



BAB IX

URAIAN TUGAS KHUSUS

IX.1. Judul Tugas Khusus

“Analisis Komprehensif Faktor Operasional terhadap Perbedaan Konsumsi CNG pada Dua Unit *Finishing Mill* dengan Produk yang Sama”

IX.2. Latar Belakang Masalah

Dalam industri semen, proses finishing mill merupakan tahap akhir yang sangat menentukan kualitas produk dan efisiensi energi secara keseluruhan. Tahap ini tidak hanya bertanggung jawab terhadap penghalusan clinker dan aditif menjadi semen jadi, tetapi juga menjadi salah satu titik dengan konsumsi energi tertinggi, khususnya dari sisi bahan bakar. Oleh karena itu, pengendalian penggunaan energi, terutama *Compressed Natural Gas* (CNG), menjadi faktor krusial dalam menjaga efisiensi operasional dan daya saing biaya produksi. Namun, dalam praktik operasional, ditemukan adanya perbedaan signifikan dalam konsumsi CNG antara *Finishing Mill 1* dan *Finishing Mill 2*, meskipun kedua unit tersebut memproses produk yang sama dengan spesifikasi mutu serupa. Kondisi ini mengindikasikan adanya ketidakefisienan operasional yang berpotensi menyebabkan pemborosan energi, kenaikan biaya produksi, dan bahkan ketidakseimbangan performa antar unit. Jika dibiarkan, permasalahan ini dapat berdampak langsung pada stabilitas sistem produksi, target efisiensi energi perusahaan, serta komitmen terhadap prinsip keberlanjutan (*sustainability*) yang kini menjadi tuntutan utama industri semen modern.

Perbedaan konsumsi ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor operasional seperti suhu dan tekanan di dalam mill, laju alir water spray, kondisi material, beban kerja (*loading*), serta karakteristik sistem kontrol proses. Tanpa analisis yang mendalam, perusahaan akan kesulitan mengidentifikasi akar masalah dan merumuskan strategi optimasi yang tepat. Oleh karena itu, diperlukan sebuah analisis komprehensif untuk mengevaluasi faktor-faktor penyebab perbedaan konsumsi CNG pada dua unit *finishing mill* tersebut. Melalui pendekatan neraca



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)**



massa dan neraca panas, serta evaluasi terhadap parameter operasional utama, diharapkan penugasan ini dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai penyebab variasi konsumsi energi dan menghasilkan rekomendasi strategis untuk meningkatkan efisiensi energi, menurunkan biaya operasional, dan memperkuat keandalan sistem produksi.

IX.3. Tinjauan Pustaka

IX.3.1 Finishing mill

Unit *Finish Mill* di PT Semen Gresik memiliki tanggung jawab dalam perencanaan, koordinasi, pelaksanaan, serta evaluasi terhadap seluruh kegiatan operasional mesin finish mill. Pada unit ini, berlangsung sejumlah proses utama seperti penggilingan (*grinding*), pengeringan (*drying*), pemisahan (*separating*), dan pengangkutan material (*transporting*). Tahap penggilingan akhir sekaligus pencampuran material setengah jadi berupa clinker dengan bahan aditif seperti *gypsum*, *trass*, *fly ash*, dan *limestone*, dilakukan menggunakan peralatan *vertical roller mill*. Bahan baku dan aditif yang dimasukkan ke dalam *vertical roller mill* akan mengalami proses penggilingan serta pengeringan, dengan pemanfaatan gas panas dari *kiln* atau melalui *air heater* yang menggunakan bahan bakar *Compressed Natural Gas* (CNG). Hasil dari proses ini berupa produk semen jadi, yang kemudian dialirkan ke *silo* sebagai tempat penyimpanan sementara sebelum masuk ke tahap pengemasan.

IX.3.2 Neraca Massa dan Neraca Panas

Neraca massa merupakan metode perhitungan terhadap jumlah massa aliran material serta perubahan yang terjadi di dalam suatu sistem. Prinsip dasar dari neraca massa adalah bahwa massa total yang masuk harus seimbang dengan massa total yang keluar. Massa yang diperhitungkan dapat berupa padatan, cairan, maupun gas. Karena tidak semua material dapat diukur secara langsung menggunakan alat pengukur massa, maka diperlukan parameter tambahan untuk menentukan besar massa dari suatu zat (Himmelblau, 2012).



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



Menurut Himmelblau (2012), persamaan umum neraca massa total (overall) dinyatakan sebagai berikut:

$$Input - Output + \text{Generasi} - \text{Konsumsi} = \text{Akumulasi}$$

Dengan beberapa asumsi:

1. Tidak terjadi reaksi kimia di dalam sistem, sehingga generasi = konsumsi = 0
2. Sistem beroperasi pada kondisi *steady state* kontinyu, sehingga akumulasi = 0

Maka persamaan dapat disederhanakan menjadi:

$$Input - Output = 0$$

$$Input = Output$$

Neraca panas digunakan untuk menghitung jumlah energi panas yang masuk dan keluar dari suatu sistem selama periode waktu tertentu. Prinsipnya sama dengan neraca massa, yaitu jumlah panas yang masuk harus sama dengan jumlah panas yang keluar. Tujuan utama dari perhitungan neraca panas adalah untuk menentukan kebutuhan bahan bakar serta mengevaluasi efisiensi energi suatu proses. Perhitungan neraca panas dilakukan setelah neraca massa diketahui, dan didasarkan pada hukum kekekalan energi (konservasi energi), yang menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, hanya dapat berubah bentuk.

Persamaan umum neraca panas dituliskan sebagai berikut:

Akumulasi Panas = Panas yang masuk ke dalam sistem – Panas yang keluar dari sistem + Panas yang dibangkitkan – Panas yang dikonsumsi oleh material di dalam sistem

Dengan asumsi:

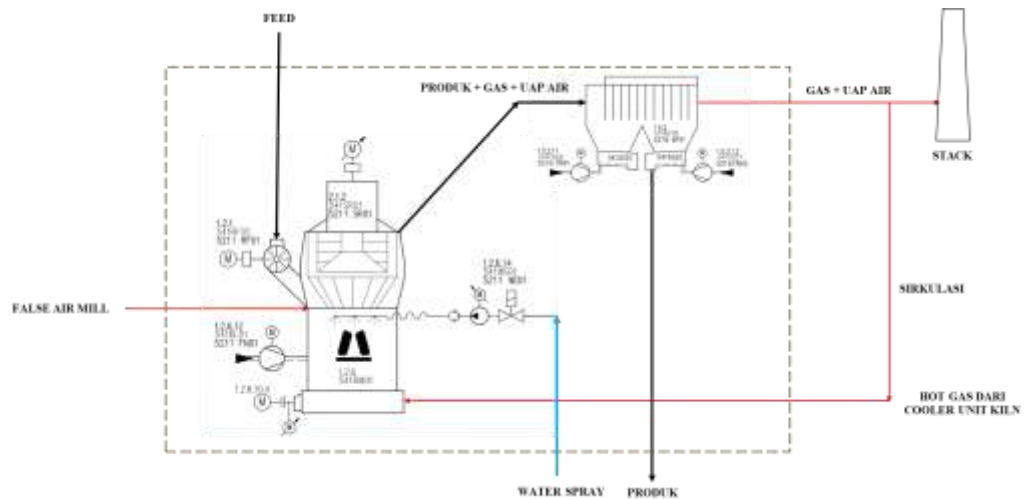
1. Tidak terjadi reaksi kimia, sehingga generasi = konsumsi = 0
2. Sistem beroperasi pada *steady state* kontinyu, sehingga akumulasi = 0

Maka persamaan menjadi:

$$Input - Output - Q_{\text{loss}} = Q$$

Adapun definisi istilah yang digunakan dalam perhitungan neraca massa dan panas adalah sebagai berikut:

1. *Feed*: material yang masuk ke *cement mill*, terdiri atas *clinker*, *trass*, *gypsum*, *limestone*, dan/atau *fly ash*.
2. *Hot Gas*: aliran gas panas yang berasal dari *kiln cooler* dan ditarik menggunakan *fan*, kemudian bergabung dengan gas sirkulasi dari *outlet mill* untuk digunakan kembali dalam proses pengeringan.
3. *False Air Mill*: udara luar yang masuk ke dalam *mill* melalui celah atau kebocoran, sehingga mempengaruhi keseimbangan panas sistem.
4. Sirkulasi: gas sisa dari *mill* yang digunakan kembali dalam proses penggilingan dan pengeringan di dalam *mill*.
5. Produk: hasil akhir dari proses penggilingan di *cement mill*, berupa semen jadi.
6. Gas: material dalam bentuk fase gas seperti udara yang dilepaskan ke atmosfer melalui *stack*.



Gambar 19. Diagram Finishing Mill



IX.4 Metode Pengambilan Data

Data yang dibutuhkan untuk penugasan ini dapat diperoleh dari sumber sumber berikut pada tanggal 29 Agustus 2025 pukul 03.00 WIB :

1. Data dari *Central Control Room* (CCR) PT Semen Gresik Pabrik Rembang.
2. Data dari unit operasi *Finish Mill* PT Semen Gresik Pabrik Rembang.

IX.5 Data Perhitungan

Mill 1

Basis perhitungan	: 1 jam
operasi Feed	: 254 ton/h
Gas filter fan inlet	: 889753 m ³ /h
False air mill	: 5% x 889753 m ³ /h = 44487,7 m ³ /h
Sirkulasi	: 65% x 889753 m ³ /h = 578339,45 m ³ /h
Water spray	: 0,7 m ³ /h
ρ udara	: 1,29 kg/m ³
ρ air	: 995 kg/m ³

Suhu Umpan Masuk

Suhu Clinker	: 119 °C
Suhu Trass	: 30 °C
Suhu Gypsum	: 30 °C
Suhu Lime stone	: 30 °C

Suhu Umpan Keluar

Suhu gas	: 83 °C
Suhu produk	: 78 °C
Suhu sirkulasi	: 86 °C

Mill 2

Basis perhitungan	: 1 jam
operasi Feed	: 235 ton/h
Gas filter fan inlet	: 785105 m ³ /h
False air mill	: 5% x 785105 m ³ /h = 39255,3 m ³ /h



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



Sirkulasi : $65\% \times 785105 \text{ m}^3/\text{h} = 478914,05 \text{ m}^3/\text{h}$

Water spray : $0,9 \text{ m}^3/\text{h}$

ρ udara : $1,29 \text{ kg/m}^3$

ρ air : 995 kg/m^3

Suhu Umpan Masuk

Suhu Clinker : $115 \text{ }^\circ\text{C}$

Suhu Trass : $30 \text{ }^\circ\text{C}$

Suhu Gypsum : $30 \text{ }^\circ\text{C}$

Suhu Lime stone : $30 \text{ }^\circ\text{C}$

Suhu Umpan Keluar

Suhu gas : $85 \text{ }^\circ\text{C}$

Suhu produk : $78,1 \text{ }^\circ\text{C}$

Suhu sirkulasi : $95 \text{ }^\circ\text{C}$

IX.6 Perhitungan Neraca Massa

A. Mill 1

1. Komponen massa

Tabel 9. Komponen massa masuk mill 1

Komponen	Hasil	
Massa Clinker	130,6153	Ton/h
Massa Trass	34,5746	Ton/h
Massa Gypsum	7,5872	Ton/h
Massa Lime Stone	70,9740	Ton/h
Massa Moisture	0,4572	Ton/h
Massa Produk	244,2084	Ton/h
	1934130,51	Ton/Tahun

Material	Komposisi Feed %	% Moisture Feed	Wet	% Wet	Massa Wet	Massa moisture (Ton)	Massa Dry (Ton)	% Dry	Moisture Feed
Clinker	53,5855%	0%	53,5855%	51,4233%	130,6153	0,0000	130,6153	51,4233%	4,0350%
Trass	14,1844%	11,75%	16,0730%	15,4244%	39,1781	4,6034	34,5746	13,6121%	
Gypsum	3,1127%	25,49%	4,1775%	4,0090%	10,1828	2,5956	7,5872	2,9871%	
Lime Stone	29,117%	4,12%	30,369%	29,1432%	74,0238	3,0498	70,9740	27,9425%	
Total	100%	41%	104,2046%	100%	254	10,2488	243,7512	95,9650%	

Gambar 20. Moisture Bahan Mill 1



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



2. Neraca massa masuk

Tabel 10. Neraca masuk Material mill 1

Feed Masuk Material		
Komponen	% Massa	Massa (Ton)
Clinker	51,4233%	130,6153
Trass	13,6121%	34,5746
Gypsum	2,9871%	7,5872
Lime Stone	27,9425%	70,9740
Moisture	4,0350%	10,2488
Total	100%	254

Tabel 11. Neraca masuk water spray mill 1

Kebutuhan Water Spray				
Komponen	% Massa	Flow Rate (m ³ /h)	Massa (Kg/h)	Massa (Ton/h)
Water	100%	0,7	696,5	0,6965
Total	100%	0,7	696,5	0,6965

Tabel 12. Neraca masuk sirkulasi mill 1

Sirkulasi				
Komponen	% Massa	Feed Rate (m ³ /h)	Massa (Kg/h)	Massa (Ton/h)
N ₂	79%	456888,1655	589385,7335	589,3857335
O ₂	21%	121451,2845	156672,157	156,672157
Total	100%	578339,45	746057,8905	746,0578905

Tabel 13. Neraca masuk fase air mill 1

False Air				
Komponen	% Massa	Feed Rate (m ³ /h)	Massa (Kg/h)	Massa (Ton/h)
N ₂	79%	35145,2435	45337,36412	45,33736412
O ₂	21%	9342,4065	12051,70439	12,05170439
Total	100%	44487,65	57389,0685	57,3890685

Tabel 14. Neraca masuk CNG Mill 1

Kebutuhan CNG				
Komponen	% Massa	Feed Rate (m ³ /h)	Massa (Kg/h)	Massa (Ton/h)
CH4	100%	320	222880	222,88
Total	100%	320	222880	222,88

3. Neraca massa keluar

Tabel 15. Neraca massa matrial keluar Mill 1

Feed Material Keluar		
Komponen	% Massa	Massa (Ton)
Clinker	53,4852%	130,6153
Trass	14,1578%	34,5746
Gypsum	3,1069%	7,5872
Lime Stone	29,0629%	70,9740
Moisture	0,1872%	0,4572
Total	100%	244,2084

Tabel 16. Neraca Massa keluar uap air mill 1

Uap Air		
Komponen	% Massa	Massa (Ton)
H2O Moisture	100%	9,7916
H2O Water Spray	100%	0,6965
Total	100%	10,4881

Tabel 17. Neraca massa keluar hot gas mill 1

Hot Gas		
Komponen	% Massa	Massa (Ton)
CH4	21,7163%	222,88
Hot Gas		
Komponen	% Massa	Massa (Ton)
CH4	21,7163%	222,88
Sirkulasi		
N2	57,4267%	589,3857
O2	15,2653%	156,6722
False Air		
N2	4,4174%	45,3374
O2	1,1743%	12,0517
Total	100%	1026,3270



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)**



4. Hasil Perhitungan

Tabel 18. Hasil Perhitungan Neraca Massa Mill 1

Komponen	Input	Output
Massa Material	254	244,2084
Water Spray	0,6965	
Sirkulasi	746,0578905	746,0579
False Air	57,3890685	57,3891
CNG	222,88	
Hot Gas		222,8800
Uap Air		10,4881
Total	1281,023459	1281,0235

B. Mill 2

1. Komponen massa

Tabel 19. Komposisi material mill 2

Komponen	Hasil	
Massa Clinker	129,8427	Ton/h
Massa Trass	25,9685	Ton/h
Massa Gypsum	8,3676	Ton/h
Massa Lime Stone	61,8436	Ton/h
Massa Moisture	0,4700	Ton/h
Massa Produk	226,4924	Ton/h
	1793819,871	Ton/Tahun

Material	Komposisi Feed %	% Moisture Feed	Wet	% Wet	Massa Wet	Massa moisture (Ton)	Massa Dry (Ton)	% Dry	Moisture Feed
Clinker	57,4468%	0%	0,574468085	55,2522%	129,8427	0,0000	129,8427	55,2522%	
Trass	11,4894%	11,75%	0,130191067	12,5217%	29,4261	3,4576	25,9685	11,0504%	
Gypsum	3,7021%	25,49%	0,049686319	4,7788%	11,2302	2,8626	8,3676	3,5607%	3,8203%
Lime Stone	27,362%	4,12%	0,285374449	27,4472%	64,5010	2,6574	61,8436	26,3164%	
Total	100%	0%	1,039719921	100%	235	8,9776	226,0224	96,1797%	

Gambar 21. Moisture Bahan Mill 2

2. Neraca massa masuk

Tabel 20. Neraca massa masuk material mill 2

Feed Masuk Material		
Komponen	% Massa	Massa (Ton)
Clinker	55,2522%	129,8427
Trass	11,0504%	25,9685
Gypsum	3,5607%	8,3676
Lime Stone	26,3164%	61,8436
Moisture	3,8203%	8,9776
Total	100%	235



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



Tabel 21. Neraca massa masuk water spray mill 2

Kebutuhan Water Spray				
Komponen	% Massa	Flow Rate (m ³ /h)	Massa (Kg/h)	Massa (Ton/h)
Water	100%	0,9	895,5	0,8955
Total	100%	0,9	895,5	0,8955

Tabel 22. Neraca massa masuk sirkulasi mill 2

Sirkulasi				
Komponen	% Massa	Feed Rate (m ³ /h)	Massa (Kg/h)	Massa (Ton/h)
N ₂	79%	378342,0995	488061,3084	488,0613084
O ₂	21%	100571,9505	129737,8161	129,7378161
Clinker	0%	0	0	0
Total	100%	478914,05	617799,1245	617,7991245

Tabel 23. Neraca massa masuk false air mill 2

False Air				
Komponen	% Massa	Feed Rate (m ³ /h)	Massa (Kg/h)	Massa (Ton/h)
N ₂	79%	31011,6475	40005,02528	40,00502528
O ₂	21%	8243,6025	10634,24723	10,63424723
Total	100%	39255,25	50639,2725	50,6392725

Tabel 24. Neraca massa masuk CNG mill 2

Kebutuhan CNG				
Komponen	% Massa	Feed Rate (m ³ /h)	Massa (Kg/h)	Massa (Ton/h)
CH ₄	100%	445	309942,5	309,9425
Total	100%	445	309942,5	309,9425



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



3. Neraca massa keluar

Tabel 25. Neraca massa keluar matrial mill 2

Feed Material Keluar		
Komponen	% Massa	Massa (Ton)
Clinker	57,3276%	129,8427
Trass	11,4655%	25,9685
Gypsum	3,6944%	8,3676
Lime Stone	27,3049%	61,8436
Moisture	0,2075%	0,4700
Total	100%	226,4924

Tabel 26. Neraca massa keluar uap air mill 2

Uap Air		
Komponen	% Massa	Massa (Ton)
H2O Moisture	100%	8,5076
H2O Water Spray	100%	0,8955
Total	100%	9,4031

Tabel 27. Neraca massa keluar hot gas mill 2

Hot Gas		
Komponen	% Massa	Massa (Ton)
CH4	31,6791%	309,9425
Sirkulasi		
N2	49,8846%	488,0613
O2	13,2605%	129,7378
False Air		
N2	4,0889%	40,0050
O2	1,0869%	10,6342
Total	100%	978,3809



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



4. Hasil Perhitungan

Tabel 28. Hasil Perhitungan Neraca Massa Mill 2

Komponen	Input	Output
Massa Material	235	226,4924
Water Spray	0,8955	
Sirkulasi	617,7991245	617,7991
False Air	50,6392725	50,6393
CNG	309,9425	
Hot Gas		309,9425
Uap Air		9,4031
Total	1214,276397	1214,2764

IX.7 Perhitungan Neraca Panas

A. Mill 1

1. Perhitungan Kapasitas Panas (C_p)

Tabel 29. Nilai Kapasitas Panas Mill 1

Komponen	C_p (kcal/kg $^{\circ}$ C)
Clinker	0,186
Trass	0,198
Gypsum	0,259
Limestone	0,217
Moisture	0,99490736



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



2. Perhitungan Neraca Panas dengan menggunakan Water spray
a. Perhitungan Neraca panas masuk

Tabel 30. Neraca panas masuk menggunakan water spray mill 1

Kebutuhan Panas Umpan Masuk MILL 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	130,615299	119	0,186	2891,039028
Trass	34,57463797	30	0,198	205,3733496
Gypsum	7,587212222	30	0,259	58,95263896
Limestone	70,9740485	30	0,217	462,0410558
Moisture	10,2488023	30	0,99490736	305,898265
TOTAL				3923,304337
Water Spray Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (K)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
H2O	0,6965	295,15	0,992364205	204,0022696
TOTAL				204,0022696
Sirkulasi Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	589,3857335	86	0,24931756	12637,20231
O2	156,672157	86	0,2244492	3024,18487
TOTAL				15661,38718
Flas Air Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	45,33736412	30	0,247965001	337,2623858
O2	12,05170439	30	0,219894691	79,50317436
TOTAL				416,7655601
CNG Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH4	222,88	107,1	0,600424447	14332,40054
TOTAL				14332,40054



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



b. Perhitungan Neraca panas keluar

Tabel 31. Neraca panas keluar menggunakan water spray mill 1

Kebutuhan Panas Umpan Keluar MILL 1 (Produk)				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	130,615299	78	0,186	1894,966758
Trass	34,57463797	78	0,198	533,9707088
Gypsum	7,587212222	78	0,259	153,2768613
Limestone	70,9740485	78	0,217	1201,306745
TOTAL				3783,521073
Uap Air				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
H2O Mousture	10,2488023	77	0,451483998	356,2921081
H2O Water spray	0,6965	77	0,451483998	24,21331255
TOTAL				380,5054207
Sirkulasi Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	589,3857335	83	0,249238115	12192,48329
O2	156,672157	83	0,224212114	2915,607033
TOTAL				15108,09032
Flas Air Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	45,33736412	83	0,249238115	937,8833301
O2	12,05170439	83	0,224212114	224,2774641
TOTAL				1162,160794
Hot Gas				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH4	222,88	83	0,580593752	10740,42704
TOTAL				10740,42704



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



c. Perhitungan Perubahan suhu

Input

Cp (Kalor jenis Air)	:	4200	J/kg ^o C	1,003152	kcal/kg ^o C
T ref	:	0	°C		
T2	:	30	°C		
Massa H2O	Mousture	:	10,2488023	ton	
	water				
	sptay	:	0,6965	ton	
ΔH	Mousture	:	308,4334312	Mcal	
	water				
	sptay	:	20,96087704	Mcal	

Output

U (Kalor uap Air)	:	2260000	J/kg ^o C	539,7917264	kcal/kg ^o C
Cp (Kalor jenis Air)	:	4200	J/kg ^o C	1,003152766	kcal/kg ^o C
T1	:	30	°C		
T2	:	77	°C		
Massa					
H2O	Mousture	:	10,2488023	ton	
	water				
	sptay	:	0,6965	ton	
ΔH out		:	ΔH Sensible + ΔH Laten		
ΔH out		:	m . Cp . ΔT + m . U		
ΔH out	Mousture	:	6015,431062	Mcal	
	water sptay	:	408,8036448	Mcal	



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



3. Perhitungan Neraca Panas tanpa menggunakan Water spray
a. Perhitungan Neraca Panas masuk

Tabel 32. Neraca panas masuk tanpa water spray mill 1

Kebutuhan Panas Umpan Masuk MILL 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	130,615299	119	0,186	2891,039028
Trass	34,57463797	30	0,198	205,3733496
Gypsum	7,587212222	30	0,259	58,95263896
Limestone	70,9740485	30	0,217	462,0410558
Moisture	10,2488023	30	0,99490736	305,898265
TOTAL				3923,304337
Sirkulasi Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	589,3857335	86	0,24931756	12637,20231
O2	156,672157	86	0,2244492	3024,18487
TOTAL				15661,38718
Flas Air Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	45,33736412	30	0,247965001	337,2623858
O2	12,05170439	30	0,219894691	79,50317436
TOTAL				416,7655601
CNG Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH4	222,88	107,1	0,600424447	14332,40054
TOTAL				14332,40054



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



b. Perhitungan Neraca Panas Keluar

Tabel 33. Neraca panas keluar tanpa water spray mill 1

Kebutuhan Panas Umpan Keluar MILL 1 (Produk)				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	130,615299	78	0,186	1894,966758
Trass	34,57463797	78	0,198	533,9707088
Gypsum	7,587212222	78	0,259	153,2768613
Limestone	70,9740485	78	0,217	1201,306745
TOTAL				3783,521073
Uap Air				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
H ₂ O	0,4572	77	0,451483998	15,89422326
TOTAL				15,89422326
Sirkulasi Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N ₂	589,3857335	83	0,249238115	12192,48329
O ₂	156,672157	83	0,224212114	2915,607033
TOTAL				15108,09032
Flas Air Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N ₂	45,33736412	83	0,249238115	937,8833301
O ₂	12,05170439	83	0,224212114	224,2774641
TOTAL				1162,160794
Hot Gas				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH ₄	222,88	83	0,580593752	10740,42704
TOTAL				10740,42704



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



c. Perhitungan Perubahan Fase

Input

Cp (Kalor jenis Air)	: 4200	J/kg ^o C	1,003152	kcal/kg ^o C
T ref	: 0	°C		
T2	: 30	°C		
Massa H2O	: 10,249	ton		
ΔH	: 308,4334312		Mcal	

Output

U (Kalor uap Air)	: 2260000	J/kg ^o C	539,7917264	kcal/kg ^o C
Cp (Kalor jenis Air)	: 4200	J/kg ^o C	1,003152766	kcal/kg ^o C
T1	: 30	°C		
T2	: 77	°C		
Massa H2O	: 0,4572	ton		
ΔH out	: ΔH Sensible + ΔH Laten			
ΔH out	: m . Cp . ΔT + m . U			
ΔH out	: 268,3489252		Mcal	



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



4. Perhitungan Neraca Panas tanpa menggunakan fase air
a. Perhitungan Neraca Panas masuk

Tabel 34. Neraca Panas masuk tanpa fase air mill 1

Kebutuhan Panas Umpan Masuk MILL 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	130,615299	119	0,186	2891,039028
Trass	34,57463797	30	0,198	205,3733496
Gypsum	7,587212222	30	0,259	58,95263896
Limestone	70,9740485	30	0,217	462,0410558
Moisture	10,2488023	30	0,99490736	305,898265
TOTAL				3923,304337
Water Spray Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (K)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
H2O	0,6965	295,15	0,992364205	204,0022696
TOTAL				204,0022696
Sirkulasi Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	589,3857335	86	0,24931756	12637,20231
O2	156,672157	86	0,2244492	3024,18487
TOTAL				15661,38718
CNG Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH4	222,88	107,1	0,600424447	14332,40054
TOTAL				14332,40054



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



b. Perhitungan Neraca Panas Keluar

Tabel 35. Neraca panas keluar tanpa fase air mill 1

Kebutuhan Panas Umpan Keluar MILL 1 (Produk)				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	130,615299	78	0,186	1894,966758
Trass	34,57463797	78	0,198	533,9707088
Gypsum	7,587212222	78	0,259	153,2768613
Limestone	70,9740485	78	0,217	1201,306745
TOTAL				3783,521073
Uap Air				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
H2O Moisture	10,2488023	77	0,451483998	356,2921081
H2O Water Spray	0,6965	77	0,451483998	24,21331255
TOTAL				380,5054207
Sirkulasi Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	589,3857335	83	0,249238115	12192,48329
O2	156,672157	83	0,224212114	2915,607033
TOTAL				15108,09032
Hot Gas				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH4	222,88	83	0,580593752	10740,42704
TOTAL				10740,42704

c. Perhitungan Perubahan Fase

Input

Cp (Kalor jenis Air)	:	4200	J/kg°C	1,003152	kcal/kg°C
T ref	:	0	°C		
T2	:	30	°C		
Massa H2O	Mousture	:	10,2488023	ton	
	water sptay	:	0,6965	ton	



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)**



ΔH	Moustore	: 308,4334312	Mcal
	water	: 20,96087704	Mcal
	sptay		
Output			
U (Kalor uap Air)	:	2260000 J/kg°C	539,7917264 kcal/kg°C
Cp (Kalor jenis Air)	:	4200 J/kg°C	1,003152766 kcal/kg°C
T1	:	30 °C	
T2	:	77 °C	
Massa			
H2O	Moustore	: 10,2488023	ton
	water		
	sptay	: 0,6965	ton
ΔH out	:	ΔH Sensible + ΔH Laten	
ΔH out	:	$m \cdot Cp \cdot \Delta T + m \cdot U$	
ΔH out	Moustore	: 6015,431062	Mcal
	water sptay	: 408,8036448	Mcal

5. Hasil Perhitungan Neraca Panas

Tabel 36. Hasil perhitungan neraca panas dengan menggunakan water spray mill 1

Komponen	Input (Mcal)	Output (Mcal)
Panas Material	3923,304337	3783,521073
Panas Water Spray	204,0022696	0
Panas Uap Air		380,5054207
Panas Sirkulasi	15661,38718	15108,09032
Panas False Air Mill	416,7655601	1162,160794
Panas Hot Gas	14332,40054	10740,42704
Perubahan Fase	329,3943082	6424,234706
Q total	34867,2542	37598,93936
Q loss		697,345084
Q	3429,030244	
Total Panas	38296,28445	38296,28445



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



Tabel 37. Hasil perhitungan Neraca Panas tanpa menggunakan Water Spray Mill 1

Komponen	Input (Mcal)	Output (Mcal)
Panas Material	3923,304337	3783,521073
Panas Uap Air		15,89422326
Panas Sirkulasi	15661,38718	15108,09032
Panas False Air Mill	416,7655601	1162,160794
Panas Hot Gas	14332,40054	10740,42704
Perubahan Fase	308,4334312	268,3489252
Q total	34642,29105	31078,44238
Q loss		692,8458211
Q	-2871,002851	
Total Panas	31771,2882	31771,2882

Tabel 38. Hasil perhitungan Neraca Panas tanpa menggunakan Flase Air Mill 1

Komponen	Input (Mcal)	Output (Mcal)
Panas Material	3923,304337	3783,521073
Panas Water Spray	204,0022696	0
Panas Uap Air		380,5054207
Panas Sirkulasi	15661,38718	15108,09032
Panas Hot Gas	14332,40054	10740,42704
Perubahan Fase	329,3943082	6424,234706
Q total	34450,48864	36436,77857
Q loss		689,0097728
Q	2675,299699	
Total Panas	37125,78834	37125,78834

6. Perhitungan STEC

menggunakan Water Spray

$$STEC = \frac{Total\ Panas}{Total\ Massa}$$
$$STEC = \frac{38296,28445}{254}$$
$$STEC = 150,7727734\ Mcal/ton$$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



Tanpa menggunakan Water Spray

$$STEC = \frac{Total\ Panas}{Total\ Massa}$$
$$STEC = \frac{31771,2882}{254}$$

$$STEC = 125,0838118\ Mcal/ton$$

Tanpa menggunakan Flase Air

$$STEC = \frac{Total\ Panas}{Total\ Massa}$$
$$STEC = \frac{37125,78834}{254}$$

$$STEC = 146,164521\ Mcal/ton$$

B. Mill 2

1. Perhitungan Kapasitas Panas (Cp)

Tabel 39. Nilai Kapasitas Panas Mill 2

Komponen	Cp (kcal/kg°C)
Clinker	0,186
Trass	0,198
Gypsum	0,259
Limestone	0,217
Moisture	0,99490736



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



2. Perhitungan Neraca panas menggunakan Water spray

a. Neraca panas masuk

Tabel 40, Neraca panas menggunakan water spray mill 2

Kebutuhan Panas Umpan Masuk MILL 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	129,8426599	115	0,186	2777,334495
Trass	25,96853197	30	0,198	154,2530799
Gypsum	8,36763808	30	0,259	65,01654789
Limestone	61,843578	30	0,217	402,6016928
Moisture	8,977592079	30	0,99490736	267,9561729
TOTAL				3667,161988
Water Spray Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (K)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
H2O	0,8955	295,15	0,992364205	262,2886324
TOTAL				262,2886324
Sirkulasi Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	488,0613084	95	0,24956047	11571,07689
O2	129,7378161	95	0,225153669	2775,039807
TOTAL				14346,11669
Flas Air Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	40,00502528	30	0,247965001	297,5953837
O2	10,63424723	30	0,219894691	70,15243523
TOTAL				367,7478189
CNG Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH4	309,9425	107,1	0,600671345	19939,19023
TOTAL				19939,19023



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



b. Neraca panas keluar

Tabel 41. Neraca panas keluar menggunakan water spray mill 2

Kebutuhan Panas Umpan Keluar MILL 2 (Produk)				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	129,8426599	78,1	0,186	1886,172383
Trass	25,96853197	78,1	0,198	401,5721847
Gypsum	8,36763808	78,1	0,259	169,2597463
Limestone	61,843578	78,1	0,217	1048,106407
TOTAL				3505,110721
Uap Air				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
H2O Mousture	8,977592079	77	0,451483998	312,0994156
H2O Water spray	0,8955	77	0,451483998	31,13140185
TOTAL				343,2308175
Sirkulasi Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	488,0613084	85	0,249290993	10341,8895
O2	129,7378161	85	0,224370257	2474,291113
TOTAL				12816,18061
Flas Air Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	40,00502528	85	0,249290993	847,6958606
O2	10,63424723	85	0,224370257	202,8107469
TOTAL				1050,506608
Hot Gas				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (K)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH4	309,9425	85	0,582239034	15339,15284
TOTAL				15339,15284



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



c. Perhitungan perubahan suhu

Input

Cp (Kalor jenis Air)	:	4200	J/kg°C	1,003152	kcal/kg°C
T ref	:	0	°C		
T2	:	30	°C		
Massa H2O	Mousture	:	8,9776	ton	
	water				
	sptay	:	0,8955	ton	
ΔH	Mousture	:	270,1768897	Mcal	
	water				
	sptay	:	26,94969905	Mcal	

Output

U (Kalor uap Air)	:	2260000	J/kg°C	539,7917264	kcal/kg°C
Cp (Kalor jenis Air)	:	4200	J/kg°C	1,003152766	kcal/kg°C
T1	:	30	°C		
T2	:	77	°C		
Massa					
H2O	Mousture	:	8,977592079	ton	
	water				
	sptay	:	0,8955	ton	
ΔH out	:	ΔH Sensible + ΔH Laten			
ΔH out	:	m . Cp . ΔT + m . U			
ΔH out	Mousture	:	5269,307054	Mcal	
	water sptay	:	525,6046862	Mcal	



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



3. Perhitungan Neraca panas tanpa menggunakan Water Spray

a. Neraca panas masuk

Tabel 42. Neraca panas tanpa water spray mill 2

Kebutuhan Panas Umpan Masuk MILL 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	129,8426599	115	0,186	2777,334495
Trass	25,96853197	30	0,198	154,2530799
Gypsum	8,36763808	30	0,259	65,01654789
Limestone	61,843578	30	0,217	402,6016928
Moisture	8,977592079	30	0,99490736	267,9561729
TOTAL				3667,161988
Sirkulasi Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	488,0613084	95	0,24956047	11571,07689
O2	129,7378161	95	0,225153669	2775,039807
TOTAL				14346,11669
Flas Air Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	40,00502528	30	0,247965001	297,5953837
O2	10,63424723	30	0,219894691	70,15243523
TOTAL				367,7478189
CNG Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH4	309,9425	107,1	0,600671345	19939,19023
TOTAL				19939,19023



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



b. Neraca panas keluar

Tabel 43. Neraca panas tanpa Water spray mill 2

Kebutuhan Panas Umpan Keluar MILL 2 (Produk)				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	129,8426599	78,1	0,186	1886,172383
Trass	25,96853197	78,1	0,198	401,5721847
Gypsum	8,36763808	78,1	0,259	169,2597463
Limestone	61,843578	78,1	0,217	1048,106407
TOTAL				3505,110721
Uap Air				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
H2O	0,47	77	0,451483998	16,33921
TOTAL				16,33921
Sirkulasi Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	488,0613084	85	0,249290993	10341,8895
O2	129,7378161	85	0,224370257	2474,291113
TOTAL				12816,18061
Flas Air Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	40,00502528	85	0,249290993	847,6958606
O2	10,63424723	85	0,224370257	202,8107469
TOTAL				1050,506608
Hot Gas				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (K)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH4	309,9425	85	0,582239034	15339,15284
TOTAL				15339,15284



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



c. Perhitungan perubahan suhu

Input

Cp (Kalor jenis Air)	:	4200	J/kg°C	1,003152	kcal/kg°C
T ref	:	0	°C		
T2	:	30	°C		
Massa H2O	:	8,9776	ton		
ΔH	:	270,17689		Mcal	

Output

U (Kalor uap Air)	:	2260000	J/kg°C	539,7917264	kcal/kg°C
Cp (Kalor jenis Air)	:	4200	J/kg°C	1,003152766	kcal/kg°C
T1	:	30	°C		
T2	:	77	°C		
Massa H2O	:	0,47	ton		
ΔH out	:	ΔH Sensible + ΔH Laten			
ΔH out	:	$m \cdot Cp \cdot \Delta T + m \cdot U$			
ΔH out Mousture	:	275,861756	Mcal		



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



4. Perhitungan Neraca panas tanpa menggunakan Flase air
a. Neraca panas masuk

Tabel 44. Neraca Panas tanpa flase air

Kebutuhan Panas Umpan Masuk MILL 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	129,8426599	115	0,186	2777,334495
Trass	25,96853197	30	0,198	154,2530799
Gypsum	8,36763808	30	0,259	65,01654789
Limestone	61,843578	30	0,217	402,6016928
Moisture	8,977592079	30	0,99490736	267,9561729
TOTAL				3667,161988
Water Spray Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (K)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
H2O	0,8955	295,15	0,992364205	262,2886324
TOTAL				262,2886324
Sirkulasi Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	488,0613084	95	0,24956047	11571,07689
O2	129,7378161	95	0,225153669	2775,039807
TOTAL				14346,11669
CNG Mill 1				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH4	309,9425	107,1	0,600671345	19939,19023
TOTAL				19939,19023



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



b. Neraca panas keluar

Tabel 45. Neraca panas keluar tanpa Flase air mill 2

Kebutuhan Panas Umpan Keluar MILL 2 (Produk)				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
Clinker	129,8426599	78,1	0,186	1886,172383
Trass	25,96853197	78,1	0,198	401,5721847
Gypsum	8,36763808	78,1	0,259	169,2597463
Limestone	61,843578	78,1	0,217	1048,106407
TOTAL				3505,110721
Uap Air				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
H2O Mousture	8,977592079	77	0,451483998	312,0994156
H2O Water spray	0,8955	77	0,451483998	31,13140185
TOTAL				343,2308175
Sirkulasi Mill 2				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (°C)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
N2	488,0613084	85	0,249290993	10341,8895
O2	129,7378161	85	0,224370257	2474,291113
TOTAL				12816,18061
Hot Gas				
Komposisi	Massa (Ton)	Suhu (K)	Cp (kcal/kg°C)	Q (Mcal)
CH4	309,9425	85	0,582239034	15339,15284
TOTAL				15339,15284

c. Perhitungan perubahan suhu

Input

Cp (Kalor jenis Air)	:	4200	J/kg°C	1,003152	kcal/kg°C
T ref	:	0	°C		
T2	:	30	°C		
Massa H2O Mousture	:	8,9776	ton		
water	:				
sptay	:	0,8955	ton		
ΔH Mousture	:	270,1768897			Mcal



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)**



	water sptay	:	26,94969905		Mcal
Output					
U (Kalor uap Air)	:	2260000	J/kg°C	539,7917264	kcal/kg°C
Cp (Kalor jenis Air)	:	4200	J/kg°C	1,003152766	kcal/kg°C
T1	:	30	°C		
T2	:	77	°C		
Massa					
H2O	Mousture	:	8,977592079	ton	
	water sptay	:	0,8955	ton	
ΔH out	:	ΔH Sensible + ΔH Laten			
ΔH out	:	m . Cp . ΔT + m . U			
ΔH out	Mousture	:	5269,307054	Mcal	
	water sptay	:	525,6046862	Mcal	

5. Hasil Perhitungan Neraca Panas

Tabel 46. Hasil perhitungan Neraca Panas dengan menggunakan
Water Spray Mill 2

Komponen	Input (Mcal)	Output (Mcal)
Panas Material	3923,304337	3783,521073
Panas Water Spray	204,0022696	0
Panas Uap Air		380,5054207
Panas Sirkulasi	15661,38718	15108,09032
Panas False Air Mill	416,7655601	1162,160794
Panas Hot Gas	14332,40054	10740,42704
Perubahan Fase	329,3943082	6424,234706
Q total	34867,2542	37598,93936
Q loss		697,345084
Q	3429,030244	
Total Panas	38296,28445	38296,28445



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



Tabel 47. Hasil perhitungan Neraca Panas tanpa menggunakan Water Spray Mill 2

Komponen	Input (Mcal)	Output (Mcal)
Panas Material	3667,161988	3505,110721
Panas Uap Air		16,33920588
Panas Sirkulasi	14346,11669	12816,18061
Panas False Air Mill	367,7478189	1050,506608
Panas Hot Gas	19939,19023	15339,15284
Perubahan Fase	270,1768897	275,861756
Q total	38590,39362	33003,15175
Q loss		771,8078724
Q	-4815,434	
Total Panas	33774,95962	33774,95962

Tabel 48. Hasil perhitungan Neraca Panas tanpa menggunakan Flase Air Mill 2

Komponen	Input (Mcal)	Output (Mcal)
Panas Material	3667,161988	3505,110721
Panas Water Spray	262,2886324	0
Panas Uap Air		312,0994156
Panas Sirkulasi	14346,11669	12816,18061
Panas Hot Gas	19939,19023	15339,15284
Perubahan Fase	297,1265888	5794,911741
Q total	38511,88413	37767,45533
Q loss		770,2376846
Q	25,80888418	
Total Panas	38537,69301	38537,69301

6. Perhitungan STEC

Menggunakan Water Spray

$$STEC = \frac{\text{Total Panas}}{\text{Total Massa}}$$
$$STEC = \frac{39626,68598}{235}$$
$$STEC = 168,6241957 \text{ Mcal/ton}$$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GERSIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)



Tanpa menggunakan Water Spray

$$STEC = \frac{Total\ Panas}{Total\ Massa}$$

$$STEC = \frac{33774,95962}{235}$$

$$STEC = 143,7232324\ Mcal/ton$$

Tanpa menggunakan Flase Air

$$STEC = \frac{Total\ Panas}{Total\ Massa}$$

$$STEC = \frac{38568,82442}{235}$$

$$STEC = 164,1226571\ Mcal/ton$$



IX.8 Perhitungan Ekonomi CNG

Tabel 49. Kebutuhan CNG pada mill 1

Kebutuhan CNG MILL 1		
Flow Rate CNG	320	m ³ /h
Konversi m ³ ke mmbtu	0,036	
CNG yang masuk	11,52	mmbtu/h
Konversi mmbtu ke Kcal	252164,4007	
CNG yang masuk	2904933,896	Kcal/h
	2904,933896	Mcal

Tabel 50. Kebutuhan CNG pada mill 2

Kebutuhan CNG MILL 2		
Flow Rate CNG	445	m ³ /h
Konversi m ³ ke mmbtu	0,036	
CNG yang masuk	16,02	mmbtu/h
Konversi mmbtu ke Kcal	252164,4007	
CNG yang masuk	4039673,699	Kcal/h
	4039,673699	Mcal

Nilai 1 \$ USD Rp16.703,00
Harga CNG 16 /mmbtu

Kebutuhan CNG (mmbtu/h)	Perhitungan Ekonomi CNG					MILL
	\$	Rp/jam	1 hari	1 bulan	1Tahun (330)	
11,52	184,32	Rp3.078.696,96	Rp73.888.727,04	Rp2.216.661.811,20	Rp731.498.397.696,00	1
16,02	256,32	Rp4.281.312,96	Rp102.751.511,04	Rp3.082.545.331,20	Rp1.017.239.959.296,00	2
Selisih		Rp1.202.616,00	Rp28.862.784,00	Rp865.883.520,00	Rp285.741.561.600,00	

Gambar 22. Hasil Perhitungan CNG pada mill 1 dan 2



IX.9 Analisa Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan neraca massa pada Mill 1 diperoleh total umpan sebesar 254 ton/jam dengan produk akhir sebanyak 244,21 ton/jam. Selisih massa sebesar 9,8 ton/jam atau sekitar 3,8% disebabkan oleh penguapan kadar air dari bahan baku serta air semprotan (*water spray*) selama proses penggilingan. Bahan bakar yang digunakan berupa CNG (Compressed Natural Gas) sebanyak 222,88 ton/jam dengan tambahan udara sirkulasi sebesar 746,06 ton/jam. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem penggilingan pada Mill 1 bekerja dengan keseimbangan massa yang baik, di mana kehilangan massa masih dalam batas wajar operasi finish mill industri semen.

Pada Mill 2, total umpan material sebesar 235 ton/jam menghasilkan produk akhir sebanyak 226,49 ton/jam dengan kehilangan massa sekitar 8,5 ton/jam atau 3,6%. Kehilangan massa ini juga diakibatkan oleh penguapan air dari material dan air pendingin. Penggunaan CNG pada Mill 2 tercatat sebesar 309,94 ton/jam, lebih tinggi dibandingkan Mill 1, dengan udara sirkulasi mencapai 617,80 ton/jam. Meskipun efisiensi massa Mill 2 hampir sama dengan Mill 1, konsumsi bahan bakarnya lebih besar karena kapasitas panas dan beban material yang lebih tinggi. Dari hasil neraca panas, total panas masuk pada Mill 1 dengan penggunaan *water spray* sebesar 34.867,25 Mcal dan total panas keluar 37.598,94 Mcal dengan kehilangan panas sekitar 697,35 Mcal. Nilai *Specific Thermal Energy Consumption* (STEC) Mill 1 adalah 150,77 Mcal/ton dengan *water spray*, 125,08 Mcal/ton tanpa *water spray*, dan 146,16 Mcal/ton tanpa *false air*. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan *water spray* meningkatkan konsumsi energi karena sebagian panas digunakan untuk penguapan air pendingin. Namun, sistem ini tetap diperlukan untuk menjaga temperatur produk agar tidak terlalu tinggi. Pengurangan udara palsu (*false air*) terbukti mampu meningkatkan efisiensi karena menurunkan kehilangan panas melalui udara infiltrasi.

Sedangkan pada Mill 2, total panas masuk dengan *water spray* sebesar 38.511,88 Mcal dan panas keluar 37.767,46 Mcal dengan kehilangan panas sebesar 770,23 Mcal. Nilai STEC yang diperoleh adalah 168,62 Mcal/ton dengan *water spray*, 143,72 Mcal/ton tanpa *water spray*, dan 164,12 Mcal/ton tanpa *false air*.



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SEMEN GRESIK PABRIK REMBANG
SEKSI OPFM (OPERASI FINISH MILL)**



Konsumsi energi spesifik pada Mill 2 lebih tinggi dibandingkan Mill 1, menandakan efisiensi termal yang sedikit lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan energi yang lebih besar untuk pengeringan dan pemanasan material akibat volume umpan dan beban panas yang lebih tinggi.

Dari aspek ekonomi, kebutuhan CNG pada Mill 1 sebesar 11,52 mmbtu/jam setara dengan 2.904,93 Mcal/jam, sedangkan Mill 2 memerlukan 16,02 mmbtu/jam atau 4.039,67 Mcal/jam. Dengan harga CNG sebesar 16 USD per mmbtu dan nilai tukar Rp16.703 per USD, biaya operasional per jam pada Mill 1 mencapai sekitar Rp73,9 juta dan pada Mill 2 sekitar Rp102,7 juta. Jika diakumulasikan dalam satu tahun (330 hari operasi), kebutuhan biaya bahan bakar untuk Mill 1 mencapai Rp731 miliar dan untuk Mill 2 sebesar Rp1,017 triliun. Dengan demikian, Mill 2 memerlukan biaya operasional tahunan yang lebih tinggi sekitar Rp285 miliar dibandingkan Mill 1 akibat konsumsi bahan bakar yang lebih besar.

Secara keseluruhan, kedua mill menunjukkan keseimbangan massa dan panas yang stabil dengan efisiensi produksi yang masih tergolong baik. Namun, Mill 1 lebih efisien secara energi dan ekonomi dibandingkan Mill 2. Untuk meningkatkan kinerja, disarankan agar pengoperasian *water spray* dioptimalkan sesuai kebutuhan pendinginan aktual dan kebocoran udara (*false air*) diminimalkan guna mengurangi kehilangan panas. Selain itu, pemanfaatan panas buang dari gas panas dapat dipertimbangkan untuk pra-pemanasan umpan sehingga konsumsi CNG dapat ditekan dan efisiensi termal sistem meningkat.