

EVALUASI KERJA PADA ALAT GRATE COOLER DI PABRIK BATURAJA II PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk

Thoriq Verel Tanthowy Z^{a*} Rendotian Anugrah^b Safaruddin^c

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

^bSMBR Supervisor Cement Mill 5 & 6

^cSMBR Learning Development

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 : Kinerja,
grate Cooler, Semen

Keywords :
Performance.
Kinerja, grate
Cooler, Semen

*Correspondence:

Name : Thoriq Verel
Tanthowy Z

E-mail :

safaruddintohir@gmail.com
[m](mailto:safaruddintohir@gmail.com)

Abstrak

PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. merupakan salah satu industri di Indonesia yang bergerak dibidang semen. Proses produksi semen pada PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu penambangan bahan baku, pemecahan bahan baku, pengeringan bahan baku, pencampuran bahan baku, pembakaran dan pendinginan, penggilingan bahan setengah jadi, dan pengantongan semen. PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. (Persero) memproduksi semen dengan bahan baku berupa batu kapur dan tanah liat yang didapatkan dari lokasi pertambangan batu kapur dan tanah liat milik Perseroan yang berlokasi sekitar 1,2 Km dari pabrik di Baturaja, Sumatera Selatan. Grate cooler merupakan salah satu jenis *clinker cooler* yang berfungsi untuk mendinginkan klinker secara cepat (*quenching*) pada proses produksi semen. Proses pendinginan di grate cooler merupakan salah satu bagian penting dalam menentukan kualitas semen. Efisiensi *clinker cooler* adalah perbandingan antara jumlah panas yang dikembalikan ke kiln bersamaan dengan udara sekunder sebagai udara bakar kiln dan udara tersier sebagai udara bakar *calsiner* terhadap jumlah panas yang tersimpan pada klinker saat masuk cooler inlet. Alat Grate Cooler merupakan salah satu alat utama pada proses pembuatan semen. Pada proses pembuatan semen, terdapat suatu standar yang telah ditetapkan untuk menentukan tipe semen yang dihasilkan. Agar dapat menghasilkan semen yang sesuai standar yang telah ditentukan, maka hal yang perlu diperhatikan yaitu berbagai macam aspek dalam proses pembuatannya, diantaranya adalah komposisi bahan yang digunakan di dalam proses. Selain hal tersebut juga harus diperhatikan proses pemanasan dan pendinginan dalam proses pembuatan klinker.

Abstract

PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. is one of the industries in Indonesia which is engaged in cement. The cement production process at PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. divided into several stages, namely mining of raw materials, breaking of raw materials, drying of raw materials, mixing of raw materials, burning and cooling, grinding of semi-finished materials, and bagging cement. PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. (Persero) produces cement with raw materials in the form of limestone and clay obtained from the Company's limestone and clay mining site which is located about 1.2 Km from the factory in Baturaja, South Sumatra. Grate cooler is a type of *clinker cooler* that serves to cool the *clinker* quickly (*quenching*) in the cement production process. The cooling process in the grate cooler is an important part in determining the quality of cement. *Clinker cooler efficiency* is the ratio between the amount of heat returned to the kiln along with secondary air as kiln fuel air and tertiary air as *calsiner* fuel to the amount of heat stored in the *clinker* when it enters the cooler inlet. The Grate Cooler is one of the main tools in the manufacturing process. cement. In the cement manufacturing process, there is a standard that has been set to determine the type of cement produced. In order to produce cement according to predetermined standards, the things that need to be considered are various aspects in the manufacturing process, including the composition of the materials used in the process. In addition to this, the heating and cooling processes in the *clinker* manufacturing process must also be considered.

1. PENDAHULUAN

Pada PT Semen Baturaja (Persero) Tbk ini, klinker adalah produk semen setengah jadi yang kualitasnya harus dijaga sebaik mungkin karena sangat menentukan kualitas produk semen yang diproduksi. Hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan klinker yaitu selain pembakaran untuk membentuk senyawa-senyawa yang terkandung di dalamnya juga pendinginan yang terjadi pada klinker (terak) tersebut. Proses pendinginan terak tersebut menggunakan metode *quenching* (pendinginan secara mendadak). Proses pendinginan terak ini dilakukan di dalam alat *Grate Cooler*, dimana media pendinginnya adalah udara yang didistribusikan oleh *fan/blower*. Alat *Grate Cooler* bekerja mendinginkan terak yang keluar dari *kiln* bersuhu 1350 °C menjadi ± 100 °C. Terak yang didinginkan akan berbentuk granular yang memiliki pori-pori besar sehingga mempengaruhi kemudahan penggilingan terak di dalam *Cement Mill*. Karakteristik terak yang dihasilkan ini sangat dipengaruhi oleh proses pendinginannya dan kemudahan penggilingan terak ini sangat mempengaruhi kualitas akhir dari semen, sehingga diperlukan efisiensi termal yang tinggi pada alat untuk menghasilkan terak yang baik.

Bagian-Bagian Utama Alat *Grate Cooler*

1. *Casing*

Lining casing luar *cooler* terbuat dari konstruksi baja/*plate* dan *rip* langit-langit diperkuat dengan *beam*. *Plate* untuk dinding dilapisi dengan isolasi dan batu tahan api *castable*, untuk mengurangi kehilangan radiasi panas. Keadaan bagian dalam *cooler* dapat dilihat melalui *inspection hole* yang tersedia di bagian atas dan samping *cooler*.

2. *Hydraulic Drive*

Movable frame digerakkan oleh *Cylinder Hydraulic Pump* yang dihubungkan ke *movable grate*. Bukaan pada dinding *Cooler* bagian bawah untuk pergerakan. *Hydraulic Drive* dilengkapi dengan *partition plate* sebagai *sealing*.

3. *Cooling Grate*

Cooling grate terdiri dari beberapa baris *grate plate* yang disusun sejajar. *Grate plate* terdiri dari dua buah *cooling grate* dimana pada setiap *grate* terdapat delapan buah *track* yang disusun sejajar yang berfungsi untuk memindahkan *clinker*. *Track* digerakkan menggunakan *hydraulic drive*. Udara pendingin dialirkan ke *grate cooler* menggunakan *blower* melalui *mechanical flow regulator* yang terpasang pada *air distribution plate* pada *cooling grade*.

4. *Roller Crusher*

Roller crusher dilengkapi dengan 4 unit *hammer breaker* yang terdiri dari *breaker rotor* dan *casing spesial wear lining* yang ditumpu oleh 4 buah *bearing housing*. Pelumasan pada *bearing* diberikan secara otomatis

central lubrication lube dengan *grease pump*. *Breaker rotor* digerakkan oleh motor listrik yang dihubungkan dengan *V-belt*.

5. Hammer Breaker

Cooler dilengkapi dengan dua buah unit hammer breaker yang terdiri dari breaker rotor dan casing spesial wear lining yang ditumpu oleh dua buah bearing housing. Pelumas pada bearing diberikan secara otomatis *central lubrication lube* dan *grease pump*. Breaker rotor, digerakkan oleh motor listrik yang dihubungkan *V-belt*. Hammer dipasang pada rotor disc, sedangkan casing rotor dapat diangkat dengan hoist untuk mempermudah perbaikan.

6. Hopper

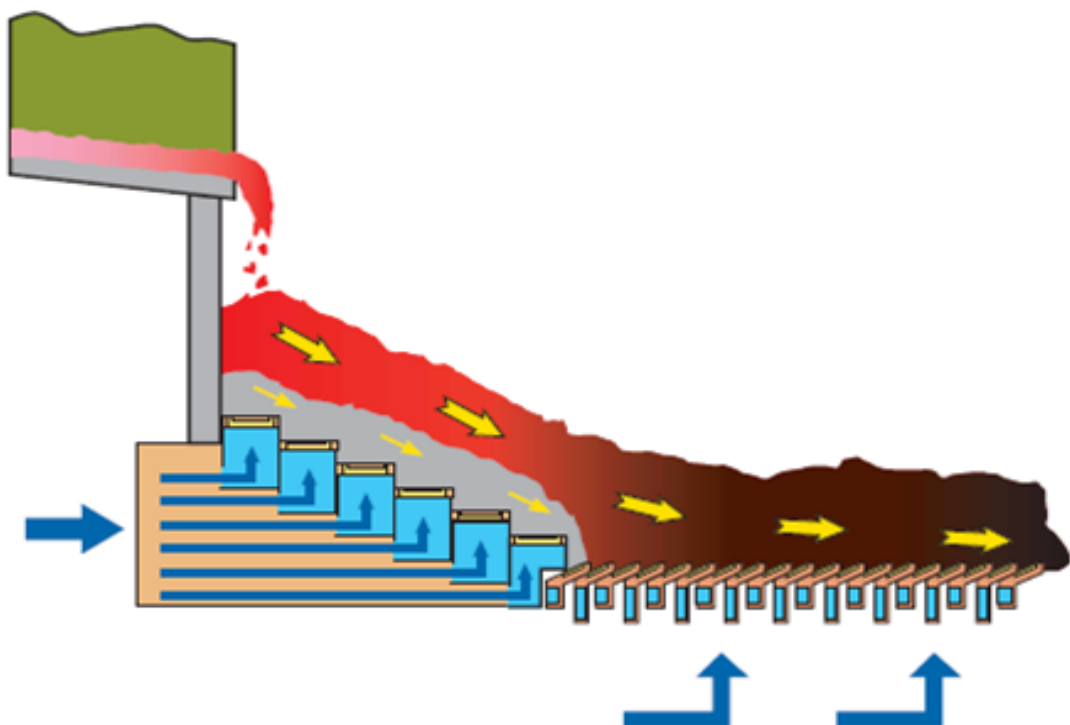
Hopper digunakan untuk menampung debu yang lolos dari lubang grate plate, sedangkan pengeluaran hopper diatur oleh *double tipping valve*.

7. Draig Chai Conveyer

Draig chai biasanya digunakan untuk membawa butir debu material yang lolos melewati lubang-lubang grate cooler.

Prinsip Kerja *Grate Cooler*

Bahan mentah yang telah digiling di *raw mill* selanjutnya masuk ke *homogenizing silo* atau CF Silo sebagai penampung sementara, setelah itu bahan mentah tersebut langsung masuk ke dalam *Preheater* untuk pemanasan awal bahan mentah dengan suhu sekitar 800 °C. Setelah dilakukan pemanasan awal, maka bahan mentah tersebut masuk ke dalam *rotary kiln* untuk dilakukan pemanasan, suhu di dalam *kiln* ini mencapai 1450 °C. Pemanasan dilakukan secara berkala kurang lebih sekitar 2 jam.



Setelah itu akan dilanjutkan dengan proses pendinginan di dalam alat *Grate Cooler*, pendinginan yang dilakukan di dalam alat *Grate Cooler* dengan metode *quenching* atau pendinginan secara mendadak yang awalnya memiliki suhu 1350-1450 °C menjadi sampai ± 100 °C. *Clinker* (terak) dengan suhu tinggi akan jatuh pada *cooler* dan didistribusikan secara seragam ke area kompartemen sesuai dengan lebar *gratenya*. Dikarenakan suhu material akan berubah menurut jarak, maka pendingin *clinker* dibagi menjadi beberapa kompartemen dimana semakin dekat dengan *kiln* maka panjang kompartemen semakin panjang.

Udara yang melewati material bersuhu ± 200 °C akan dihisap untuk digunakan sebagai sumber panas di *preheater* dan *kiln* yang bertujuan untuk meminimalkan energi yang hilang sehingga dapat menghemat biaya. Volume jatuhnya klinker ini akan selalu dimonitor oleh sebuah *transmitter* tekanan yang dipasang di *undergrate*. Jika volume curahan terak dari *kiln* melebihi atau kurang dari nilai yang telah disetkan, maka *transmitter* tekanan akan mengirim sinyal ke pengontrol tekanan. Sehingga pengontrol tekanan akan segera mengolah data tersebut yang selanjutnya data tersebut akan dikirim ke pengontrol kecepatan motor penggerak *grate*. Jika volume jatuhnya klinker lebih besar dari yang disetkan, maka motor akan bergerak lebih cepat dengan tujuan untuk mengecilkan *bed depth* dan sebaliknya.

Pada proses pembuatan semen, material bahan penyusun semen dicampurkan sedemikian rupa berdasarkan komposisinya masing-masing. Pencampuran ini dilakukan dalam suhu yang sangat panas dalam alat *kiln* dengan temperatur 1800°C. Selanjutnya temperatur klinker akan diturunkan dari suhu 1350 °C sampai dengan suhu 90–100°C untuk selanjutnya akan dipecahkan oleh *hammer crusher*. Untuk menurunkan suhu *clinker*, digunakan alat pendingin dengan proses *quenching*. Proses *quenching* sendiri adalah proses pendinginan *clinker* secara mendadak dengan bantuan *fan-fan* yang mengalirkan udara pendingin. *Fan* akan mengalirkan udara atmosfer menuju *cooler* sehingga akan berkontak dengan *clinker*. Kontak antara udara dengan *clinker* inilah yang akan menurunkan suhu dengan cepat sebanding dengan banyaknya volume udara pendingin yang dialirkan oleh *fan* pendinginnya. Tujuan *quenching* adalah untuk mendapatkan *clinker* dengan mutu yang baik,

2. METODE PENELITIAN

Teori Neraca Massa dan Energi

1. Penyusunan Persamaan Neraca Massa

Input Massa

- a. Clinker Keluar Kiln (MKI)
- b. Udara Pendingin (CA)

2. Output Massa

- a. Clinker Keluar Cooler (MKO)
- b. Udara Sekunder (MSA)
- c. Udara Tersier (MTA)
- d. Udara Buang (MVA)

Neraca Massa :

$$M_{KI} + M_{CA} = M_{KO} + M_{SA} + M_{TA} + M_{VA}$$

3. Penyusunan Neraca Energi

Input Panas

- Panas Sensible Clinker keluar kiln (QKI)
- Panas Sensible udara pendingin (QCA) Output Panas
- Panas Sensible Clinker keluar cooler (QKO)
- Panas Sensible udara sekunder (QSA)
- Panas Sensible Udara Tersier (QTA)
- Panas Sensible Udara Buang ke EP (QVA)
- Panas Lain-lain (QLA)

Neraca Panas :

$$Q_{KI} + Q_{CA} = Q_{KO} + Q_{SA} + Q_{TA} + Q_{VA} - Q_{LA}$$

$$Q_{LA} = (Q_{KI} + Q_{CA}) - (Q_{KO} + Q_{SA} + Q_{TA} + Q_{VA})$$

4. Perhitungan Efisiensi Thermal

Efisiensi Thermal pada cooler didefinisikan sebagai : “Perbandingan antara jumlah panas yang dikembalikan lagi ke proses pembakaran dengan total panas yang dibawa oleh clinker keluar kiln “

$$\eta = \frac{(Q \text{ Clinker In} - (Q \text{ Clinker Out} + Q \text{ Heat Loss}))}{Q \text{ Clinker In}} \times 100 \%$$

Dimana :

QKI = Panas sensibel clinker keluaran kiln

QKO = Panas sensibel udara clinker keluar cooler

QHL = Panas yang hilang karena radiasi, konduksi, dll (heat loss).

Metode kegiatan

Kerja Praktek ini dilaksanakan di PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. Pabrik Baturaja, Jalan Tiga Gajah, Kecamatan Sukajadi, Baturaja Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan. Waktu Pelaksanaan kerja praktek mulai tanggal 12 Juli 2021 sampai dengan 1 Oktober 2021. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode deskriptif. Data-data yang digunakan untuk mengetahui pengaruh klinker pada Grate Cooler terhadap nilai Efisiensi Termal Diperoleh dari :

1. Data Lapangan

Data-data diperoleh dari Central Control Room (CCR), Laboratorium pengendalian proses dan laboratorium jaminan PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. Dan data-data tersebut meliputi:

- a. Data Kiln Feed
- b. Data Kebutuhan Batubara (Coal Firing)
- c. Data Kapasitas Fan pendingin
- d. Data Temperatur Klinker dan Udara
- e. Data Spesifikasi Alat Grate Cooler

Data-data yang diperoleh digunakan untuk menghitung neraca massa dan neraca panas.

Neraca Massa dan Neraca Panas

Untuk mencari input massa *clinker* :

Kiln Feed / Faktor *Clinker* (PT Semen Baturaja (Persero) Tbk, 2020)

Kapasitas panas mempunyai persamaan :

$$C_p = a + bT + cT^2 \dots\dots\dots (Smidth, 2003)$$

Untuk mengetahui harga kapasitas panas ada beberapa cara yaitu :

1. Kapasitas panas fungsi temperatur

Kapasitas panas fungsi temperatur secara umum mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 \dots\dots\dots (Smidth, 2003)$$

Persamaan ini digunakan untuk gas ideal anorganik, sedangkan untuk senyawa organik mempunyai persamaan :

$$C_p = \alpha + \beta T^2 + \gamma T^3, \alpha, \beta, c, \alpha, \beta, \text{ dan } \gamma \text{ merupakan konstanta.}$$

Untuk menghitung perubahan panas dari suatu sistem dengan menggunakan kapasitas panas fungsi temperatur dari T_1 ke T_2 .

- a. Untuk gas ideal anorganik

$$dQ = \int C_p \cdot dT = \int (a + bT + cT^2 + dT^3) dT \dots\dots\dots (Smidth, 2003)$$

- b. Untuk senyawa organik

$$dQ = \int C_p \cdot dT = \int (\alpha + \beta T^2 + \gamma T^3) dT \dots\dots\dots (Smidth, 2003)$$

2. Kapasitas panas rata – rata

Kapasitas panas rata-rata dari perubahan temperatur T_1 ke T_2 dapat diturunkan dari kapasitas panas fungsi temperatur dengan persamaan :

$$C_{pm} = \int c_p \cdot dT / T_2 - T_1 \dots\dots\dots (Smidth, 2003)$$

Untuk menghitung perubahan panas dari suatu sistem dengan menggunakan kapasitas panas rata-rata dari T_1 ke T_2 .

$$dQ = n \cdot C_p \cdot dT \dots\dots\dots (Smidth, 2003)$$

3. Kapasitas panas molar

Kapasitas panas molal dari perubahan temperatur T_1 ke T_2 dapat diturunkan dari kapasitas panas fungsi temperatur dengan persamaan :

$$C_p = a + b(T_1+T_2/2) + c (T_1+T_2/2)^2 + d (T_1+T_2)^3 \dots \dots \dots .(Smidth, 2003)$$

Untuk menghitung perubahan panas suatu sistem dengan menggunakan kapasitas panas molal dari T_1 ke T_2 adalah :

$$dQ = n \cdot C_p \cdot dT \dots \dots \dots (Smidth, 2003)$$

Dimana :

n = Volume Udara Pembarakan (m^3) dalam hal ini Udara Sekunder

C_p = Panas Jenis Udara Sekunder pada Suhu Tertentu ($kcal/m^3 \text{ } ^\circ C$)

dT = Temperatur Udara Sekunder masuk Kiln

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Mekanisme perpindahan panas di Grate Cooler

Menurut Juni Kartika Permatasari, dalam Tugas Khusus di PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk menyatakan bahwa perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai transmisi energi dari suatu tempat ke tempat lain, sebagai dampak dari perbedaan temperatur pada sistem yang di aliri panas tersebut. Mekanisme perpindahan panas dapat berlangsung dari suatu material yang temperaturnya lebih tinggi ke material yang temperaturnya lebih rendah hingga mencapai suatu kondisi keseimbangan. Mekanisme perpindahan panas yang terjadi didalam grate cooler ada 3, yaitu:

- a. Perpindahan panas secara konduksi (rambatan) Konduksi adalah perpindahan panas dari satu bagian ke bagian yang lain tanpa ada partikel yang ikut berpindah. Laju perpindahan panas secara konduksi dipengaruhi oleh luas penampang perpindahan panas, konduktivitas thermal dan perbedaan temperatur (Geankoplis,1993). Perpindahan panas secara konduksi yang terjadi di dalam grate cooler adalah perpindahan panas antara sesama permukaan clinker.
- b. Perpindahan panas secara konveksi Konveksi adalah perpindahan panas dari satu bagian ke bagian lain yang disertai dengan partikelnya ikut berpindah. Didalam proses pendinginan di Grate Cooler perpindahan panas secara konveksi terjadi antara gas dengan partikel clinkernya. Perpindahan panas secara konveksi antara gas dengan partikel clinker yang terjadi di dalam grate cooler merupakan konveksi transient, artinya temperatur gas dan partikel berubah sepanjang waktu perjalanan aliran. Mekanisme perpindahan panas konveksi yang terjadi iddalam Grate Cooler, dimana temperatur partikel lebih tinggi daripada temperatur gas sehingga panas berpindah dari partikel ke fluida gas. Perpindahan panas dari partikel ke gas dengan

menghasilkan koefisien perpindahan panas dan menganggap unggun fluidisasi berlaku sebagai sistem satu fasa.

- c. Perpindahan panas secara radiasi Berlainan dengan mekanisme konduksi dan konveksi, dimana perpindahan panas terjadi melalui bagian dari clinkernya, panas juga dapat berpindah melalui daerah hampa atau melalui fluida ke permukaan lain dengan cara pemancaran gelombang elektromagnetik yang disebut dengan radiasi. Perpindahan panas radiasi terjadi antara udara panas yang ada didalam grate cooler dengan udara lingkungan sekitar.

Prinsip Kerja Hydraulic Drive

Setiap grate dari cooler dilengkapi dengan dua hydraulic cylinder. Hydraulic ini digerakkan melalui fluida yang dipompakan oleh axial piston pump. Kecepatan gerak hydraulic merupakan kecepatan gerak movable plate yang semuanya diatur High respon proportional valve pada reversing unit. Pada langkah awal dan akhir langkah cylinder di pasang proximity switch yang gunanya untuk membatasi langkah cylinder, bila switch atas dibuka maka proportional valve pada reversing unit menukar ke posisi switch yang berlawanan, sehingga tekanan cylinder bergerak balik begitu juga sebaliknya untuk switch bawah.

Jika switch bawah dibuka maka proportional valve akan menukar posisi switch yang berlawanan sehingga tekanan cylinder akan naik dan hydraulic cylinder bergerak balik begitu seterusnya. Pada dasarnya motor menggerakkan axial piston pump yang memompa fluida ke hydraulic cylinder dan menggerakannya. Hydraulic cylinder ini berhubungan dengan drive shaft dan drive shaft berhubungan dengan moving frame. Hal ini menyebabkan movable plate yang terpasang pada moving frame melalui grate support akan ikut bergerak.

Pembahasan

Media – Media Pendingin

Di PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk menurut saya bahwa berbagai bahan pendingin yang digunakan dalam proses perlakuan panas antara lain:

- a. Air Pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat. Biasanya kedalam air tersebut dilarutkan garam dapur sebagai usaha mempercepat turunnya temperatur benda kerja dan mengakibatkan bahan menjadi keras.
- b. Minyak Minyak digunakan sebagai fluida pendingin dalam perlakuan panas adalah benda kerja yang diolah. Selain minyak yang khusus digunakan sebagai bahan pendingin pada proses perlakuan panas, dapat juga digunakan oli, minyak bakar atau solar.

- c. Udara Pendinginan udara dilakukan untuk perlakuan panas yang membutuhkan pendinginan cepat. Untuk keperluan tersebut udara yang disirkulasikan kedalam ruangan pendingin dibuat dengan kecepatan tinggi.

Metode Pendinginan *Clinker* menggunakan *Grate Cooler*

Pada proses pembuatan semen di grate cooler suhu clinker yang awalnya bersuhu 800°C lalu masuk pada proses cooler, dimana suhu clinker menjadi 100°C. Ketika suhu clinker terlalu tinggi maka akan jatuh pada cooler lalu didistribusikan ke area kompartemen secara seragam sesuai dengan lebar gratenya. Pendinginan clinker dibagi menjadi beberapa kompartemen karena suhu material akan berubah sesuai dengan jarak, dimana semakin dekat dengan kiln maka kompartemen semakin panjang. Udara yang bersuhu 200°C

Terak (*clinker*) adalah bahan setengah jadi dalam proses pembuatan semen. Dalam proses pembuatan klinker, bahan baku berupa batu kapur (*lime stone*), tanah liat (*clay*), pasir silika dan pasir besi dicampurkan dalam komposisi masing-masing yang telah ditentukan. Semua bahan tersebut akan digiling dalam perangkat penggiling yaitu *raw mill* untuk selanjutnya dibakar dalam tanur putar (*kiln*) dengan temperatur mencapai 1400 °C.

Pembakaran tersebut menghasilkan lelehan *clinker* yang akan menuju *grate cooler* untuk dilakukan proses pendinginan dengan cepat (mendadak). Proses pendinginan ini dilakukan dengan menggunakan dua *grade fan* pendingin. Akibat udara pendingin yang dihembuskan oleh *fan* menuju ke *clinker* keluaran dari *kiln* menyebabkan penurunan suhu dengan cepat pada klinker sehingga klinker yang tadinya berupa lelehan berubah menjadi bongkahan klinker dengan suhu ± 100 °C. Proses pendinginan tersebut berlangsung, dimana udara pendingin yang dihembuskan dari *fan* akan menyerap panas yang terdapat pada klinker sehingga terjadi perpindahan energi panas dari klinker ke udara pendingin, udara pendingin yang telah menyerap panas akan keluar menuju saluran untuk selanjutnya dimanfaatkan Kembali ke kiln sebagai energi tambahan dan sisanya akan dibuang begitu saja di lingkungan sekitar.

Effisiensi clinker cooler adalah perbandingan jumlah panas yang dikembalikan ke kiln dengan udara sekunder yang menjadi udara bakar kiln dan udara tersier terhadap jumlah panas yang tersimpan atau terbawa clinker pada saat masuk ke cooler inlet. Semakin tinggi yang diserap oleh udara maka proses pendinginan pada clinker semakin efisien. Bongkahan klinker yang dingin akan dikeluarkan dari *grate cooler* untuk selanjutnya ditampung dalam *clinker silo*. Sebelum dialirkan menuju silo, klinker diseragamkan dahulu ukurannya dengan menggunakan *crusher*. Pada bagian dalam Grate Cooler dibagi menjadi dua bagian undergrate dan overgrate. Didalam area undergrate merupakan tempat dimana udara dingin akan masuk sedangkan

dalam overgrate merupakan clingker atau terak yang dihasilkan akan didinginkan. Fan pendingin pada undergrate terdapat sensor yang dinamakan sensor piezometer dan damper yang bergerak secara otomatis. Untuk pendinginan pada setiap tempat memiliki kebutuhan udara dan temperatur yang berbeda maka dari itu daya yang dibutuhkan pada setiap bagian akan berbeda beda tergantung pada kebutuhan yang dibutuhkan oleh alat tersebut.

Contoh pada saat klinker keluar dari rotary kiln akan dibutuhkan fan dengan jumlah yang cukup banyak serta pendinginan yang besar dikarenakan suhu di rotary kiln sangatlah tinggi sehingga dibutuhkannya mendingin yang sesuai untuk menjaga karakteristik sebuah klinker agar tidak mempengaruhi semen yang akan dihasilkan.

Clinker yang sudah didinginkan harus mendapatkan pendinginan yang menyeluruh agar temperatur yang diinginkan sesuai dan tidak merusak alat selanjutnya yaitu Hammer crusher. Clingker yang terkena udara akan didinginkan secara alami dan akan dibawa ke daerah silo untuk di simpan. Debu yang terdapat selama proses pemecahan klinker akan dihisap oleh bantuan fan dan akan di reduksi oleh EP untuk mengurangi partikel dan polusi yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan saat dilepaskan di lingkungan.

4. Kesimpulan

Pada Tugas Khusus kali ini dapat disimpulkan bahwa Prinsip pendinginan klinker pada alat grate cooler di Pabrik Baturaja II PT Semen Baturaja (Persero) Tbk menggunakan metode pendinginan mendadak (quenching) dan menggunakan udara sebagai media pendingin yang dialirkan menggunakan fan untuk menurunkan temperatur klinker dari ± 1350 °C menjadi ± 100 °C. Ketika suhu clinker terlalu tinggi maka akan akan jatuh pada cooler lalu didistribusikan ke area kompartemen secara seragam sesuai dengan lebar gratenya. Proses didalam Grate Cooler yaitu proses pendinginan clinker secara mendadak setelah reaksi clinkerisasi menggunakan media pendingin berupa udara lingkungan yang dihembuskan menggunakan fan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Biro Produksi 2 PT Semen Baturaja. 2022. *Proses Produksi Semen di PT Semen Baturaja*. Baturaja : PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.
- Biro Produksi 2 PT Semen Baturaja. 2022. *Produk yang dihasilkan PT Semen Baturaja*. Baturaja : PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.
- FLSmith. 2003. *Buku Panduan PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk*. Baturaja.
- Hougen, O. A., Watson, K. M., dan Ragatz, R.A. 1954. *Material and Energy Balances*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- 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>

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>