

**PRA RENCANA PABRIK  
BARIUM KARBONAT DARI BARIUM SULFIDA DAN NATRIUM  
KARBONAT DENGAN PROSES SODA ASH  
KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON/ TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
REAKTOR**

**SKRIPSI**

**Disusun Oleh :**

**DIAN ARIEF SUMITRO PUTRO**

**1114001**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2015**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PRA RENCANA PABRIK**

**BARIUM KARBONAT DARI BARIUM SULFIDA DAN NATRIUM  
KARBONAT DENGAN PROSES SODA ASH  
KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
REAKTOR**

**SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh :**

**DIAN ARIF SUMITRO PUTRO**

**1114001**

**Malang, 31 Agustus 2015**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Jimmy, ST. MT  
NIP Y 1039900330

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing



Elvianto Dwi Daryono, ST.MT  
NIP P.1030000351

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : DIAN ARIF SUMITRO PUTRO  
NIM : 1114001  
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul:

### PRA RENCANA PABRIK

### BARIUM KARBONAT DARI BARIUM SULFIDA DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES SODA ASH KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON/TAHUN

### PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

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, Agustus 2015

Yang membuat pernyataan,



DIAN ARIF SUMITRO PUTRO

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pra Rencana Pabrik Barium Karbonat Dari Barium Sulfida Dan Natrium Karbonat Dengan Proses Soda Ash Kapasitas Produksi 10.000 Ton/Tahun”** dengan baik.

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

Pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak Jimmy, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang
4. Bapak Elvianto Dwi Daryono, ST. MT sebagai Dosen Pembimbing Skripsi
5. Kedua orang tua kami yang telah memberikan dukungan serta doa kepada kami
6. Bapak/Ibu dosen, rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu penyusun mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak guna menyempurnakan skripsi ini.

Malang, Agustus 2015

**Penyusun**

## INTISARI

Pra Rencana Pabrik Barium Karbonat dari Barium Sulfida dan Natrium Karbonat dengan Proses Soda Ash ini mengambil lokasi pendirian di Jalan Prof. Dr. Moh. Yamin, Tlogo pojok, Kec. Gresik, Kota Gresik, Jawa Timur kriteria sebagai berikut:

- Kapasitas produksi : 10.000 ton/tahun
- Waktu operasi : 330 hari
- Bahan utama : Barium Sulfida Dan Natrium Karbonat
- Bahan pembantu : -
- Utilitas : Air kawasan, Steam, Cooling water, Listrik, Bahan bakar
- Organisasi Perusahaan:
  - o Bentuk : Perseroan Terbatas
  - o Struktur : *Line and Staf*
  - o Karyawan : 182 orang
- Analisa Ekonomi:
  - o TCI : Rp 165.584.412.842,-
  - o ROI<sub>at</sub> : 20,93%
  - o POT<sub>at</sub> : 3,39 tahun
  - o BEP : 53,29 %
  - o IRR : 22,6 %

Dari hasil evaluasi, Pra Rencana Pabrik Barium Karbonat dari Barium Sulfida dan Natrium Karbonat dengan Proses Soda Ash layak untuk didirikan.

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Persetujuan.....	ii
Berita Acara Ujian Skripsi .....	iii
Pernyataan Keaslian Isi Skripsi.....	iv
Kata Pengantar .....	v
Intisari .....	vi
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel .....	viii
Daftar Gambar.....	ix
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 PERALATAN.....	V-1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA .....	VI-1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA .....	VII-1
BAB VIII UTILITAS.....	VIII-1
BAB IX TATA LETAK .....	IX-1
BAB X STRUKTUR ORGANISASI .....	X-1
BAB XI ANALISA EKONOMI .....	XI-1
BAB XII KESIMPULAN.....	XII-1
Daftar Pustaka	
APPENDIKS A PERHITUNGAN NERACA MASSA	
APPENDIKS B PERHITUNGAN NERACA PANAS	
APPENDIKS C PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	
APPENDIKS D PERHITUNGAN UTILITAS	
APPENDIKS E PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Tabel Analisa pasar.....	I-3
Table 1.2.	Data Impor Barium Karbonat Tahun 2010-2014 di Indonesia.....	I-4
Tabel 2.1.	Jenis-jenis Proses Pembuatan Propilen Glikol .....	II-3
Tabel 5.1.	Ringkasan Spesifikasi Seluruh Peralatan.....	V-1
Tabel 8.2.	Syarat Kimia Air Sanitasi .....	VIII-3
Tabel 8.4.	Persyaratan Kandungan Bahan dalam Air Boiler pada Beberapa Tekanan Boiler.....	VIII-4
Tabel 8.5.	Persyaratan Kandungan Bahan dalam Air Boiler pada Beberapa Tekanan Boiler.....	VIII-5
Tabel 8.6.	Kandungan Bahan yang Perlu di perhatikan pada Berbagai Air Industri .....	VIII-13
Tabel 9.1.	Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik Barium Karbonat .....	IX-3
Tabel 10.1.	Jadwal Kerja Karyawan Shift .....	X-8
Tabel 10.2.	Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja .....	X-11
Tabel 10.3.	Daftar Upah (Gaji) Karyawan .....	X-15

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Grafik Hubungan antara Tahun dan Kapasitas Data Impor .....	I-4
Gambar 1.2.	Peta Lokasi Pabrik.....	I-9
Gambar 2.1.	Blok Diagram Pembuatan Barium Karbonat Dari Barium Sulfida Dan Natrium Karbonat.....	II-1
Gambar 2.1	Blok diagram proses barium karbonat dari barium sulfida dan natrium karbonat.....	II-2
Gambar 9.1.	Tata Letak Pabrik Barium Karbonat .....	IX-2
Gambar 9.2.	Tata Letak Peralatan Proses Barium Karbonat.....	IX-4
Gambar 10.1.	Struktur Organisasi Pra Rencana Pabrik Barium Karbonat .....	X-3

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sekarang ini di bidang perindustrian merupakan salah satu sektor yang menunjang perekonomian Indonesia. Dengan semakin berkembangnya industri di Indonesia maka kebutuhan akan bahan kimia untuk menunjang proses industri juga semakin meningkat. Banyaknya bahan kimia yang diperlukan baik sebagai bahan baku ataupun bahan penunjang proses industri belum semua terpenuhi di dalam negeri. Sebagai bahan kimia itu masih harus di import dari negara lain.

Salah satu bahan kimia yang saat ini masih diimport adalah barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ). Dengan pendirian pabrik barium karbonat di Indonesia diharapkan bisa mengurangi impor dan memacu pertumbuhan industri yang lainnya, terutama industri keramik, gelas, pengeboran minyak, dan industri senyawa barium lainnya.

Barium karbonat adalah zat kimia anorganik yang sangat luas kegunaannya. Barium karbonat dengan rumus molekul  $\text{BaCO}_3$ , mempunyai berat molekul 197,37. Barium karbonat yang dijual berupa bubuk putih yang lembut. Ukuran partikelnya  $\pm 200$  mesh sudah dipertimbangkan penimbunannya. Index bias 1,6 dan densitas absolutnya 4,25 dan kekerasannya 3,3-3,75 skala mosh.

Pendirian pabrik ini selain bertujuan memenuhi kebutuhan  $\text{BaCO}_3$  dalam negeri juga untuk menunjang pertumbuhan ekspor Indonesia. Dari segi komersial barium karbonat merupakan bagian terpenting dari industri yang berkembang di dunia khususnya industri keramik, kertas, foto, tabung gambar tv dan gelas. Selain itu barium karbonat sangat membantu industri bata agar didapatkan bata merah yang seragam, untuk mendapatkan sulfat dari larutan garam, dan untuk menghalangi terjadinya koagulasi pada industri pengeboran minyak.

### 1.2. Bahan Baku dan Produk

#### **Bahan baku utama**

#### 1. Barium sulfida

##### a. Sifat fisika

- Rumus molekul :  $\text{BaS}$
- Bentuk : Kristal

- Warna : Putih
- Berat molekul : 169,39 g/mol
- Densitas : 4,36 g/cm<sup>3</sup>
- Solubility : 7,56 kg/100 kg H<sub>2</sub>O ( 30°C)
- Panas Pembentukan : 1112,2 kcal/mol (pada suhu 25°C)

(MSDS,Barium Sulfida, Sciencelab.com)

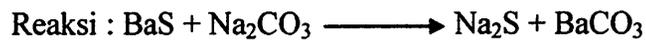
b. Sifat kimia

- Bereaksi dengan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O membentuk BaCO<sub>3</sub>



(Kirk Othmer, vol 3,1979)

- Bereaksi dengan soda ash membentuk BaCO<sub>3</sub>



(Faith-keyes 4<sup>th</sup>, 1975)

2. Natrium karbonat

b. Sifat fisika

- Rumus molekul : Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- Berat molekul : 105,99 g/mol
- Bentuk : Bubuk padat
- Warna : Putih
- Densitas : 2,54 g/cm<sup>3</sup>
- Solubility : 35,5 kg/ 100 kg H<sub>2</sub>O ( 30°C)
- Indek bias : 1,535
- Titik leleh : 851 °C

(MSDS,Natrium karbonat, Sciencelab.com)

c. Sifat kimia

Bersifat basa, larut dalam air dan gliserol tetapi tidak larut dalam alkohol dan eter. Bahan ini tidak mudah terbakar

**Produk Utama**

3. Barium karbonat

a. Sifat fisik

- Rumus molekul : BaCO<sub>3</sub>
- Bentuk : Serbuk

- Warna : Putih
- Berat molekul : 197,34 g/mol
- Titik didih : 1300 °C
- Densitas : 4,43 g/cm<sup>3</sup>
- Solubility : 0,024 kg/ 100 kg H<sub>2</sub>O ( 30°C)
- Memiliki panas yang stabil

(MSDS,Barium karbonat, Sciencelab.com)

### 1.3. Analisa Ekonomi

Pemasaran produk Natrium Bikarbonat untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri tersebar di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat dipenuhi maka pemasaran diarahkan ke wilayah Asia, dibawah ini analisa pasar untuk mengetahui potensi produk terhadap pasar.

Persamaan Reaksi:



Tabel 1. Tabel Analisa Pasar

No	Bahan	Berat molekul	Harga (US\$/kg)
1.	Na <sub>2</sub> S	240,18	0,546
2.	BaCO <sub>3</sub>	197,37	0,6
3.	BaS	169,42	0,26
4.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	0,206

EP = Produk – Reaktan

$$= [(0,546 \times 240,18) + (0,6 \times 197,37)] - [(0,26 \times 169,42) + (0,206 \times 106)]$$

$$= \text{US\$ } 183,675/\text{kg mol barium karbonat}$$

Berdasarkan hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik barium karbonat memperoleh keuntungan sebesar US\$ 183,675/kg mol dan dapat didirikan pada tahun 2019.

### 1.4. Menentukan Kapasitas

Untuk memenuhi kebutuhan barium karbonat di Indonesia masih harus mengimpor dari negara lain, karena kegunaan barium karbonat yang sangat luas. Oleh karena itu perlu didirikan pabrik yang berskala cukup untuk memenuhi kebutuhan industri di Indonesia.

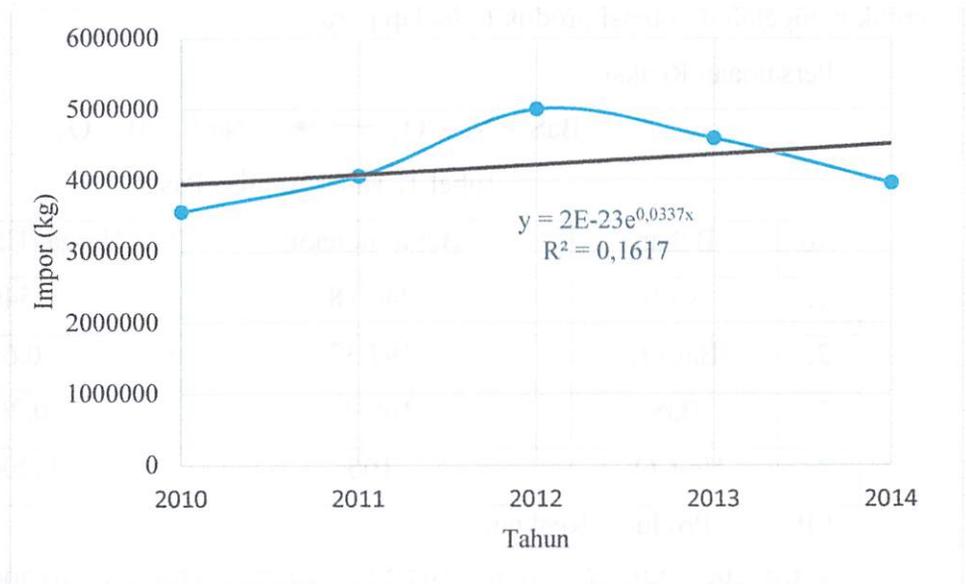
Berikut data kebutuhan barium karbonat di Indonesia:

Tabel 2. Data Impor Kebutuhan barium karbonat tahun 2010-2014 di Indonesia

Tahun	Impor (kg)	kenaikan import
2010	3560580	
2011	4064838	14,1622%
2012	5001181	23,0352%
2013	4591875	-8,1842%
2014	3964266	-13,6678%
rata-rata kenaikan		3,8364%

Sumber: Badan Pusat Statistik (2015)

Untuk perhitungan kapasitas dalam negeri menggunakan persamaan regresi, yaitu:



Gambar 1. Hubungan antara tahun dan jumlah data import barium karbonat

Sehingga didapatkan persamaan regresi, yaitu:

$$y = 2E-23e^{0,0337x}$$

Kapasitas dalam negeri pada tahun 2019 adalah:

$$y = 2E-23e^{0,0337x}$$

$$y = 2E-23e^{0,0337 \times 2019}$$

$$y = 7.088.540,625 \text{ kg/tahun} = 7.088,54 \text{ ton/tahun}$$

Diperkirakan ekspor sebesar 50% dari kapasitas dalam negeri, maka didapatkan:

$$\text{Ekspor} = 7.088,54 \text{ ton/tahun} \times 50\%$$

$$= 3544,27 \text{ ton/tahun}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pabrik baru} &= \text{kapasitas dalam negeri} + \text{ekspor} \\
 &= (7.088,54 + 3.544,27) \text{ ton/tahun} \\
 &= 10632,81 \text{ ton/tahun} \approx 10.000 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan kapasitas pabrik diatas, maka ditetapkan kapasitas pabrik tahun 2019 sebesar 10.000 ton/tahun.

### **1.5. Pemilihan Lokasi**

Dasar pemilihan untuk penentuan lokasi dari suatu perusahaan adalah sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial dari masyarakat karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

1. Faktor Utama
  - a. Penyediaan bahan baku
  - b. Pemasaran (marketing)
  - c. Utilitas (air, listrik, dan bahan bakar)
  - d. Keadaan geografis dan masyarakat
2. Faktor Khusus
  - a. Transportasi
  - b. Tenaga kerja
  - c. Pembuangan limbah
  - d. Site dan karakteristik dari lokasi
  - e. Peraturan perundang-undangan

#### **Faktor Utama**

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

Ditinjau dari tersedianya bahan baku dan harga dari bahan baku, maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku itu. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah:

- Letak sumber bahan baku.
- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya.

- Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan.

#### b. Pemasaran (marketing)

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena 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. Utilitas

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari air, listrik dan bahan bakar.

##### • Air

Air merupakan kebutuhan yang penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu air kawasan, air sungai, dan air dari PDAM.

Untuk itu perlu diperhatikan mengenai:

- Sampai berapa jauh sumber ini dapat melayani kebutuhan pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari diambil dipergunakan air kawasan.

Air kawasan diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan.

##### • Listrik dan bahan bakar

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

- Ada atau tidaknya listrik di daerah tersebut.
- Jumlah listrik di daerah tersebut.
- Harga tenaga listrik.
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

#### d. Iklim dan Alam Sekitarnya

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Keadaan alam  
Keadaan alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan.
- Keadaan angin  
Kecepatan dan arah angin pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut yang akan mempengaruhi peralatan.
- Gempa bumi yang pernah terjadi
- Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang

### **Faktor Khusus**

#### a. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran supply bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya yang serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti:

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan roda empat
- Jalan/rel kereta api
- Adanya pelabuhan
- Sungai yang dapat dilayari oleh kapal dan perahu

#### b. Tenaga Kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang ada.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

#### c. Pembuangan Limbah

Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair maupun padat, dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

d. Site dan karakteristik dari Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah:

- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit, dan sebagainya.
- Lokasi merupakan kawasan industri

e. Peraturan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau:

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut.
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada.
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut.

Berdasarkan faktor-faktor di atas, daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik barium karbonat terletak di **Jln. Prof. Dr. Moh. Yamin, Kel. Tlogopojok Kec. Gresik, Kota Gresik, Jawa Timur**. Peta lokasi pabrik barium karbonat dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Peta Lokasi Pabrik Barium Karbonat

Keterangan:

- Menunjukkan Lokasi Pabrik

## BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

### 2.1. Tinjauan Proses

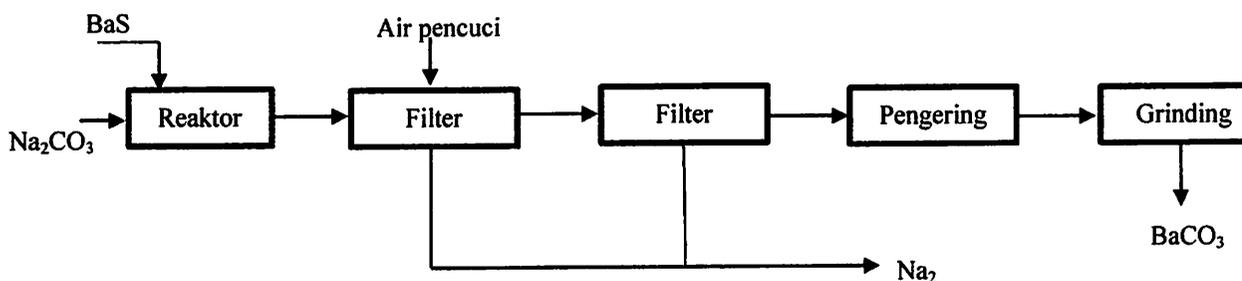
Secara umum dikenal dua proses pembuatan barium karbonat yaitu :

1. Barium karbonat dari Barium Sulfida dengan soda ash

Proses pembuatan barium karbonat dari barium sulfida dan natrium karbonat secara komersial menggunakan proses metode soda abu. Dimana reaksi yang terjadi proses metode soda abu pada pembuatan barium karbonat adalah :



Dimana barium sulfida dari storage dilarutkan dengan air dalam tangki pelarut, begitu dengan soda abunya. Kemudian kedua larutan tersebut direaksikan di dalam reaktor. Keluar reaktor berupa slurry yang akan dicuci dan dipisahkan di filter. Dari filter ada tiga macam keluaran: cake, filtrat, dan bekas air pencucinya. Keluaran air filtrat ini menjadi produk samping sedangkan cake nya akan dimurnikan atau dikeringkan di dryer yang dilengkapi dengan cyclone. Produk yang keluar dari dryer masih harus dihaluskan pada grinder (2000 mesh).



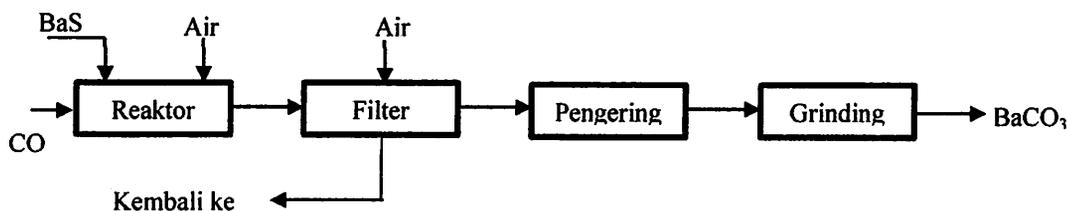
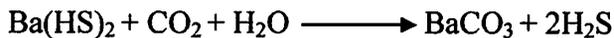
**Gambar 3.** Blok diagram proses barium karbonat dari barium sulfida dan natrium karbonat

(Faith – Keyes, 4<sup>th</sup> 1975)

2. Barium karbonat dari barium sulfida dan karbon dioksida

Gas karbondioksida dilewatkan pada larutan barium sulfida di dalam reaktor. Keluar reaktor endapan dipisahkan di filter. Cake yang keluar dikeringkan di dryer. Sedangkan filter di recycle. Tetapi dari hasil ini menimbulkan gas hidrosulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) yang sangat berbahaya. Sehingga perlu diproses lagi sebelum

dipisahkan dengan ditambahkan larutan soda abu sehingga akan dihasilkan barium karbonat dan natrium hidrosulfida.



**Gambar 3.** Blok diagram proses barium karbonat dari barium sulfida dan natrium karbonat

(Faith – Keyes, 4<sup>th</sup> 1975)

## 2.2. Seleksi proses

Untuk mendapatkan proses yang terbaik perlu menyeleksi macam-macam proses yang ada dengan perbandingan aspek teknik dari masing-masing proses sebagai berikut:

Dari proses diatas dipilih metode soda abu, karena prosesnya dianggap baik dan sederhana, dan biaya oprasi dapat ditekan seminimal mungkin.

Parameter	Macam-macam proses	
	Metode soda abu	Metode karbon dioksida
Konversi (%)	90-98	90-98
Suhu proses (°C)	60-70	40-90
Operasi proses	Sederhana	Rumit
Kemurnian	Rendah sulfur	Sulfur tinggi
Investasi proses	Mahal	Murah
Hasil samping	Ekonomis	Berbahaya

### 2.3. Uraian proses

Pembuatan barium dari barium sulfida dan natrium karbonat dapat dibagi menjadi 4 tahap :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemisahan
4. Tahap pemurnian produk

#### a. Tahap persiapan bahan baku

Bahan baku barium sulfida dari tangki penampung (F-111) dibawa ke Bin barium sulfida (F-114) dengan bantuan Screw conveyor (J-112) dan Bucket elevator (J-113). Kemudian dari Bin barium sulfida dimasukkan ke dalam tangki pelarut barium sulfida (M-110) dan ditambahkan air dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm dipompa dengan pompa centrifugal melewati Filterpress (H-132) untuk dipisahkan pengotornya dan kemudian dialirkan ke reaktor (R-130). Kemudian bahan baku natrium karbonat dari tangki penampung (F-121) dibawa ke Bin Natrium karbonat (F-124) dengan bantuan Screw conveyor (J-122) dan Bucket elevator (J-113). Kemudian dari Bin natrium karbonat dimasukkan ke dalam tangki pelarut natrium karbonat (M-120) dan ditambahkan air dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm dipompa dengan pompa centrifugal untuk dialirkan ke reaktor (R-130).

#### b. Tahap reaksi

Sebelum masuk dalam reaktor bahan dipanaska dahulu dengan heater (E-136) dan (E-134) sampai suhu operasi reaktor yaitu 60°C .Di dalam reaktor (R-130) larutan barium sulfida dan larutan natrium karbonat direaksikan pada suhu 60°C pada tekanan 1 atm dengan konversi reaksi sebesar 98%. Maka reaksi yang terjadi sebagai berikut :



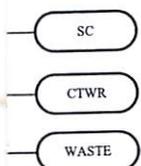
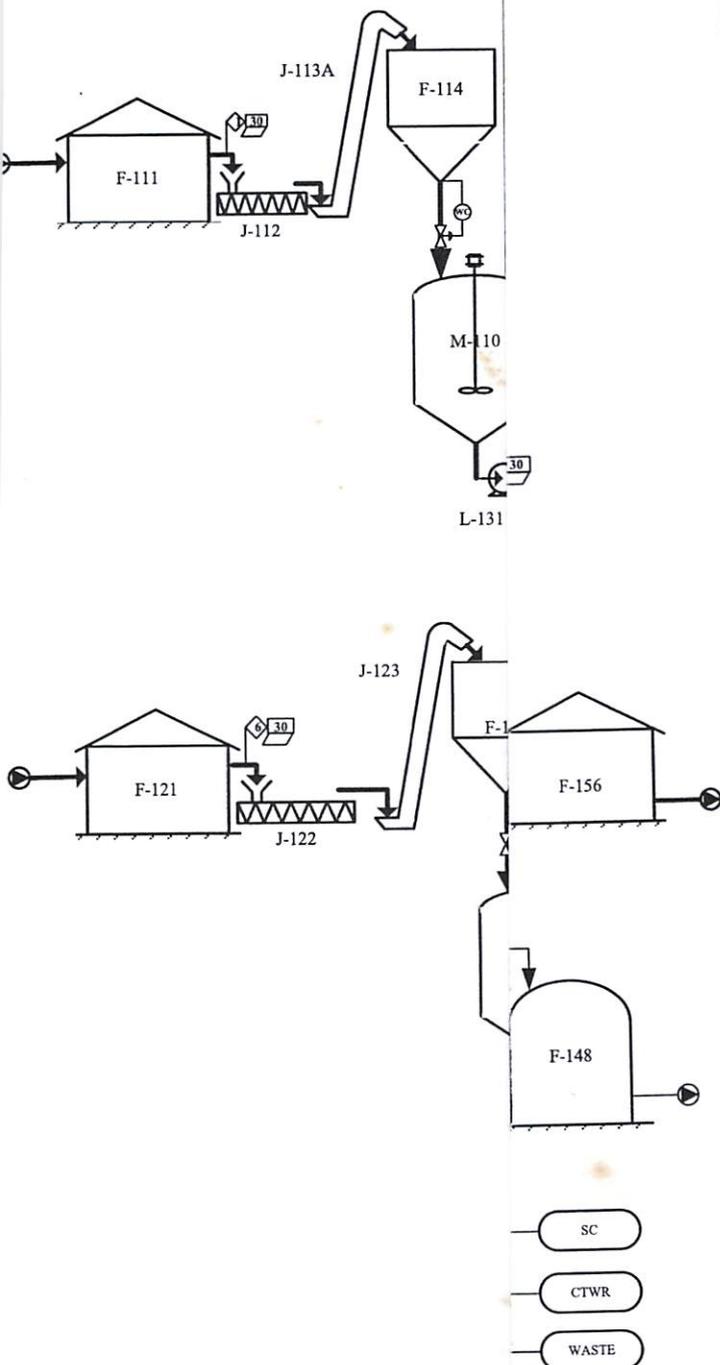
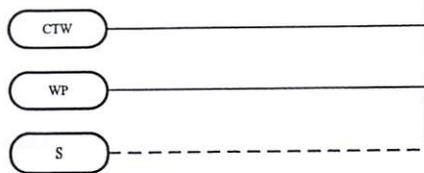
#### c. Tahap pemisahan

Larutan dari reaktor(R-130) berupa slurry dialirkan ke rotary vacum filter (H-142) untuk dipisahkan antara filtrat dan cakenya. Filtrat dan air pencucian hasil pemisahan dari rotary vacum filter ditampung pada storage natrium sulfida (F-

148) sedangkan cake akan dikeringkan pada dryer (B-140) yang dilengkapi cyclone (H-149).

**d. Tahap pengeringan dan pengecilan ukuran produk**

Produk yang berupa cake dari Rotary Vakum Filter (H-142) dibawa dengan screw conveyor (J-134) untuk dimurnikan dikeringkan pada rotary dryer (B-140). Untuk pengeringan pada rotary dryer digunakan udara panas dengan suhu 150°C. Setelah dikeringkan pada rotary dryer (B-140) produk yang sudah kering dibawa dengan belt conveyor (J-151) menuju ke Ball mill (C-150) untuk dihaluskan sampai ukuran 200 mesh dan kemudian disimpan digudang (F-157) untuk dipasarkan dalam kemasan karung.



15	○	PRESSURE (atm)
14	□	TEMPERATUR
13	▭	ALIRAN FLUIDA
12	▱	ALIRAN PADATAN
11	◻	ALIRAN GAS
10	◇	NOMOR ALIRAN
9	⊙(LC)	LEVEL CONTROLLER
8	⊙(TC)	TEMPERATUR CONTROLLER
7	⊙(PI)	PRESSURE INDICATOR
6	⊙(FC)	FLOW CONTROLLER
5	⊙(CTWR)	COOLING TOWER WATER RETURN
4	⊙(CTW)	COOLING TOWER WATER
3	⊙(WP)	WATER PROCESS
2	⊙(S)	STEAM
1	⊙(SC)	STEAM CONDENSAT
NO	SIMBOL	KETERANGAN

34	F-148	STORAGE NATRIUM SULFIDA
33	L-147	POMPA
32	F-156	GUDANG PRODUK
31	XI55	PACKING
30	F-154	BIN PRODUK
29	S-153	SCREEN
28	C-150	BALL MILL
27	J-152	BUCKET ELEVATOR
26	J-151	BELT CONVEYOR
25	H-149	CYCLONE
24	H-144	PENYARING UDARA
23	G-145	BLOWER
22	E-146	HEATER
21	B-140	ROTARY DRYER
20	J-143	SCREW CONVEYOR
19	H-142	ROTARY DRUM FACUM FILTER
18	L-141	POMPA
17	R-130	REAKTOR
16	E-136	HEATER
15	L-135	POMPA
14	E-134	HEATER
13	L-133	POMPA
12	H-132	FILTER PRESS
11	L-131	POMPA
10	M-120	TANGKI PENCAMPUR Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
9	F-124	BIN NATRIUM KARBONAT
8	J-123	BUCKET ELEVATOR
7	J-122	SCREW CONVEYOR
6	F-121	GUDANG NATRIUM KARBONAT
5	M-110	TANGKI PENCAMPUR BaS
4	F-114	BIN BARIUM SULFIDA
3	J-113	BUCKET ELEVATOR
2	J-112	SCREW CONVEYOR
1	F-111	GUDANG BARIUM SULFIDA
NO	KODE	NAMA ALAT

No	Komponen	1	17	18
1	BaS	1282.01	0.004	0.0695
2	BaSO <sub>4</sub>	134.16	0.019	0.3639
3	C	74.54		
4	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		0.008	0.1500
5	H <sub>2</sub> O		0.094	1.7857
6	BaCO <sub>3</sub>		66.250	1258.7544
7	Na <sub>2</sub> S		0.083	1.5699
	Total	1490.70	66.46	1262.69

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

**FLWSHEET PRA RENCANA FABRIK**  
**BARIUM KARBONAT DARI SODA ASH DAN NATRIUM**  
**KARBONAT**

DIRANCANG OLEH:	DISETUJUI DOSEN PEMBIMBING

DIAN ARIF SUMITRO PUTRO 11.14.001  
 NORANDA JELFANO 11.14.025

ELVIANTO DWI DARYONO, ST. MT.

### BAB III NERACA MASSA

Pabrik ini dibangun dengan kapasitas produksi

Kapasitas produksi =	10000	ton/tahun	:	330	hari/tahun	
	=	30,3030	ton/hari	x	1000	kg/ton
	=	30303,0303	kg/hari	:	24	jam/hari
	=	1262,6263	kg/jam			
Basis bahan baku =	1490,7048	kg/jam				

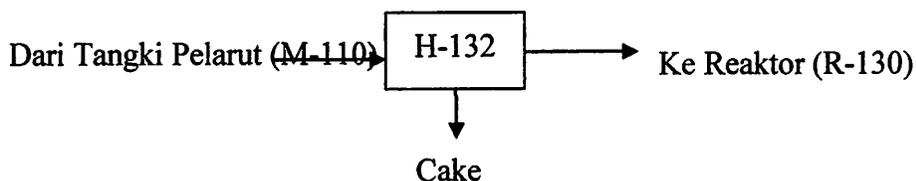
#### 1. Mixer BaS (M-110)

**Aliran Neraca Massa Pada Tangki Mixing**

Masuk (kg/ jam)		Keluar (kg/ jam)	
<b>Dari (F-111)</b>		<b>Ke Filter Press (H-132)</b>	
BaS	= 1282,0061	BaS	= 1282,0061
BaSO <sub>4</sub>	= 134,1634	BaSO <sub>4</sub>	= 134,1634
C	= 74,5352	C	= 74,5352
		H <sub>2</sub> O	= 19718,318
<b>Dari Utilitas</b>			
H <sub>2</sub> O	= 19718,318		
<b>Total</b>	<b>= 21209,023</b>	<b>Total</b>	<b>= 21209,023</b>

#### 2. Filter Press (H-132)

**Fungsi:** Untuk memisahkan pengotor yang ada dalam larutan jenuh BaS. Pengotor basah mengandung 5 % larutan



**Aliran Neraca Massa Pada Filter Press**

Masuk (kg/ jam)		Keluar (kg/ jam)	
<b>Dari Filter Press (H-132)</b>		<b>Ke reaktor (R-130)</b>	
BaS	= 1282,0061	BaS	= 1217,9058
BaSO <sub>4</sub>	= 134,1634	BaSO <sub>4</sub>	= 127,4553
C	= 74,5352	H <sub>2</sub> O	= 18732,402
H <sub>2</sub> O	= 19718,318		
		<b>Hasil sampling</b>	
		C	= 74,535
		BaS	= 64,1003
		BaSO <sub>4</sub>	= 6,7082
		H <sub>2</sub> O	= 985,9159
<b>Total</b>	<b>= 21209,023</b>	<b>Total</b>	<b>= 21209,023</b>

3. **Mixer Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (M-120)**

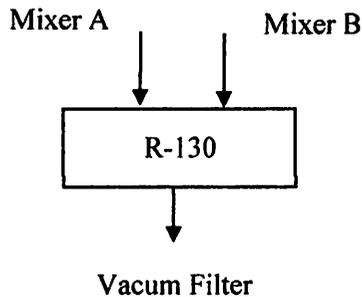
Fungsi : Untuk melarutkan Natrium Karbonat

**Aliran Neraca Massa Pada Tangki Mixing Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**

Masuk (kg/ jam)			Keluar (kg/ jam)		
<b>Dari (F-121)</b>			<b>Ke reaktor (R-130)</b>		
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	=	799,3554	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	=	799,3554
H <sub>2</sub> O	=	0,8002	H <sub>2</sub> O	=	2254,7593
<b>Dari Utiliti Mixer A</b>					
H <sub>2</sub> O	=	2253,9592			
<b>Total</b>	=	<b>3054,1147</b>	<b>Total</b>	=	<b>3054,1147</b>

4. **Reaktor (R-130)**

Fungsi: untuk mereaksikan Barium Sulfida dan Natrium karbonat

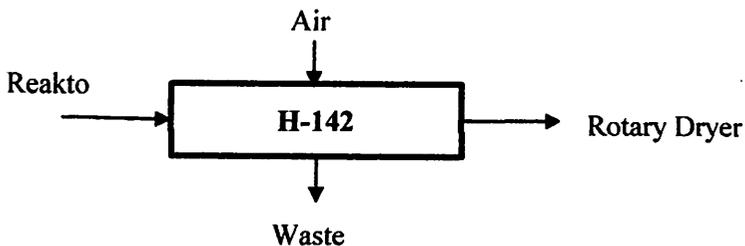


**Neraca Massa pada reaktor**

Masuk	kg/jam	Keluar	kg/jam
<b>Dari M-110</b>		<b>Ke H-142</b>	
BaS	1217,9058	BaCO <sub>3</sub>	1390,4820
BaSO <sub>4</sub>	127,4553	Na <sub>2</sub> S	549,8775
H <sub>2</sub> O	18732,4019	BaSO <sub>4</sub>	127,4553
<b>Dari M-120</b>		H <sub>2</sub> O	20987,1612
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	799,3554	BaS sisa	24,3581
H <sub>2</sub> O	2254,7593	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> sisa	52,5435
<b>Total</b>	<b>23131,8777</b>	<b>Total</b>	<b>23131,8777</b>

5. **Rotary Vacum Filter (H-142)**

fungsi: untuk memisahkan BaCO<sub>3</sub> dari filtrat



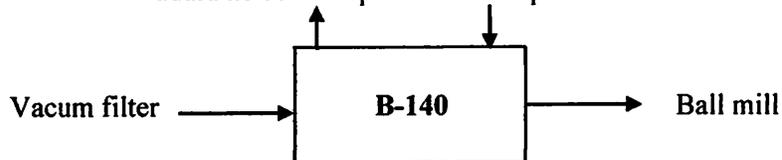
**Neraca massa rotary vacum filter**

Masuk	kg/jam	Keluar	kg/jam
<b>Dari H-130</b>		<b>Ke B-140</b>	
BaCO3	1390,4820	BaCO3	1325,1371
Na2S	549,8775	Na2S	1,6527
BaSO4	127,4553	BaSO4	0,3831
H2O	20987,1612	H2O	63,0780
BaS sisa	24,3581	BaS sisa	0,0732
Na2CO3 sisa	52,5435	Na2CO3 sisa	0,1579
		<b>Waste</b>	
		BaCO3	65,3449
		Na2S	548,2248
		BaSO4	127,0722
		H2O	25550,4587
		BaS sisa	24,2849
		Na2CO3 sisa	52,3856
H2O pencuci	4626,3755		
<b>Total</b>	<b>27758,2532</b>	<b>Total</b>	<b>27758,2532</b>

**6. Rotary dryer (B-140)**

Fungsi : untuk mengeringkan Barium karbonat

udara keluar + uap      udara panas

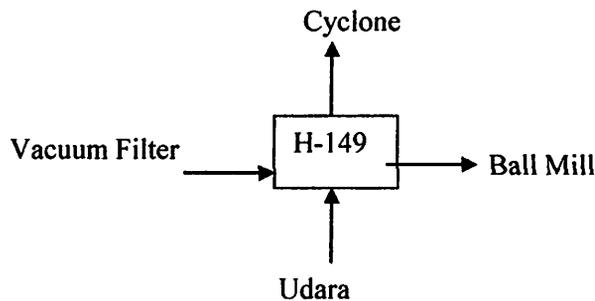


**Neraca massa rotary Dryer**

Masuk	kg/jam	Keluar	kg/jam
<b>Dari H-142</b>		<b>Ke C-135</b>	
BaCO3	1325,1371	BaCO3	1311,8857
Na2S	1,6527	Na2S	1,6362
BaSO4	0,3831	BaSO4	0,3792
H2O	63,0780	BaS sisa	0,0725
BaS sisa	0,0732	Na2CO3 sisa	0,1563
Na2CO3 sisa	0,1579	H2O	1,2616
		<b>Cyclone (H-149)</b>	
		BaCO3	13,2514
		Na2S	0,0165
		BaSO4	0,0038
		BaS sisa	0,0007
		Na2CO3 sisa	0,0016
		H2O	61,8165
<b>Total</b>	<b>1390,4820</b>	<b>Total</b>	<b>1390,4820</b>

7. **Siklon H-149**

**fungsi:** untuk memisahkan padatan halus yang ikut udara pengering yang keluar dari rotary dryer dan masuk ke belt conveyer

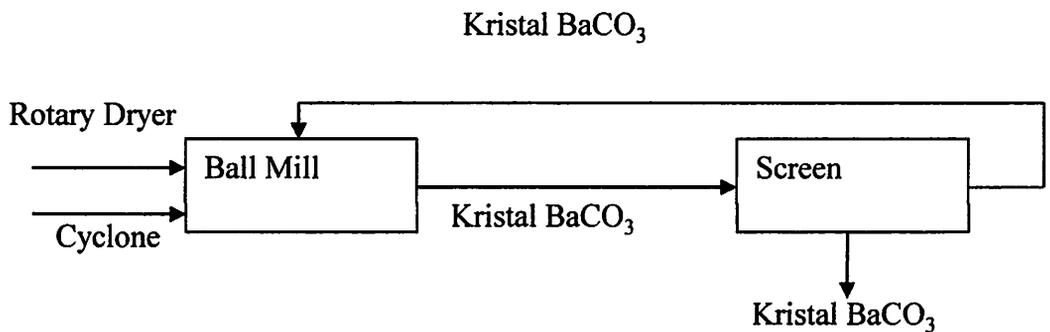


**Neraca massa pada siklon**

Masuk	kg/jam	keluar	kg/jam
<b>Dari H-140</b>		<b>ke C-135</b>	
BaCO <sub>3</sub>	13,2514	BaCO <sub>3</sub>	13,1189
Na <sub>2</sub> S	0,0165	Na <sub>2</sub> S	0,0164
BaSO <sub>4</sub>	0,0038	BaSO <sub>4</sub>	0,0038
BaS sisa	0,0007	BaS sisa	0,0007
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> sisa	0,0016	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> sisa	0,0016
H <sub>2</sub> O	61,8165	H <sub>2</sub> O	0,6182
		<b>ke udara</b>	
		BaCO <sub>3</sub>	0,132514
		Na <sub>2</sub> S	0,000165
		BaSO <sub>4</sub>	0,000038
		BaS sisa	0,000007
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> sisa	0,000016
		H <sub>2</sub> O	61,198316
<b>Total</b>	<b>75,0905</b>	<b>Total</b>	<b>75,0905</b>

8. **Ball Mill (C-135)**

**Fungsi:** untuk mendapatkan kristal dengan ukuran 200 mesh jumlah kristal masuk ke ball mill baik yang berasal dari rotary dryer maupun siklon komposisi bahan masuk



**Neraca Massa Ball Mill**

Masuk	kg/jam	keluar	kg/jam
BaCO <sub>3</sub>	1325,0046	BaCO <sub>3</sub>	1258,7544
Na <sub>2</sub> S	1,6525	Na <sub>2</sub> S	1,5699
BaSO <sub>4</sub>	0,3830	BaSO <sub>4</sub>	0,3639
BaS sisa	0,0732	BaS sisa	0,0695
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> sisa	0,1579	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> sisa	0,1500
H <sub>2</sub> O	1,8797	H <sub>2</sub> O	1,7857
			1262,6934
		<b>Recycle</b>	
		BaCO <sub>3</sub>	66,2502
		Na <sub>2</sub> S	0,0826
		BaSO <sub>4</sub>	0,0192
		BaS sisa	0,0037
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> sisa	0,0079
		H <sub>2</sub> O	0,0940
			66,4575
	<b>1329,1510</b>		<b>1329,1510</b>

## BAB IV NERACA PANAS

Kapasitas	= 10000	ton/tahun	
Jumlah hari kerja	= 330	hari	
1 hari kerja	= 24	jam	
kapasitas produksi/jam	= 10000	ton/tahun	$\times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$
			= 1262,626 kg/jam
Basis	= 1000	kg/jam	
Satuan panas	=	kkal/jam	
Suhu referen	= 25	°C = 298,15 K	

Data kapasitas panas (J/mol K)

Komponen	T (K)	Cp (J/K.mol)	BM
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	303,15	111,6951	105,99
	333,15	115,848	
	353,15	118,167	
BaS	303,15	49,46	169,39
	333,15	49,977	
	353,15	50,322	
C	303,15	8,679	12,001
	333,15	9,651	
	353,15	10,299	
Na <sub>2</sub> S	303,15	82,875	78,039
	333,15	83,319	
	353,15	83,165	
BaSO <sub>4</sub>	303,15	1,9037	233,39
	333,15	1,8139	
	353,15	1,7533	
BaCO <sub>3</sub>	303,15	5,3292	84,007
	333,15	5,3939	
	353,15	5,4387	

(Chase Jr.M.W)

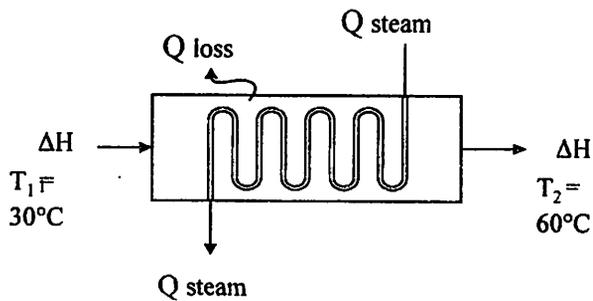
$$J/K.mol = Cp \times mol / (4,184 \times 10^3)$$

Komponen	Cp (J/g mol K)				BM
	A	B	C	D	
H <sub>2</sub> O	18,296	0,47212	-0,00134	1,31E-06	18,01534
Udara	28,09	0,001965	4,8E-06	-2E-09	29,00000

$$Cp = a + b(T) + c(T)^2 + d(T)^3 \quad (\text{Himmelblau, 1999})$$

**A Heater (E-136)**

Fungsi : Memanaskan larutan jenuh natrium karbonat sebelum masuk reaktor



Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

dimana :

$\Delta H_1$  = panas yang terkandung dalam bahan masuk (kkal/jam)

$\Delta H_2$  = panas yang terkandung dalam bahan keluar (kkal/jam)

$Q$  = panas yang terkandung dalam steam (kkal)

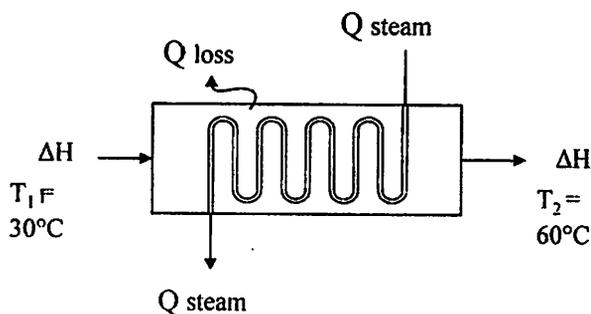
$Q_{\text{loss}}$  = panas yang hilang (kkal)

Neraca panas pada heater

Panas yang masuk (kkal/jam)		Panas yang keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1$	16512,44048	$\Delta H_2$	337295,1571
$Q$	327666,2913	$Q_{\text{loss}}$	6883,574635
Total	344178,7318	Total	344178,7318

**B Heater (E-134)**

Fungsi : Memanaskan larutan jenuh BaS sebelum masuk reaktor



Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

dimana :

$\Delta H_1$  = panas yang terkandung dalam bahan masuk (kkal/jam)

$\Delta H_2$  = panas yang terkandung dalam bahan keluar (kkal/jam)

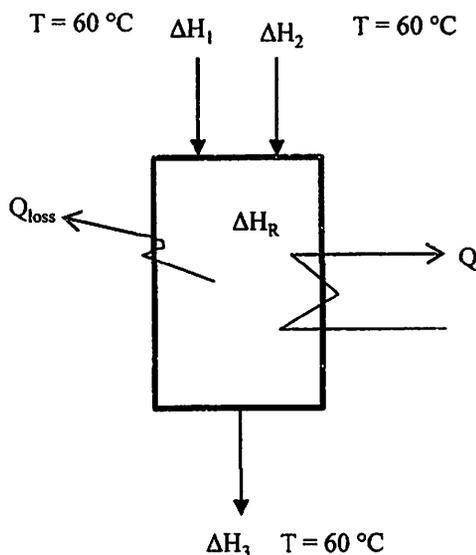
$Q$  = panas yang terkandung dalam steam (kkal)

$Q_{\text{loss}}$  = panas yang hilang (kkal)

Neraca panas pada heater

Panas yang masuk (kkal/jam)		Panas yang keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1$	16580,11285	$\Delta H_2$	2206812,166
Q	2235269,036	Q loss	45037,08453
Total	2251849,149	Total	2251849,149

### C Reaktor (R-130)



Neraca panas total

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_R = \Delta H_3 + Q_{\text{loss}} + Q_s$$

Dimana :

$\Delta H_1$  = panas yang terkandung dalam  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  masuk reaktor

$\Delta H_2$  = panas yang terkandung dalam BaS masuk reaktor

$\Delta H_3$  = panas yang terkandung dalam produk keluar reaktor

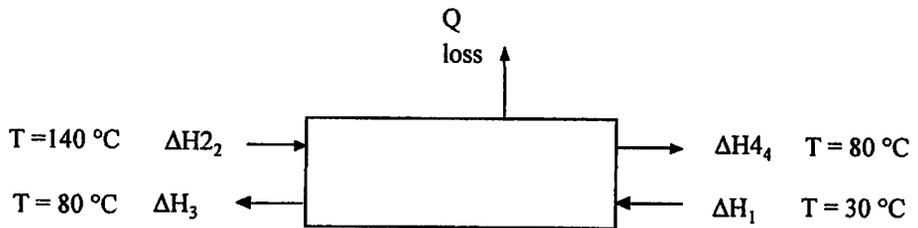
$\Delta H_R$  = panas reaksi yang terjadi dalam reaktor

$Q_s$  = panas yang diserap air pendingin

$Q_{\text{loss}}$  = panas yang hilang

Neraca panas pada reaktor

Panas yang masuk (kkal/jam)		Panas yang keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1$	337295,1571	$\Delta H_3$	2410935,102
$\Delta H_2$	2206812,166	Qloss	47614,74613
$\Delta H_R$	163370,0166	Q	248927,4919
Total	2707477,34	Total	2707477,34

**D Rotary Dryer (B-140)**

Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q_{\text{loss}}$$

dimana :

$\Delta H_1$  = panas yang terkandung dalam bahan masuk Rotary Dryer (kkal/jam)

$\Delta H_2$  = panas yang terkandung dalam udara masuk Rotary Dryer (kkal/jam)

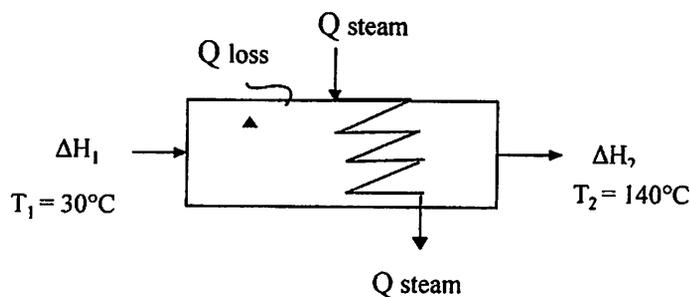
$\Delta H_3$  = panas yang terkandung dalam produk keluar Rotary Dryer (kkal)

$\Delta H_4$  = panas yang terkandung dalam bahan masuk Cyclone (kkal)

$Q_{\text{loss}}$  = panas yang hilang (kkal)

Neraca panas pada Rotary Dryer

Panas yang masuk (kkal/jam)		Panas yang keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1$	869,456831	$\Delta H_3$	8166,229138
$\Delta H_2$	36747,81978	$\Delta H_4$	25689,31982
		$Q_{\text{loss}}$	3761,727662
Total	37617,27662	Total	37617,27662

**E Heater Udara (E-146)**

Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

dimana :

$\Delta H_1$  = panas yang terkandung dalam udara masuk (kkal/jam)

$\Delta H_2$  = panas yang terkandung dalam udara keluar (kkal/jam)

$Q$  = panas yang terkandung dalam steam (kkal)

$Q_{\text{loss}}$  = panas yang hilang (kkal)

## Neraca panas Heater Udara

Panas yang masuk (kkal/jam)		Panas yang keluar (kkal/jam)	
$\Delta H1$	69,44535235	$\Delta H2$	36747,81978
Q	37428,32994	Q loss	749,9555058
Total	37497,77529	Total	37497,77529

**BAB V**  
**SPEKIFIKASI ALAT**

No	Nama alat	Kode	Jenis	Ukuran	Bahan konstruksi	Jumlah
1.	Storage Barium Sulfida	F - 111	Gudang	Panjang = 14 m Lebar = 7 m Tinggi = 5 m Volume = 430,5123 m <sup>3</sup>	Beton	1
2.	Screw conveyor	J - 112	Rotary van feeder	Panjang conveyor = 20 ft Diameter = 9 ft Kapasitas bahan = 10 ton/jam Power conveyor = 1 Hp	Carbon steel SA-53	1
3.	Bucket elevator	J - 113	Centrifugal discharge bucket	Kapasitas = 14 ton/jam Kecepatan = 225 ft/menit Daya total = 1 Hp	Carbon steel SA-53	1
4.	Bin Barium Karbonat	F - 114	Vertical vessel	ID = 27,625 in OD = 28 ts = 3/16 in Ls = 41,4375	Carbon steel SA-53 grade B	1
5.	Tangki Pelarut	M - 110	Vertical vessel	Volume tangki = 180,2545 ft <sup>3</sup> Dimensi Tangki - OD = 66 in - ID = 65,3750 in - L = 98,0625 in - hb = 102,1355 in - ts = 3/16 in Dimensi pengaduk - Diameter impeller = 32,8125 in - Lebar blade = 4,1016 in - Tinggi impeller = 21,8750 in - Panjang blade = 8,2031 in - Jumlah baffle = 4 buah - Daya pengaduk = 2 Hp	Carbon steel SA-53 grade B	1
6.	Pompa	L - 131	Pompa centrifugal	Diameter Nominal = 2,5 in Sch 40 Tenaga pompa = 2 Hp Efisiensi pompa = 60 % Efisiensi motor = 90 %	Carbon steel	1
7.	Filter Press	H - 132	Plate and Frame	- Luas medium filter = 200 ft <sup>2</sup> - Jumlah plate = 14	Stainless steel SA	1

			Metal	- Jumlah frame = 14 - Volume cake = 30,1791 ft <sup>3</sup>	283 grade C	
8.	Pompa	L - 133	Pompa centrifugal	Diameter Nominal = 2,5 in Sch 40 Tenaga pompa = 2 Hp Efisiensi pompa = 60 % Efisiensi motor = 90 %	Carbon steel SA-178 grade C	1
9.	Heater	E - 134	DPHE	Kapasitas = 21209,02 kg/jam Dimensi anulus Diameter dalam = 1,57 in Diameter luar = 0,69 in Dimensi pipa Diameter dalam = 2,067 in Diameter luar = 2,38 in Panjang = 6	Carbon steel SA-178 grade C	1
10.	Storage Natrium karbonat	F - 121	Gudang	Panjang = 20 m Lebar = 10 m Tinggi = 5 m Volume = 910,0747 m <sup>3</sup>	Beton	1
11	Screw conveyor	J - 122	Rotary van feeder	Panjang conveyor = 20 ft Diameter = 9 ft Kapasitas bahan = 10 ton/jam Power conveyor = 1 Hp	Carbon steel SA-53	1
12	Bucket elevator	J - 123	Centrifugal discharge bucket	Kapasitas = 14 ton/jam Kecepatan = 225 ft/menit Daya total = 1 Hp	Carbon steel SA-53	1
13	Bin Natriumkarbonat	F - 124	Vertical vessel	ID = 33,2086 in OD = 34 ts = 3/16 in Ls = 50,4375 in	Carbon steel SA-53 grade B	1
14	Tangki Pelarut	M - 120	Vertical vessel	Volume tangki = 127,7820 ft <sup>3</sup> Dimensi Tangki - OD = 66 in - ID = 65,3750 in - L = 98,0625 in - hb = 102,1355 in - ts = 3/16 in Dimensi pengaduk - Diameter impeller = 32,8125 in - Lebar blade = 4,1016 in - Tinggi impeller = 21,8750 in - Panjang blade = 8,2031 in	Carbon steel SA-53 grade B	1

				- Jumlah baffle= 4buah - Daya pengaduk = 2 Hp		
15	Pompa	L -135	Pompa centrifugal	Diameter Nominal = 2,5 in Sch 40 Tenaga pompa =1 Hp Efisiensi pompa = 60 % Efisiensi motor = 90 %	Carbon steel	1
17.	Heater	E - 136	DPHE	Kapasitas = 2911,592 kg/jam Dimensi anulus Diameter dalam= 1,57 in Diameter luar = 0,69 in Dimensi pipa Diameter dalam = 2,067 in Diameter luar = 2,38 in Panjang = 6	Carbon steel SA-178 grade C	1
18.	Reaktor	R - 130	BAB VI Perancangan Alat Utama			
19.	Pompa	L - 141	Sentrifugal	Kapasitas = 583,3305 ft <sup>3</sup> /jam Diameter Nominal = 3 in Sch 40 Tenaga pompa = 2 Hp Efisiensi pompa = 58 % Efisiensi motor = 82 %	Carbon steel SA-135 grade B	1
20.	Rotary drum Vacuum Filter	H - 142	Rotary drum vacuum filter	Kapasitas = 22989,3552 ft <sup>3</sup> Luas permukaan filter = 132,543 ft <sup>2</sup> Diameter drum = 1,5 ft Panjang = 4,82 ft Kecepatan putar drum = 0,5 rpm Daya = 12 Hp	Carbon steel SA-135 grade B	1
21.	Screw Conveyor	J - 143	Rotary Van Feeder	Panjang conveyor =20 ft Diameter =9 ft Kapasitas bahan =10 ton/jam Power conveyor =1 Hp	Carbon steel SA-135 grade B	1
22	Rotary Dryer	B - 140	BAB VI Perancangan Alat Utama			
23.	Filter udara	H - 144	Dry filter	Kapasitas filter = 1000 ft <sup>3</sup> /menit Ukuran dry filter = 24 in × 24 in Laju alir = 70,8750 ft <sup>3</sup> /jam	Carbon steel SA-135 grade B	1
24	Blower	G - 145	Centrifugal blower	Laju alir = 109,0796 ft <sup>3</sup> /jam Daya = 1 Hp Efisiensi motor = 82%	Carbon Steel SA-135 grade A	1
25	Heater	E - 146	DPHE	Kapasitas = 2911,592 kg/jam	Carbon	1

				Dimensi anulus Diameter dalam= 2,02 in Diameter luar = 0,81 in Dimensi pipa Diameter dalam = 1,38 in Diameter luar = 1,66 in Panjang = 5	steel SA - 53	
26.	Cyclone	H - 149	Duclone Collector	Dc = 0,4844 ft De = 0,242 ft Hc = 0,2422 ft Lc = 0,9687 ft Sc = 0,0605 ft Zc = 0,9687 ft Jc = 0,1211 ft Bc = 0,1211 ft	Carbon steel SA - 53	1
27	Blt Conveyor	J - 151	Felt belt	Daya = 1Hp Kecepatan belt = 1 m/s Lebar = 0,3 m Panjang = 10 m Kemiringan = 30°	Carbon steel SA - 53	1
28.	Bucket elevator	J-152	Centrifugal discharge bucket	Kapasitas = 14 ton/jam Kecepatan = 225 ft/menit Daya total = 1 Hp	Carbon steel SA - 53	1
29.	Ball mill	C-150	Silinder horizontal	Dia : 3 ft L : 3 ft Ukuran : 100 mesh Rpm mill : 33 rpm Daya motor : 15 Hp	Carbon steel SA - 53	1
30.	Screen	S-153	Vibarting screen	Luas screen = 9,5125 ft <sup>2</sup> Factor luas bukaan = 33,64 % Factor luas slot = 1 Kapasitas unit = 85 ton/ft <sup>2</sup> .jam	Carbon steel SA - 53	1
31.	Bin produk	F-154	Vertical vessel	ID = 27,625in OD = 28 ts = 3/16 in Ls = 41,4375	Carbon steel SA - 53	1
32.	Storage produk	F-155	Gudang	Panjang = 11 m Lebar = 6 m Tinggi = 5 m Volume = 910,0747 m <sup>3</sup>	Beton	1

## BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat	: Reaktor mix flow
Fungsi	: Tempat terjadinya reaksi antara Barium sulfida dengan Natrium carbonat
Tipe	: Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas dan tutup bawah berbentuk standard dish
Bahan konstruksi	: High Alloy Steel SA-240 grade M type 316
Allowable stress (f)	: 18750
Tipe pengelasan	: Double welding butt joint
Faktor korosi	: 1/16
Faktor Pengelasan (E)	: 0,85
L/D	: 1,5 = L <sub>s</sub> = 1,5 D
Feed	: 23131,878 kg/jam = 50996,5375 lb <sub>m</sub> /jam
ρ <sub>campuran</sub>	: 3,6500 g/cm <sup>3</sup> = 227,8695 lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup>
μ <sub>campuran</sub>	: 0,00402 kg/m.s = 4,02 cp
Kondisi operasi	: 60 °C; 1 atm = 14,7 psia
Waktu operasi	: 1 jam
Jumlah reaktor	: 1 buah

Adapun tahapan perancangan reaktor, sebagai berikut:

- A. Perancangan dimensi reaktor
- B. Perancangan pengaduk reaktor
- C. Perhitungan nozzle
- D. Perhitungan Coil Pendingin
- E. Perancangan dimensi bolting dan flange
- F. Perancangan sistem penyangga reaktor
- G. Perancangan pondasi reaktor

### A. Perancangan Dimensi Reaktor

b. Menentukan Diameter (D<sub>1</sub>) dan Tinggi Liquid dalam Silinder (L<sub>LS</sub>)

$$\text{Rate volumetric} = \frac{\text{Feed}}{\rho_{\text{campuran}}} = 223,79712 \text{ ft}^3 / \text{jam}$$

jika rate volumetric hanya mengisi 80% dari volume total tangki, dengan waktu tinggal 1 jam adalah :

$$V_T = 279,7464 \text{ ft}^3 = 7,921579 \text{ m}^3$$

$$V_T = 2V_{\text{dished}} + V_{\text{silinder}}$$

$$V_T = 2 \times 0,0847 \times D_1^3 + \frac{\pi \times D_1^2 \times L_s}{4}$$

$$279,7464 = 1,3469 D_1^3$$

$$D_1 = 5,922109 \text{ ft} = 71,065306 \text{ in}$$

$$V_{\text{liquid}} = V_{\text{liquid silinder}} + V_{\text{dished}}$$

$$V_{\text{liquid}} = \frac{\pi \times D_1^2 \times L_{LS}}{4} + 0,0847 \times D_1^3$$

$$223,7971 = 27,53102773 L_{LS} + 17,59189244$$

$$L_{LS} = 7,489921123 \text{ ft} = 89,879053 \text{ in}$$

c. Menentukan Tebal ( $t_s$ ) dan Diameter Luar Silinder ( $D_o$ )

$$P_{\text{alat}} = P_{\text{operasi}} + P_{\text{liquid}}$$

$$P_{\text{operasi}} = 14,7 \text{ psia}$$

$$P_{\text{liquid}} = \frac{\rho \times L_{LS}}{144} = 11,85225 \text{ psi}$$

$$P_{\text{alat}} = 26,55225 \text{ psia}$$

$$= 11,85225 \text{ psig}$$

$$t_s = \frac{P_{\text{alat}} \times D_1}{2(fE - 0,6 P_{\text{alat}})} + C$$

$$t_s = 0,08893639 \text{ in}$$

$$\text{standarisasi } t_s = \frac{1,422982}{16} \approx 3/16$$

$$D_o = D_1 + 2t_s = 71,440 \text{ in}$$

$$\text{standarisasi } D_o = 78 \text{ in}$$

$$D_1 = D_o - 2t_s = 77,63 \text{ in} = 6,46875 \text{ ft}$$

d. Menentukan Tebal Tutup ( $t_h$ ) dan Tinggi Tangki (H)

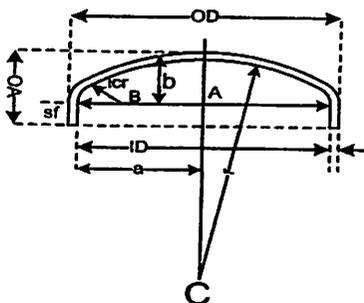
- Menentukan tebal tutup atas dan bawah ( $t_{hab}$ )

$$t_{hab} = \frac{0,885 \times P_{\text{alat}} \times D_1}{(fE - 0,1 P_{\text{alat}})} + C$$

$$t_{hab} = 0,113592592 \text{ in}$$

$$\text{standarisasi } t_{hab} = \frac{1,817481}{16} \approx 3/16$$

- Menentukan tinggi tutup atas dan bawah ( $h_{ab}$ )



$$a = D_1/2 = 38,8125 \text{ in}$$

$$icr = 4 \frac{2}{3} \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 34 \frac{1}{6}$$

$$BC = r - icr = 72,97$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$= 64,4801677 \text{ in}$$

$$b = r - AC$$

$$= 13,14 \text{ in}$$

$$sf = 1,5 \text{ in}$$

$$h_a = t_{ha} + b + sf = 14,83 \text{ in}$$

- Menentukan tinggi silinder ( $L_s$ )

$$L_s = 1,5 D_1$$

$$L_s = 9,703125 \text{ ft}$$

- Menentukan tinggi tangki (H)

$$H = L_s + h_a + h_b = 12,17518038 \text{ ft}$$

$$= 146,1021645 \text{ in}$$

Dari perhitungan diatas, diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut :

Diameter Luar ( $D_o$ )	=	78	in
Diameter Dalam ( $D_i$ )	=	77,63	in
Tinggi silinder ( $L_s$ )	=	116,4375	in
Tebal Silinder ( $t_s$ )	=	3/16	in
Tebal tutup atas ( $t_{ha}$ )	=	3/16	in
Tebal tutup bawah ( $t_{hb}$ )	=	3/16	in
Tinggi tutup atas ( $h_a$ )	=	14,83	in
Tinggi tutup bawah ( $h_b$ )	=	14,83	in
Tinggi Reaktor (H)	=	146,1021645	in

## B. Perancangan Pengaduk

Data-data standard sistem pengadukan (tabel 3.4-1; Hal 144, Geankoplis)

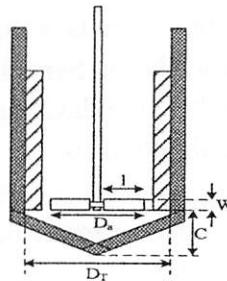
$$D_a/D_T = 0,4$$

$$W/D_a = 1/5$$

$$L/D_a = 1/4$$

$$C/D_T = 1/3$$

$$J/D_T = 1/12$$



Dimana :

$D_T$  = Diameter dalam tangki

$D_a$  = Diameter impeller (pengaduk)

$W$  = Lebar Pengaduk

$L$  = Panjang Pengaduk

$C$  = Tinggi pengaduk dari dasar tangki

$J$  = lebar baffle

a. Menentukan diameter pengaduk dan lebar baffle

$$\frac{D_a}{D_1} = 0,3 \text{ maka, } D_a = 0,3 D_1$$

$$D_a = 23,2875 \text{ in}$$

$$\frac{J}{D_1} = 1/12 \text{ maka, } J = 1/12 D_1$$

$$J = 6,47 \text{ in}$$

b. Menentukan lebar dan panjang pengaduk

$$\frac{W}{D_a} = 1/5 \quad \text{maka,} \quad W = 1/5 D_a \\ W = 4,66 \text{ in}$$

$$\frac{L}{D_a} = 1/4 \quad \text{maka,} \quad L = 1/4 D_a \\ L = 5,82 \text{ in}$$

c. Menentukan tinggi pengaduk dari dasar tangki

$$\frac{C}{D_t} = 1/3 \quad \text{maka,} \quad C = 1/3 D_t \\ C = 25,88 \text{ in}$$

d. Menentukan jenis, dan jumlah pengaduk

Perbandingan  $Da/W = 5$ , maka jenis pengaduk yang digunakan six blade dengan four baffles dengan jumlah pengaduk 1 buah.

dengan  $N = 150 \text{ rpm} = 2,50 \text{ rps}$

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 N \rho}{\mu} = 794185,0843$$

dari fig 3.4-4, Geankoplis, diperoleh  $N_p = 4$

$$P = \frac{N_p \rho N^3 D_a^5}{g_c} = 16518,10214 \text{ J/s}$$

$$= 16,51810214 \text{ kW}$$

$$= 22,15113604 \text{ Hp}$$

Kehilangan-kehilangan daya :

- Gain losses (Kebocoran daya pada proses dan bearing) diperkirakan 10% dari daya masuk.
- Transmission System Losses (kebocoran belt atau gear) diperkirakan 20% dari daya masuk.

$$P \text{ yang dibutuhkan} = 30\% P + P \\ = 28,7965 \text{ Hp}$$

e. Panjang dan diameter batang/poros pengaduk

$$T = \frac{63025 H}{N} = 12099,31969$$

Dimana:

$$H = \text{daya motor} = 28,7965 \text{ hp}$$

$$N = \text{putaran pengaduk} = 150 \text{ rpm}$$

$$T = \text{Momen putar} = 12.099,3197$$

$S =$  maks. Design shering stress yang diujikan

dari Hessee tabel 16-1 hal 467, untuk bahan Hot-rolled steel SAE 1040 mengandung karbon 40% dengan batas = 45.000 psi

$$S = \% \text{karbon} \times \text{tekanan maks} = 18.000 \text{ psi}$$

maka didapatkan poros (D)

$$D = \sqrt{\frac{16T}{\pi S}} = 1,850714 \text{ in}$$

$$L = h + l - Z_i$$

dimana:

$$\begin{aligned}
 h &= L_s + t_{ha} &= 116,6250 \text{ in} \\
 l &= \text{panjang pengaduk} &= 5,8219 \text{ in} \\
 Z_i &= \text{jarak impeller dari dasar tangki} &= 25,8750 \text{ in} \\
 L &= \text{panjang batang/poros} &= 96,5719 \text{ in}
 \end{aligned}$$

dari perhitungan diperoleh dimensi pengaduk sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Tipe} &= \text{six blade dengan four baffles} \\
 \text{Diameter impeller (Da)} &= 23,2875 \text{ in} \\
 \text{Tinggi impeller dari dasar tangki (C)} &= 25,8750 \text{ in} \\
 \text{Lebar impeller (W)} &= 4,6575 \text{ in} \\
 \text{Panjang impeller(l)} &= 5,8219 \text{ in} \\
 \text{Jumlah pengaduk (Np)} &= 1 \text{ buah} \\
 \text{Daya (P)} &= 28,7965 \text{ hp} \\
 \text{Panjang poros/batang (L)} &= 116,6250 \text{ in} \\
 \text{Diameter poros (D)} &= 1,8507 \text{ in}
 \end{aligned}$$

### C. Perancangan Nozzle

#### a. Nozzle pada Tutup Atas Standard Dished

- Nozzle untuk memasukkan feed

#### b. Nozzle pada Silinder Reaktor

- Nozzle manhole
- Nozzle pemasukan steam
- Nozzle pengeluaran steam kondesat

#### c. Nozzle pada Tutup Bawah Standard Dished

- Nozzle untuk pengeluaran produk

Nozzle di atas menggunakan flange standard tipe welding neck.

#### a. Nozzle pada Tutup Atas Standard Dished

- Nozzle untuk memasukkan feed

##### # Menentukan Kecepatan fluida

Dalam menentukan kecepatan fluida dapat digunakan data kecepatan simpson (Coulson & Richardson's, Hal. 186. 1993), dimana untuk

$$\rho_{\text{campuran}} = 3650,0000 \text{ kg/m}^3 \text{ adalah } 3,074379 \text{ m/s} = 10,0864 \text{ ft/s}$$

##### # Menentukan Dimensi Lubang

dalam perhitungan diameter optimum digunakan persamaan 5-14

(Coulson & Richardson's, Hal. 189. 1997), dimana bahan yang digunakan carbon steel

$$\begin{aligned}
 D_{i_{\text{optimum}}} &= 293 (\text{rate feed})^{0,53} (\rho)^{-0,37} \\
 &= 37,7581 \text{ mm} \\
 &= 1,4865 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Standarisasi Di menggunakan App. A-5 (Geankoplis. 1997)

$$\text{NPS} = 2,50 \text{ in} \quad D_o = 2,875 \text{ in}$$

$$D_i = 2,469 \text{ in} \quad t = 0,203 \text{ in}$$

$$A = 0,00309 \text{ m}^2$$

## # Pengecekan Laju Fluida dan Jenis Aliran

$$\text{rate volumetrik} = 223,7971 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0018 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = \text{rate volumetrik} / A = 0,5699 \text{ m/s}$$

$$N_{Re} = \frac{D_{\text{pipa}} v \rho}{\mu} = 12.775.244,6 \text{ (turbulen)}$$

## b. Nozzle pada Silinder Reaktor

## - Nozzle manhole

Lubang manhole dibuat berdasarkan standard yang ada, yaitu N1 20 in.

(Brownell and Young item 3 dan 4 halaman 351)

- Ukuran pipa (NPS) : 20 in
  - Diameter luar (DO) : 27 1/2 in
  - Ketebalan flange minimum (T) : 1 11/16 in
  - Diameter lubang (R) : 23 in
  - Diameter hubungan pada titik pengelasan : 20 in
  - Diameter hubungan pada ala (E) : 22 in
  - Tebal nozzle (L) : 5 11/16 in
  - Diameter dalam nozzle (B) : 19,25 in
  - Jumlah lubang baut : 20 buah
  - Diameter baut : 1 1/8 in
- Nozzle Pemasukan Air Pendingin dan Pengeluaran Air Condensate air masuk/keluar
- Ukuran pipa (NPS) : 2 in
  - Diameter luar (DO) : 6 in
  - Ketebalan flange minimum (T) : 3/4 in
  - Diameter lubang (R) : 3 5/8 in
  - Diameter hubungan pada titik pengelasan : 2,38 in
  - Diameter hubungan pada ala (E) : 3 1/16 in
  - Tebal nozzle (L) : 2 1/2 in
  - Diameter dalam nozzle (B) : 2,07 in
  - Jumlah lubang baut : 4 buah
  - Diameter baut : 5/8 in

## e. Nozzle pada Tutup Bawah Standard Dished

## - Nozzle untuk pengeluaran produk (Gliserol)

dalam perhitungan diameter optimum digunakan persamaan 5-14

(Coulson & Richardson's, Hal. 189. 1997), dimana bahan yang digunakan carbon steel

$$\begin{aligned} Di_{\text{optimum}} &= 293 (\text{rate feed})^{0,53} (\rho)^{-0,37} \\ &= 29,2108 \text{ mm} \\ &= 1,1500 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi Di menggunakan App. A-5 (Geankoplis. 1997)

$$\text{NPS} = 2,00 \text{ in} \quad \text{Do} = 2,375 \text{ in}$$

$$Di = 1,939 \text{ in} \quad t = 0,218 \text{ in}$$

$$A = 0,00191 \text{ m}^2$$

### Penentuan Flange pada Nozzle

Brownell, tabel 12.2, hal. 221 diperoleh flange untuk semua nozzle, dipilih flange standard type welding neck dengan dimensi nozzle, sebagai berikut:

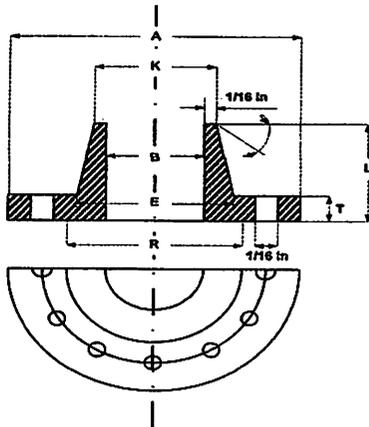
Nozzle A. Nozzle untuk memasukkan feed

Nozzle B. Nozzle pemasukan dan pengeluaran air pendingin

Nozzle C. Nozzle untuk memasukkan feed

Nozzle D. Nozzle pengeluaran produk

Nozzle E. Nozzle manhole



### D. Perancangan Coil Pendingin

#### # Dasar Perancangan

Type coil	= spiral
$Q_{\text{air pendingin}}$	= 473182,7709 kkal/jam = 1876518 BTU/jam
Kebutuhan air pendingin	= 68342,309 kg/jam
$P_{\text{operasi}}$	= 14,7 psig
$t_{\text{bahan masuk}}$	= 60 °C = 140 °F
$t_{\text{bahan keluar}}$	= 60 °C = 140 °F
$T_{\text{air}}$	= 30 °C = 86 °F
$T_{\text{airkeluar}}$	= 45 °C = 113 °F

#### # Menentukan suhu caloric dan $\Delta T_{\text{LMTD}}$

$$T_c = 0,5 (T_1 + T_2) = 99,5 \text{ °F}$$

$$t_c = 0,5 (t_1 - t_2) = 13,5 \text{ °F}$$

$$\Delta t_1 = 27 \text{ °F}$$

$$\Delta t_2 = 54 \text{ °F}$$

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = 0,5$$

$$\Delta T_{\text{LMTD}} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \Delta t_1 / \Delta t_2} = 38,952766 \text{ °F}$$

diperoleh ukuran  $K_C = 0,1$  dan  $F_C = 0,37$

#### # Ukuran pipa yang digunakan

Memilih ukuran DPHE yang standart (Kern tabel 6.2 hal 110) 4 x 3 " IPS SCH 80

Bagian Annulus		Bagian Pipe (air)	
$A_{an}$	$= 3,14 \text{ in}^2 = 0,0218 \text{ ft}^2$	$A_p$	$= 7,38 \text{ in}^2 = 0,0513 \text{ ft}^2$
$de$	$= 1,14 \text{ in} = 0,0950 \text{ ft}$	$a''$	$= 0,9170 \text{ ft}^2/\text{ft}$
$de'$	$= 0,53 \text{ in} = 0,0442 \text{ ft}$	$di$	$= 2,9 \text{ in} = 0,2417 \text{ ft}$
		$do$	$= 3,5 \text{ in} = 0,2917 \text{ ft}$

Evaluasi Perpindahan Panas	
Bagian Annulus (metanol)	Bagian Pipe (air)
<b>1. Menghitung <math>N_{Re}</math></b>	<b>1'. Menghitung <math>N_{Re}</math></b>
$G_{an} = \text{massa bahan}/A_{an}$	$G_p = \text{massa bahan}/A_{ap}$
$= 2.338.695 \text{ lb}_m/\text{jam.ft}^2$	$= 2.939.852,77 \text{ lb}_m/\text{jam.ft}^2$
$\mu = 0,0040 \text{ kg/m.s}$	$\mu = 1 \text{ cp}$ (Kern, hal. 825)
$= 4,0200 \text{ cp}$	
$N_{Re} = \frac{de \times G_{an}}{\mu \times 2,42}$	$N_{Re} = \frac{di \times G_{ap}}{\mu \times 2,42}$
$= 22.837,8765$	$= 489.300,564$
<b>2. Mencari faktor panas (<math>J_H</math>)</b>	<b>2'. Mencari faktor panas (<math>J_H</math>)</b>
$J_H = 110 \text{ BTU}/\text{J.ft}^2.\text{°F}$	$J_H = -$
Kern, Hal. 834	
<b>3. Mencari harga koefisien film perpindahan panas <math>hi</math></b>	<b>3'. Mencari harga koefisien film perpindahan panas <math>hio</math></b>
$cp = 65,6312 \text{ BTU}/\text{lb}_m.\text{°F}$	$v = \frac{G_{an}}{\rho \cdot 3600}$
$k = 0,37 \text{ BTU}/\text{ft}.\text{°F}$	$= 3,584076$
$ho = J_H \left( \frac{k}{de} \right) \left( \frac{cp \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{1/4}$	$hio = 1500 \text{ BTU}/\text{jam.ft}^2.\text{°F}$
$= 3.855,0399$	fig. 25 kern

# Mencari tahanan pipa bersih

$$U_C = \frac{hio \times ho}{hio + ho} = 1079,8 \text{ BTU}/\text{J.ft}^2.\text{°F}$$

# Mencari tahanan pipa terpakai

$$Rd = \frac{U_C - U_D}{U_C \times U_D}, \text{ sehingga } U_D = 254,7078 \text{ BTU}/\text{J.ft}^2.\text{°F}$$

# Mencari panjang pipa ekonomis (L)

Panjang yang paling ekonomis dicari dengan standarisasi panjang pipa dan dicari *over design* yang terkecil.

$$A = \frac{Q}{U_D \times \Delta t_{LMTD}} = 189,1351 \text{ ft}^2$$

Dapat dilihat luas pemanasan ( $A$ )  $< 120 \text{ ft}^2$ , maka pemilihan DPHE tepat.

$$L = A/a'' = 206,2542 \text{ ft}$$

Harga L								
L (ft)	n (hairpin)	=	L baru	A baru	$U_D$ baru	Rd baru	over design	
16	6,445	=	7 224	205,41	234,529	0,0033	11,26%	
20	5,1564	=	6 240	220,08	218,8940	0,0036	21,41%	
24	4,30	=	5 240	220,08	218,8940	0,0036	21,41%	

berdasarkan over design terkeci di peroleh hairpin 1 dengan panjang pipa 16 ft

Evaluasi $\Delta p$	
Bagian Shell	Bagian Tube (air)
<p><b>1. <math>N_{Re}</math> dan friksi (<math>f</math>)</b></p> $N_{Re\ an} = \frac{de' \cdot G_{an}}{\mu \cdot 2,42}$ $= 10617,6093$ $f = 0,0035 + \frac{0,264}{(N_{Re\ an})^{0,42}}$ $= 0,0089$ <p><b>2. <math>\Delta p</math> karena panjang pipa</b></p> $\Delta p_L = \frac{4 f G_{an}^2 L}{2 \times 4,18 \times 10^8 \rho^2 de' \times 144} \times \frac{\rho}{144}$ $= 2,57 \text{ psi}$ $v = \frac{G_{an}}{\rho \cdot 3600}$ $= 2,851 \text{ ft/s}$ $\Delta p_n = n \frac{v^2}{2gc} \times \frac{\rho}{144}$ $= 0,200 \text{ psi}$ $\Delta p_{an} = \Delta p_L + \Delta p_n$ $= 2,765 \text{ psi} < 10 \text{ psi}$	<p><b>1'. <math>N_{Re}</math> dan friksi</b></p> $N_{Re\ p} = \frac{di \cdot G_p}{\mu \cdot 2,42}$ $= 489.300,564$ $f = 0,0035 + \frac{0,264}{(N_{Re\ p})^{0,42}}$ $= 0,0046$ <p><b>2'. <math>\Delta p</math> pipa</b></p> $\rho_{air} = 999,5000 \text{ kg/m}^3$ $= 62,3966 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$ $\Delta p_L = \frac{4 f G_p^2 L}{2 \times 4,18 \times 10^8 \rho^2 de' \times 144} \times \frac{\rho}{144}$ $= 2,0893 \text{ psi} < 2 \text{ psi}$ <p>memadai</p>

# Jumlah lilitan coil dan tinggi coil

syarat diameter coil (helix) adalah  $D$  pengaduk  $< D$  coil  $< D$  bejana

$$= 1,940625 \text{ ft} < D \text{ coil} < 6,46875 \text{ ft}$$

$$D \text{ coil} = 4,5 \text{ ft}$$

$$NC = \frac{L}{\pi \times D_{Coil}} = 14,597 \approx 15 \text{ lilitan}$$

$$L_c = [(nc - 1)(hc + Do) + Do] = 66,5 \text{ in}$$

karean  $LC = 66,5 \text{ in} < LL = 89,8791 \text{ in}$ , jadi perhitungan coil pemanas memadai.

### E. Sambungan Tutup (Head) dengan Dinding Reaktor

Bagian tutup reaktor dan bagian shell dihubungkan secara flange dan

bolting untuk mempermudah perbaikan dan perawatan reaktor.

Desain tekanan : 14,7 psia

### Gasket

Dari Brownell & Young Fig 12.22, didapatkan:

Bahan konstruksi : Abestos filled

Gasket faktor (m) : 2,75

Min design seating stress (y) : 9000 psia

### Bolting

Dari Brownell & Young App. D-4, didapatkan:

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 193 Grade B&C  
type 347

Tensile strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 13684

### Flange

Dari Brownell & Young App. D-4, didapatkan:

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M  
type 316

Tensile strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 18410

Tipe flange : Ring flange loose type

#### a. Perhitungan Gasket

$$d_o/d_i = \sqrt{\frac{y - pm}{y - p(m+1)}}$$

asumsi tebal g 1/16 in, dan dari fig. 12.11 diperoleh

y = 9.000 dan m = 2,75, sehingga

$$d_o/d_i = 1,0008$$

asumsi di = Do = 78 in, maka do = 78,0641 in

$$\begin{aligned} \text{dan lebar minimum gasket (n) adalah} &= \frac{d_o - d_i}{2} = 0,032033 \text{ in} \\ &= \frac{0,51}{16,00} = 1/16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{diameter rata-rata gasket (G)} &= d_i + n \\ &= 78,032033 \text{ in} \end{aligned}$$

#### b. Perhitungan jumlah dan ukuran baut (Bolting)

- Perhitungan beban baut

$$\text{Lebar seting gasket bawah (b}_o) = \frac{n}{2} = 0,016017$$

$$\begin{aligned} \text{Beban gasket supaya tidak bocor (H}_y) &= \prod \cdot b \cdot G \cdot y = W_{m2} \\ &= 35319,49 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban baut supaya tidak bocor (H}_p) &= 2 \cdot \prod \cdot b \cdot G \cdot m \cdot p \\ &= 317,28676 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban karena tekanan dalam (H)} &= \pi/4 \cdot G^2 \cdot p \\ &= 70263,99 \text{ lb} \\ \text{Total berat beban kondisi operasi (W}_{ml}) &= H + H_p \\ &= 70581,28 \text{ lb} \end{aligned}$$

Karena  $W_{ml} > W_{m2}$ , maka yang mengontrol adalah  $W_{ml}$

- Perhitungan luas minimum bolting area

$$A_{ml} = \frac{W_{ml}}{f_b} = 5,157942 \text{ in}^2$$

- Perhitungan bolting minimum

Brownell & Young, tabel 10-4 :

$$\text{Bolt Size (d)} = 1 \text{ in}$$

$$\text{Root Area} = 0,551 \text{ in}^2$$

$$\text{Jumlah bolting} = \frac{A_{ml}}{\text{root area}} = 9,3610567 \text{ buah} \approx 18 \text{ buah}$$

Didapatkan data-data sebagai berikut:

$$\text{Bolt spacing distance (Bs)} : 2 \frac{1}{4}$$

$$\text{Minimum radial distance (R)} : 1 \frac{3}{8}$$

$$\text{Edge distance (E)} : 1 \frac{1}{16}$$

$$\begin{aligned} \text{Bolting circle diameter (C)} &= D_{\text{shell}} + 2(14,5 t_s + R) \\ &= 85,8125 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter luar flange (OD)} &= C + 2E \\ &= 87,9375 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Check lebar gasket (A}_b \text{ actual)} &= \text{jumlah bolt} \times \text{root area} \\ &= 9,9180 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum (L)} &= A_b \text{ actual} \frac{f}{2 \pi y G} \\ &= 0,0307725 \text{ in} \end{aligned}$$

Karena  $L < n = 0,032033 \text{ in}$ , jadi perhitungan bolting memenuhi.

- Perhitungan moment

$$W = \frac{A_m + A_b}{2} F_a = 103149,6 \text{ lb}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle :

$$h_G = \frac{C-G}{2} = 3,890233 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment flange (M}_a) &= W \cdot h_G \\ &= 401276,01 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

$$\text{dalam kondisi operasi } W = W_{ml} = 70581,2814 \text{ lb}$$

Hidraustic and force pada daerah dalam flange ( $H_D$ )

$$H_D = 0,785 \cdot B^2 \cdot p \quad (B = d_o \text{ shell})$$

$$H_D = 70206,32 \text{ lb}$$

$$\text{Jarak radial bolt circle pada aksi } (h_D) = \frac{C - B}{2} = 3,90625 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment } (M_D) &= H_D \times h_D \\ &= 274243,43 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatik ( $H_G$ )

$$\begin{aligned} H_G &= W - H \\ &= 317,2868 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment } (M_G) &= H_G \times h_G \\ &= 1234,32 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_T &= H - H_D \\ &= 57,67666 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$h_T = \frac{h_D + h_G}{2} = 3,898242 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment } (M_T) &= H_T \times h_T \\ &= 224,8376 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment total } (M_o) &= M_D + M_G + M_T \\ &= 275702,59 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

- Perhitungan tebal flange

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}} \text{ dan } k = A/B$$

$$k = 1,127404$$

Dari Brownell & Young fig.12.11, didapatkan:

$$Y = 22$$

$$M = 275702,59 \text{ lb.in}$$

$$t = 2,05521644 \text{ in}$$

### Kesimpulan Perancangan :

#### 1. Gasket

- Bahan Konstruksi = Abestos filled
- Gasket factor = 2,75
- Min disegn seating stress = 9000
- Lebar gasket = 1/16 in

#### 2. Bolthing

- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 193 Grade B&C type 347
- Allowable stress (f) = 13684 lb/in<sup>2</sup>
- Ukuran baut = 1 in
- Jumlah baut = 18 buah
- Bolt spacing min ( $B_s$ ) = 2 1/4
- Min Radian distance (R) = 1 3/8
- Edge distance (E) = 1

#### 3. Flange

- Bahan Konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
- Allowable stress (f) = 18410

- Type flange = Ring flange loose type
- Tebal flange = 2,0552

## F. Perancangan Sistem Penyangga Reaktor

Dari perancangan silinder reaktor diketahui data sebagai berikut :

- Bahan konstruksi = *HAS SA-240 grade M type 316*
- Tebal silinder (ts) = 3/16 in = 0,0156 ft
- Diameter dalam Silinder (Di) = 77,63 in = 6,4688 ft
- Diameter luar Silinder (Do) = 78,00 in = 6,5 ft
- Tekanan Internal tangki (Pi) = 14,696 psig
- Tinggi badan Silinder = 116,44 in = 9,703 ft
- Stress yang diijinkan (f) = 18750 lb/in<sup>2</sup>
- Faktor korosi yang dipakai (C) = 1/16 in

### a. Menentukan berat tangki kosong

Bahan konstruksi yang dipakai untuk membuat reaktor termasuk steel, densitasnya dapat dilihat pada tabel 2-118 (Perry 7th,1997), yaitu :

$$\rho = \text{densitas bahan konstruksi} = 481 \text{ lb/ft}^3$$

$$W_s = \pi/4 (D_o^2 - D_i^2) H = 1484,82 \text{ lb} = 673,5 \text{ kg}$$

### b. Menentukan berat tutup atas dan bawah reaktor

$$\text{Tutup atas berbentuk } \textit{standard dished} \quad t_{ha} = 3/16 \text{ in} = 0,0002 \text{ ft}$$

$$V_{\text{tutup dalam atas}} = 0,0847 \times D_i^3 = 22,9269 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{tutup atas luar}} = 0,0847 \times (D_i + t_{ha})^3 = 22,9285 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{dinding tutup atas}} = V_{\text{tutup atas luar}} - V_{\text{tutup dalam atas}} = 0,0016 \text{ ft}^3$$

$$W_{\text{tutup atas}} = V_{\text{dinding tutup}} \times \rho_{\text{steel}} = 0,791 \text{ lb} \\ = 0,359 \text{ kg}$$

### c. Menentukan berat poros pengaduk

Dari perhitungan dimensi poros pengaduk diperoleh data :

- Panjang poros pengaduk (L) = 116,6250 in = 9,7188 ft
- Diameter poros pengaduk (D) = 1,8507 in = 0,1542 ft

$$W_{\text{poros pengaduk}} = \frac{\pi}{24} D_{ps}^2 L_{ps} \rho = 8.379,40 \text{ lb}$$

### d. Menentukan Berat Pengaduk

Dari perhitungan dimensi pengaduk diperoleh :

- Diameter Pengaduk (Da) = 23,288 in = 1,9406 ft
- Panjang pengaduk (L) = 5,822 in = 0,4852 ft
- Lebar Pengaduk (W) = 4,6575 in = 0,3881 ft
- Jumlah blade = 6

$$W_{\text{pengaduk}} = n \times D_a \times L \times W \times \rho = 1054,608$$

### e. Menentukan Berat Koil

Dari perhitungan dimensi jaket diperoleh :

- Diameter dalam coil (d<sub>ip</sub>) = 1,38 in = 0,1150 ft

$$\begin{aligned}
 - \text{Diameter luar coil } (d_{op}) &= 1,66 \text{ in} = 0,1383 \text{ ft} \\
 - \text{panjang coil } (T_j) &= 66,5 \text{ in} = 5,5417 \text{ ft} \\
 W_{\text{coil}} &= \frac{\pi}{4} d_{op}^2 - d_{ip}^2 T_j \rho = 12,368706 \text{ lb} \\
 &= 5,6103212 \text{ kg} \\
 W_{\text{steam}} &= 150669,79 \text{ lb} = 68342,309 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

f. Menghitung Berat perlengkapan lainnya (Attachment)

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti Nozzle, flange, baut dan sebagainya dimana dari Brownell & Young 1959, halaman 157 diperoleh :

$$W_a = 18\% \times W_s = 267,2680 \text{ lb} = 121,2301 \text{ kg}$$

Dimana :

$W_a$  = berat attachment , lb

$W_s$  = berat shell reaktor

$$\text{maka berat total reaktor } W_T = 161.869,8 \text{ lb} = 73.422,54 \text{ kg}$$

$$\text{untuk faktor keamanan berat reaktor dinaikkan } 20\% = 194.243,8 \text{ lb}$$

g. Perancangan leg support (penyangga)

Beban tiap kali kompresi dari Brownell & Young, persamaan 10.76 hal 197 adalah

$$P = \frac{4 \times p_w \times (H-L)}{n \times D_{bc}} + \frac{\Sigma W}{n}$$

Dimana :

$P$  = gaya yang bekerja pada 1 leg

$p_w$  = total beban permukaan karena angin

$H$  = tinggi reaktor dari batas base plate

$L$  = jarak antara vessel dengan base plate

$D_{bc}$  = diameter bolt circle

$n$  = jumlah penyangga

$\Sigma W$  = berat total reaktor

$P$  = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg

Reaktor dirancang nantinya akan diletakkan dalam bangunan sehingga tidak dipengaruhi dengan adanya tekanan angin

(beban tekanan angin tidak dikontrol)

Maka berlaku :  $p_w = 0$

Untuk penahan dipilih jenis I-beam yang berjumlah 4 buah sehingga gaya yang bekerja pada 1 leg adalah :

$$P = \frac{\Sigma W}{n} = 48.560,95 \text{ lb}$$

Untuk mendapatkan ukuran I-beam didasarkan pada ukuran standard pada Appendix G Brownell & Young halaman 355 yaitu :

Trial ukuran I-beam 4" ukuran 4 x 2 5/8 dengan pemasangan memakai beban eksentrik terhadap sumbu, didapatkan :

- Nominal size = 8 in
- Berat = 20 lb
- Area of section ( $A_y$ ) = 5,83 in<sup>2</sup>
- Dept of beam (h) = 7 in
- Widht of flange (b) = 3,86 in
- Axis ( r ) = 2,68 in
- $I_{1-1}$  = 41,9 in<sup>4</sup>

- Menghitung tinggi total reaktor (H)

Jarak antara base plate dengan badan silinder (L) diambil untuk nilai optimumnya, 5 ft

$$\text{Tinggi Reaktor} = 12,1752 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga tinggi total reaktor} &= 12,1752 + 5 \\ &= 17,1752 \text{ ft} \end{aligned}$$

- Menghitung panjang leg (l)

$$l = 0,5 H + 2,5 \text{ ft} = 11,0876 \text{ ft} = 133,0511 \text{ in}$$

- Menentukan bearing capacity ( $f_c$ )

$$\frac{l}{r} = \frac{133,0511}{2,68} = 49,6459 \text{ in}$$

Karena  $l/r$  antara 0-120 = 15000 psi (B & Y. 1959)

$$f_{c \text{ aman}} = f_c - f_{c \text{ eksentrik}}$$

$$= f_c - \frac{p(a+0,5b)}{I_{1-1}/0,5b} = 7.327,7 \text{ psi}$$

- Luas (A) yang dibutuhkan

$$A = \frac{p}{f_{c \text{ aman}}} = \frac{48560,950 \text{ lb}}{7327,72 \text{ lb/in}^2} = 6,6270 < A_y$$

$$\% \text{ beda} = \frac{5,83 - 6,63}{5,83} \times 100\% = -13,67\%$$

h. Perancangan base plate

Pada hal 163 Hesse, 1945 base plate dibuat dengan toleransi panjang adalah 5% dan toleransi lebar adalah 20% (Hesse, 1945)

Material base plate = Beton

Ketahan bearing base plate terhadap = 600 lb/in<sup>2</sup>

Kedalam beam (h) = 7 in

Lebar flange (b) = 3,9 in

- Menghitung luas penampang base plate ( $A_{bp}$ )

$$\begin{aligned} A_{bp} &= \frac{P}{f_c} \\ &= 80,93492 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Dimana :

$A_{bp}$  = luas base plate, in<sup>2</sup>

P = beban dari tiap-tiap base plate

$f_c$  = stress yang diterima oleh pondasi

persamaan 10.40 Brownell :

$$M_y = \frac{P}{4\pi} (1+\mu) \times \ln \frac{2L}{\pi e} + (1-\gamma_1)$$

Dimana:

P = beban tiap baut = 70581,281 lb

$\mu$  = poisson's ration = 0,3 (untuk baja)

L = panjang horisontal plate bawah = 7

e = 0,8125

Jadi:

$$M_y = 16805,95 \text{ lb}$$

Maka tebal Lug :

$$t_{hp} = \frac{\sqrt{6 M_y}}{F_{allow}}$$

$$t_{hp} = 2,592755 \text{ in}$$

- Tebal plate vertical (Gusset)

$$\begin{aligned} \text{Gusset minimal} &= \frac{3}{8} \times t_{hp} \\ &= 0,972283 \end{aligned}$$

- Tinggi gusset

$$\begin{aligned} H_g &= A + \text{ukuran baut} \\ &= 11 \text{ in} \end{aligned}$$

- Tinggi lug

$$\begin{aligned} \text{Tinggi lug} &= h_g + 2 t_{hp} \\ &= 16,186 \text{ in} \end{aligned}$$

Bahan Baut : *High alloy steel SA-193 grade B8t type 321*

Max. Allowable stress (f) = 15000 lb/in<sup>2</sup>

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} \\ = \frac{12140,24 \text{ lb}}{15000 \text{ lb/in}^2} \\ = 0,8093 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = 1/4 \times \pi \times d_{\text{baut}}^2 \\ 0,8093 = 1/4 \times 3 \times d_{\text{baut}}^2 \\ d_{\text{baut}}^2 = 1,0154 \text{ in} = 16,246249 /16$$

Standarisasi diameter baut dari Brownell & Young, tabel 10,4 hal 188 diperoleh ukuran baut 1 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

- Ukuran baut = 1 in
- Root area = 0,551 in<sup>2</sup>
- Bolt spacing minimum (Bs) = 2 1/4 in
- Minimum radial distance ( R ) = 1 3/8 in
- Edge distange (E) = 1 1/16 in
- Nut dimension = 1 5/8 in
- Max. Fillet radius = 7/16 in

i. Perancangan lug dan gusset

Digunakan 2 buah plate horisontal (untuk lug) dan 2 buah plate vertikal (untuk gusset).

- Lebar lug

$$A = \text{lebar lug} = \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\ = 10 \text{ in}$$

$$B = \text{jarak antara gusset} = \text{ukuran baut} + 8 \text{ in} \\ = 9 \text{ in}$$

- Lebar gusset

$$L = \text{Lebar gusset} = 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \text{ ukuran baut}) \\ = 7,00 \text{ in}$$

$$\text{Lebar lug atas} = 0,5 (L + \text{ukuran baut}) \\ = 4,00 \text{ in}$$

$$\text{Perbandingan tebal base plate} = \frac{B}{L} = \frac{9}{7} \\ = 1,2857 \approx 1,3$$

dari tabel 10.6 Brownell didapatkan  $\gamma_1 = 0,2226$

e = 0,5 nut dimension

Nut dimensiion pada ukuran Bolt 1 in = 1 5/8

$$e = 0,8125 \text{ in}$$

- Tebal Lug

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial, dari

persamaan 10.40 Brownell :

$$M_y = \frac{P}{4\pi} (1+\mu) \times \ln \frac{2L}{\pi e} + (1-\gamma_1)$$

Dimana:

$$P = \text{beban tiap baut} = 70581,281 \text{ lb}$$

$$\mu = \text{posson's ration} = 0,3 \text{ (untuk baja)}$$

$$L = \text{panjang horisontal plate bawah} = 7$$

$$e = 0,8125$$

Jadi:

$$M_y = 16805,95 \text{ lb}$$

Maka tebal Lug :

$$t_{hp} = \frac{\sqrt{6} M_y}{F_{allow}}$$

$$t_{hp} = 2,592755 \text{ in}$$

- Tebal plate vertical (Gusset)

$$\text{Gusset minimal} = \frac{3}{8} \times t_{hp}$$

$$= 0,972283$$

- Tinggi gusset

$$H_g = A + \text{ukuran baut}$$

$$= 11 \text{ in}$$

- Tinggi lug

$$\text{Tinggi lug} = h_g + 2 t_{hp}$$

$$= 16,186 \text{ in}$$

## **BAB VII**

### **INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA**

Instrumentasi dan keselamatan kerja adalah dua faktor yang penting dalam suatu industri guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produk. Instrumentasi digunakan untuk mengontrol jalannya suatu proses agar dapat dikendalikan sesuai yang diinginkan. Sedangkan keselamatan kerja juga harus diperhatikan untuk mencegah kerugian nyawa, materi, alat-alat, sarana, dan prasarana pabrik yang dapat timbul sewaktu-waktu. Dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan proses dan manajemen tentang keselamatan kerja.

Jika tempat kerja aman dan sehat, setiap orang dapat melanjutkan pekerjaan mereka secara efektif dan efisien. Sebaliknya, jika tempat kerja tidak terorganisir dan banyak terdapat bahaya, kerusakan dan absen sakit tak terhindarkan, mengakibatkan hilangnya pendapatan bagi pekerja dan produktivitas berkurang bagi perusahaan.

Dalam istilah ekonomi, diperkirakan bahwa kerugian tahunan akibat kecelakaan kerja dan penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan di beberapa negara dapat mencapai 4% dari produk nasional bruto (PNB). Biaya langsung dan tidak langsung dari dampak yang ditimbulkannya meliputi:

- Biaya medis
- Kehilangan hari kerja
- Mengurangi produksi
- Hilangnya kompensasi bagi pekerja
- Biaya waktu / uang dari pelatihan dan pelatihan ulang pekerja
- kerusakan dan perbaikan peralatan
- Rendahnya moral staf
- Publisitas buruk
- Kehilangan kontrak karena kelalaian.

#### **7.1. Instrumentasi**

Instrumentasi merupakan bagian yang penting dalam pengendalian proses suatu pabrik industri. Dengan adanya instrumentasi yang memadai, maka bagian-bagian dari pabrik yang penting memerlukan pengendalian operasi/proses. Pengendalian

operasi/proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun hanya pada beberapa unit pabrik yang benar-benar diperlukan secara cermat dan akurat. Pengetahuan akan pemilihan alat-alat pengendalian proses ini penting karena menyangkut harga peralatan itu sendiri yang cukup mahal.

Umumnya instrumentasi dibagi berdasarkan proses kerjanya menjadi :

1. Proses Manual

Untuk proses manual, peralatan yang digunakan hanya terdiri atas instrumen penunjuk dan pencatat saja.

2. Proses Otomatis

Sedangkan untuk pengaturan secara otomatis, peralatan instrumentasi dihubungkan dengan suatu alat kontrol. Peralatan tersebut antara lain :

a. Sensing element / Primary element

Merupakan elemen yang dapat mendeteksi adanya perubahan dari variabel yang diukur.

b. Elemen pengukur

Merupakan elemen yang menerima keluaran dari elemen primer dan melakukan pengukuran. Yang termasuk dalam elemen pengukur adalah alat-alat penunjuk / indikator dan alat – alat pencatat.

c. Elemen pengontrol

Merupakan elemen yang menunjukkan harga perubahan dari variabel yang dirasakan oleh sensing elemen dan diukur oleh elemen pengukur untuk mengatur sumber tenaga yang sesuai dengan perubahan. Tenaga yang diatur dapat berupa tenaga mekanis, elektris, maupun pneumatis.

d. Elemen proses sendiri

Merupakan elemen yang mengubah input ke dalam proses, sehingga variabel yang diukur tetap berada pada range yang diinginkan.

Pada pra rencana pabrik ini, instrumen yang digunakan adalah alat kontrol manual dan alat kontrol otomatis. Hal ini tergantung dari sistem peralatan dan faktor pertimbangan teknis maupun ekonomis. Tujuan penggunaan instrumentasi ini diharapkan akan tercapai hal-hal berikut ini :

a. Menjaga variabel proses pada batas operasi aman.

b. Kualitas produksi lebih terjamin.

- c. Memudahkan pengoperasian suatu alat.
- d. Kondisi berbahaya dapat diketahui lebih awal dengan menggunakan alarm peringatan.
- e. Efisiensi kerja akan lebih meningkat.

Faktor- faktor yang perlu diperhatikan dalam instrumentasi yaitu :

- a. Level Indikator
- b. Range yang diperlukan untuk pengukuran
- c. Ketelitian yang dibutuhkan
- d. Bahan konstruksi
- e. Pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi proses
- f. Faktor ekonomi

Dengan adanya instrumentasi ini, diharapkan semua proses akan dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan apa yang diharapkan. Ada beberapa alat kontrol yang dipasang pada pabrik sebagai berikut :

#### 1. Level Indikator (LI)

Alat ini dipasang pada peralatan proses yang bekerja secara kontinu .Alat ini berfungsi untuk menjaga dan mengatur ketinggian larutan yang ada dalam tangki agar tidak melebihi batas yang telah ditentukan.

#### 2. Temperatur Controller (TC)

Alat ini dipasang pada peralatan yang perlu pengaturan dan penjagaan suhu agar beroperasi pada temperatur konstan.

#### 3. Flow Controller (FC)

Dipasang pada alat untuk mengendalikan laju alir fluida melalui perpipaan sehingga aliran yang masuk keperalatan proses tetap konstan.

#### 4. Level Controller (LC) :

Merupakan alat instrument pengendali ketinggian liquida dalam tangki.

#### 5. Pressure Controller (PC)

Alat yang dipasang pada tangki untuk menjaga tekanan sesuai kondisi oprasi yang ditentuka.

Secara keseluruhan, instrumentasi peralatan pabrik Barium karbonat dapat dilihat pada

Tabel 7.1. Instrumentasi Peralatan Pabrik Barium Karbonat

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumen
1.	Bin	F – 114	WC
2.	Tangki Pelarut	M – 115	LC
3.	Reaktor	R – 120	TC, LI
4.	Rotary Vacum Filter	H – 122	FC,PC
5.	Packing	F – 134	WC

## 7.2. Keselamatan Kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting yang harus diperhatikan karena menyangkut kelancaran dan keselamatan kerja karyawan, juga menyangkut lingkungan dan masyarakat di sekitar pabrik. Keselamatan kerja ini merupakan usaha untuk memberikan rasa aman dan tenang pada karyawan dalam bekerja, sehingga kontinuitas dan keefektifan kerja dapat terjamin.

**Potensi bahaya yang mengakibatkan dampak risiko jangka panjang pada kesehatan**

Suatu bahaya kesehatan akan muncul bila seseorang kontak dengan sesuatu yang dapat menyebabkan gangguan/kerusakan bagi tubuh ketika terjadi pajanan (“*exposure*”) yang berlebihan. Bahaya kesehatan dapat menyebabkan penyakit yang disebabkan oleh pajanan suatu sumber bahaya di tempat kerja.

Potensi bahaya kesehatan yang biasa di tempat kerja berasal dari lingkungan kerja antara lain faktor kimia, faktor fisik, faktor biologi, faktor ekonomis dan faktor psikologi. Bahaya faktor-faktor tersebut akan dibahas secara rinci lebih lanjut di bawah ini antara lain kimia, fisik, biologi dan ergonomis.

### **Bahaya Faktor Kimia**

Risiko kesehatan timbul dari pajanan berbagai bahan kimia. Banyak bahan kimia yang memiliki sifat beracun dapat memasuki aliran darah dan menyebabkan kerusakan pada sistem tubuh dan organ lainnya. Bahan kimia berbahaya dapat berbentuk padat, cairan, uap, gas, debu, asap atau kabut dan dapat masuk ke dalam tubuh melalui tiga cara

utama antara lain:

- **Inhalasi (menghirup):** Dengan bernapas melalui mulut atau hidung, zat beracun dapat masuk ke dalam paru-paru. Seorang dewasa saat istirahat menghirup sekitar lima liter udara per menit yang mengandung debu, asap, gas atau uap. Beberapa zat, seperti fiber/serat, dapat langsung melukai paru-paru. Lainnya diserap ke dalam aliran darah dan mengalir ke bagian lain dari tubuh.
- **Pencernaan (menelan):** Bahan kimia dapat memasuki tubuh jika makan makanan yang terkontaminasi, makan dengan tangan yang terkontaminasi atau makan di lingkungan yang terkontaminasi. Zat di udara juga dapat tertelan saat dihirup, karena bercampur dengan lendir dari mulut, hidung atau tenggorokan. Zat beracun mengikuti rute yang sama sebagai makanan bergerak melalui usus menuju perut.
- **Penyerapan ke dalam kulit atau kontak invasif:** Beberapa di antaranya adalah zat melewati kulit dan masuk ke pembuluh darah, biasanya melalui tangan dan wajah. Kadang-kadang, zat-zat juga masuk melalui luka dan lecet atau suntikan (misalnya kecelakaan medis).

### **Bahaya Faktor Fisik**

Faktor fisik adalah faktor di dalam tempat kerja yang bersifat fisika antara lain kebisingan, penerangan, getaran, iklim kerja, gelombang mikro dan sinar ultra ungu. Faktor-faktor ini mungkin bagian tertentu yang dihasilkan dari proses produksi atau produk samping yang tidak diinginkan. Antara lain :

#### **a. Kebisingan**

Kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Suara keras, berlebihan atau berkepanjangan dapat merusak jaringan saraf sensitif di telinga, menyebabkan kehilangan pendengaran sementara atau permanen. Hal ini sering diabaikan sebagai masalah kesehatan, tapi itu adalah salah satu bahaya fisik utama. Batasan paparan terhadap kebisingan ditetapkan nilai ambang batas sebesar 85 dB selama 8 jam sehari.

#### **b. Penerangan**

Penerangan di setiap tempat kerja harus memenuhi syarat untuk melakukan pekerjaan. Penerangan yang sesuai sangat penting untuk peningkatan kualitas dan

produktivitas. Sebagai contoh, pekerjaan perakitan benda kecil membutuhkan tingkat penerangan lebih tinggi, misalnya mengemas kotak.

**c. Getaran**

Getaran adalah gerakan bolak-balik cepat (reciprocating), memantul ke atas dan ke bawah atau ke belakang dan ke depan. Gerakan tersebut terjadi secara teratur dari benda atau media dengan arah bolak balik dari kedudukannya. Hal tersebut dapat berpengaruh negatif terhadap semua atau sebagian dari tubuh.

**d. Iklim kerja**

Ketika suhu berada di atas atau di bawah batas normal, keadaan ini memperlambat pekerjaan. Ini adalah respon alami dan fisiologis dan merupakan salah satu alasan mengapa sangat penting untuk mempertahankan tingkat kenyamanan suhu dan kelembaban ditempat kerja. Faktor-faktor ini secara signifikan dapat berpengaruh pada efisiensi dan produktivitas individu pada pekerja. Sirkulasi udara bersih di ruangan tempat kerja membantu untuk memastikan lingkungan kerja yang sehat dan mengurangi pajaran bahan kimia.

**e. Radiasi Tidak Mengion**

Radiasi gelombang elektromagnetik yang berasal dari radiasi tidak mengion antara lain gelombang mikro dan sinar ultra ungu (ultraviolet).

Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap penyebab kecelakaan dapat dikelompokkan menjadi lima kategori:

- Faktor manusia : Tindakan-tindakan yang diambil atau tidak diambil, untuk mengontrol cara kerja yang dilakukan
- Faktor material : Risiko ledakan, kebakaran dan trauma paparan tak terduga untuk zat yang sangat beracun, seperti asam
- Faktor Peralatan : Peralatan, jika tidak terjaga dengan baik, rentan terhadap kegagalan yang dapat menyebabkan kecelakaan
- Faktor lingkungan: lingkungan mengacu pada keadaan tempat kerja. Suhu, kelembaban, kebisingan, udara dan kualitaspencahayaan merupakan contoh faktor lingkungan.
- Faktor proses : Ini termasuk risiko yang timbul dari proses produksi dan produk samping seperti panas, kebisingan, debu, uap dan asap.

Bahaya-bahaya tersebut dapat terjadi pada pabrik, sehingga harus diperhatikan cara untuk mengatasinya. Adapun cara untuk mengatasinya adalah sebagai berikut

a. Keselamatan konstruksi

- Konstruksi bangunan, peralatan produksi, baik langsung maupun tak langsung, harus cukup kuat, serta pemilihan bahan konstruksinya harus tepat.
- Pada tempat-tempat berbahaya harus diberi peringatan yang jelas.
- Jarak antara peralatan, mesin-mesin serta alat proses harus diperhatikan.

b. Bahaya yang disebabkan oleh adanya api, listrik dan kebakaran

- Tangki bahan bakar jaraknya harus cukup jauh dari tempat yang dapat menyebabkan kebakaran.
- Untuk mencegah dan mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, maka digunakan isolasi-isolasi panas, isolasi listrik dan pada tempat bertekanan tinggi harus diberi penghalau atau pagar.

c. Memberikan penjelasan–penjelasan mengenai bahaya- bahaya yang dapat terjadi dan memberikan cara pencegahannya.

d. Memasang tanda-tanda bahaya, seperti alarm peringatan, jika terjadi bahaya.

e. Penyediaan alat – alat pencegah kebakaran, baik akibat listrik, maupun api.

f. Ventilasi

Ruang kerja harus mendapatkan ventilasi yang cukup, sehingga pekerja dapat leluasa untuk dapat menghirup udara segar, yang berarti ikut serta menjamin kesehatan dan keselamatan pekerja.

g. Tangki-tangki

Bahaya yang paling besar adalah tangki-tangki yang bertekanan tinggi hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah :

- Perencanaan tangki harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor korosi dan lain-lain.
- Penempatan boiler pada tempat yang jauh dari kerumunan pekerja.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai yaitu *pressure* kontrol, level kontrol dan temperatur kontrol.

h. Reaktor

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah :

- Perencanaan reaktor harus sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku mengenai bahan konstruksi, faktor korosi dan lain-lain.
- Perencanaan isolasi harus baik dengan memperhatikan perpindahan panas yang terjadi karena reaksi bersifat endotermis.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai yaitu *pressure* kontrol, level kontrol dan temperatur control.

i. Perpipaan

- Jalur proses yang terletak di atas permukaan tanah lebih baik untuk mencegah timbulnya bahaya akibat kebocoran daripada diletakkan di bawah tanah sehingga sulit untuk mengetahui letak kebocoran.
- Pengaturan dari perpipaan dan valve penting untuk mengamankan operasi. Jika terjadi kebocoran pada check valve sebaiknya diatasi dengan pemasangan block valve di samping check valve tersebut.
- Sebelum pipa-pipa dipasang, sebaiknya dilakukan tes hidrostatis yang bertujuan untuk mencegah terjadinya stress yang berlebihan pada bagian-bagian tertentu, atau pada bagian fondasi.

j. Karyawan

Para karyawan, terutama operator perlu diberi bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan.

k. Listrik

- Pada pengoperasian peralatan listrik perlu dipasang peralatan pengaman berupa pemutus arus, jika sewaktu-waktu terjadi hubungan singkat (konsleting) yang dapat menyebabkan kebakaran. Juga perlu diadakan pemeriksaan adanya kabel yang terkelupas, yang dapat membahayakan pekerja jika tersentuh kabel tersebut.

l. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran

- Bangunan seperti work shop, laboratorium, dan kantor, hendaknya diletakkan berjauhan dengan unit operasi.
- Antara unit yang satu dengan unit yang lain hendaknya dipisahkan dengan jalan sehingga dapat menghambat jalannya api ketika terjadi kebakaran.
- Pengamanan bila terjadi kebakaran harus dilengkapi dengan baju tahan api dan alat-alat bantu pernafasan.

- Penempatan bahan-bahan yang mudah terbakar dan meledak ditempat yang tertutup dan jauh dari sumber api.
- Larangan merokok dilingkungan pabrik, kecuali pada tempat-tempat yang telah disediakan.
- Penempatan kabel dan kawat listrik yang diatur rapi dan jauh dari tempat yang panas.
- Pemasangan alat pemadam kebakaran disetiap tempat yang paling rawan dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau.

### 7.2.1. Pengamanan Alat

Untuk menghindari kerusakan alat, seperti peledakan atau kebakaran, maka pada alat tertentu perlu dipasang suatu pengamanan, seperti safety valve, isolasi, dan pemadam kebakaran.

### 7.2.2. Keselamatan Kerja Karyawan

Pada karyawan, terutama operator, perlu diberikan bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan keselamatan jiwanya maupun jiwa orang lain. Disamping itu perusahaan juga melakukan upaya untuk menunjang dan menjamin keselamatan kerja para karyawan dengan tindakan :

- a. Memasang penerangan dan ventilasi yang baik, system perpipaan teratur dan menutup motor-motor yang bergerak.
- b. Menyediakan sarana pemadam kebakaran yang mudah terjangkau.
- c. Memasang tanda-tanda bahaya dan instruksi keselamatan kerja di tempat yang rawan kecelakaan.
- d. Pengaturan peralatan yang baik sehingga para pekerja dapat mengoperasikan peralatan secara baik.

Alat pelindung yang diperlukan dapat terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 7.2. Alat-alat keselamatan kerja pada pabrik :

No.	Alat Pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Gudang, bagian proses, storage
2.	Helm pengaman	Gudang, bagian proses, storage
3.	Sarung tangan	Gudang, bagian proses, storage, laboratorium
4.	Sepatu karet	Gudang, bagian proses, storage

5.	Isolasi panas	Reaktor, heater, perpipan, evaporator
6.	Pemadam kebakaran	Kantor, gudang, bagian proses, storage dan laboratorium
7.	P3K	Kantor, gudang, bagian proses, storage dan laboratorium
8.	Jas laboratorium	Laboratorium

## **BAB VIII**

### **UTILITAS**

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada pra-rencana Pabrik Barium karbonat ini, yaitu :

- 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*)**

Berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baik ditinjau dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Dari segi kualitas air menyangkut syarat air yang harus dipenuhi sedangkan dari segi kuantitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi.

##### **8.1.1. Air Proses**

Air proses yang digunakan pada pra-rencana Pabrik Barium karbonat ini sebesar 26.598,6525 kg/jam, digunakan pada Tangki Pelarut BaS (M-110) sebesar 19.718,3178 kg/jam, Tangki Pelarut NaCO<sub>3</sub> (M-220) sebesar 2.253,9592 dan digunakan untuk rotary drum vacuum filter (H-142) sebesar 4.626,3755 kg/jam.

### 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 Barium karbonat ini sebesar 43.143,8719 kg/jam, digunakan pada Reaktor (R-130) sebanyak 35.952,8719 kg/jam.

### 8.1.3. Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada Pabrik Barium karbonat sebesar 5.360,4074 kg/jam, dengan temperatur 175 °C dan tekanan 64,999 psia. Air umpan boiler disediakan dengan excess 20 % sebagai pengganti steam yang hilang, yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 10 % dan faktor keamanan 10 %. Kebutuhan air umpan boiler sebanyak 6.432,4889 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.

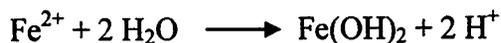
b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

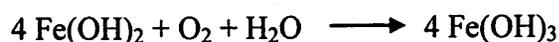
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

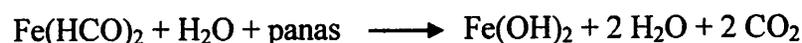
Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ , yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:



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)  $\leq$  3000 ppm
- Alkanitas  $\leq$  700 ppm
- Padatan terlarut  $\leq$  300 ppm
- Silika = 40 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 Barium karbonat ini adalah :

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 Barium karbonat ini sebesar 1.970,6996 kg/jam.

**Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air**

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

Proses pengolahan air kawasan tersebut adalah sebagai berikut:

Air kawasan dengan kapasitas 83.399,1963 kg/jam dipompa dengan pompa (L-211) dan ditampung dalam ke bak air bersih (F-212) dan kemudian dialirkan sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu :

**a. Pengolahan air proses**

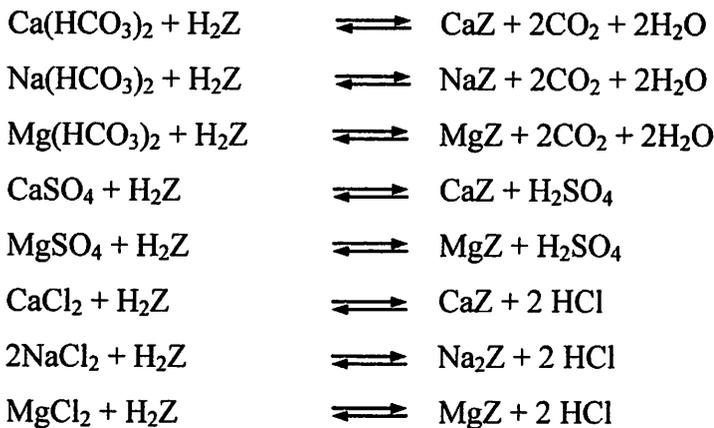
Pelunakan air proses yang dilakukan dengan memompa air bersih dari bak air bersih (F-212) kemudian mengalirkan tempat pengolahan kation anion exchanger yang kemudian ditampung di bak air lunak. Air lunak kemudian dipompa dengan pompa (L-231) ke peralatan proses yaitu tangki pencampur BaS (M -110), tangki pencampur  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan rotary drum vacuum filter (H-142).

**b. Pengolahan air pendingin**

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, aliran dipompa dari bak air lunak dengan menggunakan pompa (L-221) yang mengalirkan air pendingin dari bak air lunak (F-218) ke bak air pendingin (F-222) kemudian didistribusikan ke peralatan dengan pompa (L-223). Setelah digunakan, air direcycle ke cooling tower (P-220) dan selanjutnya dari cooling tower, air direcycle ke bak air pendingin (F-222) kembali.

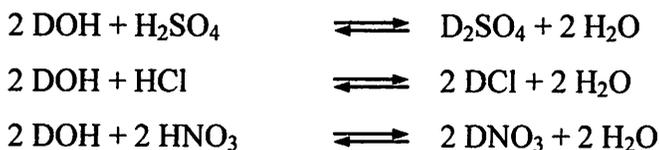
**c. Pengolahan air umpan boiler**

Untuk kebutuhan air umpan boiler diperlukan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit ( $H_2Z$ ) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH). Pompa air bersih (L-217) memompakan air dari bak air bersih (F-212) dan dialirkan menuju kation exchanger (D-210A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :

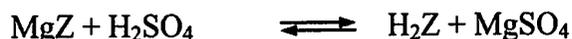
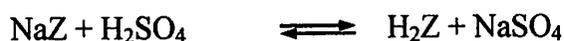
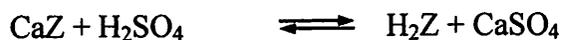


Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk  $\text{CO}_2$  dan air,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HCl}$ . Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang dipakai dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH).

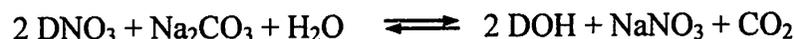
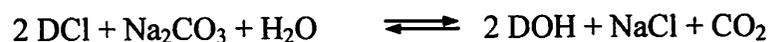
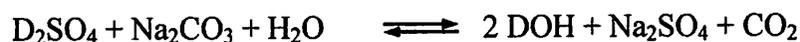
Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :



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. Dengan reaksi sebagai berikut :



Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  atau  $\text{NaOH}$ . Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Setelah keluar dari demineralisasi, air proses, air pendingin dan umpan boiler telah terbebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan air proses, air pendingin dan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-218). Pompa air lunak (L-241) memompakan air dari bak air lunak untuk dialirkan ke tangki deaerator untuk dilakukan treatment lanjutan. Air lunak tersebut dipompakan oleh pompa air lunak (L-241) ke deaerator (D-242) untuk menghilangkan gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air kemudian diumpakan ke boiler (Q-240) dengan pompa ke boiler (L-243). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan direcycle ke bak air lunak (F-218)

#### d. Pengolahan air sanitasi

Air dari bak air bersih (F-212) dialirkan oleh pompa air klorinasi (L-213) menuju bak klorinasi (F-214) 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-216) dengan menggunakan pompa (L-215) dan siap digunakan sebagai air sanitasi.

## 8.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada pra-rencana Pabrik Barium karbonat ini adalah meliputi :

- Peralatan proses Industri dan pengolahan air = 209 Hp = 155,8912 kW
- Listrik untuk penerangan = 294,69 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh pembangkit listrik kawasan. Sedangkan apabila suplai listrik kawasan mati, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel dengan power 449 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 3638,8263 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 Barium karbonat ini memiliki kepedulian terhadap lingkungan disekitarnya. Bentuk kepedulian tersebut antara lain diwujudkan melalui pemantauan analisa mengenai dampak lingkungan, menyusun rencana pengelolaan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan.

Limbah yang dihasilkan dari pabrik Barium karbonat adalah :

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.

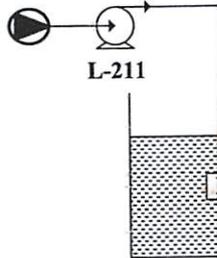
c. Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)

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 (Tertiary 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.

Air  
Kawasan



19	L-231	POMPA AIR PROSES
18	Q-240	BOILER
17	F-243	POMPA KE BOILER
16	F-242	DEAERATOR
15	L-241	POMPA KE DEAERATOR
14	P-220	COOLING TOWER
13	L-223	POMPA AIR PENDINGIN KE ALAT PROSES
12	F-222	BAK AIR PENDINGIN
11	L-221	POMPA KE BAK AIR PENDINGIN
10	F-218	BAK AIR LUNAK
9	D-210B	ANION EXCHANGER
8	D-210A	CATION EXCHANGER
7	L-217	POMPA KE CATION EXCHANGER
6	F-216	BAK AIR SANITASI
5	L-215	POMPA KE BAK AIR SANITASI
4	F-214	BAK KLORINASI
3	L-213	POMPA KE BAK KLORINASI
2	F-212	BAK AIR BERSIH
1	L-211	POMPA AIR KAWASAN
NO	KODE	NAMA ALAT

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

NIT PENGOLAHAN AIR PRA PERANCANGAN PABRIK BARIUM  
KARBONAT

DIRANCANG OLEH :

DISETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING :

ARIF SUMITRO 1114001  
NDA JELFANO 1114025

ELVIANTO DWI DARYONO, ST. MT.

## **BAB IX**

### **TATA LETAK PABRIK**

Pemilihan lokasi suatu perusahaan merupakan faktor yang berkaitan dengan efisiensi perusahaan yang ditinjau dari segi ekonomis. Hal ini akan berpengaruh pada kedudukan perusahaan dalam persaingan serta kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya.

Oleh karena itu sangat perlu diadakan seleksi dan evaluasi mengenai faktor-faktor pemilihan lokasi dan tata letak pabrik. Faktor-faktor tersebut antara lain:

1. Faktor Utama
  - a. Penyediaan bahan baku
  - b. Pemasaran (marketing)
  - c. Utilitas (air, listrik, dan bahan bakar)
  - d. Keadaan geografis dan masyarakat
2. Faktor Khusus
  - a. Transportasi
  - b. Tenaga kerja
  - c. Buangan pabrik (disposal)
  - d. Site dan karakteristik dari lokasi
  - e. Peraturan perundang-undangan

#### **9.1. Faktor Utama**

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

Bahan baku merupakan hal yang penting dalam operasional suatu pabrik. Hal tersebut ditinjau dari tersedianya bahan baku dan harga bahan baku. Tersedianya bahan baku merupakan faktor yang menentukan dimana lokasi pabrik tersebut didirikan

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah:

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku serta jangka waktu bahan tersebut dapat digunakan
- Kualitas sumber bahan baku apakah memenuhi syarat
- Transportasi bahan baku.

- Pemasaran (marketing)

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Dikarenakan pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut.

Hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- Tempat sasaran produk dipasarkan
- Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang
- Jarak pemasaran serta sarana pengangkutan dari lokasi dengan daerah pemasaran.

b. Utilitas

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari air, tenaga listrik dan bahan bakar.

- Air

Air merupakan kebutuhan yang penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu air kawasan, air sungai, dan air dari PDAM.

Untuk itu perlu diperhatikan mengenai:

- Jangka waktu sumber air dapat memenuhi kebutuhan pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari diambil dipergunakan air kawasan.

Air kawasan diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan persyaratan.

- Tenaga listrik dan bahan bakar

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

- Tersedianya listrik dan bahan bakar di daerah tersebut
- Kapasitas listrik di daerah tersebut
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.
- Harga listrik

Sumber listrik yang digunakan diperoleh dari PLN, akan tetapi tenaga generator sangat diperlukan sebagai cadangan yang harus siap apabila setiap saat diperlukan karena sumber listrik dari PLN tidak akan selamanya berfungsi dengan baik yang disebabkan pemeliharaan atau perbaikan jaringan listrik.

**c. Iklim dan Alam Sekitarnya**

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Keadaan alam

Keadaan alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan.

- Keadaan angin

Kecepatan dan arah angin pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut yang akan mempengaruhi peralatan.

- Gempa bumi yang pernah terjadi

- Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang.

**9.2. Faktor Khusus**

**a. Transportasi**

Transportasi perlu diperhatikan dengan tujuan supply bahan baku dan penyaluran produk dapat berjalan lancar dengan biaya yang serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti:

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan roda empat

- Jalan/rel kereta api

- Adanya pelabuhan

- Sungai yang dapat dilayari oleh kapal dan perahu

**b. Tenaga Kerja**

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kasar atau tenaga ahli perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Tingkat pendidikan masyarakat dan tenaga kerja juga menjadi pendukung 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 ada.

- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

c. Buangan Pabrik

Buangan pabrik berkaitan dengan usaha untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat dari produksi. Buangan pabrik tersebut berupa gas, cair, maupun padat yang pembuangannya dengan aturan pemerintah.

Apabila buangan pabrik berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan:

- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- Masalah pencemaran yang mungkin timbul

d. Site dan karakteristik dari Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi ini adalah:

- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit, dan sebagainya.
- Transportasi dan fasilitas pendukung lainnya.
- Apakah termasuk daerah pedesaan atau perkotaan

e. Peraturan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau:

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut.
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada.
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut.
- Peraturan perundang-undangan dari pemerintah dan daerah setempat

Berdasarkan faktor-faktor di atas, daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik barium karbonat terletak di **Jln. Prof. Dr. Moh. Yamin, Kel. Tlogopojok Kec. Gresik, Kota Gresik, Jawa Timur**. Peta lokasi pabrik barium karbonat dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 9.1. Peta Lokasi Pabrik Barium Karbonat

Keterangan:

- Menunjukkan Lokasi Pabrik

### 9.3. Tata Letak Pabrik (plant Layout)

Plant lay out pra rencana pabrik natrium bikarbonat perlu disusun sebelum pembangunan infrastruktur pabrik seperti perpipaan, listrik dan peralatan proses untuk menciptakan kegiatan operasional yang baik, konstruksi yang ekonomis, distribusi dan transportasi (bahan baku, proses, dan produk) yang efektif, ruang gerak karyawan yang memadai sehingga kenyamanan dan keselamatan kerja alat maupun seluruh karyawan terpenuhi.

Lay out pabrik ini dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu:

1. Tata ruang pabrik (plant layout)
2. Tata letak peralatan proses (process layout)

a. Tata ruang Pabrik (plant layout)

Tata letak pabrik merupakan suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yaitu meliputi areal proses, areal penyimpanan serta areal material handling, sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Beberapa hal khusus yang perlu diperhatikan dalam peraturan tata ruang pabrik (plant layout) Barium Karbonat adalah:

- Ruang dan lapangan dibagi dalam kotak-kotak dan setiap kotak menunjukkan tempat dari setiap unit proses.
- Aliran proses berjalan dari satu unit ke unit lain secara langsung, maka letak didekatkan untuk menghemat pipa penyambungan.
- Kemungkinan perluasan dimasa datang
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti kebakaran, ledakan, timbulnya gas-gas dan lain sebagainya.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik
- Penerangan ruangan

Ukuran luas bangunan dapat dilihat pada table 9.2. lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar 9.1 sedangkan gambar plant lay out dapat dilihat pada gambar 9.2.



Keterangan Gambar 9.1 :

1. Pos keamanan/ penjagaan
2. Taman
3. Parkir tamu
4. Kantor pusat
5. Pos penimbangan
6. Gedung serbaguna (aula)
7. Kantor Penelitian dan Pengembangan (R & D)
8. Dapur
9. Perpustakaan
10. Musholla
11. Kantin
12. Koperasi
13. Poliklinik
14. Pemadam kebakaran
15. Parkir kendaraan operasional dan karyawan
16. Gudang bahan baku
17. Area proses
18. Gudang produk
19. Kantor Manager
20. Departemen Produksi
21. Departemen Teknik
22. Ruang kontrol
23. Garasi
24. Bengkel
25. Laboratorium dan Pengendalian Mutu
26. Generator
27. Ruang bahan bakar
28. Ruang boiler
29. Utilitas
30. Area perluasan pabrik
31. Toilet

#### 9.4. Tata Letak Peralatan Proses

Dalam perancangan proses layout ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

##### 1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaturan aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan kelancaran aliran bahan baku. Pengaturan aliran bahan baku dan produksi yang tepat juga menjaga keamanan produksi. Pemasangan elevasi perlu memperhatikan ketinggian agar tidak mengganggu lalu lintas karyawan.

##### 2. Pencerahan

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

##### 3. Lalu lintas manusia

Dalam perencanaan proses 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 serta menjaga keamanan dan keselamatan produksi.

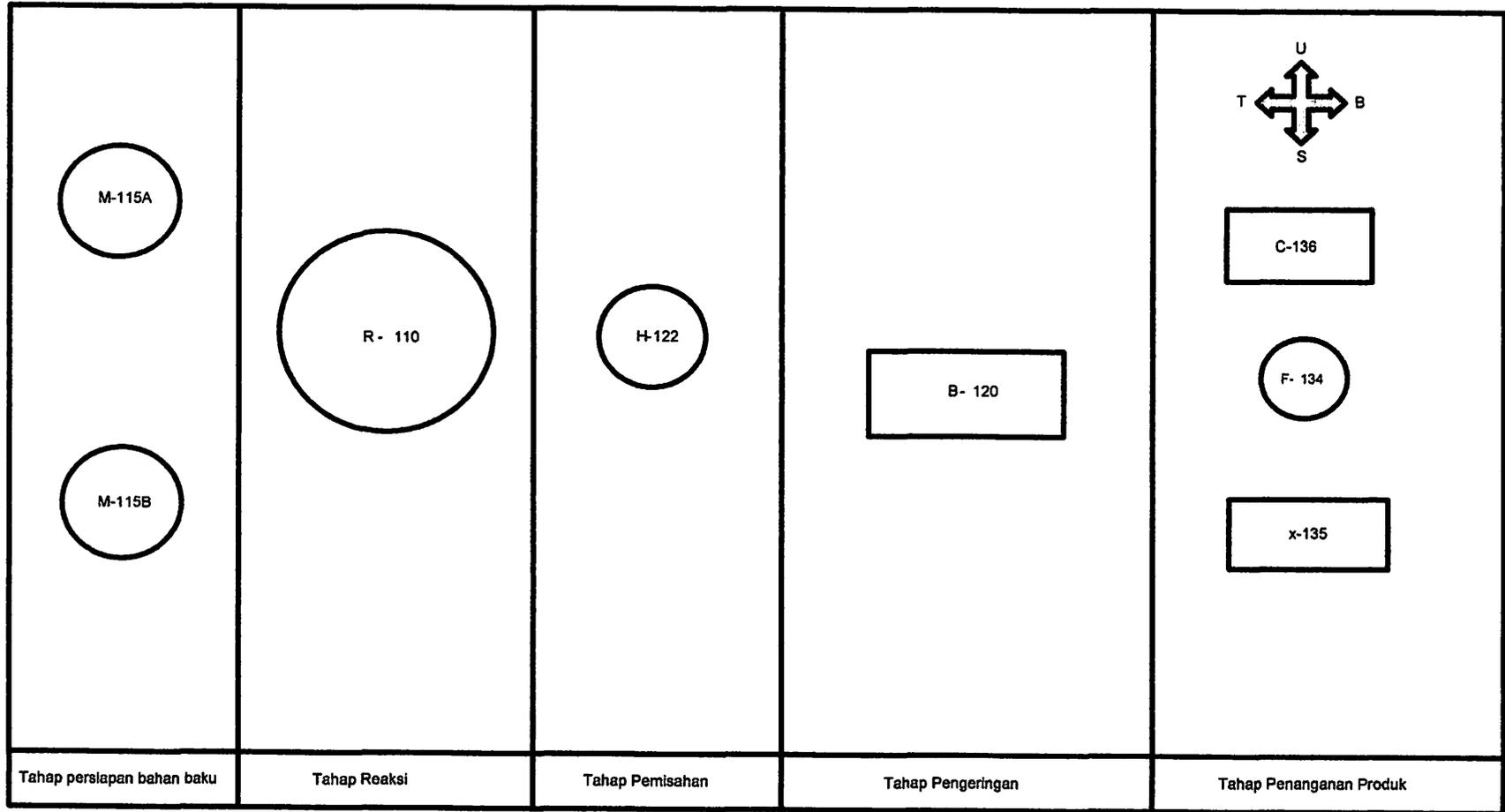
##### 4. Efektif dan efisien

Penataan alat-alat proses diatur dengan tepat dan efisien agar dapat menekan biaya operasi sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomis dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik.

##### 5. 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 9.3.



**Gambar 9.2 Tata Letak Peralatan Pabrik Barium Karbonat**

Keterangan gambar 9.2 :

1. Tangki pelarut BaS (M-115A)
2. Tangki pelarut BaS (M-115A)
3. Reaktor (R-110)
4. Rotary vacum filter (H-122)
5. Rotary Dryer (B-120)
6. Ball mill (C-136)
7. Bin Produk ( F-134)
8. Pengemasan (X-135)

### 9.5. Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas tanah untuk masing-masing bangunan pada pabrik Khitosan dapat dilihat pada tabel 9.1.

Tabel 9.1. Perkiraan Luas Pabrik

No	Lokasi	Ukuran		Luas
		m	ft	
1	Pos Keamanan	(3 x 3) x 2	18	193,98
2	Parkir Tamu	5 x 3	15	161,65
3	Parkir Karyawan	5 x 8	40	431,07
4	Taman	100 x 3	300	3233,03
5	Perkantoran Administrasi	100 x 5	500	5388,39
6	Perpustakaan	5 x 4	20	215,54
7	Departemen Produksi	100 x 5	500	5388,39
8	Quality Control	5 x 10	50	538,84
9	Toilet	2 x 2	4	43,11
		(3 x 3) x 4	36	387,96
		(5 x 4) x 3	60	646,61
10	Area Proses Produksi	150 x 95	14250	153382
11	Ruang Kontrol	5 x 5	25	269,42
12	Laboratorium	5 x 10	50	538,84
13	Aula	15 x 10	150	1616,52
14	Poliklinik	5 x 4	20	215,54
15	Kantor Devisi Litbang	6 x 4	24	258,64
16	Departemen Teknik	4 x 6	24	258,64
17	Kantin	6 x 6	36	387,96
18	Mushola	10 x 8	80	862,14
19	Pemadam Kebakaran	5 x 6	30	323,30
20	Ruang Generator	5 x 5	25	269,42
21	Timbangan Truk	5 x 10	50	538,84
22	Bengkel	5 x 10	50	538,84
23	Gudang Produk	10 x 10	100	1077,68

24	Gudang Bahan Baku	25 x 12	375	1077,68
25	Area Pembangkit Listrik	10 x 6	60	646,61
26	Area Pengolahan Air	10 x 15	150	1616,52
27	Ruang Boiler	5 x 5	25	269,42
28	Area Pengolahan Limbah	15 x 5	75	808,26
29	Area Perluasan Pabrik	20 x 15	300	3233,03
30	Jalan		2000	32330,33
	Jumlah		19167	206306,9

## **BAB X**

### **STRUKTUR ORGANISASI**

Dalam sebuah pabrik kelancaran dan kontinuitas merupakan hal yang paling penting dan menjadi tujuan utama setiap perusahaan. Hal tersebut dapat ditunjang dengan adanya struktur organisasi yang baik.

Pada sebuah perusahaan, pembuatan struktur organisasi perusahaan bukan hanya sekedar menggambarkan deskripsi terhadap wewenang dan tugas karyawan dalam sebuah organisasi tapi juga memberikan gambaran yang jelas terhadap kejelasan tanggung jawab, kejelasan kedudukan, dan kejelasan tugas.

#### 10.1. Dasar Perusahaan

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Lokasi pabrik	: Gresik – Jawa Timur
Kapasitas produksi	: 10.000 ton/tahun
Status investasi	: Penanaman modal dalam negeri (PMDN) Penanaman Modal Asing

#### 10.2. Bentuk perusahaan

Pabrik barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) 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 terhimpun 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 dengan sebaik-baiknya.

### 10.3. Struktur organisasi

Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem garis dan staf. Alasan pemilihan sistem garis dan staf 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.

Disamping alasan tersebut ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi garis dan staff yaitu:

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

Dari kelebihan- kelebihan system organisasi garis dan staff diatas maka dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan system organisasi perusahaan pada Pra Rencana Pabrik Barium 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 setiap divisi dibagi 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

##### 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 bergantung dari prosentasi kepemilikan saham. Kekayaan pribadi pemilik saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Penanam saham wajib menanam modalnya paling sedikit 1 tahun. Rapat umum pemegang saham (RUPS) adalah rapat dari pemegang saham yang memiliki kekuasaan tertinggi dalam pengambilan 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 modal untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Besarnya kepemilikan pemegang saham terhadap perusahaan tergantung atau 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 menejer pabrik.

### 3. Direktur Umum

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

- a. Menetapkan strategi perusahaan, membuat perencanaan kerja dan menginstruksikan cara-cara pelaksanaannya kepada maneger.
- 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, memindahtangankan perseroan untuk menanggung hutang perusahaan, dll

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

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

### 5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian terdiri dari:

**a. Kepala Bagian Teknik**

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang teknik. Kepala bagian teknik membawahi:

- Seksi Bengkel dan Perawatan

Bertugas merawat dan memperbaiki mesin dan peralatan apabila terjadi kerusakan

- Seksi Utilitas

Bertugas melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air, dan tenaga listrik

**b. Kepala Bagian Produksi**

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian produksi membawahi:

- Seksi Mutu dan Lab

Bertugas mengawasi dan menganalisa mutu bahan pembuatan serta produksi

- Seksi Pengendalian proses

Mengendalikan kualitas bahan selama proses produksi yang sedang berlangsung, yaitu mengatur komponen bahan baku sehingga didapat produk dengan kualitas yang diinginkan

- Seksi Produksi

Bertugas mengawal dan mengatur jalannya produksi

- Seksi Gudang

Bertugas mengatur keluar masuknya barang dari dan menuju gudang

**c. Kepala Bagian Pemasaran**

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan administrasi dalam bidang pemasaran. Kepala bagian pemasaran membawahi:

- Seksi Market dan Riset

Bertugas menganalisa keadaan pasar dan melakukan riset keadaan pasar terhadap produk

- Seksi Penjualan

Bertugas mengatur strategi hasil produksi dan distribusi hasil produksi dan gudang

- Seksi Promosi

Bertugas mengatur strategi dan melakukan promosi produk pabrik

d. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan administrasi dalam merencanakan dan mengawasi keluar masuknya arus uang dari perusahaan.

Kepala bagian keuangan membawahi:

- Seksi Pembukuan dan Keuangan

Bertugas melaksanakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan pabrik, pembukuan, dan perpajakan serta menghitung penggunaan uang perusahaan dan mengatur uang.

- Seksi Penyediaan dan Pembelian

Bertugas melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan pemasaran dan mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang

e. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Administrasi dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, keamanan, dan kebersihan. Kepala bagian umum membawahi:

- Seksi Transportasi

Bertugas mengadakan dan mengatur transportasi yang dibutuhkan perusahaan

- Seksi Personalia

Bertugas menyaring dan menyeleksi calon pegawai/pekerja baru serta mendistribusikan pekerja sesuai dengan keahlian dan kemampuan yang dimilikinya

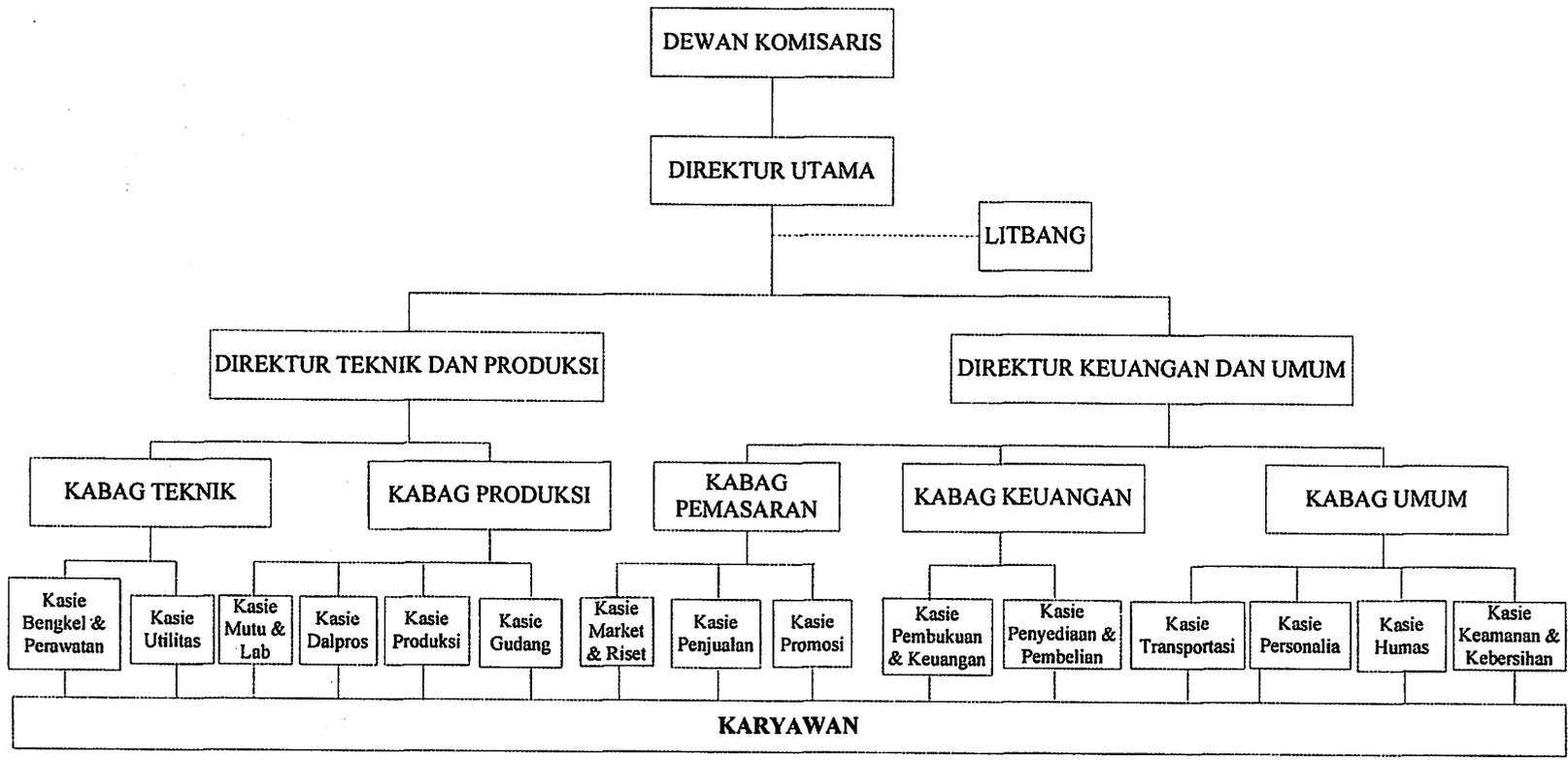
- Seksi Humas

Bertugas mengadakan hubungan baik dengan masyarakat sekitar perusahaan maupun dengan pemerintah

- Seksi Keamanan dan Kebersihan

Bertugas menjaga keamana dan kebersihan semua bagian pabrik dan fasilitas perusahaan

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.1.



Gambar 10.1. Struktur organisasi perusahaan barium 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 social yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah:

#### a. Tunjangan

- Tunjangan diluar 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 tenaga kerja shift)

#### b. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (missal helm, sarung tangan, sepatu boot, kacamata pelindung dan lain-lain), antar jemput bagi karyawan, kebdaraan 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 yang membutuhkan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Untuk pegobatan dan perawatan yang dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk akan diberikan secara cuma-cuma.
- Karyawan yang mengalami kecelakaan atau terganggu kesehatannya dalam menjalankan tugas perusahaan, akan mendapatkan penggantian ongkos pengobatan penuh.

#### d. Insentive atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah kerja karyawan. Besarnya insentif ini dibagi menurut golongan

dan jabatan. Pemberian insentif 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 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

Untuk karyawan yang bekerja di kantor total jam kerja 40 jam/minggu dengan ketentuan jam kerja sebagai berikut:

- Senin – Kamis : 08.00 - 16.00 (istirahat: 12.00-13.00)
- Jum'at : 08.00 - 16.00 (istirahat: 11.00-13.00)
- Sabtu : 08.00 - 12.00
- Minggu : Libur. Begitu juga dengan hari-hari libur yang telah ditetapkan pemerintah sebagai hari libur.

Untuk karyawan yang bekerja di pabrik (ada 4 shift karyawan) ketentuan jam kerja sebagai berikut:

Shift I : 07.00 - 15.00

Shift II : 15.00 - 23.00

Shift III : 23.00 - 07.00

Untuk kegiatan produksi ini diperlukan 4 regu karyawan dimana jam kerja setiap shiftnya selalu bergantian setiap minggunya. Jadwal kerja karyawan pabrik dapat dilihat pada table 10.1.

**Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik**

Regu	Minggu			
	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat
I	Libur	Pagi	Siang	Malam
II	Pagi	Libur	Malam	Siang
III	Siang	Malam	Libur	Pagi
IV	Malam	Siang	Pagi	Libur

### 10.7. Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik Barium karbonat (gambar 10.1) yaitu:

- a. Direktur Utama
- b. Direktur
- c. Kepala bagian
- d. Kepala divisi
- e. Staf divisi
- f. Operator

Sedangkan latar belakang pendidikan yang harus dimiliki oleh karyawan berdasarkan kedudukannya dan struktur organisasi pada prarencana Pabrik Barium karbonat ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- |                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| a. Direktur Utama                  | : Sarjana Teknik Kimia atau S2 |
| b. Direktur                        |                                |
| Direktur Teknik dan Produksi       | : Sarjana Teknik Kimia         |
| Direktur Keuangan dan Administrasi | : Sarjana Administrasi FIA     |
| c. Kepala Bagian                   |                                |
| Kabag. Teknik                      | : Sarjana Teknik Mesin         |
| Kabag. Produksi                    | : Sarjana Teknik Kimia         |

Kabag. Pemasaran	: Sarjana Ekonomi Manajemen
Kabag. Keuangan	: Sarjana Ekonomi Akuntansi
Kabag. Umum	: Sarjana Psikologi Industri
d. Kepala Seksi	
Seksi Bengkel dan Perawatan	: Sarjana Teknik Mesin
Seksi Utilitas	: Sarjana Teknik Mesin, Elektro
Seksi Mutu dan Lab	: Sarjana Teknik Kimia, Kimia (MIPA)
Seksi Pengendalian Proses	: Sarjana Teknik Kimia
Seksi Produksi	: Sarjana Teknik Kimia
Seksi Gudang	: Sarjana Teknik Kimia
Seksi Market dan Riset	: Sarjana Ekonomi
Seksi Penjualan	: Sarjana Ekonomi
Seksi Promosi	: Sarjana Ekonomi, Desain Grafis
Seksi Pembukuan dan Keuangan	: Sarjana Ekonomi, Administrasi
Seksi Penyediaan dan Pembelian	: Sarjana Ekonomi
Seksi Transportasi	: Diploma Teknik Mesin
Seksi Ketenagakerjaan	: Sarjana Psikologi
Seksi Personalia	: Sarjana Teknik Sipil
Seksi Humas	: Sarjana Psikologi dan Hukum
Seksi Keamanan dan Kebersihan	: Diploma/SMU/SMK
Dokter	: Sarjana Kedokteran
e. Karyawan	: Sarjana/Diploma/SMU/SMK/SLTP

#### 10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah yang dibutuhkan untuk terselenggaranya Perencanaan Pabrik Barium karbonat dapat diuraikan sebagai berikut :

##### a. Proses utama:

- Penyelesaian bahan baku
- Pengangkutan BaS ke Bucket Elevator untuk umpan ke tangki pelarut
- Pengangkutan  $\text{NaCO}_3$  ke Bucket Elevator untuk umpan ke tangki pelarut

- Tahap reaksi
- Tahap filtrasi
- Tahap pengeringan
- Tahap penanganan produk

b. Proses tambahan atau pembantu

- Laboratorium
- Utilitas
- Bengkel dan pemeliharaan

Sehingga jumlah proses keseluruhan yang membutuhkan tenaga operasional adalah 10 tahap.

Kapasitas produksi = 10.000 ton/th = 30,3 ton/hari, dengan  $M=15,2 p^{0,25}$ . Berdasarkan *vilbrant, fig. 6.35, hal. 235*  $M = 39$  orang/jam/hari/tahapan proses. Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam 10 tahap, maka :

Karyawan proses = 39 orang jam/hari  $\times$  10 tahap = 390 orang jam/hari

Karena satu hari terdapat 3 shift kerja, maka :

$$\text{karyawan proses} = \frac{390 \text{ orang jam/hari}}{3 \text{ shift/hari}} = 130 \text{ orang jam/shift}$$

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

$$\text{karyawan proses} = \frac{130 \text{ orang jam/shift}}{8 \text{ jam/hari}} = 17 \text{ orang hari/shift}$$

Karena karyawan shift terdiri atas 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka jumlah karyawan proses keseluruhan = 17 orang hari/shift  $\times$  4 regu = 68 orang setiap hari ( untuk 4 regu ).

Jumlah karyawan harian = 68 orang

Jumlah karyawan harian 68 orang terdiri dari:

- Karyawan Seksi Bengkel dan Perawatan : 8 orang
- Karyawan Seksi Utilitas : 8 orang
- Karyawan Seksi Mutu dan Lab : 12 orang

- Karyawan Seksi Pengendalian Proses : 10 orang
- Karyawan Seksi Produksi : 22 orang
- Karyawan Seksi Gudang : 8 orang

Perincian kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 10.2

Tabel 10.2. Kebutuhan Tenaga Kerja Pabrik Barium Karbonat

No.	Jabatan	Jumlah
1	Dewan komisaris	3
2	Direktur Utama	1
3	Litbang	3
4	Direktur Teknik dan Produksi	1
5	Direktur Keuangan dan Administrasi	1
6	Kabag. Teknik	1
7	Kabag. Produksi	1
8	Kabag. Pemasaran	1
9	Kabag. SDM	1
10	Kabag. Keuangan	1
11	Kabag. Umum	1
12	Kasie Bengkel dan Perawatan	1
13	Kasie Utilitas	1
14	kasie Mutu dan Lab	1
15	kasie Pengendalian Proses	1
16	kasie Produksi	1
17	kasie Gudang	1
18	kasie Market dan Riset	1
19	kasie Penjualan	1
20	kasie Promosi	1
21	kasie Pembukuan dan Keuangan	1

22	kasie Penyediaan dan Pembelian	1
23	kasie Transportasi	1
24	kasie Ketenagakerjaan	1
25	kasie Personalia	1
26	kasie Humas	1
27	kasie Keamanan dan Kebersihan	1
28	Karyawan seksi Bengkel dan Perawatan	8
29	Karyawan seksi Utilitas	8
30	Karyawan seksi Mutu dan Lab	12
31	Karyawan seksi Pengendalian Proses	10
32	Karyawan seksi Produksi	22
33	Karyawan seksi Gudang	8
34	Karyawan seksi Market dan Riset	6
35	Karyawan seksi Penjualan	6
36	Karyawan seksi Promosi	8
37	Karyawan seksi Pembukuan dan Keuangan	8
38	Karyawan seksi Penyediaan dan Pembelian	6
39	Karyawan seksi Transportasi	6
40	Karyawan seksi Ketenagakerjaan	6
41	Karyawan seksi Personalia	6
42	Karyawan seksi Humas	15
43	Karyawan seksi Keamanan dan Kebersihan	16
44	Dokter	1
45	Perawat	2
Total		182

#### 10.9. Status karyawan dan system pengupahan (Gaji)

Pada Perencanaan Pabrik Natrium karbonat ini mempunyai system 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 regular

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

#### 2. Karyawan borongan

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

Tabel 10.9.1. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Upah/Bulan/Orang (Rp)	Upah/Bulan (Rp)
1	Dewan komisaris	3	30.000.000,00	90.000.000,00
2	Direktur Utama	1	32.500.000,00	32.500.000,00
3	Litbang	3	17.500.000,00	52.500.000,00
4	Direktur Teknik dan Produksi	1	25.500.000,00	25.500.000,00
5	Direktur Keuangan dan Administrasi	1	25.500.000,00	25.500.000,00
6	Kabag. Teknik	1	15.000.000,00	15.000.000,00
7	Kabag. Produksi	1	15.000.000,00	15.000.000,00
8	Kabag. Pemasaran	1	15.000.000,00	15.000.000,00
9	Kabag. SDM	1	15.000.000,00	15.000.000,00
10	Kabag. Keuangan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
11	Kabag. Umum	1	15.000.000,00	15.000.000,00
12	Kasie Bengkel dan Perawatan	1	8.000.000,00	8.000.000,00
13	Kasie Utilitas	1	8.000.000,00	8.000.000,00
14	kasie Mutu dan Lab	1	8.000.000,00	8.000.000,00
15	kasie Pengendalian Proses	1	8.000.000,00	8.000.000,00

16	kasie Produksi	1	8.000.000,00	8.000.000,00
17	kasie Gudang	1	8.000.000,00	8.000.000,00
18	kasie Market dan Riset	1	8.000.000,00	8.000.000,00
19	kasie Penjualan	1	8.000.000,00	8.000.000,00
20	kasie Promosi	1	8.000.000,00	8.000.000,00
21	kasie Pembukuan dan Keuangan	1	8.000.000,00	8.000.000,00
22	kasie Penyediaan dan Pembelian	1	8.000.000,00	8.000.000,00
23	kasie Transportasi	1	8.000.000,00	8.000.000,00
24	kasie Ketenagakerjaan	1	8.000.000,00	8.000.000,00
25	kasie Personalia	1	8.000.000,00	8.000.000,00
26	kasie Humas	1	8.000.000,00	8.000.000,00
27	kasie Keamanan dan Kebersihan	1	8.000.000,00	8.000.000,00
28	Karyawan seksi Bengkel dan Perawatan	8	3.800.000,00	30.400.000,00
29	Karyawan seksi Utilitas	8	3.800.000,00	30.400.000,00
30	Karyawan seksi Mutu dan Lab	12	3.800.000,00	45.600.000,00
31	Karyawan seksi Pengendalian Proses	10	3.800.000,00	38.000.000,00
32	Karyawan seksi Produksi	22	3.800.000,00	83.600.000,00
33	Karyawan seksi Gudang	8	3.800.000,00	30.400.000,00
34	Karyawan seksi Market dan Riset	6	3.800.000,00	22.800.000,00
35	Karyawan seksi Penjualan	6	3.800.000,00	22.800.000,00
36	Karyawan seksi Promosi	8	3.800.000,00	30.400.000,00
37	Karyawan seksi Pembukuan dan Keuangan	8	3.800.000,00	30.400.000,00
38	Karyawan seksi Penyediaan dan Pembelian	6	3.800.000,00	22.800.000,00
39	Karyawan seksi Transportasi	6	3.800.000,00	22.800.000,00
40	Karyawan seksi Ketenagakerjaan	6	3.800.000,00	22.800.000,00
41	Karyawan seksi Personalia	6	3.800.000,00	22.800.000,00
42	Karyawan seksi Humas	15	3.800.000,00	57.000.000,00
43	Karyawan seksi Keamanan dan Kebersihan	16	3.000.000,00	48.000.000,00
44	Dokter	1	5.000.000,00	5.000.000,00
45	Perawat	2	3.800.000,00	7.600.000,00
Total Gaji				1.011.600.000,00

## **BAB XI**

### **ANALISA EKONOMI**

Dalam perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang akan menentukan apakah pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung-rugi dalam mendirikan pabrik Barium karbonat antara lain:

- Laju pengembalian modal (Internal Rate Of Return = IRR)
- Lama pengembalian modal (Pay Out Time = POT)
- Titik impas (Break Event Point = BEP)

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

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

#### **A. Faktor-faktor Penentu Pendirian Pabrik Barium Karbonat**

##### **1). Modal Investasi Total (Total Capital Investment = TCI)**

Modal Investasi Total adalah modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebelum beroperasi, terdiri dari :

1. Fixed Capital Investment (FCI) :
  - a. Biaya langsung (Direct Cost), meliputi:
    - Pembelian alat
    - Instrumentasi dan alat control
    - Perpipaan terpasang
    - Listrik terpasang
    - Angkutan kapal laut
    - Biaya asuransi
    - Tanah dan bangunan
    - Biaya angkut barang ke plant

- Pemasangan alat
- Bangunan pabrik
- Fasilitas pelayanan
- Tanah

b. Biaya tidak langsung (Indirect Cost), meliputi:

- Teknik dan supervisi
- Konstruksi
- Biaya tak terduga

2. Working Capital Investment (WCI):

Modal kerja yaitu modal yang digunakan untuk menjalankan pabrik yang berhubungan dengan laju produksi dalam beberapa waktu tertentu. Modal kerja merupakan jumlah dari :

- a. Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- b. Pengemasan produk dalam waktu tertentu
- c. Utilitas dalam waktu tertentu
- d. Gaji dalam waktu tertentu
- e. Uang tunai

**2). Biaya Produksi (Total Production Cost = TPC)**

Total biaya produksi adalah biaya yang digunakan untuk operasi pabrik atau biaya yang dikeluarkan untuk mengeluarkan satu satuan produk dalam waktu tertentu.

Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya pembuatan (manufacturing cost), terdiri dari:

- Biaya produksi langsung
- Biaya produksi tetap
- Biaya *overhead* pabrik

b. Biaya umum (general expenses), terdiri dari :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang
- Financing

Adapun biaya produksi total terbagi dari:

a. Biaya variabel (variable cost = VC)

Biaya variabel adalah segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik. Biaya variabel terdiri dari:

- Biaya bahan baku
- Biaya utilitas
- Biaya pengepakan

b. Biaya semi variabel (semi variable cost = SVC)

Biaya semi variabel adalah biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi atau yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara tidak langsung.

Biaya semi variabel terdiri dari :

- Gaji karyawan
- *Plant Overhead*
- Pemeliharaan dan perbaikan
- *Operating supplies*
- Biaya umum
- Supervisi

c. Biaya tetap (fixed cost = FC)

Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan secara tetap, tidak tergantung dengan kapasitas pabrik. Biaya total terdiri dari:

- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak
- Bunga bank

## B. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dilakukan untuk mengetahui pabrik tersebut layak atau tidak untuk didirikan. Pabrik Barium karbonat didirikan dengan kapasitas 10.000 ton/tahun. Secara garis besar perhitungan analisa ekonomi adalah sebagai berikut :

### 1. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

- |                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| a. Biaya langsung (DC)            | = 95.601.566.660  |
| b. Biaya tak langsung (IC)        | = 45.145.184.256  |
| c. Fixed Capital Investment (FCI) | = 140.746.750.916 |

d. Modal kerja (WCI)	= 24.837.661.926
maka TCI	= 165.584.412.842

## 2. Penentuan Total Production Cost (TPC)

a. Biaya produksi langsung (DPC)	= 146.827.828.199
b. Biaya tetap (fixed cost/FC)	= 26.228.570.994
c. Biaya overhead	= 20.971.100.073
d. Biaya umum (general expenses)	= 39.470.953.746
Maka TPC	= 233.498.453.012

## 3. Laba Perusahaan

Total penjualan	= 283.010.000.000
Pajak penghasilan	= 14.853.464.097
Laba kotor	= 49.511.546.988
Laba bersih	= 34.658.082.892
Cash Flow (CA)	= 48.732.757.983

## 4. Analisa Profitabilitas

### A. POT (Pay Out Time)

POT = 3,39 tahun

### B. ROI (Rate On Investment)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

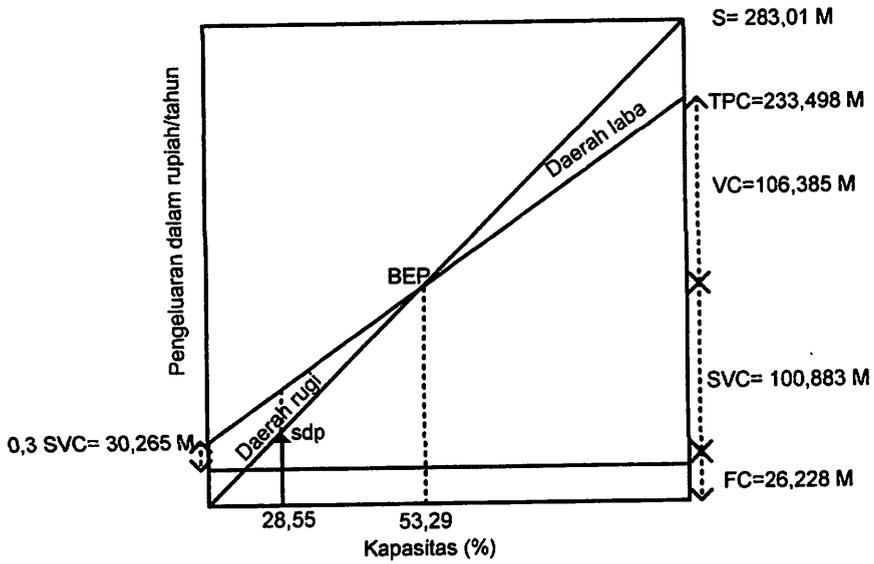
- ROI setelah pajak = 20,93%
- ROI sebelum pajak = 29,9%

### C. BEP (Break Event Point)

BEP adalah titik dimana jika kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

Maka nilai BEP = 53,29 %

Kurva BEP :



F. IRR (Internal Rate Of Return)

$$IRR = 22,6 \%$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (9,85%) maka pabrik barium karbonat layak untuk didirikan.

## **BAB XII**

### **KESIMPULAN**

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Barium Karbonat dari Barium Sulfida dan Natrium Karbonat dengan Proses Soda Ash dapat diambil kesimpulan bahwa rencana pendirian ini adalah cukup menguntungkan dengan mempertimbangkan beberapa aspek:

#### 1. Dari Segi Proses

Metode soda ash lebih menguntungkan dari metode lain karena lebih sederhana dan lebih efisien dari metode lain.

#### 2. Dari Segi Sosial

Pendirian pabrik ini dinilai menguntungkan, karena :

- Menciptakan lapangan kerja baru.
- Memberi kesempatan kepada penduduk untuk memperoleh tambahan penghasilan.

#### 3. Dari Segi Lokasi Pabrik

- Sarana untuk penunjang memperoleh bahan baku yang sangat mudah menggunakan jalur laut karena lokasi dekat dengan pelabuhan.
- Sarana untuk pemasaran produk sangat mudah menggunakan jalur darat dan jalur laut.
- Sarana penunjang utilitas sangat memadahi karena lokasi merupakan kawasan industri.

4. Ikut menunjang program pemerintah dalam usaha mewujudkan rencana jangka panjang pemerintah yaitu menjadikan negara Indonesia sebagai negara industri baru yang didukung oleh sektor pertanian yang kuat.

#### 5. Dari Segi Perhitungan Ekonomi

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap pra rencana pabrik barium karbonat, dinilai cukup menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut:

- Internal Rate of Return ( IRR ) = 22,6 %
- Pay Out Time = 3,39 tahun
- Break Event Point (BEP ) = 53,29 %.
- Return On Investment (ROI<sub>BT</sub>) = 29,90 %.
- Return On Investment (ROI<sub>AT</sub>) = 20,93 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. 2015. www.bps.go.id, diakses tanggal 1Maret 2015*
- Brownell E. Lloyd, "*Process Equipment Design*", John Willey and Sons Inc, New Delhi, India, 1959.
- Geankoplis, Christie, "*Transport Processes and Unit Operations*", 3<sup>rd</sup> Edition, Prentice Hall Inc. New Delhi, India, 1997.
- Hesse, H.C. and Rushton, J.H., "*Process Equipment Design*", D. Van Nostrand Co, New Jersey, 1981.
- Kern D.Q, "*Process Heat Transfer*", 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill Inc, Singapore, 1988.
- Keyes, "*Industrial Chemicals*", 2<sup>th</sup> edition, John Wiley and Sons Inc, New York, 1975.
- Kusnarjo, "*Desain Alat Pemindah Panas*", Surabaya, 2010
- Kusnarjo, "*Ekonomi Teknik*", Surabaya, 2010
- Kusnarjo, "*Utilitas Pabrik Kimia*", Surabaya, 2012
- Perry, Robert H, "*Perry's Chemical Engineering Handbook*", 7<sup>th</sup> Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 2008.
- Peter S. and Timmerhause, "*Plant Design and Economic for Chemical Engineering*", 4<sup>th</sup> edition, McGraw-Hill, Singapore, 1991.
- Smith, J.M, and Van Ness H.C, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1959.
- Ulrich D. Gael, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic*", John Willey and Sons Inc, New York, USA, 1984.