


MENGHITUNG EFISIENSI TERMAL PADA ALAT VERTICAL CEMENT MILL PABRIK II PT. SEMEN BATURAJA Tbk

Josua Sidauruk^{*1}, Safaruddin²

¹ Universitas Jambi, Indonesia

² SMBR Learning Development PT. Semen Baturaja Tbk, Indonesia

Corresponding Author: josuasidaurukunja@gmail.com

<p>Info Article</p> <p>Received : 01 Juni 2023</p> <p>Revised : 02 Juli 2023</p> <p>Accepted : 01 Agustus 2023</p> <p>Publication : 30 Agustus 2023</p>	<p>Abstract : <i>Cement is an inorganic material that is often used in the manufacture of infrastructure in the form of houses, roads, bridges, etc. Cement is widely used because the properties of cement have high stability. We are a large-scale manufacturer specializing in producing various mining machines including different types of sand and gravel equipment, milling equipment, mineral processing equipment and building materials equipment. We are a family owned business and have been involved in supplying ready-mix concrete batching plants and equipment to the industry over the last 25 years. The result of this grinding and mixing is called cement. In the Vertical Cement Mill there is also a transport process, which is the movement of material from the table surface to the next system. The working principle of the clasiefier is to inhibit air flow, where when the rotation speed of the clasiefier is high, the product lift will be low. The mass balance in chemical engineering centers on chemical reactions, fluid transfer, material shrinkage or enlargement, heat transfer and so on that cause physical and chemical changes.</i></p>
<p>Keywords: <i>Efisiensi, Vertical Cement Mill, Neraca Massa</i></p> <p>Kata Kunci: <i>Efisiensi, Vertical Cement Mill, Neraca Massa.</i></p>	<p>Abstrak : Semen merupakan material anorganik yang sering digunakan dalam pembuatan suatu infrastuktur baik berupa rumah, jalan, jembatan dll. Semen banyak dimanfaatkan kegunaannya karena sifat yang dimiliki semen mempunyai kestabilan yang tinggi. Bahan jadi semen ini akan mengeras karena adanya air, maka semen yang dipakai adalah semen untuk kontruksi beton. Vertical Cement Mill digunakan untuk mencampurkan dan menghaluskan clinker dan bahan – bahan korektif. Selain itu, alat ini juga digunakan sebagai pengering dengan memanfaatkan udara panas dari great cooler dan roller penggilingan. Hasil dari penggilingan dan pencampuran ini dinamakan semen. Di dalam Vertical Cement Mill juga terjadi proses transport, yaitu perpindahan material dari permukaan table menuju sistem berikutnya. Prinsip kerja clasiefier ialah menghambat aliran udara, dimana saat kecepatan putaran clasifier tinggi, daya angkat produk akan menjadi rendah. Neraca massa pada teknik kimia berpusat pada reaksi kimia, perpindahan fluida, pengecilan ataupun pembesaran material, perpindahan panas dan sebagainya yang menyebabkan perubahan fisika dan kimia.</p>
<p>Licensed Under a Creative Commons Attribution 4.0 International License</p> 	

PENDAHULUAN

Perkembangan semen di industri dalam pembuatan infrastuktur di Indonesia sangat meningkat karena semakin banyak pembangunan infrastuktur. Meningkatnya pembangunan inilah yang menjadikan semen sebagai salah satu bahan yang paling utama dalam pembangunan konstruksi. Semen merupakan material anorganik yang sering digunakan dalam pembuatan suatu infrastuktur baik berupa rumah, jalan, jembatan dll. Semen banyak dimanfaatkan kegunaannya karena sifat yang dimiliki semen mempunyai kestabilan yang tinggi. Bahan jadi semen ini akan mengeras karena adanya air, maka semen yang dipakai adalah semen untuk konstruksi beton. Salah satu semen memiliki brand cukup baik adalah semen portland yang biasa digunakan dalam pembangunan konstruksi karena semen ini sangat cocok dalam pembangunan konstruksi.

Vertical Cement Mill (VCM) memiliki fungsi sebagai alat pencampur dan penghalus klinker dengan bahan – bahan korektif untuk menjadi semen, selain itu juga VCM berfungsi sebagai pengering bahan baku dengan menggunakan media udara panas yang berasal dari great cooler dan gas buang kiln. Kapasitas dari Vertical Raw Mill yaitu 175 ton/jam.

Vertical Cement Mill digunakan untuk mencampurkan dan menghaluskan *clinker* dan bahan – bahan korektif. Selain itu, alat ini juga digunakan sebagai pengering dengan memanfaatkan udara panas dari *great cooler* dan *roller* penggilingan. Hasil dari penggilingan dan pencampuran ini dinamakan semen. Di dalam *Vertical Cement Mill* juga terjadi proses *transport*, yaitu perpindahan material dari permukaan *table* menuju sistem berikutnya. Material yang memiliki kehalusan yang sudah standar akan melewati *clasifier* berputar. Prinsip kerja *clasifier* ialah menghambat aliran udara, dimana saat kecepatan putaran *clasifier* tinggi, daya angkat produk akan menjadi rendah. Sehingga, material yang lolos *clasifier* ialah material yang halus, sementara yang tidak lolos (masih kasar) akan digiling kembali karena *clasifier* memiliki peranan menentukan separasi material halus dan kasar. Selanjutnya, produk bersama gas panas ditransportkan ke *multicyclone*. *Outlet* dari *multicyclone* ada dua yaitu *bottom* dan *top product*. *Bottom product* adalah *raw meal* yang kemudian ditransportkan menuju *Continous Flow Silo* (CF-Silo). Di dalam CF-Silo terjadi proses homogenisasi pada *raw meal* dan disimpan sebagai umpan kiln. Sedangkan *top product* adalah uap air, gas panas, serta sebagian kecil *fine raw meal* yang tidak diseparasi menggunakan *multicyclone*. Pada *Vertical Cement Mill* terjadi empat proses yang berlangsung secara simultan yaitu penggilingan, pengeringan, transport dan separasi.

Proses tersebut terjadi pada bagian – bagian *Vertical Cement Mill*, adapun sebagai berikut:

- a. Triple Gate (Feed Gate). *Triple Gate* terdiri dari tiga *flap damper* yang berfungsi sebagai *Air Lock* untuk mencegah udara luar masuk dan mengatur kontinuitas pengumpanan ke mill. Prinsip kerja *Triple Gate* akan terbuka secara berturut – turut dengan cara dua *flap damper* menutup dan satu *flap damper* membuka.
- b. Hydraulic Cabinet Hsk. *Hydraulic cabinet* berfungsi untuk menyuplai oli dengan cara memberikan gaya hidrolik agar oli dapat berpindah ke sisi *piston cilinder* dan sisi *rod cilinder* sehingga *flap damper* membuka .
- c. Classifier. *Classifier* berfungsi untuk memisahkan material halus dan material kasar. Prinsip kerjanya yaitu dengan cara menghambat aliran udara (apabila kecepatan tinggi maka daya angkatnya rendah). Kecepatan udara yang tinggi dapat membuat produk semakin halus, *tailing (reject)* bertambah menyebabkan jumlah produknya rendah, dan *mill* cepat penuh. Bila kekepatannya rendah maka hasil yang didapat sebaliknya.
- d. Table. *Table* biasa juga disebut meja penggiling yang terdiri dari 12 segmen. *Table* berfungsi sebagai tempat penggilingan material.
- e. Dam Ring. *Dam ring* dibuat di atas lengkungan meja penggiling sebelah luar. *Dam ring* berfungsi untuk menentukan ketebalan dari lapisan *grinding material* yang dikehendaki pada meja (*grinding bed*).
- f. Scatter Ring. *Scatter ring* adalah sebuah *plate ring* di dalam bagian - bagian *mill*. *Scatter ring* berfungsi untuk membagikan stok *grinding* yang mengalir melalui *dam ring* dan untuk meneruskannya ke *louvre ring*.
- g. Louvre Ring. *Louvrer ring* adalah sebuah konstruksi pengelasan plat di luar *scatter ring*
- h. Roller. *Roller* pada *vertical mill* berfungsi sebagai media penggilingan material ke meja. *Roller* di *Vertical Cement Mill* ada dua jenis, yaitu : *master roller (M roller)* dan *support roller (S roller)* dengan masing-masing berjumlah 3.
- i. Scrapper. Pada *vertical mill* terdapat empat buah *scraper* yang terbuat dari plat tebal dan berbentuk segitiga siku-siku. *Scraper* berfungsi untuk mendorong benda-benda asing dan *stock material grinding* yang telah jatuh.

Efisiensi termal merupakan suatu ukuran dalam membandingkan suatu proses penggunaan energi masukan dengan penggunaan yang direalisasikan atau *output* dari suatu proses kegiatan yang di lakukan serta sumber dan energi yang digunakan

(Howell, 1987). Untuk mendapatkan efisiensi dari alat *Vertical Cement Mill* dapat dilakukan dalam dua tahap yaitu perhitungan dengan neraca massa dan perhitungan dengan neraca panas. Perhitungan neraca massa diperlukan untuk menghitung neraca panas. Dari perhitungan neraca panas maka dapat diketahui efisiensi panas dari alat *Vertical Cement Mill*. Nilai untuk kerja alat sistem *cement mill* dapat diketahui dari efisiensi panas alat tersebut, yaitu perbandingan panas yang dibutuhkan atau panas yang disediakan dikurangi dengan heat lossnya dengan panas yang dibutuhkan. Efisiensi panas inilah merupakan indikator kinerja dari alat cement mill.

METHOD

Dalam perhitungan neraca masa pada alat vertical cement mill di PT Semen Baturaja (Persero) menggunakan tiga tahapan yaitu:

Pengumpulan data

- a. Mengambil data actual dari *Central Control Room* (CCR) mengenai kapasitas *Vertical Cement Mill*, hasil produksi, jumlah penggunaan klinker dan bahan korektif roller motor power, temperatur, dan laju alir udara.
- b. Mengambil data actual dari *Quality Control* (QC) mengenai komposisi klinker, bahan korektif, dan semen pcc.
- c. Mengumpulkan data mengenai material dan udara dari buku perry handbook.

Perhitungan

- a. Menghitung massa komposisi umpan atau cmix dan massa komposisi semen pcc secara desain dan actual
 - b. Menghitung massa komposisi udara seperti udara masuk ke mill, false air, udara keluar stage, udara recycle secara desain dan actual
- Membuat neraca massa secara desain dan actual.

Neraca Massa pada *Vertical Cement Mill*

Neraca massa pada teknik kimia berpusat pada reaksi kimia, perpindahan fluida, pengecilan ataupun pembesaran material, perpindahan panas dan sebagainya yang menyebabkan perubahan fisika dan kimia. Neraca Massa dapat diketahui dengan menghitung komposisi yang masuk dan keluar pada alat *Vertical Cement Mill*.

Neraca Panas :

$$QA + QB + QFA + QP = QC + QB' + QUR + \text{Heat Loss}$$

Neraca Massa :

$$MA + MB + MFA = MC + MB' + MUR$$

Dimana :

- A = Umpan/Cmix
- B = Udara Masuk Mill
- FA = False Air
- C = Produk/Semen
- B = Udara Keluar *Stack*
- UR = Udara *Recycle*

$$Q = n \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Dimana :

- Q = Panas sensibel
- (kkal)N = Jumlah zat (kmol)
- Cp = Kapasitas panas fungsi temperatur (kkal/kmol.K)
- ΔT = Beda temperatur (K)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perhitungan Neraca Massa Vertical Cement Mill

Tabel 3.1. Neraca Massa Vertical Cement Mill 14 Juni 2023

Komponen	Input			Input		
	A	B	False Air	A	False Air	Keluar stage
SiO ₂	628,75			628,75		
Al ₂ O ₃	151,98			151,98		
Fe ₂ O ₃	882,85			882,85		
CaO	1.707,10			1.707,10		
MgO	30,46			30,46		
SO ₃	341,54			341,54		
FCaO	22,54			22,54		
H ₂ O	343,58			0,00	343,58	
O ₂	0,00	2.416,60	346,18	0,00	474,65	2.288,13
N ₂	0,00	9.091,02	1.302,28	0,00	1.785,57	8.607,73
Subtotal	4.108,80	11.507,62	1.648,46	3.765,22	2.603,80	10.895,87
Total	17.264,88207			17.264,88207		

Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk, 2023

Tabel 3.2. Neraca Massa Vertical Cement Mill 15 Juni 2023

Komponen	Input			Input		
	A	B	False Air	A	False Air	Keluar stage
SiO ₂	524,98			524,98		
Al ₂ O ₃	136,55			136,55		

Fe ₂ O ₃	1.339,95			1.339,95		
CaO	1.487,48			1.487,48		
MgO	26,97			26,97		
SO ₃	307,48			307,48		
FCaO	18,71			18,71		
H ₂ O	308,27			0,00	308,27	
O ₂	0,00	2.395,42	343,14	0,00	470,49	2.268,08
N ₂	0,00	9.011,35	1.290,87	0,00	1.769,92	8.532,30
Subtotal	4.150,40	11.406,77	1.634,01	3.842,12	2.548,68	10.800,38
Total	17.191,17920			17.191,17920		

Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk, 2023

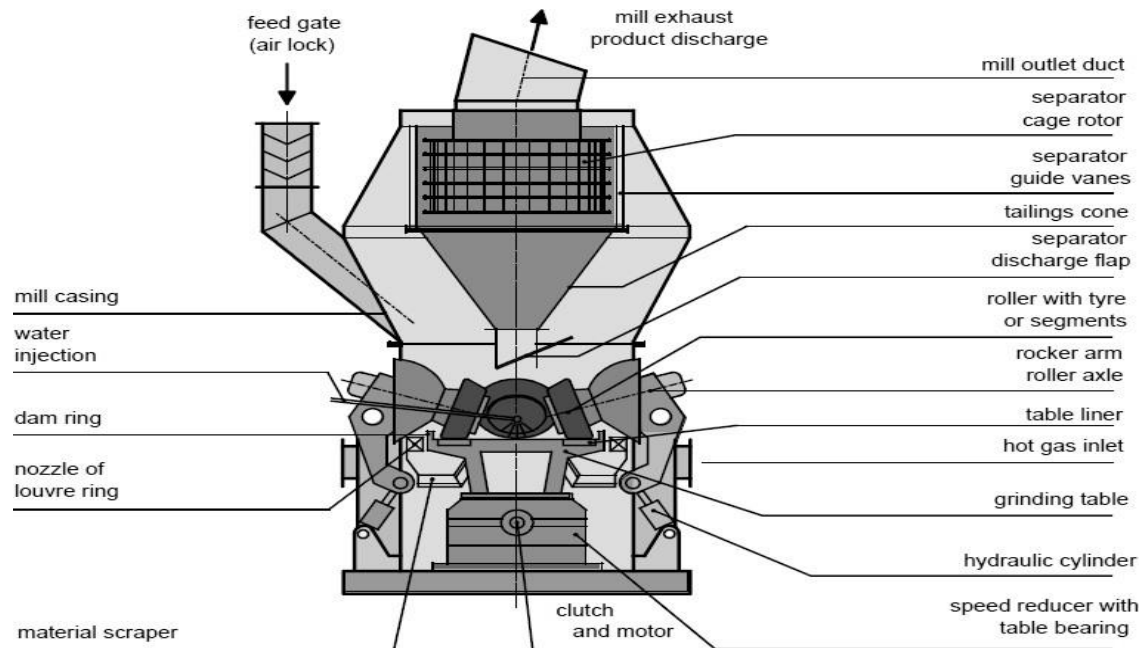
Tabel 3.3. Neraca Massa Vertical Cement Mill 16 Juni 2023

Komponen	Input			Input		
	A	B	False Air	A	False Air	Keluar stage
SiO ₂	548,56			548,56		
Al ₂ O ₃	132,71			132,71		
Fe ₂ O ₃	665,49			665,49		
CaO	1.381,44			1.381,44		
MgO	17,52			17,52		
SO ₃	293,49			293,49		
FCaO	19,85			19,85		
H ₂ O	299,17			0,00	299,17	
O ₂	0,00	2.375,98	340,36	0,00	466,67	2.249,67
N ₂	0,00	8.938,20	1.280,39	0,00	1.755,55	8.463,03
Subtotal	3.358,23	11.314,17	1.620,75	3.059,06	2.521,39	10.712,70
Total	16.293,15373			16.293,15373		

Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk, 2023

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat dilihat dari perhitungannercana massa secara desain dan neraca massa secara aktual bahwa produk yang dihasilkan secara desain lebih banyak dibandingkan dengan produk yang dihasilkan secara aktual. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya laju alir umpan dan laju alir udara. Udara yang sangat berpengaruh pada proses yang terjadi pada alat *Vertical Cement Mill* yaitu *False Air* karena *False Air*. Neraca massa tertinggi diperoleh pada tanggal 14 Juni 2023 yaitu dengan produk seberat 17.264,88207 ton. Jika ditinjau dari perbedaan laju alir dan produk yang dihasilkan maka dapat dikatakan bahwa alat *Vertical Cement Mill* memiliki kinerja yang sangat baik. Semakin besar laju alir yang digunakan. Gambar dari *Vertical Cement Mill (VCM)* yang digunakan PT Semen Baturaja (Persero) Tbk ditunjukkan, bagian-bagiannya :

Gambar 3.1 Bagian-bagian Dari *Vertical Cement Mill*



Sumber : PT. Semen Baturaja Tbk, 2023

Pembahasan

Peralatan yang dipakai untuk menggiling *clinker* menjadi semen di *site* Baturaja khususnya Pabrik II, menggunakan alat *Vertical Cement Mill*. Jumlah yang digunakan sebanyak 2 *Vertical Cement Mill* (VCM) yaitu VCM 05 dan VCM 06. Terlihat bahwa efisiensi termal *Vertical Cement Mill* 05 Pabrik II PT Semen Baturaja Tbk, pada tanggal 14 Juni 2023 berada pada angka di atas 78 %.

Hal ini menunjukkan bahwa kinerja *Vertical Cement Mill* Pabrik II PT.Semen Baturaja (Persero) Tbk cukup baik dan layak untuk digunakan. Karena angka efisiensi termal secara desain berada di 85%, hal ini juga menunjukkan bahwa *Vertical Cement Mill* Pabrik II PT Semen Baturaja (Persero) Tbk masih menguntungkan untuk digunakan karena tidak banyak energi yang terbuang saat alat beroperasi.

Walaupun efisiensi termal *Vertical Cement Mill* cukup baik, tetap perlu diperhatikan variabel-variabel operasi yang dapat mengoptimalkan efisiensi termal. Hal ini ditujukan agar diperoleh kinerja alat yang lebih optimal lagi. Bila menghubungkan antara tanggal pengambilan data terhadap efisiensi termal pada *Vertical Cement Mill*

CONCLUSION

Berdasarkan dengan hasil pelaksanaan kegiatan penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbedaan produk yang dihasilkan secara desain dan aktual dapat disebabkan oleh perbedaan laju alir umpan dan laju alir udara yang digunakan
2. Semakin besar laju alir umpan dan laju alir udara, maka semakin banyak produk yang dihasilkan.
3. Untuk mendapatkan kinerja *Vertical Cement Mill* yang baik, maka perlu dilakukan perawatan secara rutin pada alat untuk menjaga kinerja alat agar tetap baik dan stabil.
4. Menjaga udara agar tetap optimal dengan mencegah terjadinya kebocoran pada dinding *Vertical Cement Mill* dengan cara ditutup atau di las dengan plat baja sehingga udara dingin dari luar tidak mengganggu proses yang terjadi di dalam alat.

REFERENCES

- Alsop, P.A. (2005). CEMENT MANUFACTURER'S HANDBOOK". New York :ChemicalPublishing Co,Inc.
- Biro Produksi PT Semen Baturaja. (2022). PROSES PEMBUATAN SEMEN PT SEMEN BATURAJA. Baturaja : PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.
- Biro Produksi PT Semen Baturaja. (2022). PRODUK YANG DIHASILKAN PT SEMENBATURAJA. Baturaja : PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.
- Deolalkar, S.P. (2009). HANDBOOK FOR DESIGNING CEMENT PLANTS. UnitedKingdom : BS Publishing
- Hougen, Olaf A. et al. (1954). MATERIAL AND ENERGY BALANCES. New York: JohnWiley & Sons, Inc.
- Novriyadi. (2017). PENGILANGAN BAHAN MENTAH DAN RAW MILL. Baturaja : BiroProduksi 1 dan 2 PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.
- Perry,R.H. (1980). PERRY'S CHEMICAL ENGINEERING HAND BOOK,6 th ed.Mc GrawHill Inc, New York.
- Personalia PT Semen Baturaja (2022). SEJARAH PERKEMBANGAN PABRIK PT SEMEN BATURAJA. Baturaja : PT Semen Baturaja (Persero).
- 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>