

## ANALISIS EFISIENSI KINERJA ALAT SEPARATOR PADA PROSES RAW MILL PABRIK II PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk.

M. Pramudya Niko Putra Fahrana<sup>a</sup> Nandika Berito Umbara<sup>b</sup>, Safaruddin<sup>c</sup>

Jurusan Teknik Kimia Kampus Politeknik Negeri Sriwijaya

Email : [safaruddintohir@gmail.com](mailto:safaruddintohir@gmail.com)<sup>3</sup>

### ARTICLE HISTORY

#### Received:

20 September 2022

#### Revised

23 September 2022

#### Accepted:

02 October 2022

#### Online available:

29 October 2022

**Kata Kunci :** *Separator, CCR, Raw Mill, Dust Transport.*

**Keywords:** *Separator, CCR, Raw Mill, Dust Transport.*

#### \*Correspondence:

Name : M. Pramudya  
Niko Putra Fahrana  
E-mail: [npramudya25](mailto:npramudya25)

### Abstrak

Separator atau *clasifier* adalah alat yang digunakan pada proses penyaringan material raw meal hasil proses penggilingan dan pengeringan pada alat *vertical raw mill* untuk ke proses *dust transport*. *Classification* atau *separating* merupakan suatu proses pemisahan material padat (partikulat) menjadi fraksi kasar dan fraksi halus. Pada proses *separating*, kehalusan partikel menjadi faktor utama dalam proses penyaringan. Selain itu proses pemisahan yang dilakukan umumnya berdasarkan perbedaan ukuran, akan tetapi dapat juga dilakukan berdasarkan sifat fisika bahan seperti densitas. Berdasarkan alat yang digunakan, *separating* dapat juga dipengaruhi oleh bentuk partikel, sifat permukaan, dan lainnya. Sebagai contoh, densitas tidak memiliki pengaruh besar ketika menggunakan *screens* atau ayakan, tapi merupakan faktor penting pada *air classifier* dimana *fluid-dtag force* terlibat. Separator menjadi peranan penting untuk menentukan final separasi material halus dan kasar. Separator yang digunakan di Pabrik Baturaja II PT.Semen Baturaja (Persero) Tbk. yaitu *high efficiency separator* jenis Sepol 480. Separator bekerja dengan prinsip menghambat aliran udara, dimana saat kecepatan separator tinggi maka daya angkat produk menjadi rendah. Separator ini terpasang diatas alat *vertical raw mill* yang diprogram melalui *Central Control Room (CCR)*. Jurnal ini bertujuan untuk menghitung nilai efisiensi dari alat separator pada proses Raw Mill PBR II. Efisiensi merupakan suatu ukuran dalam membandingkan suatu proses penggunaan energi masukan dengan penggunaan yang direalisasikan atau output dari suatu proses kegiatan yang dilakukan serta sumber dan energi yang digunakan untuk mendapatkan efisiensi dari alat separator raw mill. Efisiensi sendiri ditentukan dari rumus matematika antara %residu dan circulation factor. Selain itu, ditentukan juga nilai *cut-size* dan hubungan antara neraca massa ouput dengan %residu.

### Abstract

*Separator or classifier is a tool used in the process of filtering raw meal material from the milling and drying process on a vertical raw mill tool for the dust transport process. Classification or separating is a process of separating solid (particulate) materials into coarse and fine fractions. In the separating process, the fineness of the particles becomes the main factor in the filtering process. In addition, the separation process is generally carried out based on size differences, but can also be carried out based on the physical properties of the material such as density. Based on the tool used, separating can also be influenced by particle shape, surface properties, and others. For example, density does not have a major effect when using screens or sieves, but is an important factor in air classifiers where fluid-dtag forces are involved. The separator plays an important role in determining the final separation of fine and coarse materials. The separator used in Baturaja II Plant PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. namely high efficiency separator type Sepol 480. The separator works on the principle of inhibiting air flow, where when the speed of the separator is high, the lifting power of the product becomes low. This separator is installed above the vertical raw mill which is programmed through the Central Control Room (CCR). This journal aims to calculate the efficiency value of the separator in the PBR II Raw Mill process. Efficiency is a measure in comparing a process of using input energy with the realized use or output of a process of activities carried out as well as the sources and energy used to obtain the efficiency of the raw mill separator. Efficiency itself is determined from the mathematical formula between % residue and circulation factor. In addition, the cut-size value and the relationship between the mass balance of the output and the % residue were also determined.*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam era industri semen di Indonesia yang modern, dunia industri dinegara kita berkembang amat pesat seiring dengan meluasnya jenis produk- produk diindustri saat ini juga dinegara kita terdapat beberapa industri yang memproduksi hasil semen yang berkualitas diantaranya pabrik Semen Baturaja, pabrik Semen Padang, pabrik Semen Gersik dan lain-lain. Kompleksitas pengolahan bahan mentah menjadi bahan baku, bahan baku menjadi bahan jadi telah diterapkan secara profesional oleh pabrik semen diindonesia.

PT. Semen Baturaja ( Persero ) sebagai pemasok utama semen didaerah sumatra bagian selatan dan mendukung tersedianya pasokan semen didalam negri. PT. Semen Baturaja ( Persero ) memproduksi jenis semen portland type I yang memenuhi Standard Nasional Indonesia ( SNI ) dengan merupakan sistem mutu ISO 9001-2000. Dengan adanya sistem yang mampu mengatur semua proses akan tercipta suasana kerja dan motivasi yang baik dari sumber daya manusia.

Secara khusus semen Baturaja memproduksi semen portland type 1 dan diperlukan peralatan yang mampu memproduksi dan menghasikan semen dengan kualitas yang bagus. Pada proses pembuatan semen di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. terdapat 5 proses yaitu proses penambangan, proses penggilingan dan pengerigan, proses pembakaran *raw meal*, proses penggilingan klinker, dan proses pengantongan atau pengemasan.

Proses penambangan batu kapur (limestone) dan tanah liat (clay) dilakukan tidak jauh dari pabrik Baturaja II. Sedangkan pasir besi diperoleh dari perusahaan metalurgi, pasir silica diperoleh dari penambangan rakyat. Setelah proses penambangan lau material batu kapur dan tanah liat akan melalui proses *crushing* atau pengecilan ukuran material. Kemudian material akan disimpan di dalam *storage*.

Proses selanjutnya yaitu *Raw Mill*. Raw mill adalah proses penggilingan dan pengeringan material bahan baku yang dilakukan dengan menggunakan alat *Vertical Raw Mill*.

Di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. Alat utama yang digunakan pada proses raw mill adalah *Vertical Raw Mill*. Pada proses pengeringan raw mill menggunakan media pengering yaitu udara panas yang berasal dari gas buang kiln. Pada proses penggilingan dan pengeringan ini, batu kapur diketuarkan dari hin menuju apron dosima feeder yang mengatur proporsinya sesuai yang sudah ditentukan dari laboratorium, menuju bel feeding. Sedangkan tanah liat tidak dikeluarkan dari bin, melainkan langsung drumpankan dari belt menuju belt feeding.

Muatan pasir besi dan silika dikeluarkan dari bin dengan proporsi tertentu, lalu ditimbang oleh weigher pada belt dosimat. pasir silika dan pasir besi. Selanjutnya muatan ditransfer menggunakan belt menuju belt feeding.

Semua material tersebut akan bertemu di belt feeding. Lalu material akan dibawa masuk ke alat Vertical Raw Mill melalui feed gate.

Selanjutnya mill feed diumpankan ke *center table* melalui chute, lalu mill feed digiling oleh roller dengan putaran table sambil dikeringkan oleh hot gas. Mill feed yang over flow di tepi table akan jatuh melalui *louvre ring* ke dasar mill, kemudian disapu *via scrapper* menuju *vibrating feeder* keluar mill.

Raw meal powder di dasar table terbawa hot gas menuju separator (*classifier*). Sedangkan *coarse raw meal*, *via reject cone*, kembali ke mill untuk kembali di *grinding*. Agar kereaktifan material dapat dicapai pada proses selanjutnya, standar kehalusan raw meal harus memiliki sieving di atas 90 $\mu$ m (14-20 %).

Material yang terhisap harus melewati *Classifier* dengan putaran tertentu dan selanjutnya gas panas dipisahkan dengan menggunakan empat cyclone. Hasil dari proses ini dinamakan Raw Meal, Kapasitas dari alat Raw Mill yaitu 400 ton/jam.

Dalam proses pengeringan, raw mill dapat mengeringkan material yang mempunyai kandungan air yaitu 15% menjadi <1%. Kadar air maksimumizinkan 1% hal ini penting untuk mengantisipasi kemungkinan hambatan dalam transportasi dan untuk meningkatkan efisiensi thermal.

*Classification* merupakan suatu proses pemisahan material padat (partikulat) menjadi fraksi kasar dan fraksi halus. Pemisahan yang dilakukan umumnya berdasarkan perbedaan ukuran, akan tetapi dapat juga dilakukan berdasarkan sifat fisika bahan seperti densitas. Berdasarkan alat yang digunakan, *classification* dapat juga dipengaruhi oleh bentuk partikel, sifat permukaan, dan lainnya. Sebagai contoh, densitas tidak memiliki pengaruh besar ketika menggunakan *screens* atau ayakan, tapi merupakan faktor penting pada *air classifier* dimana *fluid-dtag force* terlibat (Klumpar dkk, 1986).

*Air Classifier* dapat disebut sebagai *air separator* kini telah mengalami perkembangan yang pesat, sehingga menghasilkan separator yang dinamakan *high efficiency separator*. *High efficiency separator* memiliki efisiensi yang tinggi dalam proses pemisahan bahan padatan. Berikut adalah beberapa contoh dari *high efficiency separator* (The Cemen Grinding Office, 2016).

- a. O-Sepa (F.L. Smidth)
- b. Sepol (Poysius)
- c. Sepax (F.L. Smidth)
- d. SD (Sturtevant)
- e. Sepmaster (KHD)
- f. QDK (Pfeiffer)
- g. TSV (FCB)
- h. O&K (Orenstein & Koppel AG)
- i. PRESEP VTP (PSP Engineering a.s.)

## j. CTC SERIES (CEMTEC)

Pada PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. Menggunakan *high efficiency separator* jenis Sepol mode SEPOL 480 dengan kode SP06. Pada proses Raw Mill separator terletak diatas alat *Vertical Raw Mill*. Pada jurnal ini penulis menghitung efisiensi kinerja alat separator raw mill.

Efisiensi merupakan suatu ukuran dalam membandingkan suatu proses penggunaan energi masukan dengan penggunaan yang direalisasikan atau output dari suatu proses kegiatan yang dilakukan serta sumber dan energi yang digunakan untuk mendapatkan efisiensi dari alat separator raw mill. Nilai efisiensi didapatkan dari perhitungan matematika dari data %residue yang kemudian hasil perhitungan neraca massa output dihubungkan dengan hasil perhitungan *cut-size*.

Untuk mendapatkan nilai efisiensi separator harus mencari nilai *Circulation Factor* dengan rumus :

$$C = \frac{Rg - Rf}{Rg - Rm}$$

Selanjutnya menghitung nilai efisiensi separator menggunakan rumus :

$$Vs = \left[ \frac{\log \left( \frac{Ro}{Rf} \right) - C \times \log \left( \frac{Ro + (C-1) \times Rg}{Rf + (C-1) \times Rg} \right)}{\log \left( \frac{Ro}{Rf} \right) - C \times \log \left( \frac{Ro + (C-1) \times 100}{Rf + (C-1) \times 100} \right)} \right] \times 100$$

Dimana,

- Ro = residue of fresh feed
- Rf = residue of fines/output fines
- Rm = umpan separator
- Rg = residue of coarse return

Selanjutnya yaitu menentukan nilai *cut-size* dengan rumus :

$$dc = \sqrt{\frac{9.V.pa.Q}{\pi.pp.h.R^2.\omega^2}}$$

Dimana,

- V = Kinematic Viscosity (m<sup>2</sup>/s)
- pa = Densitas Udara (kg/m<sup>3</sup>)
- pp = Densitas Partikel (kg/m<sup>3</sup>)
- Q = Voumetric fow rate (m<sup>3</sup>/jam)
- h = Tinggi Rotor (m)
- ω = Kec. Sudut Rotor (rad/s)
- R = Kec. Sentripetal (m/s<sup>2</sup>)

Tujuan dari penulisan jurnal adalah sebagai berikut :

1. Mempelajari prinsip kerja peralatan yang digunakan di PT Semen Baturaja(Persero) Tbk.
2. Mampu mengikuti dan mempelajari segala kegiatan yang diberikan oleh perusahaan dengan baik dan benar.
3. Dapat menjalin hubungan baik dengan lembaga pendidikan khususnya Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
4. Menciptakan dan mengembangkan mutu sumber daya manusia, sehingga mampu menjadi sumber daya manusia yang handal dan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam dunia kerja dan bisnis.

## 2. METODE PENELITIAN

Untuk menentukan nilai efisiensi dari alat separator, penulis menulis memutuskan untuk menggunakan metode penelitian kuantitatif. Adapun sumber dalam pengumpulan dan pengambilan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### a. Study Literature.

Mengumpulkan data-data dan informasi yang berasal dari laporan harian, buku, dan catatan yang berhubungan dengan penelitian tersebut.

### b. CCR dan Laboratorium PBR II.

Mengambil data aktual komposisi bahan dan sejenisnya di CCR (*Control Central Room*) dan Laboratorium PBR II

### c. Konsultasi dengan Pembimbing

Diskusi dan pembahasan dengan pembimbing lapangan untuk mendapatkan informasi dan pengetahuan yang lebih spesifik mengenai materi yang berhubungan dengan penelitian yang diambil.

Kemudian untuk menentukan nilai efisiensi dari separator, penulis menggunakan rumus sebagai berikut :

### a. Nilai **Circulation Factor** menggunakan rumus :

$$C = \frac{Rg - Rf}{Rg - Rm}$$

### b. Nilai **Efisiensi Separator** menggunakan rumus :

$$Vs = \left[ \frac{\log \left( \frac{Ro}{Rf} \right) - C \times \log \left( \frac{Ro + (C-1) \times Rg}{Rf + (C-1) \times Rg} \right)}{\log \left( \frac{Ro}{Rf} \right) - C \times \log \left( \frac{Ro + (C-1) \times 100}{Rf + (C-1) \times 100} \right)} \right] \times 100$$

### c. Nilai **cut-size** dengan rumus :

$$dc = \sqrt{\frac{9.V.\rho.a.Q}{\pi.\rho.p.h.R^2.\omega^2}}$$

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Separator (*Clasifier*) adalah yang digunakan dalam proses separating (*clasification*). Separating adalah proses penyaringan bahan raw meal hasil penggilingan *Vertical Raw Mill* menuju ke proses selanjutnya yaitu *dust transport*. Separator menjadi peranan penting untuk menentukan final separasi material halus dan kasar. Separator bekerja dengan prinsip menghambat aliran udara, dimana saat kecepatan separator tinggi maka daya angkat produk menjadi rendah. Sehingga material yang halus akan terhisap dan lolos dari separator. Sedangkan material yang tidak terhisap (masih kasar). akan kembali ke *table* untuk dilakukan penggilingan kembali bersama dengan *fresh feed*.

Di dalam separator terdapat beberapa lapis *sieving/blade* dengan ukuran penyaringan yang bervariasi, mulai dari ukuran 0,5 mm; 1,0 mm; 2,9 mm; 5,1 mm; 9,8 mm; 20,7 mm; 30,1 mm; dan 43,7 mm. Kemudian dilakukan perhitungan nilai efisiensi separator dari setiap ukuran *sieving* dengan menggunakan rumus :

$$Vs = \left[ \frac{\log\left(\frac{Ro}{Rf}\right) - C \times \log\left(\frac{Ro + (C-1) \times Rg}{Rf + (C-1) \times Rg}\right)}{\log\left(\frac{Ro}{Rf}\right) - C \times \log\left(\frac{Ro + (C-1) \times 100}{Rf + (C-1) \times 100}\right)} \right] \times 100$$

Untuk ukuran *sieving* 43,7 mm didapat nilai efisiensi separator yaitu sebesar 93,26% yang menandakan bahwa separator bekerja dengan kondisi yang sangat baik. Berikut ini adalah perhitungan dengan menggunakan rumus diatas :

$$Vs_{43,7} = \left[ \frac{\log\left(\frac{100}{0,56}\right) - 1,82 \times \log\left(\frac{100 + (1,82-1) \times 35,69}{0,56 + (1,82-1) \times 35,69}\right)}{\log\left(\frac{100}{0,56}\right) - 1,82 \times \log\left(\frac{100 + (1,82-1) \times 100}{0,56 + (1,82-1) \times 100}\right)} \right] \times 100$$

= 93,26 %

Dengan menggunakan rumus yang sama maka dihitung nilai efisiensi untuk ukuran *sieving* 0,5 mm; 1,0 mm; 2,9 mm; 5,1 mm; 9,8 mm; 20,7 mm; dan 30,1 mm. Semakin besar ukuran *sieving* maka semakin kecil nilai *Rf* (Residue of fines), hal ini menandakan bahwa material telah berhasil tersaring sepenuhnya oleh separator.

Kemudian menghitung nilai *cut-size*. *Cut-size* dihitung dengan variasi kecepatan sudut *sieving* yang berbeda. Dimana semakin besar kecepatan sudutnya maka kecepatan sentripetal yang didapat akan semakin besar. Semakin besar kecepatan sudut dan kecepatan sentripetal, maka *cut-size* akan semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan sudut berbanding terbalik dengan *cut-size*.

Hal ini dikarenakan jika semakin besar kecepatan sudut maka putaran *sieving/blade* akan semakin kencang sehingga jarak antar *sieving* akan kecil dan partikel yang lolos akan semakin sedikit. Terakhir yaitu membandingkan nilai neraca massa output dengan nilai Rf dan Rg. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa banyak material yang berhasil lolos serta berapa banyak material yang kembali ke table.

#### 4. KESIMPULAN

Separator atau *Clasifier* adalah alat yang digunakan untuk menyaring material pada proses Raw Mill berdasarkan tingkat kehalusan partikel. Nilai efisiensi alat Separator Raw Mill yang di dapat yaitu sebesar 93,26%. Efisiensi sendiri dipengaruhi oleh nilai Rf dan nilai Rg. Semakin besar ukuran *sieving* maka semakin kecil nilai Rf (Residue of fines), hal ini menandakan bahwa material telah berhasil tersaring sepenuhnya oleh separator.

Kemudian setelah dilakukan perhitungan *cut-size*, diketahui bahwa semakin besar kecepatan sudut maka putaran *sieving/blade* akan semakin kencang sehingga jarak antar *sieving* akan kecil dan partikel yang lolos akan semakin sedikit.

Nilai efisiensi separator didapat pada ukuran *sieving* 43,7mm yaitu sebesar 93,26%. Hal ini menandakan bahwa alat Separator Raw Mill bekerja dengan keadaan yang sangat baik.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, Nurul. (2019). Laporan Kerja Praktik PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk. Menghitung Neraca Massa dan Neraca Panas pada Alat *Vertical Raw Mill* di Pabrik II PT Semen Batutreja (Persero) Tbk.
- Adjie Satria, M., Safaruddin, & Andi Dwi Andre. (2022). ANALISA SISTEM STARTING DOL (DIRECT ON LINE) PADA MOTOR LISTRIK PT. SEMEN BATURAJA. *Jurnal Multidisipliner Bharasumba*, 1(03 October), 395–402. Retrieved from <https://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/bharasumba/article/view/286>
- Barimani, Mohammad. (2018). Particulate concentration distribution in centrifugal air classifiers. *Mineral Engineering* (126): 44-51.
- Bagas Dwi Nugraha, Safaruddin, & Andi Dwi Andre. (2022). ANALISIS SISTEM STARTING SOFT STARTER MOTOR LISTRIK PT.SEMEN BATURAJA. *Jurnal Multidisipliner Kapalamada*, 1(03 July), 412–419. Retrieved from <https://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/Kapalamada/article/view/280>

- 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>
- Putra, Yogi Lesmana. (2017). Laporan Kerja Praktik PT. SEMEN PADANG. Analisa Efisiensi Kinerja O-Sepa untuk Peningkatan Laju Produksi *Cement Mill Z2 Indarung II/III*.
- The Cement Grinding Office. (2016). *Separator in Cement Industries*. [www.thecementgrindingoffice.com/sep3gena.htm](http://www.thecementgrindingoffice.com/sep3gena.htm). Diakses pada 01 Oktober 2022
- 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>