of using the Calciner is to reduce the burning load of the rotary kiln. at PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. using a preheater with 5 levels, where the calciner is placed after cyclone IV then the calciner results to cyclone V. The calciner has a total height of 59.75 meters with an inner diameter of 7.6 meters. At the top and bottom are cone-shaped where the top cone is larger in diameter than the bottom cone. This is because the feed is in the form of solids and at the bottom enters the tertiary air in the form of gas at PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.

Keywords: *Calsiner, Mass and Heat Balance, Thermal Efficiency*

1. PENDAHULUAN

Pada pengolahan semen dengan alat Kiln yang merupakan wadah pemasakan utama dalam pengolahan semen, pada tahun 1942 diperkenalkan teknologi calciner dengan tujuan menghemat bahan bakar pada rotary kiln dengan membagi reaksi kalsinasi sehingga mengurangi beban kerja rotary kiln. Teknologi calciner ini dapat membantu proses pemasakan pada rotary kiln. Bahan bakar utama PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. dalam proses pemasakan ialah batubara. PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. menerapkan sistem pemasakan dengan kondisi kering, hal ini dalam rangka menghemat penggunaan bahan bakar dan pengoperasian yang lebih sederhana. Bahan bakar utama PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. dalam proses pemasakan ialah batubara. Disisi lain, diterapkan teknologi calciner yang membantu proses persiapan pemasakan pada rotary kiln.

Calciner merupakan bagian dari preheater yang berfungsi membantu kinerja kiln dalam mendekomposisi CaCO_3 menjadi CaO . Untuk mengetahui kinerja dari Calciner dapat dilakukan perhitungan neraca massa dan neraca panas dari alat selama proses berlangsung. Analisis kinerja suatu peralatan perlu dilakukan secara berkala sehingga performa kerja alat dapat dijaga dan tetap berkerja efektif.

Calciner merupakan alat bantu pemanasan yang digunakan semua produk rotary kiln modern *Calsiner* adalah merupakan salah satu reaktor di dalam suatu pabrik semen dengan proses kering. Kalsiner adalah suatu peralatan yang digunakan untuk proses kalsinasi. Proses kalsinasi adalah proses penguraian karbonat menjadi oksida CaO dan MgO serta CO_2 sebagai gas. Proses kalsinasi adalah proses penguraian karbonat menjadi oksida CaO dan MgO serta CO_2 sebagai gas. Proses kalsinasi berlangsung dari cyclone I hingga cyclone III pada temperature yang berbeda dengan keberhasilan derajat kalsinasi (persentasi unsur CaO yang terurai dari senyawa karbonat) sesuai dengan desain preheater yang digunakan.

Calciner memiliki tinggi total 59,75 meter dengan diameter dalam 7,6 meter. Pada bagian atas dan bawah berbentuk cone dimana cone atas lebih besar diameter daripada cone bagian bawah. Hal ini karena feed berupa padatan dan pada bagian bawah masuk udara tersier yang berupa gas. Selain itu cone yang berdiameter kecil memberikan tekanan pada udara tersier sehingga lidah api dapat mencapai tinggi maksimal. Berada di dekat udara tersier input batubara melewati lubang kecil yang masuk dari 2 arah. Kemudian hasil keluar dari atas dan menuju siklon V.

Calciner ialah alat bantu pemasakan bahan baku dan mengurangi beban kerja rotary kiln. Terdapat 2 nama yang umum mengenai calciner, pertama precalciner yang mengacu pada preheater-calciner dimana penyebutan dilakukan karena calciner ialah bagian dari komponen preheater, yang kedua ialah calciner yang menyatakan bahwa teknologi yang terpisah

dimana calciner berdiri dan memiliki fungsi yang spesifik (Keefe and Shank, 2002).

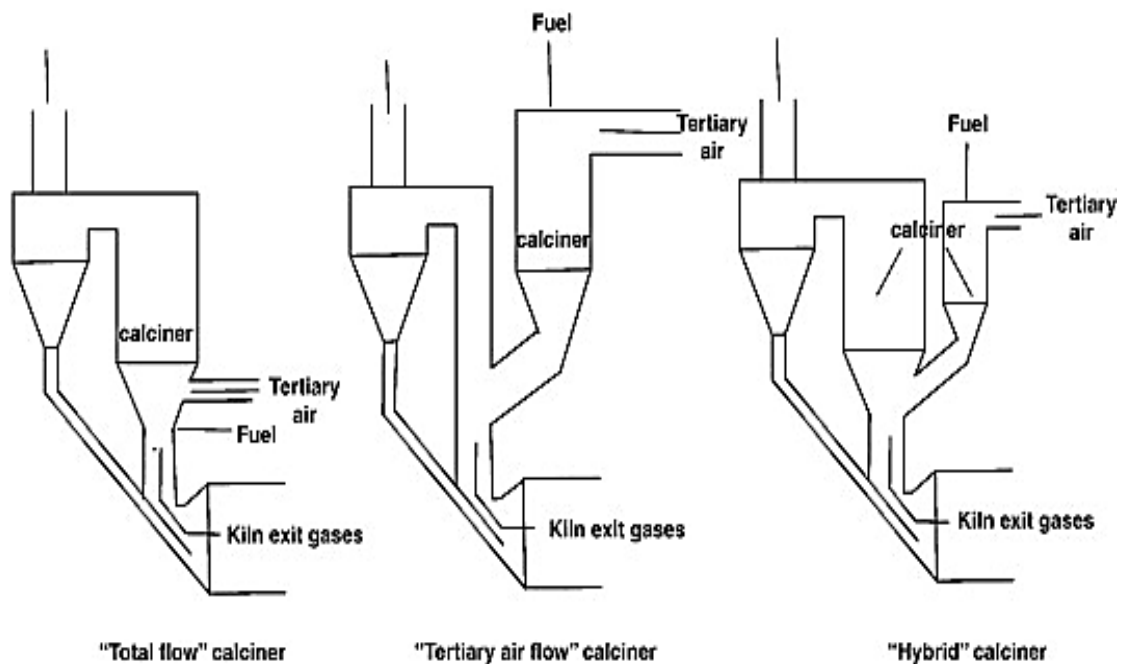
Meskipun preheater dan kiln terhubung secara langsung namun preheater sangat kesulitan dalam mengatur proses yang terjadi pada rotary kiln. Rotary kiln terbatas pada mengendalikan suhu sintering zone. Kemudian dibangun teknologi rotary kiln dengan pengapian silinder putar untuk membantu reaksi awal kalsinasi. Namun, hanya suspension preheater akhirnya bisa menjadi dasar bagi teknologi precalciner. calciner memberikan kombinasi yang unggul pertukaran panas yang efisien dengan aliran gas yang sangat bergolak. Selain itu menguntungkan untuk pembakaran dan jauh lebih baik daripada api difusi pada kiln. Dalam kiln dengan penembakan single-point, feed ini dibatasi oleh jumlah bahan bakar yang dapat dibakar dengan aman dan efisien di zona pembakaran, yang pada dasarnya merupakan fungsi dari diameter kiln. Di sisi lain, precalciner meningkatkan efektifitas dengan membuat zona tembak kedua yang sangat memperluas kemampuan sistem.

Operasi precalciner yang efisien bergantung sejumlah aspek yaitu waktu tinggal gas di precalciner sehingga dibutuhkan siklon pada stage akhir untuk meningkatkan efisiensi pembakaran. Namun harus mengurangi potensi masalah build-up dan memberikan konsumsi bahan bakar yang tepat. Kinerja precalciner dapat dilihat dari efisiensi pembakaran, tingkat kalsinasi, kerentanan dan tingkat produksi serta konsumsi bahan bakar. Semua faktor ini menjadi pertimbangan penting dalam penentuan desain precalciner. Menurut Keefe and Shank (2002) secara khusus, perbedaan desain meliputi:

- Aliran berputar atau tidak berputar
- Perpanjangan sistem riser duct atau ruang bakar terpisah
- Sistem penyediaan udara pembakaran
- Jumlah tahap, jumlah string
- Sistem pengurangan NOX

Menurut (Turnell,2001) calciner dibagi berdasarkan tiga jenis dasar, yaitu :

- Total flow calciner
- Tertiary air flow calciner
- Hybrid calciner



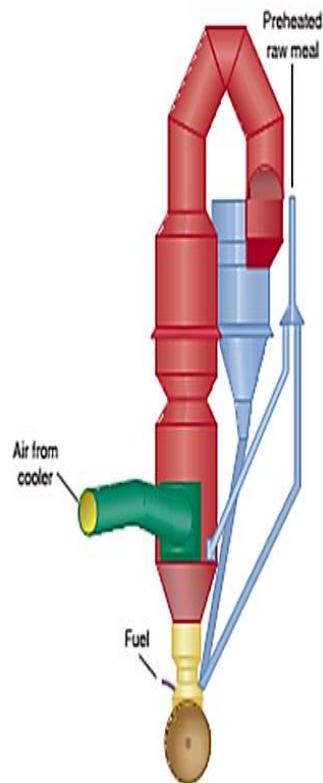
Total flow calciner, dimana pembakaran berlangsung dalam campuran gas keluar kiln dan udara tersier. Oleh karena itu pembakaran dimulai pada kondisi gas dengan sekitar 10% sampai 14% oksigen dan berakhir pada sekitar 1% hingga 3% oksigen. Raw meal dari preheater dimasukkan ke bagian bawah calciner dan dialirkan melewati calciner menuju siklon pada stage terbawah dan dibantu dengan gas calciner. Selama proses aliran feed melewati calciner, terjadi perpindahan panas antara pembakaran bahan bakar dan pada bahan baku,

Tertiary air flow calciner, pembakaran berlangsung di aliran udara. Dengan kata lain, hal itu dimulai di gas dengan 21% oksigen dan berakhir di sekitar 1 sampai 3% oksigen. Raw meal dari preheater dimasukkan ke dalam calciner pada ujung burner dan dialirkan ke siklon pada bottom stage.

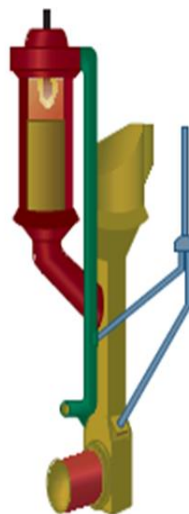
Hybrid calciner, Hybrid pada dasarnya merupakan kombinasi dari Total flow calciner dan Tertiary air flow calciner. Dalam Hybrid calciner, pembakaran dimulai di udara tersier dengan 21% oksigen, seperti dalam Tertiary air flow calciner, tapi selesai dalam campuran off-gas kiln dan udara tersier, mirip dengan Total flow calciner. Suhu gas di pintu keluar dari tiga jenis precalciner diatur berada pada kisaran 870°C hingga 900°C, yang diperlukan untuk kalsinasi batu kapur namun belum cukup untuk membentuk kondisi buildups dan penyumbatan,

Keuntungan Total flow calciner dan Hybrid calciner adalah kestabilan untuk mengurangi zona aliran dalam off-gas sehingga oksida nitrogen dapat dikurangi. Tertiary air flow dan Hybrid calciner memiliki keuntungan dalam memberikan kondisi yang oxygen-rich, terutama menguntungkan untuk bahan bakar yang sulit dibakar. Selain itu, volume calciner yang dibutuhkan

dari Tertiary air flow calciner kurang dari volume diperlukan Total flow calciner dan Hybrid calciner. Contoh penerapan untuk Total flow calciner dan Tertiary air flow pada F.L.Smith Co yaitu in-line calciner Gambar 3.5 dan separate-line calciner Gambar 3.4.



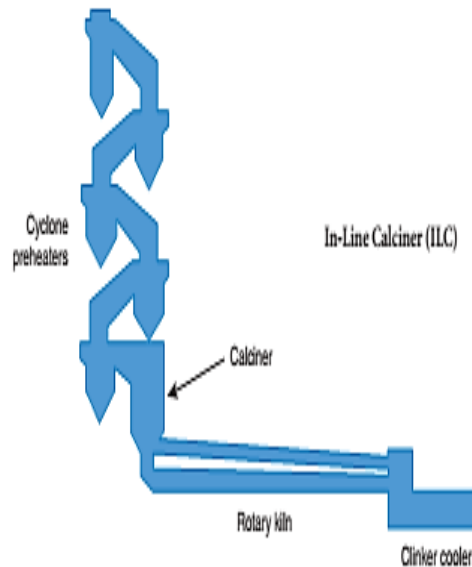
Gambar 3.4 Separate-line Calciner (SLC)
Sumber: Keefe and Shank, 2002



Gambar 3.5 In-line Calciner (ILC)
Sumber : Keefe and Shank,2002

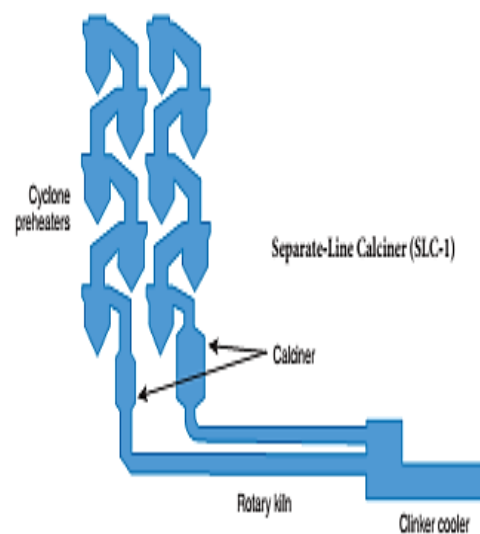
Pada kalsiner terdapat dua sistem yaitu:

- a. *In Line Calciner (ILC)* Aliran udara pembakaran di kalsiner di suplai dari udara tersier dan udara dari kiln. Gambar in line calciner dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Sistem kiln dengan *Inline Calciner*
Sumber : Manias, Con. G

- b. *Separate Line Calciner* Udara panas tersier dari cooler masuk ke kalsiner melalui sentral inlet di dasar konis dan gas buang keluar kalsiner melalui sisi outlet di bagian atas. Gambar separate line calciner dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Sistem Kiln dengan *Separate Line Calciner*
Sumber : Manias, Con. G

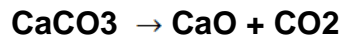
Suspension preheater yang digunakan di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk adalah preheater dengan dua string. Pemanasan raw meal dilakukan oleh preheater siklon empat tingkat. Aliran material dari silo raw meal diangkut oleh conveyer masuk ke bagian puncak preheater (tingkat 1) sedangkan gas panas masuk ke siklon paling bawah berlawanan arah dengan arah aliran material masuk. Aliran gas panas dimungkinkan karena adanya isapan fan, sedangkan material bergerak karena gaya gravitasi. Material yang mengalir dari atas bertemu dengan gas panas dari bawah dalam saluran yang menghubungkan *cyclone*. Pada saat tersebut terjadi perpindahan panas dari gas ke material. Material yang sempat terbawa oleh gas dari bawah dipisahkan dengan cyclone dan selanjutnya dialirkan ke bawah.

Calciner tidak memiliki penghisap seperti siklon namun diganti dengan pendorong udara tersier. Namun tinggi dari calciner umumnya 2 kali lebih tinggi dari pada siklon. Hal ini hasil pertimbangan nyala api yang mungkin menyentuh bagian atas dari calciner dan dapat membahayakan seluruh proses.

Tingkat yang lebih tinggi dari kalsinasi dapat dicapai dalam operasi dengan mengendalikan faktor derajat kalsinasi. Derajat kalsinasi pada calciner tergantung pada:

- Suhu dalam calciner
- Waktu tinggal raw meal
- Pemisahan gas / padatan
- Pengaruh sirkulasi debu
- Perilaku kinetik dari bahan baku

Calciner memiliki 2 input yaitu input yang berasal dari hasil siklon double string berupa calciner feed yang memiliki kadar air sangat rendah. Input kedua merupakan batubara dari bagian bawah hasil coal mill dengan kadar air rendah dengan dorongan blower. Sumber panas berasal dari udara tersier yang didorong grate cooler melewati hasil klinker panas sehingga suhu udara tersier diatas 700 C. Kontak keduanya menghasilkan pemanasan yang memicu reaksi kalsinasi Reaksi kalsinasi pada calciner PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk terjadi pada perubahan CaCO_3 dan MgCO_3 menjadi oksida Ca (CaO) dan Oksida Mg (MgO).

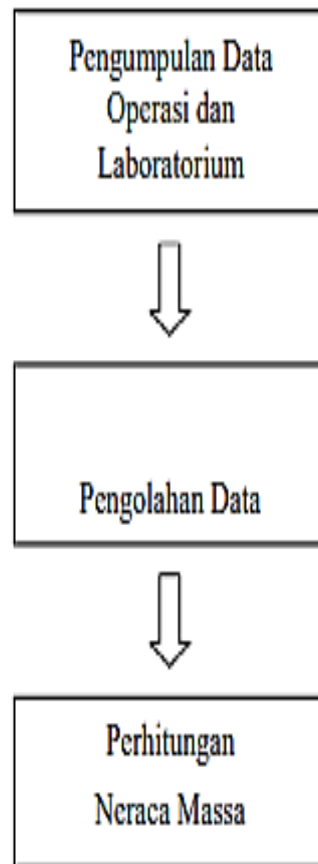


Suhu umum yang terjadi di dalam calciner berkisar 850 C. hal ini membuat calciner menghasilkan exhaust gas dalam jumlah besar yang dibutuhkan pada siklon I hingga III. Exhaust gas diharapkan dapat mendorong O₂ sehingga pada siklon I preheater diharapkan jumlah O₂ dibawah 2%. Karena pada aliran gas ini digunakan dalam pengeringan coal.

Hasil yang diharapkan yaitu reaksi kalsinasi banyak terjadi pada calciner. Sehingga pada proses di kiln, umpan yang berupa kiln feed siap dimasak. Karena jika suhu kiln feed tidak siap, hasil klinker tidak akan baik sehingga pada cement mill digunakan klinker dalam jumlah besar untuk mencapai kualitas yang diinginkan.

Efisiensi merupakan salah satu indikasi dalam mengetahui kinerja alat yang digunakan. Efisiensi Thermal pada unit Calciner merupakan suatu hal yang penting untuk diperhatikan, karena efisiensi Efisiensi pada calsiner menjadi hal penting dikarenakan merupakan tolak ukur dalam mengetahui kinerja calsiner. Efisiensi thermal dapat menentukan seberapa banyak panas yang hilang sehingga diketahui seberapa baik alat tersebut bekerja. Efisiensi peralatan Calciner dapat diketahui dengan perhitungan energi yang terpakai dan energi yang terbuang. Evaluasi kinerja peralatan perlu dilakukan dalam suatu industri secara berkala untuk menjaga performa kerja alat sehingga tetap bekerja dengan efisien.

Dalam menentukan kinerja alat calsiner tentunya terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi alat tersebut. Faktor-faktor ini dapat berupa komponen neraca massa yang masuk dan keluar, neraca panas, serta panas hilang (heat loss) yang terjadi selama proses kalsinasi pada calsiner. Data yang diperoleh baik data primer maupun sekunder akan diolah sehingga diperoleh hasil yang diperlukan.



Gambar 3. Metode Penelitian

Data-data yang diperoleh dari pabrik kemudian diolah untuk menghitung neraca massa desain

dan neraca massa aktual yang terdiri dari:

1. Menghitung berat komposisi calciner feed dari data feed rate kiln
2. Menghitung berat komposisi fine coal dari data rate fine coal
3. Menghitung berat komposisi ash fine coal dari data rate ash fine coal
4. Menghitung reaksi kalsinasi
5. Menghitung reaksi pembakaran
6. Menghitung massa O₂ yang dibutuhkan reaksi pembakaran
7. Menghitung udara yang dibutuhkan reaksi pembakaran
8. Menghitung udara tersier
9. Menghitung output O₂ dan CO₂
10. Menghitung produk keluar calciner
11. Menghitung output input seluruh komponen

2. METODE PENELITIAN

Data umpan Calciner yang didapatkan dari pabrik adalah sebagai berikut :

Table 1. Preheater Feed

Tanggal	Preheater Feed (ton/jam)	Calciner Feed (C)	Fine Coal Mass Flow (ton/jam)
6 September 2022	320	872	19
7 September 2022	311	875	19
8 September 2022	332	875	18
9 September 2022	336	874	18
10 September 2022	335	874	18
11 September 2022	322	876	18
12 September 2022	279	879	17

Data yang telah didapat dari pabrik kemudian diolah untuk menghitung nilai dari neraca massa dan neraca panas dengan perhitungan :

$$\text{Massa Masuk} - \text{Massa Keluar} = \text{Akumulasi}$$

Dalam kondisi steady state akumulasi = 0, sehingga

$$\text{Massa Masuk} = \text{Massa}$$

Perhitungan neraca panas yang masuk akan menghasilkan proses dengan panas yang dibawa keluar, dirumuskan dengan:

$$Q = M \times C_p \times \Delta T$$

Sehingga diperoleh efisiensi thermal yang dapat dirumuskan dengan:

$$\% \eta = \frac{\text{total panas input} - \text{panas yang hilang}}{\text{total panas input}} \times 100\%$$

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Calciner merupakan alat bantu pemanasan yang digunakan semua produk rotary kiln modern. Calciner menggunakan batubara sebagai bahan bakar yang kontak dengan udara panas dari kiln (udara tersier) yang berasal dari grate cooler. Tujuan dari penggunaan Calciner adalah mengurangi beban pembakaran dari rotary kiln.

Pada perhitungan data neraca massa dan neraca panas dilakukan untuk mengetahui kinerja dari Calciner, sehingga dapat dihitung Efisiensi Thermal. Data perhitungan selama 7 hari dimulai pada tanggal 6 September 2022 – 12 September 2022.

Berdasarkan perhitungan neraca massa dan neraca panas didapatkan :

Tabel 2. Neraca Massa Calsiner

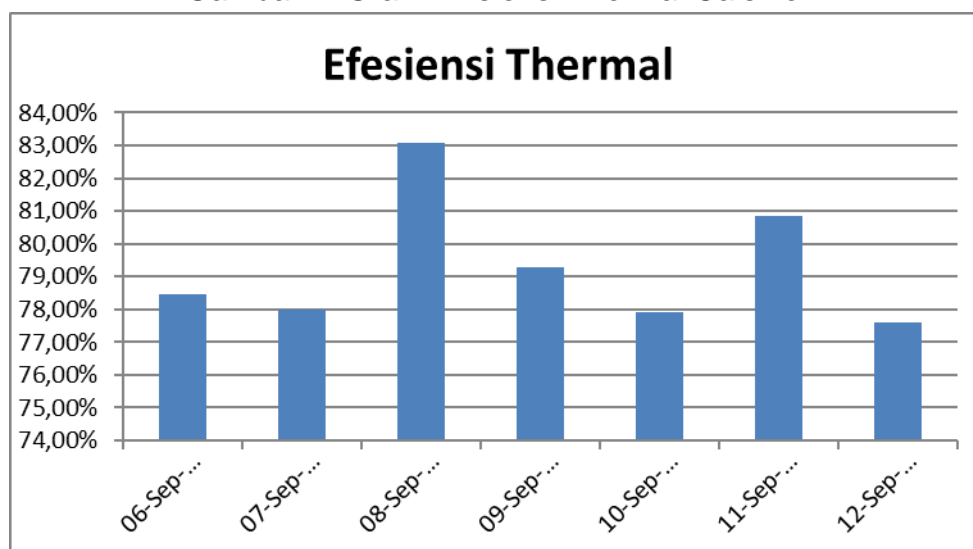
Tanggal	Input	Output
6 September 2022	493392,8691	493392,8691
7 September 2022	979030,7521	479030,7521
8 September 2022	487463,4211	487463,4211
9 September 2022	499420,4686	499420,4686
10 September 2022	499195,5451	499195,5451
11 September 2022	485644,0682	485644,0682
12 September 2022	431111,6249	431111,6249

Table 3. Neraca Panas Calciner

Tanggal	Input	Output
6 September 2022	165499416,0277	165499416,0277
7 September 2022	161675140,6900	161675140,6900
8 September 2022	156010788,5637	176010788,5637
9 September 2022	168870306,6951	168870306,6951
10 September 2022	170868627,3514	170868627,3714
11 September 2022	159754627,9951	159754627,9951
12 September 2022	147699654,4210	147699654,4210

Penentuan Efisiensi termal dari kalsiner sangat penting karena menggambarkan kinerja dari kalsiner, baik atau tidaknya kinerja *kalsiner* dapat dilihat dari efisiensi termal kalsiner Efisiensi termal dari dapat dilakukan dengan dua tahap yaitu menghitung neraca massa dan neraca energi. Perhitungan neraca massa diperlukan dalam perhitungan neraca energi. Sedangkan, perhitungan neraca energi diperlukan dalam perhitungan efisiensi termal kalsiner. Dari perhitungan neraca massa dan neraca panas selama 7 hari menghasilkan nilai efisiensi yang dapat dilihat pada Grafik 4 berikut ini:

Gambar 4. Grafik Efisiensi Thermal Calsiner



Hasil perhitungan nilai efisiensi thermal pada calciner pada grafik 4. Mengalami perubahan kenaikan dan penurunan setiap harinya. Efisiensi thermal tertinggi pada tanggal 8 September 2022 yaitu sebesar 83,09 %, sedangkan efisiensi thermal terkecil pada tanggal 12 September 2022 yaitu sebesar 77,59%. Perhitungan rata – rata efisiensi thermal selama 7 hari yaitu sebesar 79,31%.

Dari perhitungan neraca massa secara desain dan aktual dapat dilihat bahwa produk yang dihasilkan secara desain akan lebih banyak dari pada produk secara aktual. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah laju alir umpan yang digunakan. Jika dilihat dari derajat kalsinasi, pada kondisi aktual menunjukkan bahwa derajat kalsinasi yang diinginkan oleh desain awal telah tercapai bahkan menunjukkan angka yang lebih tinggi. Ini membuktikan bahwa pemanfaatan panas dan reaksi kalsinasi di calciner terjadi dengan baik, karena dengan suhu yang lebih rendah daripada suhu desain calciner dapat menghasilkan derajat kalsinasi yang lebih tinggi. Kenaikan dan penurunan efisiensi thermal dapat disebabkan oleh besarnya laju alir umpan, dimana semakin besar laju alir umpan maka akan semakin besar efisiensi calciner. Efisiensi juga dipengaruhi oleh kondisi operasi calciner seperti, derajat kalsinasi, dust lost, dan suhu operasi.

Efisiensi thermal kalsiner dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu banyak nya batubara yang disuplai untuk pembakaran dan semakin besar nilai kalor batubara maka akan menghasilkan efisiensi yang semakin kecil karena panas gas hasil pembakaran yang masuk ke kalsiner akan semakin besar. Suplai oksigen dapat berpengaruh terhadap proses pembakaran. Jika persediaan udara berkurang mengakibatkan pembakaran tidak berjalan dengan sempurna sehingga kadar CO akan meningkat dan panas yang dihasilkan berkurang. Namun, jika persediaan udara berlebih akan berdampak buruk pada proses pembakaran karena udara akan mendinginkan panas yang dibutuhkan didalam sistem sehingga proses pemanasan dan pembakaran batubara menjadi tidak sempurna. Selanjutnya, kelebihan kadar oksigen pada kalsiner akan menyebabkan nilai *heat loss* yang semakin meningkat. Selain itu, kebocoran pada ID Fan juga dapat menyebabkan pembentukan flok-flok yang dapat menghambat aliran material di dalam kalsiner.

Heat loss yang dihasilkan disebabkan oleh kadar oksigen yang terlalu tinggi. Kadar oksigen yang terlalu tinggi ini mengindikasikan udara pembakaran yang terlalu banyak sehingga jumlah panas yang terbuang akan semakin besar, karena panas ini memanaskan kelebihan udara yang tidak dipakai pada proses pembakaran. Sehingga, reaksi yang terjadi tidak berjalan dengan sempurna.

4. KESIMPULAN

Calciner merupakan alat bantu pemanasan yang digunakan semua produk rotary kiln modern. *Calsiner* adalah merupakan salah satu reaktor di dalam suatu pabrik semen dengan proses kering. *Calsiner* adalah suatu peralatan yang digunakan untuk proses kalsinasi. Perhitungan rata – rata efisiensi thermal selama 7 hari yaitu menghasilkan sebesar 79,31%. Efisiensi tertinggi pada tanggal 8 September 2022 yaitu sebesar 83,09%.

Kenaikan dan penurunan efisiensi thermal dapat disebabkan oleh besarnya laju alir umpan, dimana semakin besar laju alir umpan maka akan semakin besar efisiensi calciner. Selain laju alir umpan, efisiensi juga dipengaruhi oleh kondisi operasi calciner seperti, derajat kalsinasi, dust lost, dan suhu operasi. Pemeliharaan peralatan dan Untuk mendapatkan kinerja calciner yang baik, maka perlu dilakukan perawatan atau turn around secara rutin pada alat calciner untuk menjaga kinerja calciner. Perbedaan hasil perhitungan secara desain dan aktual ini dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi zat, temperatur, flow rate, atau laju alir yang masuk ke dalam calciner, dan panas yang digunakan. Untuk mendapatkan kinerja calciner yang baik, maka perlu dilakukan perawatan atau turn around secara rutin pada pabrik untuk menjaga kinerja calciner. Menggunakan batubara dengan kualitas yang sesuai, dengan cara pengecekan secara rutin pada batubara untuk menghasilkan produk yang baik.

PT. Semen Baturaja (Pesero) Tbk memproduksi klinker dengan menerapkan proses kering (*Dry Process*). Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan semen adalah batuan alam yang mengandung oksida – oksida kalsium, alumina, silika dan besi. Bahan baku tersebut terdiri dari tiga kelompok yaitu bahan baku utama berupa batu kapur (*Lime Stone*) dan tanah liat (*Clay*) yang mengandung komposisi kimia oksida – oksida kalsium, silika dan alumina, bahan baku penunjang (*korektif*) berupa pasir silika (*silica sand*) dan pasir besi (*iron sand*) yang mengandung oksida silika, dan oksida besi, dan bahan baku tambahan berupa *gypsum*. Proses pembakaran bahan baku pembuatan klinker membutuhkan kondisi oksidasi untuk menghasilkan klinker berwarna abu-abu kehijauan. Jika kondisi tidak memadai, akan dihasilkan klinker berwarna coklat yang menandakan sehingga semen yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih rendah. Setelah proses pembakaran bahan baku menjadi klinker, dilakukan pendinginan klinker dan penggilingan klinker bersama *gypsum* sampai didapatkan produk berupa semen yang siap dipasarkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- FLSmith. 1990. Buku Panduan PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. Baturaja.
FLSmith. 2003. Buku Panduan PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. Baturaja.

- Holderbank, K.E. 2000. Cement Seminar Process Technology I. Holderbank Management & Consulting.
- Keefe, B. P. and Shenk, R. E.. 2002. "Staged Combustion for Low - NOx Calciners". Jacksonville, Florida. IEEE-IAS/PCA Cement Industry Technical Conference.
- Muhammad Angga Saputra, Rendotian Anugrah, & safaruddin. (2022). Menghitung Nilai Efisiensi Thermal Pada Alat Grate Cooler PT Semen Baturaja II (persero) tbk. *Jurnal Multidisipliner Bharasumba*, 1(03 October), 413–421. Retrieved from <https://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/bharasumba/article/view/289>
- Peray, K.E. 1979. Cement Manufacturer's Handbook. Chemical Publishing Co., Inc, New York.
- Perry, R.H. 2008. Perry's Chemical Engineering Hand Book, 6th ed. Mc Graw Hill Inc, New York. Tedings, APCAC XVII Technical Conference
- Vinsensius Galih Adi Kurniawan. (2022). Analisis Persediaan Bahan Baku Pasir Besi Di Pt. Semen Baturaja. *Jurnal Multidisipliner Kapalamada*, 1(03 July), 406–411. Retrieved from <https://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/Kapalamada/article/view/279>