

## **ANALISIS NERACA MASSA DAN NERACA PANAS PADA *FINISH MILL* 6 PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA-NAROGONG PLANT**

**Sariyah Tumino<sup>1,\*</sup> dan Renaufal Ariq Firdaus<sup>2</sup>**

Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya, Indonesia

*\*) Corresponding author: sariyah.tumino773@gmail.com*

### **Abstract**

*PT. Solusi Bangun Indonesia is a State-Owned Enterprise (BUMN) Multinational Company in Indonesia which is engaged in producing cement and non-cement. in the cement manufacturing process at PT. The Bangun Indonesia-Narogong plant solution was carried out using the dry method. This method has the advantage of relatively low operating costs compared to the wet method at large production capacities. Cement production process at PT. Solusi Bangun Indonesia-Narogong plant consists of mining, crushing, storage & mixing, milling & drying, pre-heater & calciner, clinkerzation, cooling, cement grinding, and packaging & dispack. Before entering the cement packaging stage, a final grinding process will be carried out at the finish mill unit. With cement-forming materials, namely clinker, synthetic gypsum, limestone, fly ash, and CKD (Cement Kiln Dust) which will be ground and mixed. The type of finish mill used is a dual chamber ball mill which contains small balls to reduce the cement size to 45  $\mu\text{m}$ . The aim of this research is to determine the amount of cement produced from PT's finish mill 6 unit. Solusi Bangun Indonesia-Narogong plant and find out the amount of heat loss obtained at PT's finish mill 6 unit. Solutions to Build Indonesia-Narogong plant. And obtained a total mass balance of 669.62 tons/hour and a total heat balance of 17,227,147 kcal/hour with a heat loss of 4,06%.*

### **Abstrak**

PT. Solusi Bangun Indonesia merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Multinasional Company di Indonesia yang bergerak dalam memproduksi semen dan non semen. pada proses pembuatan semen di PT. Solusi Bangun Indonesia-Narogong *plant* dilakukan menggunakan metode kering. Metode ini mempunyai keunggulan pada biaya operasinya yang relatif rendah dari metode basah pada kapasitas produksi yang besar. Proses produksi semen di PT. Solusi Bangun Indonesia-Narogong *plant* terdiri dari penambangan, penghancuran, penyimpanan & pencampuran, penggilingan & pengeringan, *pre-heater & calciner, clinkerzation*, pendinginan, penggilingan semen, dan *packaging & dispack*. Sebelum masuk ke tahap pengemasan semen akan dilakukan proses penghalusan akhir yang akan dilakukan pada unit *finish mill*. Dengan bahan pembentuk semen yaitu *clinker, gypsum synthetic, limestone, fly ash*, dan CKD (Cement Kiln Dust) yang akan digiling dan dicampur. Jenis *finish mill* yang digunakan berupa *ball mill dual chamber* yang di dalamnya terdapat bola – bola kecil untuk memeperkecil ukuran semen hingga 45  $\mu\text{m}$ . Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui banyaknya semen yang dihasilkan dari unit *finish mill* 6 PT. Solusi Bangun Indonesia-Narogong *plant* dan mengetahui banyakan *heat loss* yang didapatkan pada unit *finish mill* 6 PT. Solusi Bangun Indonesia-Narogong *plant*. Dan didapatkan neraca massa total sebesar 669,62 ton/jam dan neraca panas total sebesar 17.227.147 kcal/jam dengan *heat loss* sebesar 4,06%.

**Kata kunci :** *Finish Mill, Neraca Massa, Neraca Panas Semen,*

## PENDAHULUAN

PT. Solusi Bangun Indonesia merupakan salah satu perusahaan bahan bangunan yang saham mayoritasnya (83,52%) dimiliki dan dikelola oleh PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk atau SIG, PT. Solusi Bangun Indonesia merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Multinasional *Company* di Indonesia<sup>[1]</sup>.

PT. Solusi Bangun Indonesia menjalankan usaha yang terintegrasi terdiri dari semen, beton siap pakai, agregat dan layanan pengolahan limbah. SBI mengoperasikan empat pabrik semen di Narogong (Jawa Barat), Cilacap (Jawa Tengah), Tuban (Jawa Timur) dan Lhoknga (Aceh) dengan total kapasitas produksi semen sebanyak 14,8 juta ton semen per tahun dan memperkerjakan lebih dari 2000 karyawan.

**Go  
Beyond  
Next**

Dengan semangat “**Go Beyond Next**” sebagai bagian dari SIG, SBI terus bertransformasi untuk beradaptasi pada perubahan dan membangun kondisi kehidupan yang berkelanjutan bagi generasi mendatang. “**Go Beyond Next**” mewakili keberanian kami untuk bertindak selangkah lebih maju dan selalu melampaui batas <sup>[2]</sup>.

*Finish Mill* atau penggilingan tahap akhir pada pembuatan semen merupakan tahap kritis dalam proses produksi semen. proses ini terjadi setelah tahap *clinkerization*, dimana bahan mentah semen dipanaskan hingga membentuk *clinker*. Pada tahap *finish mill*, *clinker* digiling halus bersama dengan *gypsum* dan bahan *additive* lainnya. Pentingnya proses *finish mill* terletak pada kualitas semen yang dihasilkan. Penggilingan yang tepat dapat memastikan partikel semen memiliki distribusi ukuran yang optimal, yang mempengaruhi kekuatan, keawetan, dan karakteristik pengikatan dari semen. mesin yang digunakan pada tahap ini adalah *ball mill* dengan *dual chamber* yang menggunakan bola-bola besi untuk menggiling bahan baku hingga menjadi partikel halus.

Unit *finish mill* bertujuan untuk menggiling *clinker*, *gypsum*, dan bahan aditif lainnya seperti filler limestone, fly ash dan CKD (Cement Kiln Dust) menjadi partikel halus dengan ukuran tertentu yang sesuai dengan spesifikasi semen yang diinginkan sesuai dengan standar yang telah dibuat SNI dan ASTM, pentingnya unit *finish mill* ini harus dikontrol secara ketat untuk memastikan semen yang dihasilkan memiliki kualitas yang konsisten, baik dari segi ukuran partikel, kekuatan, dan sifat lainnya. Parameter seperti kehalusan, suhu, dan laju penggilingan harus dipantau secara berkala.

Proses penggilingan di unit *finish mill* merupakan salah satu tahapan yang paling banyak mengonsumsi energi dalam proses produksi semen. Oleh karena itu, efisiensi energi menjadi perhatian penting, dengan berbagai teknologi dan metode diterapkan untuk mengurangi konsumsi energi tanpa mengorbankan kualitas produk.

Kualitas penggilingan di unit *finish mill* sangat mempengaruhi kualitas semen yang dihasilkan, termasuk kekuatan tekan, waktu pengikatan semen, dan kinerja lainnya. Karena itu, pengoperasian *finish mill* yang tepat adalah kunci untuk menghasilkan semen yang berkualitas tinggi.<sup>[3]</sup>

Semen berasal dari bahasa latin *caementum* yang berarti bahan perekat, secara sederhana, definisi semen adalah bahan perekat atau lem, yang bisa merekatkan bahan – bahan material seperti batu bata dan batu koral hingga bisa membentuk sebuah bangunan. Sedangkan pengertian secara umum semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu

engikat bahan – bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat [4].

Pemilihan *Finish Mill* sebagai tugas khusus juga dikarenakan pada saat kerja praktek di PT. Solusi Bangun Indonesia-Narogong *Plant* sedang terdapat masalah yaitu bahan baku yang didapatkan merupakan bahan baku *low grade*, maka dari itu kami memilih menghitung neraca massa dan panas pada *finish mill* untuk mengetahui berapa banyaknya semen yang dihasilkan dan berapa total panas yang hilang ke lingkungan.

## METODE PENELITIAN

Metode pengambilan data yang didapatkan melalui metode wawancara, studi kepustakaan dan melalui *control room* (CCR) yang dimulai dari tanggal 13 mei 2024 sampai 13 juni 2024. Sehingga didapatkan data – data sebagai berikut.

*Tabel 1. Total umpan Finish Mill 6 dan rasionya*

| Total umpan FM 6 (Ton) |           |                             |
|------------------------|-----------|-----------------------------|
| 200                    |           |                             |
| Komponen               | Rasio (%) | Asumsi H <sub>2</sub> O (%) |
| Clinker                | 56%       | 0,1%                        |
| Limestone              | 25%       | 7%                          |
| Fly Ash                | 9%        | 0,1%                        |
| CKD                    | 7%        | 0,1%                        |
| Gypsum Synthetic       | 3%        | 27%                         |
| TOTAL                  | 100%      |                             |

*Tabel 2. Asumsi kandungan air dalam bahan baku semen*

| Total umpan FM 6 (Ton) |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| 200                    |                             |
| Komponen               | Asumsi H <sub>2</sub> O (%) |
| Clinker                | 0,1%                        |
| Limestone              | 7%                          |
| Fly Ash                | 0,1%                        |
| CKD                    | 0,1%                        |
| Gypsum Synthetic       | 27%                         |

*Tabel 3. Asumsi suhu umpan masuk*

| Asumsi           |                     |
|------------------|---------------------|
| Komponen         | T <sub>c</sub> (°C) |
| Clinker          | 200                 |
| Limestone        | 30                  |
| Fly Ash          | 30                  |
| CKD              | 30                  |
| Gypsum Synthetic | 30                  |

Tabel 4. Asumsi Cp bahan baku

| Asumsi           |                  |
|------------------|------------------|
| Komponen         | Cp (Kcal/Ton °C) |
| Clinker          | 200              |
| Limestone        | 220              |
| Fly Ash          | 250              |
| CKD              | 193,7            |
| Gypsum Synthetic | 340              |

Tabel 5. Asumsi kandungan dalam udara

| Asumsi kandungan dalam udara |       |                  |
|------------------------------|-------|------------------|
| Udara                        | Rasio | Cp (Kcal/Ton °C) |
| Nitrogen                     | 78%   | 290,76           |
| Oksigen                      | 21%   | 219,67           |
| Argon                        | 1%    | 201,9            |

Dengan asumsi perhitungan sebagai berikut :

Asumsi perhitungan :

1. Kondisi operasi = *Steady State*
2. Waktu operasi = 1 jam
3. Densitas udara = 1,18 m<sup>3</sup>/jam
4. Flow udara masuk *ball mill* = 33.294,5 m<sup>3</sup>/jam
5. Flow udara masuk separator = 363.280 m<sup>3</sup>/jam
6. Efisiensi *ball mill* = 85 %
7. Daya *ball mill* = 4200 kW
8. T referensi = 25 °C

Gambar 1. Asumsi Perhitungan

Dari data dan asumsi perhitungan yang didapatkan selanjutnya akan dilakukan analisis menggunakan metode perhitungan neraca massa dan neraca panas.

Perhitungan neraca massa dilakukan dengan penentuan laju alir yang dilakukan untuk mengetahui jumlah produk yang akan diproduksi setiap jamnya. Perhitungan menggunakan data yang sudah di peroleh. Dasar perhitungan neraca massa adalah berdasarkan banyaknya bahan yang masuk ke dalam sistem dan keluar dari sistem tersebut.

Rumus perhitungan neraca massa

$$\text{Massa Masuk} - \text{Massa Keluar} = \text{Massa Total} \quad (1)$$

Rumus tersebut hanya dapat digunakan apabila sistem yang berlangsung tidak mengandung reaksi. Untuk menghitung neraca massa, hal yang harus diketahui adalah data – data yang akan diolah, seperti bahan masuk dan data bahan keluar dari sistem.

Perhitungan neraca panas dilakukan untuk menganalisis keseimbangan energi dalam suatu sistem atau proses. Dengan melakukan perhitungan neraca panas, kita dapat menentukan apakah energi yang masuk ke dalam sistem sesuai dengan energi yang keluar dari sistem, serta memahami bagaimana energi tersebut didistribusikan dalam berbagai komponen proses. Ini berguna untuk mengidentifikasi potensi peningkatan efisiensi, mengurangi kehilangan energi, serta mendesain atau mengoptimalkan peralatan dan proses termal.

Rumus perhitungan neraca panas

$$\text{Panas Masuk Sistem} + \text{Panas Terbentuk dalam Sistem} - \text{Panas Keluar} + \text{Panas Akumulasi} + \text{Panas yang Dipakai dalam Sistem} = 0 \quad (2)$$

Rumus perhitungan panas sensible

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta t \quad (3)$$

Rumus perhitungan panas laten

$$Q = m \cdot L \quad (4)$$

[5]

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menentukan banyaknya bahan masuk dan keluar dari *finish mill*, langkah yang dilakukan adalah menghitung neraca massa. Bahan – berupa *clinker*, *gypsum synthetic*, *limestone*, *fly ash*, CKD serta udara dimasukkan ke dalam *finish mill* sebagai umpan. Produk yang dihasilkan dari proses *finish mill* ini berupa semen dan *stack gas* yang terdiri dari debu, uap air dan udara keluar. Berikut adalah Tabel 6 neraca massa total dari *finish mill* 6.

Tabel 6. Neraca massa total finish mill 6

| NERACA MASSA TOTAL FINISH MILL 6 |              |           |               |
|----------------------------------|--------------|-----------|---------------|
| Komponen                         | In (Ton/jam) | Komponen  | Out (Ton/jam) |
| Clinker                          | 112,0        | Stack gas | 474,91        |
| Gypsum Synthetic                 | 6,0          | Semen     | 194,71        |
| Limestone                        | 50,0         |           |               |
| Fly Ash                          | 18,0         |           |               |
| Cement Kiln Dust                 | 14,0         |           |               |
| Udara                            | 469,62       |           |               |
| Total                            | 669,62       |           | 669,62        |

Perhitungan neraca massa pembuatan semen pada unit *finish mill* di PT. Solusi Bangun Indonesia-Narogong *plant* dilakukan dengan basis 1 jam operasi. Dari Tabel 6. didapatkan semen yang dihasilkan sebanyak 194,71 ton/jam atau sekitar 97,355% produk yang diumpangkan ke unit *finish mill* akan menghasilkan produk semen yang memenuhi standar dan siap di edarkan, dan sekitar 5,29 ton/jam bahan baku pembuatan semen terbawa oleh udara keluar ke lingkungan yang menghasilkan *stack gas*.

Selain hasil perhitungan neraca massa, dilakukan perhitungan neraca panas pada unit *finish mill*, hasilnya ditunjukkan pada Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Neraca panas total finish mill 6

| NERACA PANAS TOTAL FINISH MILL 6 |            |                            |            |
|----------------------------------|------------|----------------------------|------------|
| IN                               | Q          | OUT                        | Q          |
| Clinker                          | 3.920.000  | semen cyclone              | 3.049.756  |
| Gypsum Synthetic                 | 10.200     | semen BF II                | 331.885    |
| lime stone                       | 55.000     | Penguapan H <sub>2</sub> O | 2.846.086  |
| CKD                              | 13.559     | Udara + dust OUT           | 10.300.159 |
| Fly ash                          | 22.500     | heat loss                  | 699.261    |
| Reject                           | 378.359    |                            |            |
| Grinding                         | 3.074.641  |                            |            |
| Udara IN                         | 9.752.888  |                            |            |
| Total (kcal/jam)                 | 17.227.147 | Total (kcal/jam)           | 17.227.147 |

Dari hasil perhitungan neraca panas, panas yang masuk ke dalam sistem mayoritas terpakai dengan baik di dalam sistem tetapi masih terdapat *heat loss* (panas yang terbuang ke lingkungan) sebesar 699.261 kcal/jam atau sekitar 4,06%. Dari data diatas menunjukkan alat yang digunakan dalam sistem masih dalam keadaan baik dan optimal, karena *heat loss* yang

dihasilkan tidak terlalu sebesar dan distribusi panas yang relatif merata di setiap alatnya [6], selain itu mesin bersifat tidak adiabatik sehingga panas yang masuk ada yang berpindah ke lingkungan. Panas tersebut dapat berpindah melalui perpindahan panas secara konveksi dan radiasi [7].

## KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan neraca massa dan neraca panas di unit *finish mill* 6 produk semen yang dihasilkan adalah sebesar 97,355% dari umpan hal ini menunjukkan sistem *finish mill* dalam kondisi stabil dan efisien, dan dari perhitungan neraca panas unit *finish mill* 6 didapatkan *heat loss* sebesar 4,06% hal ini menunjukkan bahwa mesin masih dalam keadaan baik dikarenakan distribusi panas di dalam sistem masih terbilang baik maka dari itu belum perlu dilakukan *maintenance* untuk dalam waktu dekat [8].

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terimakasih kepada PT. Solusi Bangun Indonesia-Narogong-plant karena telah membantuk kami dalam pengambilan data dari kerja praktek ini terutama pada Bapak Rifqi Aprian S.T selaku pembimbing lapangan kami, kami juga mengucapkan terimakasih kepada ibu Donna Imelda., S.T. M.Si selaku dosen pembimbing kerja praktek kami, kami juga mengucapkan terimakasih kepada orang tua kami yang telah membantu kami dalam menyelesaikan kerja praktek ini dalam bentuk moral maupun dalam bentuk finansial dan juga tidak lupa kami berterimakasih kepada rekan – rekan mahasiswa yang telah membantuk menyemangati kami sehingga kami bisa menyelesaikan kerja praktek kami.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Plant, P. T. Solusi, Dan B. Indonesia, “Narogong Plant – Pt. Solusi Bangun Indonesia Tbk. 2024 1,” 2024.
- [2] P. S. B. Indonesia, “Tentang Kami Pt.Solusi Bangun Indonesia.” Diakses: 13 Juni 2024. [Daring]. Tersedia Pada: <https://Solusibangunindonesia.Com/Tentang-Kami/>
- [3] C. Alkalah, “Laporan Kp Universitas Jayabaya,” Vol. 19, No. 5, Hal. 1–23, 2016.
- [4] B. A. Sriwahyu Rahmsari, “Laporan Kerja Praktek Sriwahyu Rahmasari - Bela Amalia Di Pt Solusi Bangun Indonesia Tbk Cilacap Plant.” Diakses: 13 Juni 2024. [Daring]. Tersedia Pada: <https://Www.Scribd.Com/Document/452333685/Laporan-Kerja-Praktek-Sriwahyu-Rahmasari-Bela-Amalia-Di-Pt-Solusi-Bangun-Indonesia-Tbk-Cilacap-Plant-Docx>
- [5] A. S. Dyatmiko Dan A. Chalim, “Evaluasi Perhitungan Neraca Energi Finish Mill Di Pt Semen Indonesia Persero Tbk Tuban,” *Distilat J. Teknol. Separasi*, Vol. 8, No. 4, Hal. 806–814, 2023, Doi: 10.33795/Distilat.V8i4.417.
- [6] A. A. M. Ahmad Dan F. Ashari, “Menentukan Penjadwalan Maintenance Mesin Finish Mill Dengan Metode Fmea Di Pt Semen Indonesia ( Persero ) Tbk Determining Finish Mill Machine Maintenance Scheduling Using The Fmea Method At Pt Semen Indonesia ( Persero ) Tbk,” *J. Teknol. Dan Manaj. Sist. Ind.*, Vol. 1, No. 2, Hal. 77–84, 2022.
- [7] M. S. Akbar, E. Latifah, S. N. Qomariyah, D. P. Setyo, H. Widodo, Dan A. Hidayat, “Proses Adiabatik Dan Isovolum Kuantum Sistem Dua Partikel Simetri,” *Jpse (Journal Phys. Sci. Eng.*, Vol. 2, No. 2, Hal. 55–65, 2017, Doi: 10.17977/Um024v2i20217p055.
- [8] M. Muna, “Maintenance Pada Unit Cement Mill”, [Daring]. Tersedia Pada: <https://Www.Scribd.Com/Document/374615163/Maintenance-Pada-Unit- Cement-Mill>