



BAB III PROSES PRODUKSI

III.1 Persiapan Bahan

A. Bahan Baku Utama

1. Batu Kapur (CaCO_3 / Calcium Carbonat)

Dalam keadaan murni, batu kapur berupa bahan CaCO_3 yang mengandung calcite dan aragonite. Batu kapur tersusun atas kristal halus dan kasar yang kekerasannya dipengaruhi oleh umur geologinya. Semakin tua umur batu kapur biasanya semakin keras. Batu kapur pada umumnya tercampur MgCO_3 dan MgSO_4 . Batu kapur yang baik dalam penggunaan pembuatan semen memiliki kadar air $\pm 5\%$ dan penggunaan batu kapur dalam pembuatan semen itu sendiri sebanyak $\pm 81\%$.

Tabel III.1 Spesifikasi Batu Kapur Secara Umum

Parameter	High Grade	Medium Grade	Low Grade
Kenampakan	Putih	Lebih kusam	Kusam
CaCO_3	97-99%	88-90%	85-87%
MgCO_3	Maksimal 2%	Maksimal 2%	Maksimal 2%
SiO_2	0,08-2%	0,08-2%	0,08-2%
Fe_2O_3	0,01-0,4%	0,01-0,4%	0,01-0,4%
P Al_2O_3	0,09-1%	0,09-1%	0,09-1%
TH_2O , Na_2O , K_2O	Sisa	Sisa	Sisa

Semen Indonesia (Persero), Tbk. Menggunakan batu kapur dengan kualitas High grade Limestone dan Medium Grade Limestone.

Tabel III.2 Komposisi (%) Batu Kapur pada Pembuatan Semen Portland

CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	Alkali	SO_3	Cl	H_2O
40-45	1-15	1-6	0,2-5	0,2-4	0,2-4	1-3	0,2-1	7-10

(Perry, 1979)

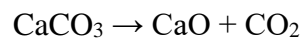


Menurut Puja Hadi Purnomo, 1994, sifat fisika batu kapur sebagai berikut:

- 1) Fase : Padat
- 2) Warna : Putih
- 3) Kadar air : 7 – 10 % H₂O
- 4) Bulk density : 1,3 ton/m³
- 5) Spesific gravity : 2,49
- 6) Titik Leleh : 825 °C
- 7) Kandungan CaO : 47 - 56%
- 8) Kuat tekan : 31,6 N/m²
- 9) Silika ratio : 2,6
- 10) Alumina ratio : 2,57

Menurut R.H Perry, 1984, salah satu sifat kimia batu kapur yaitu dapat mengalami kalsinasi

Reaksi:



$$T = 600 - 800 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Tanah Liat (Al₂O₃.2SiO₂.xH₂O)

^ Semua jenis tanah liat adalah hasil pelapukan kimia yang disebabkan adanya pengaruh air dan gas CO₂, batuan andesit, granit, dan sebagainya. Batuan-batuan ini menjadi bagian yang halus dan tidak larut dalam air tetapi mengendap berlapis-lapis. Senyawa kimia yang membentuk tanah liat antara lain alkali silikat dan beberapa jenis mika. Pada dasarnya warna dari tanah liat adalah putih, tetapi dengan adanya senyawa- senyawa kimia lain seperti Fe(OH)₃, Fe₂S₃, dan CaCO₃ menjadi berwarna abu-abu sampai kuning. Tanah liat yang baik untuk digunakan memiliki kadar air ± 20%, kadar SiO₂ tidak terlalu tinggi ± 46%, dan penggunaan tanah liat dalam pembuatan semen itu sendiri sebesar ± 9%.

Menurut Puja Hadi Purnomo, 1994, sifat fisika tanah liat sebagai berikut:



- a) Fase : Padat
- b) Warna : Coklat kekuningan
- c) Kadar air : 18 - 25% H₂O
- d) Bulk density : 1,7 ton/m³
- e) Titik Leleh : 1999 - 2032°C
- f) Specific gravity : 2,36 gr/cm³
- g) Silika ratio : 2,9
- h) Alumina ratio : 2,7

Menurut R.H. Perry, 1984, salah satu sifat kimia tanah liat yaitu dapat mengalami pelepasan air hidrat bila dipanaskan pada suhu 500°C. Sifat dari tanah liat jika dipanaskan atau dibakar akan berkurang sifat keliatannya dan menjadi keras bila ditambah air.

Reaksi:



$$T = 500 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tabel III.3 Komposisi (%) Tanah Liat pada Pembuatan Semen Portland

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Alkali	SO ₃	Cl
1-10	40-70	15-30	3-10	1-5	1-4	<2	1-25

(Perray, 1979)

3. Bahan Baku Koreksi

1. Pasir Silika (SiO₂)

Pada umumnya pasir silika terdapat bersama oksida logam lainnya, semakin murni kadar SiO₂ semakin putih warna pasir silikanya, semakin berkurang kadar SiO₂, semakin berwarna merah atau coklat, disamping itu semakin mudah menggumpal karena kadar airnya yang tinggi. Pasir silika yang baik untuk pembuatan semen adalah dengan kadar SiO₂ ± 90%, dan penggunaan pasir silika dalam pembuatan semen itu sendiri sebesar ± 9%.

Tabel III.4 Komposisi (%) Pasir Silika pada Pembuatan Seen Portland

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Alkali	SO ₃
1-3	85-95	2-5	1-3	1-3	1-2	2-5



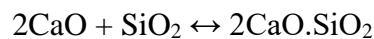
(Perary, 1979)

Menurut Puja Hadi Purnomo, 1994, sifat fisika pasir silika sebagai berikut:

- a) Fase : Padat
- b) Warna : Coklat kemerahan
- c) Kadar air : 6% H₂O
- d) Bulk density : 1,45 ton/m³
- e) Specific gravity : 2,37 gr/cm³
- f) Silika ratio : 5,29
- g) Alumina ratio : 2,37

Menurut R.H. Perry, 1984, salah satu sifat kimia pasir silika yaitu dapat bereaksi dengan CaO membentuk garam kalsium silikat.

Reaksi :



$$T = 800 - 900 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Pasir silika banyak terdapat didaerah pantai. Derajat kemurnian pasir silika dapat mencapai 95 - 99,8 % SiO₂. Warna pasir silika dipengaruhi oleh adanya kotoran seperti oksida logam dan bahan organik.

2. Cooper Slag

Copper slag ini sebagai pengganti pasir besi. Pasir besi (Fe₂O₃) berfungsi sebagai penghantar panas dalam proses pembuatan terak semen. Penggunaan pasir besi dalam pembuatan semen itu sendiri sebesar ± 1%. Copper slag digunakan karena mempunyai kandungan besi yang tinggi, sehingga menyebabkan material ini mempunyai densitas lebih tinggi dibandingkan pasir alam. Material ini mempunyai sifat fisik yang sangat keras dan porositas optimum.

Tabel III.5 Komposisi (%) Cooper Slag pada Pembuatan Semen Portland

SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ₃	LOI
5-10	2-5	85-95	0-5

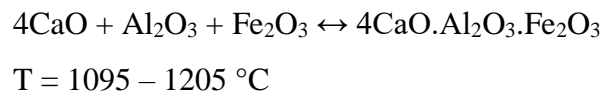
Sifat fisiknya, antara lain : (Dokumen PT. Smelting, 2010)



- a) Fase : Padat
- b) Warna : Hitam
- c) Bulk density : 1,8 ton/m³

Menurut R.H. Perry, 1984, salah satu sifat kimia copper slag yaitu dapat bereaksi dengan Al₂O₃ dan CaO membentuk calcium alumina ferrit.

Reaksi :



4. Bahan Pembantu

1. Gypsum (CaSO₄.2H₂O)

Gypsum adalah bahan sedimen CaSO₄ yang mengandung 2 molekul hidrat yang berfungsi sebagai penghambat proses pengeringan pada semen. Gypsum dapat diambil dari alam ataupun secara sintetis. Gypsum terdapat di danau atau gunung, warna kristalnya adalah putih. Penambahan gypsum dengan kadar 91% dilakukan pada penggilingan akhir dengan perbandingan 96:4.

Menurut Puja Hadi Purnomo,1994, sifat fisika gypsum sebagai berikut:

- a) Fase : Padat
- b) Warna : Putih
- c) Kadar air : 10% H₂O
- d) Bulk density : 1,7 ton/m³
- e) Ukuran material : 0 - 30 mm

Menurut E.Jasjfi, 1985, sifat kimia gypsum yaitu dapat mengalami pelepasan air hidrat bila dipanaskan sedikit.

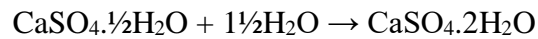
Reaksi :



Jika pemanasan dilakukan pada suhu yang lebih tinggi, gypsum akan kehilangan semua airnya dan menjadi kalsium sulfat anhidrat. Gypsum juga dapat mengalami hidrasi dengan air menjadi hidrat kristal padat.



Reaksi :



$$T < 99^\circ\text{C}$$

2. Trass ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)

Trass adalah bahan hasil letusan gunung berapi yang berbutir halus dan banyak mengandung oksida silika amorf (SiO_2) yang telah mengalami pelapukan hingga derajat tertentu. Trass digunakan sebagai bahan campuran semen PPC sebagai pozzolan activity. Penambahan trass bertujuan agar kadar frelime dapat direduksi sehingga kualitas semen menjadi lebih baik dan memberikan kuat tekan awal yang kurang tetapi kuat tekan akhir yang stabil. Penambahan trass dilakukan di dalam finish mill dengan gypsum dan terak.

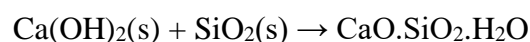
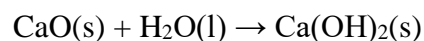
Sifat Fisika :

- a) Fasa : Padat
- b) Warna : Putih keabu-abuan
- c) Bentuk : Butiran
- d) Ukuran Material : 0 – 30 mm
- e) Specific Gravity : 2,68 gr/cm^3

Sifat Kimia :

Trass dimana kandungan utamanya silika aktif SiO_2 maka pada saat ditambahkan air akan bereaksi dengan CaOH_2 membentuk CSH dimana senyawa ini memberikan kontribusi terhadap kuat tekan. CaOH_2 ini didapat dari reaksi CaO free dalam terak dengan H_2O .

Reaksi :



3. Batu Kapur dan Dolomit

Digunakan untuk menambah kuat tekan. Batu kapur dan dolomit merupakan bahan pencampur pada pembuatan semen OPC maupun PPC yang didapatkan dari tambang Semen Indonesia.



4. Fly Ash

Digunakan sebagai filler. Fly Ash merupakan bahan pencampur pada pembuatan semen PPC yang didapatkan dari PLTU Paiton, Jepara, dan Tuban.

5. Dust

Digunakan sebagai filler. Dust merupakan bahan pencampur pada pembuatan semen OPC yang didapatkan dari Semen Indonesia (Raw Mill).

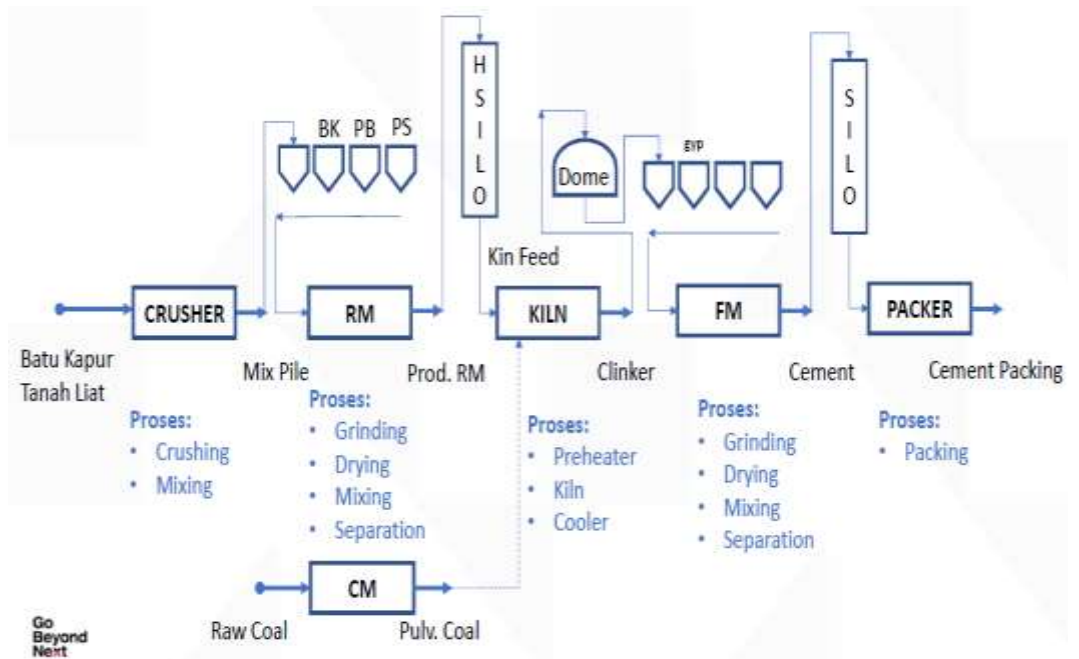
6. GBFS (Granular Blast Furnace Slag)

Digunakan untuk substitusi terak atau clinker. GBFS merupakan bahan pencampur pada pembuatan semen OPC yang didapatkan dari Krakatau.

III.2 Uraian Proses Produksi

Unit-unit yang ada di PT.Semen Indonesia (Persero) Tbk terdiri dari 5 tahapan yaitu:

- a) Perencanaan dan pengawasan tambang
- b) Operasi Tambang
- c) Operasi Crusher
- d) Raw mill, Kiln dan Coal mill,
- e) Finish mill
- f) Packer



Gambar III.1 Alur Proses Produksi

III.2.1 Perencanaan dan Pengawasan Tambang

Proses penyiapan bahan baku terdiri dari penambangan sampai crusher dan clay cutter. Batu kapur dan tanah liat diperoleh dari penambangan yang digali dari deposit milik sendiri. Sedangkan cooper slag, pasir silika, dan gypsum diperoleh dari supplier. Sebelum dilakukan penambangan batu kapur dan tanah liat, kandungan kedua bahan baku tersebut harus diketahui terlebih dahulu. Berdasarkan kandungan CaO, batu kapur diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu High Grade ($> 54\%$), Medium Grade ($51\% - 54\%$), Low Grade ($< 51\%$), dan paddle. Sedangkan untuk tanah liat, pengklasifikasian dilakukan berdasarkan kandungan alumina. Tanah liat dibagi menjadi tiga jenis yaitu High Alumina ($>16\%$), Medium Alumina ($12\% - 16\%$), dan Low Alumina ($< 12\%$). Kegiatan penambangan dilakukan dengan cara pengeboran. Berdasarkan kesepakatan bersama, jarak aman antara alat berat dan titik pengeboran adalah 300 meter sedangkan jarak antara titik pengeboran dengan pekerja adalah 500 meter. Untuk bukit batu kapur yang mendekati pemukiman warga, diberikan batasan atau buffer site sepanjang 50 meter sebagai green belt yang ditanami tanaman keras seperti mangga, jambu, trembesi,



mahoni, guna menyerap debu dari proses pengeboran. Setelah penambangan, lahan tambang ditanami oleh tanaman agar tidak merusak lingkungan.

III.2.2 Operasi Tambang

1. Proses Alur Batu Kapur

Pengeboran batu kapur dilakukan dengan sistem Single Beach Continues. Sistem ini diterapkan untuk menghindari kelongsoran pada bukit kapur. Sebelum dilakukan penambangan maka dilakukan studi eksplorasi untuk menganalisa kandungan batuan. Batu kapur berupa bukit ditambang dengan sistem pertambangan Single Beach Continues, maksud dari sistem ini adalah untuk menghindari kelongsoran pada bukit kapur. Yaitu bagian lahan yang dieksplorasi harus dihabiskan dalam 1 kali pengambilan (teratur dalam pengambilan), elevasi atau sudut ketinggian yang ditetapkan adalah minimal 44 meter. Ada beberapa tahap yang harus dilakukan dalam penambangan batu kapur:

a. Tahap Pembabatan (Clearing)

Pembabatan dan pengupasan yang dilakukan untuk membuka daerah penambangan baru. Langkah ini perlu dilakukan untuk membersihkan pepohonan dari daerah bahan galian dengan menggunakan bulldoser.

b. Tahap Pengupasan Tanah (Stripping)

Proses pengupasan top soil (lapisan penutup tanah), langkah ini dilakukan pada daerah bahan galian yang ditutupi lapisan tanah penutup. Top soil ini disimpan dalam top soil bank yang nantinya lapisan tanah ini akan dikembalikan kembali untuk kesuburan tanah. Top soil diambil hingga 1-2 m, setelah itu tanah top soil disimpan didalam storage digunakan sebagai reklamasi pasca tambang. Peralatan yang digunakan yaitu bulldozer

c. Tahap Pengeboran (Drilling)

Penambangan dilakukan di ketinggian 6 m dengan kemiringan 70°. Sebelum batu kapur digali harus dilakukan pengeboran untuk menanamkan bahan peledak. Geometri lubang ledak yaitu :

- Burden (B) : 2,50 m



- Spasing (S) : 3,00 m
- Kedalaman lubang (H) : 6,75 – 7,00 m
- Sub drilling (J) : 0,75 – 1,00 m
- Tinggi Jenjang (K) : 6,00 m
- Stemming (T) : 1,75 – 2,00 m

Peralatan yang dipakai adalah Crawl Air Drill type Atlas Copco ROC F7 (alat bor), dan kompresor (alat penggerak bor).

d. Peledakan (Blasting)

Langkah pertama adalah mengisi lubang dengan bahan peledak. Bahan peledak yang digunakan:

- Damotin (Dynamite Ammonium Gelatine) merupakan bahan peledak primer.
- ANFO/Amonium Fuel Oil (campuran 94,5 % amonium nitrat dan 5,5 % fuel oil)

ANFO digunakan sebagai pengemulsi. Peralatan yang dipakai adalah Blasting machine (alat peledak) dan Blasting ohmmeter (alat pengukur daya ledak). Serta selain metode blasting, ada pula metode lain yaitu non blasting. Metode ini dilakukan apabila proses penambangan dilakukan dekat dengan pemukiman. Alat yang digunakan dalam metode ini adalah Surface Miner.

e. Loading, Hauling dan Dumping

kemudian, dilakukan proses pemuatan (loading) dan pengangkutan (hauling). Tahap loading yaitu pengangkutan atau pengambilan material untuk ditempatkan ke alat transportasi dan diteruskan ke penimbunan. Peralatan yang digunakan adalah loader, excavator, back hoe. Untuk tahap hauling yaitu pemindahan material dari quarry ke unit crusher, sedangkan peralatan yang digunakan adalah dump truck. Ada 2 macam hauling, yaitu :

- a. Hauling Load, adalah pengangkutan batu kapur ke pabrik dengan menggunakan dump truck.
- b. Hauling Empty, adalah dump truck kosong dari pabrik kembali ke lokasi pengambilan batu kapur.



Setelah mengalami tahap-tahap diatas batu kapur (Limestone) dari Limestone Storage diangkut dengan menggunakan Dump truck menuju Crusher. Setelah dilakukan penambangan batu kapur dilakukan reklamasi pasca tambang, pada lahan batu kapur dilakukan belt garden menggunakan top soil yang ada pada storage.

f. Reklamasi

Alur terakhir penambangan adalah proses reklamasi untuk mengembalikan kesuburan tanah dan menjaga ekosistem di sekitar pabrik atau mengembalikan fungsi lahan. Reklamasi yang telah dilakukan berupa penanaman pohon kembali, dan mengembalikan top soil yang telah di simpan pada storage. Dapat juga difungsikan untuk taman sebagai tempat rekreasi.

2. Proses Alur Tanah Liat/ Clay

Sebelum dilakukan penambangan, tanah liat diambil untuk sampel. Sampel tanah liat tersebut akan diuji di laboratorium sehingga dapat diketahui kualitas dan kandungannya.

- a. Low silica, dengan kandungan $\text{SiO}_2 < 65 \%$ dan $\text{Al}_2\text{SO}_4 < 15 \%$.
- b. High silica, dengan kandungan
- c. Low alumina $< 17\%$ secara fisik berwarna kecoklatan
- d. High alumina $> 17\%$ secara fisik berwarna abu-abu

Tanah liat ditambang dengan menggunakan clay pit dan ditimbun pada clay storage. Sistem yang digunakan dalam penambangan tanah liat adalah Open Pit, yaitu sistem penambangan yang pada akhir penambangannya membuat daerah tambang berbentuk lubang galian terbuka. Sistem ini memiliki fungsi ganda yaitu fungsi untuk bahan baku pembuatan semen, sedangkan fungsi lainnya yang berupa bekas galian lubang terbuka dapat digunakan sebagai penampung air misalnya air hujan, dimana air tersebut dapat digunakan untuk memenuhi air proses dan air sanitasi. Lubang galian terbuka jika sudah terisi oleh air hujan akan membentuk sebuah telaga/waduk dan oleh penduduk sekitar disebut telaga waru. Bentuk lubang galian terbuka menyerupai tangga, ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya kelongsoran.



Tahap penggalian tanah hampir sama dengan penggalian batu kapur perbedaannya adalah penggalian tanah liat tidak menggunakan Drilling dan Blasting, sehingga hanya meliputi:

- a. Pembersihan (Cleaning)
Yaitu membersihkan lapisan atas tanah liat dari tumbuhan serta kotoran lainnya. Alat yang digunakan adalah Buldozer.
- b. Pengupasan (Stripping)
Yaitu pengupasan lapisan humus sampai permukaan tanah liat. Alat yang digunakan adalah buldozer, excavator.
- c. Pengerukan (Digging)
Tahap ini merupakan tahap pengambilan tanah liat dari quarry. Tanah liat diambil dengan cara digali atau dikeruk dengan menggunakan Drag Line, kemudian tanah liat dipindahkan ke alat angkut.
- d. Pemuatan (Loading)
Yaitu pengerukan tanah liat dari lapisan tanah dengan menggunakan backhoe, excavator, loader. Pengerukan dilakukan hingga kedalaman tanah 2 meter.
- e. Pengangkutan (Hauling)
Yaitu pengangkutan tanah liat dari lokasi penggalian ke pabrik dengan menggunakan dump truck.
- f. Storing
Penyimpan Tanah Liat untuk menurunkan kandungan air agar ketika masuk ke unit crusher tidak lengket didalam crusher dikarenakan tekstur tanah liat yang lunak



III.2.3 Operasi Crusher



Gambar III.2 Proses Crushing

A. Proses Penghancuran Batu Kapur (Crushing)

Proses penghancuran batu kapur dilakukan dengan limestone crusher tipe hammer mill (CR-1). Di dalam crusher batu kapur mengalami size reduction dari ukuran maksimal 120 cm menjadi 10 - 20 cm. Limestone dibawa dari area penambangan oleh dump truck dan diumpankan ke dalam hopper crusher (HP-1) masing-masing berkapasitas 75 ton. Selanjutnya limestone dibawa dari hopper crusher (HP-1) melewati wobbler feeder (FE-1), material yang berukuran kurang dari 90 mm akan jatuh ke belt conveyor (BC-1), sedangkan material yang besar akan masuk ke crusher (CR-1) dengan kapasitas 700 – 900 ton/jam. Di dalam limestone crusher material mengalami size reduction, yaitu bongkahan-bongkahan besar limestone dengan ukuran 1200 x 1200 mm akan dihancurkan menjadi produk crusher dengan ukuran 90% dari produk berukuran 7 – 8 cm. Kedua produk crusher tersebut akan jatuh ke belt conveyor (BC-1). Produk limestone crusher dengan kadar CaCO_3 88% – 92% (medium grade) yang mengandung CaO 50% – 53% dicampur dengan produk Clay Crusher (CR-2) di dalam belt conveyor (BC-3).

B. Proses Penghancuran Tanah Liat (Clay Crushing)

Sebelum dilakukan penambangan, tanah liat diambil untuk sampel. Sampel tanah liat tersebut akan diuji di laboratorium sehingga dapat diketahui kualitas dan



kandungannya. Selanjutnya, Tanah liat mengalami proses pengecilan ukuran (Size Reduction). Mula – Mula tanah liat dibawa dari area penambangan oleh dump truck dan diumpankan ke dalam clay hopper (HP-2), selanjutnya diumpankan ke apron conveyor (AC-1). Dari apron conveyor (AC-1), tanah liat diumpankan ke clay crusher (CR-2) untuk dipotong-potong sehingga memudahkan proses pengeringan. Produk clay crusher (CR-2) dibawa belt conveyor (BC-2), kemudian dicampur dengan produk limestone crusher (CR-1) melalui belt conveyor (BC-3, BC-4, dan BC-5)

Saat ini, Mix Pail yang dipersiapkan oleh unit Crusher terdiri atas 75% batu kapur, 25% tanah liat. Produk koreksi (corection pail) digunakan untuk mengkoreksi Mix Pail jika terjadi kekurangan CaO di unit Raw mill. Produk koreksi yang dipersiapkan terbuat dari batu kapur high grade. Rata - rata produk koreksi yang digunakan adalah 7% - 10% per hari.

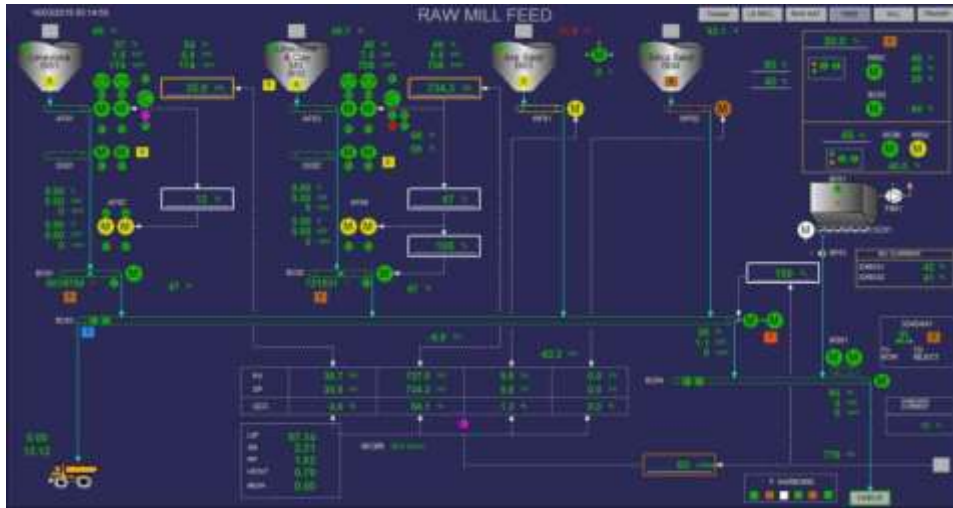
C. Mix Pile

Setelah Limestone dan Clay mengalami penghancuran dan pencampuran di belt conveyor selanjutnya menuju ke secondary crusher Proses penghancuran Limestone dan clay produk dari crusher (CR-1 dan CR-2) dibawa belt conveyor (BC-3, BC-4, dan BC-5) menuju secondary crusher (SCR) untuk dihancurkan kembali menjadi partikel dengan diameter < 60mm, hal ini dilakukan untuk menanggulangi terbentuknya gumpalan–gumpalan material mix yang besar akibat campuran batu kapur dan tanah liat. Produk dari secondary crusher dibawa belt conveyor menuju ke limestone clay mix storage untuk disimpan dalam bentuk pile (gundukan) sekaligus di preblending. Sebagai alat stacking atau penumpukan digunakan tripper (TR-1) yang dipasang pada bagian bawah atap dari bangunan storage. Panjang pile material adalah 2 x 160 m yang akan diumpankan ke mix bin secara bergantian. Pile storage dilengkapi dengan reclaimers (RR) tipe bridge scrapper dengan harrow. Produk dari reclaimers (RR) dibawa belt conveyor (BC-7) dan dimasukkan ke dalam Mix Bin (BI-3).

II.2.4 Section of RKC Operation

Seksi Operasi RKC adalah Seksi yang menangani tentang pengolahan Bahan Baku (Raw Mill), Proses Pembakaran dan Pendinginan (Kiln dan Cooler).

A. Pengolahan Bahan Baku (Raw Mill)



Gambar III.3 Raw Mill Feed

Proses transport material RawMill Feed jadi bahan yang telah mengalami proses pengecilan ukuran akan disimpan didalam bin dan ditimbang sesuai dengan ketentuan rancangan Raw Mix Design dari Laboratorium. Proses transport material dimulai dari produk dari reclaim (RR) dibawa belt conveyor (BC-7) dan dimasukkan ke dalam Mix Bin (BI-3). Copper slag dan pasir silika disimpan dalam open storage di-reclaim dengan front-end loader dimasukkan ke dalam Hopper (HP-3) dan selanjutnya dimasukkan ke dalam Bin (BI-1 dan BI-2) secara bergantian oleh Belt conveyor (BC-8). Pengeluaran copper slag dan pasir silika dari dalam Bin (BI-1 dan BI-2) diatur oleh Weight Feeder (WF-1 dan WF-2). Kadar limestone kadang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, untuk itu perlu dikoreksi dengan penambahan limestone (CaCO_3) high grade.

Limestone and clay mix yang berada di dalam Bin pengeluarannya diatur oleh Apron Conveyor (AC-2), kemudian turun ke Mix Weight Feeder (WF-3) untuk ditimbang. Sedangkan pengeluaran limestone correction dari Bin (BI-4) diatur oleh Apron Conveyor (AC-3) dan ditimbang di Weight Feeder (WF-4). Keempat material tersebut kemudian diumpukan ke Roller Mill (RM-1) oleh Belt conveyor

(BC-9, BC-10, dan BC-11). Belt conveyor dilengkapi dengan metal detektor untuk mendeteksi adanya metal terikut.



Gambar III.4 Raw Mill



Gambar III.5 Raw Mill Transport

Roller mill di pabrik Tuban adalah tipe Fuller Loesche, raw material mill system ini dilengkapi dengan 3 buah mill fan system. Pada Gambar 10 merupakan proses yang terjadi didalam raw mill. Proses pengeringan raw material di dalam raw mill system menggunakan udara panas dari Suspension Preheater (SP) dan Grate cooler (GC) yang memiliki temperatur 230°C. Selain itu, raw mill system dilengkapi pula dengan air heater berbahan bakar IDO sebagai persediaan bila



panas dari Suspension Preheater (SP) dan Grate Cooler (GC) tidak mencukupi atau bila kondisi kiln (KL) tidak beroperasi. Penggunaan air heater harus dibatasi seminimal mungkin karena biaya operasinya tinggi. Setelah material mengalami proses pengeringan dan penggilingan produk keluaran raw mill diteruskan diunit Suspension Pre – Heater untuk dikalsinasi. Pada Gambar 11 merupakan proses transport material untuk produk raw mill yang telah mengalami proses penggilingan dan pengeringan untuk diteruskan di unit Suspension Pre – Heater. Produk output dari Roller Mill (RM-1) mempunyai kehalusan 90% lolos ayakan 90 mikron dan kadar air kurang dari 1%. Produk tersebut dibawa aliran udara masuk ke dalam Cyclone (CN-1) akibat tarikan mill fan, 93% dari material akan terpisahkan dari aliran udara. Gas yang keluar dari Cyclone (CN-1) kemudian dilepas ke Stack (SK-1) melalui Electrostatic Presipitator (EP-1). Sisa produk yang masih ada diambil oleh Electrostatic Presipitator (EP-1), sedangkan gas yang telah bersih dibuang ke udara melalui Stack (SK-1). Kedua produk dari Electrostatic Presipitator (EP-1) dan Cyclone (CN-1) dibawa oleh Air Slide (AS-1, AS-2, AS-3, dan AS-4), Screw Conveyor (SC-1 dan SC-2), dan Bucket elevator (BE-1) ke Blending silo (BS-1 dan BS-2). Umur material dalam Blending silo adalah ± 4 jam. Pembakaran tidak sempurna pada kiln (KL) atau Suspension Preheater (SP) menghasilkan gas CO yang sebagian akan masuk ke dalam Roller Mill (RM-1). Kondisi ini akan meningkatkan suhu Electrostatic Presipitator (EP-1) secara drastis. Untuk pencegahan kerusakan alat, maka dust tertampung dalam Electrostatic Presipitator (EP-1) harus dilepas ke udara. Kinerja Electrostatic Presipitator (EP-1) dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu temperatur masuk EP, kondisi saat raw mill down, dan peralatan yang berhubungan dengan dust transport. Pengambilan sampel produk Roller Mill (RM-1) sebelum disimpan ke dalam Blending silo (BS- 1 dan BS-2) melalui alat sampel otomatis, yang terdapat pada air slide dan dibawa oleh sampel transport ke laboratorium.

B. Proses Pembakaran dan Pendinginan (Killn dan Cooler)

1. Penyediaan Bahan Bakar (Coal Mill)



Gambar III.6 Proses Coal Mill

Batu bara merupakan bahan bakar pada pabrik Semen Indonesia di Tuban. Batu bara dari lokasi penimbunan di pelabuhan berkapasitas 15.000 ton. Sebelum batu bara mengalami proses pemanasan di dalam Coal Mill. Batu bara mengalami proses penghancuran dan pengayakan terlebih dahulu. Batu bara dimasukkan ke dalam hopper (HP – 5) kemudian dibawa dengan belt conveyor (BC – 12) menuju ke tempat penimbunan. Agar tetap homogen batu bara dijatuhkan dari belt conveyor menggunakan tripper (TR-2) sehingga terbentuk lapisan material berbentuk prisma segitiga. Reclaiming (RR) batu bara menggunakan scrapper reclaimer kemudian dibawa dengan belt conveyor yang dilengkapi dengan metal detector menuju raw coal feed bin (BI – 21). Setelah mengalami proses pengecilan ukuran, batu bara mengalami proses pemanasan. Dari raw coal feed bin, batu bara diumpankan ke coal mill (RM – 2) yang memiliki tipe kerja mirip dengan raw mill, yaitu air swept vertical roller mill dengan kapasitas 50 ton batu bara/jam. Coal mill terdiri dari meja yang berputar (grinding table) dengan kecepatan 25 rpm dilengkapi tiga buah alat penggiling



(grinding roller) yang memakai sistem hidrolik dan gas nitrogen sebagai pegasnya.

Batu bara yang jatuh di atas grinding table akan tersebar menuju tepi-tepi table akibat gaya sentrifugal. Batu bara tersebut kemudian akan digiling oleh grinding roller dengan tekanan hidrolik sebesar 90 kg/cm^2 . Selain mengalami penggilingan, di dalam coal mill, batubara juga mengalami pemanasan awal. Dalam coal mill, dialirkan gas panas bertemperatur sekitar 297°C dari preheater dan kiln. Umpan masuk mill berkadar 12% dan keluar dengan ukuran produk dengan spesifikasi lolos 80% dari classifier 170 mesh dengan kadar air 3-4% dan bertemperatur sekitar 40°C . Produk dari coal mill akan terbawa aliran udara yang ditarik dengan alat explosion vent kemudian dihembuskan menuju bag filter (BF-3) untuk memisahkan batubara dari udara yang membawanya.

Batu bara yang terkumpul kemudian dibawa dengan screw conveyor (SC – 3) menuju coal bin central (BI – 22) berkapasitas 120 ton. Batu bara tersebut kemudian dipompa dengan menggunakan pump menuju dua bin lain berkapasitas 120 ton dan 70 ton. Bin dengan kapasitas lebih besar digunakan untuk mensuplai batubara ke burner Separate Line Calciner (SLC) dan In Line Calciner (ILC), sedangkan bin berkapasitas lebih kecil digunakan untuk mensuplai batubara pada kiln burner.

2. Penyiapan Umpan Killn



Gambar III.7 Killn Feed



Setelah mengalami proses pre homogenisasi, material dari raw mill akan menuju ke kiln feed bin (BI – 5) untuk dilakukan pemanasan awal oleh alat yang dinamakan suspension pre-heater, Seperti yang ditunjukkan oleh gambar 15 . Bahan baku dari blending silo dibawa dengan menggunakan air slide (AS – 5 dan AS – 6) masuk ke dalam preheater. Terdapat dua jalur aliran preheater yang masing-masing terdiri dari empat tingkat siklon seri dan sebuah flash calciner. Untuk meningkatkan efisiensi pemisahan antara gas panas dari material yang dibawanya, maka pada tingkat siklon paling atas dipasang siklon ganda. Siklon yang paling atas dibagi menjadi dua bagian antara siklon 11, 12 dengan 21, 22 untuk mempercepat pemanasan, suhu dalam siklon 11 dan 12 berkisar antara 400°C. Setelah mengalami pemanasan di siklon pertama, material akan dipisahkan oleh udara panas dan masuk pada siklon 13 dan 14. Pada siklon ini suhu kurang lebih 800°C. Setelah itu, material akan berkumpul di siklon terakhir dan yang lebih besar diantara ketiga siklon di atasnya yaitu siklon 15. Pada siklon ini, suhu berkisar 900°C. Gas panas yang dihasilkan untuk siklon dan calciner adalah dari kiln dan udara yang keluar dari cooler sebagai pemasok udara panas untuk siklon dan calciner. Setelah melalui preheater (S P) dan calsiner, umpan masuk kedalam kiln pada suhu 975°C. Kecepatan umpan masuk ke dalam kiln disesuaikan dengan kecepatan putaran kiln.

3. Rotary Kiln





Gambar III.8 Kiln

Proses kalsinasi lanjutan setelah melewati suspension Pre – Heater material diteruskan ke dalam kiln untuk mengalami proses kalsinasi sempurna. Proses pembakaran menjadi klinker terjadi pada suhu sekitar 1200°C. Kiln diletakkan dengan kemiringan tertentu. Umumnya kemiringan kiln berkisar antara 3-4 derajat dengan arah menurun. Bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran adalah batu bara dan Industrial Diesel Oil (IDO). IDO digunakan untuk pemanasan awal jika ada maintenance pada salah satu pabrik.

Batu bara banyak digunakan karena murah dan abu yang dihasilkan mengandung komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan semen, yaitu silica. Sekitar 40% total konsumsi bahan bakar digunakan untuk pembakaran kiln. Dari preheater, umpan masuk rotary kiln dengan temperature pada kiln inlet sekitar 1000°C. Kiln terbagi menjadi empat daerah seperti disebutkan di bawah ini :

a. Daerah Kalsinasi

Pada daerah tersebut terjadi proses kalsinasi lanjutan, yaitu reaksi peruraian kalsium dan magnesium karbonat menjadi CaO, MgO dan CO₂. Temperatur di zona kalsinasi ini sekitar 900°C – 1100°C. Partikel CaCO₃ pada permukaan isi kiln akan mengalami kalsinasi relatif lebih cepat, karena secara terus menerus dibantu oleh gerakan tumbling selama kiln



berputar. Pada saat proses kalsinasi berlangsung akan terjadi proses pembentukan mineral C_2S atau $2CaO.SiO_2$.

b. Daerah Transisi

Pada zona ini, oksida besi mulai mengikat campuran oksida kalsium dan oksida alumina membentuk campuran $C_2(A,F)$. Dengan meningkatnya temperatur, maka oksida kalsium (CaO) bergabung dengan kalsium alumina dan $C_2(A,F)$ masing-masing membentuk $3CaO.Al_2O_3$ atau C_3A dan $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ atau C_4AF . Pembentukan C_3A dan C_4AF terjadi pada temperatur $1100^\circ C - 1250^\circ C$.

c. Daerah Pembakaran

Di daerah ini terjadi pembakaran dan pelelehan pada temperature tinggi ($\pm 1200 - 1350^\circ C$) dimana campuran kalsium alumina ferrit mengalami fase cair.

a. Bagian CaO yang tidak bereaksi dengan oksida-oksida alumina besi dan silika biasanya dalam bentuk CaO bebas atau free lime banyaknya presentase dibatasi di bawah 1%.

b. Pada temperature tinggi ini sisa unsur CaO mengikat C_2S untuk membuat campuran C_3S . Klinker masuk cooler satu dan diterima oleh grate-grate cooler. Grate cooler satu memiliki kemiringan lima derajat untuk memudahkan perjalanan klinker ke kompartemen berikutnya. Grate cooler bergerak maju mundur untuk memindahkan material di atasnya supaya berpindah ke kompartemen selanjutnya. Pada grate terdapat lubang-lubang tempat lewatnya udara pendinginan

d. Daerah Pendinginan

Di daerah ini campuran kalsium alumina ferrit yang berbentuk cairan bentuk fisisnya berubah mengkristal setelah terjadi pendinginan di dalam cooler. Temperatur dalam zone ini sekitar $1350-800^\circ C$, sehingga material keluar kiln mempunyai suhu $\pm 800^\circ C$.

4. Pendinginan Klinker (Cooler)



Gambar III.9 Cooler

Setelah proses pembentukan klinker dalam kiln selesai, maka perlu didinginkan secara cepat menggunakan cooler yang terdiri dari 16 kompartemen. Proses pendinginan produk keluaran dari kiln material panas digerakkan dengan grate cooler (GC), dari bawah grate dihembuskan udara melalui 14 fan untuk mendinginkan klinker sampai bertemperatur 100-120°C. Klinker masuk cooler satu dan diterima oleh grate-grate cooler. Grate cooler satu memiliki kemiringan lima derajat untuk memudahkan perjalanan klinker ke kompartemen berikutnya. Grate cooler bergerak maju mundur untuk memindahkan material di atasnya supaya berpindah ke kompartemen selanjutnya. Pada grate terdapat lubang-lubang kecil tempat lewatnya udara pendinginan. Klinker yang berukuran kecil juga dapat lolos diantara lubang-lubang grate tersebut dan dibawa dengan menggunakan drag conveyor. Pendinginan secara cepat bertujuan untuk :

1. Mendapatkan klinker yang amorf sehingga mudah untuk digiling.
2. Mencegah terbentuknya kristal MgO. Kadar MgO dalam semen sangat dibatasi karena dapat menyebabkan ekspansi semen yang berlebihan.
3. Semen yang dihasilkan memiliki ketahanan yang baik terhadap sulfat.
4. Menghambat perubahan C_3S menjadi C_2S .



Di dalam cooler terdapat juga klinker crusher untuk mereduksi ukurannya. Debu yang dihasilkan dari pemecahan klinker ditangkap oleh EP dan dikembalikan ke dalam klinker crusher melalui chain conveyor. Klinker output akan ditampung ke dalam klinker silo dengan menggunakan alat transportasi yaitu pan conveyor sebelum masuk ke penggilingan akhir atau finish mill. Sebelum sampai ke klinker silo, terdapat alat pendeteksi kandungan bebas kapur (free limestone). Jika kandungan kapur berlebih, maka akan ditaruh di bin klinker sendiri untuk di proses ke kiln lagi.

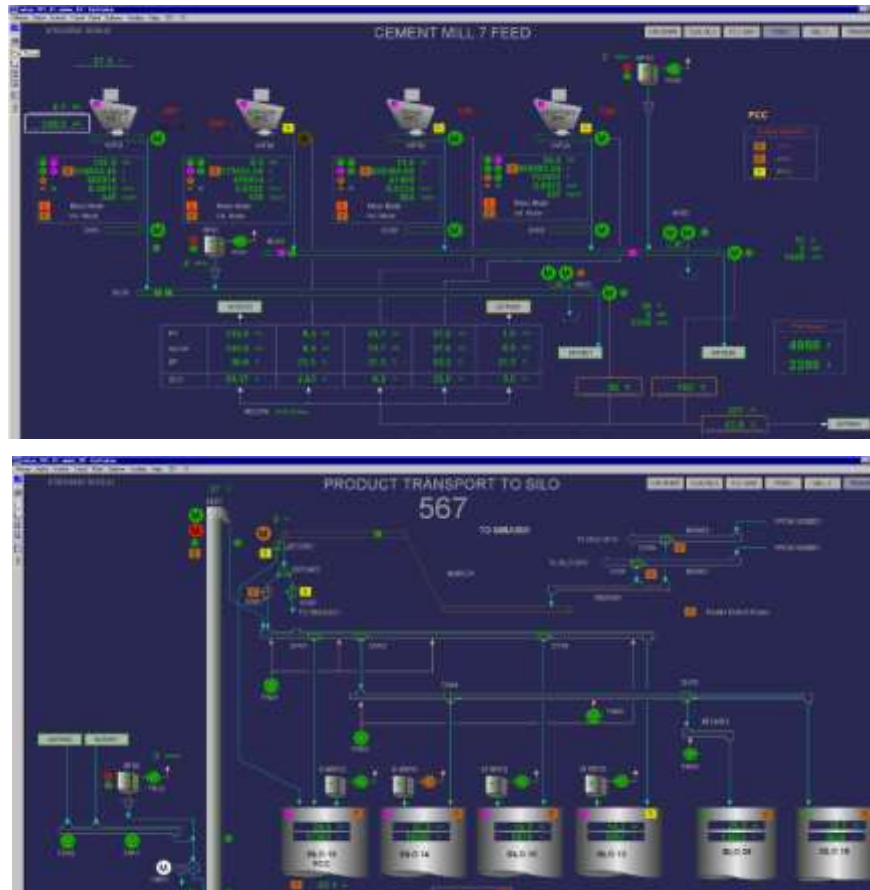
III.2.5 Finish Mill



Gambar III.10 Finish mill

Tugas pokok unit kerja finishmill adalah pembuatan produk jadi semen siap packing yaitu mencampuran klinker dari dome storage di unit RKC dengan material ketiga. Material ketiganya yaitu, Gypsum, Trash, Batu kapur (dolomite), dan fly ash. Ada dua jenis cement mill yang dipakai di PT. Semen Indonesia Tbk. Yaitu horizontal mill digunakan pada tuban 3 dan vertical mill digunakan pada tuban 4. Proses Penggilingan pada Ball Mill dan Vertical Roller Mill pada dasarnya berbeda. Pada ball mill gerakan penggilingan terjadi karena gaya impact dan gaya gesek sedangkan pada vertical roller mill terjadi karena pemberian tekanan yang kuat pada lapisan material untuk meretakkan partikel – partikel material. Pengoperasian ball mill relative sederhana, dengan tidak ada bagian mekanik yang bergerak didalamnya. Sistem ini toleran pada variasi kualitas dan kuantitas. Sebaliknya,

Vertical Roller Mill lebih kompleks dengan sistem hidroliknya untuk pengoperasian roller. Lapisan material antara roller dan table sangat tipis memungkinkan roller untuk tidak terjadi kontak dengan material.



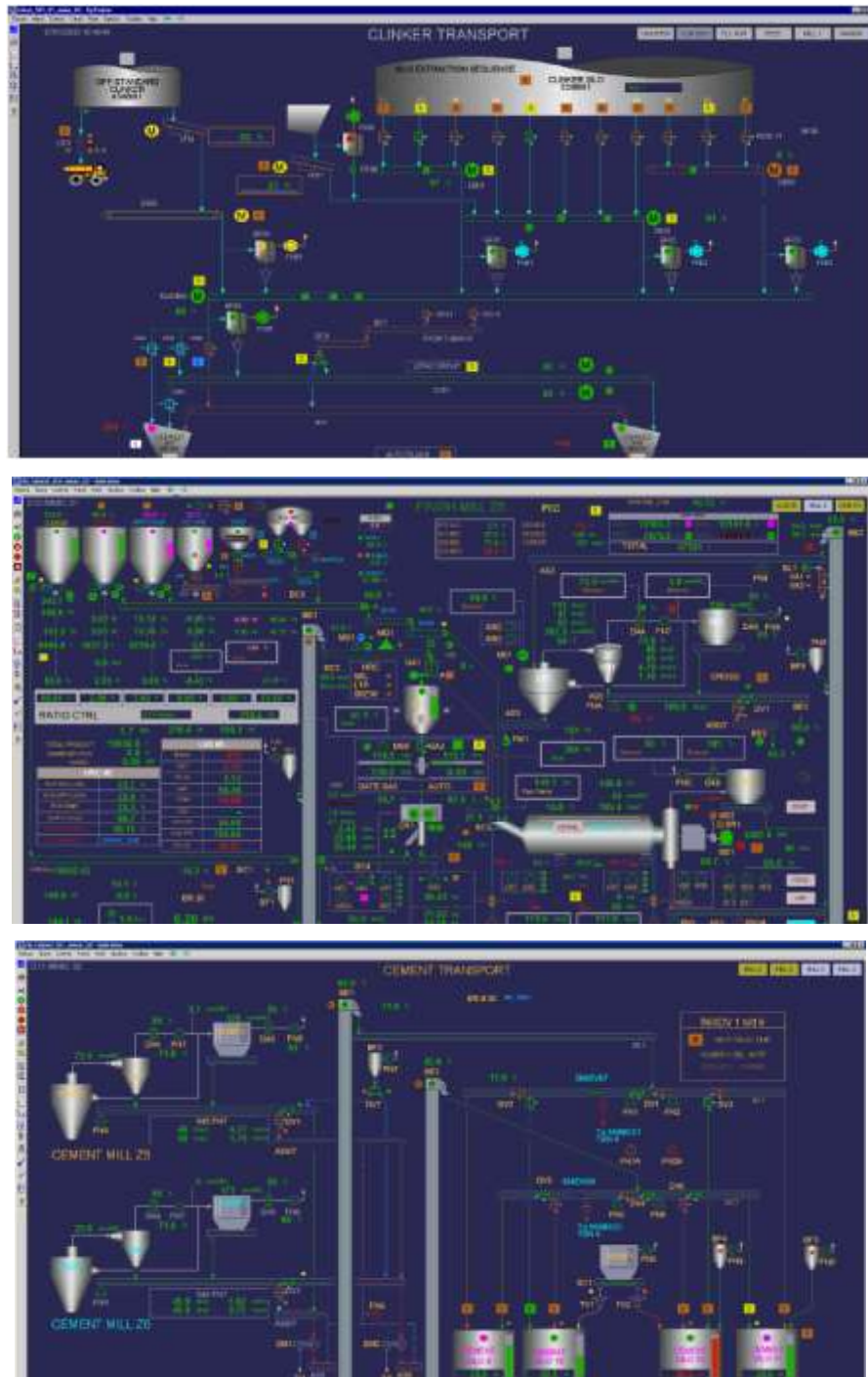
Gambar III.11 Vertical Mill

Alur proses untuk vertical mill adalah sebagai berikut, Clinker dari Dome storage akan dibawa oleh Bucket ke Bin clinker untuk disimpan sementara. Selanjutnya clinker akan turun melalui weight feeder kemudian diangkat dengan belt conveyor dan bertemu material ketiga yang sebelumnya material ketiga ini dari Bin masing-masing akan dibawa turun melalui weight feeder dan diangkat oleh belt conveyor kemudian ke bucket elevator dan selanjutnya bertemu dengan clinker di belt conveyor. Selanjutnya campuran akan masuk pada vertical mill dan terjadi proses giling. Di dalam vertical mill terdapat table yang berputar dan 3 roll yang menekan material sehingga tercapai ukuran yang diinginkan. Kemudian akan dihisap oleh Fan dibawa ke Bag filter melalui separator terjadi pemisahan ukuran



yang belum memenuhi target akan kembali ke mill. Dalam bag filter terjadi penangkapan debu-debu semen. Produk semen jadi akan masuk ke silo dan selanjutnya dilakukan proses packing.

Untuk proses horizontal mill clinker dari bin clinker dihancurkan terlebih dahulu didalam Hydrolic Raw Chrusher (HRC). Hal ini dilakukan untuk meringankan kerja horizontal mill menjadi 40%. Clinker yang telah halus, masuk kedalam Ball Mill (Horizontal mill) untuk dilakukan penggilingan akhir. Proses penggilingan akhir di dalam Ball Mill terdiri dari dua tahap, yaitu penggilingan di kompartemen I, selanjutnya di kompartemen II. Pada kompartemen I (lifting linier), campuran semen mengalami penggilingan awal kemudian melewati diafragma masuk ke dalam kompartemen II (classifying linier).



Gambar III.12 Ball Mill

Kompartemen pertama sepanjang 2,5 m berisi bola-bola logam berdiameter 40 – 70 mm yang berfungsi sebagai penggiling material kasar menjadi selanjutnya akan masuk ke separator setengah halus. Untuk kompartemen kedua yaitu dengan panjang 10,5 m berisi bola-bola logam dengan diameter 20 – 40 mm yang



berfungsi sebagai penggiling material setengah halus menjadi halus. Di dalam kompartemen II campuran semen di giling kembali menjadi partikel yang berukuran diameter 35 mikron. Didalam Ball Mill, semen bergerak dari kompartemen I ke kompartemen II melewati diafragma, dan akhirnya keluar Ball Mill melalui discharge akibat tarikan Fan. Produk dari Ball Mill ditransportasikan melalui Air Slide masuk ke dalam Separator untuk dipisahkan antara yang halus dan yang kasar. Produk yang kasar akibat gaya berat jatuh ke Air Slide kemudian di giling kembali di Ball Mill, sedangkan yang halus tertarik oleh Fan masuk ke Cyclone untuk dipisahkan antara gas dan semen. Semen masuk ke Silo dengan menggunakan Air Slide untuk di tampung, sedangkan gas keluar menuju Bag Filter sebagai penangkap debu-debu yang masih terbawa gas. Debu - debu tersebut dikirimkan ke silo melalui Air Slide, sedangkan gasnya dibuang ke lingkungan.

IV.1.6 Packer

Dalam produksi semen PT. Semen Indonesia unit Packer yaitu proses pengantongan/pengemasan dan pemuatan Pengantongan / pengemasan semen adalah proses pengisian murni berasal dari silo semen, tidak ada tambahan material kegiatan penjahitan maupun pengeliman kantong. Kemasan pabrikan/produsen kantong sesuai setting termasuk pengemasan yang sudah dilakukan, yaitu :

- Kemasan Bag 40/50 kg [SEMEN PCC]
- Kemasan Jumbo Bag (1000 kg) / 1 TON [SEMEN PCC DAN OPC]
- Curah / Bulk Truck [SEMEN PCC DAN OPC]

Proses awal packer berasal dari silo dengan kapasitas 24.000 ton. kemudian pengantongan semen dimulai dari jatuhnya semen ke Air Slide, kemudian semen diangkat oleh Bucket Elevator yang memiliki kapasitas 500 ton/jam. Dari Bucket Elevator, material semen dilewatkan Air Slide yang dilengkapi dengan Chamber dan Vibrating Screen untuk memisahkan semen dengan kotoran pengganggu atau benda asing. Setelah screening, semen berukuran 325 Mesh. Setelah diayak, semen dibawa ke Bin pusat yang berjumlah empat buah dan proses akan dilakukan pada dua Bin ini secara bergantian. Aliran semen setelah melewati Bin pusat akan terbagi menjadi dua, yaitu aliran semen curah (semen yang langsung dimasukkan ke dalam



Bull Truck, biasanya digunakan untuk proyek besar) dan semen yang akan dijual dalam bentuk kantong. Aliran semen setelah melewati Bin Semen akan dilewatkan ke Bin Semen yang lebih kecil melalui Air Slide. Selanjutnya akan ditransport ke Bin Roto Packer yang didalamnya dilengkapi dengan Spot Tube, yaitu semacam suntikan untuk memasukkan semen ke dalam kantong semen. Pemasukan semen ke dalam kantong diatur rentang berat 49,5 – 50,5 kg untuk semen jenis OPC (Ordinary Portland Cement) dengan berat 50 kg dan rentang berat 39,5 – 40,5 kg untuk semen jenis PPC (Pozzolan Portland Cement) dengan berat 40 kg. Jika berat semen kurang dari 39,5 dan 49,5 kg maka akan terpantau oleh penimbang dan dikeluarkan lewat Bag Reject. Semen yang tidak lolos akan diayak dan dibawa Screw Conveyor kemudian dikembalikan ke Bucket Elevator. Semen yang lolos screening dibawa ke Belt Conveyor (menuju truk) untuk didistribusikan ke konsumen. Untuk curah, semen masuk ke Bin Semen Curah kemudian diangkut dengan menggunakan truk dengan kapasitas 35 ton untuk didistribusikan ke konsumen maupun ke Pelabuhan.

.



BAB IV SPESIFIKASI PERALATAN

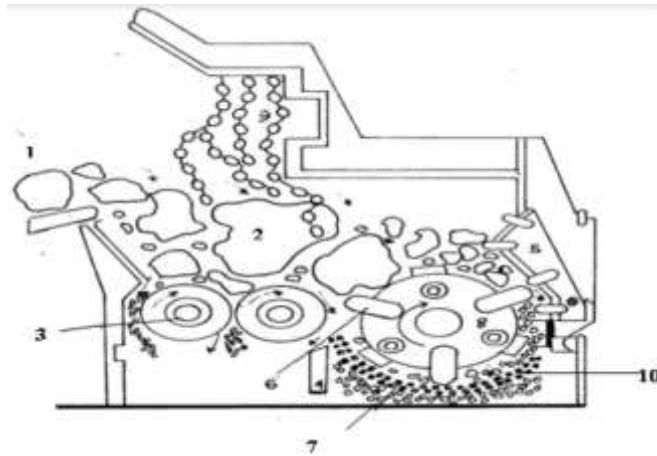
IV.1 Penghancur Bahan Baku

1. Limestone Crusher (CR-1)

Fungsi	: Memperkecil ukuran batu kapur
Buatan	: Universal Engineering
Merek	: Bulldog
Tipe	: Non Clog Hammer Mill model 7270
Bahan konstruksi	: Steel Plat (ASTM 47)
Kapasitas	: 700 ton/jam
Feed size maximum	: 1.200 x 1.200 x 1.200 mm
Motor	: 1.072 kW, 600 rpm, 6.000 volt
Diameter rotor	: 72 in
Diameter shaft rotor	: 16 in
Kadar air maksimum	: 18%
Cara Kerja :	

Batu kapur diumpankan melalui Hopper (1), selanjutnya batu kapur akan dialirkan oleh Wobler Feeder (3) masuk ke dalam Crusher dan jatuh di atas Breaker Plate (5). Batu kapur ini dipukul atau dipecah oleh Hammer (6) berputar. Untuk pengaturan besar kecilnya produk crusher, maka jarak antara hammer dengan breaker plate dapat diatur. Material halus akan keluar melalui discharge opening yang sebelumnya melewati Screen (7). Sedangkan material besar akan kembali dipukul oleh hammer sampai halus dan akan keluar melewati screen.

Proses pemecahan ini berlangsung cepat, hasil produk crusher keluar dari outlet (10) pada hammer mill. Produk crusher akan langsung jatuh dan diangkut apron conveyer ke limestone storage melalui belt conveyer.



Gambar IV.1 Hammer Crusher

Keterangan Gambar :

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1. Hopper | 6. Hammer |
| 2. Feeder | 7. Screen Bars |
| 3. Wobbler Feeder | 8. Main Shaft |
| 4. Cleening Bars | 9. Rantai |
| 5. Breaker Plate | 10. Outlet |

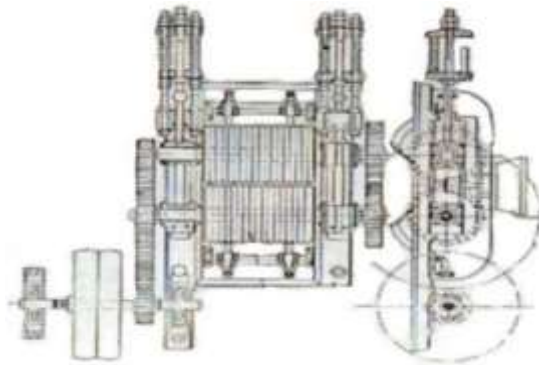
2. Clay Cutter (CR-2)

- | | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Fungsi | : Memperkecil ukuran tanah liat |
| Tipe | : Non-clog double roll crusher |
| Merek | : Bedhesi – Pedova |
| Bahan konstruksi | : Stainless steel |
| Kapasitas | : 350 ton/jam |
| Kadar air maksimum | : 30% |
| Ukuran material masuk | : (500 x 500 x 500) mm ³ |
| Ukuran produk | : 90% – 95% dari berat semula |
| Diameter dalam roller | : 0,65 m |
| Diameter luar roller | : 0,79 m |
| Power listrik terpasang | : |
| | • Slow motor : 110 kW, 735 rpm |
| | • Fast motor : 132 kW, 735 rpm |



Cara Kerja :

Alat tersebut terdiri dari dua unit horizontal roll berukuran besar. Masing-masing roll berputar dengan arah yang berlawanan dan kecepatan putar roll-nya pun berbeda sehingga menyebabkan efek gesekan pada material.



Gambar IV.2 Two Roller Cutter

3. Reclaimer (RR)

Fungsi : Preblending batu kapur dan tanah liat
Type : Front acting bridge with harrow bridge dengan span 39 m
Kapasitas : 750 MTPH
Daya : 164 kW
Cara Kerja :

Tumpukan pile pada storage akan diambil dengan cara dirontokkan dengan reclaimer kemudian diangkut dengan scraper menuju ke belt conveyor yang terpasang di sekeliling conveyor.

IV.2 Unit Pembakaran dan Pengolahan Bahan

1. Coal Mill (RM-2)

Fungsi : Menghancurkan batu bara
Type : Loesche
Kapasitas : 55 TPH
Motor/putaran : 600 kW / 1000 rpm, 6 kV



Classifier motor : 65 kW / 1750 rpm, 6 kV

Mill fan : 2 x 753.000 m³ /jam

Cara kerja :

Secara umum cara kerja coal mill sama dengan raw mill, dalam pengoperasian coal mill jumlah udara yang masuk dibatasi untuk mencegah terjadinya kebakaran akibat berkontakannya batu bara dengan oksigen.

2. Suspension Preheater (SP)

Fungsi : Sebagai pemanas awal umpan kiln

Tipe : Cyclone bertekanan rendah (ILC dan SLC)

Jumlah cyclone : 4 buah

Tipe calciner ILC : FLS 5200

Tipe calciner SLC : FSC 7800

Diameter cyclone : 6,9 m

Diameter cyclone ganda : 5 m

Kapasitas ID fan : 2 x 706.000 m³/jam

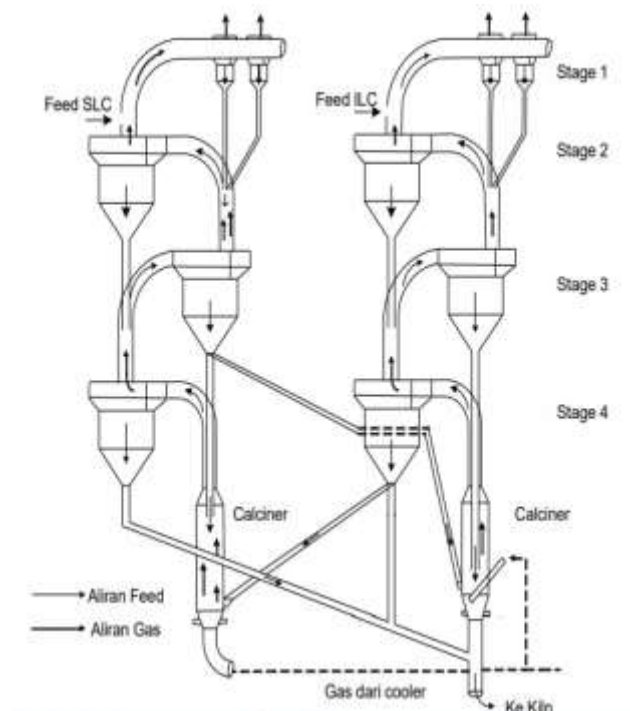
Motor fan : 2500 kW, 1000 rpm, 6 kV

Cara Kerja :

Material masuk ke dalam riser duct tahap I (1), kemudian bercampur dengan gas panas yang masuk ke dalam cyclone. Di dalam cyclone akan terjadi pemanasan material dan proses pemisahan gas dan material. Campuran umpan dan gas panas yang masuk ke dalam cyclone dengan arah tangensial memungkinkan terbentuknya pusaran angin di dalam cyclone. Pusaran angin tersebut menyebabkan terjadinya gaya sentrifugal, gaya gravitasi dan gaya angkat gas sangat mempengaruhi aliran material dalam cyclone. Material yang kasar karena dipengaruhi oleh gaya sentrifugal menyebabkan material menumbuk dinding cyclone. Akibat tumbukan dan gesekan material pada dinding cyclone material kehilangan pengaruh gaya sentrifugal sehingga material akan jatuh menuju down pipe karena pengaruh gaya gravitasi. Sedangkan material halus gaya yang dominan adalah gaya

angkat gas sehingga material tersebut akan naik bersama-sama dengan gas dan keluar dari cyclone.

Material umpan kiln yang jatuh ke riser pipe dimasukkan ke dalam Riser Duct Cyclone stage II (2), kemudian mengalami proses seperti cyclone stage I. Selanjutnya material akan masuk ke dalam cyclone stage III (3) dan cyclone stage IV (4) dan mengalami proses yang sama dengan proses-proses sebelumnya. Material yang keluar dari cyclone stage III akan masuk ke dalam ILC dan SLC calsiner untuk mengalami proses kalsinasi awal pada kedua calsiner (5) tersebut. Selanjutnya material yang telah terkalsinasi akan terbawa oleh aliran gas masuk ke dalam cyclone stage IV. Material keluar dari cyclone stage IV dan siap diumpankan ke dalam kiln.



Gambar IV.3 Suspension Pre-Heater

3. Rotary Kiln (KL)

Fungsi : Tempat pembakaran material menjadi terak klinker

Buatan : PT Multifab

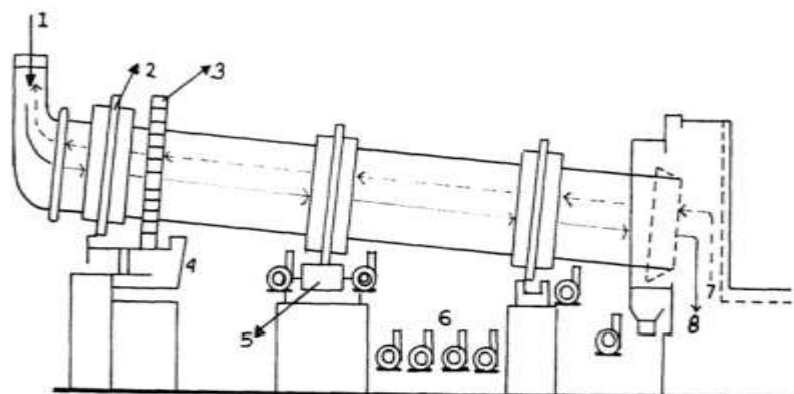


Bahan : Baja
Kapasitas : 7.500 ton/jam
Diameter/Panjang : 5,6 m/12,8 m
Kemiringan : 20°
Main drive motor : 600 kW, 1.150 rpm
Kecepatan putar : 2,8 rpm
Bentuk : Silinder horizontal

Cara Kerja :

Umpan kiln dari preheater akan masuk melalui inlet chamber (1). Tenaga gerak dari motor dan main gear menyebabkan kiln berputar. Perputaran pada kiln diatur oleh girth gear (2) yang berfungsi sebagai pengaman dan mengurangi beban main gear (4). Karena pengaruh kemiringan dan gaya putar kiln umpan kiln akan bergerak perlahan di sepanjang kiln.

Dari arah berlawanan gas panas hasil pembakaran batu bara dihembuskan oleh burner sehingga terjadi kontak panas dan perpindahan panas antara umpan kiln dengan gas panas. Panas pada proses pembakaran yang keluar akan diserap oleh Blower (6). Pembakaran akan terus berlangsung sampai terbentuk klinker dan akan keluar menuju Clinker Cooler (8). Selama proses pembakaran, material akan melewati 4 zone dalam kiln dengan range suhu berbeda-beda sehingga dalam kiln akan terjadi reaksi kimia pembentukan senyawa penyusun semen.



Gambar IV.4 Rotary Kiln



Keterangan gambar :

- | | |
|------------------|------------------------------|
| 1. Inlet Chamber | 5. Speed Reducer |
| 2. Girth Gear | 6. Blower |
| 3. Nose Gear | 7. Aliran Gas |
| 4. Main Gear | 8. Aliran Material Ke Cooler |

4. Cooler (GC)

Fungsi : Mendinginkan klinker secara mendadak

Tipe : Reciprocating hydraulic grate

Kapasitas : 7.500 ton/jam

Motor pompa hidraulik : 90 Kw, 1500 rpm

Motor penghancur terak : 75 Kw, 1000 rpm

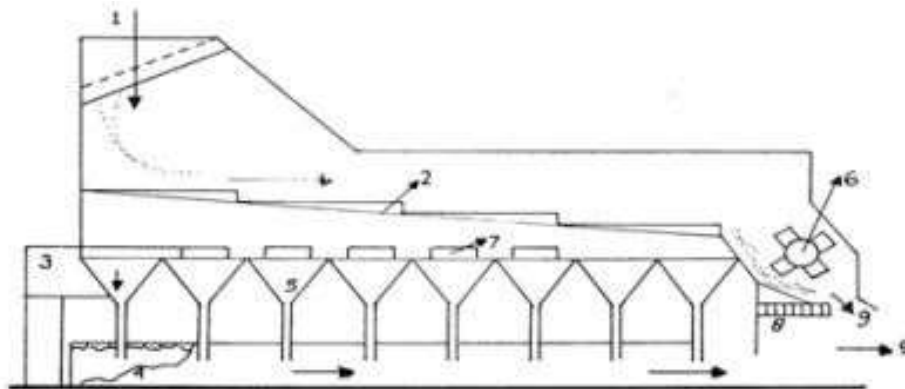
Jumlah fan : 19 unit

Jumlah motor : 6 unit

Bahan konstruksi : Baja

Cara Kerja :

Grate cooler berfungsi sebagai alat pendingin klinker yang dilakukan secara mendadak. Tujuan pendinginan di grate cooler adalah agar dihasilkan klinker amorf sehingga mudah digiling. Terak panas dengan suhu sekitar 1300°C keluar dari rotary kiln didinginkan oleh reciprocating grate cooler yang terbagi menjadi 16 kompartemen. Udara dihembuskan oleh 19 under grate fan dalam cooler untuk pendinginan terak sampai suhu 65°C diatas udara ambient.



Gambar IV.5 Grate Cooler

Keterangan gambar :

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 1. Inlet Material | 6. Clinker Breaker |
| 2. Grate – grate Cooler | 7. Movable Frame |
| 3. Motor | 8. Grizzly Bars |
| 4. Drag Conveyor | 9. Clinker Outlet |
| 5. Fan Udara Pendingin | |

5. Conditioning Tower (CT-1 &2)

Fungsi : Menurunkan temperature gas panas by pass dari preheater dan grate cooler sebelum masuk EP

Diameter : 11,2 m

Tinggi pendingin : 33 m

Pressure Drop : 38 mmWg

Luas area : 98,5 m²

6. Stack (SK-1)

Fungsi : Tempat pengeluaran limbah gas dan debu

Bentuk : Silinder vertikal

Bahan konstruksi : Baja

7. Stack (SK-2)

Fungsi : Memisahkan semen yang halus dan kasar





- Desain umpan :
- Kecepatan : 500 ton/ jam
 - Temperatur : 100°C
 - Kandungan air : 0,5 %

8. Blending Silo (BS 1&2)

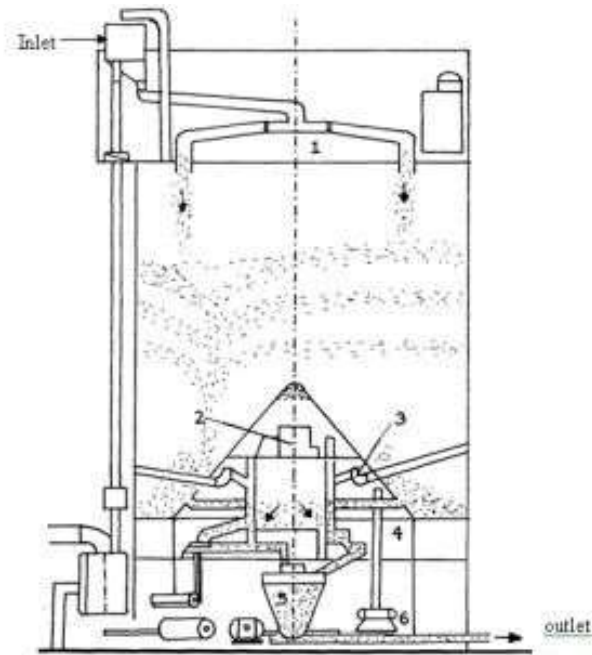
- Fungsi : Menghomogenasi produk dari raw mill
Tipe : IBAU Central Chamber Silo
Bahan konstruksi : Beton
Bentuk : Silinder dengan bottom berbentuk cone yang terbalik
Kapasitas : 20.000 ton
Diameter dalam: 20 m
Tinggi : 60,3 m

Cara Kerja :

Produk Loesche Vertical Roller Mill masuk dari bagian atas blending silo melalui Air Slide System (1) dan keluar secara bergantian setiap 36 menit sehingga akan terbentuk layer-layer atau lapisan dengan ketebalan maksimal 1 m. Layer-layer tersebut akan bercampur sewaktu proses pengeluaran dengan membentuk suatu terowongan. Saat terjadi pencampuran material halus akan menimbulkan banyak debu sehingga perlu Dust Collector (2) untuk mengurangnya. Pengeluaran material dilakukan bersama melalui 2 dari 10 flow gate (3) pada setiap silo.

Pengeluaran melalui flow gate ini diulang dalam selang waktu tertentu, satu siklus lengkap memerlukan waktu 12 menit. Selama proses tersebut material diaerasi oleh Blower (6) pada bagian bawah layer tersebut. Material keluar selanjutnya akan ditampung dalam sentral Hopper (5) melalui air slide yang diatur oleh bukaan Valve (6). Kemudian dari sentral hopper akan dikirim ke dalam kiln feed bin.





Gambar IV.6 Belnding Silo

Keterangan gambar :

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. Air Slide | 4. Valve |
| 2. Dust Collector | 5. Central Hopper |
| 3. Flow Gate | 6. Blower |

IV.3 Unit Finish Mill

1. Roll Crusher (HRC)

Fungsi : Menggiling clinker sebelum masuk ball mill

Tipe : Hydraulic Roll Crusher

Power : 1.000 kW

2. Ball Mill (BM 1&2)

Fungsi : Menggiling campuran terak dan gipsum atau terak

Kapasitas : 215 ton/jam

Mill drive : Symmetro TSX – 2160A, 4900 kW

Diameter/Panjang : 4,6 m/13 m

Kecepatan : 16,6 rpm



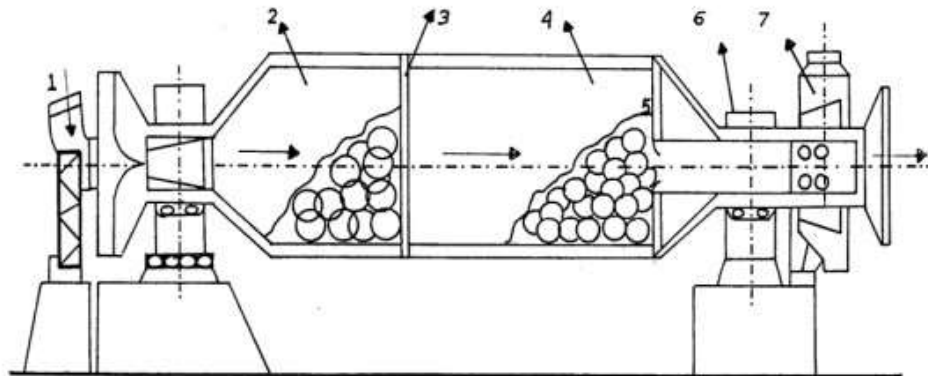
Power : 36 kW/ton semen

Cara Kerja :

Ball mill digunakan untuk penggilingan dan pencampuran klinker dan gypsum sehingga diperoleh produk mill berupa semen dengan kehalusan yang diinginkan. Ball mill terbuat dari plat baja berbentuk silinder horisontal, pada bagian dalam dilapisi oleh linier dari baja tuang yang dipasang menempel pada dinding dan terdapat screen (saringan), screen pada kompartemen satu dan dua tidak sama. Hal ini dikarenakan fungsi dan hasil yang dicapai tidak sama. Tujuan pemasangan linier adalah melindungi sel dari benturan bola-bola penggiling.

Ball mill terdiri dari dua kompartemen yang masing-masing kompartemen mempunyai ukuran bola yang berbeda. Bola pada kompartemen I berdiameter 40 mm, 50 mm, 60 mm, dan 70 mm sedangkan bola pada kompartemen II berdiameter 17 mm, 20 mm, dan 25 mm. Antara kedua kompartemen tersebut terdapat screen sebagai penyaring material dan mencegah bercampurnya bola-bola logam pada di kompartemen I dan II. Kompartemen I dan II dipisahkan oleh Mill Shell (3) dengan sekat diafragma (4). Material setelah dihancurkan di kompartemen I masuk ke celah diafragma karena adanya gaya putaran dari mill menuju ke kompartemen II. Pada kompartemen II material akan dihaluskan oleh bola-bola baja (5) namun ukurannya lebih kecil dari kompartemen I. Material halus akan ditarik oleh fan masuk separator untuk dilakukan pemisahan antara material halus dan yang kasar. Material semen yang halus akan langsung dibawa ke semen Silo, sedangkan yang masih kasar akan di-recycle ke finish mill untuk digiling lagi.





Gambar IV.7 Ball Mill

Keterangan gambar :

- | | |
|--------------------|-----------------------------|
| 1. Feed Chute | 5. Bola – bola Baja |
| 2. Feed Cone | 6. Discharge Cone |
| 3. Mill Shell | 7. Hexagonal Trommel Screen |
| 4. Sekat Diafragme | |

3. Separator (SR)

Fungsi : Memisahkan material semen halus dan kasar serta gas terikut

Jenis : High Eff Separator O – Sepa

Ukuran : N – 5000

Kapasitas : 215 ton/jam

Main drive : 550 kW, 1.500 rpm

Daya pompa : 75 kW, 1.500 rpm

Suhu masuk : 107°C

Suhu keluar : 96°C

Cara Kerja :

Material masuk melalui separator di bagian atas, kemudian didistribusikan secara merata dalam ruangan terpisah (separating zone) dengan menggunakan distribution plate. External blower menghasilkan aliran udara melewati material dalam separating zone, dan kemudian



memisahkan material dengan efek gravitasi. Partikel halus terbawa aliran udara dan kemudian dipisahkan di cyclone. Udara bebas debu dikembalikan ke blower dan masuk kembali ke separator lewat ring pengatur fan. Aliran udara tersebut melewati partikel kasar, ketika partikel kasar tersebut jatuh, akan melewati serangkaian baffle sehingga terjadi pemisahan secara sekunder.

4. Vertical Roller Mill (RM-1)

Fungsi : Menggiling material agar ukurannya lebih kecil

Tipe : Fuller Loesche

Kapasitas : 570 ton/jam

Penggerak utama : Flender planetary, gear reducer KMP 750

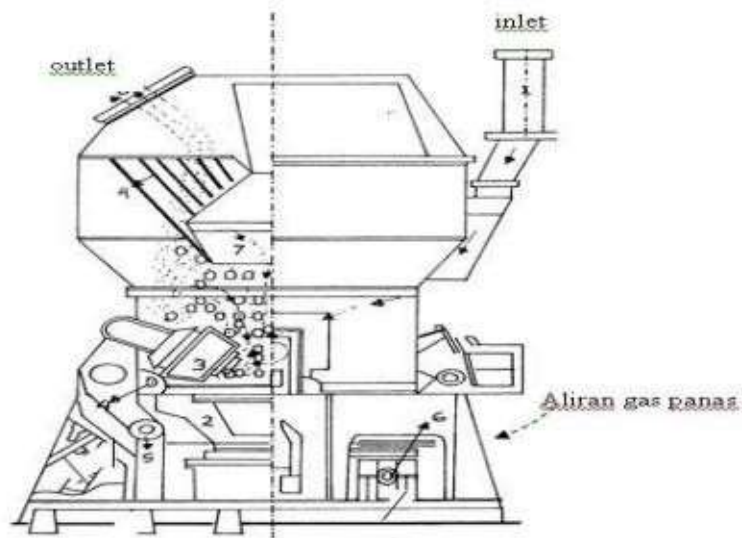
Motor/putaran : 4000 kW/1000 rpm, 6 kV

Classifier motor : 690 kW, 6 KV

Produk : 170 mesh

Cara Kerja :

Mekanisme kerja roller mill yaitu material masuk melalui cerobong Feed (1) pada roller mill, kemudian material jatuh di tengah-tengah Grinding table (2). Material pada Grinding table selanjutnya terlempar ke bawah Grinding roller (3) akibat adanya gaya sentrifugal menyebabkan grinding table berputar. Grinding roller menekan ke bawah menumbuk material yang ada diantara grinding roller dan grinding table. Gas panas 333°C yang berasal dari preheater dan dari cooler 400°C masuk ke roller mill melalui celah-celah grinding table, selanjutnya gas panas akan mengeringkan material yang ada di atas grinding table. Material yang halus akan ditarik oleh Classifier (4) ke atas menuju cyclone separator oleh ID Fan Mill untuk mengalami pemisahan antara material dan gas. Sedangkan material yang belum halus karena pengaruh gaya beratnya akan turun ke bawah kemudian keluar melalui mill reducer dan diumpankan kembali ke roller mill untuk digiling kembali.



Gambar IV.8 Vertical Roller Mill

Keterangan gambar :

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| 1. Cerobong Feed | 5. Reducer |
| 2. Grinding Table | 6. Oversize Material |
| 3. Grinding Roller | 7. Outlet Material dan Gas |
| 4. Classifier | |

IV.4 Packer

1. Rotary Packer (PC)

Fungsi : Mengemas semen

Jumlah Filling Spout : 6 unit

Kapasitas : 2.000 - 2.200 kantong/jam

Udara Tekan : 22 Nm³ /jam

Diameter Packer : 1,6 m

Panjang : 18 m

Daya : 15 kW

Cara Kerja :

Filling spout dimasukkan ke dalam lubang pada kantong kemasan. Semen akan dicurahkan melalui filling spout ke dalam kantong. Pada alat



rotary packer terdapat timbangan sebagai pengukur berat semen masuk ke kemasan dengan ketelitian 0,1 kg.

IV.5 Alat Transportasi

1. Bucket Elevator (BE 1-4)

Fungsi : Menaikkan material padat secara vertikal
Lokasi : Pengangkutan bahan baku, klinker dan semen ke bin pengangkutan semen dari semen mill ke cyclone
Tipe : Chain, belt
Kapasitas : 100 – 780 ton/jam
Lebar Bucket : 0,63 m
Tinggi : 24 – 90,05 m

2. Apron Conveyor (BE 1-4)

Fungsi : Mengangkut material berat dalam jangka pendek
Lokasi : Pengangkutan klinker ke silo klinker, pengangkutan batu kapur dan tanah liat
Tipe : Roller supported
Kapasitas : 90,4 – 900 ton/jam
Lebar : 1,5 – 1,8 m
Kecepatan rantai : 0,1- 6,1 m/menit
Bahan konstruksi : Stainless steel, baja

3. Air Shide Conveyor (AS 1-4)

Fungsi : Mengangkut material halus berbentuk tepung
Lokasi : Pengangkutan material dari separator ke raw mill, cyclone separator pada cement mill, pengangkutan dari silo semen ke packer
Tipe : Tertutup
Kapasitas : 165 - 710 ton/jam
Lebar : 0,3 – 0,6 m



Kemiringan : $6^{\circ} - 15^{\circ}$
Panjang : 1,1 – 85,8 m
Kebutuhan udara : 705 – 15.292 m³ /jam

IV.6 Penangkap Debu

1. Electrostatic Precipitator (EP 1&2)

Fungsi : Memisahkan material dan gas secara elektrik inlet gas
Temperatur : 95°C
Tekanan : -146 mmWg
Volume : 1.295.000 m³ /jam
T outlet gas : 95°C
Tekanan : -184 mmWg
Volume : 1.356.000 m³ /jam
Dust loading : 50 mg/Nm³
Power : 894 Kw

2. Bag Filter (BF 1&2)

Fungsi : Mengumpulkan material halus yang dihasilkan oleh mill dan kemudian dihasilkan kembali sebagai produk
Tipe : Backward Curved Bladed, Jet Pulse
Kapasitas : 40.440 m³/h
Temperatur : 40°C
Tekanan : -254 mmWg, 150 mmWg
Motor/putaran : 45 kW, 1500 rpm
Bahan konstruksi : Baja

IV.7 Silo/Storage

1. Mix Pile Storage

Fungsi : Menampung batu kapur dan tanah liat produk crusher untuk dicampur



Kapasitas : 90.000 ton (2 stock pile, dengan kapasitas setiap pile adalah 45.000 ton)

Panjang : 160 m

Bentuk : Teras beratap

2. Bin (BI – 1,2,4)

Fungsi : Menampung limestone and clay mix, limestone, copper slag, dan pasir silika secara terpisah

Kapasitas : 250 ton/jam

Bahan konstruksi : Baja

3. Bin Gypsum (BI-10&11)

Fungsi : Menampung gypsum

Kapasitas : 175 ton/jam

Bahan konstruksi : Beton

4. Kiln Feed Bin (BI-6)

Fungsi : Menampung umpan kiln siap bakar

Kapasitas : 90 ton

Bahan konstruksi : Baja

5. Clinker Storage Silo (BI-9)

Fungsi : Menampung klinker

Kapasitas : 75.000 ton

Konstruksi : Beton

6. Silo Semen (CS-1-4)

Fungsi : Menampung semen

Kapasitas : 20.000 ton

Kapasitas semen out : 500 - 750 ton/jam



Diameter dalam	: 22 m
Tinggi	: 53,25 m
Volume	: 14.285 m ²
Head room	: 42,75 m

IV.8 Alat Penimbang dan Pengumpan

1. Wobbler Feeder (FE-1)

Fungsi	: Mengangkut batu kapur dari hopper ke crusher
Kapasitas	: 700 ton/jam
Lebar	: 1,524 m
Jumlah wobbler bar	: 19 unit
Motor	: 75 kW, 1500 rpm
Pitch	: 0,318 m

2. Weight Feeder Mix (WF-3)

Fungsi	: Menimbang campuran limestone dan clay
Kapasitas	: 900 ton/jam
Lebar	: 1,8 m
Motor	: 3,7 kW
Kecepatan	: 22,7 m/menit

3. Weight Feeder Limestone (WF-4)

Fungsi	: Menimbang limestone keluar dari bin
Kapasitas	: 90 ton/jam
Lebar	: 0,9 m
Motor	: 0,75 kW
Kecepatan	: 16,8 m/menit

4. Weight Feeder Cooper Slag (WF-2)

Fungsi	: Menimbang copper slag yang keluar dari bin
Kapasitas	: 6,1 ton/jam



Lebar : 0,9 m
Motor : 0,56 kW
Kecepatan : 1,83 m/menit

5. Weight Feeder Silika Iron (WF-1)

Fungsi : Menimbang silica iron keluar dari bin
Kapasitas : 20 ton/jam
Lebar : 0,9 m
Motor : 0,75 kW
Kecepatan : 3,7 m/menit

6. Belt Scale

Fungsi : Menimbang batu kapur dan tanah liat
Kapasitas : 300 – 1.800 ton/jam
Lebar : 1,2 – 2 m
Kecepatan : 1,02 – 1,8 m/detik

7. Tripper (TR-1)

Fungsi : Mencerahkan batu kapur dan tanah liat ke
limestone/clay storage
Kapasitas : 2.800 ton/jam
Ukuran : 2 m
Bahan konstruksi : Baja

8. Cyclone (CN-1&2)

Fungsi : Memisahkan material besar dan kecil (produk raw
mill) menggunakan turbulensi udara
Diameter : 6,3 m
Ukuran bagian dalam : 1,6 x 2,8 m
Efisiensi : 93%



9. Raw Mill Fan (FN-2)

Fungsi : Menarik material halus dari raw mill
Kapasitas : 753.000 m³/jam
Tekanan : -1,57 mmWg
Suhu : 95°C
Power motor drive : 4.400 kW, 1.000 rpm, 600 Volt

10. Preheater ID Fan (FN-1)

Fungsi : Menarik flue gas dari SLC dan ILC
Kapasitas : 706.000 m³/jam
Tekanan : -846 mmWg
Suhu : 403°C
Power motor drive : 2.500 kW, 1.000 rpm

11. Kiln Fan (FN-5)

Fungsi : Mendinginkan kiln shell dan menyediakan udara primer
Kapasitas : 10.870 m³/jam
Power : 75 kW, 1.500 rpm

12. Electrostatic Precipitator Fan (FN-3)

Fungsi : Menarik material halus dari EP
Kapasitas : 1.365.000 m³/jam
Tekanan : -184 mmWg
Suhu : 95°C
Power motor drive : 1.041 kW, 500 rpm, 6.000 volt

13. Coal Mill ID Fan (FN-4)

Fungsi : Menarik material halus dari coal mill
Kapasitas : 202.000 ton/jam
Tekanan : -1.120 mmWg



Suhu : 80°C
Power : 800 kW, 1000 rpm, 6.000 volt

14. Aeration Blower

Fungsi : Memenuhi kebutuhan aerasi air slide di blending silo
Tipe : Vertical model 4M V – Sutor Blit
Kapasitas : 360 m³/jam
Tekanan : 0,56 kg/cm²
Power motor drive : 11 kW, 1.500 rpm

15. Air Tower

Fungsi : Pemanas dalam raw mill bila panas dari preheater dan grate cooler tidak mencukupi atau dalam kondisi kiln down
Kapasitas : 74,4 x 10 kcal/jam
Suhu udara masuk : 400°C
Suhu udara keluar : 90°C



BAB V

LABORATORIUM DAN PENGENDALIAN MUTU

V.1 Laboratorium

Didalam unit kerja seksi pengujian bahan, dilakukan berbagai pengujian secara kimia kandungan daripada terak/semen di Laboratorium Kimia yang kemudian dilaporkan hasil analisisnya dan selanjutnya akan diaudit oleh pihak lain yang bersangkutan. Tugas dari seksi pengujian bahan hampir sama dengan tugas jaminan mutu dan pengendalian proses yaitu menguji bahan sesuai dengan SNI. Seksi pengujian bahan tidak melakukan analisis secara rutin tetapi sesuai permintaan, apabila terdapat ketidaknormalan semen atau problem pada semen maka seksi pengujian bahan akan melakukan pengujian. Laboratorium yang dimiliki oleh seksi pengujian bahan, yaitu:

a. Lab. Kertas

Analisa kertas dilihat dari segi fisika berdasarkan kuat tarik, kuat regang dan kuat sobek. Kertas yang digunakan disebut kertas kraft yang berbeda dengan kertas pada umumnya untuk menulis dari segi selulosa. Pemakaian kertas diharapkan dapat meminimalisir, awalnya 5 ply dan diharapkan dapat menjadi 1 ply yang dapat menopang semen dengan berat 50 kg dan tidak rusak sampai ketangan konsumen.

b. Lab. Batubara

Pengujian batubara yang digunakan sebagai dasar pembayaran ke penjual batubara. Lab batubara pada pengujian bahan sama dengan jaminan mutu. Pengujian batubara di pabrik tuban menggunakan analisa AR, sedangkan di pabrik gresik menggunakan analisa ADB (Air Dry Basic). Perbedaan AR dan ADB saat treatment awal proses analisa. Sampel yang digunakan AR harus sama dengan temperatur, diuapkan airnya sesuai temperature ruang yang ditentukan sampai setimbang. Metode ADB sample yang datang langsung dianalisis tanpa memperhatikan kandungan airnya. Kedua analisa tersebut merupakan analisa paling besar, adapun analisa lain yaitu IDO (solar) untuk pemanasan awal pada kiln, memakan waktu



hingga satu hari. Pengujian batu bara meliputi TM, inhern moisture, calorimeter, volatilmeter, kadar sulfur.

c. Lab. Kimia

Pada lab. Kimia yang diuji sama dengan jaminan mutu dan pengendalian proses, yang membedakan cara pengujiannya. Pada seksi pengujian bahan menggunakan analisa kimia seperti pencampuran, asam-basa, titrasi. Sedangkan pada jainan mutu dan pengendalian proses menggunakan metal seperti X-Ray. Parameter yang diuji adalah pengujian oksida, CaO freelamb, dan bagian yang tidak terlarut.

d. Lab. Kimia Air

Lab. Kimia air digunakan untuk menguji sumber-sumber air yang digunakan di pabrik tuban maupun gresik. Yang dianalisis yaitu air baku, air proses dan air buangan.

e. Lab. Fisika

Dilakukan pengujian kuat tekan, setting time, uji kehalusan, volset, ekspansi, dan lainnya.

f. Lab. Minyak

Analisa berat jenis, flash point, viskositas, kadar air. Seksi pengujian bahan ini berkoordinasi dengan unit pengadaan, jaminan mutu, pengendalian proses dan pelanggan. Kendala yang dihadapi seksi pengujian bahan adalah adanya complain dari pelanggan yang tidak puas dengan hasil yang dikeluarkan oleh seksi pengujian bahan. Struktur organisasi terdiri dari 5 kepala regu, terbia dalam regu pengujian air, regu pengujian batu bara, regu pengujian IDO, regu pengujian kertas, dan regu pengujian solar.

V.2 Pengendalian Mutu

Dalam menjalankan tugasnya, Seksi Pengendalian Proses didukung oleh fasilitas laboratorium untuk menguji dan menganalisis komposisi bahan, baik bahan mentah (batu kapur, tanah liat, dan pasir besi), bahan setengah jadi (rawmill dan terak), maupun barang jadi (semen). Kandungan yang meliputi CaO, MgO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, SO₃, C₃S, freelime dianalisis keseluruhan menggunakan metode



X-Ray yang terhubung dengan komputer, sehingga hasil analisis secara otomatis masuk ke program komputer. Proses pengujian yang dilakukan Seksi Pengendalian Proses dilakukan secara rutin. Pengambilan sampel ada yang dilakukan secara otomatis dan ada yang secara manual. Pengambilan sampel secara otomatis menggunakan alat yang bernama Auto Sampler Transport. Setiap satu jam sekali, kapsul ini akan terisi sampel yang akan diuji dan kemudian akan ditembakkan sampai ke laboratorium pengendalian proses untuk dianalisis

1. Laboratorium X-Ray

Pada laboratorium ini dilakukan analisa bahan baku, bahan dalam proses dan hasil akhir dari proses (semen) dengan menggunakan alat X-Ray Spectrofotometer. Alat ini bekerja secara otomatis dan hasil dari analisa dimunculkan dalam layar komputer yang merupakan bagian dari alat X Ray Spectrofotometer. X-Ray Spectrometer merupakan alat yang bekerja dengan analisa cara kering atau cara konvensional, yang digunakan untuk penentuan kadar atau konsentrasi suatu komponen atau oksida-oksida dengan cara spektrum (Spectro Analytical Methods). Prinsip kerjanya dengan menambah pil perekat pada contoh, lalu menggiling pada kondisi tertentu, kemudian dibuat dalam bentuk palet dengan cetakan Stainless O-ring, selanjutnya dianalisa pada alat X-Ray Spectrofotometer yang berdasarkan pada penembakan sinar X, konsentrasi / kadar suatu unsur atau senyawa yang terkandung dalam contoh dan ditentukan berdasarkan pengukuran besaran listrik tertentu yang timbul karena adanya pancaran cahaya atau gelombang elektromagnetik. Besarnya listrik yang timbul ditentukan oleh intensitas pancaran cahaya, besarnya intensitas cahaya ditentukan oleh konsentrasi/kelipatan dari senyawa atau unsur. Jenis pemeriksaan atraitu elemen yang akan dianalisa adalah meliputi SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SO_3 , C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF .

2. Penetapan Kehalusan

Contoh yang dianalisa adalah semen., kehalusan dinyatakan dalam cm^2/gram . Selain dengan blaine kehalusan dapat dinyatakan dengan persen sisa diatas ayakan 325 mesh, berarti makin halus semennya makin kecil persen sisanya. Secara teoritis semakin halus semen maka kekuatan semen semakin tinggi, sebab alkali-alkali



potensial lebih mudah bereaksi sempurna dengan air. Juga didasarkan pada penelitian dengan kehalusan yang tinggi akan menyebabkan terjadinya gangguan pada saat penggunaan, seperti waktu pengerasan yang terlalu singkat, volume kontruksi beton menyusut, semen dalam kantong cepat mengeras dalam penyimpanan, dan lain-lain. Kehalusan semen 325 mesh. Prinsip kerjanya dengan menyatakan sejumlah bobot yang tersisa dalam ayakan dihitung sebagai residu dan dinyatakan dalam persen.