



Evaluasi Cement Mill : Neraca Massa dan Neraca Energi pada Cement Mill Indarung V PT Semen Padang

Dwi Annisa Fithry¹✉, Durain Parmanaon², Alfein Rahmad³, Dodi Indrianto⁴

^(1,4)Teknik Kimia, Universitas Muammadiyah Riau

⁽²⁾Universitas Negeri Padang

⁽³⁾PT Semen Padang

DOI: [10.31004/jutin.v8i4.42607](https://doi.org/10.31004/jutin.v8i4.42607)

✉ Corresponding author:

[dwiannisa@umri.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
Cement Mill;
Neraca Massa dan
Neraca Energi;
Kualitas Semen;

PT Semen Padang adalah PT Semen terbesar di Indonesia, proses pembuatan semen yang dilakukan PT Semen Padang adalah proses di *Raw Mill*, proses di *Kiln* dan proses di *Cement Mill*, proses di *Cement Mill* merupakan proses penggilingan akhir dalam pembuatan semen. Proses yang dilakukan pada *Cement Mill* ini adalah proses pencampuran Klinker, Gypsum, Pozzolan, dan Limestone dimasukkan ke dalam *Mill* untuk digiling dan dibantu *grinding media* dengan diberi gaya *impact* atau gaya tumbukan sehingga material tercampur dan menghasilkan semen. Maka dilakukanlah penelitian pada unit *Cement Mill* untuk mengetahui kebutuhan gas panas dan *efisiensi* yang berfokuskan ke pada neraca massa dan neraca energi pada *Cement Mill* Indarung V PT Semen Padang. dapat di peroleh massa udara yang digunakan pada unit *Cement Mill* sebesar 132,96 ton/jam, kebutuhan H₂O yaitu 3,68 ton/jam. Total nilai *balance* dari neraca massa sebesar 336,95 ton/jam dan nilai total neraca energi yaitu sebesar 4.213.679 Kcal/jam.

Abstract

Keywords:
Cement Mill;
Mass Balance and Energy
Balance;
Cement Quality;

PT Semen Padang, as the largest Cement producer in Indonesia, employs a multi-stage Cement production process, comprising a Raw Mill, a Kiln, and a Cement Mill. The Cement Mill process, serving as the final grinding stage, plays a crucial role in Cement production. Here, clinker, gypsum, pozzolan, and limestone are mixed and ground into Cement, facilitated by grinding media and impact or tumbling forces. This study aimed to investigate the hot gas requirements and efficiency of the a Cement Mill unit, with a focus on the mass balance and energy balance of the Indarung V Cement Mill at PT Semen Padang. The results indicated that the mass

of air utilized in the a Cement Mill unit was 132.96 tons/hour, while the water requirement was 3.68 tons/hour. The total mass balance value was 336.95 tons/hour, and the total energy balance value was 4,213,679 Kcal/hour.

1. PENDAHULUAN

Di dalam suatu Negara atau wilayah sangat dibutuhkan industri, salah satunya yaitu industri semen. Indonesia memiliki luas wilayah yang begitu luas sehingga memerlukan industry semen sebagai industri pendukung dalam suatu pembangunan infrastruktur bangunan, perumahan, jalan, jembatan, irigasi, dan pelabuhan. Di Indonesia sendiri telah mengalami perkembangan yang pesat pada industri semen dalam hal produksi (Rahim et al., 2023).

PT Semen Padang berdiri pada tahun 1910 merupakan pabrik semen tertua di Indonesia, seiring perkebangannya PT Semen padang ini sudah tumbuh dan berkembang menjadi pabrik semen yang besar serta memiliki teknologi yang terus berkembang mengikuti kemajuan teknologi. PT Semen Padang memiliki kapasitas produksi sebesar 10.400.000 ton/tahun, PT Semen Padang merupakan pabrik semen pertama dan terbesar di Indonesia yang berlokasi di Jl. Raya Indarung, Kota Padang, Provinsi Sumatra Barat (Andini et al., 2019).

PT Semen Padang ini memiliki VI pabrik semen, yakni Indarung I, II, III, IV, V dan VI. Pada pabrik Indarung I tidak lagi berproduksi sejak tahun 1999 dengan pertimbangan efisiensi dan polusi. Setiap pabrik semen pada umumnya terbagi menjadi 7 area, yaitu area *Crusher*, *Raw Mill*, *Kiln*, *Coal Mill*, *Cement Mill*, *Packer*, dan *Electrical Roam Area* (Sulaeman, 2023).

Semen merupakan suatu jenis material yang memiliki sifat *kohesif* dan *adhesif* yang mampu menyatukan fragmen-fragmen suatu massa padat. Tetapi definisi ini juga dapat diterapkan pada banyak jenis bahan, semen yang digunakan untuk kontruksi beton merupakan material yang telah jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan *hidraulis cement*. *Hidraulis* berarti semen yang bereaksi dengan air dan membentuk suatu bahan massa (Ummah, 2019).

Semen adalah bahan utama penyusun dari beton, semen berfungsi sebagai pengikat dari agregat halus dan kasar dibantu oleh air untuk mengaktifkan sifat-sifat semen tersebut (Batubara & Pangaribuan, 2023).

Salah satu proses pembuatan semen pada PT Semen Padang yaitu *di Cement Mill*. Proses pada *Cement Mill* yaitu proses penggilingan klinker, *gypsum*, *pozzolan*, dan *limestone*. Untuk di giling di dalam *Cement Mill* dan dibantu oleh *grinding ball* dengan di beri gaya *impact* sehingga material tercampur dan menghasilkan semen (Amelia et al., 2022).

Tujuan dari penelitian pada *Cement Mill* ini adalah untuk mengetahui kebutuhan gas panas dan efisiensi yang berfokuskan pada neraca massa dan neraca energi pada *Cement Mill* Indarung V PT Semen Padang dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas semen yang di produksi oleh PT Semen Padang.

2. METODE

Penelitian pada *Cement Mill* Indarung V PT Semen Padang dilakukan dengan tahapan studi literatur, mengumpulkan data-data dan informasi. Berikut merupakan teknik pengumpulan data yang di lakukan oleh peneliti:

2.1. Studi Literatur

Studi Literatur yaitu mehahami aliran *input* dan aliran *output* pada *unit Cement Mill* Indarung V PT Semen Padang. Dengan memahami aliran *input* dan *output* supaya mempermudah penulis dalam hal pengumpulan data dan melakukan pengolahan data.

2.2. Pengumpulan Data *Input* dan *Output* dari ruangan CCR

1. *Input Cement Mill*

Didalam *Cement Mill* terdapat beberapa material yang masuk kedalam *Mill* yaitu klinker, *gypsum*, *pozzolan* dan *limestone*. Berikut adalah data yang di ambil dari CCR (*Central Control Roam*) untuk material yang masuk ke dalam *Cement Mill*:

Tabel 2. 1 komposisi bahan baku masuk Cement Mill

No	Komposisi	Berat (%)	Laju Massa (ton/jam)
1.	Klinker	57,5	115.00
2.	Gypsum	4,36	8.72
3.	Pozzolan	15,00	30.00
4.	Limestone	22,75	45.50
	Total	99,61	199.22

(Sumber : Central Control Room Indarung V)

Seperti pada tabel diatas material yang masuk sebesar 199.220 ton/jam. Material yang masuk kedalam Mill bertipe *Tube Mill* yaitu *Cement Mill 1(5Z1)* dan *Cement Mill 2 (5Z2)* untuk digiling menjadi lebih halus sehingga menjadi semen.

2. Transport Sering Bermasalah

Data yang di ambil dari *daily log sheet CCR* mengenai kondisi operasi di *Cement Mill* Yaitu sebagai berikut:

a. Safety Coupling Lepas

Permasalahan ini sering kali terjadi di dalam proses *Cement Mill*, dimana *safety coupling* lepas sehingga dapat mengakibatkan kondisi operasi di *roller press* tidak optimal dan mengakibatkan *roller press stop*.

b. Belt Menjuntai

Permasalahan ini juga terjadi pada proses di *Cement Mill*, yaitu belt yang menjuntai atau berlebih, sehingga *belt* tersebut *slip* dan tidak bisa di operasikan lagi. Permasalahan ini mengakibatkan *Mill stop* sehingga kerja *Cement Mill* tidak maksimal.

Factor-faktor itulah yang bisa mempengaruhi *efisiensi* dari *Cement Mill* di bagian *transport*, dimana *transport* itu sangat berpengaruh bagi kelancaran suatu proses produksi pada *Cement Mill*, akan tetapi belakangan ini *transport* pada *Cement Mill* sering bermasalah, dapat dilihat pada tabel **2.2** berikut :

Tabel 2. 2 Data transport incoming

Tanggal	Unit	Permasalahan
3 Desember 2024	Mill 5Z1	Saringan kamar 2 jebol
3 Desember 2024	Mill 5Z1	Pompa tidak tersedia
3 Desember 2024	Roller press 5Z1	Safety coupling lepas
5 Desember 2024	Mill 5Z1	Kerusakan idler
7 Desember 2024	Roller press 5Z1	Belt conveyor menjuntai
8 Desember 2024	Roller press 5Z1	Safety coupling lepas
10 Desember 2024	Mill 5Z1	Temperatur outlet tinggi
10 Desember 2024	Mill 5Z1	Alarm motor electrical tidak tersedia
10 Desember 2024	Roller press 5Z1	Safety coupling lepas
12 Desember 2024	Roller press 5Z1	Safety coupling lepas
17 Desember 2024	Roller press 5Z1	Safety coupling lepas
21 Desember 2024	Roller press 5Z1	Temperatur bearing alarm H2
21 Desember 2024	Roller press 5Z1	Safety coupling lepas
22 Desember 2024	Roller press 5Z1	Safety coupling lepas
25 Desember 2024	Mill 5Z1	CGA dan fly ash stop
26 Desember 2024	Mill 5Z1	Limestone kritis
27 Desember 2024	Mill 5Z1	CGA dan fly ash stop
30 Desember 2024	Mill 5Z1	Outlet mill bocor

(Sumber : Central Control Room Indarung V)

Dari data diatas dapat kita lihat begitu banyak permasalahan yang terjadi pada *transport incoming* di dalam proses *Cement Mill*. Dengan adanya permasalahan yang terjadi pada maka efisiensi proses *Cement Mill* akan terganggu dan menyebabkan kualitas produk semen menjadi kurang bagus.

2.3. Pengambilan Data dari Laboratorium Proses Indarung V PT Semen Padang

a. Komposisi Klinker

Material yang pertama adalah klinker, klinker sendiri adalah bahan setengah jadi yang merupakan komponen utama dalam pembuatan semen. Klinker sendiri terbuat dari *Limestone*, *Clay*, *Silika* dan *Iron Sand* yang dipanaskan di *Kiln* pada suhu yang tinggi sekitar 1450 °C. untuk mendapatkan kualitas semen yang bagus tergantung pada kualitas klinker yang digunakan.

Berikut tabel 2.3 merupakan data dari komposisi klinker .

Tabel 2. 3 data komposisi klinker

no	Komposisi	Berat (%)	Laju Massa (ton/jam)
1.	SO ₃	0,26	0,52
2.	AL ₂ O ₃	5,75	11,5
3.	Fe ₂ O ₃	3,43	6,86
4.	CaO	67,19	134,38
5.	SiO ₂	21,67	43,34
6.	MgO	0,82	1,64
7.	F-Lime	1,46	2,92
Total		100,58	201,16

(Sumber : Laboratorium proses Indarung V)

Dari data komposisi klinker yang di peroleh dari laboratorium proses Indarung V dapat dilihat kandungan yang ada di dalam klinker yang akan digunakan untuk pembuatan semen.

b. Kualitas Klinker

Berikut tabel 2.4 merupakan data kualitas klinker yang di peroleh dari laboratorium proses Indarung V PT Semen Padang:

Tabel 2. 4 Data Kualitas klinker

LTW	TEMP	FCaO	LSF	SIM	ALM	C3S	C2S	C3A	C4AF
1109,25	147,5	1,01933	96,3948	2,3614	1,6785	61,0787	16,0955	9,4476	10,43315
1074,75	130,588	1,23694	96,3013	2,3787	1,5876	60,6078	16,6968	8,8861	10,76649
1070,1	149,524	1,12147	94,1325	2,4291	1,5512	56,4991	21,062	8,6651	10,91
1050,29	158,333	0,64539	95,2716	2,4893	1,5194	61,867	16,8278	8,2455	10,75545
1058,05	155,238	1,10165	96,4895	2,4842	1,5674	62,6487	15,6538	8,4699	10,4777
1047,63	141,25	0,89794	96,7405	2,4683	1,6037	63,7232	14,5884	8,7043	10,35804

(Sumber : Laboratorium proses Indarung V)

Dari data kualitas yang di dapatkan di laboratorium dapat kita lihat perbedaan kualitas klinker setiap harinya, sehingga akan mengakibatkan perbedaan kualitas semen nantinya

c. Standarisasi Klinker

Berikut data standarisasi klinker yang di peroleh dari laboratorium proses Indarung V PT Semen Padang:

Tabel 2. 5 Data Standarisasi klinker

Kandungan	Standarisasi
LSF	94-99
SIM	2,0-2,6

Kandungan	Standarisasi
ALM	1,3-1,9
F-Line	1,5.
C3S	57-61
C3A	9
Alkali	0,6.

(Sumber : Laboratorium proses Indarung V)

Dari data kualitas yang diatas, dapat kita lihat bahwa PT Semen Padang telah menetapkan standarisasi untuk klinker yang di produksi, dan menghasilkan klinker yang bagus akan berguna untuk semen yang di hasilkan

d. Kualitas *Limestone*

Limestone adalah untuk menyuplai kandungan CaO pada klinker dan sebagai bahan pengisi untuk menambah jumlah kapasitas pada pembuatan semen. Karena memiliki kadar CaO yang tinggi di bandingkan *limestone* yang lainnya.

Data kualitas *limestone* dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut:

Tabel 2. 6 Data Kualitas *Limestone*

Tanggal	DATA LIMESTONE		
	LSF	SIM	ALM
15-Dec-24	298,6	2,81	2,37
16-Dec-24	409,4	2,53	2,22
17-Dec-24	238,7	2,60	2,52
18-Dec-24	235,1	2,57	2,89
19-Dec-24	233,0	2,53	2,28
20-Dec-24	280,4	2,48	1,86

(Sumber : Laboratorium proses Indarung V)

Dari data kualitas yang di dapatkan dari laboratorium proses Indarung V PT Semen Padang dapat kita lihat perbedaan kualitas *limestone* setiap harinya.

e. Kualitas Semen

Masing-masing material memiliki tonasenya tersendiri, dan masing-masing pabrik juga mempunyai standar kualitas materialnya sendiri, begitu juga di PT Semen Padang mempunyai standarisasi kualitas produk semen yang bagus dan baik.

Berikut tabel 2.7 merupakan data standarisasi kualitas semen yang di peroleh di laboratorium proses Indarung V PT Semen Padang:

Tabel 2. 7 Data Standarisasi Semen

Kandungan	Standarisasi
BLAINE	400-500
SO₃	1 - 4.
45μ	Max 8
H₂O	0,1 - 0,4.
LOI	Max 20

(Sumber : Laboratorium proses Indarung V)

Dari data kualitas semen diatas kita dapat mengetahui bahwa PT Semen Padang telah menetapkan standarisasi untuk semen yang di produksi di PT Semen Padang.

Berikut tabel **2.8** merupakan data kualitas semen yang di peroleh dari laboratorium proses Indarung V PT Semen Padang:

Tabel 2. 8 Data Kualitas semen pcc

PCC (EzPro)				
BLAINE	SO₃	45μ	H₂O	LOI
438	1,64	6,29	0,33	12,61
435	1,61	6,20	0,33	12,69
443	1,67	6,06	0,33	12,02
429	1,67	8,64	0,32	12,05
453	1,69	5,85	0,32	11,77
445	1,62	5,23	0,32	12,31

(Sumber : Laboratorium proses Indarung V)

Dari data tabel diatas kualitas semen yang di peroleh di laboratorium proses Indarung V PT Semen Padang telah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh PT Semen Padang.

Faktor kualitas semen pada PT Semen Padang yaitu meliputi *Blaine*, SO₃, 45μ, H₂O, dan LOI. Apabila kualitas tersebut sesuai dengan standarisasi akan menghasilkan semen yang bagus, dan apabila kualitasnya terganggu akan menyebabkan kualitas semen menjadi turun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Neraca Massa Dan Neraca Energi Unit Cement Mill

a. Neraca Massa

Neraca massa mempunyai arti yang sangat penting dalam industri kimia karena neraca massa merupakan salah satu dasar yang penting dalam perhitungan satuan operasi dan satuan proses. Dalam hal ini berlaku hukum kekekalan massa , massa yang dimaksud dapat berupa material yang berfase padat, cair, dan gas. Tidak semua zat yang dapat dihitung secara manual menggunakan alat pengukur massa. Untuk itu kita menggunakan parameter lain agar massa suatu zat dapat diketahui. Parameter bisa berupa densitas, panas spesifikasi, berat molekul dan sebagainya. Dalam neraca massa, dihitung massa masuk dan massa yang keluar selama operasi(Kimia, 2023).

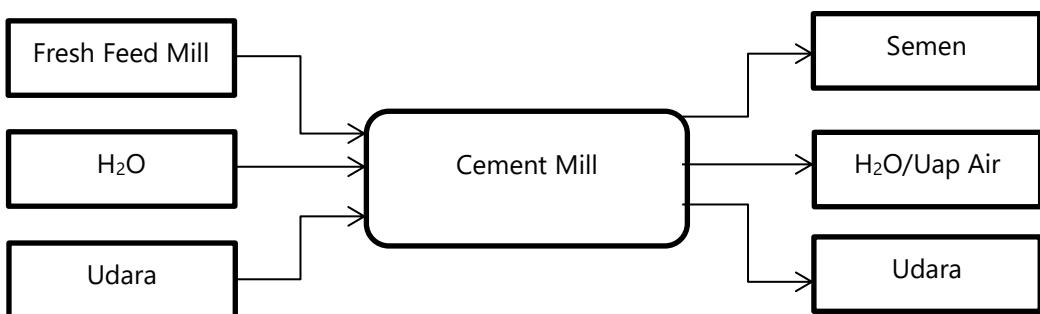
$$\text{Massa masuk} - \text{Massa keluar} = \text{Akumulasi}$$

pada kondisi *steady state* akumulasi = 0. Sehingga

$$\text{Massa masuk} = \text{Massa keluar}$$

Dalam perhitungan neraca massa di *Cement Mill* berikut data-data yang perlukan:

1. Aliran Massa Masuk
 - a. *Fresh feed mill*
 - b. H₂O
 - c. Udara
2. Aliran Massa Keluar
 - a. Produk (Semen)
 - b. H₂O/ Uap Air
 - c. Udara

**Gambar 3. 1 Skema Aliran Neraca Massa pada Cement Mill**

Berikut hasil dari perhitungan neraca massa pada Cement Mill:

Tabel 3. 1 Hasil Neraca Massa Cement Mill Indarung V

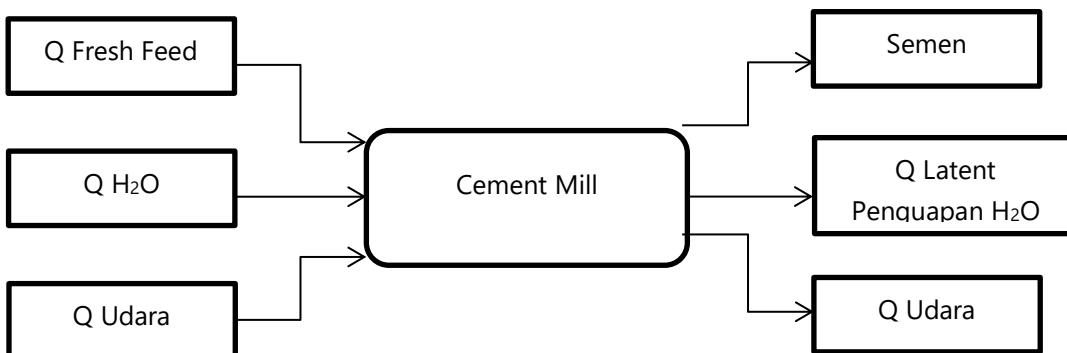
No	Input	Massa (Ton/Jam)	Output	Massa (Ton/Jam)
1.	Klinker	115,00	Water Vapor	3,68
2.	Gypsum	8,72	Udara	132,96
3.	Pozzolan	30,00	Semen	199,22
4.	Limestone	45,50		
5.	H ₂ O	3,68	Tailing	1,09
6.	Tailing	1,09		
7.	Udara	132,96		
	Total	336,95		336,95

b. Neraca Energi

Neraca panas merupakan perhitungan panas yang masuk dan yang menghasilkan dalam suatu proses dengan panas yang dibawa keluar dan yang dipakai. Neraca panas/energi merupakan suatu kesetimbangan panas yang masuk dan keluar sistem.

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

Berikut adalah skema dari alur proses neraca energi pada Cement Mill:

**Gambar 3.2 Skema Aliran Neraca Energi pada Cement Mill**

Berikut adalah hasil dari perhitungan neraca energi pada Cement Mill:

Tabel 3 2 Hasil Neraca Energi Cement Mill

No	Komposisi	Input (Kcal/Jam)	Output (Kcal/Jam)
1.	Q Klinker	1.411.388	-
2.	Q Gypsum	11.335	-

No	Komposisi	Input (Kcal/Jam)	Output (Kcal/Jam)
3.	Q Pozzolan	32.674	-
4.	Q Limestone	49.556	-
5.	Q Pemanasan H ₂ O	18.470	-
6.	Q Tailing	17.932,47	13.810,07
7.	Q Latent H ₂ O	-	478.202,98
8.	Q Penguapan H ₂ O	-	240.114
9.	Q Udara	2.672.324	728.831,80
10.	Q Semen	-	2.603.763,49
	Heat Loss		148.957
	Total	4.213.679	4.213.679

Berdasarkan hasil dalam perhitungan neraca massa dan neraca energi pada unit *Cement Mill* Indarung V tipe *Tube Mill* UMS 5,4 x 14 (*Finish Mill 5Z1M01*), yang memproduksi semen PCC yang merupakan salah satu produk semen di PT Semen Padang.

Kebutuhan udara panas untuk membantu kinerja dari *Cement Mill* itu sendiri. Dari hasil perhitungan yang didapat bahwa udara yang dibutuhkan pada proses pembuatan semen *unit cement mill* sebesar 132,96 ton/jam. Dimana gas udara panas ini berfungsi untuk mengeringkan material-material yang digiling pada *Cement Mill* itu sendiri yang masih ada kandungan airnya.

Kadar H₂O yang tinggi juga akan berpengaruh kepada jumlah udara panas yang dibutuhkan pada proses pembuatan semen di *unit Cement Mill*. Adapun hasil dari H₂O didalam *fresh feed* di *Cement Mill* yang didapat sebesar 3,68 ton/jam.

Hasil dari total *input* dan *output* neraca massa adalah 336,950 ton/jam dan untuk hasil neraca energi totalnya 4.213.679 Kcal/jam. Dari data tersebut *heat loss* yang dihasilkan 148.597 Kcal/jam.

3.2 Identifikasi *Bottle Neck* Dan Peluang Optimasi

3.2.1. *Bottle Neck* dan Peluang Optimasi Kualitas Semen

Masing-masing material memiliki tonase tersendiri, dan PT Semen Padang sendiri juga mempunyai standar kualitas material sendiri. Dan juga PT Semen Padang mempunyai standarisasi kualitas produk semen yang dihasilkan agar memiliki kualitas yang baik dan bagus. Berikut adalah standarisasi PT Semen Padang pada saat ini:

Tabel 3 3 Data Standarisasi Semen

Kandungan	Standarisasi
BLAINE	400-500
SO₃	1 - 4.
45μ	Max 8
H₂O	0,1 - 0,4.
LOI	Max 20

(Sumber : Laboratorium proses Indarung V)

Dari standarisasi tersebut kita dapat mengetahui bahwa kualitas semen yang bagus akan dilanjutkan ke proses *packing* untuk pasarkan baik di dalam negeri maupun untuk keperluan *import*. Dan apabila ada produk semen yang mengalami penurunan atau perubahan kualitas, maka dapat disimpulkan bahwa ada beberapa beberapa permasalahan yang mengakibatkan hal tersebut terjadi.

- Penyebab, solusi, dan tindak lanjut *Blaine*, SO₃, 45μ, H₂O dan LOI

Penyebab kualitas semen dapat di pengaruhi oleh beberapa faktor yaitu dari kualitas *Blaine* yang tidak sesuai di sebabkan kurangnya *Feeding* klinker. Oleh karena itu dilakukan dengan menambah *Feeding* klinker dengan harapan *Feeding* naik dan membuat nilai *Blaine* naik hingga sesuai dengan standarisasi. SO₃ tidak sesuai dengan standarisasi di sebabkan karena tingginya *Setting gypsum* menyebabkan nilai SO₃ naik. dan solusi dari hal tersebut di lakukan dengan mengurangi *Feeding gypsum*. 45 μ tidak sesuai di sebabkan tingginya *Feeding* kliner, *gypsum*, *pozzolan* dan *limestone* sehingga tidak sesuai dengan nilai 45 μ . Dan untuk menanggulangi siving maka dilakukan dengan mengurangi *Feeding* ke empat material tersebut dan mengubah *Setting separator* menjadi tinggi sehingga nilai 45 μ sesuai dengan standarisasi.

Sifat fisik semen dapat berubah karena kurangnya H₂O disebabkan karena tarikan gas kecil. Dengan solusi memberikan tarikan gas yang besar agar waktu tinggal sebentar sehingga tidak mengubah sifat fisik semen. Nilai LOI turun dikarenakan *limestone* yang tidak sesuai dengan kualitas PT. dan solusinya memberikan *limestone* yang berkualitas yg tinggi.

Setelah penggilingan di *Cement Mill* dan telah menghasilkan produk semen sebelum di pasarkan sebaiknya mengecek kualitas semen tersebut terlebih dahulu sesuai dengan standarisasi kualitas semen PT Semen Padang. Dengan pengecekan *Blaine*, SO₃, 45 μ , H₂O dan LOI.

b. Penyebab, Solusi dan Tindak Lanjut Dari Transport

Safety coupling lepas bisa di sebabkan oleh *coupling* tersebut sudah rusak atau aus Penyebab *belt conveyor* menjuntai di sebabkan oleh kerusakan pada *belt* tersebut. Seperti *belt* terbelah, penyebab terjadinya temperatur tinggi pada *outlet mill* adalah karna kerusakan pada sistem pendingin sehingga temperatur menjadi lebih tinggi

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang dilakukakan di *Cement Mill* Indarung V PT Semen Padang dapat di peroleh massa udara yang digunakan pada *unit Cement Mill* sebesar 132,96 ton/jam, kebutuhan H₂O yaitu 3,68 ton/jam. Total nilai *balance* dari neraca massa sebesar 336,95 ton/jam dan nilai total neraca energi yaitu sebesar 4.213.679 Kcal/jam. Maka dari perhitungan neraca massa dan neraca energi didapatkan nilai efisiensi *unit Cement Mill* Indarung V PT Semen Padang sebesar 96%, artinya kinerja dari *Cement Mill* masih optimal karena sesuai dengan standar efisiensi PT Semen Padang yang berkisar 80-97.

Neraca massa dan neraca energi *Cement Mill* Indarung V PT Semen Padang di pengaruhi oleh kadar H₂O yang terkandung di dalam bahan baku. Bahan baku yg sesuai dengan standarisasi PT Semen Padang akan menghasilkan ualitas semen yang bagus. Dan selalu memperhatikan standarisasi kualitas semen yaitu Blaine, SO₃, 45 μ , H₂O dan LOI. Dan factor-faktor yang dapat mempengaruhi optimasi dan efisiensi di *Cement Mill*.

5. REFERENCES

- Amelia, M. P., Safaruddin, S., & Muzzaki, M. M. (2022). Analisis Prosedur Pembuatan Semen Pada Pt. Semen Baturaja. *Jurnal Multidisipliner Bharasumba*, 1(04), 512–522. <https://doi.org/10.62668/bharasumba.v1i04.301>
- Andini, F., Amri, H., & Suryani, L. (2019). Review Industri Semen. In *Jurnal Kimia* (Vol. 4, pp. 1–25).
- Batubara, S.-, & Pangaribuan, W. (2023). Pengujian Kuat Tekan Beton Karakteristik Menggunakan Semen Opc Type I, Ppc Dan Pcc. *Jurnal Insinyur Profesional*, 3(1), 122–126. <https://doi.org/10.24114/jip.v3i1.42996>
- Kimia, D. A. N. S. (2023). *Jurnal Rekayasa , Teknologi Proses*. 9211(December 2022), 2–12.
- Rahim, H., Basir, M. M., & Diana, S. (2023). Analisis Kadar Cao Bebas Dan Lime Saturation Factor (Lsf) Pada Klinker Di Pt. Semen Bosowa Maros. *Jurnal Teknologi Kimia Mineral*, 2(1), 7–10. <https://doi.org/10.61844/jtkm.v2i1.389>
- Sulaeman, N. A. (2023). *Analisis Perawatan Komponen Fan pada Cement Mill Pabrik Indarung V PT Semen Padang dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance Analysis of Fan Component Maintenance in the Cement Mill of PT Semen Padang Indarung V Factory using the Reliability*. 13(2), 2–7.
- Ummah, M. S. (2019). pengaruh variasi penambahan abu serbuk gergaji kayu pada pasta semen terhadap uji bahan semen. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsiurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM PEMBETUNGAN TERPUSAT STRATEGI MELESTARI