

# **PRA RENCANA PABRIK**

**KALSIUM KARBONAT DARI BATU KAPUR DENGAN PROSES  
KARBONASI  
KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
ROTARY KILN**

**SKRIPSI**

Disusun Oleh :

**SULIS DWI D. P 1114912**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2014**

2011

THE 101st AIRBORNE AIRBORNE DIVISION  
UNITED STATES AIR FORCE  
FORT BRAGG, NORTH CAROLINA

UNITED STATES AIR FORCE  
FORT BRAGG, NORTH CAROLINA

UNITED STATES AIR FORCE

UNITED STATES AIR FORCE  
FORT BRAGG, NORTH CAROLINA

UNITED STATES AIR FORCE  
FORT BRAGG, NORTH CAROLINA

UNITED STATES AIR FORCE  
FORT BRAGG, NORTH CAROLINA

UNITED STATES AIR FORCE

**PRA RENCANA PABRIK**  
**KALSIUM KARBONAT DARI BATU KAPUR DENGAN PROSES**  
**KARBONASI**  
**KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA**  
**ROTARY KILN**

**SKRIPSI**

Disusun Oleh :

**SULIS DWI D. P            1114912**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**2014**

# LEMBAR PERSETUJUAN

## PRA RENCANA PABRIK KALSIUM KARBONAT DARI BATU KAPUR DENGAN PROSES KARBONASI KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON/TAHUN

### PERANCANGAN ALAT UTAMA ROTARY KILN

## SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Menempuh Wisuda  
Sarjana Pada Jenjang Strata Satu (S-1)  
Di Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

**SULIS DWI D. P      1114912**

Malang, Februari 2014



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia

**Jimmy, ST, MT**  
NIP. Y 1039900330

Menyetujui

Dosen Pembimbing

**Jimmy, ST, MT**  
NIP. Y 1039900330

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : SULIS DWI D. P  
NIM : 1114912  
Program Studi : TEKNIK KIMIA  
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK KALSIUM KARBONAT  
DARI BATU KAPUR DENGAN PROSES  
KARBONASI

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)  
pada:

Hari : Sabtu  
Tanggal : 15 Februari 2014  
Nilai : B+



Ketua,

Jimmy, ST, MT  
NIP.Y. 103 9900 330

Sekretaris,

M. Istnaeny Hudha, ST, MT  
NIP. P. 1030 400 400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,

Ir. Harimbi Setyawati, MT  
NIP. 196303071992032002

Penguji Kedua,

Elvianto Dwi Daryono, ST., MT  
NIP. P. 103 0000 351

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : SULIS DWI D. P  
NIM : 1114912  
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

**PRA RENCANA PABRIK  
KALSIUM KARBONAT DARI BATU KAPUR  
DENGAN PROSES KARBONASI  
KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON/TAHUN  
PERANCANGAN ALAT UTAMA  
ROTARY KILN**

Adalah Skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain yang tidak disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, 19 Februari 2014

Yang membuat pernyataan,



SULIS DWI D. P  
NIM. 1114912

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ *Pra Rencana Pabrik Kalsium Karbonat Dari Batu Kapur Dengan Proses Karbonasi Kapasitas Produksi 45.000 Ton/Tahun* “ .

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna menempuh wisuda Sarjana pada Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.

Atas terselesainya Skripsi ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Soeparno Djiwo, MT., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Ir. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Jimmy, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Dosen – dosen Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan saran dan bantuan dalam terselesaikannya skripsi ini.
5. Rekan – rekan mahasiswa alih jenjang angkatan 2011 dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Penyusun berharap Skripsi ini dapat berguna bagi penyusun secara pribadi maupun pembaca sekalian khususnya di bidang ilmu Teknik Kimia.

Malang, 19 Februari 2014

**Penyusun**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
ABSTRAK.....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	II – 1
BAB III NERACA MASSA .....	III – 1
BAB IV NERACA PANAS .....	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT .....	V – 1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA.....	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA .....	VII – 1
BAB VIII UTILITAS .....	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK .....	IX – 1
BAB X STRUKTUR DAN ORGANISASI PERUSAHAAN.....	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI .....	XI – 1
BAB XII KESIMPULAN DAN SARAN .....	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIKS	
A PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	App A – 1
B PERHITUNGAN NERACA PANAS .....	App B – 1
C SPESIFIKASI ALAT .....	App C – 1
D UTILITAS .....	App D – 1
E PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	App E – 1



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Sifat Fisika dan Kimia Batu Kapur.....	I – 3
Tabel 1.2. Sifat Fisika dan Kimia Karbon Dioksida.....	I – 3
Tabel 1.3. Sifat Fisika dan Kimia Air.....	I – 4
Tabel 1.4. Sifat Fisika dan Kimia Kalsium Oksida .....	I – 4
Tabel 1.5. Sifat Fisika dan Kimia Kalsium Hidroksida.....	I – 5
Tabel 1.6. Sifat Fisika dan Kimia Produk Kalsium Karbonat.....	I – 5
Tabel 1.7. Data Produksi Kalsium Karbonat Tahun 2008-2012 .....	I – 6
Tabel 1.8. Data Ekspor Kalsium Karbonat Tahun 2008-2012 .....	I – 6
Tabel 1.9. Data Impor Kalsium Karbonat Tahun 2008-2012.....	I – 7
Tabel 2.1. Tabel Pemilihan Proses.....	II – 3
Tabel 7.1. Tabel Pemasangan Alat Kontrol.....	VII – 2
Tabel 7.1. Tabel Penggunaan Alat Pelindung.....	VII – 2
Tabel 9.1. Pemilihan Lokasi dengan Nilai Tertinggi.....	IX – 6
Tabel 9.1. Pemilihan Lokasi dengan Nilai Tertinggi.....	IX – 6
Tabel 9.2. Perkiraan Perincian Luas Daerah Pabrik .....	IX – 14
Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik.....	X – 11
Tabel 10.2. Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja .....	X – 13
Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan.....	X – 16
Tabel 11.1. Penentuan TCI.....	XI – 3
Tabel 11.2. Manufacturing Cost .....	XI – 4
Tabel 11.3. Fixed Charges .....	XI – 5
Tabel 11.4. Plant Overhead Cost .....	XI – 5

Tabel 11.5. General Expenses .....	XI – 5
Tabel 11.6. Gross Earning .....	XI – 5
Tabel 11.7. Biaya Semi Variabel .....	XI – 6
Tabel 11.8. Biaya Variabel .....	XI – 6
Tabel 11.9. Biaya Tetap.....	XI – 6
Tabel 11.10. IRR .....	XI – 7

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Alir Proses <i>Causticization</i> .....	II – 2
Gambar 2.2	Diagram Alir Proses Karbonasi .....	II – 3
Gambar 9.2	Peta Lokasi Pabrik Kalsium Karbonat .....	IX – 7
Gambar 9.3.	Tata Letak Pabrik Kalsium Karbonat.....	IX – 10
Gambar 9.4.	Tata Letak Peralatan Pabrik .....	IX – 13
Gambar 10.1	Struktur Organisasi Pabrik Kalsium Karbonat.....	X – 8
Gambar 11.1	Break Even Point Pabrik Kalsium Karbonat.....	XI – 7

## ABSTRAK

Batu Kapur tersusun atas mineral kalsit  $\text{CaCO}_3$  yang berbentuk kristal dan tidak mudah terbakar, terdekomposisi pada suhu  $898^\circ\text{C}$ . Penggunaan kalsium karbonat sangat luas dalam bidang industri antara lain sebagai adesif dan sealants, pakan ternak, konstruksi, pupuk, gelas dan keramik, cat dan pelapis dan untuk pembuatan kertas. Proses yang digunakan pada pembuatan kalsium karbonat adalah proses karbonasi dengan penambahan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ).

Pabrik Kalsium Karbonat ini direncanakan didirikan di Desa Rengel Kec. Rengel Kabupaten Tuban pada tahun 2014 dengan kapasitas 45000 ton/tahun, waktu operasi 330 hari/tahun. Utilitas yang digunakan meliputi air, listrik, steam, dan bahan bakar. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi berbentuk garis dan staf. Dari hasil perhitungan ekonomi di dapat  $\text{TCI} = \text{Rp}61.055.959.098$ ;  $\text{ROI}_{\text{BT}} = 56,10 \%$ ;  $\text{ROI}_{\text{AT}} = 33,66 \%$ ;  $\text{POT} = 4,02$  tahun;  $\text{BEP} = 45,46 \%$ ;  $\text{IRR} = 34,77 \%$ . Dari analisa ekonomi tersebut maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik Kalsium Karbonat layak untuk didirikan.

*Kata Kunci : kalsium karbonat, karbondioksida, karbonasi*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Potensi batu kapur di Indonesia sangat besar dan tersebar hampir merata di seluruh kepulauan Indonesia. Sebagian besar cadangan batu kapur Indonesia terdapat di Sumatera Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Madura dan Irian Jaya. (BKPM, 2013).

Salah satu senyawa yang dapat diproduksi dari batu kapur adalah kalsium karbonat. Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) adalah padatan putih, tidak beracun, tidak berbau dan banyak digunakan di berbagai industri sebagai *filler* dan bahan tambahan (BCCF, 2013).

Pengolahan batu kapur sudah dimulai sejak peradaban Romawi, Yunani dan Mesir. Tetapi informasi pertama yang tertulis mengenai batu kapur dituliskan dalam buku romawi “De Architectura” oleh Marcus Pollio seorang insiyur dan arsitek ternama yang hidup pada masa pemerintahan Augustus 127 SM yang menggunakan batu kapur untuk mortar termasuk dalam konstruksi pelabuhan, trotoar dan bangunan. Pada masa kolonial Amerika, pembakaran bahan mentah batu kapur adalah cara awal proses pengolahan yang dilakukan oleh masyarakat dengan menggunakan *kiln* “dugout” dari batu bata dengan api batu bara atau kayu di dasar *kiln* dengan pembakaran selama 72 jam. Bangunan-bangunan *kiln* seperti ini masih terdapat di beberapa negara. Namun sudah tidak digunakan lagi karena pengaruh penelitian teknik kimia, Pengolahan batu kapur lebih berkembang ke dalam industri besar dengan teknik eksak, hasil produk yang seragam dengan biaya rendah (Austin, 1975).

Kalsium karbonat pada tahun 1850 pada saat J dan E Sturge Ltd., Birmingham, Inggris diproduksi menggunakan kalsium klorida dan sodium karbonat sebagai reaktan. Produksi komersial di Amerika Serikat dimulai tahun 1913 oleh West Virginia Pult dan Paper Company (Westvacu), Luke, Md, pada tahun 1828 produksi dihentikan dan dimulai lagi di Covington. Beberapa tahun kemudian produksi kalsium karbonat dikuasai oleh dua pengusaha Amerika Serikat: Mississipi Lime Company, St. Genevieve, Mo., dimana mulai

memproduksi tahun 1928 oleh Peerless Lime Company and the Minerals, Pigments and Metals Division of Pfizer Inc., Adams, Mass dimana pabrik tersebut mulai memproduksi tahun 1933 oleh New England Lime Company (Kirk dan Othmer, 1979).

## 1.2 Penggunaan Kalsium Karbonat

Penggunaan kalsium karbonat sangat luas dalam bidang industri. Baik sebagai bahan utama maupun bahan tambahan. Berikut ini contoh penggunaan kalsium karbonat: (BCCF, 2013)

### 1. *Adhesive dan sealants*

Kalsium karbonat merupakan bahan utama sealants, filler, perekat pada keramik, kadang – kadang hingga 80% dari formulanya dan pengatur viscositas.

### 2. Pakan ternak

Kalsium karbonat digunakan sebagai suplemen, antacid, dan sumber kalsium.

### 3. Konstruksi

Kalsium karbonat digunakan sebagai pengisi bahan seperti aspal, atap dan plester dan beton.

### 4. Lingkungan

Kalsium karbonat adalah sumber alkali alami yang digunakan untuk gas buang dalam pembangkit listrik, hutan dan sungai yang asam, dan pengolahan air minum. Hal ini dapat juga digunakan sebagai perlindungan kebakaran pasif dalam lingkungan yang berbahaya, untuk tambang batubara.

### 5. Pupuk

Kalsium karbonat telah lama diakui sebagai bahan tambahan untuk pembuatan pupuk.

### 6. Gelas dan Keramik

Kalsium karbonat merupakan komponen penting dalam pembuatan gelas yaitu yang memiliki kemurnian yang tinggi, warna yang konsisten dan sedikit pengotor. Selain itu juga digunakan sebagai kontrol kiln dalam industri keramik.

### 7. Cat dan Pelapis

Kalsium karbonat digunakan untuk bahan resin dan polimer. Kalsium karbonat digunakan sebagai bantuan untuk pigmentasi.

### 8. Kertas

Kalsium karbonat digunakan secara ekstensif dalam pembuatan kertas yaitu sebagai filler, pigmen coating, kontrol keasaman dan kecerahan.

## 1.3. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

Tabel 1.1. Sifat Fisika dan Kimia Batu Kapur

Batu Kapur	
Sifat-sifat fisika	Sifat – sifat kimia
Tesusun atas mineral kalsit $\text{CaCO}_3$ Kekerasan : 3 Mosh Densitas : $2710 \text{ Kg/m}^3$ Larut dalam asam Kelarutan, $\text{g/100 cm}^3\text{H}_2\text{O}$ pada $25^\circ\text{C}$ : 0.0014 Berbentuk kristal dan tidak mudah terbakar (Kirk dan Othmer, 1979)	Terdekomposisi pada suhu $898^\circ\text{C}$ (Kirk dan Othmer, 1979)

Tabel 1.2. Sifat Fisika dan Kimia Karbon Dioksida

Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ )	
Sifat - sifat fisika	Sifat - sifat kimia
a. Berupa gas tak berwarna pada suhu kamar b. Berat Molekul : 44,01 gr/mol c. Titik didih normal $^\circ\text{C}$ : $-78,5^\circ\text{C}$ d. Titik lebur pada 5,2 atm $^\circ\text{C}$ : $56,6^\circ\text{C}$ e. Densitas pada $-87^\circ\text{C}$ : 0,7196 kg/L f. Kelarutan dalam air $0^\circ\text{C}$	a. Larut dalam air pada 1.7 v/v pada $0^\circ\text{C}$ b. Bereaksi dengan hidrokarbon dan hampir semua cairan organik c. Gas pembuat sesak nafas pada konsentrasi 10% atau lebih (Lewis, 1993)

<p>: 179,7 cc/100 gr air</p> <p>g. Kelarutan dalam air 20°C</p> <p>: 90,1 cc/100 gr air</p> <p>h. <math>\Delta H_f</math>, pada 25°C kkal/mol</p> <p>: -94,05 kkal/mol</p> <p>i. Spesifik gravity -87°C : 1.01</p> <p>(Perry, et al, 1999)</p>	
--	--

Tabel 1.3. Sifat Fisika dan Kimia Air

Air (H <sub>2</sub> O)	
Sifat-sifat fisika	Sifat – sifat kimia
<p>a. Berat molekul: 18,016 gr/mol</p> <p>b. Titik lebur : 0°C (1 atm)</p> <p>c. Titik didih : 100°C (1 atm)</p> <p>d. Densitas : 1 gr/ml (4°C)</p> <p>e. Spesifik graviti: 1,00 (4°C)</p> <p>f. Indeks bias : 1,333 (20°C)</p> <p>g. Viskositas : 0,8949 cP</p> <p>h. Kapasitas panas : 1 kal/gr</p> <p>i. Panas pembentukan : 80 kal/gr</p> <p>j. Panas penguapan : 540 kal/gr</p> <p>k. Temperatur kritis : 374°C</p> <p>(Perry, et al, 1999)</p>	<p>a. Bersifat polar memiliki konstanta dielektrik yang tinggi</p> <p>b. Merupakan elektrolit lemah</p> <p>c. Air akan menjadi superheated dalam <i>autoclave</i> dan tekanan yang tinggi</p> <p>d. Menjadi sangat dingin dengan penambahan natrium klorida atau senyawa ion yang lain</p> <p>e. Memiliki aktivitas katalitik yang pasti khususnya oksidasi logam</p> <p>(Lewis, 1993)</p>

Tabel 1.4. Sifat Fisika dan Kimia Kalsium Oksida

Kalsium Oksida (CaO)	
Sifat – sifat fisika	Sifat – sifat kimia
<p>a. Densitas : 3,40 gr/cm<sup>3</sup></p> <p>b. Titik lebur : 2570°C</p> <p>c. Titik didih : 2850 °C</p> <p>(Lewis, 1993)</p>	<p>a. Larut dalam asam</p> <p>b. Bereaksi dengan air membentuk kalsium hidroksida</p> <p>(Lewis, 1993)</p>



Tabel 1.5. Sifat Fisika dan Kimia Kalsium Hidroksida

Kalsium Hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$	
Sifat – sifat fisika	Sifat – sifat kimia
a. Berat molekul : 74,10 gr/mol b. Densitas : 2,24 gr/cm <sup>3</sup> c. Titik lebur : 580°C d. pH : 14 e. Kelarutan (g/100 g H <sub>2</sub> O) : 0,185 g (0 °C) 0,173 g (20 °C) f. Berwarna putih g. Berbentuk serbuk atau larutan bening (ScienceLab, 2008)	a. Melepaskan air pada suhu 580°C b. Meyerap karbon dioksida dalam air c. Larut dalam gliserol dan asam d. Tidak larut dalam alkohol. (Lewis, 1993)

Tabel 1.6. Sifat Fisika dan Kimia Produk Kalsium Karbonat

Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )	
Sifat - sifat fisika	Sifat - sifat kimia
a. Berat molekul : 100,09 gr/mol b. Massa jenis : 2,7-2.95 gr/cm <sup>3</sup> c. Dekomposisi : 825°C d. Berbentuk kristal tidak berwarna atau serbuk putih e. Tidak berbau dan tidak berasa f. Mudah larut dalam air (ppm kecil) (Lewis, 1993)	a. Bersifat stabil b. Tidak mudah terbakar c. Disintesis dari reaksi kalsium klorida dan natrium karbonat dalam air atau dengan melewati karbon dioksida melalui kalsium hidroksida dalam air. (Lewis, 1993)

#### 1.4. Perhitungan Kapasitas Pabrik

Berdasarkan data kebutuhan Kalsium karbonat selama 5 tahun terakhir, dapat dilihat bahwa kebutuhan akan kalsium karbonat di Indonesia semakin meningkat dan

dengan memperkirakan kebutuhan akan bahan tersebut pada tahun-tahun yang akan datang maka dapat dikatakan bahwa pendirian pabrik kalsium karbonat sangatlah tepat.

Tabel 1.7. Data Produksi Kalsium Karbonat Tahun 2008 - 2012

Tahun	Produksi (Kg/tahun)	Pertumbuhan (%)
2008	129966	
2009	322377	148,0472
2010	11306	-96,4929
2011	31388	177,6225
2012	2199	-92,9941
Pertumbuhan rata-rata		27,2365

(Sumber:Badan Pusat Statistik, 2013)

Tabel 1.8. Data Ekspor Kalsium Karbonat Tahun 2008 – 2012

Tahun	Ekspor(Kg/tahun)	Pertumbuhan (%)
2008	443336	
2009	431990	-2,5592
2010	105310	-75,6221
2011	10098	-90,4112
2012	33500	231,7489
Pertumbuhan rata-rata		12,6313

(Sumber:Badan Pusat Statistik, 2013)

Tabel 1.9. Data Impor Kalsium Karbonat Tahun 2008 – 2012

Tahun	Impor (Kg/tahun)	Pertumbuhan (%)
2008	3789000	
2009	5399100	42,4941
2010	6567835	21,6468
2011	6961127	5,9882
2012	7982786	14,6766
Pertumbuhan rata-rata		16,9611

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013)

Dalam pendirian suatu pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi, agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi permintaan. Peluang kapasitas pabrik baru tahun 2018 dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$F = P (1+I)^n$$

Dimana:

F = perkiraan nilai ekspor, impor, produksi dan konsumsi dalam negeri

P = data terakhir nilai ekspor, impor, produksi dan konsumsi dalam negeri

I = pertumbuhan rata-rata pertahun

n = selisih waktu perkiraan

Dengan menggunakan persamaan di atas untuk pertumbuhan rata-rata impor sebesar 16,9611% maka diperoleh perkiraan impor tahun 2018:

$$F = P (1+I)^n$$

$$F = 7982786 (1+16,9611)^5$$

$$F = 17.472.797 \text{ kg/tahun}$$

Dengan menggunakan persamaan di atas untuk pertumbuhan rata-rata ekspor sebesar 12,6313 % maka diperoleh perkiraan ekspor tahun 2018:

$$F = P (1+I)^n$$

$$F = 33500 (1+(12,6313))^5$$

$$F = 60.721 \text{ kg/tahun}$$



Dengan menggunakan persamaan di atas untuk pertumbuhan rata-rata produksi sebesar 27,2365 % maka diperoleh perkiraan produksi tahun 2018:

$$F = P (1+I)^n$$

$$F = 2199 (1+(27,2365))^5$$

$$F = 7.333 \text{ kg/tahun}$$

Maka konsumsi kalsium karbonat pada tahun 2018 diperkirakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi kalsium karbonat (2018)} &= [ F(\text{impor}) - F(\text{ekspor}) + F(\text{produksi})] \\ &= 17.472.797 - 60.721 + 7.333 \\ &= 17.419.409 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Untuk menghitung kapasitas pabrik tahun 2018 adalah

$$\begin{aligned} \text{Pabrik baru} &= \text{Konsumsi} - \text{Produksi} + \text{Eksport} + \text{Impor} \\ &= \text{Konsumsi} - \text{Produksi} + \text{Import} + 40\% \text{ Konsumsi} \\ &= [17.419.409 - 7.333 + 17.472.797 + (0,4 \times 17.419.409)] \\ &= 41.852.637 \text{ kg/tahun} \approx 41.853 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Sehingga dibulatkan menjadi 45.000 ton/tahun dimana pabrik akan beroperasi selama 24 jam sehari, 330 hari per tahun.



## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

#### 2.1. Seleksi Proses

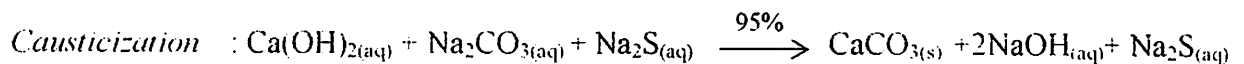
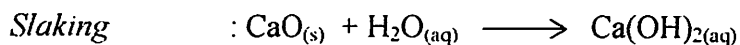
Pembuatan kalsium karbonat dapat dilakukan dengan 2 proses yaitu:

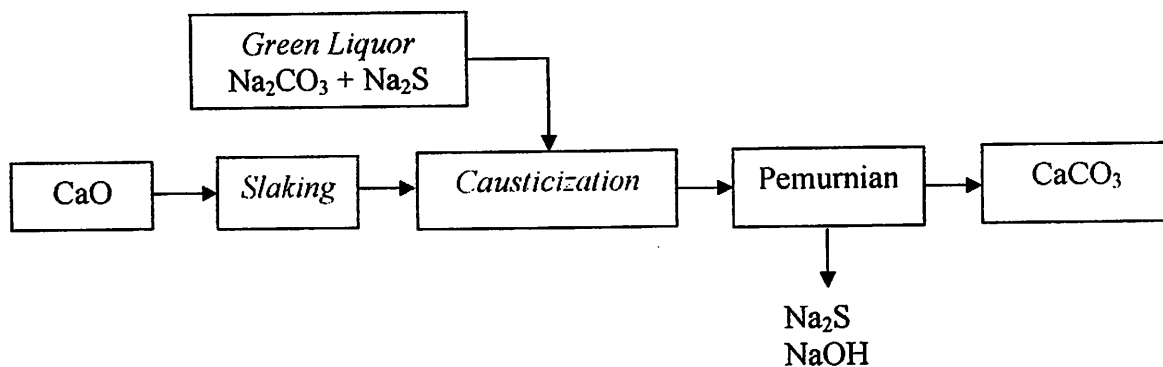
- Proses *Causticization* (Bauman, et al, 1966)
- Proses Karbonasi (Mathur, 1998)

#### *Proses Causticization*

Pada Proses ini, bahan yang dipakai adalah kalsium oksida yang dicampur dengan air sehingga terbentuk *slurry*  $\text{Ca(OH)}_2$ . Setelah didinginkan, lalu dilewatkan ayakan 325 mesh dan didapatkan *cake*  $\text{Ca(OH)}_2$ . Larutan *green liquor* yang terdiri dari  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{Na}_2\text{S}$  di dalam tangki dipanaskan hingga suhunya  $70^\circ\text{C}$ . *Cake* kemudian ditambahkan larutan *green liquor* dan terbentuk campuran *slurry white liquor lime mud*. *Slurry* campuran ini diaduk dan dijaga suhunya pada  $70^\circ\text{C}$ . Selanjutnya seluruh campuran dilewatkan ke dalam *clarifier* untuk memisahkan dan memurnikan  $\text{CaCO}_3$  dari campuran *slurry*. Kemudian  $\text{CaCO}_3$  dilewatkan melalui *filter* yang besar untuk memisahkan fase cair dan padatan/*cake* dan dilanjutkan dengan penambahan air untuk mencuci *cake* tersebut. *Cake* yang telah dicuci dipindahkan dari *filter* dan ditambahkan air hingga terbentuk *slurry* dengan komposisi 40% berat padatan. Kemudian *slurry* disaring dan dipanaskan pada suhu  $105^\circ\text{C}$ . Padatan yang telah kering adalah produk  $\text{CaCO}_3$ .

Reaksi yang terjadi:

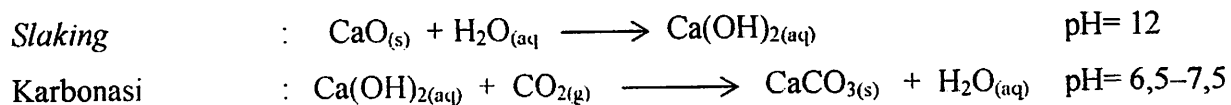


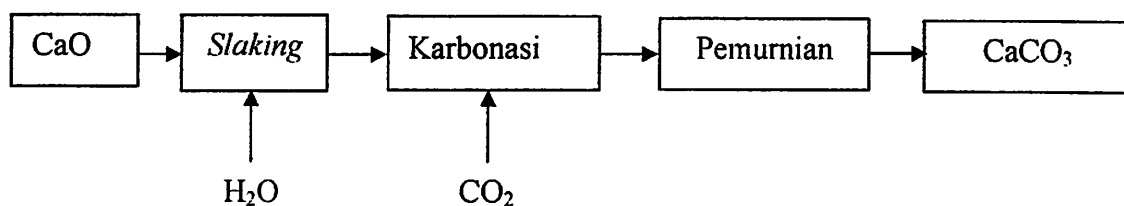
Gambar 2.1 Diagram Alir Proses *Causticization*

### Proses Karbonasi

Bahan baku berupa CaO dilakukan proses *slaking* yaitu dengan memasukkan CaO ke dalam tangki slaker dan menambahkan air sehingga membentuk *slurry* yang mengandung padatan tak larut yaitu Ca(OH)<sub>2</sub>. Air ditambahkan sesuai dengan kelarutan kalsium oksida dalam air yaitu 1,19 g/L. Kemudian *slurry* dilewatkan saringan untuk memisahkan ukuran material yang terlalu besar. Material yang lolos saring dilakukan proses karbonasi dengan memasukkan *slurry* ke dalam reaktor karbonasi kemudian dialiri gas CO<sub>2</sub>. Ion karbonat terbentuk karena disosiasi CO<sub>2</sub> di dalam *slurry* yang mana ion karbonat ini akan bereaksi dengan ion kalsium dari *slurry* Ca(OH)<sub>2</sub> untuk membentuk CaCO<sub>3</sub>. Injeksi CO<sub>2</sub> dilakukan secara terus menerus hingga pH *slurry* turun berangsur – angsur menjadi 6,5 – 7,5.

Reaksi yang terjadi:





Gambar 2.2 Diagram Alir Proses Karbonasi

## 2.2. Pemilihan Proses

Dalam proses pembuatan kalsium karbonat di atas, maka untuk mempermudah seleksi proses dapat digunakan tabel berikut ini:

Tabel 2.1. Tabel Pemilihan Proses

No.	Parameter	Proses <i>Causticization</i>	Proses Karbonasi
1	<b>Aspek Teknis</b>		
	Bahan baku	CaO, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> S	CaO, CO <sub>2</sub>
2	<b>Kondisi Operasi</b>		
	Suhu reaksi	70°C	38°C
	Tekanan	vakum	30 psig
	Konversi	90%	-
	pH	-	6,5 – 7,5
3	<b>Aspek Ekonomi</b>		
	Keuntungan	Kurang menguntungkan karena membutuhkan bahan baku yang lebih banyak, dilakukan pada suhu yang tinggi, dan memerlukan proses pemisahan lebih lanjut.	Lebih menguntungkan karena dilakukan pada suhu yang rendah, bahan baku yang lebih sedikit dan tidak memerlukan proses pemisahan.

Dari uraian tersebut, diketahui kelebihan dan kekurangan masing-masing proses. Dalam seleksi ini, pertimbangan didasarkan pada segala aspek keseluruhan yang lebih menguntungkan. Maka pada proses pembuatan kalsium karbonat ini dipilih proses karbonasi dengan pertimbangan:

1. Proses yang dipergunakan lebih mudah karena tidak menggunakan banyak bahan baku
2. Proses pemurnian produk lebih mudah
3. Kondisi operasi reaksi yang relatif rendah sehingga meringankan biaya produksi.

### 2.3. Uraian Proses

Secara umum proses pembuatan kalsium karbonat dari batu kapur sebagai berikut:

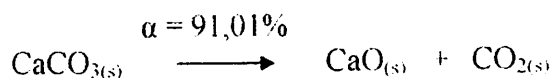
1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi I
3. Tahap pemisahaan I
4. Tahap reaksi II
5. Tahap pemisahaan II
6. Tahap penanganan produk

#### 2.3.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

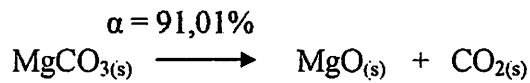
Batu kapur dari gudang penyimpanan (F-111) dilewatkan melalui *belt conveyer* (J-112) menuju bin batu kapur (F-113). Kemudian bongkahan batu kapur diperkecil ukurannya menjadi 15 mm dengan *hammer mill* (C-114).

#### 2.3.2. Tahap Reaksi I

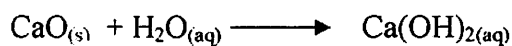
Pada tahap ini batu kapur berukuran 15 mm dilewatkan *screw conveyer* (J-115A) menuju *rotary kiln* (B-110) yang mengalami kalsinasi selama 25 menit pada suhu 1200°C, sehingga menghasilkan kalsium oksida dan karbondioksida.







Selanjutnya bahan yang keluar dari *rotary kiln* dilewatkan *screw conveyor* (J-115B) menuju *rotary cooler* (B-120) untuk dilakukan pendinginan. Pada *rotary cooler* pendinginan membutuhkan waktu 14 menit dan diperoleh CaO dengan suhu 135°C, sedangkan padatan halus yang dihasilkan dalam *rotary cooler* menuju *cyclone* (H-121A) untuk memisahkan padatan dan gas yang dihasilkan. Setelah itu, bahan dari *rotary cooler* dan padatan dari *cyclone* masuk ke bin CaO (F-131) untuk selanjutnya dilakukan proses *slaking* yaitu proses penambahan H<sub>2</sub>O dari *water process* ke dalam padatan CaO sehingga membentuk *slurry* Ca(OH)<sub>2</sub> yang mempunyai suhu 38°C. *Slaking* terjadi selama 1 jam di *slaker* (R-130) yang dilengkapi dengan pengaduk agar *slurry* yang diperoleh homogeny dan jaket pendingin untuk menurunkan suhu menjadi 38°C . Reaksi yang terjadi:

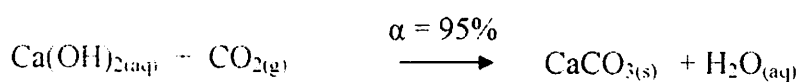


### 2.3.3. Pemisahaan I

Kemudian *slurry* Ca(OH)<sub>2</sub> dipompa (L-141A) menuju *rotary vacuum filter I* (H-143A) untuk memisahkan larutan dengan padatan yang tidak terlarut. Material yang tidak larut masuk ke *rotary vacuum filter I* menuju waste, sedangkan yang berupa larutan menuju *reactor* (R-140).

### 2.3.4. Tahap Reaksi II

Tahap ini. *slurry* Ca(OH)<sub>2</sub> dimasukkan reaktor (R-140) berpengaduk yang dilengkapi jaket untuk proses karbonasi yaitu penambahan gas CO<sub>2</sub>. Proses ini terjadi pada suhu 38°C dengan tekanan 30 psig selama 1 jam. produk yang dihasilkan berupa padatan CaCO<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>O. Persamaan reaksi yang terjadi:



### **2.3.5. Tahap Pemisahan II**

Produk  $\text{CaCO}_3$  yang keluar dari reaktor karbonasi dengan suhu  $38^\circ\text{C}$  menuju *rotary vacuum filter II* (H-143B) untuk memisahkan larutan dengan padatan yang tidak terlarut. Larutan masuk ke waste, sedangkan padatan masuk ke *ball mill* (C-145) untuk proses pengecilan ukuran. Selanjutnya, serbuk  $\text{CaCO}_3$  dimasukkan screen (C-146) untuk penyeragaman ukuran.

### **2.3.6. Tahap Penanganan Produk**

Setelah itu, bahan dari screen masuk ke bin produk (F-147). Kemudian dilanjutkan proses pengemasan dalam karung ukuran 25 kg dengan mesin pengemas (P-148). Produk yang sudah dikemas disimpan di dalam gudang produk (F-149).

## BAB III NERACA MASSA

Hasil perhitungan neraca massa pada Pra-rencana Pembuatan Kalsium Karbonat dengan kapasitas 45.000 ton/tahun sebagai berikut :

Pabrik : Kalsium Karbonat

Kapasitas Produksi : 45.000 ton/tahun

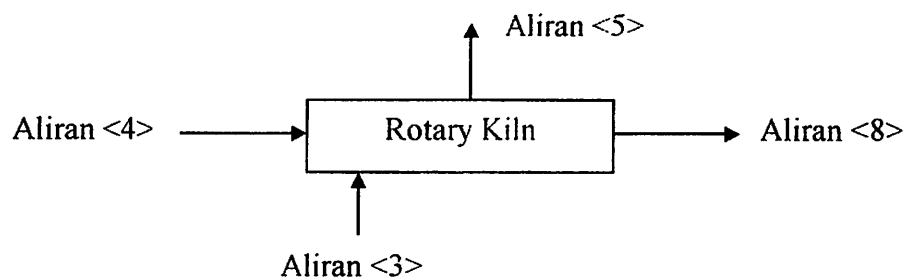
Waktu Operasi : 330 hari/tahun

: 24 jam/hari

Trial bahan masuk : 6.725 kg/jam

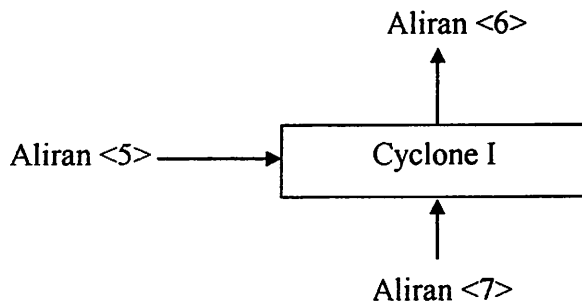
### 3.1. Rotary Kiln (B-110)

Fungsi : untuk mengkalsinasi  $\text{CaCO}_3$  menjadi  $\text{CaO}$  dan  $\text{CO}_2$ .



Neraca Massa Rotary Kiln			
Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <4> dari bin batu kapur		Aliran <8> ke rotary cooler	
CaCO <sub>3</sub>	5768,0325	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,2406
MgCO <sub>3</sub>	702,7625	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,6444
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,9400	SiO <sub>2</sub>	20,6390
H <sub>2</sub> O	146,6050	CaO	2910,3152
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,8125	MgO	301,5182
SiO <sub>2</sub>	20,8475	CO <sub>2</sub>	26,4479
	<b>6725,0000</b>	H <sub>2</sub> O	1,4661
Aliran <3> dari udara (dari neraca panas)		CaCO <sub>3</sub> sisa	513,3607
O <sub>2</sub>	209,8798	MgCO <sub>3</sub> sisa	62,5466
N <sub>2</sub>	2598,9283	O <sub>2</sub>	2,0988
	<b>2808,8081</b>	N <sub>2</sub>	25,9893
			<b>3950,2668</b>
		Aliran <5> ke Cyclone	
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6994
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1681
		SiO <sub>2</sub>	0,2085
		CaO	29,3971
		MgO	3,0456
		CO <sub>2</sub>	2618,3463
		H <sub>2</sub> O	145,1390
		CaCO <sub>3</sub> sisa	5,1855
		MgCO <sub>3</sub> sisa	0,6318
		O <sub>2</sub>	207,7810
		N <sub>2</sub>	2572,9390
			<b>5583,5413</b>
<b>JUMLAH</b>	<b>9533,8081</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>9533,8081</b>

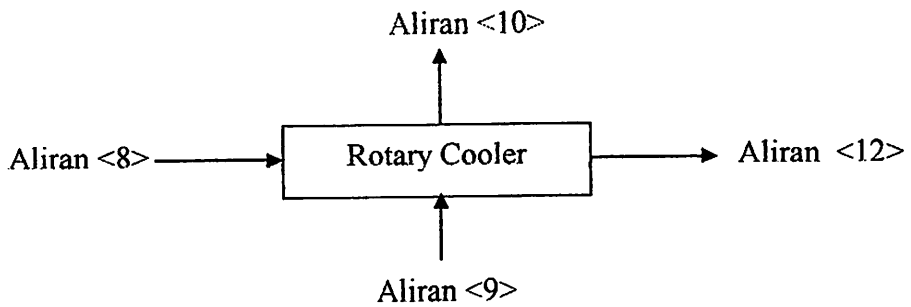
## 3.2. Cyclone I (H-118A)



Neraca Massa Cyclone I			
Masuk (kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <5> dari Rotary Kiln		Aliran <8> ke Rotary Cooler	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6994	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6994
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1681	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1681
SiO <sub>2</sub>	0,2085	SiO <sub>2</sub>	0,2085
CaO	29,3971	CaO	29,3971
MgO	3,0456	MgO	3,0456
CO <sub>2</sub>	2618,3463	CaCO <sub>3</sub> sisa	5,1855
H <sub>2</sub> O	145,1390	MgCO <sub>3</sub> sisa	0,6318
CaCO <sub>3</sub> sisa	5,1855		<b>39,3360</b>
MgCO <sub>3</sub> sisa	0,6318	Aliran <6> ke Storage Gas	
O <sub>2</sub>	207,7810	CO <sub>2</sub>	2618,3463
N <sub>2</sub>	2572,9390	H <sub>2</sub> O	145,1390
	<b>5583,5413</b>	O <sub>2</sub>	207,7810
		N <sub>2</sub>	2572,9390
			<b>5544,2053</b>
<b>JUMLAH</b>	<b>5583,5413</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>5583,5413</b>

**3.3. Rotary Cooler (B-120)**

Fungsi : untuk mendinginkan bahan dari *rotary kiln*.

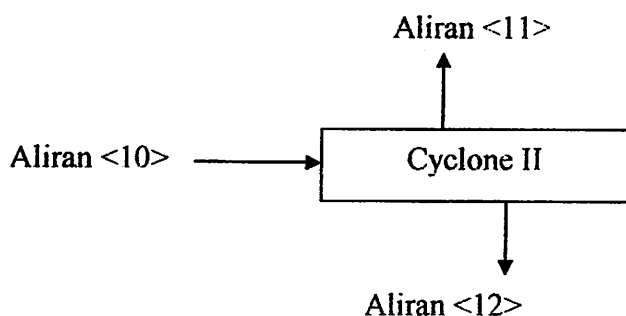


Neraca Massa Rotary Cooler			
Masuk (Kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <8> dari Rotary Kiln		Aliran <12> ke Bin CaO	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,2406	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,2406
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,6444	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,6444
SiO <sub>2</sub>	20,6390	SiO <sub>2</sub>	20,6390
CaO	2910,3152	CaO	2910,3152
MgO	301,5182	MgO	301,5182
CO <sub>2</sub>	26,4479	CaCO <sub>3</sub> sisa	513,3607
H <sub>2</sub> O	1,4661	MgCO <sub>3</sub> sisa	62,5466
CaCO <sub>3</sub> sisa	513,3607		<b>3894,2647</b>
MgCO <sub>3</sub> sisa	62,5466	Aliran <10> Ke Cyclone II	
O <sub>2</sub>	2,0988	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6994
N <sub>2</sub>	25,9893	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1681
	<b>3950,2668</b>	SiO <sub>2</sub>	0,2085
Aliran <7> dari Cyclone I		CaO	29,3971
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6994	MgO	3,0456
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1681	CO <sub>2</sub>	26,4479
SiO <sub>2</sub>	0,2085	H <sub>2</sub> O	1,4661
CaO	29,3971	CaCO <sub>3</sub> sisa	5,1855
MgO	3,0456	MgCO <sub>3</sub> sisa	0,6318
CaCO <sub>3</sub> sisa	5,1855	O <sub>2</sub>	2,0988
MgCO <sub>3</sub> sisa	0,6318	N <sub>2</sub>	25,9893

	<b>39,3360</b>	Udara	10455,9423
Aliran <9> dari Udara			<b>10551,2804</b>
Udara (dari neraca panas)	<b>10455,9423</b>		
<b>JUMLAH</b>	<b>14445,5451</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>14445,5451</b>

**3.4. Cyclone II (H-118B)**

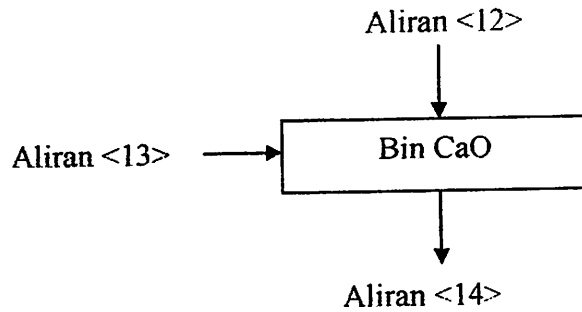
Fungsi: memisahkan partikel debu yang berat dan gas.



Neraca Massa Cyclone II			
Masuk (kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <10> dari Rotary Cooler		Aliran <12> ke Bin CaO	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6994	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6994
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1681	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1681
SiO <sub>2</sub>	0,2085	SiO <sub>2</sub>	0,2085
CaO	29,3971	CaO	29,3971
MgO	3,0456	MgO	3,0456
CO <sub>2</sub>	26,4479	CaCO <sub>3</sub> sisa	5,1855
H <sub>2</sub> O	1,4661	MgCO <sub>3</sub> sisa	0,6318
CaCO <sub>3</sub> sisa	5,1855		<b>39,3360</b>
MgCO <sub>3</sub> sisa	0,6318	Aliran <11> Ke Stack	
O <sub>2</sub>	2,0988	CO <sub>2</sub>	26,4479
N <sub>2</sub>	25,9893	H <sub>2</sub> O	1,4661
Udara	10455,9423	O <sub>2</sub>	2,0988
	<b>10551,2804</b>	N <sub>2</sub>	25,9893
		Udara	10455,9423
			<b>10511,9444</b>
<b>JUMLAH</b>	<b>10551,2804</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>10551,2804</b>

### 3.5. Bin CaO (F-131)

Fungsi: sebagai penampung bahan masuk dari Rotary Cooler dan Cyclone II.

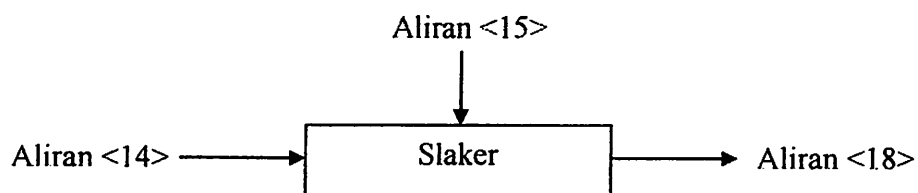


Neraca Massa Bin CaO			
Masuk (Kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <13> dari Rotary Cooler		Aliran <14> ke Slaker	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,2406	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,9400
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,6444	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,8125
SiO <sub>2</sub>	20,6390	SiO <sub>2</sub>	20,8475
CaO	2910,3152	CaO	2939,7124
MgO	301,5182	MgO	304,5639
CaCO <sub>3</sub> sisa	513,3607	CaCO <sub>3</sub> sisa	518,5461
MgCO <sub>3</sub> sisa	62,5466	MgCO <sub>3</sub> sisa	63,1783
	<b>3894,2647</b>		<b>3933,6007</b>
Aliran <12> dari Cyclone			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6994		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1681		
SiO <sub>2</sub>	0,2085		
CaO	29,3971		
MgO	3,0456		
CaCO <sub>3</sub> sisa	5,1855		
MgCO <sub>3</sub> sisa	0,6318		
	<b>39,3360</b>		
<b>JUMLAH</b>	<b>3933,6007</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>3933,6007</b>



### 3.6. Slaker (R-130)

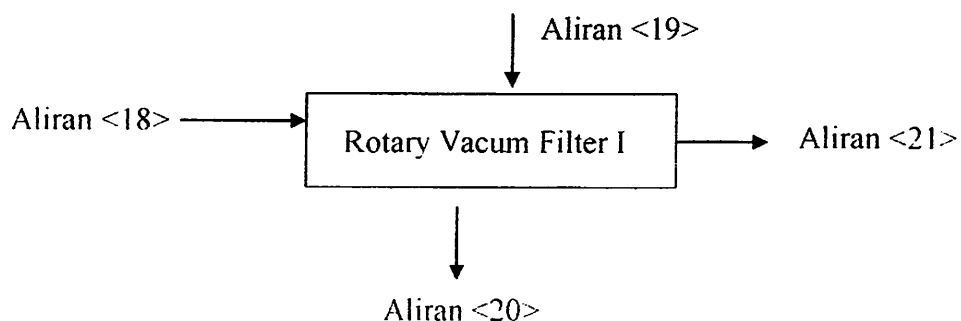
Fungsi: mencampur CaO dengan air pada proses slaking.



Neraca Massa Slaker			
Masuk (Kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <14> dari Bin CaO		Aliran <18> ke Rotary Vacum Filter I	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,9400	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,9400
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,8125	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,8125
SiO <sub>2</sub>	20,8475	SiO <sub>2</sub>	20,8475
CaO	2939,7124	MgO	304,5639
MgO	304,5639	CaCO <sub>3</sub> sisa	518,5461
CaCO <sub>3</sub> sisa	518,5461	MgCO <sub>3</sub> sisa	63,1783
MgCO <sub>3</sub> sisa	63,1783	Ca(OH) <sub>2</sub>	3884,6199
	<b>3933,6007</b>	H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	2469401,6234
Aliran <15>			<b>2474280,1317</b>
H <sub>2</sub> O	<b>2470346,5309</b>		
<b>JUMLAH</b>	<b>2474280,1317</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>2474280,1317</b>

### 3.7. Rotary Vacum Filter I (H-143A)

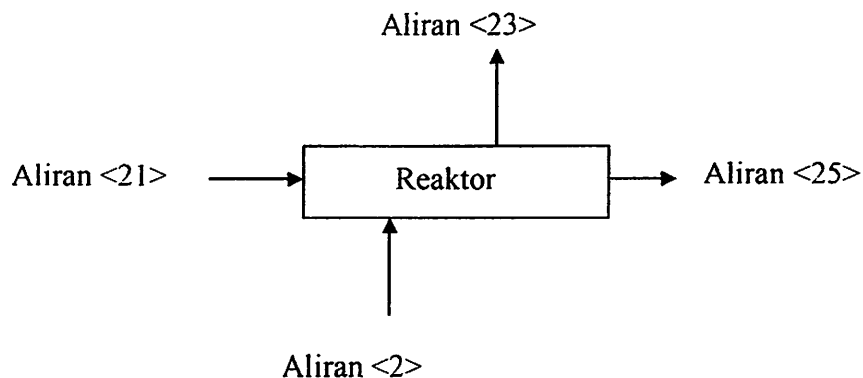
Fungsi: memisahkan larutan dengan padatan yang tidak terlarut.



Neraca Massa Rotary Vacuum Filter I			
Masuk (kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <18> dari Slaker		Aliran <20> ke Waste	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,9400	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	66,4430
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,8125	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,9719
SiO <sub>2</sub>	20,8475	SiO <sub>2</sub>	19,8051
MgO	304,563882	MgO	289,3357
CaCO <sub>3</sub> sisa	518,5461	CaCO <sub>3</sub> sisa	492,6188
MgCO <sub>3</sub> sisa	63,1783	MgCO <sub>3</sub> sisa	60,0194
Ca(OH) <sub>2</sub>	3884,6199	Ca(OH) <sub>2</sub>	194,2310
H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	2469401,6234	H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	129655,7815
	<b>2474280,1317</b>		<b>130794,2064</b>
Aliran <19> Dari Water Process		Aliran <21> ke Reaktor	
H <sub>2</sub> O	<b>123714,0066</b>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,4970
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8406
		SiO <sub>2</sub>	1,0424
		MgO	15,2282
		CaCO <sub>3</sub> sisa	25,9273
		MgCO <sub>3</sub> sisa	3,1589
		Ca(OH) <sub>2</sub>	3690,3889
		H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	2463459,8485
			<b>2467199,9318</b>
<b>JUMLAH</b>	<b>2597994,1382</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>2597994,1382</b>

### 3.8. Reaktor (R-140)

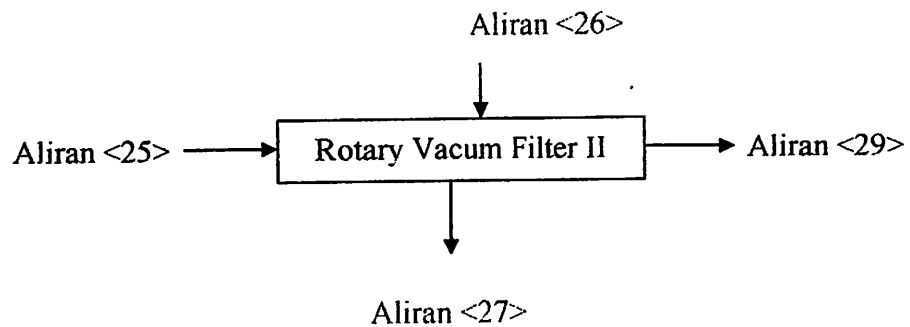
Fungsi: untuk mereaksikan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dengan  $\text{CO}_2$  sehingga membentuk  $\text{CaCO}_3$ .



Neraca Massa Reaktor			
Masuk (Kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <21> dari Rotary Vacuum Filter I		Aliran <25> ke Rotary Vacuum Filter II	
$\text{Al}_2\text{O}_3$	3,4970	$\text{Al}_2\text{O}_3$	3,4970
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,8406	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,8406
$\text{SiO}_2$	1,0424	$\text{SiO}_2$	1,0424
$\text{MgO}$	15,2282	$\text{MgO}$	15,2282
$\text{CaCO}_3$ sisa	25,9273	$\text{CaCO}_3$ sisa	25,9273
$\text{MgCO}_3$ sisa	3,1589	$\text{MgCO}_3$ sisa	3,1589
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	3690,3889	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	184,5194
$\text{H}_2\text{O}$	2463459,8485	$\text{H}_2\text{O}$	2464312,6275
	<b>2467199,9318</b>	$\text{CaCO}_3$	4737,6615
Aliran <2> dari Storage $\text{CO}_2$			<b>2469284,5029</b>
Komposisi Udara		Aliran <23> ke Storage $\text{CO}_2$	
$\text{CO}_2$	3291,4280	$\text{CO}_2$ sisa	1206,8569
$\text{N}_2$	8378,1803	$\text{N}_2$	8378,1803
	<b>11669,6082</b>		<b>9585,0372</b>
<b>JUMLAH</b>	<b>2478869,5400</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>2478869,5400</b>

### 3.9. Rotary Vacum Filter II (H-143B)

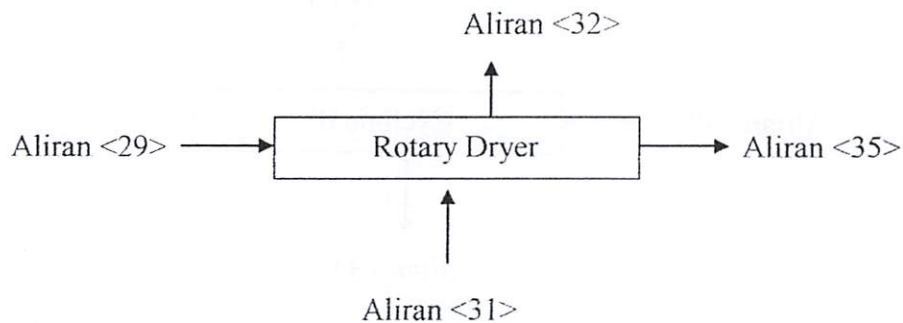
Fungsi: memisahkan larutan dengan padatan yang tidak terlarut.



Neraca Massa Rotary Vacum Filter II			
Masuk (kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <25> dari Reaktor		Aliran <29> ke Rotary dryer	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,4970	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,3222
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8406	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,7986
SiO <sub>2</sub>	1,0424	SiO <sub>2</sub>	0,9903
MgO	15,2282	MgO	14,4668
CaCO <sub>3</sub> sisa	25,9273	CaCO <sub>3</sub> sisa	24,6309
MgCO <sub>3</sub> sisa	3,1589	MgCO <sub>3</sub> sisa	3,0010
Ca(OH) <sub>2</sub>	184,5194	Ca(OH) <sub>2</sub>	9,2260
H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	2464312,6275	H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	129388,8426
CaCO <sub>3</sub>	4737,6615	CaCO <sub>3</sub>	4500,7784
	<b>2469284,5029</b>		<b>133946,0567</b>
Aliran <26> Dari Water Process		Aliran <27> ke Waste	
H <sub>2</sub> O	<b>123464,2251</b>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1749
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0420
		SiO <sub>2</sub>	0,0521
		MgO	0,7614
		CaCO <sub>3</sub> sisa	1,2964
		MgCO <sub>3</sub> sisa	0,1579
		Ca(OH) <sub>2</sub>	175,2935
		H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	2458388,0100
		CaCO <sub>3</sub>	236,8831
			<b>2458802,6713</b>
<b>JUMLAH</b>	<b>2592748,7280</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>2592748,7280</b>

### 3.10. Rotary Dryer (B-150)

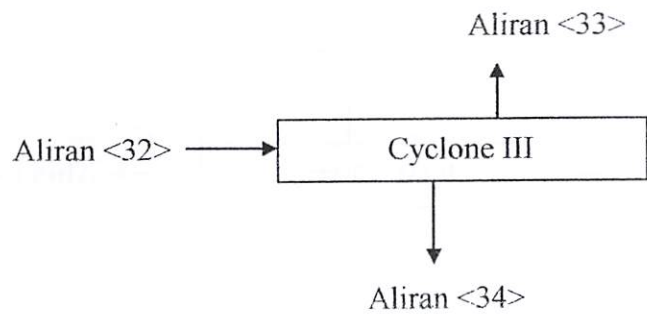
Fungsi: Untuk mengeringkan produk yang keluar dari Rotary Vakum Filter II.



Neraca Massa Rotary Dryer			
Masuk (kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <29> dari Rotary Vacum Filter II		Aliran <32> ke Cyclone III	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,3222	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0332
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,7986	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0080
SiO <sub>2</sub>	0,9903	SiO <sub>2</sub>	0,0099
MgO	14,4668	MgO	0,1447
CaCO <sub>3</sub> sisa	24,6309	CaCO <sub>3</sub> sisa	0,2463
MgCO <sub>3</sub> sisa	3,0010	MgCO <sub>3</sub> sisa	0,0300
Ca(OH) <sub>2</sub>	9,2260	Ca(OH) <sub>2</sub>	9,2260
H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	129388,8426	H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	129343,5565
CaCO <sub>3</sub>	4500,7784	CaCO <sub>3</sub>	45,0078
	<b>133946,0567</b>	Udara panas	37689,2034
			<b>167087,4658</b>
Aliran <31> dari Udara panas		Aliran <35> ke Ball Mill	
Udara panas	<b>37689,2034</b>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,2889
(dari neraca panas)		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,7906
		SiO <sub>2</sub>	0,9804
		MgO	14,3221
		CaCO <sub>3</sub> sisa	24,3846
		MgCO <sub>3</sub> sisa	2,9710
		Ca(OH) <sub>2</sub>	0,0000
		H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	45,2861
		CaCO <sub>3</sub>	4455,7706
			<b>4547,7943</b>
<b>JUMLAH</b>	<b>171635,2601</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>171635,2601</b>

### 3.11. Cyclone III (H-118C)

Fungsi: memisahkan partikel debu yang berat dan gas.

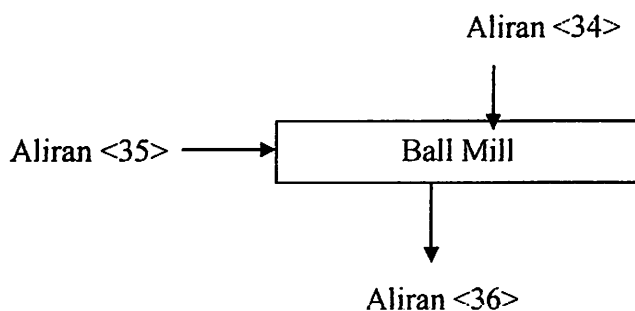


Neraca Massa Cyclone III			
Masuk (kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <32> dari Rotary Dryer		Aliran <33> Ke Stack	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0332	Ca(OH) <sub>2</sub>	9,2260
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0080	H <sub>2</sub> O <sub>sis</sub>	129343,5565
SiO <sub>2</sub>	0,0099	Udara panas	37689,2034
MgO	0,1447		<b>167041,9859</b>
CaCO <sub>3</sub> sisa	0,2463	Aliran <34> ke Ball Mill	
MgCO <sub>3</sub> sisa	0,0300	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0332
Ca(OH) <sub>2</sub>	9,2260	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0080
H <sub>2</sub> O <sub>sis</sub>	129343,5565	SiO <sub>2</sub>	0,0099
CaCO <sub>3</sub>	45,0078	MgO	0,1447
Udara panas	37689,20341	CaCO <sub>3</sub> sisa	0,2463
	<b>167087,4658</b>	MgCO <sub>3</sub> sisa	0,0300
		CaCO <sub>3</sub>	45,0078
			<b>45,4799</b>
<b>JUMLAH</b>	<b>167087,4658</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>167087,4658</b>



### 3.12. Ball Mill (C-151)

Fungsi : mengecilkan ukuran hingga 200 mesh.



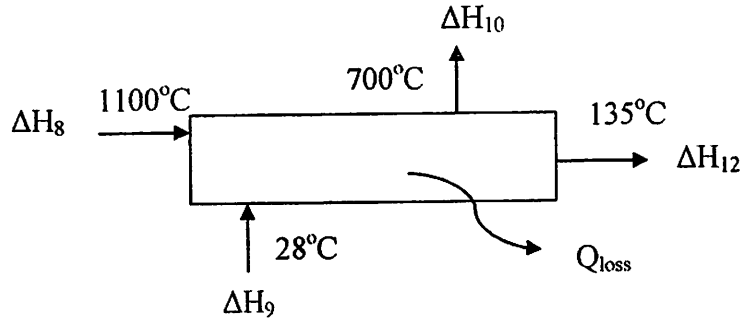
Neraca Massa Ball Miii			
Masuk (Kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
Aliran <35> dari Rotary Dryer		Aliran <36> ke Bin Produk	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,2889	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,3222
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,7906	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,7986
SiO <sub>2</sub>	0,9804	SiO <sub>2</sub>	0,9903
MgO	14,3221	MgO	14,4668
CaCO <sub>3</sub> sisa	24,3846	CaCO <sub>3</sub> sisa	24,6309
MgCO <sub>3</sub> sisa	2,9710	MgCO <sub>3</sub> sisa	3,0010
H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	45,2861	H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	45,2861
CaCO <sub>3</sub>	4455,7706	CaCO <sub>3</sub>	4500,7784
	<b>4547,7943</b>		<b>4593,2742</b>
Aliran <34> dari Cyclone			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0332		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0080		
SiO <sub>2</sub>	0,0099		
MgO	0,1447		
CaCO <sub>3</sub> sisa	0,2463		
MgCO <sub>3</sub> sisa	0,0300		
H <sub>2</sub> O <sub>sisa</sub>	0,0000		
CaCO <sub>3</sub>	45,0078		
	<b>45,4799</b>		
<b>JUMLAH</b>	<b>4593,2742</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>4593,2742</b>





**4.2. Rotary Cooler (B-120)**

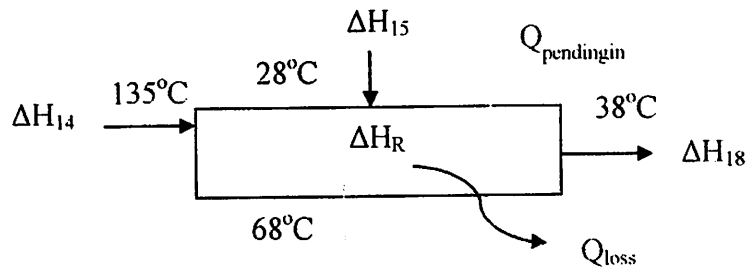
Fungsi : mendinginkan bahan dari rotary kiln.



Neraca Panas Rotary Cooler			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Kcal)	Komponen	Energi (Kcal)
$\Delta H_8$	1192727,2885	$\Delta H_{10}$	1055322,4728
$\Delta H_9$	7528,0387	$\Delta H_{12}$	85296,4900
		$Q_{loss}$	59636,3644
<b>TOTAL</b>	<b>1200255,3272</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1200255,3272</b>

**4.3. Slaker (R-130)**

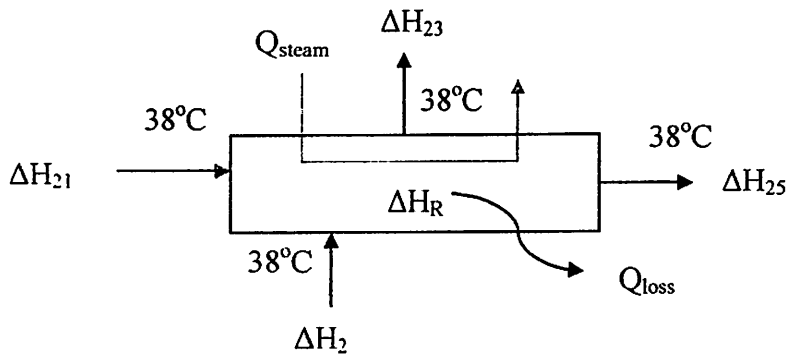
Fungsi : mencampur CaO dengan air pada proses slaking.



Neraca Panas Slaker			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Kcal)	Komponen	Energi (Kcal)
$\Delta H_{14}$	85296,4900	$\Delta H_{18}$	1801800,8212
$\Delta H_{15}$	7400773,0336	$Q_{loss}$	4264,8245
		$\Delta H_R$	-10010706,2152
		$Q_{pendingin}$	15690710,0931
<b>TOTAL</b>	<b>7486069,5236</b>	<b>TOTAL</b>	<b>7486069,5236</b>

#### 4.4. Reaktor (R-140)

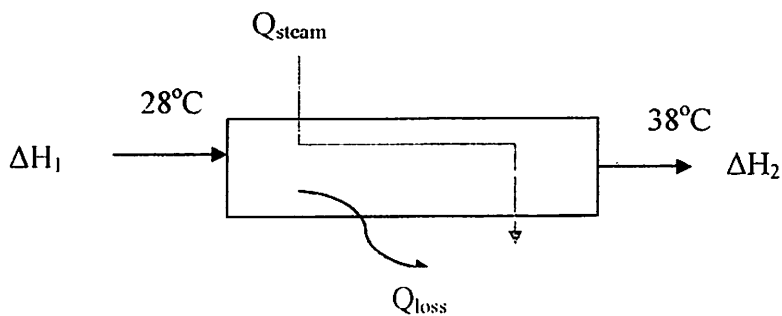
Fungsi: untuk mereaksikan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dengan  $\text{CO}_2$  sehingga membentuk  $\text{CaCO}_3$ .



Neraca Panas Reaktor			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Kcal)	Komponen	Energi (Kcal)
$\Delta H_2$	116065,0357	$\Delta H_{23}$	66427,9526
$\Delta H_{21}$	1801800,8212	$\Delta H_{25}$	3972128,2622
$\Delta H_R$	13459,8098	$Q_{\text{loss}}$	198606,4131
$Q_{\text{steam}}$	2305836,9612		
<b>TOTAL</b>	<b>4237162,6280</b>	<b>TOTAL</b>	<b>4237162,6280</b>

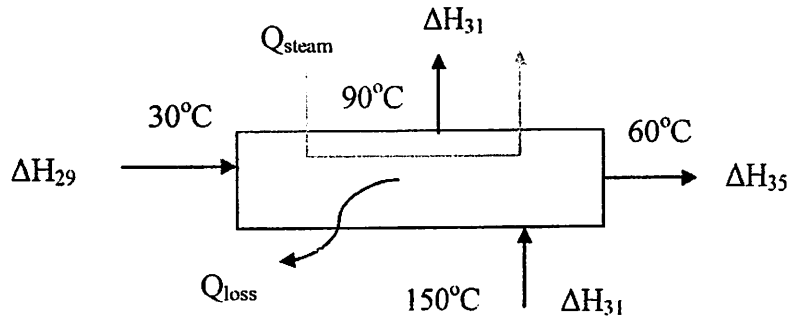
#### 4.5. Heater (E-142)

Fungsi: untuk memanaskan gas yang akan masuk ke reaktor.



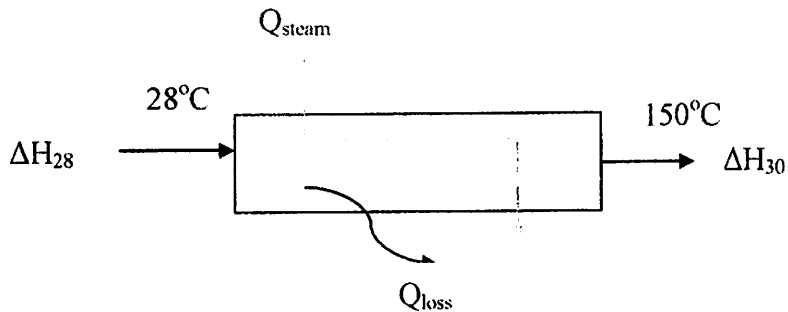
Neraca Panas Heater			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Kcal)	Komponen	Energi (Kcal)
$\Delta H_1$	43845,6056	$\Delta H_2$	116065,0357
$Q_{\text{steam}}$	78022,6818	$Q_{\text{loss}}$	5803,2518
<b>TOTAL</b>	<b>121868,2874</b>	<b>TOTAL</b>	<b>121868,2874</b>

4.6. Rotary Dryer (B-150)



Neraca Panas Rotary Dryer			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Kcal)	Komponen	Energi (Kcal)
$\Delta H_{29}$	40602,0755	$\Delta H_{32}$	1119264,7899
$\Delta H_{31}$	1137265,6664	$\Delta H_{35}$	32159,7812
		$Q_{loss}$	26443,1709
<b>TOTAL</b>	<b>1177867,7420</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1177867,7420</b>

4.7. Heater (E-142)



Neraca Panas Heater			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Kcal)	Komponen	Energi (Kcal)
$\Delta H_{28}$	27153,5217	$\Delta H_{30}$	1137265,6664
$Q_{Steam}$	1166975,4281	$Q_{loss}$	56863,2833
<b>TOTAL</b>	<b>1194128,9498</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1194128,9498</b>

## **BAB V**

### **SPESIFIKASI ALAT**

#### **5.1 Storage Batu Kapur (F-111)**

Fungsi	: Sebagai tempat penyediaan batu kapur
Tipe	: Gudang Tertutup
Panjang Gudang	: 25 m
Lebar Gudang	: 25 m
Tinggi Gudang	: 7 m
Jumlah	: 1 unit

#### **5.2. Rotary Kiln (B-110) : Perancangan Alat Utama (BAB VI)**

#### **5.3. Belt Conveyor (J-112A)**

Fungsi	: Untuk mengangkut batu kapur dari storage batu kapur menuju bin batu kapur
Tipe	: B400
Kapasitas	: 6725 kg/jam
Panjang belt	: 20 m
Kecepatan	: 1 m/detik
Waktu tinggal	: 10 detik
Power motor	: 10 Hp
Jumlah	: 1 unit

#### **5.4. Bin Batu kapur (F-113)**

Fungsi	: Menampung batu kapur sebelum masuk hammer mill
Tipe	: Tangki berbentuk vertikal dengan bagian bawah berbentuk conis dengan sudut 60°C, sedangkan bagian atas terbuka.
Bahan	: Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316
Pengelasan	: Double Welded Butt Joint
Dimensi Vessel	: do = 54 in

di = 53,6250 in  
ts = 3/16 in  
thb = 3/16 in  
hb = 46,4406 in  
tinggi bin = 123,9683 in

Jumlah : 1 unit

#### **5.5. Hammer Mill (C-114)**

Fungsi : Untuk memecah batu kapur menjadi berukuran  $\pm 10$  mm.  
Tipe : PC600x400  
Kapasitas : 6725 kg/jam  
Ukuran feed masuk :  $\pm 150$  mm  
Daya : 24 HP  
Jumlah : 1 unit

#### **5.6. Screw Conveyor (J-115A)**

Fungsi : Untuk mengangkat batu kapur dari hammer mill menuju rotary kiln  
Tipe : 273\*11 screw conveyor  
Kapasitas : 6725 kg/jam  
Panjang screw : 15 ft  
Diameter flight : 9 in  
Diameter shaft : 2 in  
Daya : 4,1 Hp  
Jumlah : 1 unit

#### **5.7. Screw Conveyor (J-115B)**

Fungsi : Untuk mengangkat batu kapur dari rotary kiln menuju rotary cooler.  
Tipe : 273\*11 screw conveyor  
Kapasitas : 3950,2668 kg/jam  
Panjang : 15 ft

Diameter flight : 9 in  
 Diameter shaft : 2 in  
 Daya : 4,1 Hp  
 Jumlah : 1 unit

### 5.8. Blower (G-117A)

Fungsi : Menghembuskan udara menuju Rotary Kiln  
 Tipe : Centrifugal Blower  
 Rate udara : 1274,1552 ft<sup>3</sup>/menit  
 Daya : 35 HP  
 Jumlah : 1 unit

### 5.9. Filter Udara (H-116A)

Fungsi : Menyaring debu yang terdapat dalam udara  
 Tipe : Dry filter  
 Rate udara : 1274,1552 ft<sup>3</sup>/menit  
 Kapasitas : 5000 ft<sup>3</sup>/menit  
 Jumlah : 1 unit

### 5.10. Cyclone I (H-118A)

Fungsi : untuk memisahkan debu atau partikel batu kapur yang terikut udara dari Rotary Kiln  
 Tipe : Duclone collector

Dimensi :

$$D_c = 0,0021 \text{ ft}$$

$$D_e = 2,2717 \text{ ft}$$

$$H_c = 2,2717 \text{ ft}$$

$$L_c = 0,0042 \text{ ft}$$

$$S_c = 0,0003 \text{ ft}$$

$$Z_c = 0,0042 \text{ ft}$$

$$J_c = 0,0005 \text{ ft}$$

Bahan konstruksi : Carbon steel

Jumlah : 1 unit

### 5.11. Storage CO<sub>2</sub> (F-119A)

Fungsi : Sebagai tempat penampung gas CO<sub>2</sub> dari Cyclone I.

Type : storage berbentuk bola

Bahan konstruksi : Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316

Tipe pengelasan : Double welded butt joint

Volume storage : 478,0328 ft<sup>3</sup>

Diameter luar storage (do) : 120 in

Diameter dalam storage (di) : 117,5 in

Tebal storage (th) : 1,25 in

Tinggi storage : 9,7011 in

Jumlah : 1 unit

### 5.12. Rotary Cooler (B-120)

Fungsi : Untuk mendinginkan batu kapur yang keluar dari rotary kiln

Bahan : Single shell indirect rotary cooler

Volume bahan : 0,2969 m<sup>3</sup>

Diameter : 4,1 m

Panjang : 13 m

Tebal silinder : 3/16 in

Kecepatan putar : 2,2492 rpm

Tinggi hopper : 0,0534 ft

Jumlah gigi gear : 264 unit

Jumlah pinion : 53 unit

Berat total : 34430,9408 lb

Daya : 20 HP

Jumlah : 1 unit

### 5.13. Cyclone II (H-118B)

Fungsi : untuk memisahkan debu atau partikel batu kapur yang terikut udara dari Rotary cooler

Tipe : Duclone collector

Bahan : Carbon steel

Dimensi :

$D_c = 0,0047$  ft

$D_e = 2,2717$  ft

$H_c = 2,2717$  ft

$L_c = 0,0095$  ft

$S_c = 0,0006$  ft

$Z_c = 0,0095$  ft

$J_c = 0,0012$  ft

Bahan konstruksi : Carbon steel

Jumlah : 1 unit

#### 5.14. Blower (G-117B)

Fungsi : Menghembuskan udara menuju Rotary Cooler

Tipe : Centrifugal Blower

Rate udara :  $4617,6938$  ft<sup>3</sup>/menit

Daya : 126 HP

Jumlah : 1 unit

#### 5.15. Filter Udara (H-116B)

Fungsi : Menyaring debu yang terdapat dalam udara

Tipe : Dry filter

Kapasitas :  $5000$  ft<sup>3</sup>/menit

Jumlah : 1 unit

#### 5.16. Slaker (R-130)

Fungsi : Untuk mencampur CaO dan H<sub>2</sub>O membentuk Ca(OH)<sub>2</sub>

Tipe : Berbentuk vertikal, tutup bawah berbentuk conis dengan sudut 60o C dan tutup atas flat, dilengkapi pengaduk type turbulen impeller with 6 flat blades turbine with disk.

Dimensi pengaduk :

Da : Diameter agitator =  $15,8125$  in



Dt	:	Diameter tangki	=	31,6250	in
H	:	Tinggi liquida	=	31,6250	in
C	:	Jarak dasar tangki ke blade	=	10,541667	in
J	:	Tebal baffle	=	2,6354167	in
W	:	Tebal blade	=	3,1625	in
Dd	:	Diameter blade	=	10,5417	in
L	:	Lebar blade	=	3,9531	in

Daya (P) : 1,0 HP

Diameter poros : 0,4597 in

panjang poros : 39,5695 in

Dimensi jaket

do : 180 in

di : 179,6250 in

Tebal dinding jaket : 7/16 in

Tinggi silinder jaket (Lsj) : 269,4375 in

Jumlah : 1 unit

**5.17. Bin CaO (F-131)**

Fungsi : Menampung batu kapur setelah dari rotary cooler untuk dilanjutkan menuju slaker

Tipe : Tangki berbentuk vertikal, bagian bawah berbentuk conis dengan sudut 60oC, sedangkan bagian atas terbuka.

Bahan konstruksi : Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316

Tipe pengelasan : Double welded butt joint

Volume bin : 51,6950 ft<sup>3</sup>

Diameter luar bin (do) : 48 in

Diameter dalam bin (di) : 47,6250 in

Tebal silinder (ts) : 3/16 in

Tebal tutup bawah (thb) : 3/16 in

Tinggi tutup bawah (hb) : 41,2445 in

Tinggi silinder (Ls) : 36,4229 in

Tinggi bin : 77,6673 in

Jumlah : 1 unit

**5.18. Reaktor (R-140)**

Fungsi : Untuk mereaksikan Kalsium Hidroksida dan Karbon Dioksida  
 Tipe : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dished dan tutup bawah konis.

Bahan konstruksi	:	Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316
Tipe pengelasan	:	Double welded butt joint
Volume bin	:	74,2467 ft <sup>3</sup>
Diameter luar bin (do)	:	48 in
Diameter dalam bin (di)	:	46,1488 in
Tebal silinder (ts)	:	3/16 in
Tebal tutup bawah (thb)	:	3/16 in
Tinggi tutup bawah (hb)	:	13,7482 in
Tinggi tutup bawah (ha)	:	10,2896 in
Tebal tutup bawah (tha)	:	3/16 in
Tinggi bin	:	77,1765 in

**Dimensi pengaduk :**

Tipe	:	Flat six blade turbine with disk
Da	:	Diameter agitator = 23,8125 in
Dt	:	Diameter tangki = 47,6250 in
H	:	Tinggi liquida = 47,6250 in
C	:	Jarak dasar tangki ke blade = 15,875 in
J	:	Tebal baffle = 3,96875 in
W	:	Tebal blade = 2,9765625 in
Dd	:	Diameter blade = 15,8750 in
L	:	Lebar blade = 5,9531 in
Daya (P)	=	5,5 HP
Diameter poros	=	1,6790 in
panjang poros	=	53,507 in

Dimensi nozzle

Nozzle	(in)							
	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	1,5	5	11/16	2 7/8	2 9/16	1,9	2 4/9	1,61
B	2 1/2	7	7/8	4 1/8	3 9/16	2,88	2 3/4	2,47
C	3,5	8 1/2	15/16	5 1/2	4 13/16	4	2 13/16	3,55
D	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1,32	2 3/16	1,05
E	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5 11/16	19,25

**5.19. Pompa Centrifugal (L-141A)**

Fungsi : Untuk memompa slurry dari slaker menuju Rotary Vacum Filter I

Tipe : Centrifugal Pump

Dimensi pompa : do = 1,315 in  
di = 1,049 in  
A = 0,006 ft<sup>2</sup>

Kapasitas : 21,3097 gpm

Daya pompa : 17 Hp

Jumlah : 1 unit

**5.20. Pompa Centrifugal (L-141B)**

Fungsi : Untuk memompa slurry dari screen I menuju cooler

Tipe : Centrifugal Pump

Dimensi pompa : do = 0,84 in  
di = 0,622 in  
A = 0,0021 ft<sup>2</sup>

Kapasitas : 16,3369 gpm

Daya pompa : 102 Hp

Jumlah : 1 unit

### 5.21. Heater (E-142A)

Fungsi	: Untuk menaikkan suhu gas CO <sub>2</sub> yang akan masuk ke reaktor dari 28 °C ke 38 °C		
Tipe	: Shell and tube		
Bahan Konstruksi	: HAS SA 240 Grade M Type 316		
Kapasitas	: 11669,6082 kg/jam	=	25727,2167 lb/jam
Steam yang digunakan	: 148,2105 kg/jam	=	326,7499 lb/jam
Bagian <i>Shell</i>	: IDs = 8 in	Pt = 1 in	
	B = 2 in	de = 0,99 in	
Bagian <i>Tube</i>	: L = 5	a" = 0,2750 ft <sup>2</sup> /ft	
	a' = 0,5340 in <sup>2</sup>	di = 1,0500 in	
Jumlah	: 1 unit		

### 5.22. Rotary Vacum Fliter I (H-143A)

Fungsi	: untuk memisahkan cake dari filtrat		
Tipe	: Rotary drum vacum filter		
Volume bahan yang diputar	: 1,7056 ft <sup>3</sup> /putaran		
Luas cake	: 7,6062 m <sup>2</sup>		
Diameter drum	: 3,2808 ft		
Panjang drum	: 1,2112 m <sup>2</sup>		
Daya	: 7,0 Hp		
Jumlah	: 1 Unit		

### 5.23. Storage CO<sub>2</sub> (F-144)

Fungsi	: Sebagai tempat penampung gas CO <sub>2</sub>		
Tipe	: Storage berbentuk bola		
Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316		
Tipe pengelasan	: Double welded butt joint		
Volume storage	: 3694,9142 ft <sup>3</sup>		
Diameter luar storage (do)	: 240 in		
Diameter dalam storage (di)	: 237,5 in		

Tebal storage	(th)	:	0,25	in
Tinggi storage		:	230,1706	in
Jumlah		:	1	unit

#### 5.24. Storage CO<sub>2</sub> (F-119B)

Fungsi : Sebagai tempat penampung gas CO<sub>2</sub> dari reaktor

Tipe : Storage berbentuk bola

Bahan konstruksi : Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316

Tipe pengelasan : Double welded butt joint

Volume storage : 2843,4142 ft<sup>3</sup>

Diameter luar storage (do) : 216 in

Diameter dalam storage (di) : 211,8 in

Tebal storage (th) : 2,125 in

Tinggi storage : 17,5771 in

Jumlah : 1 unit

#### 5.25. Rotary Dryer (B-150)

Fungsi : Digunakan untuk mengeringkan produk yang keluar dari Rotary Vacuum Filter II

Tipe : Silinder horizontal

Volume bahan : 1,8651 m<sup>3</sup>

Diameter : 1,5 m

Panjang : 9 m

Tebal silinder : 3/16 in

Kecepatan putar : 6,1478 rpm

Tinggi hopper : 0,3356 ft

Jumlah gigi gear : 189 unit

Jumlah pinion : 38 unit

Berat total : 67103,720 lb

Daya : 55 HP

Jumlah : 1 unit

**5.26. Heater (E-142B)**

Fungsi	: Untuk menaikkan suhu udara yang akan masuk ke rotary dryer dari 28 °C ke 150 °C		
Tipe	: Shell and Tube		
Bahan Konstruksi	: HAS SA 240 Grade M Type 316		
Kapasitas	: 37689,2034	kg/jam =	83090,9046 lb/jam
Steam yang digunakan	: 148,2105	kg/jam =	326,7499 lb/jam
Bagian <i>Shell</i>	: IDs = 8 in	Pt = 1	in
	B = 2 in	de = 0,99	in
Bagian <i>Tube</i>	: L = 5	a" = 0,2750	ft <sup>2</sup> /ft
	a' = 0,5340	in <sup>2</sup>	di = 1,0500 in
Jumlah	: 1 buah		

**5.27. Rotary Vacum Filter II (H-143B)**

Fungsi	: untuk memisahkan cake dari filtrat		
Tipe	: Rotary drum vacum filter		
Volume bahan yang diputar	: 5,8189	ft <sup>3</sup> /putaran	
Luas cake	: 25,9489	m <sup>2</sup>	
Diameter drum	: 3,2808	ft	
Panjang drum	: 4,1320	m <sup>2</sup>	
Daya	: 16	Hp	
Jumlah	: 1	Unit	

**5.28. Screw Conveyor (J-115C)**

Fungsi	: Untuk mengangkut produk menuju ball mill		
Kapasitas	: 4557,2141	kg/jam	
Panjang	: 15	ft	
Diameter flight	: 9	in	
Diameter shaft	: 2	in	
Daya	: 3	Hp	
Jumlah	: 1	unit	

**5.29. Blower (G-117B)**

Fungsi	: Menghembuskan udara menuju Rotary Dryer
Tipe	: Centrifugal Blower
Rate udara	: 17096,894 ft <sup>3</sup> /menit
Daya	: 50 HP
Jumlah	: 1 unit

**5.30. Filter Udara (H-116B)**

Fungsi	: Menyaring debu yang terdapat dalam udara
Tipe	: Dry filter
Kapasitas	: 50000 ft <sup>3</sup> /menit
Jumlah	: 1 unit

**5.31. Cyclone (H-118C)**

Fungsi	: untuk memisahkan debu atau partikel batu kapur yang terikut udara dari Rotary dryer
Tipe	: Duclone collector
Bahan	: Carbon steel
Dimensi :	
	Dc = 0,0048 ft
	De = 2,2717 ft
	Hc = 2,2717 ft
	Lc = 0,0096 ft
	Sc = 0,0006 ft
	Zc = 0,0096 ft
	Jc = 0,0012 ft
Jumlah	: 1 unit

**5.32. Ball Mill (C-151)**

Fungsi	: untuk memecah ukuran produk hingga berukuran 200 mesh
Tipe	: Silinder Horizontal
Kapasitas	: 327,1012 ft <sup>3</sup>
Kecepatan putar	: 31,2718 rpm

Jumlah bola : 214 buah  
 Power : 66,3673 Hp  
 Jumlah : 1 unit

### 5.33. Screen (C-152)

Fungsi : menyeragamkan ukuran produk sebesar 200 mesh  
 Tipe : Silinder horizontal  
 Diameter : 72 in  
 Panjang : 72 in  
 Daya motor : 89 kW  
 Bahan : karbon steel  
 Jumlah : 1 buah  
 Tipe screen : vibrating screen  
 Luas ayakan : 4461,9023 in<sup>2</sup>  
 Bahan : stainless steel SA 240 grade M type 316  
 Jumlah : 1 unit

### 5.34. Bin Produk (F-153)

Fungsi : Menampung CaCO<sub>3</sub> sebelum masuk area pengemas  
 Type : Tangki berbentuk vertikal, bagian bawah berbentuk conis dengan sudut 60°C, sedangkan bagian atas terbuka.  
 Bahan konstruksi : Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316  
 Tipe pengelasan : Double welded butt joint  
 Volume bin : 201,5909 ft<sup>3</sup>  
 Diameter luar bin (do) : 54 in  
 Diameter dalam bin (di) : 53,625 in  
 Tebal silinder (ts) : 3/16 in  
 Tebal tutup bawah (thb) : 3/16 in  
 Tinggi tutup bawah (hb) : 56,8329 in  
 Tinggi silinder (Ls) : 99,5945 in



Tinggi bin : 156,4275 in  
Jumlah : 1 unit

### 5.35. Pengemasan Produk (P-154)

Fungsi : Untuk mengemas produk yang berasal dari bin produk, produk dikemas ke dalam kantong pengemas sebanyak 25 kg tiap kantong.

Type : Filling Machine  
Model : TOPM-25W  
Suitable material : dry powder  
Packing net weight : 10 - 25 kg  
Packing speed : 180 - 300 bags/hour  
Bag form : Valve bag  
Gas power : 0,5 Mpa  
Voltage : 380 V  
Max power : 4,5 kW = 6,0346 Hp = 6,5 Hp  
Ukuran : 3500 mm x 970 mm x 2200 mm  
Jumlah : 1 unit

### 5.36. Storage Produk (F-155)

Fungsi : Tempat penyimpanan dan penyediaan produk CaCO<sub>3</sub> selama 30 hari

Tipe : Gudang tertutup

Luas area : 525 m<sup>2</sup>  
Panjang Gudang : 35 m  
Lebar Gudang : 15 m  
Tinggi Gudang : 7 m  
Jumlah : 1 unit

## **BAB VI**

### **PERANCANGAN ALAT UTAMA**

#### **6.1 Rotary Kiln (B-110) Dirancang Oleh: SULIS DWI D. P / 1114912**

Nama Alat : Rotary Kiln (B-110)

Fungsi : Untuk mengkalsinasi  $\text{CaCO}_3$  menjadi  $\text{CaO}$  dan  $\text{CO}_2$

Jumlah : 1 Unit

##### **6.1. 1. Prinsip kerja**

Rotary kiln merupakan sebuah silinder yang berputar dan sedikit membentuk sudut pada horizontal. Putaran pada silinder disebabkan oleh kerja roda gigi (gear) yang dihubungkan dengan motor penggerak. Feed masuk pada ujung silinder yang lebih tinggi, dengan bantuan perputaran shell dan slope dari silinder, produk akan keluar pada ujung yang lainnya.

Udara panas yang dihasilkan masuk dari ujung yang lebih tinggi dengan bantuan blower. Udara panas ini akan kontak langsung dengan bahan baku secara co current, dan diharapkan efisiensi panas yang diperoleh lebih besar.

##### **6.1.2. Kondisi operasi :**

- Feed rate	=	6725	kg/jam
- Produk feed	=	6725	kg/jam
- Temperatur produk	=	1200	°C
- Temperatur feed	=	30	°C
- Temperatur udara masuk	=	30	°C
- Temperatur udara keluar	=	300	°C
- Bahan bakar fuel oil	=	87,5496	L/jam
- Heating value	=	8787,3070	kcal/L

##### **6.1.3. Tahapan Perancangan**

Perancangan Rotary Kiln meliputi :

6.1.3.1. Perencanaan dimensi rotary kiln dan bahan konstruksinya

6.1.3.2. Perencanaan penggerak rotary kiln

6.1.3.3. Perancangan Poros Penyangga dan Roll Supporting

6.1.3.4. Perancangan Sistem Pondasi Tanpa Tulang

6.1.3.5. Perancangan Isolator

### 6.1.3.1. Perancangan Dimensi Rotary Kiln dan Bahan Konstruksinya

#### a. Menghitung Diameter Rotary Kiln

Rate udara panas yang masuk = 2885,2591 kg/jam = 6360,9407 lb/jam

Dari "Perry 7<sup>th</sup> ed", hal. 12-55, diperoleh :

Range kecepatan udara = 0,5 - 5 kg/m<sup>2</sup>.detik  
= 368,68 - 3686,8 lb/ft<sup>2</sup>.jam

Dalam perancangan di ambil kecepatan udar: = 600 lb/ft<sup>2</sup>.jam

$$\begin{aligned} \text{Luas (A)} &= \frac{\text{Rate udara masuk}}{\text{Kecepatan udara}} \text{lb/ft}^2 \cdot \text{jam} \\ &= \frac{6360,9407 \text{ lb/jam}}{600 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}} = 10,6016 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Dimana,

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$10,6016 \text{ ft}^2 = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$D = 3,6740 \text{ ft} = 1,1199 \text{ m}$$

Dari Ulrich tabel 4.10, hal. 132, diketahui range Rotary Kiln (direct) adalah

1 - 4 m , sehingga dipakai diameter = 4 m = 13,1232 ft = 157,4784 in

#### b. Menghitung Panjang Rotary Kiln

Dari Ulrich tabel 4.10 hal. 132 didapatkan :

$$L = 10 - 160 \text{ m} = 32,8080 - 524,928 \text{ ft}$$

$$L/D = 10 - 40 \text{ , Diambil } L/D = 10$$

Maka:

$$L = 10 \times D_{i \text{ Shell}} = 10 \times 13,1232 \text{ ft}$$

$$= 131,2320 \text{ ft} = 39,9995 \text{ m} = 1574,784 \text{ in}$$

Sehingga, panjang rotary kiln = 39,9995 m

#### c. Menghitung tebal rotary kiln

Shell dari rotary kiln terbuat dari Nickel - based alloy (ulrich, hal132).

Sedangkan untuk pengelasannya dipakai welded but joint tanpa backing up strip dengan  $E = 0,75$  dan  $t_s < 5/8 \text{ in}$ .

$$t = \frac{P_i \times D_i}{2fE - 0,6P} + C$$

dimana :  $f = 13300$  ;  $E = 0,75$

$$H/D = 0,16 \quad (\text{Perry, 5th ed.,hal 6-50})$$

$$\rho \text{ batu kapur} = 169,1816 \text{ lb/ft}^3$$

Maka:

$$H = 0,16 D = 0,16 \times 3,6740 \text{ ft} = 0,5878 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan material} &= \frac{\rho \times H}{144} \\ &= \frac{169,182 \times 0,5878}{144} = 0,6906 \text{ psig} \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} ts &= \frac{1,1071 \times (5,8892 \times 12)}{2(13300 \times 0,75) - (0,6 \times 1,1071)} + \frac{2}{16} \\ &= 0,12653 \text{ in} \times \frac{16}{16} = \frac{2,0244}{16} \text{ in} = \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter luar shell (Do)} &= Di + 2ts \\ &= 44,1 + 2 \frac{3}{16} = 44,4631 \text{ in} = 3,7053 \text{ ft} \end{aligned}$$

#### d. Menghitung putaran rotary kiln

$$\text{Persamaan : } N = \frac{V}{\pi \times Do}$$

dimana :

- N = jumlah putaran rotary kiln (rpm)
- V = kecepatan peripheptal 30-150 ft/menit  
diambil 80 ft/menit
- Do = diameter kiln (ft)

(Perry, 5th ed.,hal 6-50)

sehingga :

$$N = \frac{80 \text{ ft/menit}}{\pi \times 3,7053} = 6,8726 \text{ rpm}$$

$$N \times Do = 6,8726 \times 3,7053 = 25,4648 \quad (\text{memenuhi})$$

Dari Perry ed. 3 hal 20-83 diketahui  $N \times Do = 25 - 35$

#### e. Menentukan waktu tinggal

$$\theta = \frac{0,19L}{NDS}$$

(Perry, 7th ed.,hal 12-60)

dimana :

- $\theta$  = waktu tinggal (menit)
- L = panjang kiln (ft)

D = diameter dalam (ft)

S = slope kiln = 0,02 – 0,06 ft/ft

diambil S = 0,02 ft/ft ;  $\tan \alpha = 0,02$  ;  $\alpha = 1,1458^\circ$

N = putaran kiln (rpm)

sehingga :

$$\theta = \frac{0,19 \times 131,2320}{6,8726 \times 3,67 \times 0,02} = 49,3744 \text{ menit}$$

#### f. Menghitung volume bahan

Rate bahan masuk = 14812,7753 lb/jam

Densitas bahan = 169,1816 lb/ft<sup>3</sup>

waktu tinggal = 49,3744 menit = 0,8229 jam

Berat bahan = 14812,7753 lb/jam x 0,8229 jam  
= 12189,5249 lb

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan} &= \frac{12189,5249 \text{ lb}}{\rho} = \frac{12189,5249 \text{ lb}}{169,1816 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 72,0499 \text{ ft}^3 = 2,0402 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

#### g. Menghitung volume silinder rotary kiln

Dari "Ulrich" tabel 4.10, hal.132, diketahui bahwa volume bahan 3 - 12% dari volume rotary kiln, maka didapatkan persamaan :

Volume bahan < Volume rotary kiln

Volume bahan = 12 % x volume rotary kiln

$$\begin{aligned} \text{Volume rotary kiln} &= \frac{2,0402 \text{ m}^3}{12\%} \\ &= 17,0020 \text{ m}^3 = 600,4162 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

#### h. Menghitung dimensi hopper

Feed rate = 6725 kg/jam = 14812,7753 lb/jam

Densitas campuran = 169,182 lb/ft<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik} &= \frac{14812,7753}{169,1816} = 87,5555 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,2432 \text{ ft}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Asumsi waktu tinggal = 40 detik

$$\text{Volume} = \frac{0,2432}{\text{detik}} \times 40 \text{ detik} = 9,7284 \text{ ft}^3$$

Direncanakan corong berbentuk kerucut

$D_{\text{luar}} = 2 \text{ ft}$  dan  $D_{\text{dalam}} = 0,5 \text{ ft}$  , maka:

$$V = \pi/3 \times r^2 \times t$$

$$9,7284 \text{ ft}^3 = \pi/3 \times (1 - 0,25)^2 \times t$$

$$t = 16,5154 \quad \text{ft} = 198,1851 \text{ in}$$

**i. Menghitung sudu-sudu (flight)**

$$\begin{aligned} \text{Jumlah flight (n)} &= 0,6 \text{ Do} - 1 \text{ Do} && (\text{Perry, 6th ed., hal 20-33}) \\ &= 0,7 \times 3,7053 \text{ ft} \\ &= 2,5937 = 4 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi radial flight} &= 1/12 \text{ Do} - 1/8 \text{ Do} \\ &= 1/12 \times 3,7053 \text{ ft} \\ &= 0,3088 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antara sudu-sudu (L)} = \text{Do} \sin \frac{1}{2} \beta$$

$$\text{dimana : } L = \text{jarak antara sudu-sudu (ft)}$$

$$\beta = \text{sudut apit fisik pusat} = \frac{360^\circ}{\text{jumlah flight}} = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$$

$$\text{Do} = \text{diameter kiln (ft)}$$

maka :

$$L = 3,7053 \sin\left(\frac{1}{2} \times 90^\circ\right) = 2,62001 \text{ ft}$$

**6.1.3.2. Perancangan Penggerak Rotary Kiln**

Untuk menggerakkan rotary kiln digunakan gear drive, yaitu suatu roda gigi yang digerakkan oleh pinion, sedangkan pinionnya sendiri digerakkan oleh motor.

$$D_g = \frac{N_g \times P_c}{\pi} \quad (\text{Hesse, pers. 15-1, hal 420})$$

$$D_g = \frac{N_g}{P_d} \quad (\text{Hesse, pers. 15-2, hal 420})$$

$$\pi = P_c \times P_d \quad (\text{Hesse, pers. 15-3, hal 421})$$

dimana :

$D_g$  = diameter gear

$P_c$  = circular pitch

$N_g$  = jumlah gigi dari gear

$P_d$  = rasio dari jumlah gigi gear terhadap pitch diameter

Range dari circular pitch ( $P_c$ ) adalah 1 3/4 - 2 in

Ditetapkan  $P_c = 2 \text{ in}$ , maka:

$$\pi = P_c \times P_d$$

$$Pd = \frac{\pi}{2} = 1,5708 \text{ in}$$

$$\text{Ditetapkan } Dg = 120 \text{ in}$$

(Hesse, hal 433)

Jumlah gigi gear :

$$\begin{aligned} Ng &= Dg \times Pd \\ &= 120 \times 1,5708 = 188,4956 \approx 189 \text{ unit} \end{aligned}$$

**a. Menentukan jumlah gigi pinion dan putaran pinion**

Jumlah gigi pinion :

$$Np = \text{putar } 1/5 \times Ng$$

$$Np = 1/5 \times 189 \text{ unit} = 37,8 \approx 38 \text{ unit}$$

Diameter pinion :

$$Dp = \frac{Np \times Pc}{\pi} \quad (\text{Hesse, pers. 15-1, hal 420})$$

dimana :

$Dp$  = diameter pinion

$Pc$  = circular pitch

$Np$  = jumlah gigi dari pinion

maka :

$$Dp = \frac{38 \times 2}{\pi} = 24,1916 \text{ in}$$

Putaran pinion :

$$np = (Dg / Dp) \times ng$$

dimana :

$np$  = putaran pinion

$ng$  = putaran gear = 4 rpm

$Dg$  = diameter gear

$Dp$  = diameter pinion

$$np = \frac{120}{24,1916} \times 4 \text{ rpm} = 19,8416 \text{ rpm}$$

**b. Menentukan pitch line velocity dari gear dan pinion**

- Untuk pitch velocity gear adalah :

$$Vm = \frac{\pi \times Ng \times \text{rpm}}{12 \times Pd} \quad (\text{Hesse, hal 433})$$

dimana :

Ng = jumlah gigi gear

rpm = putaran gear

Pd = rasio dari jumlah gigi gear terhadap pitch diameter

maka :

$$V_m = \frac{\pi \times 189 \times 4,0000}{12 \times 1,5708} = 126,0000 \text{ ft/menit}$$

- Untuk pitch line velocity pinion

$$V_m = \frac{\pi \times N_p \times \text{rpm}}{12 \times P_d} \quad (\text{Hesse, hal 433})$$

dimana :

Np = jumlah gigi pinion

rpm = putaran pinion

Pd = rasio dari jumlah gigi gear terhadap pitch diameter

maka :

$$V_m = \frac{\pi \times 38 \times 19,8416}{12 \times 1,5708} = 125,6637 \text{ ft/menit}$$

### c. Menghitung safe strenght gear dan pinion

$$F_s = \frac{S \times K \times b \times Y}{P_d} \quad (\text{Hesse, pers. 15-15, hal 431})$$

dimana :

Fs = safe strenght (lb)

S = allowable stress (psi)

K = faktor kecepatan

b = lebar permukaan pinion dan gear (in)

Y = faktor permukaan gigi

Pd = rasio jumlah gigi dengan pitch diameter

Data – data :

Bahan konstruksi pinion dan gear adalah hardened steel, maka allowable stress

$$(S) = 30000 \text{ psi} \quad (\text{Hesse, tabel 15.1, hal 430})$$

Untuk metallic gearing dengan pitch line velocity ( $V_m \leq 1000$  ft/menit, mempunyai faktor kecepatan :

$$K = \frac{600}{(600 + V_m)}$$

Untuk gear :



$$K = \frac{600}{600 + 126,0000} = 0,8264$$

Untuk pinion :

$$K = \frac{600}{600 + 125,6637} = 0,8268$$

Lebar permukaan gear (b) :

Harga b = 9,5/Pd sampai 12,5/Pd, diambil 12,5/Pd

$$b = \frac{12,5}{1,5708} = 7,9577 \text{ in} = 0,6631 \text{ ft}$$

Menentukan faktor permukaan gigi (Y)

digunakan 20° full length involute *(Hesse, pers15.10, hal 430)*

Untuk gear dengan jumlah gigi 189 buah

$$\begin{aligned} Y &= 0,48 - \frac{2,85}{N} \\ &= 0,48 - \frac{2,85}{189} \\ &= 0,4689 \end{aligned}$$

Untuk pinion dengan jumlah gigi 38 buah

$$\begin{aligned} Y &= 0,48 - \frac{2,85}{N} \\ &= 0,48 - \frac{2,85}{38} \\ &= 0,4090 \end{aligned}$$

Jadi safe strenght (Fs) untuk :

$$\begin{aligned} \text{- Gear, } F_s &= \frac{30000 \times 0,8264 \times 7,9577 \times 0,4689}{1,5708} \\ &= 58898,6700 \text{ lb} \\ \text{- Pinion, } F_s &= \frac{30000 \times 0,8268 \times 7,9577 \times 0,4090}{1,5708} \\ &= 51396,1597 \text{ lb} \end{aligned}$$

#### d. Menentukan batas pemakaian muatan gear drive

Untuk menentukan apakah beban total yang diterima oleh gear drive pada rotary kiln ini memenuhi syarat atau tidak, maka perlu diperhitungkan batas pemakaian muatan gear drive terlebih dahulu.

Persamaan yang digunakan :

$$F_w = D_p \times b \times Q \times W$$

dimana :

$F_w$  = batas muatan (lb)

$D_p$  = diameter pinion (in)

$b$  = lebar permukaan gear (in)

$Q$  = Velocity ratio factor / faktor perbandingan kecepatan

$W$  = konstanta kombinasi material (psi)

Untuk hardened steel pinion dan gear,  $W = 250$

(Hesse, tabel 15-2, hal 432)

Faktor perbandingan kecepatan ( $Q$ ) :

$$Q = \frac{2 N_g}{N_g + N_p} \quad (\text{Hesse, pers. 15-17, hal 432})$$

$$Q = \frac{2 \times 189}{189 + 38} = 1,6652$$

maka :

$$\begin{aligned} F_w &= 24,1916 \text{ in} \times 7,9577 \text{ in} \times 1,6652 \times 250 \\ &= 80141,9318 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jadi batas muatan yang diijinkan adalah = 80141,9318 lb

#### e. Menghitung berat beban total

- Berat silinder ( $W_1$ )

$$W_1 = \pi/4 \times (D_o^2 - D_i^2) \times L \times \rho$$

dimana :

$$D_o = \text{diameter luar kiln} = 3,7053 \text{ ft}$$

$$D_i = \text{diameter dalam kiln} = 3,6740 \text{ ft}$$

$$L = \text{panjang kiln} = 131,2320 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas plate steel} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} W_1 &= \pi/4 \times (5,5313^2 - 5,5^2) \text{ ft}^2 \times 66 \text{ ft} \times 489 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 11622,5570 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Berat flight ( $W_2$ )

$$W_2 = n \times L \times H \times t \times \rho$$

dimana :

$$n = \text{jumlah flight} = 4 \text{ unit}$$

$$H = \text{tinggi flight} = 0,3088 \text{ ft}$$

$$L = \text{panjang flight} = 2,62 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal flight, ditetapkan} = 0,25 \text{ in} = 0,02083 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas plate steel} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$W_2 = 4 \times 2,62001 \times 0,3088 \times 0,0208 \times 489 = 32,9662 \text{ lb}$$

- Berat gear ( $W_3$ )

$$W_3 = \pi/4 \times (Dg^2 - Do^2) \times b \times \rho$$

Dimana:

$$Dg = \text{diameter gear} = 120 \text{ in} = 10 \text{ ft}$$

$$Do = \text{diameter luar kiln} = 3,7053 \text{ in} = 0,3088 \text{ ft}$$

$$b = \text{lebar permukaan gear} = 7,9577 \text{ in} = 0,6631 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas hardened steel} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

(Perry, 7th ed., hal 2-119)

$$W_3 = \pi/4 \times (10^2 - 0,30877^2) \text{ ft}^2 \times 0,66315 \text{ ft} \times 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$= 25444,4681 \text{ lb}$$

- Berat umpan ( $W_4$ )

$$W_4 = 14812,7753 \text{ lb/jam} \times (49,3744 / 60) \text{ jam}$$

$$= 12189,5249 \text{ lb}$$

- Berat isolasi ( $W_5$ )

$$W_5 = \pi/4 \times (Do^2 - Di^2) \times L \times \rho$$

Dimana:

$$Do = \text{diameter luar isolasi} = 3,7053 \text{ ft}$$

$$Di = \text{diameter dalam isolasi} = 3,6740 \text{ ft}$$

$$L = \text{panjang isolasi} = 131,232 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas isolasi} = 128 \text{ lb/ft}^3$$

$$W_5 = \pi/4 \times (3,7053^2 - 3,67401^2) \text{ ft}^2 \times 131 \text{ ft} \times 128 \text{ lb/ft}^3$$

$$= 3042,3053 \text{ lb}$$

maka:

$$W \text{ total} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5$$

$$= (11622,5570 + 32,9662 + 25444,4681 + 12189,5249 + 3042,3053) \text{ lb}$$

$$W \text{ total} = 52331,8216 \text{ lb} < Fw \text{ (memenuhi)}$$

$$Fw = 80141,9318 \text{ lb}$$

**f. Menentukan tenaga yang diperlukan untuk memutar rotary kiln**

$$bhp = \frac{N \times [(4,75 \times Do \times Wt) + (0,1925 \times D \times W) + (0,33 \times W)]}{100000}$$

dimana :

$$\begin{aligned}
 N &= \text{putaran rotary kiln} = 6,8726 \text{ rpm} \\
 D_o &= \text{diameter luar kiln} = 3,7053 \text{ ft} \\
 W_t &= \text{berat material} = 12189,5249 \text{ lb} \\
 D &= \text{diameter riding ring} = (D_o + 2) \text{ ft} \quad (\text{Perry, 7th ed., hal 12-60}) \\
 &= 5,7053 \text{ ft} \\
 W &= \text{berat total} = 52331,8216 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 &\frac{4,6038 \times [(4,75 \times 5,5313 \times 6113,2648) + (0,1925 \times 7,5313 \times 42626,7518) + (0,33 \times 42626,7518)]}{100000} \\
 &= 19,8810 \text{ HP} = 20 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

### 6.1.3.3. Perancangan Poros Penyangga dan Roll Supporting

Dalam perancangan ini digunakan 4 buah roll supporting dengan 4 buah poros dengan sudut  $30^\circ$

Berat total = 52331,8216 lb, sehingga tiap penyangga menerima beban vertikal (P) sebesar:

$$P = \frac{W}{a}$$

Dimana:

W = berat total

$$a = L/5 = 26,2464 \text{ ft}$$

$$P = \frac{52331,8216 \text{ lb}}{26,2 \text{ ft}} = 1993,8666 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

Sedangkan beban yang langsung diterima roll suport ( $P_1$ ):

$$P/P_1 = \cos 30^\circ$$

$$P_1 = \frac{1993,8666}{\cos 30^\circ} = 2302,3189 \text{ lb}$$

Direncanakan poros dibuat dari bahan forged or hot-rolled steel (20 % carbon content), maka harga ultimate tensile = 65000 psi

(Hesse, hal 467)

Bagian yang berputar diikat tegak pada poros, sehingga poros ikut berputar bersama roll support.

Untuk menentukan diameter poros, maka berlaku persamaan :

$$D = \sqrt[3]{\frac{5,09}{S} \sqrt{(KT)^2 + (BM)^2}} \quad (\text{Hesse, hal 467})$$

dimana :

D = diameter poros (in)

T = torque = 0 (tidak ada tarikan)

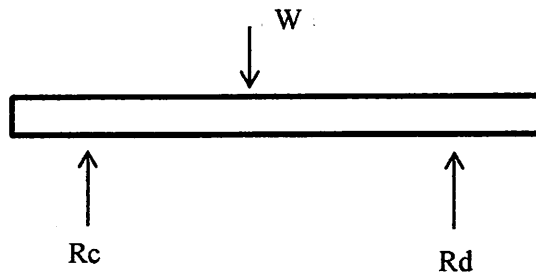
K = faktor kelebihan beban tiba – tiba = 1

M = momen (lbin)

B = faktor momen = 1,5 – 3 , diambil 1,5

S = stress yang diijinkan = 75% × 65000 = 48750 psi

ditetapkan panjang poros = 25 in = 2,0833 ft



$$R_c + R_d = W$$

$$R_c = R_d$$

$$= \frac{W}{2} = \frac{52331,8216}{2} = 26165,9108 \text{ lb}$$

Momen terbesar ada ditengah

$$M = 0,5L \times 0,5W$$

$$M = 0,5 ( 2,0833 \text{ ft} ) \times 0,5 ( 52331,8216 \text{ lb} )$$

$$M = 27256,1571 \text{ lb}$$

Sehingga :

$$D = \sqrt[3]{\frac{5,09}{48750} \sqrt{(1 \times 0)^2 + (1,5 \times 22201,4332)^2}}$$

$$D = 1,4229 \text{ in} = 0,1186 \text{ ft}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh ukuran sebagai berikut :

$$\text{Diameter poros} = 1,4229 \text{ in} = 0,1186 \text{ ft}$$

$$\text{Panjang poros} = 25 \text{ in} = 2,0833 \text{ ft}$$

Bahan konstruksi forged or hot-rolled steel (20% carbon content)

$$\text{Densitas stainless steel} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

(Perry, 7<sup>th</sup> ed., hal 2-119)

$$\text{Berat poros } (W_{\text{Poros}}) = \pi/4 \times D^2 \times L \times \rho$$

Dimana:

$$D = \text{diameter poros} = 1,4229 \text{ in} = 0,1186 \text{ ft}$$

$$L = \text{Panjang poros} = 25 \text{ in} = 2,0833 \text{ ft}$$

$$D = \text{densitas stainless steel} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

maka :

$$\begin{aligned} \text{Berat poros } (W_{\text{Poros}}) &= \pi/4 \times (0,1186)^2 \text{ ft}^2 \times 2,0833 \text{ ft} \times 489 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 11,2499 \text{ lb} \end{aligned}$$

#### a. Menghitung berat roll supporting

Direncanakan :

Bahan : Cast iron

$$\text{Diameter luar } D_o = 5 \text{ in} = 0,4167 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter dalam } D_i = D_o - 2t$$

$$= 5 \text{ in} - 2(3/16) \text{ in}$$

$$= 4,6250 \text{ in} = 0,3854 \text{ ft}$$

$$\text{Lebar roll suport} = \text{lebar riding ring} = 7,9577 \text{ in} = 0,6631 \text{ ft}$$

$$\text{Densitas cast iron} = 450 \text{ lb/ft}^3$$

(Perry, 7<sup>th</sup> ed., hal 2-119)

Maka berat roll support :

$$= \pi/4 \times (D_o^2 - D_i^2) \times b \times \rho$$

$$= \pi/4 \times (0,4167^2 - 0,3854^2) \text{ ft}^2 \times 0,6631 \text{ ft} \times 450 \text{ lb/ft}^3$$

$$= 5,8746 \text{ lb}$$

#### b. Menghitung Bearing dan Housing

Fungsi Bearing atau bantalan adalah menumpu poros dan roll supporting yang berputar.

Direncanakan bearing jenis roll (roller bearing) :

$$\text{Beban yang diterima roll} = 2302,3189 \text{ lb}$$

$$\text{Beban poros} = 11,2499 \text{ lb}$$

$$\text{Beban roll support} = \underline{5,8746 \text{ lb}}$$

$$\text{Total} = 2319,4435 \text{ lb}$$

Digunakan 2 buah bearing, maka setiap bearing menerima beban sebesar :

$$= \frac{2319,4435}{2} = 1159,7217 \text{ lb}$$

Tiap penyangga menahan 1/4 beban total, yaitu :

$$= \frac{1}{4} \times 52331,8216 \text{ lb} = 13082,9554 \text{ lb}$$

- Pemilihan bearing :

Dari Hesse hal 498 didapatkan type cylindrical roller single raw dengan harga yang mendekati :

$$D = 7,25 \text{ in} = 0,1842 \text{ m}$$

$$E = 6,417 \text{ in} = 0,1630 \text{ m}$$

- Pemilihan Housing :

Dari Hesse hal 489 didapatkan type pelumer black (SN-522) dengan harga yang mendekati :

$$D = 4 \text{ in} = 0,1016 \text{ m}$$

$$E = 9,25 \text{ in} = 0,2350 \text{ m}$$

#### 6.1.3.4. Perancangan Sistem Pondasi Tanpa Tulang

Direncanakan :

- Konstruksi dari bahan tanpa penulangan, campuran bahan terdiri dari perbandingan semen portland : kerikil : pasir = 1 : 2 : 3 (Van Demicum Tek. Sipil oleh Ir. Imam S).

- Densitas pondasi beton ( $\rho_{\text{Pondasi}}$ ) = 144 lb/ft<sup>3</sup>  
(Perry, 7<sup>th</sup> ed., hal 2-119)

Untuk itu diadakan perbaikan dengan cara tanah yang sudah digali selanjutnya dilapisi dengan :

- Pasir kasar = 8 in

- Pecahan batu = 6 in

- Kerikil/pasir sampai rata, kemudian disiram dengan air dan dipadatkan.

Sebagai dasar perhitungan disesuaikan dengan pondasi yang tahan terhadap getaran.

Direncanakan bentuk pondasi adalah limas terpancung dengan ukuran :

$$\text{- Luas atas (a)} = 3 \text{ ft} \times 8 \text{ ft} = 24 \text{ ft}^2$$

$$\text{- Luas bawah (b)} = 6 \text{ ft} \times 10 \text{ ft} = 60 \text{ ft}^2$$

$$\text{- Tinggi (t)} = 1 \text{ ft}$$

- Jumlah pondasi = 3 unit yang dianggap sama besar

- Volume pondasi (V) :

$$V_{\text{pondasi}} = \left[ \frac{1}{3} \times t \times (a + b + \sqrt{ab}) \right]$$

$$V_{\text{pondasi}} = \left[ \frac{1}{3} \times 1 \times (24 + 60 + \sqrt{24 \times 60}) \right]$$

$$V_{\text{pondasi}} = 40,6491 \text{ ft}^3$$

$$\text{Berat pondasi} : V_{\text{Pondasi}} \times \rho_{\text{Pondasi}}$$

$$= 40,6491 \text{ ft}^3 \times 144 \text{ lb/ft}^3 = 5853,4719 \text{ lb}$$

- Berat yang diterima tanah (P) :

$$P = \text{Berat pondasi} + \text{Berat bearing}$$

$$= 5853,4719 + 2319,4435$$

$$= 8172,9154 \text{ lb}$$

- Tegangan tanah karena beban ( $\tau$ ) :

$$\tau = \frac{P}{F}$$

(Hesse, hal. 335)

dimana :

$$\tau = \text{Tegangan tanah karena beban} \quad \text{lb/ft}^2$$

$$P = \text{Berat yang diterima tanah} = 8172,9154 \text{ lb}$$

$$F = \text{Luas bawah pondasi} = 60 \text{ ft}^2$$

Maka:

$$\tau = \frac{8172,9154 \text{ lb}}{60 \text{ ft}^2} = 136,2153 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} = 0,0608 \frac{\text{ton}}{\text{ft}^2}$$

$$\text{Untuk 3 pondasi} = 3 \times 0,0608 \text{ ton/ft}^2$$

$$= 0,1824 \text{ ton/ft}^2 < 1 \text{ ton/ft}^2 \quad (\text{memenuhi})$$

- Slope atau sudut pondasi yang diijinkan pada tegangan :

$$\text{Lebar permukaan atas pondasi} = 3 \text{ ft}$$

$$\text{Lebar permukaan bawah pondasi} = 6 \text{ ft}$$

$$d = \frac{a}{57} \times \sqrt{E} \quad (\text{Hesse, hal. 334})$$

$$\tan \theta = \frac{a}{d}$$

(Hesse, hal. 335)

maka :

$$d = \frac{a}{57} \times \sqrt{151,9204} = 0,2162 \text{ a}$$



$$\tan \theta = \frac{a}{0,2162 a} = 4,6245$$

Letak titik kekuatan pondasi terletak pada jarak 2 in di atas permukaan tanah  
(Hesse, hal. 336)

$$\text{Tinggi pondas} = 1 \text{ ft} = 12 \text{ in} - 2 \text{ in} = 10 \text{ in}$$

$$\text{Actual slope} = \tan \theta = \frac{(6 - 3) \cdot 12}{10 \times 2} = 1,80$$

Dari hasil perhitungan di atas, ternyata sudut pondasi memenuhi syarat, dimana  $\tan \theta$  terjadi  $< \tan \theta$  perhitungan.

- Ketahanan pondasi terhadap momen akibat gaya horizontal dan vertikal

$$\text{Beban vertikal (P}_1\text{)} = 2302,3189 \text{ lb}$$

$$\text{Beban horizontal (P}_2\text{)} = 2302,3189 \times \sin 30^\circ = 1151,1594 \text{ lb}$$

- Momen akibat gaya horizontal ( $M_H$ )

$$M_H = P_2 \times h$$

dimana :

$$P_2 = \text{Beban horizontal} = 1151,1594 \text{ lb}$$

$$h = \text{Lebar permukaan bawah pondasi} = 6 \text{ ft} = 72 \text{ in}$$

maka :

$$M_H = 1151,1594 \text{ lb} \times 72 \text{ in} = 82883,48007 \text{ lb.in}$$

- Momen akibat gaya vertikal ( $M_V$ )

$$M_V = \Sigma P \times h$$

dimana :

$$\Sigma P = \text{Beban yang diterima satu bearing} = 1151,1594 / 2$$

$$= 575,57972 \text{ lb}$$

$$h = \text{Lebar permukaan atas pondasi} = 3 \text{ ft} = 36 \text{ in}$$

maka :

$$M_V = 575,5797 \text{ lb} \times 36 \text{ in} = 20720,8700 \text{ lb.in}$$

Jadi ketahanan pondasi terhadap momen akibat gaya vertikal cukup kuat (pondasi tidak akan terangkat), karena momen horizontal  $>$  momen vertikal.

#### 6.1.3.5. Perancangan Isolator

$$Q_t = 2039027,0142 \text{ kcal/jam} \quad (\text{dari neraca panas})$$

$$= 8090859,1925 \text{ btu/jam}$$

$$= 2371188,1035 \text{ W}$$

$$q = \frac{2\pi L(T_1 - T_0)}{\frac{\ln(r_2/r_1)}{k} + \frac{1}{r_2 h_o}} \quad (\text{Geankoplis C. J, 3}^{rd} \text{ ed., hal 232})$$

k = Thermal conductivity : Fire claybrick = 1 W/m.K

$$Q = \frac{2 \times \pi \times L (1473,15 - 573,15) \text{ K}}{\frac{\ln \frac{0,5647 \text{ m}}{0,5599 \text{ m}}}{1 \text{ W/m}} + \frac{1}{0,5647 \text{ m} \times 2000 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}}}$$

$$2371188,1035 \text{ W} = \frac{5654,866776 \times L}{0,009355171}$$

Sehingga, panjang isolator yang dibutuhkan:

$$L = 3,9228 \text{ m}$$

#### Dimensi Alat :

##### a. Silinder (Shell)

Jenis = Silinder horisontal  
 Diameter (Do) = 3,7053 ft = 44,4631 in  
 Panjang (L) = 131,2320 ft = 1574,78 in  
 Tebal (ts) = 3/16 in  
 Kecepatan putar = 6,8726 rpm  
 Sudut Kemiringan = 1,8°  
 Waktu tinggal = 49,3744 menit  
 Tenaga putar = 20 HP  
 Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA-240 Grade M tipe 316  
 Jumlah = 1 unit

##### b. Corong pemasukan (Hopper)

Bentuk = Silinder  
 Diameter luar = 2 ft = 24 in  
 Diameter dalam = 0,5 ft = 6 in  
 Tinggi = 16,5154 ft = 198,185 in  
 Jumlah = 1 unit

##### c. Sudu-sudu (Flight)

Jenis = Flight 72° Lip Flight

Jarak antar sudu = 2,6200 ft  
 Tinggi = 0,3088 ft  
 Jumlah = 1 unit

d. Roda Gigi (Gear)

Jumlah gigi = 189 unit  
 Diameter = 120 in  
 Lebar permukaan = 7,9577 in  
 Kecepatan putar = 19,8416 rpm  
 Bahan konstruksi = Hardened Steel  
 Safe strenght = 58898,66996 lb  
 Pitch line velocity = 126,0000 ft/menit

e. Gigi Penggerak (Pinion)

Jumlah gigi = 38 unit  
 Diameter = 24,1916 in  
 Lebar permukaan = 7,9577 in  
 Bahan konstruksi = Hardened Steel  
 Safe strenght = 51396,1597 lb  
 Pitch line velocity = 125,6637 ft/menit

f. Poros Penyangga

Diameter = 1,4229 in  
 Panjang = 25 in  
 Bahan konstruksi = Forget or hot-roller steel (20% carbon content)  
 Berat poros = 11,2499 lb  
 Jumlah = 4 unit

g. Roll Suporting

Diameter = 5 in  
 Lebar = 7,9577 in  
 Bahan konstruksi = Cast Iron  
 Berat poros = 5,8746 lb  
 Jumlah = 4 unit

h. Bearing

Type = Cylindrical roller single row  
 Diameter = 7,25 in  
 Panjang = 6,4170 in

Jumlah	=	2 unit	
i. Housing			
Type	=	Pelumer Black (SN-522)	
Diameter	=	4 in	
Panjang	=	9,250 in	
Jumlah	=	2 unit	
j. Isolator			
Bahan	=	Fire claybrick	
Panjang	=	3,9228 m	
Jumlah	=	1 unit	
k. Pondasi			
Bentuk	=	Limas Terpancung	
Bahan konstruksi	=	Beton	
Luas atas	=	24 ft <sup>2</sup>	= 3456 in <sup>2</sup>
Luas dasar bawah	=	60 ft <sup>3</sup>	= 8640 in <sup>2</sup>
Tinggi	=	1 ft	= 12 in
Jumlah	=	3 unit	

## **BAB VII**

### **INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA**

Pada pengoperasian pabrik, pemasangan instrumentasi dibutuhkan untuk memperoleh hasil produksi yang optimal. Pemasangan instrumentasi berfungsi sebagai pengontrol jalannya proses produksi pada awal hingga akhir produksi dimana dengan instrumentasi tersebut aktivitas tiap unit dapat tercatat kondisi operasinya, sehingga sesuai dengan kondisi operasi yang dikehendaki serta mampu menunjukkan tanda-tanda apabila terjadi penyimpangan selama proses produksi berlangsung. Sehingga, diperlukan adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan proses dan manajemen tentang keselamatan kerja.

#### **7.1. Instrumentasi**

Instrumentasi yang digunakan dalam pengendalian proses suatu pabrik industri dapat berupa alat penunjuk atau indikator, suatu perekam, atau pengontrol (*controller*). Pengendalian proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun pada beberapa unit pabrik yang benar-benar diperlukan secara cermat dan akurat.

Instrumentasi yang ada dipasaran dapat dibedakan dari jenis pengoperasian alat instrumentasi tersebut, yaitu alat instrumentasi manual atau otomatis. Pada dasarnya alat-alat kontrol yang otomatis lebih disukai karena pengontrolannya tidak terlalu sulit, kontinyu dan waktu proses yang efisien dan efektif, sehingga kebutuhan tenaga kerja dapat diminimalisasikan. Pada Pra Rencana Pabrik Kalsium Karbonat ini instrumen yang digunakan secara manual ataupun otomatis tergantung dari faktor teknis dan faktor ekonomis. Dengan adanya instrumen ini diharapkan :

- a. Kondisi operasi suatu peralatan tetap terjaga pada kondisi yang aman dan sesuai.
- b. Laju produksi berjalan sesuai dengan batas-batas rencana yang telah dibuat.
- c. Membantu mempermudah pengoperasian alat.
- d. Lebih menjamin keselamatan dan efisiensi kerja serta peralatan sehingga biaya produksi rendah. (*Coulson and richardson's, 1994*)

Instrumentasi dipasang untuk mengendalikan variabel-variabel proses yang dilakukan. Menurut cara kerjanya instrumentasi dibagi menjadi:

- **Alat-alat otomatis**

Alat ini merupakan instrumen yang digunakan hanya sebagai petunjuk dan pencatat saja.

- **Alat-alat manual**

Alat ini merupakan instrument yang secara otomatis digunakan sebagai pengontrol.

Pada Pra Rencana Pabrik Kalsium Karbonat ini, instrument yang digunakan antara lain:

1. **Temperatur Controller (TC)**

Instrumen yang berfungsi untuk mengatur temperatur agar beroperasi pada temperatur konstan.

2. **Flow Controller (FC)**

Instumen ini berfungsi untuk mengendalikan laju air fluida melalui perpipaan, sehingga aliran yang masuk ke peralatan proses tetap konstan.

3. **Pressure Controller (PC)**

Instrumen ini dipasang pada peralatan untuk mengatur tekanan agar beroperasi pada tekanan konstan.

4. **Weight Controller (WC)**

Instrumen ini dipasang pada peralatan untuk mengatur jumlah bahan padat yang harus ditambahkan pada suatu alat proses.

*(Coulson and richardson 's.1994).*

Pemasangan alat kontrol pada pada masing-masing peralatan proses terlihat pada tabel 7.1.

Tabel 7.1. Tabel Pemasangan alat kontrol pada Pra Rencana Pabrik Kalsium Karbonat

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumen
1.	Rotary Kiln	B-110	TC
2.	Rotary Cooler	B-120	TC
3.	Slaker	R-130	FC
4.	Reaktor	R-140	TC, FC, PC
5.	Pengemasan Produk	P-154	WC

## 7.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja pada perencanaan suatu pabrik merupakan faktor yang sangat penting karena produktivitas suatu perusahaan salah satunya sangat bergantung pada peran yang dilakukan oleh tenaga kerjanya. Kemampuan tenaga kerja untuk melakukan produksi memerlukan dukungan dan jaminan keselamatan dalam melakukan pekerjaannya. Pada kondisi lingkungan kerja yang sehat, proses kerja yang aman dan hubungan kerja yang damai, maka tenaga kerja dapat mengerjakan tugas dan tanggung jawab dengan kemampuan terbaiknya, sehingga hal tersebut merupakan kebutuhan perusahaan yang memerlukan perhatian khusus.

Kejadian kecelakaan kerja baik terjadi pada tenaga kerja maupun pada peralatan kerja merugikan perusahaan karena dapat menurunkan produksi dan menjadi beban ekonomi yang mungkin tidak sedikit bagi perusahaan. Dengan demikian pada Pra Rencana Pabrik Kalsium Karbonat ini diberikan pengaman bagi peralatan yang berbahaya bagi pekerjaannya, melindungi tenaga kerja dan menggunakan bahan baku yang aman serta proses kerja yang ergonomis.

Keselamatan kerja umumnya memiliki tujuan diantaranya:

- Memberikan batasan terhadap efisiensi kerja alat. Kerusakan alat dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja.
- Mengidentifikasi dan menanggulangi suatu bahaya yang terjadi.
- Mengontrol adanya bahaya saat proses dan mengendalikan variabel yang mempengaruhi proses.
- Mengontrol adanya bahaya untuk pengamanan.

*(Coulson and richardson's.1994)*

Secara umum ada 4 macam bahaya yang biasa terjadi didalam pabrik/industri, yaitu

1. Bahaya kebakaran.
2. Bahaya mekanik.
3. Bahaya terhadap kesehatan

### 7.2.1 Bahaya Kebakaran

Bahaya kebakaran merupakan hal yang sangat membutuhkan perhatian, sehingga diperlukan pengamanan yang sebaik mungkin. Beberapa cara mencegah bahaya kebakaran antara lain:

- Menempatkan alat-alat utilitas yang cukup jauh dari power plant, tetapi praktis dari unit operasi.
- Bangunan seperti workshop, laboratorium, kantor sebaiknya diletakan berdekatan dengan unit operasi.
- Bila terpaksa antara unit yang satu dengan unit yang lain dipisahkan dengan dinding beton agar dapat dihindarkan dari pengaruh kebakaran dari satu unit ke unit lainnya.
- Dinding beton (fireball) sebaiknya dibuat disekitar semua storage tank yang berisi bahan-bahan yang mudah terbakar.
- Pemasangan isolasi pada seluruh kabel-kabel transmisi yang ada.
- Penyediaan alat pemadam kebakaran disetiap bagian pabrik untuk mencegah sementara merembetnya kebakaran menjalar ke bagian yang lain.
- Menyediakan unit operasi pemadam kebakaran yang dilengkapi dengan alat-alat penanggulangan kebakaran yang lengkap.
- Apabila terjadi kebakaran, api harus dilokalisir dan diusahakan dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana cara mengatasinya dan dengan segera menghubungi unit pemadam kebakaran setempat.

### **7.2.2 Bahaya Mekanik**

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh:

#### **1. Bangunan Pabrik**

Bangunan pabrik meliputi gedung maupun unit peralatan, hal yang perlu diperhatikan yaitu konstruksi bangunan pabrik.

#### **2. Ventilasi**

Pada ruang proses produksi maupun ruang lainnya, pertukaran udara diusahakan dengan baik sehingga dapat memberikan kesegaran kepada karyawan serta dapat menghindar gangguan terhadap pernafasan. Dengan demikian dapat diharapkan efisiensi kerja meningkat.

#### **3. Alat-alat bergerak**



Pada peralatan yang bergerak sebaiknya diberi tempat tertutup (batas) dan diberi jarak yang cukup antara masing-masing peralatan sehingga mempermudah penanganannya dan perbaikannya ditinjau dari segi keamanannya.

#### 4. Perpipaan

Pada perpipaan yang perlu diperhatikan, antara lain:

- Jalur proses yang terletak diatas permukaan tanah lebih baik daripada yang diletakan dibawah tanah karena hal ini dapat menimbulkan bahaya apabila terjadi kebocoran dan sulit untuk mengetahui letak kebocoran.
- *Fire stop* dan *drain* harus dipasang pada jarak yang telah diatur.
- Pengaturan dari perpipaan dan *valve* penting untuk pengamanan operasi. Bila terjadi kebocoran pada *check valve* sebaiknya diatasi dengan pemasangan *block valve* disamping *check valve*.
- Sebelum pipa-pipa dipasang sebaiknya dilakukan tes hidrostatik yang bertujuan mencegah terjadinya stress yang berlebihan pada bagian-bagian tertentu atau pada bagian pondasi.

### 7.2.3 Bahaya Terhadap Kesehatan

Para karyawan terutama operator perlu diberi bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan jiwanya maupun orang lain. Dengan disiplin dan kesadaran khususnya operator maka dapat tercipta etos kerja yang tinggi dan aman, sehingga dapat mengurangi kecelakaan kerja bahkan tanpa adanya kecelakaan kerja. Untuk itu pengetahuan akan bahaya masing-masing alat dan bahan sangatlah penting untuk diketahui oleh semua karyawan. Karyawan diwajibkan menggunakan pelindung diri seperti topi pengaman, sepatu, sarung tangan dan masker. Adapun penggunaan alat pelindung pra rencana pabrik Kalsium Karbonat terdapat pada tabel dibawah ini:

Tabel 7.2. Tabel penggunaan alat pelindung pra rencana pabrik Kalsium Karbonat

No.	Alat Pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Gudang, Bagian proses, Gudang bahan baku/produk, Laboratorium
2.	Helm pengaman	Gudang, Bagian proses, Gudang bahan baku/produk

3.	Sarung tangan	Gudang, Bagian proses, Gudang bahan baku/produk, Laboratorium
4.	Sepatu karet	Gudang, Bagian proses, Gudang bahan baku/produk
5.	Isolasi panas	Reaktor, Perpipan, Rotary Kiln
6.	Pemadam kebakaran	Semua unit
7.	P3K	Kantor, Gudang, Bagian proses, Gudang bahan baku/produk, Laboratorium
8.	Jas laboratorium	Laboratorium
9.	Pagar Pelindung	Alat transportasi ( Screw Conveyor dan Belt Conveyor )



## **BAB VIII**

### **UTILITAS**

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya suatu proses produksi pada industri kimia, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat dicapai. Unit utilitas yang diperlukan pada pra-rencana Pabrik Kalsium Karbonat antara lain:

- Air yang berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan pabrik
- Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler dan generator.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 3 unit, yaitu :

1. Unit pengolahan air (*Water Treatment*)
  - Air proses
  - Air pendingin
  - Air umpan boiler (penghasil steam)
  - Air sanitasi
2. Unit penyediaan tenaga listrik
3. Unit penyediaan bahan bakar

#### **8.1. Unit Pengolahan Air (*Water Treatment*)**

Untuk memenuhi kebutuhan air pada pabrik, direncanakan menggunakan air sungai. Pengambilan air sungai ditampung dalam bak penampung air sungai, untuk selanjutnya dilakukan pengolahan agar bisa dipakai sebagai air sanitasi. Sedangkan untuk air proses, air pendingin dan air umpan Boiler akan diolah lebih lanjut sesuai kebutuhan masing-masing.

### **8.1.1. Air Proses**

Air proses yang digunakan pada pra-rencana Pabrik Kalsium Karbonat sebesar 2717524,7627 kg/jam yang digunakan pada Slaker (R-130), Rotary Vacum Filter I (H-143A) dan Rotary Vacum Filter II (H-143B).

### **8.1.2. Air Pendingin**

Berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Menggunakan air sebagai media pendingin ini disebabkan karena :

- air merupakan materi yang mudah didapat
- mudah dikendalikan dan dikerjakan
- dapat menyerap panas
- tidak mudah menyusut karena pendinginan
- tidak mudah terkondensasi

Selain sebagai media pendingin, air harus memenuhi persyaratan tertentu, yaitu tidak mengandung :

- besi penyebab korosi
- silika penyebab kerak
- minyak penyebab menurunnya efisiensi heat transfer yang merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan.

Air pendingin pada pra-rencana Pabrik Kalsium Karbonat sebesar 392549,2169 kg/jam yang digunakan pada Slaker (R-130).

### **8.1.3. Air umpan boiler**

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam total pada Pabrik Kalsium Karbonat sebesar 7026,7672 kg/jam. Air umpan boiler disediakan dengan excess 20 % sebagai pengganti steam yang hilang yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 5 % dan faktor keamanan 10 %. Kebutuhan air umpan boiler sebanyak 9275,3327 kg/jam. Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler adalah :

- Kadar zat terlarut (soluble matter) yang tinggi
- Zat padat terlarut (suspended solid)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organik (organic matter)

- Silica, sulfat, asam bebas dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

Busa disebabkan oleh adanya solid matter, suspended matter dan kebasaaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa :

- Kesulitan pembacaan tinggi liquida dalam boiler
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan Lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

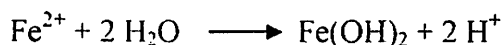
b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

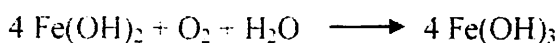
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

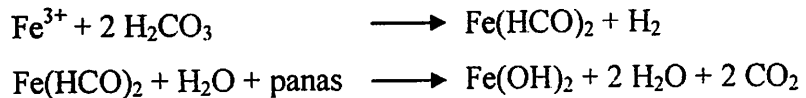
Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ , yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :



Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya  $CO_2$ , karena pemanasan dan adanya tekanan.  $CO_2$  yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini menjadi  $CO_2$  lagi. Reaksi yang terjadi :



Air untuk keperluan ini harus memenuhi spesifikasi tertentu agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari *Perry's 6<sup>th</sup> ed, hal. 976*, didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

- Total padatan (total dissolved solid)  $\leq$  3500 ppm
- Alkalinitas  $\leq$  700 ppm
- Padatan terlarut  $\leq$  300 ppm
- Silika = 60 – 100 ppm
- Besi  $\leq$  0,1 ppm
- Tembaga  $\leq$  0,5 ppm
- Oksigen  $\leq$  0,007 ppm
- Kesadahan  $\leq$  0
- Kekeruhan  $\leq$  175 ppm
- Minyak  $\leq$  7 ppm
- Residu fosfat  $\leq$  140 ppm

Untuk memenuhi persyaratan dan spesifikasi diatas, serta untuk mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah lagi terlebih dahulu melalui .

1. Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu
2. Deaerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut.

#### 8.1.4. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain. Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut :

- a. Syarat fisik
  - Berada di bawah suhu udara
  - Warnanya jernih
  - pH netral
  - Tidak berbusa
  - Kekeruhan kurang dari 1 ppm  $\text{SiO}_2$
  - Tidak berasa

- Tidak berbau
- b. Syarat kimia
  - Tidak mengandung logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg
  - Tidak mengandung zat-zat kimia beracun
- c. Syarat mikrobiologis  
Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisik air

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Kalsium Karbonat yaitu :

1. Untuk kebutuhan karyawan  
Menurut standar WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 120 L/hari/orang
2. Untuk laboratorium dan taman.  
Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan laboratorium adalah sebesar 50% dari kebutuhan karyawan.
3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air.  
Air sanitasi untuk pemadam kebakaran dan air cadangan direncanakan sebesar 40% dari kebutuhan air untuk karyawan, laboratorium dan taman.

Total kebutuhan air sanitasi untuk pra-rencana Pabrik Kalsium Karbonat sebesar 2164,1105 kg/jam.

### **Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air**

Air sungai digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi.

Proses pengolahan air sungai tersebut adalah sebagai berikut:

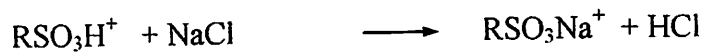
Air dari sungai dipompa dengan pompa (L-211) menuju bak sedimentasi (F-212) untuk menghilangkan lumpur-lumpur yang terikut. Kemudian dipompa (L-213) menuju bak skimmer (F-214) yang berfungsi untuk membersihkan kotoran-kotoran yang terapung dalam air sungai. Dari bak skimmer air dipompa (L-215) menuju tangki clarifier (F-216), disini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan alum sebagai zat koagulan dan diadakan pengadukan dengan kecepatan yang cepat dan lambat agar terbentuk flok dan mengendap. Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier, kemudian air dialirkan menuju ke sand filter (F-217) untuk

menyaring kotoran-kotoran yang masih tersisa. Dari sand filter air masuk ke bak air bersih (F-218) dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu :

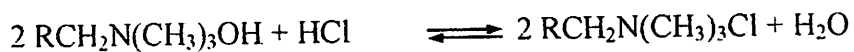
**a. Pengolahan air proses**

Pelunakan air proses yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B). Resin yang digunakan adalah  $\text{RSO}_3\text{H}^+$  dan  $\text{RCH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{OH}$ .

Pompa air bersih (L-219) memompakan air dari bak air bersih (F-218) dan dipisahkan menjadi 3 aliran (air proses dan umpan boiler, air pendingin, air sanitasi). Untuk aliran yang pertama (air proses dan umpan boiler) dialirkan menuju kation exchanger (D-210A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :



Ion  $\text{Na}^+$  dalam senyawa  $\text{NaCl}$  sebagai influent ditukar oleh gugus aktif resin kation ( $\text{H}^+$ ). Ion  $\text{H}^+$  bertemu dengan ion  $\text{Cl}^-$  membentuk  $\text{HCl}$  sehingga air akan bersifat asam. Proses dalam resin kation disebut proses pemisahan garam mineral. Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang dipakai dalam anion exchanger adalah  $\text{RCH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{OH}$ . Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :



Penukaran ion di kolom penukar anion dimana ion  $\text{Cl}^-$  pada  $\text{HCl}$  akan ditukar dengan ion  $\text{OH}^-$  pada gugus aktif resin membentuk  $\text{H}_2\text{O}$  dimana proses ini disebut dengan proses penukaran dan netralisasi. ([www.purewatercare.com](http://www.purewatercare.com)).

Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dengan pemeriksaan kesadahan air proses dan umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi kation exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  atau  $\text{NaOH}$ . Setelah keluar dari demineralisasi, air proses dan umpan boiler telah terbebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan air proses dan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak



(F-221). Pompa air lunak (L-222) memompakan air dari bak air lunak dan dipisahkan menjadi 2 aliran (air proses, air umpan boiler), aliran yang pertama (air proses) langsung dialirkan ke peralatan proses. Untuk aliran yang kedua (air umpan boiler) harus dilakukan treatment lanjutan.

**b. Pengolahan air pendingin**

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, aliran kedua dari pompa air bersih (L-219) mengalirkan air pendingin dari bak air bersih (F-218) ke bak air pendingin (F-231) kemudian didistribusikan ke peralatan dengan pompa (L-232). Setelah digunakan, air direcycle ke cooling tower (P-230) dan selanjutnya dari cooling tower, air direcycle ke bak air pendingin kembali.

**c. Pengolahan air umpan boiler**

Untuk kebutuhan air umpan boiler dipakai air dari bak air lunak (F-221) yang melalui treatment lanjutan. Air lunak tersebut dipompakan oleh pompa air lunak (L-222) ke deaerator (D-223) untuk menghilangkan gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air ditampung dalam bak Boiler Feed Water (F-224), kemudian diumpankan ke boiler (Q-220) dengan pompa ke boiler (L-225). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan direcycle.

**d. Pengolahan air sanitasi**

Air dari bak air bersih (F-218) dialirkan oleh pompa air bersih (L-219) menuju bak klorinasi (F-233) dan ditambahkan desinfektan klor ( $\text{Cl}_2$ ) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung kedalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-235) dengan menggunakan pompa (L-234) dan siap digunakan sebagai air sanitasi.

## **8.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik**

Listrik yang dibutuhkan pada pra-rencana Pabrik Kalsium Karbonat meliputi:

- Peralatan proses Industri dan kebutuhan air = 2351,7887 kW
- Listrik untuk penerangan = 2608,0131 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila suplai listrik dari PLN mati, maka digunakan satu

generator AC bertenaga diesel dengan power 6654 kV.A, satu buah generator tambahan digunakan sebagai cadangan.

### 8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 20878,6610 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah diesel oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Harganya relatif murah
- Mudah didapat
- Viscositasnya relatif lebih rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Heating valuenya relatif tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Dari tabel 9.9 dan fig. 9-9, Perry 6<sup>th</sup> ed, spesifikasi bahan bakar didapat :

- Flash point = 38°C (100 °F)
- Pour point = -6°C (21,2 °F)
- Densitas = 55 lb/ft<sup>3</sup>
- Heating value = 19000 Btu/lb

### Pengolahan Limbah

Pada pra-rencana Pabrik Kalsium Karbonat ini memiliki kepedulian terhadap lingkungan disekitarnya. Bentuk kepedulian tersebut antara lain diwujudkan melalui pemantauan analisa mengenai dampak lingkungan, menyusun rencana pengolahan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan.

Limbah yang dihasilkan dari pabrik Kalsium Karbonat adalah :

Limbah Gas.

Limbah gas yang dihasilkan berasal dari pembakaran bahan bakar yang digunakan pada unit utilitas. Untuk mengatasinya, asap yang dihasilkan dilewatkan melalui sebuah cerobong yang cukup tinggi dan disemprot dengan air untuk menangkap abu dan gas yang berbahaya, sehingga tidak mengganggu lingkungan dan masyarakat sekitarnya.

Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan berupa cairan. Untuk penanganannya menggunakan beberapa tahap :

a. Pengolahan Pendahuluan (Pre Treatment)

Pada proses ini dilakukan pengambilan benda-benda terapung.

b. Pengolahan Pertama (Primery Treatment)

Pada tahap pengolahan ini bertujuan untuk mengendapkan padatan-padatan dan zat-zat yang terlarut yang tidak dapat mengendap secara grafitasi, dengan menambahkan zat kimia tertentu sebagai flokulan dan koagulan.

c. Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)

Pengolahan kedua menggunakan proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada didalamnya. Pada tahap ini juga dilakukan aerasi yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair tersebut. Proses aerasi ini dilakukan hingga didapatkan nilai BOD, COD, dan DO yang memenuhi standard yang telah ditetapkan pemerintah.

d. Pengolahan Ketiga (Teriary Treatment)

Pengolahan ketiga dilakukan untuk menetralkan pH limbah cair dan membunuh bakteri dengan cara menambahkan zat penetral dan desinfektan ke dalamnya. Dalam proses ini juga digunakan karbon aktif dan ion exchanger untuk menyerap ion-ion yang terlarut dalam limbah.

## **BAB IX**

### **LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK**

#### **9.1. Lokasi Pabrik**

Dalam perencanaan suatu pabrik, penentuan lokasi merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik dan sangat berpengaruh pada kelangsungan hidup pabrik yang akan didirikan. Selain itu, pemilihan dan penentuan tata letak komponen-komponen dan fasilitas pabrik juga menentukan efisiensi dari proses produksi yang akan dilakukan.

Penentuan tata letak dan lokasi pabrik juga dapat membantu memperkirakan biaya seakurat mungkin sebelum mendirikan pabrik maupun desain secara terperinci dimasa yang akan datang yaitu meliputi desain sistem perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan serta kelistrikan maupun utilitas.

Oleh karena itu, perlu diadakan seleksi dan evaluasi sehingga lokasi pabrik benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala aspek. Adapun faktor-faktor yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dapat digolongkan menjadi dua yaitu faktor utama dan khusus, antara lain :

##### **9.1.1. Faktor Utama**

Faktor utama meliputi :

###### **a. Bahan Baku**

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku;

- Letak sumber bahan baku.
- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber bahan baku tersebut dapat diandalkan pengadaannya.
- Kualitas bahan baku yang sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan.

###### **b. Pemasaran**

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia dikarenakan berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah :

- Tempat produk yang akan dipasarkan

- Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang.
- Pengaruh persaingan yang ada.
- Jarak pemasaran dari lokasi dan sarana pengangkutan untuk daerah pemasaran

### **c. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar**

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan penting terutama sebagai motor penggerak selain penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya. Hal-hal yang harus diperhatikan :

- Ada tidaknya jumlah tenaga listrik yang tersedia didaerah tersebut.
- Harga tenaga listrik di daerah tersebut.
- Persediaan tenaga listrik dan bahan bakar dimasa yang akan datang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

Agar produksi dari pabrik ini tidak bergantung pada supply listrik dari PLN dan untuk menghemat biaya, maka didirikan unit-unit pembangkit listrik sendiri, sehingga PLN digunakan apabila pabrik tidak beroperasi dan jika generator mengalami kerusakan. Dengan demikian, pabrik diharapkan dapat berjalan dengan lancar.

### **d. Persediaan Air**

Air merupakan bagian penting dalam suatu Industri. Dalam hal ini air digunakan sebagai sanitasi, pencegahan bahaya kebakaran, media pendingin, steam serta untuk air proses. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Berapa jauh sumber air dapat dijangkau dari pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air yang diperlukan oleh pabrik.

Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu air kawasan, air sungai dan air dari PDAM. Air sungai diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan dan digunakan untuk keperluan pabrik, sarana dan prasarana. Sedangkan air kawasan dan air PDAM hanya bersifat cadangan.

### **e. Keadaan geografis dan iklim**

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- Keadaan alam yang akan mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksi bangunan.
- Kelembaban dan temperatur udara
- Adanya badai, angin topan dan gempa bumi
- Kemungkinan untuk perluasan di masa mendatang

Keadaan iklim dan cuaca di daerah lokasi pabrik pada umumnya baik, tidak terjadi angin ribut, gempa bumi maupun banjir.

### 9.1.2. Faktor Khusus

#### a. Transportasi

Salah satu faktor khusus yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pabrik adalah faktor transportasi, baik untuk bahan baku maupun untuk produk-produk yang dihasilkan. Oleh karena itu perlu diperhatikan faktor-faktor sebagai berikut:

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor.
- Jalur kereta api.
- Adanya pelabuhan laut.

Masalah transportasi tidak mengalami kesulitan karena tersedianya sarana perhubungan yang baik. Fasilitas pengangkutan darat dapat dipenuhi dengan adanya jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan yang bermuatan berat dan fasilitas pengangkutan laut dapat dipenuhi dengan tersedianya pelabuhan di Tuban.

#### b. Pembuangan Limbah

Buangan pabrik dan pembuangan limbah merupakan salah satu faktor yang harus diperhitungkan, sebab apabila buangan pabrik (*waste disposal*) memiliki sifat berbahaya bagi kehidupan disekitarnya maka harus diolah terlebih dahulu. Beberapa hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

- Cara menentukan bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- Masalah polusi atau efek samping dari polusi yang mungkin timbul.

Untuk pembuangan limbah industri harus memperhatikan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair maupun padatan dengan memperhatikan ketentuan dari pemerintah maupun peraturan-

peraturan yang telah disepakati oleh dunia internasional, khususnya menyangkut ISO 14001 (*Environmental Protection*).

Dalam hal ini, buangan pabrik tidak menimbulkan persoalan yang penting karena pabrik ini tidak membuang sisa-sisa proses produksi yang mengandung bahan yang berbahaya karena air buangan pabrik telah mengalami pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan penerima air buangan.

### **c. Tenaga Kerja**

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kasar atau tenaga ahli perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran perusahaan. Tingkat pendidikan dari masyarakat dan tenaga kerja juga mendukung pendirian pabrik ini. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah :

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang tersedia.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.
- Karakteristik dari lokasi.

Umumnya tenaga kerja dapat mudah dipenuhi dari daerah sekitar lokasi pabrik dengan upah buruh sesuai UMK daerah dan hal ini merupakan langkah positif untuk mengurangi angka pengangguran.

### **d. Undang-undang dan peraturan**

Undang-undang dan peraturan yang perlu diperhatikan antara lain:

- ketentuan tentang daerah industri
- ketentuan tentang penggunaan jalan umum yang ada
- ketentuan umum lain bagi industri di daerah lokasi pabrik

### **e. Perpajakan dan asuransi**

Hal-hal yang harus diperhatikan :

- macam pajak dan sistem yang berlaku, misalnya pajak kekayaan, pajak penghasilan, pajak persero dan peraturan yang berhubungan dengan perpajakan.
- asuransi peralatan, asuransi jiwa, asuransi kecelakaan kerja dan lain-lain.

### **f. Karakteristik dari lokasi**

Struktur tanah cukup baik dan juga daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik dan pondasi jalan. Lokasi pabrik bebas sawah dan rawa.

### **g. Faktor lingkungan sekitar pabrik**

Menurut pengamatan, tidak ada pertentangan dari penduduk sekitarnya dalam pendirian pabrik baru. Selain itu fasilitas perumahan, pendidikan, kesehatan dan tempat peribadatan sudah tersedia di daerah tersebut.

## **9.2. Pemilihan Lokasi**

Berdasarkan faktor – faktor di atas, maka pabrik kalsium karbonat ini direncanakan didirikan di Desa Rengel Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban. Pemilihan lokasi ini didasari oleh beberapa faktor yaitu :

### **1. Letak sumber bahan baku**

Batu kapur di lokasi ini memiliki deposit yang cukup besar dan memiliki kandungan kalsium karbonat yang tinggi sehingga sesuai untuk pembuatan produk kalsium karbonat. Bahan baku disuplai oleh perusahaan penambang lokal yang memiliki Izin Usaha Pertambangan (IUP) dalam bentuk kerjasama sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 7 Tahun 2012 Tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Mineral (“Permen ESDM tentang Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Mineral”).

### **2. Sarana pemasaran**

Produk kalsium karbonat ini rencananya akan dipasarkan ke beberapa industri lokal dan internasional khususnya untuk industri adesif dan sealants, pakan ternak, gelas dan keramik, cat dan pelapis serta kertas.

### **3. Sarana utilitas yang memadai**

Air untuk pabrik kalsium karbonat ini akan disuplai dari aliran Sungai Bengawan Solo yang mengalir melewati daerah ini dan air dari PDAM. Kebutuhan listrik disuplai oleh PT PLN dan generator. Bahan bakar diperoleh dari PT Pertamina.

### **4. Tersedianya Sarana Pengangkutan**

Di Tuban sudah ada sarana transportasi seperti pelabuhan maupun jalan raya sehingga sarana transportasi bahan baku dan produk akan lebih terjamin.

### **5. Tenaga Kerja**

Kebutuhan tenaga kerja baik buruh maupun tenaga ahli dapat diperoleh di daerah ini.



Tabel 9.1. Pemilihan Lokasi dengan Nilai Tertinggi

No	Faktor	Bobot Maks	Tulungagung	Gresik	Tuban
1.	Supply bahan baku	100	80	70	95
2.	Pemasaran	100	65	85	70
3.	Listrik dan bahan bakar	120	120	120	120
4.	Kebutuhan air	120	90	80	100
5.	Iklim	60	50	50	50
6.	Transportasi	90	70	85	80
7.	Buangan Pabrik	70	65	60	70
8.	Tenaga Kerja	100	90	90	90
9.	Perundang-undangan	50	40	40	40
10.	Pajak	40	40	40	40
11.	Karakteristik tempat	30	20	30	25
12.	Bahaya Kebakaran	30	30	30	30
<b>Jumlah</b>		<b>910</b>	<b>760</b>	<b>780</b>	<b>810</b>



Gambar 9.2 Peta Lokasi Pabrik Kalsium Karbonat

### 9.3. Tata Letak Pabrik

Pembuatan tata letak pabrik merupakan faktor penentuan apakah proses suatu pabrik dapat berjalan dengan lancar atau tidak. Dalam penentuan tata letak pabrik harus diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan:

- Konstruksi yang ekonomis

- Sistem operasi yang baik
- Pemeliharaan yang efisien
- Pengaturan peralatan dan bangunan yang fungsional
- Suasana pabrik yang dapat menimbulkan kegairahan kerja dan menjamin keselamatan kerja yang tinggi bagi karyawan.

Untuk mendapatkan tata letak pabrik yang optimum harus dipertimbangkan beberapa faktor yaitu:

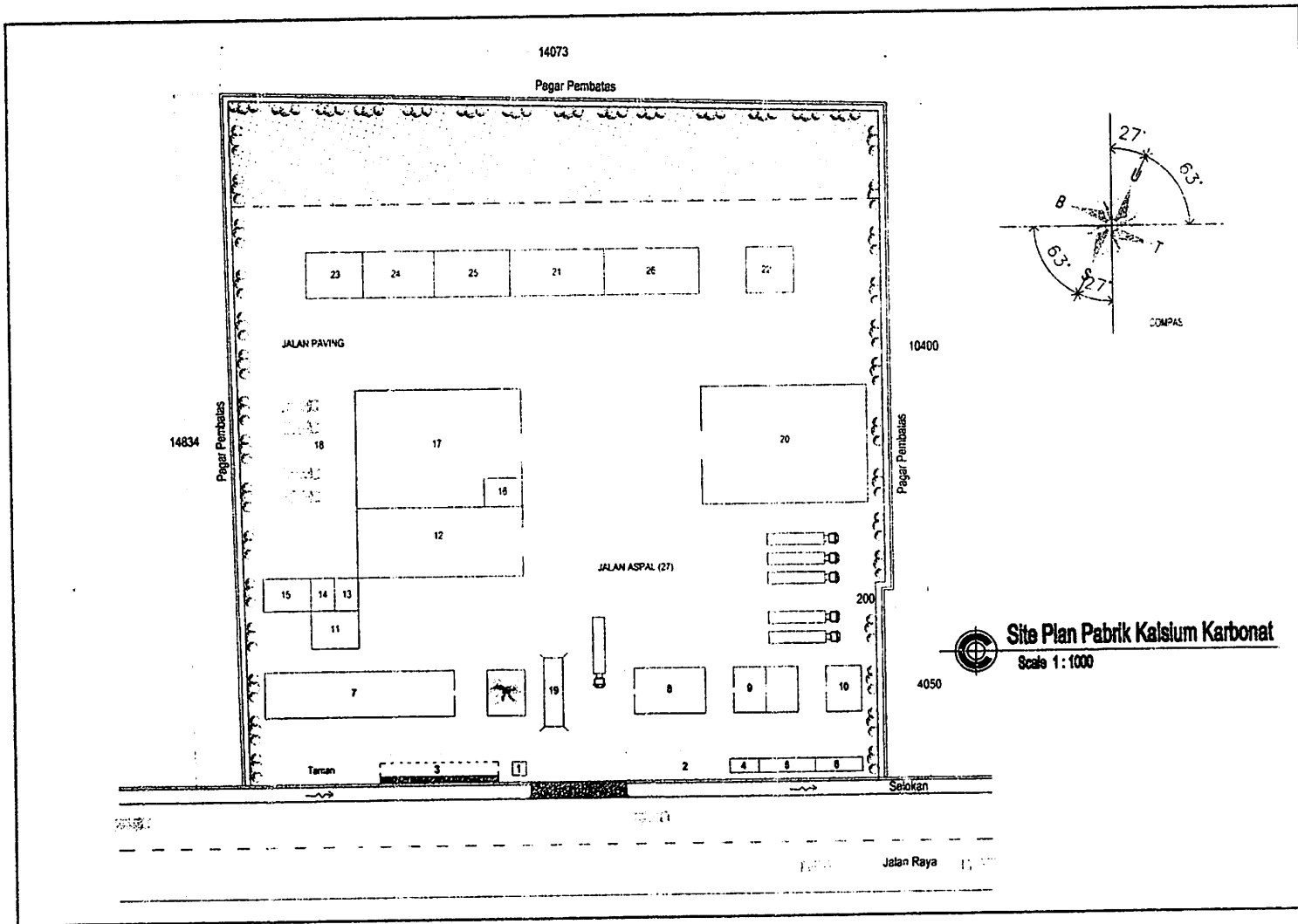
- Apakah pabrik terletak pada lokasi yang baru atau merupakan penambahan pabrik yang telah ada.
- Tersedianya tanah atau lokasi untuk perluasan pabrik di masa – masa yang akan datang.
- Tiap-tiap alat diberikan ruang yang cukup luas agar memudahkan pemeliharaan.
- Setiap alat disusun berurutan menurut masing-masing sehingga tidak menyulitkan aliran proses.
- Memperhatikan faktor keamanan dan keselamatan kerja misalnya untuk daerah yang mudah menimbulkan kebakaran ditempatkan alat pencegah kebakaran.
- Alat kontrol ditempatkan pada posisi yang mudah diawasi oleh operator.
- Memperhatikan pembuangan hasil-hasil produksi.

### **9.3.1 Tata ruang pabrik (master pilot plant)**

Dalam master pilot plant ini hanya menunjukkan lokasi dari tiap-tiap unit proses, jalan, dan bangunan dimana lokasi tersebut ditunjukkan dengan petak-petak, dipisahkan satu sama lainnya, sedangkan alat-alat yang tidak ada tidak ditunjukkan. Beberapa hal khusus yang perlu diperhatikan dalam pengaturan tata ruang pabrik Kalsium Karbonat adalah :

- Adanya ruangan yang cukup untuk pergerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Bentuk dari kerangka bangunan, pondasi, dinding serta atap.
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan steam, air, listrik, dan lain sebagainya.
- Kemungkinan perluasan di masa datang.

- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti kebakaran, ledakan, timbulnya gas-gas dan lain sebagainya.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik.
- Penegangan ruangan.



Gambar 9.3. Site Plan Kalisum Karbonat

Keterangan Gambar :

1. Pos keamanan
2. Parkir kendaraan karyawan dan tamu
3. Parkir kendaraan direksi dan staff
4. Dapur
5. Kantin
6. Koperasi
7. Kantor pusat
8. Gedung serbaguna (aula)
9. Perpustakaan dan Poliklinik
10. Musholla
11. Laboratorium dan Kantor Penelitian dan Pengembangan (R & D)
12. Gudang produk
13. Pemadam kebakaran
14. Bengkel
15. Garasi
16. Ruang control
17. Area Proses
18. Parkir truk
19. Jembatan timbang
20. Gudang bahan baku
21. Kantor manager teknik dan produksi
22. Bahan bakar
23. Generator
24. Boiler
25. Utilitas
26. Dept. Produksi dan Dept. Teknik
27. Area perluasan pabrik

## **b. Tata Letak Peralatan Proses (Process Layout)**

Dalam perencanaan *process layout* ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

### 1. Aliran bahan baku dan produk.

Pengaturan aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Pemasangan elevasi perlu memperhatikan ketinggian. Biasanya pipa atau elevator dipasang pada ketinggian minimal 3 meter agar tidak mengganggu lalu lintas karyawan.

### 2. Aliran udara.

Aliran udara di sekitar area proses harus lancar agar tidak terjadi stagnasi udara pada tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia berbahaya sehingga mengancam keselamatan pekerja.

### 3. Pencahayaan.

Penerangan seluruh area pabrik terutama daerah proses harus memadai apalagi pada tempat-tempat yang prosesnya berbahaya sangat membutuhkan penerangan khusus.

### 4. Lalu lintas manusia.

Dalam perencanaan *process layout* perlu memperhatikan ruang gerak pekerja agar dapat mencapai seluruh alat proses dengan mudah dan cepat sehingga penanganan khusus seperti kerusakan alat (*trouble shooting*) dapat segera teratasi.

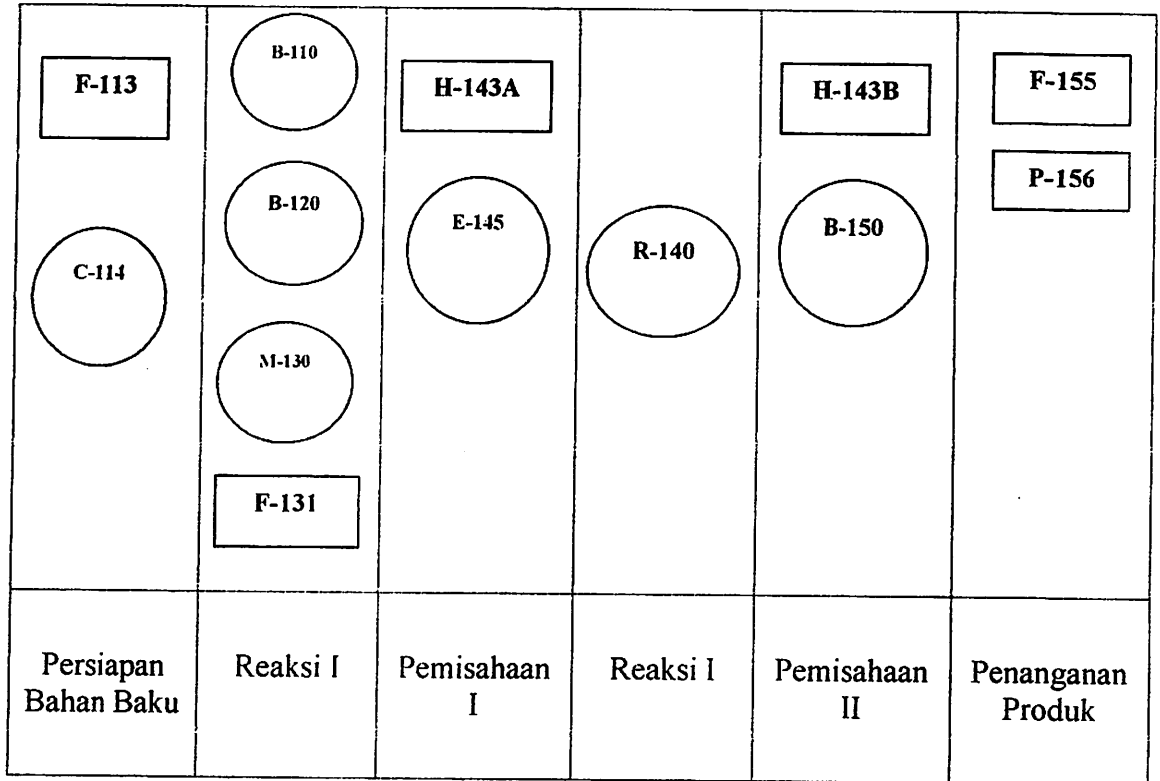
### 5. Efektif dan efisien.

Penempatan alat-alat proses diusahakan agar dapat menekan biaya operasi tapi sekaligus menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomis.

### 6. Jarak antar alat proses.

Untuk alat proses bertekanan tinggi atau bersuhu tinggi sebaiknya berjauhan dari alat lainnya agar bila terjadi ledakan atau kebakaran tidak cepat merambat ke alat proses lainnya.

Tata letak peralatan proses ini secara garis besar berorientasi pada keselamatan dan kenyamanan pekerja sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja. Tata letak peralatan proses dapat dilihat pada gambar 9.4



Gambar 9.4. Tata Letak Peralatan Proses (Process Layout)

Keterangan gambar 9.4 :

1. Bin batu kapur (F-113)
2. Hammer mill (C-114)
3. Rotary kiln (B-110)
4. Rotary cooler (B-120)
5. Slaker (R-130)
6. Bin CaO (F-131)
7. Rotary Vacum Filter I (H-143A)
8. Reaktor (R-140)
9. Rotary Vacum Filter n II (H-143B)
10. Bin Penampung (F-147)
11. Pengemasan (P-148)



## 9.4. Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas pabrik kalsium karbonat ini dapat dilihat secara rinci pada tabel

9.4. berikut:

Tabel 9.2. Perkiraan Perincian Luas Daerah Pabrik (m<sup>2</sup>)

No	Lokasi	Ukuran ( m )		Luas
		Lebar	Panjang	m <sup>2</sup>
1	Pos keamanan	3	3	9
2	Parkir kendaraan karyawan dan tamu	3	20	60
3	Parkir kendaraan direksi dan staff	3	25	75
4	Dapur	3	6	18
5	Kantin	3	12	36
6	Koperasi	10	3	30
7	Kantor pusat	10	40	400
8	Gedung serbaguna (aula)	10	15	150
9	Perpustakaan dan Poliklinik	10	13,5	135
10	Musholla	7,5	10	75
11	Laboratorium dan Kantor Penelitian dan Pengembangan (R & D)	8	10	80
12	Gudang produk	15	35	525
13	Pemadam kebakaran	5	7	35
14	Bengkel	5	7	35
15	Garasi	7	10	70
16	Ruang control	6	8	48
17	Area Proses	25	35	875
18	Parkir truk	5	25	125
19	Jembatan timbang	4	15	60
20	Gudang bahan baku	25	25	625

21	Kantor manager teknik dan produksi	10	20	200
22	Ruang bahan bakar	10	10	100
23	Ruang generator	10	12	120
24	Ruang boiler	10	15	150
25	Utilitas	10	16	160
26	Dept. Produksi dan Dept. Teknik	10	20	200
27	Jalan			6.421
28	Saluran			732,28
Total				11.549,28

Total luas bangunan = 11.549,28 m<sup>2</sup>

Lahan kosong = 40% total luas bangunan = 4.619,71 m<sup>2</sup>

Kebutuhan tanah sekitar = 16.168,99 m<sup>2</sup>

= 16.175 m<sup>2</sup>





## **BAB X**

### **STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN**

Dalam menciptakan suatu pengelolaan perusahaan agar menciptakan sasaran secara efektif dan hasil produksi yang besar, maka harus diperhitungkan elemen dasar yang diperlukan dalam suatu perusahaan sebagai alat pelaksanaannya.

Elemen dasar itu terdiri dari :

- Manusia (man)
- Bahan (Material)
- Mesin (Machine)
- Metoda (Method)
- Uang (Money)
- Pasar (Market)

Elemen dasar tersebut menjadi faktor utama untuk menjalankan suatu perusahaan mencapai tujuannya secara bersama-sama dalam organisasi perusahaan.

Kelancaran dan kontinuitas suatu pabrik merupakan hal yang penting dan menjadi tujuan utama setiap perusahaan. Hal tersebut dapat ditunjang dengan adanya struktur organisasi yang baik.

Struktur organisasi dapat memberikan wewenang pada setiap perusahaan untuk melaksanakan tugas yang dibebankan kepadanya. Juga mengatur sistem dan hubungan struktural antar fungsi atau orang – orang dalam hubungan satu dengan yang lainnya pada pelaksanaan fungsi mereka.

#### **10.1. Dasar Perusahaan**

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)  
Lokasi pabrik : Desa Rengel Kec. Rengel Tuban  
Kapasitas produksi : 45.000 ton/tahun  
Status investasi : Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN).

## 10.2. Bentuk Perusahaan

Pabrik Kalsium Karbonat ini direncanakan berstatus perusahaan swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT), bentuk ini digunakan dengan alasan :

1. Kedudukan atau wewenang antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain.
2. Terbatasnya tanggung jawab para pemegang saham karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan dan setiap pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan.
3. Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.
4. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.
5. Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan sebaik-baiknya.

## 10.3. Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem garis dan staff. Alasan pemilihan sistem garis dan staff adalah :

1. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus
2. Terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik
3. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal
4. Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan
5. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan Komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur.

Di samping alasan tersebut ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi staf dan garis yaitu :

1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, betapa pun luas tugasnya dan betapapun kompleks susunan organisasinya.
2. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dapat diambil, karena adanya staf ahli.
3. Perwujudan “**the right man in the right place**” lebih mudah dilaksanakan.

Dari kelebihan-kelebihan sistem organisasi garis dan staf di atas maka dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan sistem organisasi perusahaan pada Pra Rencana Pabrik Kalsium Karbonat ini, yaitu menggunakan sistem organisasi garis dan staf. Pembagian tanggung jawab dan wewenang berdasarkan departementasi. Pada setiap departemen dibagi lagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi yaitu divisi. Selanjutnya tiap divisi dibagi lagi menjadi unit-unit.

Setiap departemen dipimpin oleh seorang manajer yang dibantu oleh asisten manajer, sedangkan untuk divisi dikepalai oleh seorang divisi manajer yang dibantu oleh asisten divisi manajer.

#### **10.4. Tugas dan Tanggung Jawab Organisasi (Job Description)**

##### **1. Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah sekelompok orang yang ikut dalam pengumpulan modal untuk mendirikan pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan yang besarnya tergantung dari prosentase kepemilikan saham. Kekayaan pribadi pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Penanam saham wajib menanamkan modalnya paling sedikit 1 tahun. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) adalah rapat dari pemegang saham yang memiliki kekuasaan tertinggi dalam mengambil keputusan untuk kepentingan perusahaan. RUPS biasanya dilakukan paling sedikit sekali dalam setahun, atau selambat-lambatnya enam bulan sejak tahun buku yang bersangkutan berjalan (neraca telah aktif).

##### **2. Dewan Komisaris**

Dewan komisaris terdiri dari para pemegang saham perusahaan. Pemegang saham adalah pihak-pihak yang menanamkan modalnya untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Besarnya kepemilikan pemegang saham terhadap perusahaan tergantung/sesuai dengan besarnya modal yang ditanamkan, sedangkan

kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham paling sedikit 1 (satu) tahun. Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah :

- a. Bertanggung jawab terhadap pabrik secara umum dan memberikan laporan pertanggungjawaban kepada para pemegang saham dalam RUPS
- b. Menerima pertanggungjawaban dari para manager pabrik.

### 3. Direktur Utama

Posisi direktur utama merupakan pemimpin tertinggi perusahaan secara langsung dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan selama perusahaan berdiri. Tugas dan wewenang direktur utama adalah :

- a. Menetapkan strategi perusahaan, membuat perencanaan kerja dan menginstruksikan cara-cara pelaksanaannya kepada manager.
- b. Mengurus harta kekayaan perusahaan.
- c. Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas, dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan atau target perusahaan yang telah direncanakan.
- d. Mengadakan koordinasi yang tepat pada seluruh bagian organisasi.
- e. Memberikan instruksi resmi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugas masing-masing
- f. Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris semua anggaran pembelanjaan dan pendapatan perusahaan.
- g. Selain tugas diatas, direktur utama berhak mewakili perseroan secara sah dan langsung dalam segala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan. Dan harus berkonsultasi kepada dewan komisaris setiap akan melakukan tindakan perusahaan yang krusial seperti peminjaman uang ke Bank, memindah tangankan perseroan untuk menanggung hutang perusahaan, dll.

### 4. Penelitian dan Pengembangan (R&D).

Divisi R&D bersifat independent. Divisi ini bertanggung jawab langsung kepada direktur utama. Divisi R&D bertugas mengembangkan secara kreatif dan inovatif segala aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi dan pemasaran sehingga mampu bersaing dengan produk kompetitor.

#### 5. Direktur Produksi dan Teknik

Direktur Produksi dan Teknik diangkat dan diberhentikan oleh direktur utama. Direktur Produksi dan Teknik bertanggung jawab penuh terhadap kelancaran produksi, dimulai dari perencanaan produksi, perencanaan bahan baku, perangkat produksi. Tugas utamanya adalah merencanakan, mengontrol, dan mengontrol semua kegiatan yang berkaitan dari mulai bahan baku sampai menghasilkan produk.

#### 6. Direktur Administrasi dan Keuangan

Direktur Administrasi dan Keuangan memiliki ruang lingkup kerja yang lebih luas dari Manager produksi dan teknik. Direktur administrasi dan keuangan bertanggung jawab atas segala kegiatan kerja diluar produksi. Semua manajemen perusahaan diatur dan dijalankan oleh bagian administrasi, termasuk strategi pemasaran, pengaturan keuangan perusahaan, hubungan masyarakat, dan mengatur masalah ketenagakerjaan.

#### 7. Departemen Produksi

Kepala Dept. Produksi bertanggung jawab atas jalannya proses produksi sesuai yang direncanakan, termasuk merencanakan kebutuhan bahan baku agar target produksi terpenuhi dengan membawahi 3 divisi yaitu :

##### a. Divisi Proses

Divisi Proses bertanggung jawab kepada kepala Departemen Produksi atas kelancaran proses. Divisi ini juga mengatur pembagian shift dan kelompok kerja sesuai spesialisasinya pada masing-masing tahapan proses dan mengendalikan kondisi operasi sesuai prosedurnya.

##### b. Divisi Gudang

Divisi Gudang bertanggung jawab kepada kepala Departemen Produksi atas ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan sesuai kebutuhan, serta mencatat dan mengatur distribusi barang yang keluar masuk gudang dan menjaga kondisi gudang sedemikian rupa sehingga barang tidak rusak..

##### c. Divisi Quality Control dan Laboratorium.

Divisi Quality Control dan Laboratorium bertanggung jawab kepada kepala Dept. Produksi dan bertugas mengawasi dan mengendalikan kualitas bahan baku, produk utama dan produk samping, sehingga didapat produk dengan standard kualitas yang diinginkan dengan melakukan analisa dan pengujian



terhadap bahan mentah yang dipasok serta produk kalsium karbonat dan produk samping untuk mengetahui kualitasnya.

8. Departemen Teknik

Kepala Departemen Teknik bertanggung jawab atas kelancaran alat-alat proses selama produksi berlangsung, termasuk pemeliharaan alat proses dan instrumentasinya. Apabila ada keluhan pada alat penunjang produksi maka dept. teknik langsung mengatasi masalahnya.

a. Divisi Utilitas

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Teknik mengenai kelancaran alat-alat utilitas.

b. Divisi Bengkel dan Perawatan

Bertugas memperbaiki alat-alat atau instrumen yang rusak baik alat produksi maupun peralatan utilitas. Divisi ini juga diharapkan menciptakan alat-alat yang inovatif untuk menunjang kelancaran produksi.

9. Departemen Keuangan dan Administrasi

Kepala Dept. Keuangan dan Akuntansi bertanggung jawab mengatur neraca keuangan perusahaan dengan melakukan pembukuan sebaik-baiknya baik pemasukan ataupun pembelanjaan untuk kebutuhan perusahaan, selain itu juga membayarkan gaji ke rekening bank tiap karyawan pada setiap akhir bulan dan akhir pekan. Dan juga membayarkan jaminan sosial atas pemutusan hak kerja (PHK) karyawan. Dept. Keuangan dan Akuntansi membawahi 3 divisi yaitu :

a. Divisi Pembukuan (Akuntansi)

Divisi ini bertugas membuat neraca keuangan dengan melakukan pencatatan dan pembukuan mengenai semua pemasukan dan pengeluaran keuangan perusahaan.

b. Divisi Administrasi

Divisi ini bertugas untuk menjalankan kegiatan administrasi perusahaan, mulai dari surat menyurat, absensi karyawan, pendataan sampai pendistribusian gaji.

c. Divisi Penjualan dan Pembelian

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Keuangan dan Administrasi mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhan pasar agar dapat dipasok setiap saat, serta melakukan promosi kepada masyarakat

mengenai produk yang dihasilkan serta menangani pembelian bahan baku dan alat-alat yang menunjang proses serta pembiayaan atas perawatannya.

12. Departemen Umum dan Sumber Daya Manusia.

Kepala Dept. Umum dan SDM bertugas untuk merencanakan dan mengelola hal-hal yang bersifat umum dan ketenagakerjaan. Departemen ini mengatur masalah administrasi, keamanan dan keselamatan, lingkungan, logistik serta hubungan antara perusahaan dengan pihak lain, baik dengan masyarakat, pemerintah maupun dengan perusahaan lain. Departemen ini membawahi 4 divisi :

a. Divisi Humas dan Personalia

Divisi Personalia bertugas untuk menyaring dan menyeleksi calon pegawai/pekerja baru serta mendistribusikan pekerja sesuai dengan keahlian dan kemampuan yang dimilikinya selain itu juga bertugas menjalin hubungan kemasyarakatan baik di dalam perusahaan, antar instansi ataupun dengan masyarakat setempat maupun dengan pihak pemerintah, sehingga diharapkan dengan kerjasama yang baik dapat menunjang kelangsungan dan kelancaran kegiatan operasional perusahaan.

b. Divisi Keamanan dan Keselamatan

Divisi keamanan bertanggungjawab kepada kepala Departemen Umum dan Sumber Daya Manusia dan bertugas untuk menjaga keamanan perusahaan meliputi pemberian ijin orang luar keluar masuk perusahaan, pengontrolan setiap kendaraan yang masuk perusahaan baik kendaraan bahan baku, produk, sampai kendaraan tamu. Dan juga menjaga keamanan dan ketertiban di lingkungan kerja di seluruh area pabrik.

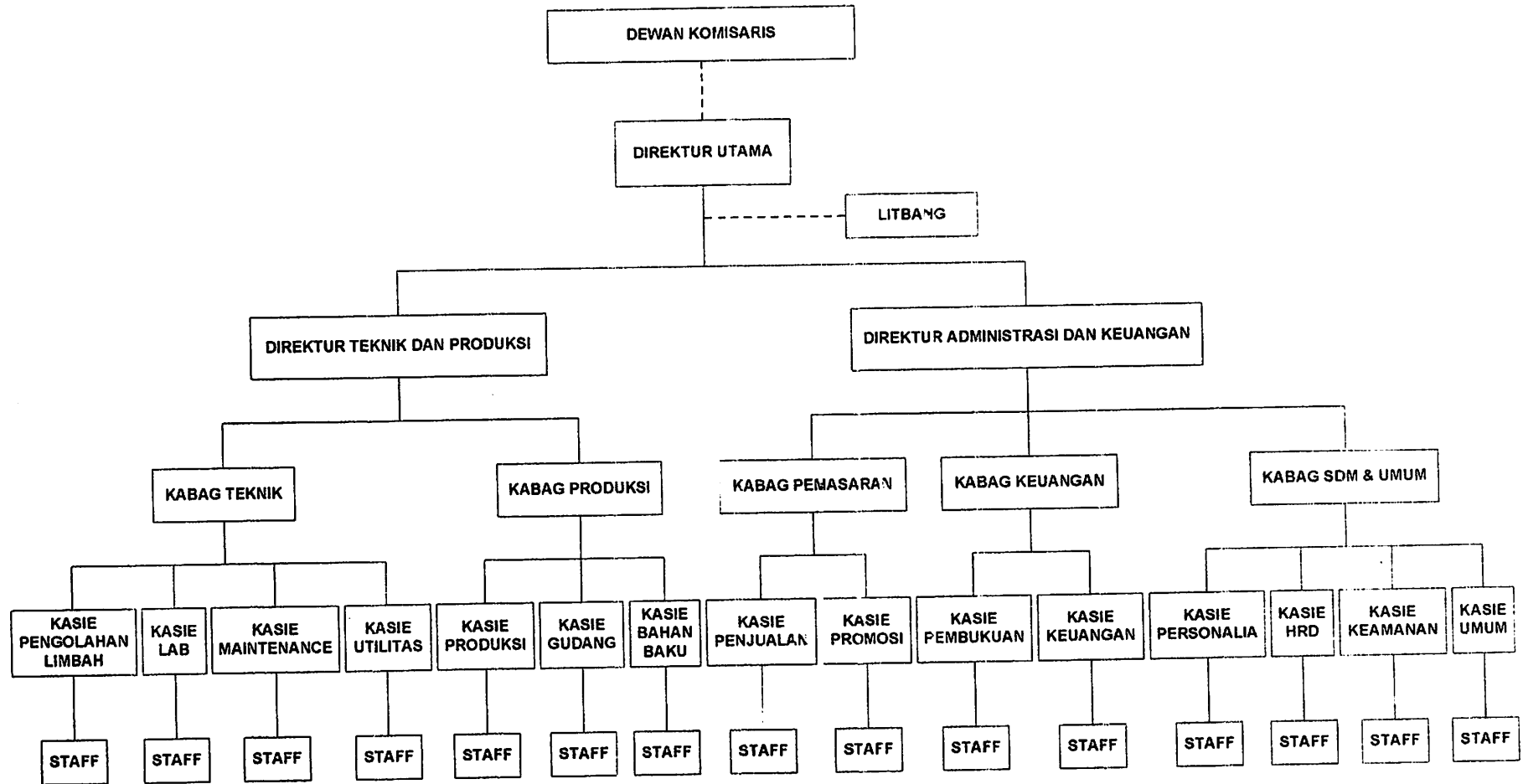
c. Divisi Kebersihan dan Logistik

Divisi Kebersihan dan Logistik bertugas menjaga kebersihan, dan keindahan perusahaan mulai dari ruang perkantoran, taman, toilet sampai gudang dan ruang produksi, serta bertugas menyediakan kebutuhan logistik karyawan perusahaan dan pada kegiatan-kegiatan tertentu pada perusahaan.

d. Divisi Transportasi.

Divisi ini mengatur penggunaan transportasi mulai dari penyediaan bahan baku sampai ke transportasi untuk pemasaran produk-produk yang dihasilkan dan masalah parkir kendaraan karyawan dan tamu.

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.1.



Gambar 10.1. Struktur Organisasi Pra Rencana Pabrik Kalsium Karbonat

### 10.5. Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima oleh pihak karyawan jika terjadi sesuatu hal yang bukan karena kesalahannya menyebabkan dia tidak dapat melakukan pekerjaan.

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah :

#### a. Tunjangan

- Tunjangan di luar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang telah dilakukannya dan lama pengabdianya kepada perusahaan tersebut.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja di luar jam kerja yang telah ditetapkan (khusus untuk tenaga kerja shift)

#### b. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (misal helm, sarung tangan, sepatu boot, kaca mata pelindung dan lain-lain), antar jemput bagi karyawan, kendaraan dinas, tempat tinggal dan lain-lain.

#### c. Pengobatan

Untuk pengobatan dan perawatan pertama dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan secara cuma-cuma kepada karyawan. Selain itu, karyawan juga mendapatkan jaminan kesehatan atau JAMSOSTEK.

#### d. Insentive atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah kerja karyawan. Besarnya insentive ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentive untuk golongan operatif (golongan kepala seksi ke bawah) diberikan setiap bulan sedangkan untuk golongan di atasnya diberikan pada akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang dicapai.

#### e. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter

- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita
- Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan

#### **10.6. Jadwal dan Jam Kerja**

Pabrik Kalsium Karbonat ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam per hari, sisa harinya digunakan untuk pembersihan serta perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi, atau yang dikenal dengan istilah shut down.

##### **a. Untuk pegawai non shift**

Bekerja selama 6 hari dalam seminggu (total kerja 40 jam per minggu) sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya : direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor/administrasi dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinyu.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

- Senin - Kamis : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 12.00 – 13.00)
- Jumat : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 11.00 – 13.00)
- Sabtu : 08.00 – 12.00

##### **b. Untuk pegawai shift**

Sehari bekerja 24 jam, yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift ini termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya : kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut :

- Shift I : 07.00 -- 15.00
- Shift II : 15.00 -- 23.00
- Shift III : 23.00 -- 07.00

Jadwal kerja dibagi dalam empat minggu dan empat kelompok (regu). Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Jadwal kerja karyawan shift dapat dilihat pada tabel 10.6.1.

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

R E G U	HARI											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

**Keterangan:**

P = Pagi, L = Libur, M = Malam, S = Siang

Karena kemajuan suatu pabrik atau perusahaan tergantung pada kedisiplinan karyawannya, maka salah satu cara untuk menciptakan kedisiplinan adalah dengan memberlakukan absensi. Dari mulai direktur utama sampai karyawan kebersihan diberlakukan absensi setiap jam kerjanya yang nantinya dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam meningkatkan karier karyawannya.

**10.7. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan**

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik Kalsium Karbonat (gambar 10.1) yaitu sebagai berikut :

1. Direktur Utama : Sarjana Teknik Kimia
2. Manager
  - Manager produksi : Sarjana Teknik Kimia.
  - Manager administrasi dan keuangan : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
3. Penelitian & Pengembangan : Sarjana Kimia (MIPA)
4. Kepala Bagian
  - Bagian produksi : Sarjana Teknik Kimia
  - Bagian teknik : Sarjana Teknik Mesin
  - Bagian pemasaran : Sarjana Ekonomi
  - Bagian keuangan : Sarjana Ekonomi
  - Bagian Umum : Sarjana Teknik Industri
5. Kepala divisi

Divisi bahan baku	:	Sarjana Teknik Kimia
Divisi utilitas	:	Sarjana Teknik Mesin
Divisi Laboratorium	:	Sarjana Kimia (MIPA)
Divisi Proses	:	Sarjana Teknik Kimia
Divisi Pemeliharaan	:	Sarjana Teknik
Divisi Penjualan	:	Sarjana Ekonomi
Divisi Promosi Periklanan	:	Diploma Public Relation & Promotion
Divisi pengelolaan limbah	:	Sarjana Teknik kimia/MIPA
Divisi Keuangan	:	Sarjana Ekonomi
Divisi Pembukuan	:	Sarjana Ekonomi
Divisi Personalia	:	Sarjana Hukum dan Psikologi
Divisi Keamanan	:	Diploma / SMU / SMK
Divisi Gudang	:	Diploma / SMU / SMK
Karyawan	:	Diploma / SMU / SMK.

### 10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Step dalam proses = 8 tahap

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi ( P )} &= (45.000 \text{ ton/th}) / (330 \text{ hari/tahun}) \\ &= 136,36 \text{ ton/hari.} \end{aligned}$$

Berdasarkan *Vilbrant, fig. 6.35, hal. 235*, didapatkan :

$$M = 15,2 ( P )^{0,25} \text{ untuk } \textit{average conditions}$$

$$M = 15,2 \times ( 136,36 )^{0,25}$$

$$M = 51,94 \text{ (orang jam/hari. Tahapan proses)}$$

Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam 11 tahap, maka :

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 51,94 \text{ orang jam/hari.tahapan} \times 11 \text{ tahap} \\ &= 572 \text{ orang.jam/hari} \end{aligned}$$

Karena satu hari terdapat 3 shift kerja, maka :

$$\begin{aligned} \text{Karyawan Proses} &= \frac{572 \text{ orang/hari}}{3 \text{ shift/hari}} = 191 \text{ orang jam/shift} \end{aligned}$$

Karena setiap karyawan shift bekerja selama 8 jam / hari, maka :

$$\text{Karyawan proses} = \frac{191 \text{ orang jam/shift}}{8 \text{ jam/hari}} = 23,87 \approx 24 \text{ orang hari/shift}$$

Karena karyawan shift terdiri atas 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka :

$$\text{Jumlah karyawan proses keseluruhan} = 24 \text{ orang hari/shift} \times 4 \text{ regu}$$

$$= 96 \text{ orang setiap hari (untuk 4 regu).}$$

$$\text{Jumlah staf} = 111 \text{ orang}$$

Jadi jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik Kalsium Karbonat adalah 207 orang.

Tabel 10.2. Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja.

No.	Jabatan (Tugas)	JUMLAH
1.	Direktur utama	1
2.	Direktur produksi dan teknik	1
3.	Direktur administrasi dan keuangan	1
4.	Staf LITBANG (R&D)	3
5.	Kepala bagian produksi	1
6.	Kepala bagian teknik	1
7.	Kepala bagian umum	1
8.	Kepala bagian keuangan	1
9.	Kepala bagian pemasaran	1
10.	Kepala seksi proses	1
11.	Kepala seksi laboratorium	1
12.	Kepala seksi bahan baku	1
13.	Kepala seksi utilitas	1
14.	Kepala seksi pemeliharaan	1
15.	Kepala seksi personalia (SDM)	1
16.	Kepala seksi keamanan	1
17.	Kepala seksi pengelolaan limbah	1
18.	Kepala seksi pembukuan	1
19.	Kepala seksi keuangan	1
20.	Kepala seksi penjualan	1
21.	Kepala seksi gudang	1



22.	Kepala seksi iklan dan promosi	1
23.	Karyawan devisi proses	96
24.	Karyawan devisi QC	12
25.	Karyawan devisi bahan baku	8
26.	Karyawan devisi utilitas	15
27.	Staf devisi bengkel & perawatan	3
28.	Karyawan devisi personalia	3
29.	Karyawan devisi keamanan	8
30.	Karyawan devisi administrasi	3
31.	Karyawan devisi pembukuan	1
32.	Karyawan devisi keuangan	3
33.	Karyawan devisi penjualan	3
34.	Karyawan devisi gudang	5
35.	Karyawan devisi kebersihan	6
36.	Sopir	7
37.	Sekretaris	3
38.	Karyawan K3 dan pemadam kebakaran	6
39.	Dokter	1
<b>JUMLAH</b>		<b>207</b>

#### 10.9. Status Karyawan dan Sistem upah (Gaji)

Pabrik Kalsium Karbonat ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan. Hal ini berdasarkan pada kriteria sebagai berikut :

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja
3. Tanggung jawab dan kedudukan.
4. Keahlian
5. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja).

Berdasarkan kriteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya. Status kepegawaiannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Karyawan reguler

Karyawan reguler adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

2. Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah pekerja yang dipergunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain-lain. Pekerja ini menerima upah borongan untuk pekerjaan tersebut.

3. Karyawan harian

Karyawan harian adalah pekerja yang diangkat dan diberhentikan oleh manajer pabrik berdasarkan nota persetujuan manajer pabrik atas pengajuan kepala yang membawahnya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp)	
			Per orang	Total
1	Direktur Utama	1	10.000.000	10.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	8.000.000	8.000.000
3	Direktur Keuangan dan Adm.	1	7.500.000	7.500.000
4	Staf Litbang	3	2.500.000	7.500.000
5	Kepala Bagian Produksi	1	6.000.000	6.000.000
6	Kepala Bagian Teknik	1	5.000.000	5.000.000
7	Kepala Bagian Umum	1	5.000.000	5.000.000
8	Kepala Bagian Keuangan	1	5.000.000	5.000.000
9	Kepala Bagian Pemasaran	1	5.000.000	5.000.000
10	Kepala Seksi Proses	1	4.000.000	4.000.000
11	Kepala Seksi Laboratorium	1	3.500.000	3.500.000
12	Kepala Seksi Bahan Baku	1	3.500.000	3.500.000
13	Kepala Seksi Utilitas	1	3.500.000	3.500.000
14	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	3.000.000	3.000.000
15	Kepala Seksi Personalia (SDM)	1	3.000.000	3.000.000
16	Kepala Seksi Keamanan	1	2.500.000	2.500.000
17	Kepala Seksi Pengelolaan Limbah	1	3.000.000	3.000.000
18	Kepala Seksi Pembukuan	1	3.000.000	3.000.000
19	Kepala Seksi Keuangan	1	3.000.000	3.000.000
20	Kepala Seksi Penjualan	1	3.000.000	3.000.000
21	Kepala Seksi Gudang	1	3.000.000	3.000.000
22	Kepala Seksi Iklan dan Promosi	1	3.000.000	3.000.000
23	Karyawan Devisi Proses	96	1.400.000	134.400.000
24	Karyawan Devisi QC	12	1.400.000	16.800.000
25	Karyawan Devisi bahan baku	8	1.370.000	10.960.000
26	Karyawan Devisi Utilitas	15	1.370.000	20.550.000
27	Staf Devisi Bengkel & Perawatan	3	1.370.000	4.110.000
28	Karyawan Devisi Personalia	3	1.370.000	4.110.000

29	Karyawan Devisi Keamanan	8	1.390.000	13.900.000
30	Karyawan Devisi Administrasi	3	1.370.000	4.110.000
31	Karyawan Devisi Pembukuan	1	1.370.000	1.370.000
32	Karyawan Devisi Keuangan	3	1.370.000	4.110.000
33	Karyawan Devisi Penjualan	3	1.370.000	4.110.000
34	Karyawan Devisi Gudang	5	1.370.000	6.850.000
35	Karyawan Devisi Kebersihan	6	600.000	3.600.000
36	Sopir	7	1.400.000	12.600.000
37	Sekretaris	3	1.370.000	4.110.000
38	Karyawan K3 dan pemadam Kebakaran	6	1.370.000	8.220.000
39	Dokter	1	2.000.000	2.000.000
<b>Jumlah</b>		<b>207</b>	<b>Total</b>	<b>355.910.000</b>

## BAB XI

### ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu pada pra rencana pabrik Kalsium Karbonat dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan. Untuk mengevaluasi suatu modal dapat menghasilkan dan dapat dikembalikan yaitu menggunakan parameter evaluasi, antara lain:

1. *Return of Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Break Even Point* (BEP)
4. *Internal Rate of Return* (IRR)

Untuk menghitung faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran beberapa hal menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses, yaitu :

1. Penaksiran modal investasi total (*Total Capital Investment*) terdiri atas :
  - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal kerja (*Work Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*), terdiri atas :
  - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Penaksiran harga alat

#### 11.1. Faktor - Faktor Penentu

##### 11.1.1. Penaksiran modal atau *Capital Investement*

Yaitu sejumlah uang yang harus disediakan untuk mendirikan dan menjalankan suatu pabrik. Ada 2 macam *Capital Investement*:

###### a. *Fixed Capital Investement* (FCI)

Yaitu uang yang dikeluarkan untuk mendirikan pabrik yang terdiri dari *Direct Cost* dan *Indirect Cost*

- *Direct Cost* adalah modal yang dikeluarkan untuk pembelian dan pengadaan peralatan proses produksi, antara lain: mesin –mesin dan alat tambahannya,

perpiaan, perlistrikan, alat ukur, pengerjaan tanah samapai pendirian bangunan yang berhubungan langsung dengan pendirian suatu pabrik baru.

- *Indirect Cost* adalah modal yang dikeluarkan untuk konstruksi pabrik, overhead konstruksi dan bagian-bagian pabrik yang tidak berhubungan langsung dengan pengadaan peralatann proses produksi.

Menurut *Peter and Timmerhaus*, *direct cost* jumlahnya lebih besar dibandingkan *Indirect Cost*.

**b. *Working Capital Investment***

Yaitu uang yang dikeluarkan untuk menjalankan kegiatan operasi pabrik agar menghasilkan suatu produk yang meliputi:

- Bahan baku dan persediaan di gudang
- Hasil produksi dan yang sedang diproduksi
- Piutang
- Persediaan gaji dan upah

*Total Capital Investment* adalah jumlah *Fixed Capital Investment* dan *Working Capital Investment*.

(*Kusnarjo, 2010*)

**11.1.2. Penentuan biaya produksi**

Secara umum biaya produksi dibagi menjadi 2 yaitu *Manufacturing Cost* dan *General Expenses*.

**a. *Manufacturing Cost***

Adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk mengolah bahan baku menjadi bahan jadi, antara lain:

- *Direct production cost* : tenaga dan utilitas, maintenance dan operating supplies
- *Fixed charges*

**b. *General Expenses***

Adalah biaya yang harus dikeluarkan yang tidak berhubungan langsung dengan pengolahan bahan baku menjadi bahan jadi, antara lain:

- Palnt overhead cost

- Pengeluaran administrasi
- Distribution and marketing service
- Research and development
- Financing

(Kusnarjo, 2010)

### 11.1.3. Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan proses pada tahun tertentu dapat dicari menggunakan beberapa cara yaitu:

- Menggunakan grafik pada literatur
- Melihat brosur melalui internet
- Mendapatkan langsung dari pasar peralatan proses yang ada

Dikarenakan harga alat setiap tahun mengalami perubahan sesuai dengan perekonomian yang ada, maka untuk penaksiran harga alat untuk tahun berikutnya atau pada tahun tertentu dihitung dengan cara untuk mengkonversi harga suatu alat yang sama beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga peralatan pada pabrik Kalsium Karbonat didasarkan pada beberapa sumber (App. E).

## 11.2. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

Tabel 11.1 Penentuan TCI

No.	Jenis Pengeluaran	Input (%)	Jumlah (Rp)
<b>A.</b>	<b>Direct Cost</b>		
1	Pengadaan Alat		13.079.025.318
2	Instrumentsi dan control	8%	1.046.322.025
3	Isolasi	10%	1.307.902.532
4	Perpipaan terpasang	9%	1.177.112.279
5	Perlistrikan terpasang	16%	2.092.644.051
6	Harga FOB		18.703.006.205
7	Ongkos angkutan kapal laut	10%	1.870.300.621
8	Harga C dan F		20.573.306.826
9	Biaya asuransi	1%	205.733.068
10	Harga CIF		20.779.039.894

11	Biaya angkutan barang ke plant site	13%	2.701.275.186
12	Pemasangan alat	28%	3.662.127.089
13	Bangunan pabrik	20%	2.615.805.064
14	Service facilities and Yard Improvement	60%	7.847.415.191
15	Tanah	4%	523.161.013
16	<b>Total Direct Cost</b>		<b>38.128.823.437</b>
<b>B.</b>	<b>Indirect Cost</b>		
17	Engineering and supervision	13%	4.766.102.930
18	Ongkos pemborong	10%	3.812.882.344
19	Biaya tidak terduga	10%	5.189.756.523
20	<b>Total Indirect Cost</b>		<b>13.768.741.797</b>
<b>C.</b>	<b>Fixed capital investment</b>		
21	Fixed capital investment		<b>51.897.565.234</b>
<b>D.</b>	<b>Working capital investment</b>		
22	Working capital investment	15%	<b>9.158.393.865</b>
<b>E.</b>	<b>Total capital investment</b>		
23	<b>Total capital investment</b>		<b>Rp61.055.959.098</b>

Modal sendiri = Rp 24.422.383.639  
 Modal pinjaman = Rp36.633.575.459

### 11.3. Penentuan Total Production Cost (TPC)

Tabel 11.2. Manufacturing cost

Jenis Biaya	Input (%)	Jumlah
1. Bahan Baku		Rp208.265.740.531
2. Buruh Langsung		Rp 4.270.080.000
3. Pengawas buruh	10%	Rp 427.008.000
4. Utilitas		Rp 112.017.048.746
5. Pemeliharaan dan perbaikan	7%	Rp 3.632.829.566
6. Operating supplies	15%	Rp 544.924.435
7. Laboratorium	15%	Rp 544.924.435
8. Patent	1%	0,01 TPC
Jumlah	Rp 329.702.555.713	+ 0,01 TPC



Tabel 11.3. Fixed charges

Jenis Biaya	Input (%)	Jumlah
1. Depresiasi	10%	5.189.756.523
2. Pajak kekayaan	1,5%	778.463.479
3. Asuransi	1%	518.975.652
Jumlah		Rp 6.487.195.654

Tabel 11.4. Plant Over-head Cost

Jenis Biaya	Input %	Jumlah
1. Pengeluaran Plant Over-Head Cost	70,00%	5.830.942.296
2. Biaya pengemasan		10.618.421.053
Jumlah		Rp16.449.363.349

Total manufacturing cost = Rp352.639.114.716 + 0,01 TPC

Tabel 11.5. General Expenses

Jenis Biaya	Input (%)	Jumlah
1. Biaya admnistrasi	15%	Rp 1.249.487.635
3. Research and development	2%	Rp 7.992.974.436
4. Bunga bank	13,5%	Rp 4.945.532.687
Jumlah		Rp 14.187.994.758

Total production cost = Rp366.827.109.475 + 0,01 TPC  
 = Rp370.532.433.813

#### 11.4. Analisa Profitabilitas

Tabel 11.6. Gross earning

Jenis Biaya	Jumlah
Total penjualan	Rp 399.648.721.824
Total production cost	Rp 370.532.433.813
Laba kotor	Rp 29.116.288.011
Pajak	Rp 11.646.515.204
Laba bersih	Rp 17.469.772.807

##### 1. Laju pengembalian modal (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Laba}}{\text{Modal}}$$

ROI sebelum pajak = 56,10%

ROI sesudah pajak = 33,66% dari modal investasi

= Rp 20.552.673.890

2. Break Even Poin (BEP)

Tabel 11.7.. Biaya semi variabel (SVC)

Jenis Biaya	Jumlah
Buruh pabrik langsung	Rp 4.270.080.000
Plant over head cost	Rp 16.449.363.349
Pengawasan pabrik	Rp 427.008.000
General expenses	Rp 14.187.994.758
Laboratorium dan kontrol	Rp 544.924.435
Pemeliharaan dan perbaikan	Rp 3.632.829.566
Plant supplies	Rp 544.924.435
<b>Total</b>	<b>Rp 40.057.124.544</b>

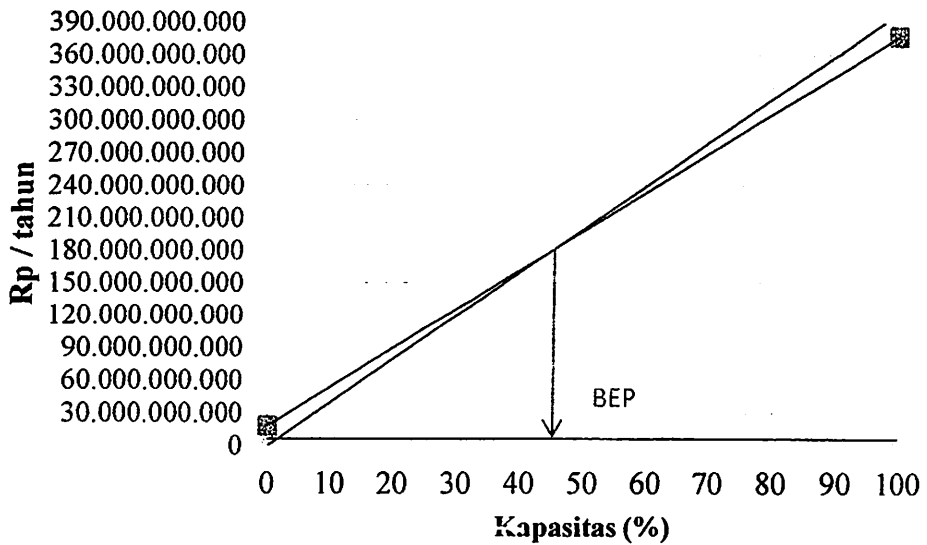
Tabel 11.8. Biaya variabel (VC)

Jenis Biaya	Jumlah
Bahan baku	Rp 208.265.740.531
Utilitas	Rp 112.017.048.746
Pengemasan	Rp 10.618.421.053
<b>Total</b>	<b>Rp 330.901.210.329</b>

Tabel 11.9. Biaya tetap (FC)

Jenis Biaya	Jumlah
Depresiasi	Rp 5.189.756.523
Kekayaan	Rp 778.463.479
Asuransi	Rp 518.975.652
<b>Total</b>	<b>Rp 6.487.195.654</b>

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\
 &= 45,46\%
 \end{aligned}$$



Grafik 11.1. Break Even Point

3. IRR (internal rate of return)

Tabel 11.10. IRR

Thn ke	Cash flow	Discounted cash flow	
		0,4	0,45
1	Rp 10.570.868.730	Rp 7.550.620.521	Rp 7.290.254.296
2	Rp 14.217.445.517	Rp 7.253.798.733	Rp 6.762.161.958
3	Rp 17.864.022.305	Rp 6.510.212.210	Rp 5.859.698.161
4	Rp 18.067.752.658	Rp 4.703.184.261	Rp 4.087.258.707
5	Rp 18.271.483.012	Rp 3.397.297.817	Rp 2.850.583.633
6	Rp 18.475.213.366	Rp 2.453.698.789	Rp 1.987.840.109
7	Rp 18.678.943.719	Rp 1.771.968.772	Rp 1.386.041.704
8	Rp 18.882.674.073	Rp 1.279.496.822	Rp 966.316.687
9	Rp 19.086.404.426	Rp 923.786.903	Rp 673.615.547
10	Rp 19.290.134.780	Rp 666.891.075	Rp 469.521.236
11	Rp 19.290.134.780	Rp 476.350.768	Rp 323.807.749
12	Rp 19.290.134.780	Rp 340.250.548	Rp 223.315.689
13	Rp 19.290.134.780	Rp 243.036.106	Rp 154.010.820
14	Rp 19.290.134.780	Rp 173.597.219	Rp 106.214.359
15	Rp 19.290.134.780	Rp 123.998.013	Rp 73.251.282
WCI		Rp 9.158.393.865	Rp 9.158.393.865
<b>Total</b>		<b>Rp 47.026.582.423</b>	<b>Rp 42.372.285.801</b>

Nilai FCI harus berada diantara discounted cashflow.

$$FCI = Rp51.897.565.234$$

Nilai discounted flow:

$$0,4 = Rp 47.026.582.423$$

$$0,45 = Rp 42.372.285.801$$

Dari interpolasi didapatkan nilai IRR pada = 34,77%

4. Pay Out Time (POT) dari comulative cash flow

thn ke	Cash Flow	Comulative cash flow
1	Rp 10.570.868.730	Rp 10.570.868.730
2	Rp 14.217.445.517	Rp 24.788.314.247
3	Rp 17.864.022.305	Rp 42.652.336.552
4	Rp 18.067.752.658	Rp 60.720.089.210
5	Rp 18.271.483.012	Rp 78.991.572.222

Nilai FCI harus berada diantara nilai commulative cashflow.

$$\text{FCI} = \text{Rp}51.897.565.234$$

Nilai discounted flow:

thn ke

$$3 = \text{Rp } 42.652.336.552$$

$$4 = \text{Rp } 60.720.089.210$$

Dari interpolasi didapatkan nilai POT pada = 4,02 tahun

## **BAB XII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **12.1. Kesimpulan**

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Kalsium Karbonat dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek antara lain :

##### **a. Aspek Lokasi**

Pabrik ini didirikan di Desa Rengel Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban Propinsi Jawa Timur. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Daerah ini merupakan penghasil bahan baku terbesar di Jawa Timur.
- Tersedianya air sungai yang cukup sehingga memudahkan pengadaan utilitas.
- Penyediaan sumber tenaga listrik yang cukup.

##### **b. Aspek Sosial**

Pendirian Pabrik Kalsium Karbonat bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena dibukanya lowongan kerja sehingga, memberikan kesempatan kepada penduduk untuk mendapatkan penghasilan yang lebih baik dari sebelumnya.

##### **c. Aspek Ekonomi**

Di Indonesia kebutuhan kalsium karbonat semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan industri pupuk, konstruksi dan kertas sebagai bahan baku.

- Dapat mengurangi kebutuhan impor kalsium karbonat dimana selama ini tidak sedikit berasal dari luar negeri.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian Pabrik Kalsium Karbonat di Indonesia sangat penting karena dapat membantu program pemerintah dalam rangka meningkatkan industrialisasi dan juga menambah pendapatan atau devisa negara. Pra Rencana Pabrik Kalsium Karbonat dinilai menguntungkan berdasarkan evaluasi ekonomi sebagai berikut :

TCI	: Rp61.055.959.098
ROI <sub>BT</sub>	: 56,10 %
ROI <sub>AT</sub>	: 33,66 %
POT	: 4,02 tahun
BEP	: 45,46 %
IRR	: 34,77 %

## 12.2. Saran

1. Diharapkan Indonesia dapat mengembangkan industri Kalsium Karbonat, mengingat Indonesia merupakan daerah kebutuhan akan kertas, pupuk dan konstruksi bangunan.
2. Diharapkan agar penggunaan Kalsium Karbonat bisa dikembangkan lagi dalam industri kimia lainnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Austin, G.T. 1975. *Shreve's Chemical Process Industries Fifth Edition*. Singapura: Kin Keong Printing.
- Bauman, H. D., G. Rock., R. S. Williams dan York. 1966. *Manufacture of Calcium Carbonate*. USA: United States Patent No. 3268388.
- BCCF. 2013. *Calcium Carbonate*. <http://www.calcium-carbonate.org.uk/calcium-carbonate>. Diakses 29 April 2013.
- Badan Pusat Statistik , 2013. *Export – Import Sektor Industri*
- Brown, G.G, (1950), *Unit Operation*, 1<sup>st</sup> edition, John Willey and Sons Ibc, New York
- Coulson, J.M., & Richardson, J.F. 1993. *Chemical Engineering. 2nd edition*. Pergamon Press.
- Geankoplis, C.J, (1993), *Transport Processes and Unit Operation*, 3<sup>rd</sup> edition, Prentice-Hall of India, New Delhi
- Hesse, H.C, (1945), *Process Equipment Design*, 1<sup>st</sup> edition, D, Van Nostrand Company, United States of America
- Himmelblau, D.M, (1989), *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering*, 5<sup>th</sup> edition, Prentice-Hall International, Singapore
- Hougen, O.A and Watson, K.M, (1954), *Chemical Process Principles*, 2<sup>nd</sup> edition, John Willey and Sons Ibc, New York
- Kern, D.Q, (1965), *Process Heat Transfer*, 1<sup>st</sup> edition, Mc Graw-Hill Book Company, Singapore
- Kirk, R. E. dan D.F. Othmer, 1979. *Encyclopedia of Chemical Technology Volume 4*. New York: John Willey & Sons.
- Lewis, R.J. 1993. *Hawley's Condensed Chemical Dictionary 12 ed*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Mathur, V. K. 2001. *High Speed Manufacturing Process For Precipitated Calcium Carbonate Employing Sequential Pressure Carbonation*. USA: United States Patent No. 6251356B1
- Mc Cabe, W.L, Smith, J.H and Harriot, P, (1985), *Unit Operation of Chemical Engineering*, 4<sup>th</sup> edition, Mc Graw- Hill Book Company, New York

- Perry, R.H., D.W.Green dan J.O. Maloney. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition*. New York: McGraw Hill Book Company
- Perry, J.H, (1999), *Chemical Engineer's Handbook*, 6<sup>th</sup> edition, Mc Graw\_ Hill Book Company, Tokyo
- Peters, M.S and Timmerhaus, K.D, (1981), *Plant Design and Economic for Chemical Engineer's*, 3<sup>th</sup> edition, Mc Graw\_Hill Internasional Book Company, Singapore
- ScienceLab. 2008. *Calcium Carbonate*. <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9927119>.Diakses 1 Mei 2013
- Ulrich, G.D, (1984), *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, 1<sup>st</sup> edition, John Willey and Sons, United States of America
- Van Ness, H.C.,Smith J.M., 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 5 ed*. McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Wikipedia. 2014. *Massa jenis*. <http://www.wikipedia.com>. Diakses 10 Februari 2014