

PRA RENCANA PABRIK

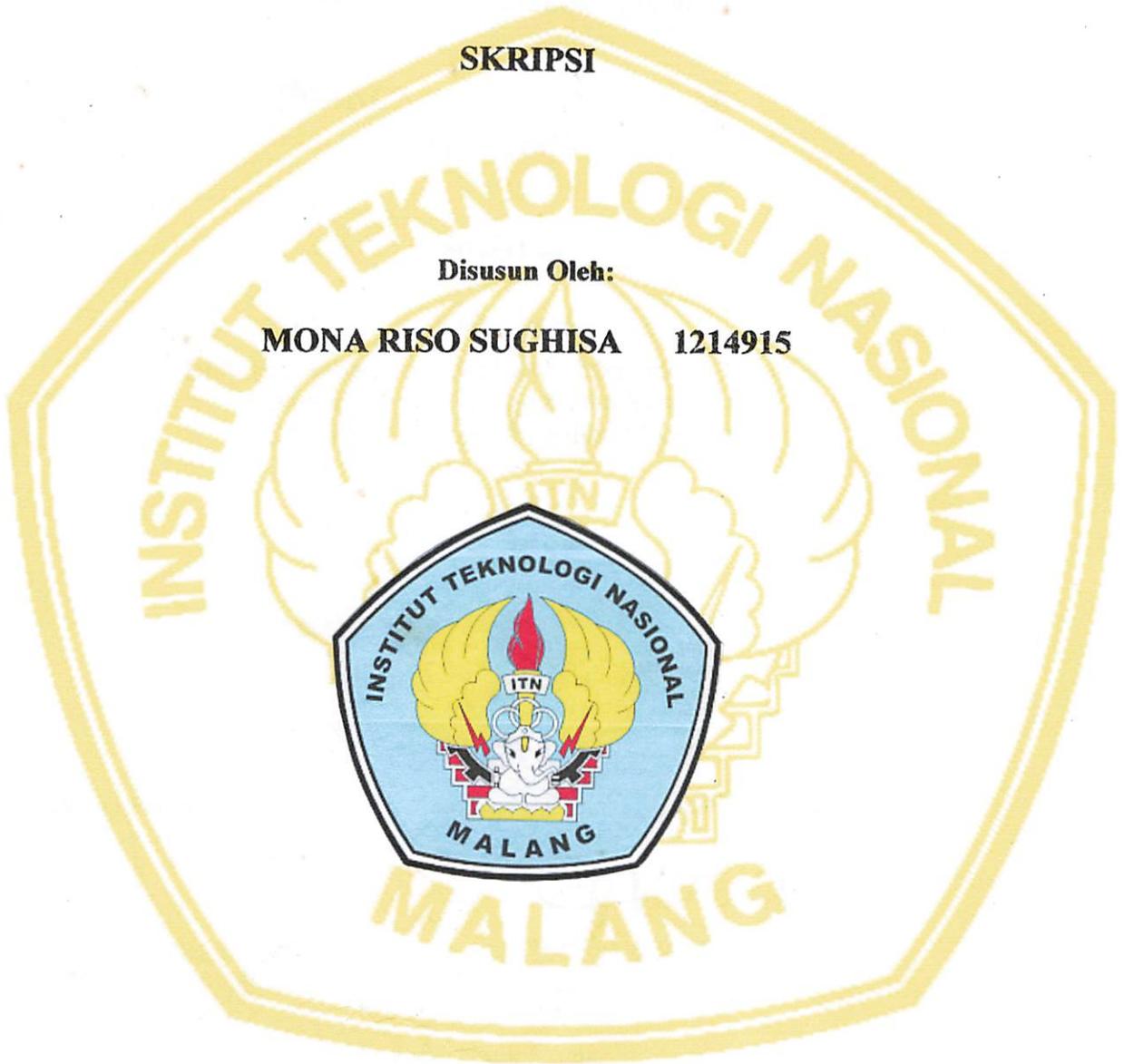
**BARIUM KARBONAT DARI BARIUM SULFIT DAN KARBON
DIOKSIDA DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

MONA RISO SUGHISA 1214915



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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : MONA RISO SUGHISA
NIM : 1214915
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK BARIUM KARBOANT
DARI BARIUM SULFIT DAN KARBON DIOKSIDA
DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Dipertahankan dihadapan tim penguji Skripsi jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 19 Agustus 2014
Nilai : B +



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

Sekretaris,

Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
NIP.P.1018500092

Anggota Penguji,

Penguji Pertama

Faidliyah Nilna Minah ST, MT
NIP.P.1030300392

Penguji Kedua

M. Istnaeny Hudra, ST, MT
NIP.Y.1030400400

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MONA RISO SUGHISA
NIM : 1214915
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia/Teknik Kimia S-1
Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

**PRA RENCANA PABRIK BARIUM KARBONAT DARI BARIUM SULFIT
DAN KARBON DIOKSIDA DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

Adalah hasil karya sendiri bukan merupakan cuplikan serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain kecuali yang tidak disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, Agustus 2014



Tertanda,

MONA RISO SUGHISA

PRA RENCANA PABRIK BARIUM KARBONAT DARI BARIUM
SULFIT DAN KARBON DIOKSIDA DENGAN KAPASITAS
50.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :

1. Dian Kurnia Sari 12.14.913
2. Mona Riso Sughisa 12.14.915

Dosen Pembimbing :

1. Ir. Harimbi Setyawati, MT
 2. Dwi Ana Anggorowati, ST,MT
-

Abstrak

Barium karbonat atau witherit merupakan produk yang terbentuk dari hasil reaksi antara Barium Sulfit dengan Karbon Dioksida. Barium karbonat berwujud serbuk putih tidak berbau yang merupakan bahan pembantu pada berbagai industry kimia seperti industry keramik, gelas, logam, minyak pelumas, serta industry senyawa barium lainnya.

Pabrik Barium Karbonat direncanakan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dan waktu operasi 330 hari/tahun. Adapun unit utilitas yang dipakai meliputi: air, steam, listrik dan bahan bakar. Bentuk perusahaan yang akan didirikan adalah berbentuk Perseroan terbatas (PT) dengan struktur organisasi berbentuk line dan staff (garis dan staf). Dari hasil perhitungan analisa ekonomi diperoleh TCI sebesar Rp. 272.056.378.947, ROI sebelum pajak sebesar 33%, ROI setelah pajak sebesar 23%, POT sebesar 3,188 tahun, BEP sebesar 41,43% dan IRR sebesar 22%. Berdasarkan hasil analisa ekonomi tersebut, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik Barium Karbonat layak untuk didirikan

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan	i
Berita Acara Ujian Skripsi	ii
Pernyataan Keaslian Isi Skripsi	iii
Abstraksi	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
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 Pabrik.....	IX-1
Bab X Organisasi Perusahaan	X-1
Bab XI Analisa Ekonomi.....	XI-1
Bab XII Kesimpulan	XII-1
Daftar Pustaka	
Appendiks A. Perhitungan Neraca Massa	App. A-1
Appendiks B. Perhitungan Neraca Panas	App. B-1
Appendiks C. Perhitungan Spesifikasi Peralatan.....	App. C-1
Appendiks D. Perhitungan Utilitas	App. D-1
Appendiks E. Perhitungan Analisa Ekonomi	App. E-1

BAB I

Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Barium merupakan logam berat yang terdapat di alam bebas. Barium ditemukan hanya terkombinasi dengan unsur lainnya, terutama dengan sulfat dan karbonat dan dipersiapkan secara elektrolisis dengan klorida. Barium yang terkombinasi dengan sulfat, yaitu : Barium sulfat disebut juga *Baryte* (BaSO_4) dan barium yang terkombinasi dengan karbonat disebut juga *Witherite* (BaCO_3).

Jumlah BaCO_3 di alam bebas ini hanya sedikit, sehingga untuk memenuhi kebutuhan industri tidak dapat mencukupi. Maka dibuatlah sintetik dari Barium Karbonat.

Berdasar perkembangannya, pada tahun 1774 Scheele dapat memisahkan *Barium Oxide* dari *lime* (kapur). Dan pada 1808, Sir Homprey Davy dapat memproduksi barium sebagai *amalgam* dengan elektrolisa garam barium dengan katoda merkuri. Semakin lama kebutuhan BaCO_3 ini semakin meningkat, seperti pada tahun 1935 dibutuhkan 17juta lb hingga pada 1955 dibutuhkan sebanyak 160 juta lb/ft.

1.2. Penggunaan

BaCO_3 memiliki kegunaan, yang meliputi :

1. Digunakan dalam industri keramik, gelas dan *glassware*.
2. Digunakan dalam industri logam.
3. Digunakan dalam industri minyak pelumas.
4. Digunakan dalam industri senyawa barium lainnya.
5. Sebagai bahan netralisasi asam sulfat dalam industri zat pewarna sintetik

1.3. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

Bahan Baku

Barium Sulfit (BaS) :

Sifat-sifat Fisika:

1. Kondisi Fisik : Padatan Hitam
2. Bau : Tidak Berbau
3. Berat Jenis : 4.25 g/cm^3
4. Massa Molar : 169.39 g/mol
5. Titik Leleh : 1200°C

6. Titik Didih : 1360°C
 7. Kelarutan Dalam Air : 0.0024 g/100 ml (20°C)

Sifat-sifat Kimia :

1. Paparan dapat menyebabkan iritasi ringan.
2. Tidak mudah terbakar, atau tidak akan terbakar pada kondisi yang memungkinkan terjadi kebakaran
3. Mengalami perubahan kimia secara drastic pada suhu dan tekanan tinggi, atau memungkinkan terjadi ledakan jika bercampur dengan air.

Hidrogen Sulfida (H₂S) :

Sifat-sifat Fisika :

1. Kondisi Fisik : Gas Tanpa Warna
2. Bau : Telur Busuk
3. Berat Jenis : 1.363 g/dm³
4. Massa Molar : 34.08 g/mol
5. Titik Leleh : -82°C
6. Titik Didih : -60°C
7. Kelarutan Dalam Air : 4 g/dm³ (20°C)

Sifat-sifat Kimia :

1. Tidak menimbulkan bahaya kesehatan.
2. Akan cepat atau benar-benar menguap pada suhu dan tekanan atmosfer, atau mudah tersebar di udara dan akan terbakar dengan mudah Bila terbakar akan menghasilkan senyawa yang mencemarkan udara.
3. Mampu dengan mudah menghasilkan ledakan pada suhu dan tekanan normal.

1.4. Perhitungan Kapasitas Pabrik

Untuk memenuhi kebutuhan Barium Karbonat, maka ditentukan kapasitas produksi Barium Karbonat pada tahun 2016 dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

Dimana:

M₁ = Jumlah Impor (kg)

M₂ = Jumlah Produksi (kg)

M₃ = Kapasitas Produksi (ton/th)

M₄ = Jumlah Ekspor (kg)

M₅ = Jumlah konsumsi (kg)

- P = Data besarnya ekspor, impor, produksi dan konsumsi pada tahun 2013
 i = rata-rata kenaikan impor, ekspor, produksi dan konsumsi pada tiap tahun
 n = selisih tahun 2013 dan 2016 (3 tahun)

Tabel 1.1. Data kebutuhan Barium Karbonat di Indonesia tahun 2007-2013

Tahun	Ekspor (kg/th)	Impor (kg/th)	Produksi (kg/th)	Konsumsi (kg/th)
2007	8067,00000	158615,8333	0	150548,8333
2008	0,00000	167038,0833	0	167038,0833
2009	30478,00000	188221,9167	0	188221,9167
2010	0,00000	210234,5000	0	210234,5000
2011	0,00000	220239,5000	0	220239,5000
2012	8800,00000	220716,5000	0	211916,5000
2013	0,00000	214981,1667	0	214981,1667
Rata-rata	6.763,57143	197149,6429	0	190386,0714

Sumber : Biro Pusat Statistik

Table 1.2. Data presentase kebutuhan Barium Karbonat di Indonesia tahun 2007-2013

Tahun	Ekspor (%)	Impor (%)	Produksi (%)	Konsumsi (%)
2007				
2008	-100,00000	5,3098	0	10,5488
2009	0,00000	12,6820	0	-5,4511
2010	-100,00000	11,6950	0	33,2071
2011	0,00000	4,7590	0	4,7590
2012	0,00000	0,2166	0	-3,1666
2013	-100,00000	-2,5985	0	1,4981
Rata-rata	-50,00000	5,3440	0	6,4286

Sumber : Biro Pusat Statistik

- Untuk kenaikan rata-rata ekspor -50% maka perkiraan ekspor barium karbonat pada tahun 2016 adalah:

$$\begin{aligned}
 M_4 &= P (1+i)^n \\
 &= 0 (1-50)^3 \\
 &= 0 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Untuk kenaikan rata-rata impor 5,3440% maka perkiraan impor barium karbonat pada tahun 2016 adalah:

$$M_1 = P (1+i)^n$$

$$= 214.981,1667 (1+5,3440)^3$$

$$= 54.889.337,82 \text{ kg}$$

- Untuk kenaikan rata-rata produksi 0% maka perkiraan produksi barium karbonat pada tahun 2016 adalah:

$$M_2 = P (1+i)^n$$

$$= 0 (1-0)^3$$

$$= 0 \text{ kg}$$

- Untuk kenaikan rata-rata konsumsi 6,8484% maka perkiraan konsumsi barium karbonat pada tahun 2016 adalah:

$$M_5 = P (1+i)^n$$

$$= 214.981,1667 (1+6,8484)^3$$

$$= 103.931.680 \text{ kg}$$

- Dari data yang telah ada maka perkiraan kapasitas produksi adalah:

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

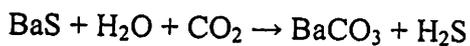
$$M_3 = M_4 + M_5 - M_1 - M_2$$

$$M_3 = 0 + 103.931.680 - 54.889.337,82 - 0$$

$$M_3 = 490.042.342 \text{ kg} \approx 50.000 \text{ ton / tahun}$$

1.5. Analisa Ekonomi

Reaksi yang terjadi adalah



Komponen	BaS	H ₂ O	CO ₂	BaCO ₃	H ₂ S
BM	169,3	18	44	197,3	34
Harga/kg (Rp)	6.875	0	6.313	22.000	2.200
Harga/kg mol (Rp)	1.163.938	-	277.772	4.340.600	74.800

$$\begin{aligned} \text{EP Total} &= \text{Rp. } (4.340.600 \times 1) + (74.800 \times 1) + (1.163.938 \times -1) + (277.772 \times -1) \\ &= \text{Rp. } 2.973.690 / \text{kg mol} \end{aligned}$$

Dapat disimpulkan bahwa barium karbonat dapat dibuat dengan skala komersial karena hasil produksinya lebih besar dibandingkan dengan ongkos bahan baku yang digunakan.

BAB II

Seleksi dan Uraian Proses

2.1. Seleksi Proses

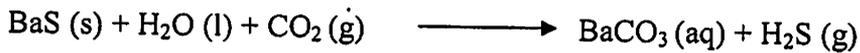
Pada dasarnya, pembuatan Barium Karbonat dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

- Barium sulfit dan karbon dioksida
- Barium sulfit dan soda ash.

Kedua proses tersebut secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut :

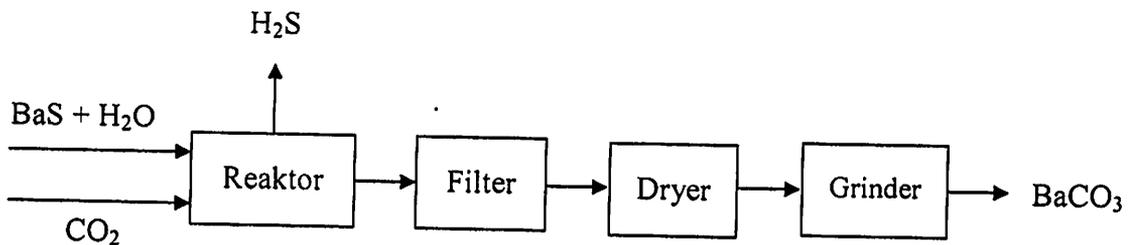
- Barium karbonat dari barium sulfit dan karbon dioksida

Barium sulfit dicampurkan dengan air kemudian dimasukkan dalam reaktor, dalam reaktor barium sulfit dan air dimasukkan gas CO₂ sehingga menghasilkan reaksi :



Hasil reaksi yang mengandung slurry BaCO₃ masuk dalam filter yang kemudian dilakukan pencucian dengan air. Hasil yang didapatkan dipisahkan hingga diperoleh cake dan filter.

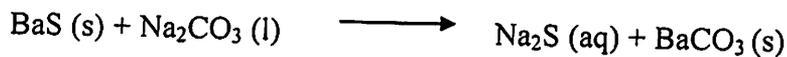
Blok diagram proses :



Gambar 2.1. Pembuatan barium Karbonat dari Barium Sulfit dengan Pereaksi CO₂

- Barium karbonat dari barium sulfit dan soda ash

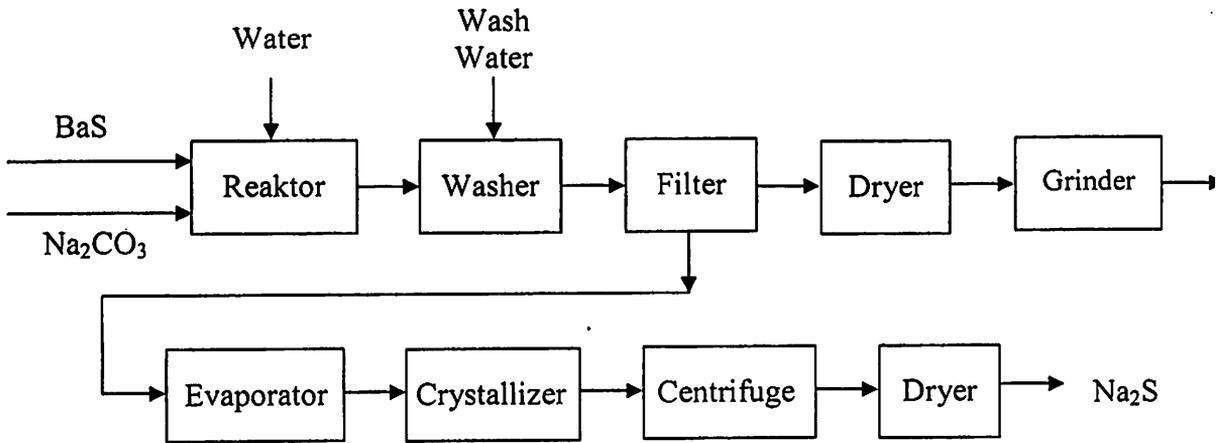
Larutan barium sulfit direaksikan dengan sodium karbonat (soda ash) hingga menghasilkan reaksi:



Larutan Na₂CO₃ dimasukkan dalam reaktor dengan suhu reaktor 60°C yang dicampurkan dengan barium sulfit dan air. Sehingga dari reaksi tersebut didapat Na₂S yang berupa larutan dan BaCO₃ berupa endapan. Endapan yang terbentuk

dipisahkan dari Na_2S dan BaCO_3 dikeringkan dengan menggunakan dryer. Setelah BaCO_3 kering, dilakukan *sizing* dengan menggunakan mill dan terakhir packaging untuk penyimpanan.

Blok diagram proses :



Gambar 2.2. Pembuatan Barium Karbonat dari Barium Sulfit dengan Pereaksi Natrium Karbonat

2.2. Pemilihan Proses

Untuk menentukan pilihan proses yang tepat maka dilakukan perbandingan dari dua macam proses yang ada, baik secara teknis maupun ekonomis sehingga didapatkan proses yang paling efektif dan efisien.

Tabel 2.1. Matrik perbandingan proses pembuatan barium karbonat dengan pereaksi karbon dioksida dan natrium karbonat.

Parameter	Pembuatan Barium Karbonat	
	Pereaksi CO_2	Pereaksi Na_2CO_3
Bahan Baku	BaS	BaS
Aspek Teknis		
1. Pereaksi	CO_2	Na_2CO_3
2. Hasil Utama	BaCO_3	BaCO_3
3. Hasil Samping	H_2S	Na_2S
4. Suhu Operasi	40-90°C	60-70°C
5. Tekanan Operasi	Tekanan Atmosfir	Tekanan Atmosfir
6. Tahapan Proses	Singkat	Panjang
7. Konversi	99,5%	-

Aspek Ekonomi	Relatif rendah	Relatif tinggi
1. Investasi	Relatif rendah	Relatif tinggi
2. Biaya Operasi		

Dari penjelasan kedua proses tersebut, proses produksi dengan menggunakan barium sulfid dan karbon dioksida lebih memberikan banyak keuntungan baik dari segi ekonomis, mutu dan kualitas, seperti :

1. Terdapat produk samping H_2S yang bermanfaat dan berharga
2. Peralatan yang digunakan sederhana
3. Pereaksi yang digunakan lebih murah
4. Energi yang digunakan lebih sedikit karena suhu operasi rendah
5. Proses produksi berlangsung singkat karena pemisahan produk utama dengan produk samping mudah
6. Biaya investasi yang dibutuhkan sedikit

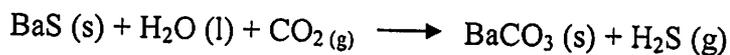
2.3. Uraian Proses

2.3.1. Persiapan Bahan Baku

Barium sulfid dan air di campur menjadi satu di dalam tangki pelarut (M-113) yang dilengkapi dengan turbulen stirrer kecepatan tinggi. Konsentrasi larutan BaS yang digunakan adalah 15 kg BaS/500 l H_2O . Pengadukan dilakukan selama 10 menit. Setelah itu larutan BaS dialirkan ke dalam reaktor menggunakan pompa centrifugal (L-114)

2.3.2. Tahap Reaksi

Larutan BaS dialirkan menuju reaktor (R-110) dan tetap disirkulasi selama proses reaksi berlangsung. Gas CO_2 dari storage CO_2 (F-116) dialirkan melalui bagian bawah reaktor. Reaksi berlangsung pada suhu $40^\circ C$ dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



H_2S yang terbentuk, mengalir menuju bagian atas reaktor dan di simpan pada storage H_2S (F-118). Sedangkan $BaCO_3$ yang terbentuk akan dialirkan menggunakan pompa rotary (L-121) menuju rotary vakum filter (H-122) untuk di pisahkan antara filtrate dan cake.

2.3.3. Tahap Pemurnian

Pada tahap pemurnian, dipisahkan antara BaCO_3 dengan BaS yang tidak bereaksi menggunakan rotary vakum filter (H-122). Cake yang terbentuk akan dikeringkan menggunakan rotary dryer.

2.3.4. Tahap Penanganan Produk

BaCO_3 yang sudah murni kemudian dikeringkan menggunakan dryer (B-120) dan akan terbentuk bongkahan-bongkahan putih. Selanjutnya bongkahan-bongkahan tersebut akan di haluskan menggunakan hammer mill (C-130).

BAB III

NERACA MASSA

Kapasitas Produksi = 50.000 ton/tahun
 = 6.313,1313 kg/jam
 Waktu Operasi = 330 hari/tahun
 Basis Perhitungan = 5373,9819 kg/jam BaS

1. Neraca Massa pada Tangki Pelarut (M-113)

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
1. Dari Storage BaS		1 Ke Reaktor	
BaS =	3761,7873	BaS =	3761,7873
BaSO ₄ =	483,6584	BaSO ₄ =	483,6584
C =	268,6991	C =	268,6991
Inert =	859,8371	Inert =	859,8371
		H ₂ O =	51672,9024
2. Dari Utilitas			
H ₂ O =	51672,9024		
TOTAL =	57046,8843	TOTAL =	57046,8843

2. Neraca Massa pada Reaktor (R-110)

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
1. Dari Tangki Pelarut		1. Ke Rotary Vacuum Filter	
BaS =	3761,7873	BaS =	18,8089
BaSO ₄ =	483,6584	C =	268,6991
C =	268,6991	Inert =	859,8371
Inert =	859,8371	H ₂ O =	51275,0119
H ₂ O =	51672,9024	BaCO ₃ =	4361,9192
		BaSO ₄ =	483,6584
2. Dari Storage CO ₂		2. Gas Yang Dihasilkan	
CO ₂ =	972,6213	H ₂ S	751,5710
TOTAL =	58019,5056	TOTAL =	58019,5056

3. Neraca Massa pada Rotary Vacuum Filter (H-122)

Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)		
1. Dari Reaktor			1. Ke Rotary Dryer		
BaS	=	18,8089	C	=	5,3740
C	=	268,6991	Inert	=	17,1967
Inert	=	859,8371	H ₂ O	=	1060,3956
H ₂ O	=	5127,0119	BaCO ₃	=	4361,6702
BaCO ₃	=	4361,9192	BaSO ₄	=	483,6151
BaSO ₄	=	483,6584			
2. Dari Storage H ₂ O			2. Filtrat		
H ₂ O	=	1744,7677	BaS	=	18,8089
			C	=	263,3251
			Inert	=	842,6404
			H ₂ O	=	51959,3840
			BaSO ₄	=	0,0433
			BaCO ₃	=	0,2490
TOTAL	=	59012,7023	TOTAL	=	59012,7023

4. Neraca Massa pada Rotary Dryer (B-120)

Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)		
1. Dari Rotary Vacuum Filter			1. Ke Hammer Mill		
C	=	5,3740	C	=	5,1053
Inert	=	17,1967	Inert	=	16,3369
H ₂ O	=	1060,3956	H ₂ O	=	74,2277
BaCO ₃	=	4361,6702	BaCO ₃	=	4143,5867
BaSO ₄	=	483,6151	BaSO ₄	=	459,4343
			2. Ke Cyclone		
			C	=	0,2687
			Inert	=	0,8598
			H ₂ O	=	986,1679
			BaCO ₃	=	218,0835
			BaSO ₄	=	24,1808
TOTAL	=	5928,2516	TOTAL	=	5928,2516

5. Neraca Massa pada Cyclone (H-131)

Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)		
1. Dari Rotary Dryer			1. Ke Udara		
C	=	0,2687	C	=	0,0027
Inert	=	0,8598	Inert	=	0,0086
H ₂ O	=	986,1679	H ₂ O	=	986,1679
BaCO ₃	=	218,0835	BaCO ₃	=	2,1808
BaSO ₄	=	24,1808	BaSO ₄	=	0,2418
			2. Ke Hammer Mill		
			C	=	0,2660
			Inert	=	0,8512
			BaCO ₃	=	215,9027
			BaSO ₄	=	23,9389
TOTAL	=	1229,5607	TOTAL	=	1229,5607

6. Neraca Massa pada Hammer Mill (C-130)

Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)		
1. Dari Rotary Dryer			1. Kembali Ke Hammer Mill		
C	=	5,1053	C	=	0,2686
Inert	=	16,3369	Inert	=	0,8594
H ₂ O	=	74,2277	H ₂ O	=	3,7114
BaCO ₃	=	4143,5867	BaCO ₃	=	217,9745
BaSO ₄	=	459,4343	BaSO ₄	=	24,1687
2. Dari Cyclone			2. Produk BaCO ₃		
C	=	0,2660	C	=	5,1027
Inert	=	0,8512	Inert	=	16,3287
BaCO ₃	=	215,9027	H ₂ O	=	70,5163
BaSO ₄	=	23,9389	BaCO ₃	=	4141,5149
			BaSO ₄	=	459,2046
TOTAL	=	4939,6498	TOTAL	=	4939,6498

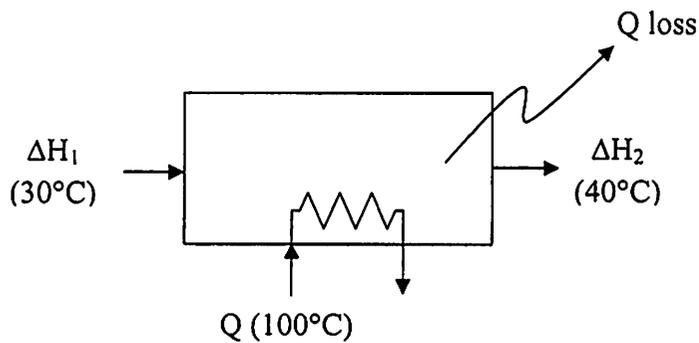
BAB IV NERACA PANAS

Kapasitas Produksi = 50.000 ton/tahun

Satuan = kcal/jam

Suhu Referensi = 25°C = 298 K

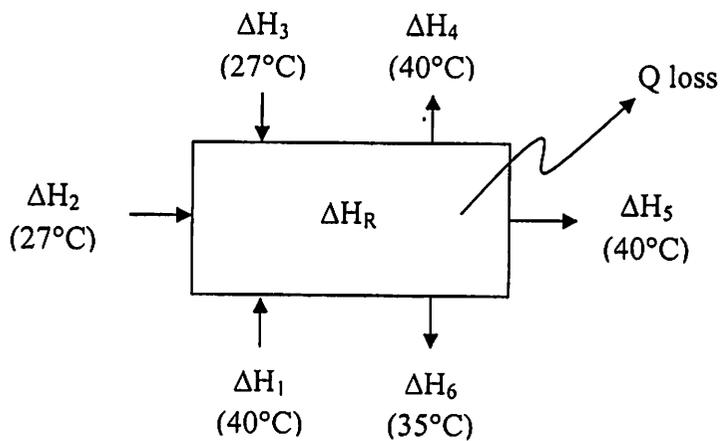
1. Heater Larutan BaS (E-115)



Neraca panas total : $\Delta H_1 + Q_s = \Delta H_2 + Q_{loss}$

Masuk (kcal/kg.K)		Keluar (kcal/kg.K)	
ΔH_1	= 913.7377	ΔH_2	= 2765.0269
Q	= 1907.7183	Q_{loss}	= 56.4291
TOTAL	= 2821.4560	TOTAL	= 2821.4560

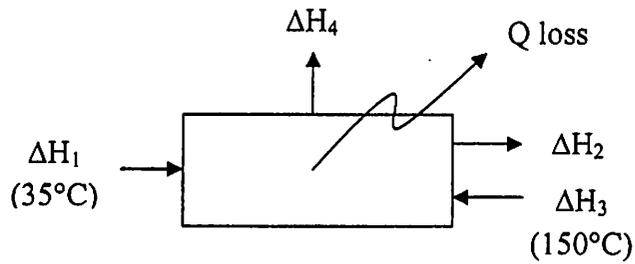
2. Reaktor (R-110)



Neraca panas total : $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_R = \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 + Q_{\text{loss}}$

Masuk (kcal/jam)		Keluar (kcal/jam)	
ΔH_1	= 2765.0269	ΔH_4	= 2859.3168
ΔH_2	= 1.2907	ΔH_5	= 41.2801
ΔH_R	= 578546.6777	ΔH_6	= 708482.6731
ΔH_3	= 141696.5346	Q_{loss}	= 11626.2599
TOTAL	= 723009.5299	TOTAL	= 723009.5299

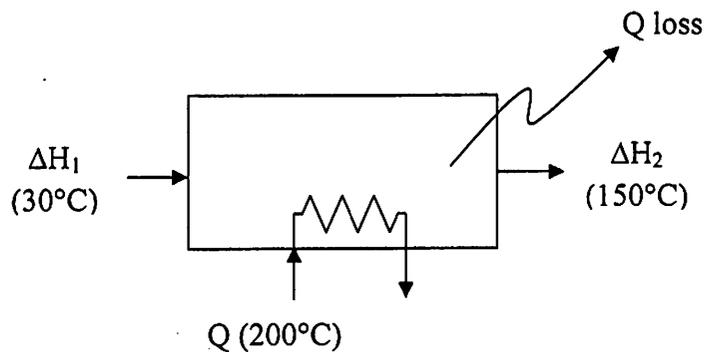
3. Rotary Dryer (B-120)



Neraca panas total : $\Delta H_1 + \Delta H_3 = \Delta H_2 + \Delta H_4 + Q_{\text{loss}}$

Masuk (kcal/jam)		Keluar (kcal/jam)	
ΔH_1	= 59,7698	ΔH_2	= 59,8332
ΔH_3	= 634,5746	ΔH_4	= 620,6243
		Q_{loss}	= 13,8869
TOTAL	= 694,3444	TOTAL	= 694,3444

4. Heater Udara pada Rotary Dryer (E-127)



Neraca panas total : $\Delta H_1 + Q_s = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$

Masuk (kcal/jam)	Keluar (kcal/jam)
------------------	-------------------

ΔH_1	=	2468,8435	ΔH_2	=	62507,3435
Q	=	61314,1601	Q_{loss}	=	1275,6601
TOTAL	=	63783,0036	TOTAL	=	63783,0036

BAB V
SPESIFIKASI ALAT

No	NamaAlat	Kode	SpesifikasiAlat	Jumlah
1.	Storage BaS	F-111	Kapasitas = 5373.9819 kg/jam Tinggi = 39.37 ft Panjang = 56.84 ft Lebar = 28.42 ft	1
2.	Belt Conveyor	J-111	Kapasitas = 5373.9819 kg/jam Panjang = 50 ft Lebar = 3.3 ft Kecepatan = 100 ft/menit Daya = 4HP	1
3.	Bucket Elevator	J-112	Kapasitas = 5373.9819kg/jam Kecepatan Bucket = 104 ft/ menit Lebar Belt = 7 In Tinggi Bucket = 5m Daya = 1 Hp	1
4.	TangkiPelarut	M-113	Kapasitas = 184506.7103 kg/jam Tinggi = 7.41 ft TinggiLiquida = 22.27 ft TebalSilinder = 3/16 TebalTutupAtas = TebalTutupBawah = 5/16 BahanKonstruksi = Carbon steel SA-240 grade M type 316	1
5.	Pompa	L-114	Kapasitas = 184506.7103 kg/jam Daya = 42 Hp	1
6.	Gas Holder CO ₂	F-116	Kapasitas = 382978.044 kg TebalSilinder = 21/16	1
7.	Ekspander	N-117	Kapasitas = 184506.7103 kg/jam Daya = 1 HP	1
8.	Heater	E-115	Kapasitas = 184506.7103 kg/jam Steam yang digunakan = 2056,0592 kg/jam Bagian Shell = IDS = 12 in, C = 0.25, B = 12 Bagian Tube = ¾ in OD, BWG = 16, l = 12	1
9.	Reaktor	R-110	Volume Tangki = 50804.7486 Kg/jam Di = 228.8336 In Do = 240 In Tha= Thb = 7/16 In Lls = 1677.3120 In Ts = 6/16 In Tinggi = 2320.3865 BahanKonstruksi = Carbon steel SA-240 grade M type 316	1

10.	Storage Gas H ₂ S	F-118	Kapasitas = 270565.56 kg Tebal Silinder = 3 In Diameter = 416.53 In Bahan Konstruksi = High alloy Steel SA 167 grade 11 type 316	1
11.	Pompa	L-121	Kapasitas = 184818.9672 kg/jam Daya = 49 Hp Type = Rotary Pump	1
12.	Rotary Vacuum Filter	H-122	Kapasitas = 184818.9672 kg/jam Rate Cake = 4930 ft/jam Daya = 60 Hp Bahan = Carbon Steel	1
13.	Belt Conveyor	J-123	Kapasitas = 10280.2958 Kg/jam Panjang = 50 ft Lebar = 3.3 ft Kecepatan = 100 ft/menit Daya = 3 Hp	1
14.	Bucket Elevator	J-124	Kapasitas = 10280.2958 Kg/jam Kecepatan Bucket = 199 ft/ menit Lebar Belt = 7 In Tinggi Bucket = 5m Daya = 1 Hp	1
15.	Rotary Dryer	B-120	Volume Rotary = 8,0321 m ³ D = 3,9666 ft L = 22,9661 ft Ts = 3/16 In Bahan = Carbon Steel	1
16.	Cyclone	H-131	Rate Udara = 5667.4070 kg/jam Pressure Drop = 0.1003 lg/ft ²	1
17.	Filter Udara	H-125	Kapasitas dry filter = 100ft ³ /menit Bahan = Cost Iron	11
18.	Blower	G-126	Rate = 2056.0592 Kg/jam Daya = 4 Hp	
19.	Heater	E-127	Steam yang Digunakan = 91,8439 kg/jam Shell = IDS = 13.25 In, C = 0.25, B = 18 Tube = ¾ In OD, BWG = 1, l = 12 ft	1
20.	Bin BaCO ₃	F-132	Kapasitas = 6313.1313 Kg/jam Volume bin = 2899.6 ft ³ Tinggi bin = 480.36 In Tebal bin = 3/16 In Bahan Konstruksi = Carbon steel SA-240 grade M type 316	1
21.	Hammer Mill	C-130	Kapasitas = 6313.1313 Kg/jam Daya = 45 Hp Bahan = Carbon Steel	1
22.	Belt Conveyor	J-133	Kapasitas = 6313.1313 Kg/jam	1

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Dalam pengaturan dan pengendalian kondisi operasi dan peralatan proses sangatlah diperlukan adanya peralatan (instrumentasi) kontrol. Dimana instrumentasi ini merupakan suatu alat penunjuk atau indikator, suatu perekam, atau suatu pengontrol (controller). Dalam suatu industri kimia banyak variabel yang perlu diukur dan dikontrol, seperti : tekanan, temperatur, ketinggian cairan, kecepatan aliran, dan sebagainya.

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan bagian yang penting dari peralatan proses suatu industri. Untuk mengawasi proses industri harus dilengkapi instrumentasi. Instrumentasi ditujukan untuk memonitor, mengatur, dan mencatat setiap operasi yang berlangsung selama peralatan bekerja dan juga memantau variabel-variabel proses yang penting dan kritis selama proses kimia berlangsung.

Umumnya instrumentasi dibagi berdasarkan proses kerjanya, yaitu :

Proses Manual

Proses manual adalah proses yang berlangsung adanya intervensi manusia secara langsung untuk mengatur, mengubah, memantau, dan mengkoreksi pada suatu peralatan karena adanya informasi dari instrumentasi. Umumnya instrumentasi yang dipergunakan adalah sebagai alat ukur atau alat penunjuk saja.

Proses Otomatis

Pada proses ini, kegiatan proses kimia sepenuhnya dikendalikan oleh sejumlah peralatan, dimana serangkaian alat instrumentasi bekerja dengan sejumlah peralatan lain untuk mempertahankan agar kondisi operasi suatu proses kimia yang sedang berlangsung dapat berjalan secara aman dan terkendali. Peran atau fungsi manusia hanya mengawasi dari kinerja peralatan yang bekerja.

Peralatan instrumentasi secara otomatis, terdiri atas :

- a. Alat pendeteksi (sensing element)

Merupakan elemen yang bertugas untuk mendeteksi adanya perubahan-perubahan dari variabel-variabel yang ada dalam proses kima.

b. Alat pengukur

Alat pengukur ini merupakan satu kesatuan dengan alat pendeteksi. Pada alat ini hasil deteksi pada variabel-variabel dalam proses ditunjukkan dalam bentuk satuan ukuran, sehingga dapat diketahui dan dicatat besaran-besaran nilai perubahan variabel yang terjadi pada proses tersebut

c. Alat pengendali (controller)

Adalah alat yang berfungsi sebagai pusat instruksi kepada semua peralatan instrumentasi yang ada. Kinerja alat ini adalah memberikan tanggapan atas penyimpangan-penyimpangan dari variabel yang terdeteksi dan terukur dan selanjutnya memberikan perintah kepada alat instrumentasi yang lain guna melaksanakan tugas atau kinerja tertentu.

d. Alat pengendali akhir (final control element)

Alat ini adalah pelaksana tugas atas perintah yang diberikan oleh controller. Fungsi utama yang diemban oleh alat ini ada 2, yaitu :

1. Sebagai pengatur dari variabel proses, misalnya mengatur laju aliran umpan, mengatur laju aliran pemanas, mengatur laju aliran produk, mengatur laju aliran pendingin, dan lain sebagainya.
2. Sebagai penghenti & penghidup dari suatu peralatan agar variabel proses dapat dikendalikan, misalnya : mematikan atau menghidupkan kompresor bila tekanan dalam bejana sudah mencapai nilai tertentu, pemutus atau penyambung arus listrik pada suatu alat pemanas bila suhu yang diinginkan telah tercapai atau belum tercapai, dan lain sebagainya

Pemilihan atas jenis pengendalian ini didasarkan pada kompleksitas proses, jenis bahan baku yang dipergunakan, tingkat kualitas produk yang diinginkan, jenis keberlangsungan proses (kontinyu atau semi-kontinyu), dan anggaran yang dimiliki oleh perusahaan. Umumnya pengendalian otomatis lebih memiliki nilai ekonomis dibandingkan pengendalian manual

			Panjang = 50 ft Lebar = 3.3 ft Kecepatan = 100 ft/menit Daya = 4Hp	
23.	Bucket Elevator	J-134	Kapasitas = 6313.1313 Kg/jam Kecepatan Bucket = 122ft/ menit Lebar Belt = 7 In Tinggi Bucket = 5m Daya = 1 Hp	1
24.	Bin Produk	F-135	Kapasitas = 6313.1313 Kg/jam Volume bin = 278361.42 ft ³ Tinggi bin = 2199.6 In Tebal bin = 3/16 In BahanKonstruksi = Carbon steel SA-240 grade M type 316	1
25.	MesinPengemas	P-136	Kapasitas = 6313.1313 Kg/jam KapasitasMesin = 12626.2 Kg	1
26.	GudangProduk	F-137	Kapasitas = 6313.1313 Kg/jam Tinggi = 20ft Panjang = 44.04ft Lebar = 22.02 ft	1

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

- Nama Alat : Reaktor
- Fungsi : Mereaksikan larutan Barium Sulfit dengan gas CO₂ untuk menghasilkan Barium Karbonat dan H₂S
- Tipe : Silinder tegak, tutup atas dan bawah standard dish, dilengkapi pengaduk dan coil pendingin

Dasar perencanaan :

Untuk mengendalikan temperatur operasi pada reaktor, yaitu pada suhu 40°C, maka reaktor dilengkapi dengan coil pendingin. Karena reaksi yang terjadi bersifat eksoterm, yaitu reaksi yang melepas panas dan membutuhkan pendingin. Untuk mengontrol kondisi operasi, maka perlu dipasang instrumentasi yang meliputi pressure control dan temperatur control.

- Perlengkapan : Pengaduk dan coil pendingin.
- Kondisi operasi :
- Temperatur = 40°C
 - Tekanan = 1 atm
 - Waktu operasi = 1,5 jam
 - Fase = gas – liquid
 - Densitas campuran = 16,1051 lb/ft³

Direncanakan :

- Bahan konstruksi : Stainless Steel SA 240 Grade M type 316.
f = 18750 (Brownell & Young, App. D-4 hal. 342)
- Jenis pengelasan : Double welded butt joint.
E = 0,8 (Brownell & Young, tabel 13.2 hal. 254)
- Faktor korosi (C) : 1/16
- Bahan masuk : 185570,5382 kg/jam = 409108,8086 lb/jam

6.1. Rancangan dimensi reaktor

A. Menentukan volume reaktor

- Bahan masuk : 185570,5382 kg/jam = 409108,8086 lb/jam
- ρ campuran : 16,1051 lb/ft³

$$\begin{aligned}\text{Rate volumetrik} &= \frac{\text{massa bahan masuk}}{\rho \text{ campuran}} \\ &= \frac{409108,8086 \text{ lb/jam}}{16,1051 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 25402,3743 \text{ ft}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\text{Volume liquid} = 25402,3743 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 1,5 \text{ jam} = 38103,5615 \text{ ft}^3$$

Diasumsikan bahan mengisi tangki sebanyak 80%, maka:

$$\begin{aligned}\text{Volume total} &= \frac{38103,5615 \text{ ft}^3}{0.8} \\ &= 47629,4518 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

B. Menentukan dimensi vessel

1. Menghitung diameter vessel

Diasumsikan : $L_s = 10 \text{ di}$

Volume total = V tutup bawah + V silinder + V tutup atas

$$47629,4518 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot L_s + 2(0,0847 \text{ di}^3)$$

$$47629,4518 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot (10 \text{ di}) + 2(0,0847 \text{ di}^3)$$

$$di^3 = 5939,2787 \text{ ft}^3$$

$$di = 18,1097 \text{ ft} = 217,3186 \text{ in}$$

2. Menghitung tinggi liquid dalam shell

V liquid = V tutup bawah + V silinder

$$38103,5615 \text{ ft}^3 = 0,0847 \text{ di}^3 + \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot di^2 \cdot L_s$$

$$38103,5615 \text{ ft}^3 = 0,0847 (18,1097)^3 + \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (18,1097)^2 \cdot L_s$$

$$L_s = 146,0500 \text{ ft} = 1752,6177 \text{ in}$$

3. Menentukan P design (Pi)

$$\begin{aligned}\text{Tekanan hidrostatik (Ph)} &= \frac{\rho \times (H-1)}{144} \\ &= \frac{(16.1051) \times (41.5127 - 1)}{144} \\ &= 4,5310 \text{ psi}\end{aligned}$$

$$P \text{ operasi} = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 14,7 + 4,5310$$

$$= 19,2310 \text{ Psig}$$

5. Menentukan tebal silinder (t_s)

$$t_s = \frac{P_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0,6 P_i)} + C$$

$$t_s = \frac{(19,2310) \cdot (217,3186)}{2[(18750) \cdot (0,8) - (0,6)(19,2310)]} + (1/16)$$

$$t_s = 0,2868 \approx \frac{5}{16}$$

Standarisasi d_o

$$d_o = d_i + 2 t_s$$

$$d_o = 217,3186 \text{ in} + 2 (5/16) \text{ in}$$

$$d_o = 218,8231 \text{ in}$$

Standarisasi $d_o = 228 \text{ in}$ (Brownell & Young, tabel 5-7, hal. 91)

$$d_i = d_o - 2 t_s$$

$$d_i = 228 \text{ in} - 2 (5/16) \text{ in}$$

$$d_i = 227,3750 \text{ in} = 18,9477 \text{ ft}$$

Cek hubungan antara L_s dengan d_i :

$$\text{Volume total} = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \cdot L_s + 2(0,0847 d_i^3)$$

$$47629,4518 \text{ ft}^3 = \frac{3,14 \cdot (18,9477)^2}{4} \cdot (L_s) + 2(0,0847 (18,9477^3))$$

$$L_s = 159,8176 \text{ ft} = 164,9131 \text{ in}$$

$$\frac{L_s}{d_i} = \frac{164,9131}{18,9477} = 8,7036 \text{ ft (memenuhi)}$$

C. Menentukan dimensi tutup

1. Menentukan tebal tutup atas dan bawah berbentuk standart dished

$$- r = 180 \text{ in (Brownell & Young tabel 5.7 hal. 90)}$$

$$- icr = 13 \frac{3}{4} \text{ in (Brownell & Young tabel 5.7 hal. 90)}$$

Dari Brownell & Young, persamaan 13.12 hal. 258 :

$$t_{ha} = \frac{0,885 \times P_i \cdot d_i}{f \cdot E - 0,1 \cdot P_i} + C$$

Z_l = Tinggi liquid dalam silinder

W = Lebar blade

a. Menentukan diameter impeller

$$D_t/D_i = 5,2$$

$$D_i = D_t/5,2$$

$$D_i = (227,3750 \text{ in})/5,2 = 43,7260 \text{ in} = 3,6438 \text{ ft}$$

b. Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

$$Z_i/D_i = 5,2$$

$$Z_i = 5,2 D_i$$

$$Z_i = 5,2 \times (43,7260 \text{ in}) = 227,3750 \text{ in} = 18,9477 \text{ ft}$$

Menentukan panjang blade

$$L/D_i = 1/4 \quad (\text{Geankoplis, tabel 3.4-1 hal. 144})$$

$$L = 1/4 \cdot D_i$$

$$L = (0,25) \times (43,7260 \text{ in}) = 10,9315 \text{ in} = 0,9109 \text{ ft}$$

c. Menentukan lebar blade

$$W/D_i = 0,1$$

$$W = 0,1 D_i$$

$$W = (0,1) \times (43,7260 \text{ in}) = 4,3726 \text{ in} = 0,3644 \text{ ft}$$

d. Menentukan tebal blades

$$J/D_t = 1/12 \quad (\text{Geankoplis, tabel 3.4-1 hal. 144})$$

$$J = D_t/12$$

$$J = (227,3750 \text{ in})/12 = 18,9479 \text{ in} = 1,5790 \text{ ft}$$

• **Perhitungan daya pengaduk**

$$P = \frac{\phi \times \rho \times n^3 \times D_i^5}{gc}$$

Dimana :

P = daya pengaduk

Φ = power number

ρ = densitas bahan = $16,1051 \text{ lb/ft}^3$

D_i = diameter impeller = $43,7260 \text{ in} = 3,6438 \text{ ft}$

gc = $32,2 \text{ lb.ft/dt}^2.\text{lbf}$

n = putaran pengaduk, ditetapkan $n = 100 \text{ rpm} = 1,67 \text{ rps}$

Menghitung bilangan Reynold (N_{Re})

$$N_{Re} = \frac{D^2 \cdot n \cdot \rho}{\mu} \quad (\text{Geankoplis, pers. 3.4-1 hal. 144})$$

dengan μ bahan = $1,005 \times 10^{-3}$ lb/ft.menit

$$N_{Re} = \frac{(3,6438 \text{ ft})^2 \times (1,6667) \times (16,1051 \text{ lb/ft}^3)}{1,005 \cdot 10^{-3} \text{ lb/ft.menit}}$$

$$N_{Re} = 354.612,9790$$

Dari Geankoplis fig. 3.4-5 hal.159, diperoleh $\Phi = 1,1$

$$P = \frac{\phi \times \rho \times n^3 \times Di^5}{gc}$$

$$P = \frac{(1,1) \times \left(16,1051 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}\right) \times (1,6667)^3 \times (3,6438 \text{ ft})^5}{32,2 \frac{\text{lb} \cdot \text{ft}}{\text{dt}^2 \cdot \text{lb}}}$$

$$P = 1636,1237 \text{ lb.ft/dt}$$

$$= (1636,1237 / 550)$$

$$= 2,9748 \text{ Hp}$$

Efisiensi motor 82 %

(Peter & Timmerhaus, fig.14 – 38, hal.521)

$$P = \frac{2,9748}{0,82}$$

$$= 3,6277 \text{ hp} \approx 4 \text{ hp}$$

Jadi digunakan pengaduk dengan daya = 4 Hp.

- **Perhitungan poros pengaduk**

1. Diameter poros

$$T = \frac{\pi \cdot S \cdot D^2}{16} \quad (\text{Hesse, pers. 16-1 hal. 465})$$

Dimana :

$$T = \text{momen puntir (lb.in)} = \frac{63025 \cdot H}{N} \quad (\text{Hesse, hal. 469})$$

$$H = \text{daya motor pada poros} = 147 \text{ Hp}$$

$$N = \text{putaran pengaduk} = 100 \text{ rpm}$$

Sehingga :

$$T = \frac{(63025) \cdot (4)}{100} = 2521 \text{ lb.in}$$

Dari Hesse, tabel 16-1 hal. 457, untuk bahan Hot Rolled Steel SAE 1020, mengandung karbon = 20%, dengan batas = 36000 lb/in².

$$\begin{aligned} S &= \text{maksimum design shering stress yang diijinkan} \\ S &= 20\% \times (36000) \text{ lb/in}^2 \\ &= 7200 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Maka didapatkan diameter poros pengaduk (D) :

$$D = \left(\frac{16 \times T}{\pi \times S} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D = \left(\frac{16 \times 2521 \text{ lb.in}}{\pi \times 7200 \text{ lb/in}^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D = 1,2129 \text{ in} = 0,1011 \text{ ft}$$

2. Panjang poros

Rumus :

$$L = h + l - Z_i$$

Dimana :

L = panjang poros (ft)

Z_i = jarak impeller dari dasar tangki = 227,3750 in = 518,9477 ft

l = panjang poros diatas bejana tangki = 0,5 m = 1,64 ft

h = tinggi silinder + tinggi tutup atas

$$= (1978,9779 + 49,0158) \text{ in} = 2027,9937 \text{ in} = 168,9978 \text{ ft}$$

Jadi panjang poros pengaduk :

$$\begin{aligned} L &= 2027,9937 \text{ in} + 19,6850 \text{ in} - 227,3750 \text{ in} \\ &= 1820,3037 \text{ in} = 151,6904 \text{ ft} \end{aligned}$$

Kesimpulan dimensi pengaduk :

Type : axial turbin 4 blades sudut 45° agle

Di : diameter impeller = 43,7260 in

Z_i : tinggi impeller dari dasar bejana = 227,3750 in

W : lebar blade = 4,3726 in

L : panjang blade = 10,9315 in

J : tebal blades = 18,9479 in

Daya = 4 Hp

Diameter poros = 1,2129 in

Panjang poros = 1820,3037 in

6.3. Perhitungan Nozzle

Perencanaan :

- Nozzle pada tutup atas
 - Nozzle untuk pemasukan larutan BaS (A)
 - Nozzle untuk pengeluaran gas hasil reaksi (B)
- Nozzle untuk silinder reaktor
 - Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pendingin (C)
 - Nozzle untuk man hole (D)
- Nozzle pada tutup bawah conical
 - Nozzle untuk pemasukan gas CO₂ (E)
 - Nozzle untuk pengeluaran produk (F)
- Digunakan flange standard type Welding neck untuk semua nozzle

Dasar Perhitungan

a. Nozzle pemasukan larutan BaS

- Rate umpan masuk = 183646,8732 kg/jam = 404867,8967 lb/jam
- Densitas umpan = 63,5605 lb/ft³

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}}$$

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{406763,4935 \text{ lb/jam}}{63,5605 \text{ lb/ft}^3} = 1,7777 \text{ ft}^3 / dt$$

Dari Peter & Timmerhause per. 15 hal. 496, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned} Di \text{ opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (1,7777)^{0,45} \cdot (63,5605)^{0,13} \\ &= 8,6626 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Brownell, App. K hal. 386, maka dipilih pipa 10 in IPS Sch. 40 dengan ukuran :

- ID = 10,02 in
- OD = 10,75 in
- A = 78,9 in²
- Tebal = 0,365 in

b. Nozzle pengeluaran gas hasil reaksi

- Rate gas = 751,5710 kg/jam = 1656,9134 lb/jam

- Densitas gas = 0,0851 lb/ft³

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}} \\ &= \frac{1656,9134 \text{ lb/jam}}{0,0851 \text{ lb/ft}^3} = 5,4091 \text{ ft}^3 / \text{detik} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhause per. 15 hal. 496, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (5,4091)^{0,45} \cdot (0,0851)^{0,13} \\ &= 6,0514 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Brownell, App. K hal. 386, maka dipilih pipa 6 in IPS Sch. 40 dengan ukuran :

- ID = 6,065 in
- OD = 6,625 in
- A = 28,9 ft²
- Tebal = 0,28 in

c. Nozzle pemasukan dan pengeluaran coil pendingin

- Rate air pendingin = 708.595,5787 kg/jam = 1.562.169,8127 lb/jam
- Densitas air pendingin = 62,4278 lb/ft³

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate air pendingin}}{\rho \text{ air pendingin}} \\ &= \frac{1.562.169,8127 \text{ lb/jam}}{62,4278 \text{ lb/ft}^3} = 6,9510 \text{ ft}^3 / \text{dt} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhause per. 15 hal. 496, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (6,9510)^{0,45} \cdot (62,4278)^{0,13} \\ &= 15,9730 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Brownell, App. K hal. 386, maka dipilih pipa 18 in IPS Sch. 40 dengan ukuran :

- ID = 16,876 in
- OD = 18 in
- A = 223,7 in²
- Tebal = 0,562 in

d. Nozzle manhole

- ID = 18,8114 in
- OD = 20 in
- A = 278 in²
- Tebal = 0,593 in

e. Nozzle pemasukan gas CO₂

- Rate gas CO₂ = 1.063,8279 kg/jam = 2.345,3151 lb/jam
- Densitas gas CO₂ = 0,1234 lb/ft³

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate gas}}{\rho \text{ gas}} \\ &= \frac{2345,3151 \text{ lb/jam}}{0,1234 \text{ lb/ft}^3} = 5,2785 \text{ ft}^3 / \text{dt} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhausse per. 15 hal. 496, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (5,2785)^{0,45} \cdot (0,1234)^{0,13} \\ &= 6,2817 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Brownell, App. K hal. 386, maka dipilih pipa 8 in IPS Sch. 40 dengan ukuran :

- ID = 7,981 in
- OD = 8,625 in
- A = 50 in²
- Tebal = 0,322 in

f. Nozzle pengeluaran produk

- Rate produk keluar = 184818,9627 kg/jam = 407451,8951 lb/jam
- Densitas produk = 63,7383 lb/ft³

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate produk keluar}}{\rho \text{ produk}} \\ &= \frac{407.451,8951 \text{ lb/jam}}{63,7383 \text{ lb/ft}^3} = 1,7757 \text{ ft}^3 / \text{dt} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhausse per. 15 hal. 496, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (1,7757)^{0,45} \cdot (63,7383)^{0,13} \\ &= 8,6667 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Brownell, App. K hal. 386, maka dipilih pipa 10 in IPS Sch. 40 dengan ukuran :

- ID = 10,02 in = 0,2957 ft
- OD = 10,75 in = 0,3333 ft
- A = 78,9 in²
- Tebal = 0,365 in

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

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	10	16	1 3/16	12 3/4	12	10,75	4	10,02
B	6	11	1	8 1/2	7 9/16	6,63	3 1/2	6,07
C	18	25	1 9/16	21	19 7/8	18	5 1/2	17,25
D	20	2 1/2	1 11/16	23	22	20	5 1/16	19,25
E	8	13 1/3	1 1/8	10 5/8	9 11/16	8,63	4	7,98
F	10	16	1 3/16	12 3/4	12	10,75	4	10,02

- Nozzle A = Nozzle untuk pemasukan larutan BaS
- Nozzle B = Nozzle untuk pengeluaran gas hasil reaksi
- Nozzle C = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pendingin
- Nozzle D = Nozzle untuk pemasukan gas CO₂
- Nozzle E = Nozzle untuk Manhole
- Nozzle F = Nozzle untuk pengeluaran produk
- NPS = Ukuran pipa nominal, in
- A = Diameter luar flange, in
- T = Tebal minimal flange, in
- R = Diameter luar bagian yang menonjol, in
- E = Diameter hubungan pada dasar, in
- K = Diameter hubungan pada titik pengelasan, in
- L = Panjang julakan, in
- B = Diameter dalam flange, in

6.4. Perhitungan Coil Pendingin

Dalam reaktor, reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis dan beroperasi pada suhu 40°C, maka reaktor dilengkapi dengan coil pendingin dengan air sebagai media pendingin.

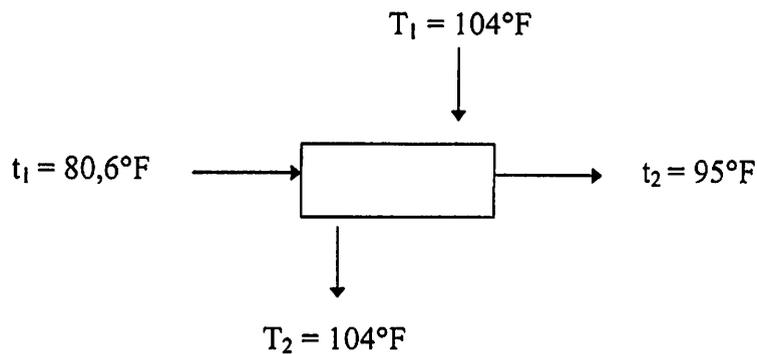
Dasar perencanaan :

VI-12

- $T_1 = \text{suhu bahan masuk} = 40^\circ\text{C} = 104^\circ\text{F}$
- $T_2 = \text{suhu bahan keluar} = 40^\circ\text{C} = 104^\circ\text{F}$
- $t_1 = \text{suhu air pendingin masuk} = 27^\circ\text{C} = 80,6^\circ\text{F}$
- $t_2 = \text{suhu air pendingin keluar} = 35^\circ\text{C} = 95^\circ\text{F}$
- Menggunakan coil pendingin dengan bentuk spiral
- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

Perhitungan :

a. Menentukan ΔT_{LMTD} :



- $\Delta t_1 = (104 - 80,6)^\circ\text{F} = 23,4^\circ\text{F}$
- $\Delta t_2 = (104 - 95)^\circ\text{F} = 9^\circ\text{F}$
- $\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(23,4 - 9)^\circ\text{F}}{\ln \frac{23,4^\circ\text{F}}{9^\circ\text{F}}}$
 $= 15,0705^\circ\text{F}$

b. Menentukan suhu kaloric :

- $T_c = \frac{1}{2} (T_1 + T_2) = \frac{1}{2} (104 + 104)^\circ\text{F} = 104^\circ\text{F}$
- $t_c = \frac{1}{2} (t_1 + t_2) = \frac{1}{2} (80,6 + 95)^\circ\text{F} = 87,8^\circ\text{F}$

c. Trial menggunakan ukuran pipa 8 in IPS Sch. 40, dengan ukuran :

(Kern, tabel 11 hal. 844)

- $d_o = 8,625 \text{ in} = 0,7188 \text{ ft}$
- $d_i = 7,981 \text{ in} = 0,6651 \text{ ft}$
- $a'' = 2,258 \text{ ft}^2/\text{ft}$
- $a' = 50 \text{ in}^2 = 0,3472 \text{ ft}^2$

Bagian Bejana:

$$a_p = 50 \text{ in}^2 = 0,3472 \text{ ft}^2$$

$$G_p = \frac{m}{a_p}$$

$$G_p = \frac{409108,8086 \text{ lb/j}}{0,3472 \text{ ft}^2}$$

$$G_p = 1178257,3108 \text{ lb/j.ft}^2$$

$$N_{Re} = \frac{d_i \times G_p}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{(0,6651 \text{ ft}) \times (1491564,751 \text{ lb/j.ft}^2)}{3,1617 \text{ lb/ft.jam}}$$

$$N_{Re} = 378937,9122$$

$$J_H = 2000 \text{ (fig.20-2 Kern hal 718)}$$

$$h_i = J_H \cdot \frac{k}{D_i} \left(\frac{c_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

$$\text{Dimana : } \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14} = 1$$

$$c_p = 4,061 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{F}$$

$$k = 0,1060 \text{ Btu/J.ft}^\circ\text{F}$$

$$h_i = 2000 \frac{0,1060}{0,6651} \left(\frac{4,061 \times 3,1617}{0,4} \right)^{1/3}$$

$$h_i = 65559,3437 \text{ Btu/jft}^\circ\text{F}$$

Bagian pipa:

Asumsi menggunakan $h_o = 150 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$

$$h_{io} = h_i \times \frac{d_i}{d_o}$$

$$h_{io} = 65559,3437 \times \frac{7,981}{8,625}$$

$$h_{io} = 60664,2461 \text{ Btu/j.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Tahanan panas pipa dalam keadaan bersih :

$$U_c = \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o} = \frac{(60664,2461) \times (150)}{(60664,2461) + (150)} = 149,6300 \text{ Btu/j.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Tahanan panas pipa dalam keadaan kotor :

Rd ditetapkan = 0,01

$$\frac{1}{U_d} = R_d + \frac{1}{U_c}$$

$$\frac{1}{U_d} = 0,004 + \frac{1}{149,6300}$$

$$U_d = 59,9407 \text{ Btu/jft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Luas permukaan perpindahan panas :

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta t_{LMTD}} = \frac{(8745067,5520)}{(59,9407) \times (15,0705)} = 627,4835 \text{ ft}^2$$

Menghitung panjang lilitan

$$L = \frac{A}{a''} = \frac{627,4835 \text{ ft}^2}{(2,258 \text{ ft}^2 / \text{ft})} = 277,8935 \text{ ft}$$

Menghitung jumlah lilitan coil

$$n_c = \frac{L}{d_c \times \pi}$$

Dimana : $d_c = 0,65 \times d_i$

d_i = diameter tangki

Sehingga $d_c = 0,65 \times 18,9477 \text{ ft} = 12,3160 \text{ ft} = 147,7937 \text{ in}$

$$n_c = \frac{277,8935}{(12,3160) \times \pi} = 70,8496 \approx 71 \text{ buah}$$

Menghitung tinggi lilitan coil

$$L_c = [(n_c - 1) (D_o + \text{jarak 2 coil}) + D_o]$$

Dimana :

Diambil jarak 2 coil (h_c) = 1 in

$$L_c = [(71 - 1) (8,625 + 1) + 8,625]$$

$$L_c = 680,9278 \text{ in}$$

Karena L_c (680,9278 in) < L_s (1978,9778 in), jadi perhitungan coil pemanas sudah memadai

6.5. Perhitungan Sparger

Data Perancangan :

- susunan lubang sparger berbentuk segi tiga
- ukuran pipa yang digunakan = 18 in, sch 40, $d_i = 16,876 \text{ in}$
- rate volumetrik gas $\text{CO}_2 = \frac{1063,8279 \text{ kg} / \text{jam}}{1,977 \text{ kg} / \text{m}^3} = 538,1021 \text{ m}^3 / \text{jam} = 5,2785 \text{ ft}^3 / \text{dt}$

- luas area flow rate = $223,7 \text{ in}^2 = 1,5535 \text{ ft}^2$

- velocity gas $\text{CO}_2 = \frac{5,2785 \text{ ft}^3/\text{dt}}{1,5535 \text{ ft}^2} = 3,3978 \text{ ft}/\text{dt}$

1. Perhitungan luas lubang sparger

$$\begin{aligned} \text{Luas lubang sparger} &= \text{rate volumetric} / \text{velocity} \\ &= 5,2785 \text{ ft}^3/\text{dt} / 3,3978 \text{ ft}/\text{dt} \\ &= 17,9353 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

2. Menentukan jumlah lubang

$$\text{Jumlah lubang} = \frac{17,9353 \text{ ft}^2}{1,5535 \text{ ft}^2} = 11,54 \approx 12 \text{ buah}$$

3. Luas triangular pitch

$$Pt = 1,35 \text{ di}$$

$$Pt = 1,35 (16,876 \text{ in}) = 22,7826 \text{ in} = 1,8985 \text{ ft}$$

$$C' = Pt - do = 22,7826 - 18 = 4,7826 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas } \Delta &= \frac{1}{2} \cdot \text{alas} \cdot \text{tinggi} \\ &= (\frac{1}{2} Pt) \times (\frac{1}{2} Pt \sin 60) \\ &= 0,78 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

4. Menentukan D sparger

$$\begin{aligned} \text{Luas sparger} &= Nt \times \text{luas } \Delta \\ &= 12 \times 0,78 \text{ ft}^2 \\ &= 9,36 \text{ ft}^2 = 112,32 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Luas sparger} = \pi / 4 \times D^2$$

$$9,36 \text{ ft}^2 = 3,14 / 4 \times D^2$$

$$D = 3,4531 \text{ ft} = 41,4372 \text{ in}$$

6.6. Sambungan Tutup (Head) dengan Dinding Reactor

Bagian tutup reaktor dan bagian shell reaktor dihubungkan secara flange dan bolting untuk mempermudah perbaikan dan perawatan reaktor.

1. Flange

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

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

Tensile strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 18750

Type flange : Ring flange loose type

2. Bolting

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 344, didapatkan :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347

Tensile strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 15000

3. Gasket

Dari Brownell & Young, Fig. 12.11 hal. 228, didapatkan :

Bahan konstruksi : Flange metal, jacketed, asbestos filled, stainless steel

Gasket factor (m) : 3,75

Min design seating stress (y) : 9000 psia

6.5.1. Perhitungan Tebal Gasket

Dari Brownell & Young, persamaan 12.2 hal. 226 :

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

Dimana :

- d_o = diameter luar gasket
- d_i = diameter dalam gasket
- y = yield stress (9000 psia)
- p = internal pressure (14,7 psia)
- m = gasket factor (3,75)

Diketahui d_i gasket = d_o shell = 228 in

Maka didapatkan :

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{9000 - (14,7 \times 3,75)}{9000 - 14,7(3,75 + 1)}}$$

$$\frac{d_o}{d_i} = 1,0008$$

$$d_o = 228,1876 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum (n)} &= \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{(228,1876 - 228) \text{ in}}{2} \\ &= 0,0938 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter rata-rata gasket (G)} &= d_i + n \\ &= 228 \text{ in} + 0,0938 \text{ in} \\ &= 228,0938 \text{ in} \end{aligned}$$

6.6.2. Perhitungan Tebal Flange

Dari Brownell & Young, persamaan 12.85 hal. 239 :

$$f_T = \frac{Y \cdot M_0}{t^2 \cdot B}$$

Sehingga didapatkan rumus :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}} \quad \text{dan}$$

$$k = A/B$$

Dimana :

- A = diameter luar flange = diameter luar gasket (228,1876 in)
- B = diameter dalam flange (228 in)
- f = stress yang diijinkan untuk bahan flange (18750 psia)

Maka :

$$k = A/B = (228,1876 \text{ in}) / (228 \text{ in})$$

$$k = 1,0008$$

Dari Brownell & Young, fig. 12.22 hal 238, didapatkan :

- Y = 98
- M = 2321315,6121 lb.in

Sehingga tebal flange :

$$t = \sqrt{\frac{(98) \times (2321315,6121 \text{ lb.in})}{(18750 \text{ psia}) \times (228 \text{ in})}}$$

$$t = 7,2948 \text{ in}$$

6.6.3. Perhitungan Jumlah dan Ukuran Baut (Bolting)

▪ Perhitungan beban baut

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.88 hal. 240 :

Beban gasket supaya tidak bocor (H_y)

$$W_{m2} = H_y = \pi \cdot b \cdot G \cdot y$$

- Dari Brownell & Young, fig. 12.12 hal. 229 :

$$\begin{aligned} \text{Lebar setting gasket bawah } (b_0) &= n/2 \\ &= (0,0938/2) = 0,0469 \text{ in} \end{aligned}$$

- Sehingga didapatkan H_y :

$$H_y = W_{m2} = (\pi) \times (0,0469) \times (228,0938) \times (9000)$$

$$H_y = 302279,8720 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.90 hal. 240 :

Beban baut agar tidak bocor (H_p)

$$\begin{aligned} H_p &= 2 \cdot \pi \cdot b \cdot G \cdot m \cdot p \\ &= 2 \times (\pi) \times (0,0469) \times (228,0938) \times (14,7) \times (3,75) \\ &= 3702,9284 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.89 hal. 240 :

Beban karena tekanan dalam (H)

$$\begin{aligned} H &= \pi/4 \cdot G^2 \cdot p \\ &= (\pi/4) \times (228,0938)^2 \times (14,7) \\ H &= 600362,9903 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.91 hal. 240 :

Total berat beban pada kondisi operasi (W_{m1})

$$\begin{aligned} W_{m1} &= H + H_p \\ &= 600362,9903 \text{ lb} + 3702,9284 \text{ lb} \\ &= 604065,9187 \text{ lb} \end{aligned}$$

Karena $W_{m1} > W_{m2}$, maka yang mengontrol adalah W_{m1} .

- *Perhitungan luas minimum bolting area*

Dari Brownell & Young, persamaan 12.93 hal.240

$$\begin{aligned} A_{m1} &= \frac{W_{m1}}{f_b} \\ A_{m1} &= \frac{604065,9187 \text{ lb}}{15000 \text{ lb/in}^2} \\ &= 40,2711 \text{ in} \end{aligned}$$

- *Perhitungan Bolting Optimum*

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Ukuran baut = 3 in
- Root area = 5,261 in²

$$\begin{aligned} \text{Jumlah bolting optimum} &= \frac{A_{m1}}{\text{root area}} = \frac{40,2711 \text{ in}^2}{5,621 \text{ in}^2} \\ &= 7,1642 \approx 8 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Bolt spacing distance preference (B_s) = 6 1/4 in
- Minimum radial distance (R) = 3 5/8 in

- Edge distance (E) = 2 7/8 in

- Bolting circle diameter (C) :

$$C = d_i \text{ shell} + 2 (1,4159 \cdot g_o + R)$$

Dimana :

- $d_i \text{ shell} = 227,3750 \text{ in}$

- $g_o = \text{tebal shell } (t_s) = 5/16 \text{ in}$

Maka bolting circle diameter (C) :

$$\begin{aligned} C &= (227,3750 \text{ in}) + 2 [(1,4159) \cdot (5/16 \text{ in}) + (3 \text{ 5/8 in})] \\ &= 235,6863 \text{ in} \end{aligned}$$

- Diameter luar flange :

$$\begin{aligned} \text{OD} &= C + 2 E \\ &= (235,6863 \text{ in}) + (2 \times 2 \text{ 7/8 in}) \\ &= 241,4363 \text{ in} \end{aligned}$$

- Check lebar gasket :

$$\begin{aligned} A_b \text{ actual} &= \text{jumlah bolt} \times \text{root area} \\ &= 8 \times 5,621 \text{ in} \\ &= 44,9680 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

- Lebar gasket minimum

$$\begin{aligned} L &= A_b \text{ actual} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G} \\ &= 44,9680 \times \frac{15000}{2 \times \pi \times 9000 \times 228,0938} \\ &= 0,0523 \text{ in} \end{aligned}$$

Karena $L < n$, jadi perhitungan bolting optimum memenuhi.

▪ Perhitungan Moment

➤ Dari Brownell & Young, persamaan 12.94 hal. 242, untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan uap dalam) :

$$W = \left(\frac{A_m + A_b}{2} \right) f_a$$

$$W = \left(\frac{40,2711 + 44,9680}{2} \right) \times 15000$$

$$= 639292,9594 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.101 hal. 242 :

$$\begin{aligned} h_G &= \frac{C - G}{2} \\ h_G &= \frac{235,6863 \text{ in} - 228,0938 \text{ in}}{2} \\ &= 3,7962 \text{ in} \end{aligned}$$

- Moment flange (M_a) :

Dari Brownell & Young, halaman 243 :

$$\begin{aligned} M_a &= W \cdot h_G \\ &= (639292,9594 \text{ lb}) \times (3,7962 \text{ in}) \\ &= 2426903,3132 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.95 hal. 243 :

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{m1} = 604065,9187 \text{ lb}$$

- Hidrastic and force pada daerah dalam flange (H_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal. 243 :

$$H_D = 0,785 \cdot B^2 \cdot p$$

Dimana :

- B = d_o shell reactor = 228 in
- p = tekanan operasi = 14,7 lb/in²

Maka :

$$\begin{aligned} H_D &= (0,785) \times (228 \text{ in})^2 \times (14,7 \text{ lb/in}^2) \\ &= 599869,368 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.100 hal. 243 :

$$\begin{aligned} h_D &= \frac{C - B}{2} \\ &= \frac{235,6863 - 228}{2} \\ &= 3,8431 \text{ in} \end{aligned}$$

- Moment M_D

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal. 242 :

$$M_D = H_D \times h_D$$

$$= (599869,368 \text{ lb}) \times (3,8431 \text{ in})$$

$$M_D = 2305372,9649 \text{ lb.in}$$

➤ Dari Brownell & Young, persamaan 12.98 hal. 242 :

$$\begin{aligned} H_G &= W - H = W_{ml} - H \\ &= (604065,9187 \text{ lb}) - (600362,9903 \text{ lb}) \\ &= 3702,9284 \text{ lb} \end{aligned}$$

➤ Moment M_G

Dari Brownell & Young, persamaan 12.98 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_G &= H_G \times h_G \\ &= (3702,9284 \text{ lb}) \times (3,7962 \text{ in}) \\ &= 14012,4011 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

➤ Dari Brownell & Young, persamaan 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned} H_T &= H - H_D \\ &= (600362,9903 \text{ lb}) - (599869,368 \text{ lb}) \\ &= 493,6223 \text{ lb} \end{aligned}$$

➤ Dari Brownell & Young, persamaan 12.102 hal. 244 :

$$\begin{aligned} h_T &= \frac{h_D + h_G}{2} \\ &= \frac{1}{2} (3,8431 \text{ in} + 3,7962 \text{ in}) \\ &= 3,8197 \text{ in} \end{aligned}$$

➤ Moment M_T

Dari Brownell & Young, persamaan 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_T &= H_T \times h_T \\ &= (493,6223 \text{ lb}) \times (3,8197 \text{ in}) \\ M_T &= 1885,4780 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Moment total pada keadaan operasi (M_o) :

$$\begin{aligned} M_o &= M_D + M_G + M_T \\ &= (2305372,9649 + 14057,1692 + 1885,4780) \text{ lb.in} \\ &= 2321315,6121 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena $M_D < M_o$, maka $m_{\max} = M_o = 2321315,6121 \text{ lb.in}$

Kesimpulan Perancangan :

1. Flange

Bahan konstruksi	: High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimum	: 75000 psia
Allowable stress (f)	: 18750
Tebal flange	: 7,2947 in
Diameter dalam (D_i) flange	: 228 in
Diameter luar (D_o) flange	: 228,1876 in
Type flange	: Ring flange loose type

2. Bolting

Bahan konstruksi	: High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
Tensile strength minimum	: 75000 psia
Ukuran baut	: 3 in
Jumlah baut	: 8 buah
Allowable stress (f)	: 15000

3. Gasket

Bahan konstruksi	: asbestos filled
Gasket factor (m)	: 3,75
Min design seating stress (y)	: 9000 psia
Tebal gasket (n)	: 0,0938 in

6.7. Perhitungan Sistem Penyangga Reactor

Sistem penyangga dirancang agar mampu untuk penyangga beban reactor dan perlengkapannya.

Beban-beban yang ditahan oleh penyangga reactor meliputi :

- Berat shell reactor
- Berat tutup atas dan bawah standard dishead
- Berat liquid dalam reactor
- Berat pengaduk dan perlengkapannya
- Berat coil pendingin
- Berat attachment

Dasar Perhitungan :□ **Berat shell reactor**

Rumus :

$$W_s = \pi/4 (d_o^2 - d_i^2) H \cdot \rho$$

Dimana :

- W_s = berat shell reactor, lb
- d_o = diameter luar shell = 228 in = 19 ft
- d_i = diameter dalam shell = 227,3750 in = 18,9477 ft
- H = tinggi shell reactor (L_s) = 1978,9778 in = 173,0824 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)

Berat shell reactor :

$$\begin{aligned} W_s &= (\pi/4) \times [(19 \text{ ft})^2 - (18,9477)^2] \times (173,0824 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 131313,4538 \text{ lb} \\ &= 59563,3919 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat tutup atas dan bawah standard dishead**

Rumus :

$$\begin{aligned} W_{da} &= W_{db} = A \cdot t \cdot \rho \\ A &= 6,28 \cdot L \cdot h \quad \text{(Hesse, persamaan 4-16 hal. 92)} \end{aligned}$$

Dimana :

- W_d = berat tutup atas reactor, lb
- A = luas tutup atas standard dishead, ft²
- t = tebal tutup atas (tha) = 6/16 in = 0,375 in
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- L = crown radius (r) = 180 in = 14,9998 ft
- h = tinggi tutup atas reactor (ha) = 47,1269 in = 3,9272 ft

Luas tutup atas :

$$\begin{aligned} A &= (6,28) \times (180 \text{ in}) \times (47,1269 \text{ in}) \\ &= 55407,4962 \text{ in}^2 = 384,7665 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} W_{da} &= W_{db} = (384,7665 \text{ ft}^2) \times (0,375/12) \text{ ft} \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ W_{da} &= W_{db} = 5879,6527 \text{ lb} = 2666,9930 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat liquid dalam reactor**

Rumus :

$$W_l = m \cdot t$$

Dimana :

- m = berat larutan dalam reaktor $\hat{=} 185570,5382$ lb/jam
- t = waktu tinggal liquid dalam reactor = 1,5 jam

Maka :

$$\begin{aligned} W_1 &= (185570,5382 \text{ lb/jam}) \times (1,5 \text{ jam}) \\ &= 613662,2129 \text{ lb} \\ &= 278355,8070 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ ***Berat poros pengaduk dalam reactor***

Rumus :

$$\begin{aligned} W_p &= V \cdot \rho \\ V &= \pi/4 \cdot D^2 \cdot L \end{aligned}$$

Dimana :

- W_p = berat poros pengaduk dalam reactor, lb
- V = volume poros pengaduk, ft^3
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- D = diameter poros pengaduk = $1,2129 \text{ in} = 0,1011 \text{ ft}$
- L = panjang poros pengaduk = $1820,3037 \text{ in} = 151,6904 \text{ ft}$

Volume poros pengaduk :

$$\begin{aligned} V &= (\pi/4) \times (0,1011 \text{ ft})^2 \times (151,6904 \text{ ft}) \\ &= 2,1539 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat poros pengaduk :

$$\begin{aligned} W_p &= (2,1539 \text{ ft}^3) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 594,8204 \text{ lb} \\ &= 269,8088 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ ***Berat impeller dalam reactor***

Rumus :

$$\begin{aligned} W_i &= V \cdot \rho \\ V &= 4 (p \cdot l \cdot t) \\ p &= D_i / 2 \end{aligned}$$

Dimana :

- W_i = berat impeller dalam reactor, lb
- V = volume dari total blades, ft^3
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)

- p = panjang 1 kupingan blade, ft
- l = lebar 1 kupingan blade = 4,3726 in = 0,3644 ft
- t = tebal 1 kupingan blade = 18,9479 in = 1,5790 ft
- D_i = diameter pengaduk = 43,7260 in = 3,6438 ft

Volume impeller pengaduk :

- p = $D_i / 2$
= (3,6438 ft) / 2 = 1,8219 ft
- V = (4) x (1,8219 ft) x (0,3644 ft) x (1,5790 ft)
= 18,2328 ft³

Berat impeller pengaduk :

$$\begin{aligned} W_i &= (18,2328 \text{ ft}^3) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 2050,3220 \text{ lb} \\ &= 930,0200 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat coil pendingin dalam reactor**

$$W_c = \pi/4 (D_o^2 - D_i^2) H \cdot \rho$$

Dimana :

- W_c = berat coil pendingin dalam reactor, lb
- D_o = diameter luar pipa coil pendingin = 8,625 in = 0,7187 ft
- D_i = diameter dalam pipa coil pendingin = 7,981 in = 0,6651 ft
- H = panjang coil pendingin = 680,9278 in = 56,7439 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)

Berat coil pendingin:

$$\begin{aligned} W_c &= (\pi/4) \times [(0,7187)^2 - (0,6651)^2] \text{ft}^2 \times (56,7439 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 19411,5018 \text{ lb} \\ &= 8804,9994 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat Attachment**

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle, dan sebagainya.

Dari Brownell & Young, halaman 157) :

$$W_a = 18\% W_s$$

Dimana :

- W_a = berat attachment, lb
- W_s = berat shell reactor = 131313,4538 lb = 59563,3919 kg

Sehingga :

$$\begin{aligned} W_a &= (0,18) \times (131313,4538 \text{ lb}) \\ &= 2363,42168 \text{ lb} \\ &= 10721,41054 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat total penyangga =

$$\begin{aligned} W_T &= W_s + W_{da} + W_{db} + W_l + W_p + W_i + W_c + W_a \\ &= (59563,3919 + 2666,9930 + 2666,9930 + 278355,8070 + 269,8088 + 930,0200 \\ &\quad 8804,9994 + 10721,41054) \text{ kg} \\ &= 363979,4239 \text{ kg} \\ &= 802429,0380 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dengan faktor keamanan adalah 10%, maka berat total beban penyangga =

$$\begin{aligned} &= (10\% \times 802429,0380 \text{ lb}) + 802429,0380 \text{ lb} \\ &= 882671,9418 \text{ lb} = 400377,3663 \text{ kg} \end{aligned}$$

6.8. Perhitungan Kolom Penyangga Reactor (Leg)

Perencanaan :

- Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kaki penahan)
- Jenis kolom yang digunakan : I beam

Dasar Perhitungan :

□ *Beban tiap kolom*

Dari Brownell & Young, persamaan 10.76 hal. 197 :

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

Dimana :

- P = beban tiap kolom, lb
- P_w = total beban permukaan karena angin, lb
- H = tinggi vessel dari pondasi, ft
- L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft
- D_{bc} = diameter anchor bolt circle, ft
- n = jumlah support
- ΣW = berat total, lb
- P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

Reaktor diletakkan didalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin (beban tekanan angin tidak dikontrol).

Maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

$$P = \frac{\Sigma W}{n}$$

$$P = \frac{882671,9418 \text{ lb}}{4} = 220667,9854 \text{ lb}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft
- Tinggi silinder (H) = 2077,0095 in = 173,0824 ft
- Panjang penyangga = $\frac{1}{2} (H + L)$
 $= \frac{1}{2} (173,0824 + 5) \text{ ft}$
 $= 89,0412 \text{ ft} = 1068,5051 \text{ in}$

Jadi tinggi penyangga (leg) = 89,0412 ft = 1068,5051 in

Tral ukuran I beam

Tral ukuran I beam 8" ukuran 8 x 4 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu).

Dari Brownell & Young, App. G-3 hal. 355, didapatkan :

- Nominal size = 8 in
- Berat = 18,1 lb
- Area of section (A_y) = $5,34 \text{ in}^2 = 0,0371 \text{ ft}$
- Depth of beam (h) = 6 in
- Width of flange (b) = 3,565 in
- Axis (r) = 2,28 in

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan :

$$- L/r = (175,5748 \text{ in}) / (2,28 \text{ in})$$

$$L/r = 77,0065$$

Karena L/r antara 60 – 200 , maka :

$$\begin{aligned} - \quad f_c &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{\left(\frac{L}{r} \right)^2}{18000} \right)} \\ &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{(18,4051)^2}{18000} \right)} \\ &= 17667,5097 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$- \quad f_c \text{ eksentrik} = \frac{P(a + 0,5b)}{(l(1 - 1) / 0,5b)} = 53279,7044 \text{ psi}$$

$$- \quad f_c \text{ aman} = f_c + f_c \text{ eksentrik}$$

$$- \quad = 17667,5097 + 53279,7044 = 70947,2141 \text{ psi}$$

$$A = \frac{P}{f_c} = \frac{220667,9854}{70947,2141 \text{ lb/in}^2}$$

$$= 3,1103 \text{ in}^2 < 5,34 \text{ in}^2 \text{ (memadai)}$$

Karena $A < A$ yang tersedia, berarti trial I beam sudah memadai.

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

- Ukuran I beam = 8 x 4 in
- Berat = 17,25 lb
- Jumlah penyangga = 4 buah
- Peletakan beban dengan beban eksentrik.

6.9. Base Plate

Perencanaan :

- Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5% dan toleransi lebar 20% (Hesse, hal. 163).
- Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate.

Dasar Perhitungan :

□ *Luas base plate*

Rumus :

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}}$$

Dimana :

- A_{bp} = luas base plate, in²
- P = beban dari tiap-tiap base plate = 220667,9854 lb
- f_{bp} = stress yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang terbuat dari beton = 600 lb/in² (Hesse, tabel 7-7 hal. 162)

Sehingga :

$$\begin{aligned} A_{bp} &= \frac{220667,9854 \text{ lb}}{600 \text{ lb/in}^2} \\ &= 367,7800 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

□ *Panjang dan lebar base plate*

$$A_{bp} = p \times l$$

Dimana :

- A_{bp} = luas base plate
= 367,7800 in²
- p = panjang base plate, in
= 2m + 0,95h
- l = lebar base plate, in
= 2n + 0,8b

Diasumsikan $m = n$ (Hesse, hal. 163)

$$b = 4 \text{ in}$$

$$h = 8 \text{ in}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 A_{bp} &= (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b) \\
 367,7800 &= [2m + (0,95 \times 8)] \times [2n + (0,8 \times 4)] \\
 &= (2m + 7,6) \times (2m + 3,2) \\
 367,7800 &= 4m^2 + 21,6m + 24,32 \\
 0 &= 4m^2 + 21,6m - 343,46
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$m_{1,2} = \frac{(-21,6) \pm \sqrt{(21,6)^2 - (4 \times 4) \cdot (-343,46)}}{2 \times 4}$$

$$m_1 = 6,9517$$

$$m_2 = -12,35$$

$$\text{Diambil } m = m_1 = 6,9517$$

Sehingga :

- Panjang base plate (p) = $2m + 0,95h$

$$= (2 \times 6,9517) + (0,95 \times 8)$$

$$= 21,5034 \text{ in} \approx 22 \text{ in}$$
- Lebar base plate (l) = $2n + 0,8b$

$$= (2 \times 6,9517) + (0,8 \times 4)$$

$$= 17,1034 \text{ in} \approx 18 \text{ in}$$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 17 in dan lebar base plate 13 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 22 x 18 in dengan luas (A) = 396 in².

□ **Peninjauan terhadap bearing capacity**

$$f = \frac{P}{A}$$

Dengan :

- f = bearing capacity, lb/in²
- P = beban tiap kolom = 220667,9854 lb
- A = luas base plate = 396 in²

Maka :

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{220667,9854 \text{ lb}}{396 \text{ in}^2} \\
 &= 557,2424 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Karena $f < f_{bp}$, maka dimensi base plate sudah memenuhi

□ **Peninjauan terhadap harga m dan n**

- Panjang base plate (p)

$$p = 2m + 0,95h$$

$$22 = 2m + (0,95 \times 8)$$

$$m = 7,2$$

- Lebar base plate (l)

$$l = 2n + 0,8b$$

$$18 = 2n + (0,8 \times 4)$$

$$n = 7,4$$

Karena harga $n > m$, maka tebal base plate dihitung berdasarkan harga n.

□ **Tebal base plate**

Dari Hesse, persamaan 7-12 hal. 163 :

$$t = \sqrt{0,00015 \cdot p \cdot n^2}$$

Dengan :

- t = tebal base plate, in
- p = actual unit pressure yang terjadi pada base late = 557,2424 psi
- n = 7,4 in

Tebal base plate :

$$t = \sqrt{0,00015 \times (557,2424) \times 7,4^2}$$

$$= 2,1394 \text{ in} \approx 2 \frac{3}{16} \text{ in}$$

□ **Ukuran Baut**

Beban tiap baut :

$$P_{\text{baut}} = \frac{P}{n_{\text{baut}}}$$

$$= \frac{220667,9854 \text{ lb}}{4}$$

$$= 55166,9964 \text{ lb}$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}}$$

Dimana f_{baut} = stress tiap baut max = 12000 lb/in²

$$A_{\text{baut}} = \frac{55166,9964 \text{ lb}}{12000 \text{ lb/in}^2}$$

$$A_{\text{baut}} = 4,5972 \text{ in}$$

$$A_{\text{baut}} = 1/4 \cdot \pi \cdot db^2$$

$$4,5972 = 1/4 \cdot 3,14 \cdot db^2$$

$$4,5972 = 0,785 \cdot db^2$$

$$db^2 = 5,8563$$

$$db = 2,42 \text{ in} \approx 2 \frac{1}{2} \text{ in}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 diperoleh ukuran baut $2 \frac{1}{2}$ in dengan dimensi baut sebagai berikut :

- Ukuran baut : $2 \frac{1}{2}$ in
- Root area : 3,715 in
- Bolt spacing min : $5 \frac{1}{4}$ in
- Min radial distance : $3 \frac{1}{16}$ in
- Edge distance : $2 \frac{3}{8}$ in
- Nut dimension : $3 \frac{7}{8}$ in
- Max filled radius : $1 \frac{3}{16}$ in

6.10. Perhitungan Lug dan Gusset

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

Dari gambar 10.6 hal 191, Brownell and Young

a. Lebar Lug

$$\begin{aligned} A &= \text{lebar lug} = \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\ &= 2,5 \text{ in} + 9 \text{ in} \\ &= 11,5 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \text{jarak antar gusset} = \text{ukuran baut} + 8 \text{ in} \\ &= 2,5 \text{ in} + 8 \text{ in} \\ &= 10,5 \text{ in} \end{aligned}$$

b. Lebar Gusset

$$\begin{aligned} L &= \text{lebar gusset} = 2(\text{lebar kolom} - 0,5 \times \text{ukuran baut}) \\ &= 2(4 - 1,25) \\ &= 5,5 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Lebar Lug atas} = a = 0,5(L + \text{ukuran baut})$$

$$= 0,5(5,5 + 2,5)$$

$$= 4 \text{ in}$$

$$\text{Perbandingan tebal base plate} = \frac{B}{L} = \frac{10,5}{5,5} = 1,909$$

Dari table 10.6. hal 192 Brownell didapat $\tau_1 = 0,042$

$e = 0,5 \times \text{nut dimension}$

$$= 0,5 \times 3 \frac{7}{8}$$

$$= 1,9375 \text{ in}$$

□ **Tebal plate horisontal**

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari Brownell & Young, pers 10.40, hal 192 :

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

Dimana :

P = beban tiap baut = 55166,9964 lb

μ = posson's ratio = 0,3 (untuk baja)

L = panjang horizontal plate bawah = 5,5 in

e = radius = 1,9375 in

$$M_y = \frac{55166,9964}{4\pi} \left[(1 + 0,3) \times \ln \frac{2 \times 5,5}{\pi \times 1,9375} + (1 - 0,042) \right]$$

$$= 44693,3204 \text{ lb}$$

M_y distubtitusikan ke Brownell pers 10.41, hal 193, diperoleh :

$$\text{thp} = \sqrt{\frac{6 \times 244693,3204}{12000}} = 4,7272 \text{ in}$$

Maka digunakan plate dengan tebal 4,7272 in

a. Tebal Plate Vertikal (Gusset)

Dari Brownell fig 10.6, hal 191, dan pers 10.47 hal 194, diperoleh tebal gusset

$$\text{minimal} = \frac{3}{8} \times \text{thp} = \frac{3}{8} \times 4,7272 = 1,7727 \text{ in}$$

b. Tinggi Gusset

$$\text{Tinggi gusset} = hg = A + \text{ukuran baut} = 4,5972 + 2,5 \text{ in} = 7,0972 \text{ in}$$

c. Tinggi Lug

$$\text{Tinggi lug} = h_g + 2 \text{ thp} = 7,0972 + 2(4,7272) = 16,5517 \text{ in}$$

6.11. Perhitungan Pondasi

Perencanaan :

- Beban total yang harus ditahan pondasi :
 - Berat reaktor total
 - Berat kolom penyangga
 - Berat base plate
- Ditentukan :
 - Masing-masing penyangga diberi pondasi
 - Spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar Perhitungan :

□ $W = 220667,9854 \text{ lb}$

□ ***Beban yang harus ditanggung tiap kolom***

Rumus:

$$W_{bp} = p \cdot l \cdot t \cdot \rho$$

Dimana :

- p = panjang base plate = 22 in = 1,8333 ft
- l = lebar base plate = 18 in = 1,5 ft
- t = tebal base plate = 2,1394 in = 0,1783 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= (1,8333 \text{ ft}) \times (1,5 \text{ ft}) \times (0,1783 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 239,7433 \text{ lb} \end{aligned}$$

□ ***Beban tiap penyangga***

Rumus:

$$W_p = L \cdot A \cdot F \cdot \rho$$

Dimana :

- L = tinggi kolom = 173,0824 ft
- A = luas kolom I beam = 5,34 in² = 0,0371 ft²
- F = faktor koreksi = 1
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban tiap penyangga :

$$W_p = (173,0824 \text{ ft}) \times (0,0371 \text{ ft}^2) \times (1) \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 3138,5686 \text{ lb}$$

□ **Beban total**

$$\begin{aligned} W_T &= W + W_{bp} + W_p \\ &= (220667,9854 + 239,7433 + 3138,5686) \text{ lb} \\ &= 224046,2973 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dianggap hanya ada gaya vertikal dan berat kolom itu sendiri bekerja pada pondasi, maka ditetapkan :

- Luas atas = 70 x 70 in
- Luas bawah = 90 x 90 in
- Tinggi = 50 in
- Luas permukaan tanah rata-rata :

$$\begin{aligned} A &= \left\{ \left(\frac{70 \times 90}{2} \right) + \left(\frac{70 \times 90}{2} \right) \right\} \\ &= 6300 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

- Volume pondasi :

$$\begin{aligned} V &= A \times t \\ &= (6300 \text{ in}^2) \times (50 \text{ in}) \\ &= 315000 \text{ in}^3 = 182,2861 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

- Berat pondasi

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

$$\rho = \text{densitas semen} = 144 \text{ lb/ft}^3 \text{ (perry, edisi 6 tabel 3-18)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} W &= (182,2861 \text{ ft}^3) \times (144 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 26249,1999 \text{ lb} \end{aligned}$$

- **Tekanan tanah :**

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan :

- Save bearing minimum = 5 ton/ft²
- Save bearing maximum = 10 ton/ft²

Kemampuan tekanan tanah sebesar: 5 <P>10

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$P = 155,5556 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan pada tanah :

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

Dimana :

- W = berat beban total + berat pondasi
- A = luas bawah pondasi = $(90 \times 90) \text{ in}^2 = 8100 \text{ in}^2$

Sehingga :

$$P = \frac{26249,1999 \text{ lb} + 224046,2973 \text{ lb}}{8100 \text{ in}^2}$$

$$P = 30,9006 \text{ lb/in}^2 < 155,5556 \text{ lb/in}^2 \quad \text{Memenuhi}$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran $(70 \times 70) \text{ in}$ luas atas dan $(90 \times 90) \text{ in}$ luas bawah dengan tinggi pondasi 50 in dapat digunakan.

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Dalam pengaturan dan pengendalian kondisi operasi dan peralatan proses sangatlah diperlukan adanya peralatan (instrumentasi) kontrol. Dimana instrumentasi ini merupakan suatu alat penunjuk atau indikator, suatu perekam, atau suatu pengontrol (controller). Dalam suatu industri kimia banyak variabel yang perlu diukur dan dikontrol, seperti : tekanan, temperatur, ketinggian cairan, kecepatan aliran, dan sebagainya.

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan bagian yang penting dari peralatan proses suatu industri. Untuk mengawasi proses industri harus dilengkapi instrumentasi. Instrumentasi ditujukan untuk memonitor, mengatur, dan mencatat setiap operasi yang berlangsung selama peralatan bekerja dan juga memantau variabel-variabel proses yang penting dan kritis selama proses kimia berlangsung.

Umumnya instrumentasi dibagi berdasarkan proses kerjanya, yaitu :

Proses Manual

Proses manual adalah proses yang berlangsung adanya intervensi manusia secara langsung untuk mengatur, mengubah, memantau, dan mengoreksi pada suatu peralatan karena adanya informasi dari instrumentasi. Umumnya instrumentasi yang dipergunakan adalah sebagai alat ukur atau alat penunjuk saja.

Proses Otomatis

Pada proses ini, kegiatan proses kimia sepenuhnya dikendalikan oleh sejumlah peralatan, dimana serangkaian alat instrumentasi bekerja dengan sejumlah peralatan lain untuk mempertahankan agar kondisi operasi suatu proses kimia yang sedang berlangsung dapat berjalan secara aman dan terkendali. Peran atau fungsi manusia hanya mengawasi dari kinerja peralatan yang bekerja.

Peralatan instrumentasi secara otomatis, terdiri atas :

- a. Alat pendeteksi (sensing element)

Merupakan elemen yang bertugas untuk mendeteksi adanya perubahan-perubahan dari variabel-variabel yang ada dalam proses kimia.

b. Alat pengukur

Alat pengukur ini merupakan satu kesatuan dengan alat pendeteksi. Pada alat ini hasil deteksi pada variabel-variabel dalam proses ditunjukkan dalam bentuk satuan ukuran, sehingga dapat diketahui dan dicatat besaran-besaran nilai perubahan variabel yang terjadi pada proses tersebut

c. Alat pengendali (controller)

Adalah alat yang berfungsi sebagai pusat instruksi kepada semua peralatan instrumentasi yang ada. Kinerja alat ini adalah memberikan tanggapan atas penyimpangan-penyimpangan dari variabel yang terdeteksi dan terukur dan selanjutnya memberikan perintah kepada alat instrumentasi yang lain guna melaksanakan tugas atau kinerja tertentu.

d. Alat pengendali akhir (final control element)

Alat ini adalah pelaksana tugas atas perintah yang diberikan oleh controller. Fungsi utama yang diemban oleh alat ini ada 2, yaitu :

1. Sebagai pengatur dari variabel proses, misalnya mengatur laju aliran umpan, mengatur laju aliran pemanas, mengatur laju aliran produk, mengatur laju aliran pendingin, dan lain sebagainya.
2. Sebagai penghenti & penghidup dari suatu peralatan agar variabel proses dapat dikendalikan, misalnya : mematikan atau menghidupkan kompressor bila tekanan dalam bejana sudah mencapai nilai tertentu, pemutus atau penyambung arus listrik pada suatu alat pemanas bila suhu yang diinginkan telah tercapai atau belum tercapai, dan lain sebagainya

Pemilihan atas jenis pengendalian ini didasarkan pada kompleksitas proses, jenis bahan baku yang dipergunakan, tingkat kualitas produk yang diinginkan, jenis keberlangsungan proses (kontinyu atau semi-kontinyu), dan anggaran yang dimiliki oleh perusahaan. Umumnya pengendalian otomatis lebih memiliki nilai ekonomis dibandingkan pengendalian manual

apabila kapasitas bahan baku dan produk yang dihasilkan cukup besar atau apabila variabel-variabel proses yang terlibat membutuhkan respon atau tanggapan yang cepat bila terjadi perubahan. Beberapa keuntungan dan kekurangan apabila menggunakan pengendali otomatis adalah sebagai berikut :

- Keuntungan
 - Aspek keamanan dan keselamatan pabrik lebih terjamin
 - Jumlah karyawan yang dibutuhkan lebih sedikit sehingga biaya produksi dapat ditekan
 - Tingkat respon terhadap perubahan variabel cepat
 - Kualitas produk yang dihasilkan atau tingkat kemurnian produk dapat terjaga
 - Tingkat kegagalan respon lebih rendah dibanding pengendali manual
 - Memberikan tingkat efisiensi yang diinginkan pada proses kimia yang sedang berjalan
- Kerugian
 - Biaya investasi dan perawatan cukup tinggi
 - Pemasangan dan operasional dari pengendali otomatis ini memerlukan ketrampilan tenaga kerja yang cukup tinggi
 - Tingkat kegagalan respon (error responding system) cukup tinggi
 - Dapat menghentikan operasional proses secara tiba-tiba
 - Sistem perawatan dan pemeriksaan fungsi kerjanya memerlukan perhatian yang lebih besar dan lebih lama dibandingkan dengan pengendali manual

Pada perancangan pabrik ini, instrumentasi yang digunakan adalah pengendali manual dan juga pengendali otomatis. Penggunaan kedua pengendali tersebut tergantung pada pertimbangan faktor teknis operasional dan anggaran yang disediakan untuk biaya operasional dari pabrik ini.

Untuk pengendali otomatis, ada beberapa faktor yang menjadi perhatian dalam instrumentasi yaitu :

- Rentang variabel ukur yang dijadikan acuan sebagai level indikator
- Tingkat indikator yang dipergunakan
- Tingkat ketelitian yang dibutuhkan
- Bahan material alat yang dipergunakan dan pengaruhnya pada instalasi instrumentasi
- Perhitungan nilai ekonomis

Pada bagian ini juga akan dijelaskan mengenai berbagai jenis alat pengendali otomatis yang dipergunakan dalam proses operasional pabrik barium karbonat ini.

a. Kontroler (Controller)

- *Kontroller tekanan (Pressure Controller)*

Dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan tekanan agar proses operasi dapat berlangsung pada tekanan yang stabil dan konstan

- *Kontroller berat (Weight Controller)*

Dipasang pada alat yang memerlukan memantau berat bahan yang akan dialirkan.

- *Kontroller suhu (Temperature Controller)*

- Dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan suhu agar dapat beroperasi pada suhu yang konstan

- *Kontroler aliran (Flow Controller)*

Dipasang pada alat yang memerlukan pengendalian besar-kecilnya aliran yang hendak masuk atau keluar dari suatu peralatan

Tabel 7.1. Instrumentasi Peralatan Pabrik

No	Nama Alat	Kode Alat	Instrumentasi
1	Tangki pelarut	M-113	FC/WC
2	Reaktor	R-110	FC/TC/PC
3	Heater	E-115	TC
4	Heater Udara	E-127	TC
5	Rotary Dryer	B-120	TC
6	Storage CO ₂	F-116	PC
7	Mesin Pengemas	P-136	WC

7.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja atau *safety factor* adalah hal yang paling utama yang harus diperhatikan dalam merencanakan suatu pabrik, hal ini disebabkan karena :

- Dapat mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan yang besar yang disebabkan oleh kebakaran atau hal lainnya baik terhadap karyawan maupun oleh peralatan itu sendiri.
- Terpeliharanya peralatan dengan baik sehingga dapat digunakan dalam waktu yang cukup lama. Bahaya yang dapat timbul pada suatu pabrik banyak sekali jenisnya, hal ini tergantung pada bahan yang akan diolah maupun tipe proses yang dikerjakan.

Secara umum bahaya-bahaya tersebut dapat dibagi dalam tiga kategori , yaitu :

1. Bahaya kebakaran.
2. Bahaya kecelakaan secara kimia.
3. Bahaya terhadap zat-zat kimia.

Untuk menghindari kecelakaan yang mungkin terjadi, berikut ini terdapat beberapa hal yang perlu mendapat perhatian pada setiap pabrik pada umumnya dan pada pabrik ini pada khususnya.

7.2.1. Bahaya Kebakaran

A. Penyebab kebakaran.

- Adanya nyala terbuka (*open flame*) yang datang dari unit utilitas, *workshop* dan lain-lain.

- Adanya loncatan bunga api yang disebabkan karena korsleting aliran listrik seperti pada stop kontak, saklar serta instrument lainnya.

B. Pencegahan.

- Menempatkan unit utilitas dan unit pembangkitan cukup jauh dari lokasi proses yang dikerjakan
- Menempatkan bahan yang mudah terbakar pada tempat yang terisolasi dan tertutup
- Memasang kabel atau kawat listrik di tempat-tempat yang terlindung, jauh dari daerah yang panas yang memungkinkan terjadinya kebakaran
- Sistem alarm hendaknya ditempatkan pada lokasi dimana tenaga kerja dengan cepat dapat mengetahui apabila terjadi kebakaran

C. Alat pencegah kebakaran.

- Instalasi permanen seperti *fire hydrant system* dan *sprinkle* otomatis
- Pemakaian *portable fire-extinguisher* bagi daerah yang mudah dijangkau bila terjadi kebakaran. Jenis dan jumlahnya pada perencanaan pabrik ini dapat dilihat pada tabel 7.1.
- Untuk bahan baku yang mengandung racun, maka perlu digunakan kantong-kantong udara atau alat pernafasan yang ditempatkan pada daerah-daerah strategis pada pabrik ini.

7.2.2. Bahaya Kecelakaan

Karena kesalahan mekanik sering terjadi dikarenakan kelalaian pengerjaan maupun kesalahan konstruksi dan tidak mengikuti aturan yang berlaku. Bentuk kerusakan yang umum adalah karena korosi dan ledakan. Kejadian ini selain mengakibatkan kerugian yang besar karena dapat mengakibatkan cacat tubuh maupun hilangnya nyawa pekerja. Berbagai kemungkinan kecelakaan karena mekanik pada pabrik ini dan cara pencegahan dapat digunakan sebagai berikut :

A. Vessel.

Kesalahan dalam perencanaan vessel dan tangki dapat mengakibatkan kerusakan fatal, cara pencegahannya :

- Menyeleksi dengan hati-hati bahan konstruksi yang sesuai, tahan korosi serta memakai *corrosion allowance* yang wajar. Untuk pabrik ini, semua bahan konstruksi yang umum dapat dipergunakan dengan pengecualian adanya seng dan tembaga. Bahan konstruksi yang biasanya dipakai untuk tangki penyimpan, perpipaan dan peralatan lainnya dalam pabrik ini adalah steel. Semua konstruksi harus sesuai dengan standar ASME (*America Society Mechanical Engineering*).
- Memperhatikan teknik pengelasan
- Memakai level gauge yang otomatis
- Penyediaan *man-hole* dan *hand-hole* (bila memungkinkan) yang memadai untuk inspeksi dan pemeliharaan. Disamping itu peralatan tersebut harus dapat diatur sehingga mudah untuk digunakan.

B. Heat Exchanger.

Kerusakan yang terjadi pada umumnya disebabkan karena kebocoran-kebocoran. Hal ini dapat dicegah dengan cara :

- Pada *inlet* dan *outlet* dipasang *block valve* untuk mencegah terjadinya *thermal expansion*
- *Drainhole* yang cukup harus disediakan untuk pemeliharaan
- Pengecekan dan pengujian terhadap setiap ruangan fluida secara sendiri-sendiri
- Memakai *heat exchanger* yang cocok untuk ukuran tersebut. Disamping itu juga rate aliran harus benar-benar dijaga agar tidak terjadi perpindahan panas yang berlebihan sehingga terjadi perubahan fase didalam pipa.

C. Peralatan yang bergerak.

Peralatan yang bergerak apabila ditempatkan tidak hati-hati, maka akan menimbulkan bahaya bagi pekerja. Pencegahan bahaya ini dapat dilakukan dengan :

- Pemasangan penghalang untuk semua sambungan pipa
- Adanya jarak yang cukup bagi peralatan untuk memperoleh kebebasan ruang gerak.

D. Perpipaan.

Selain ditinjau dari segi ekonomisnya , perpipaan juga harus ditinjau dari segi keamanannya hal ini dikarenakan perpipaan yang kurang teratur dapat membahayakan pekerja terutama pada malam hari, seperti terbentur, tersandung dan sebagainya. Sambungan yang kurang baik dapat menimbulkan juga hal-hal yang tidak diinginkan seperti kebocoran-kebocoran bahan kimia yang berbahaya. Untuk menghindari hal-hal tersebut, maka dapat dilakukan cara :

- Pemasangan pipa (untuk ukuran yang tidak besar hendaknya pada elevasi yang tinggi tidak didalam tanah, karena dapat menimbulkan kesulitan apabila terjadi kebocoran
- Bahan konstruksi yang dipakai untuk perpipaan harus memakai bahan konstruksi dari *steel*
- Sebelum dipakai, hendaknya diadakan pengecekan dan pengetesan terhadap kekuatan tekan dan kerusakan yang diakibatkan karena perubahan suhu, begitu juga harus dicegah terjadinya *over stressing* atau pondasi yang bergerak
- Pemberian warna pada masing-masing pipa yang bersangkutan akan dapat memudahkan apabila terjadi kebocoran.

E. Listrik.

Kebakaran sering terjadi akibat kurang baiknya perencanaan instalasi listrik dan kecerobohan operator yang menanganinya. Sebagai usaha pencegahannya dapat dilakukan :

- Alat-alat listrik dibawah tanah sebaiknya diberi tanda seperti dengan cat warna pada penutupnya atau diberi isolasi berwarna
- Pemasangan alat remote shut down dari alat-alat disamping starter
- Penerangan yang cukup pada semua bagian pabrik supaya operator tidak mengalami kesulitan dalam bekerja
- Sebaiknya untuk penerangan juga disediakan oleh PLN meskipun kapasitas *generator set* mencukupi untuk penerangan dan proses
- Penyediaan *emergency power supplies* tegangan tinggi
- Meletakkan jalur-jalur kabel listrik pada posisi aman
- Merawat peralatan listrik, kabel, starter, trafo dan lain sebagainya

F. Isolasi.

Isolasi penting sekali terutama berpengaruh terhadap pada karyawan dari kepanasan yang dapat mengganggu kinerja para karyawan, oleh karena itu dilakukan :

- Pemakaian isolasi pada alat-alat yang menimbulkan panas seperti reaktor, exchanger, kolom distilasi dan lain-lain. Sehingga tidak mengganggu konsentrasi pekerjaan
- Pemasangan isolasi pada kabel instrumen, kawat listrik dan perpipaan yang berada pada daerah yang panas , hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya kebakaran.

G. Bangunan Pabrik.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bangunan pabrik adalah :

- Bangunan-bangunan yang tinggi harus diberi penangkal petir dan jika tingginya melebihi 20 meter, maka harus diberi lampu suar (mercu suar)
- Sedikitnya harus ada dua jalan keluar dari dalam bangunan.

7.2.3. Bahaya Karena Bahan Kimia

Banyak bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan. Biasanya para pekerja tidak mengetahui seberapa jauh bahaya yang dapat ditimbulkan oleh bahan kimia seperti bahan-bahan berupa gas yang tidak berbau atau tidak berwarna yang sangat sulit diketahui jika terjadi kebocoran. Untuk itu sering diberikan penjelasan pendahuluan bagi para pekerja agar mereka dapat mengetahui bahwa bahan kimia tersebut berbahaya.

Cara lainnya adalah memberikan tanda-tanda atau gambar-gambar pada daerah yang berbahaya atau pada alat-alat yang berbahaya, sehingga semua orang yang berada didekatnya dapat lebih waspada. Selain hal-hal tersebut diatas, usaha-usaha lain dalam menjaga keselamatan kerja dalam pabrik ini adalah memperhatikan hal-hal seperti:

1. Di dalam ruang produksi para pekerja dan para operator dilarang merokok
2. Harus memakai sepatu karet dan tidak diperkenankan memakai sepatu yang alasnya mengandung logam
3. Untuk pekerja lapangan maupun pekerja proses dan semua orang yang memasuki daerah proses diharuskan mengenakan topi pengaman agar terlindung dari kemungkinan kejatuhan barang-barang dari atas
4. Karena sifat alami dari steam yang sangat berbahaya, maka harus disediakan kacamata tahan uap, masker penutup wajah dan sarung tangan yang harus dikenakan.

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, air sanitasi dan air untuk pemadam kebakaran.
- 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 4 unit, yaitu :

1. Unit penyediaan air
2. Unit penyediaan steam
3. Unit penyediaan tenaga listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar

8.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air pabrik digunakan air kawasan. Air Berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baik ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Dari segi kuantitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi sedangkan dari segi kualitas air menyangkut syarat air yang harus dipenuhi.

8.1.1 Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada pabrik barium karbonat sebesar 94,8267 kg/jam. Air umpan boiler yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 10 % dan faktor keamanan 15 % sehingga kebutuhan air umpan boiler adalah sebanyak 118,5333 kg/jam.

Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari *Perry's edisi 6, hal 976* didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

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

Selain harus memenuhi persyaratan tersebut diatas, air umpan boiler harus bebas dari :

1. Zat – zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .
2. Zat – zat yang menyebabkan busa, yaitu zat organik, anorganik dan zat – zat terlarut dalam jumlah yang besar.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan untuk mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah lagi terlebih dahulu melalui:

- Deaerator, untuk menghilangkan gas – gas terlarut.

8.1.2 Air proses

Air proses pada Pra Rencana Pabrik barium karbonat ini sebesar 1749377,2928kg/jam, yang digunakan pada Tangki pelarut (M-113) sebesar 179132,7284 kg/jam, Rotary Vacuum Filter (H-121) sebesar 1908,3816kg/jam.

8.1.3 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 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 sanitasi.

Sehingga didapatkan kebutuhan air sanitasi untuk pabrik barium karbonat sebesar 1568196 kg/jam.

8.1.4 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
- Hardness yang memberikan efek pada pembuatan 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 1749377,2928 yang digunakan pada Reaktor (R-110).

8.2 Unit Pengolahan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah Air Umpan Boiler. Steam yang dibutuhkan dalam proses pembuatan barium karboantsebanyak 118,5333kg/jam mempunyai kondisi:

- Tekanan = 220,2psia
- Temperatur = 200°C

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 (organik matter)
- Silika, sulfat, asam bebas dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

- a. Tidak boleh membuih (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 dalam boiler.

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

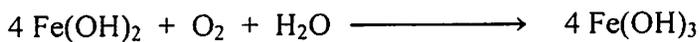
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

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-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 :

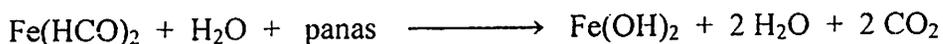


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



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 membentuk CO_2 lagi.

Reaksi yang terjadi :



8.2.1 Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

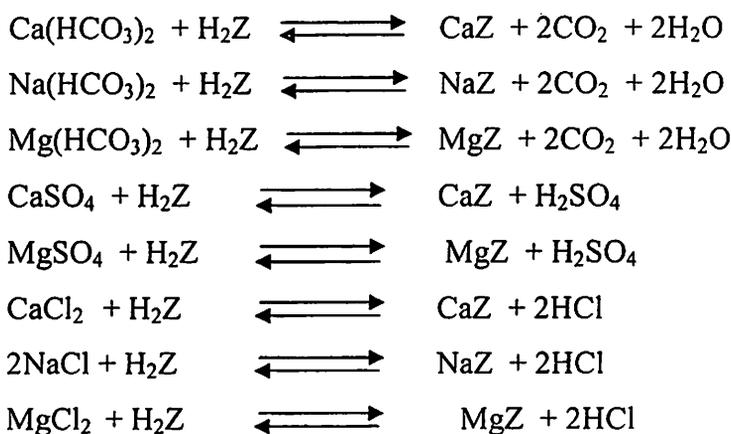
Air bersih digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air sanitasi, air pendingin dan air umpan boiler.

Proses pengolahan air kawasan tersebut adalah :

b. Pelunakan air umpan boiler

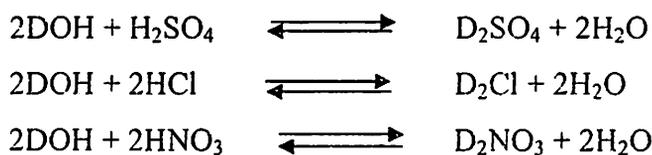
Pelunakan air boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-213A) dan anion exchanger (D-213B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

Air dari bak air kawasan dialirkan dengan pompa (L-211) menuju kation exchanger (D-213A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :

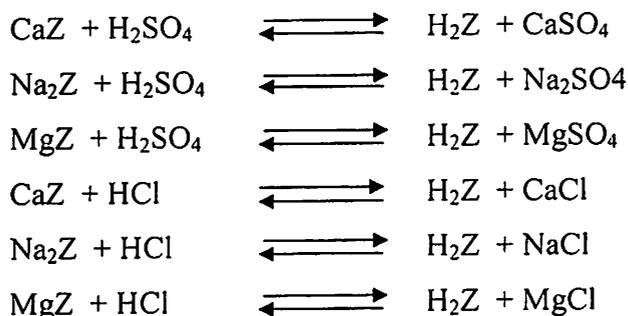


Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk CO_2 dan air, H_2SO_4 dan HCl . Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-21B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang digunakan dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH)

Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :

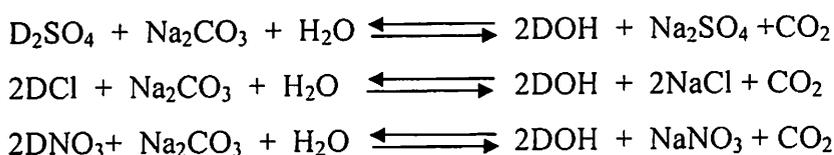


Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dari pemeriksaan kesadahan air umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi hidrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Dengan reaksi sebagai berikut :



Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH .

Reaksi yang terjadi :



Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah bebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-214) yang selanjutnya dipompa (L-215) ke deaerator (D-216) untuk menghilangkan gas-gas impuritis pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air siap diumpankan ke boiler (P-218). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan.

c. Pengolahan air pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin dari bak air bersih, air dipompa (L-215) ke bak air pendingin (F-222) kemudian dialirkan ke peralatan dengan pompa (L-221). Setelah digunakan air direcycle ke cooling tower (P-223) dan selanjutnya dari cooling tower, air di recycle ke bak air pendingin kembali.

8.2.2 Unit Penyediaan Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Barium Karbonat ini adalah yang meliputi :

- Proses : 134,226 kW
- Penerangan : 113,90kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila ada matinya listrik, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan 331 kW, dengan satu buah generator tambahan .

8.2.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 800,673 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 6th ed, spesifikasi bahan bakar didapat :

- Flash point = 38°C (100°F)
- Pour point = -6°C (21,2°F)
- Densitas = 55 lb/ft³
- Heating value = 19200 Btu/lb

8.2.4 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 Gas.

Limbah gas yang dihasilkan berasal dari Cyclone (H-131) dan pembakaran bahan bakar yang digunakan pada unit utilitas. Untuk mengatasinya, asap yang dihasilkan dilewatkan melalui sebuah cerobong yang cukup tinggi dan disemprot

dengan air untuk menangkap abu dan gas yang berbahaya, sehingga tidak mengganggu lingkungan dan masyarakat sekitarnya.

- Limbah Cair

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

a. Pengolahan Pendahuluan (Pre Treatment)

Pada proses ini dilakukan pengambilan benda-benda terapung.

b. Pengolahan Pertama (Primary 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.

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Dalam perencanaan suatu pabrik, penentuan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu factor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Penentuan ini juga ditinjau dari segi ekonomis yaitu berdasarkan pada "*Return On Investment*" yang merupakan persentase pengembalian modal tiap tahun.

Daerah operasi ditentukan oleh factor utama, sedangkan tepatnya lokasi pabrik yang dipilih ditentukan oleh faktor-faktor khusus. Setelah mempelajari dan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi tersebut, maka pabrik yang direncanakan ini didirikan di daerah Gresik.

Alasan pemilihan lokasi tersebut karena dengan mempertimbangkan factor utama dan faktor khusus.

9.1.1. Faktor Utama

Faktor utama meliputi:

a. Bahan Baku

Persediaan bahan baku dalam suatu pabrik adalah merupakan salah satu factor penentuan dalam memilih lokasi pabrik yang tepat. Dalam hal ini bahan baku yang digunakan berasal dari produk local dalam negeri. Bahan baku yang digunakan dapat diperoleh di Gresik dan sekitarnya.

b. Pemasaran

Dengan melihat pangsa pasar yang prospektif maka produk ini bias dikatakan memenuhi pangsa pasar tersebut. Distribusi dan pemasaran dari produk dapat dilakukan melalui kota Surabaya dimana segala fasilitas telah tersedia karena kedudukan Surabaya sebagai Ibu kota Propinsi Jawa Timur.

c. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

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

d. Persediaan Air

Air merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu Industri Kimia. Dalam hal ini air digunakan sebagai sanitasi, pencegah bahaya kebakaran, media pendingin, steam serta untuk air proses. Selama pabrik beroperasi, kebutuhan air relative cukup banyak, maka untuk memenuhi kebutuhan air tersebut diambil air kawasan yang letaknya tidak jauh dari lokasi pabrik dengan melakukan pengolahan terlebih dahulu. Mengingat lokasi pabrik ini direncanakan dekat dengan lokasi air kawasan, maka persoalan penyediaan air tidak akan mengalami kesulitan.

e. Iklim dan Cuaca

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

9.1.2. Faktor Khusus

Faktor-faktor khusus meliputi :

a. Transportasi

Salah satu factor khusus yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pabrik adalah factor Transportasi, baik untuk bahan baku maupun untuk produk-produk yang dihasilkan. Masalah transportasi tidak mengalami kesulitan karena tersedianya sarana perhubungan yang baik. Fasilitas pengangkutan darat dapat dipenuhi dengan adanya jalan raya (jalan tol Surabaya - Manyar) yang dilalui oleh kendaraan yang bermuatan berat dan fasilitas pengangkutan laut dapat

dipenuhi dengan tersedianya pelabuhan-pelabuhan baik di sekitar Surabaya. Untuk transportasi udara dapat dipenuhi melalui bandara udara di Surabaya.

b. Buangan Pabrik

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

c. Tenaga Kerja

Umumnya tenaga kerja dapat dengan mudah dipenuhi dari daerah sekitar lokasi pabrik dengan ongkos buruh yang cukup murah dan hal ini merupakan langkah positif untuk mengurangi angka pengangguran.

d. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Menurut Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah, daerah lokasi pabrik merupakan daerah kawasan industri.

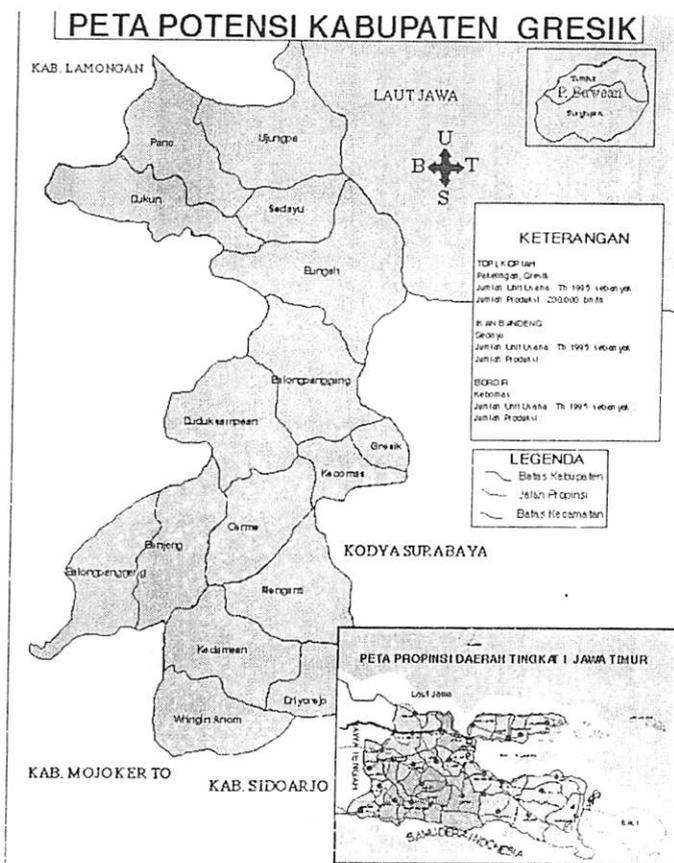
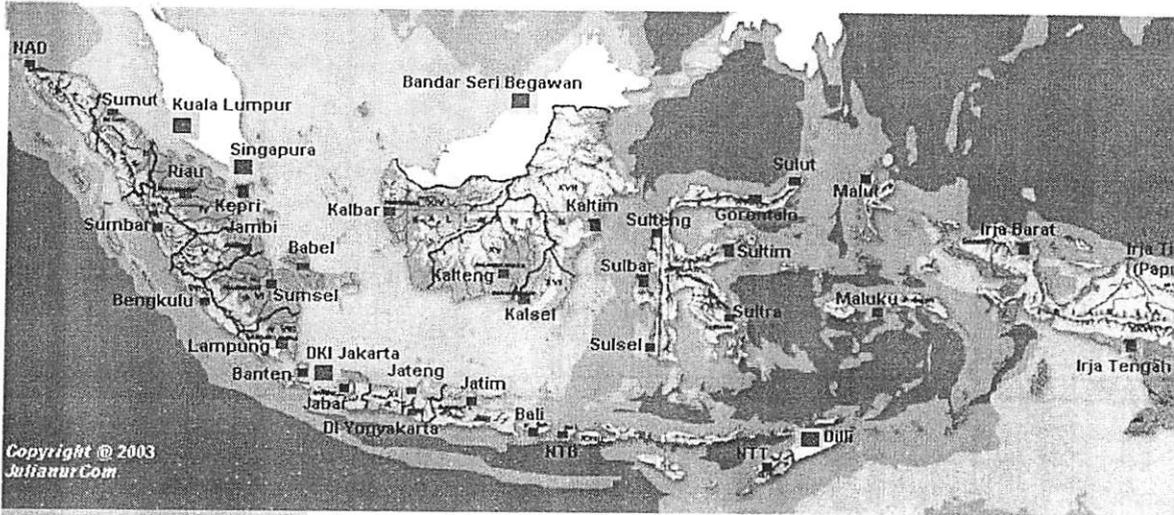
e. Karakteristik dari lokasi

Struktur tanah cukup baik dan juga daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik dan pondasi jalan.

f. Faktor lingkungan sekitar pabrik

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

Berdasarkan atas pertimbangan-pertimbangan faktor-faktor tersebut diatas, maka pemilihan lokasi pabrik cukup memenuhi persyaratan.



9. 2. Tata letak pabrik

Dasar perencanaan tata letak pabrik harus diatur sehingga didapatkan :

- a. Konstruksi yang efisien.
- b. Pemeliharaan yang ekonomis.
- c. Operasi yang baik.
- d. Dapat menimbulkan kegairahan kerja dan menjamin keselamatan kerja yang tinggi.

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

- a. Tiap-tiap alat diberikan ruang yang cukup luas agar memudahkan pemeliharaannya.
- b. Setiap alat disusun berurutan menurut fungsi masing-masing sehingga tidak menyulitkan aliran proses.
- c. Untuk daerah yang mudah menimbulkan kebakaran ditempatkan alat pemadam kebakaran.
- d. Alat kontrol yang ditempatkan pada posisi yang mudah diawasi oleh operator.
- e. Tersedianya tanah atau areal untuk perluasan pabrik.

Dalam pertimbangan pada prinsipnya perlu dipikirkan mengenai biaya instalasi yang rendah dan system manajemen yang efisien. Tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

9.2.1. Daerah proses

Daerah ini merupakan tempat proses. Penyusunan perencanaan tata letak peralatan berdasarkan aliran proses. Daerah proses diletakkan ditengah-tengah pabrik, sehingga memudahkan supply bahan baku dari gudang persediaan dan pengiriman produk ke daerah penyimpanan, serta memudahkan pengawasan dan perbaikan alat-alat.

9.2.2. Daerah penyimpanan (Storage Area)

Daerah ini merupakan tempat penyimpanan hasil produksi yang pada umumnya dimasukkan kedalam tangki atau drum yang sudah siap dipasarkan.

9.2.3. Daerah pemeliharaan pabrik dan bangunan

Daerah ini merupakan tempat melakukan kegiatan perbaikan dan perawatan peralatan, terdiri dari beberapa bengkel untuk melayani permintaan perbaikan dari pabrik dan bangunan.

9.2.4. Daerah utilitas

Daerah ini merupakan tempat penyediaan keperluan pabrik yang berhubungan dengan utilitas yaitu air, steam, brine dan listrik.

9.2.5. Daerah Administrasi

Merupakan pusat dari semua kegiatan administrasi pabrik dalam mengatur operasi pabrik serta kegiatan-kegiatan lainnya.

9.2.6. Daerah Perluasan

Digunakan untuk persiapan jika pabrik mengadakan perluasan dimasa yang akan datang. Daerah perluasan ini terletak dibagian belakang pabrik.

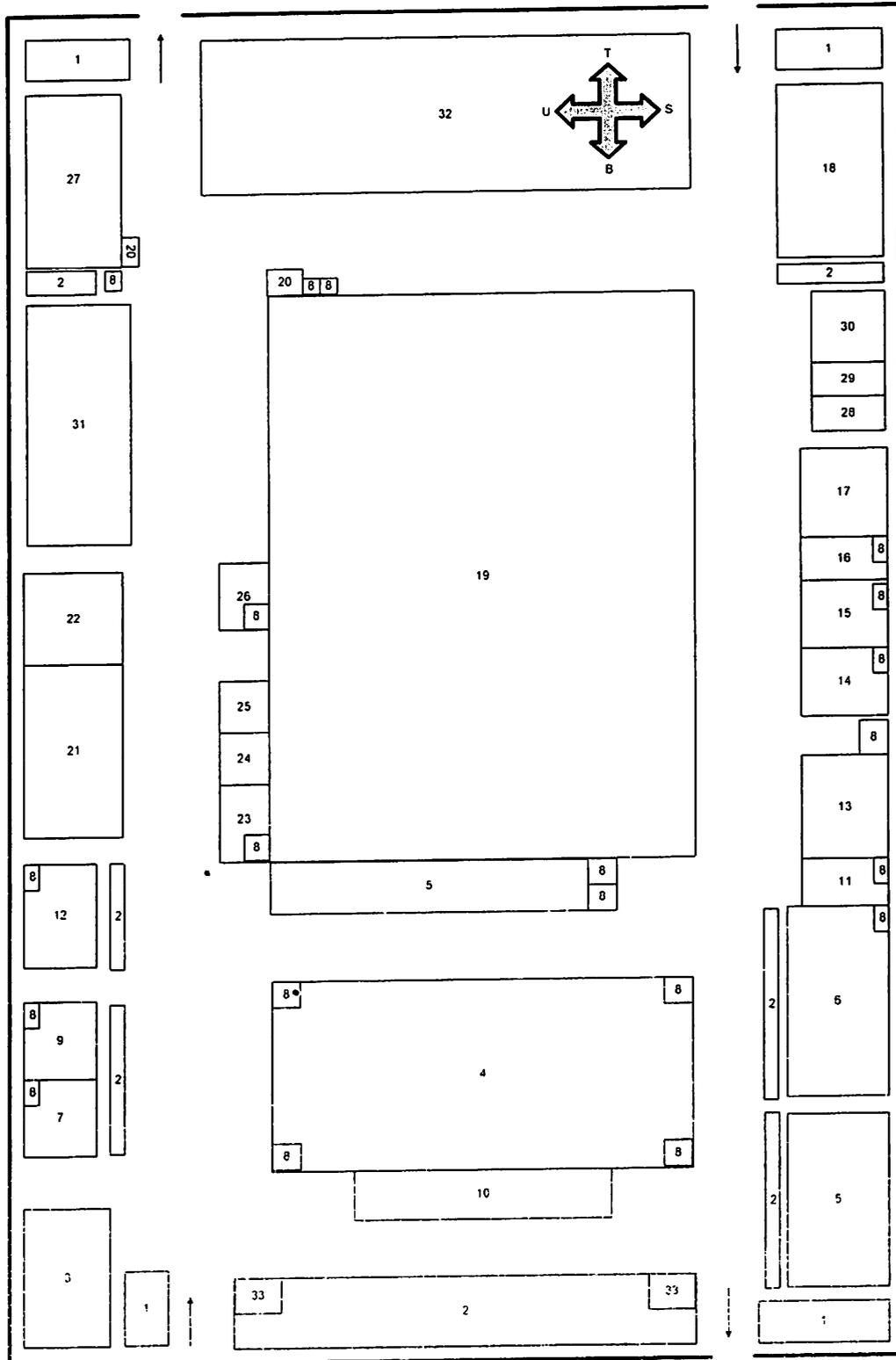
9.2.7. Plant Service

Plant Service meliputi bengkel, kantin umum dan fasilitas kesehatan/poliklinik. Bangunan-bangunan ini harus ditempatkan sebaik mungkin sehingga memungkinkan terjadinya efisiensi yang maksimum.

9.2.8. Jalan Raya

Untuk memudahkan pengangkutan bahan baku maupun hasil produksi, maka perlu diperhatikan masalah transportasi. Salah satu sarana transportasi yang utama adalah jalan raya.

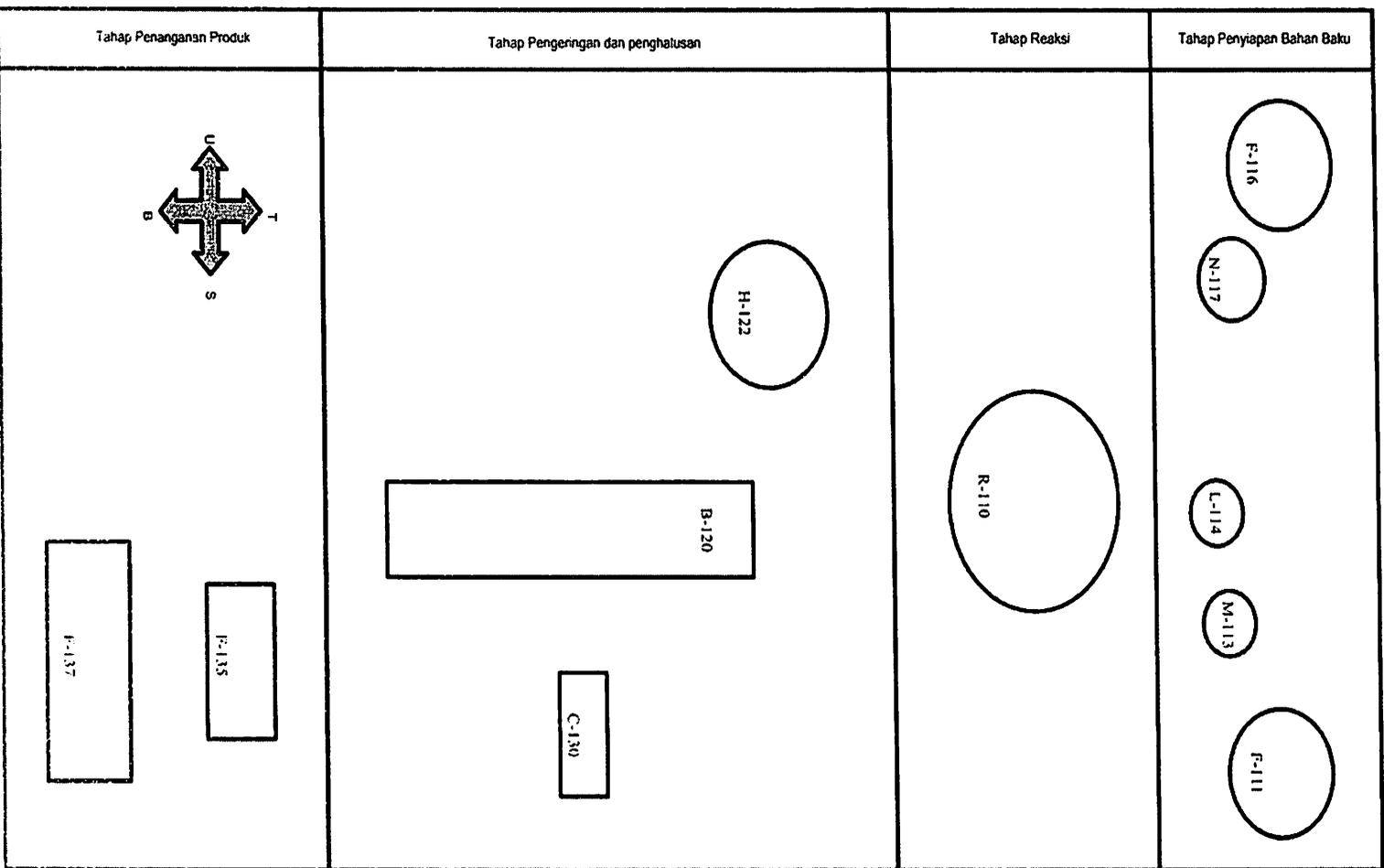
Gambar Lay Out Pabrik



Keterangan Gambar :

1. Pos keamanan
2. Taman
3. Parkir kendaraan tamu
4. Kantor pusat
5. Parkir kendaraan operasional dan karyawan
6. Gedung serbaguna (aula)
7. Kantor Penelitian dan Pengembangan (R & D)
8. Toilet
9. Kantor Sumber Daya Manusia (SDM)
10. Lapangan Upacara
11. Perpustakaan
12. Laboratorium dan Pengendalian Mutu
13. Musholla
14. Kantin
15. Koperasi
16. Poliklinik
17. Pemadam kebakaran
18. Storage bahan baku
19. Area Proses
20. Timbangan truk
21. Garasi
22. Bengkel
23. Manager Produksi dan Teknik
24. Dept. Produksi
25. Dept. Teknik
26. Ruang kontrol
27. Gudang produk
28. Generator
29. Bahan bakar
30. Boiler
31. Utilitas
32. Unit Pengolahan air
33. Anjungan Tunai Mandiri

Gambar Layout Alat



Keterangan :

NamaAlat	Kode	Jumlah
Tangki Black Ash	F-111	1buah
TangkiPenampung CO ₂	F-116	1buah
Mixer	M-113	1 buah
Ekspander	N-117	1buah
Pompa	L-114	1buah
Rortary Vacuum Filter	H-122	1buah
Rotary Dryer	B-120	1buah
Reaktor	R-110	1 buah
Hammer mill	C-130	1 buah
Bin Produk	F-135	1buah
GudangProduk	F-137	1 buah

BAB X

ORGANISASI PERUSAHAAN

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

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

10.1. Dasar Perusahaan

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Lokasi pabrik : Gresik, Jawa Timur
- Kapasitas produksi : 50.000 ton/tahun
- Status investasi : Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN).

10.2. Bentuk Perusahaan

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

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

10.3. Struktur Organisasi

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

1. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus.
2. Terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.
3. Masing-masing kepala bagian secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
4. 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.

10.4. Tugas dan Tanggung Jawab Organisasi (Job Description)

1. Pemegang Saham

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

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris bertindak sebagai wakil dari pemegang saham. Komisaris dipilih dalam RUPS dari kalangan pemegang saham yang mempunyai saham terbanyak dari perseroan tersebut. Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah :

- a. Bertanggung jawab terhadap pabrik secara umum dan memberikan laporan pertanggungjawaban kepada para pemegang saham dalam RUPS.
- b. Menerima pertanggungjawaban dari para manager pabrik.
- c. Menetapkan kebijakan perusahaan
- d. Menyetujui atau menolak rancangan yang di ajukan direktur

3. Direktur Utama

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

- a. Menetapkan strategi perusahaan dan membuat perencanaan kerja.
- b. Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas, dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan atau target perusahaan yang telah direncanakan.
- c. Mengkoordinasi kerja sama antar direktur.
- d. Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris semua anggaran pembelanjaan dan pendapatan perusahaan.
- e. Selain tugas diatas, direktur utama berhak mewakili perseroan secara sah dan langsung dalam segala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan. Dan harus berkonsultasi kepada dewan komisaris setiap akan melakukan tindakan perusahaan yang krusial seperti peminjaman uang ke Bank, memindah tanggakan perseroan untuk menanggung hutang perusahaan, dll.

4. Direktur keuangan

Membawahi tiga kepala bagian:

a. Kabag Keuangan

Bertanggung jawab untuk mencari dana, mengelola keuangan, mengalokasikan dan melakukan pembayaran.

b. Kabag Akuntansi

Bertanggung jawab dalam mencatat, merinci dan mengelompokkan setiap transaksi yang ada serta membuat analisis dari kegiatan perekonomian perusahaan.

c. Kabag Marketing

Bertanggung jawab membuat strategi pemasaran produk dan memperkenalkan produk kepada konsumen.

5. Direktur SDM, Komunikasi dan Servis Umum

Membawahi lima kepala bagian:

a. Kabag Sumber Daya Manusia

Bertanggung jawab mengelola SDM serta merencanakan, mengawasi dan melaksanakan evaluasi terhadap jumlah tenaga kerja yang di butuhkan perusahaan

b. Kabag Humas

Bertanggung jawab sebagai juru bicara perusahaan, menjalin hubungan baik dengan masyarakat serta dengan pemerintah

c. Kabag Sistem Manajemen & Kualitas

Bertanggung jawab menganalisa sistem manajemen yang digunakan perusahaan serta menganalisa kualitas kinerja dari masing-masing karyawan

d. Kabag Informasi Teknologi

Bertanggung jawab mengelola sistem jaringan data elektronik di seluruh bagian perusahaan

e. Kabag Servis Umum

Bertanggung jawab menyediakan support umum terhadap kebutuhan perusahaan terutama di luar proses

6. Direktur Pengembangan Bisnis

Membawahi dua kepala bagian:

a. Kabag Joint Venture

Bertanggung jawab mencari kesempatan untuk dapat melakukan kerja sama baik dengan pemerintah maupun dengan pihak swasta

b. Kabag Negosiasi

Bertanggung jawab melakukan negosiasi kontrak bisnis dengan pihak lain agar memberikan keuntungan dan memperkuat posisi perusahaan secara kontrak

7. Direktur Kesehatan, Keselamatan dan Lingkungan

Membawahi tiga kepala bagian:

a. Kabag Kesehatan

Bertanggung jawab mengontrol kesehatan karyawan dan mengedukasi karyawan untuk menjalankan hidup sehat

b. Kabag Keselamatan

Bertanggung jawab memastikan seluruh karyawan tahu cara bekerja dengan aman, menggunakan alat pelindung diri yang sesuai serta mengadakan latihan untuk kejadian yang darurat

c. Kabag Lingkungan

Bertanggung jawab menjaga kesehatan lingkungan sesuai dengan kebijakan lingkungan yang berlaku

8. Direktur Audit dan Kontrol

Membawahi dua kepala bagian:

a. Kabag Audit Internal & Eksternal

Bertanggung jawab melakukan audit internal di dalam perusahaan dan mengadakan audit eksternal untuk meningkatkan validitas suatu perusahaan

b. Kabag Audit Join Venture

Bertanggung jawab melakukan audit terhadap perusahaan suport yang mengadakan kerjasama agar kualitas suport yang diberikan tetap terjaga

9. Direktur Operasi

Membawahi dua kepala bagian:

a. Kabag Produksi

Bertanggung jawab atas jalannya proses produksi sesuai yang direncanakan, termasuk merencanakan kebutuhan bahan baku agar target produksi terpenuhi

Membawahi tiga kepala seksi:

aa. Kasie Logistik

Bertanggung jawab menyediakan bahan baku dan seluruh kebutuhan alat maupun bahan yang diperlukan dalam proses produksi

ab. Kasie Proses

Bertanggung jawab mengontrol jalannya proses produksi mulai dari awal sampai pengemasan produk

ac. Kasie Laboratorium

Bertanggung jawab memastikan dan mengontrol kualitas bahan baku dan produk agar sesuai dengan standar yang digunakan

b. Kabag Suport

Membawahi tiga kepala seksi:

ba. Kasie Pembangunan

Bertanggung jawab membenahi insfratruktur di lingkungan pabrik maupun membangun bangunan baru di lingkungan pabrik

bb. Kasie Utilitas

Bertanggung jawab menyediakan pasokan utilitas untuk kelancaran proses produksi dan utilitas untuk kebutuhan kantor

bc. Kasie Pemeliharaan & Perbaikan

Bertanggung jawab memelihara dan memperbaiki peralatan produksi agar dapat di gunakan tepat waktu sehingga tidak menghambat proses produksi

10. Direktur Keamanan, Resiko dan Kepatuhan

Membawahi dua kepala bagian:

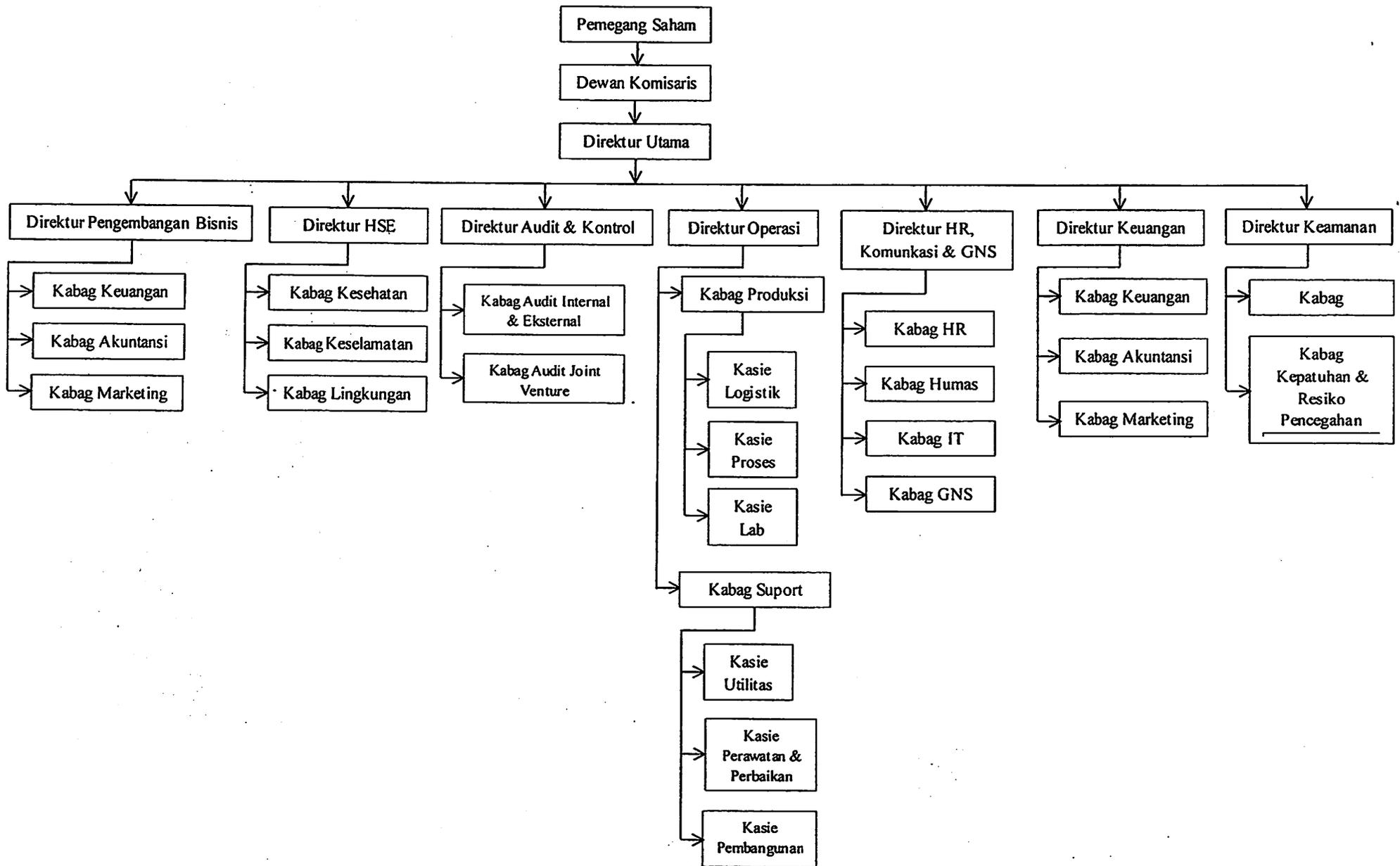
a. Kabag Sekuriti

Bertanggung jawab memberikan keamanan bagi perusahaan dan bagi karyawan perusahaan.

b. Kabag Kepatuhan & Resiko Pencegahan

Bertanggung jawab menegakkan kepatuhan terhadap peraturan perusahaan dan membuat rencana pencegahan dan penanganan terhadap tindakan yang tidak patuh

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.1. Gambar Struktur Organisasi Perusahaan.



Gambar 10.1 Struktur Organisasi Pabrik Barium Karbonat

10.5. Jaminan Sosial dan Tunjangan Kesejahteraan

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima oleh pihak karyawan jika terjadi sesuatu hal yang bukan karena kesalahannya menyebabkan dia tidak dapat melakukan pekerjaannya. Tunjangan kesejahteraan merupakan tunjangan yang diberikan kepada karyawan sebagai bentuk apresiasi dan terima kasih perusahaan terhadap kinerja karyawan. Jaminan sosial dan tunjangan kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan adalah :

a. Tunjangan

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

b. Fasilitas

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

c. Pengobatan

- Untuk pengobatan dan perawatan pertama dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan secara cuma-cuma kepada karyawan yang membutuhkan.
- Untuk pengobatan dan perawatan terhadap penyakit yang lebih serius dapat dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk dan dengan persyaratan tertentu.
- Karyawan yang mengalami kecelakaan kerja dan bukan akibat dari kelalaiannya yang menyebabkan terganggu kesehatannya maka akan mendapat penggantian ongkos pengobatan penuh.

d. Insentive atau bonus

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

e. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter
- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita
- Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan

10.6. Jadwal dan Jam Kerja

Pabrik Barium Karbonat ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam per hari, sisa harinya digunakan untuk pembersihan, perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi.

a. Untuk pegawai non shift

Bekerja selama 5 hari dalam seminggu (total kerja 45 jam per minggu) sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya : direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor/administrasi dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinyu.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

- Senin - Kamis : 08.00 – 17.00 (Istirahat : 12.00 – 13.00)
- Jum'at : 08.00 – 17.00 (Istirahat : 11.00 – 13.00)

b. Untuk pegawai shift

Sehari bekerja 24 jam, yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift ini termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya :

kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut :

Shift I : 07.00 – 15.00

Shift II : 15.00 – 23.00

Shift III : 23.00 – 07.00

Jadwal kerja dibagi dalam empat minggu dan empat kelompok (regu). Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Jadwal kerja karyawan shift dapat dilihat pada tabel 10.1.

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan: P = Pagi (shift I)

S = Siang (shift II)

M = Malam (shift III)

L = Libur

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

10.7. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

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

1. Direktur Utama : Master
2. Direktur : Sarjana
3. Kepala Bagian : Sarjana
4. Kepala Seksi : Sarjana / Diploma

5. Karyawan : Sarjana / Diploma / SMU

10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga kerja operasional dilakukan berdasarkan pembagian tahapan proses yang dilakukan. Tahapan proses pada pra rencana pabrik Barium Karbonat ada 6 tahap, sehingga total jumlah karyawan dalam proses yaitu :

Karyawan dalam proses = 54 orang jam/hari.tahap x 6 tahap = 324 orang jam/hari

Karena 4 shift maka karyawan proses yang diperlukan = $\frac{324 \text{ orang.jam/hari}}{3 \text{ shift/hari}}$

= 108 orang jam/shift

Setiap shift 8 jam kerja, maka karyawan proses yang diperlukan = $\frac{108 \text{ orang.jam/shift}}{8 \text{ jam/shift}}$

= 14 orang hari/shift

Untuk kegiatan shift terdapat 4 regu (3 regu aktif, 1 regu libur), maka jumlah total karyawan proses yang bertugas = 4 regu x 14 orang.hari/shift = 56 orang.

Perincian kebutuhan tenaga kerja dapat di lihat pada table 10.2

Tabel 10.2. Jabatan dan tingkat pendidikan tenaga kerja.

No	Jabatan	S2	S1	D3	SMU
1	Direktur Utama	1			
2	Direktur Keuangan		1		
3	Direktur HR, Komunikasi & Servis Umum		1		
4	Direktur Pengembangan Bisnis		1		
5	Direktur Kesehatan, Keselamatan, Lingkungan		1		
6	Direktur Audit & Kontrol		1		
7	Direktur Operasi		1		
8	Direktur Keamanan, Resiko & Kepatuhan		1		
9	Kabag Keuangan		1		
10	Kabag Akuntansi		1		
11	Kabag Marketing		1		
12	Kabag Sumberdaya manusia		1		
13	Kabag Humas		1		
14	Kabag Sistem Menejemen & Kualitas		1		
15	Kabag Informasi Teknologi		1		
16	Kabag Servis Umum		1		
17	Kabag Jiont Venture		1		
18	Kabag Negosiasi		1		
19	Kabag Kesehatan		1		
20	Kabag Keselamatan		1		
21	Kabag Lingkungan		1		

22	Kabag Audit Intern & eksteren		1		
23	Kabag Audit joint Venture		1		
24	Kabag Produksi		1		
25	Kabag Suport		1		
26	Kabag Sekuriti		1		
27	Kabag Kepatuhan & Resiko Pencegahan		1		
28	Kasie Logistik		1		
29	Kasie Proses		1		
30	Kasie Laboratorium		1		
31	Kasie Pembangunan		1		
32	Kasie Utilitas		1		
33	Kasie Pemeliharaan & Perbaikan		1		
34	Karyawan Keuangan		1		
35	Karyawan Akuntansi		1	1	
36	Karyawan Marketing		1	1	
37	Karyawan Sumber Daya Manusia		1	1	
38	Karyawan Humas		1	1	
39	Karyawan Sistim Menejemen & Kualitas		1	1	
40	Karyawan Servis Umum			1	15
41	Karyawan Informasi Teknologi			3	
42	Karyawan Join Venture		1		
43	Karyawan Negosiasi		1		
44	Karyawan Kesehatan		1	4	
45	Karyawan Keselamatan			4	
46	Karyawan Lingkungan			1	
47	Karyawan Audit Internal & Ekstrnal			1	
48	Karyawan Audit join Venture			1	
49	Karyawan Logistik			4	12
50	Karyawan Proses			8	48
51	Karyawan Laboratorium			4	4
52	Karyawan Pembangunan			4	8
53	Karyawan Utilitas			8	48
54	Karyawan Pemeliharaan & Perbaiakn			8	48
55	Karyawan Sekuriti			4	16
56	Karyawan Kepatuhan & resiko Pencegahan			3	
TOTAL		1	41	63	199
		304			

10.9. Status Karyawan dan Sistem Pengupahan (Gaji)

Sistem pengupahan yang digunakan berbeda-beda untuk setiap karyawan. Perbedaan tersebut di dasarkan atas:

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja
3. Kedudukan
4. Keahlian
5. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja).

Berdasarkan kriteria di atas, maka sistim pengupahan karyawan dibagi menjadi 3 golongan, yaitu :

1. Karyawan reguler

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

2. Karyawan borongan

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

3. Karyawan harian

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

Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No	Jabatan		Jumlah	Gaji/bulan (Rp)	Tota
1	Direktur Utama	S2	1	10,000,000	10,000
2	Direktur Keuangan	S1	1	8,000,000	8,000
3	Direktur HR, Komunikasi & Servis Umum	S1	1	8,000,000	8,000
4	Direktur Pengembangan Bisnis	S1	1	8,000,000	8,000
5	Direktur HSE	S1	1	8,000,000	8,000
6	Direktur Audit & Kontrol	S1	1	8,000,000	8,000
7	Direktur Operasi	S1	1	8,000,000	8,000
8	Direktur Keamanan, Resiko & Kepatuhan	S1	1	8,000,000	8,000
9	Kabag Keuangan	S1	1	6,000,000	6,000
10	Kabag Akuntansi	S1	1	6,000,000	6,000
11	Kabag Marketing	S1	1	6,000,000	6,000
12	Kabag Sumberdaya manusia	S1	1	6,000,000	6,000
13	Kabag Humas	S1	1	6,000,000	6,000
14	Kabag Sistem Menejemen & Kualitas	S1	1	6,000,000	6,000
15	Kabag Informasi Teknologi	S1	1	6,000,000	6,000
16	Kabag Servis Umum	S1	1	6,000,000	6,000
17	Kabag Jiont Venture	S1	1	6,000,000	6,000
18	Kabag Negosiasi	S1	1	6,000,000	6,000
19	Kabag Kesehatan	S1	1	6,000,000	6,000
20	Kabag Keselamatan	S1	1	6,000,000	6,000
21	Kabag Lingkungan	S1	1	6,000,000	6,000
22	Kabag Audit Intern & eksteren	S1	1	6,000,000	6,000
23	Kabag Audit joint Venture	S1	1	6,000,000	6,000
24	Kabag Produksi	S1	1	6,000,000	6,000
25	Kabag Suport	S1	1	6,000,000	6,000
26	Kabag Sekuriti	S1	1	6,000,000	6,000
27	Kabag Kepatuhan & Resiko Pencegahan	S1	1	6,000,000	6,000
28	Kasie Logistik	S1	1	4,000,000	4,000
29	Kasie Proses	S1	1	4,000,000	4,000
30	Kasie Laboratorium	S1	1	4,000,000	4,000
31	Kasie Pembangunan	S1	1	4,000,000	4,000
32	Kasie Utilitas	S1	1	4,000,000	4,000
33	Kasie Pemeliharaan & Perbaikan	S1	1	4,000,000	4,000
34	Karyawan Keuangan	S1	1	3,500,000	3,500
35	Karyawan Akuntansi	S1	1	3,500,000	3,500
		D3	1	3,000,000	3,000
36	Karyawan Marketing	S1	1	3,500,000	3,500
		D3	1	3,000,000	3,000
37	Karyawan Sumber Daya Manusia	S1	1	3,500,000	3,500

		D3	1	3,000,000	3,000,000
38	Karyawan Humas	S1	1	3,500,000	3,500,000
		D3	1	3,000,000	3,000,000
39	Karyawan Sistim Menejemen & Kualitas	S1	1	3,500,000	3,500,000
		D3	1	3,000,000	3,000,000
40	Karyawan Servis Umum	D3	1	3,000,000	3,000,000
		SMU	15	1,500,000	22,500,000
41	Karyawan Informasi Teknologi	D3	3	3,000,000	9,000,000
42	Karyawan Join Venture	S1	1	3,500,000	3,500,000
43	Karyawan Negosiasi	S1	1	3,500,000	3,500,000
44	Karyawan Kesehatan	S1	1	4,000,000	4,000,000
		D3	4	3,000,000	12,000,000
45	Karyawan Keselamatan	D3	4	3,000,000	12,000,000
46	Karyawan Lingkungan	D3	1	3,000,000	3,000,000
47	Karyawan Audit Internal & Ekstrnal	D3	1	3,000,000	3,000,000
48	Karyawan Audit join Venture	D3	1	3,000,000	3,000,000
49	Karyawan Logistik	D3	4	3,000,000	12,000,000
		SMU	12	1,500,000	18,000,000
50	Karyawan Proses	D3	8	3,500,000	28,000,000
		SMU	48	2,000,000	96,000,000
51	Karyawan Laboratorium	D3	4	3,000,000	12,000,000
		SMU	4	1,500,000	6,000,000
52	Karyawan Pembangunan	D3	4	3,000,000	12,000,000
		SMU	8	1,500,000	12,000,000
53	Karyawan Utilitas	D3	8	3,000,000	24,000,000
		SMU	48	1,500,000	72,000,000
54	Karyawan Pemeliharaan & Perbaikiakn	D3	8	3,000,000	24,000,000
		SMU	48	1,500,000	72,000,000
55	Karyawan Sekuriti	D3	4	3,000,000	12,000,000
		SMU	16	1,500,000	24,000,000
56	Karyawan Kepatuhan & resiko Pencegahan	D3	3	3,000,000	9,000,000
TOTAL					751,500,000

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Dalam perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan Pabrik Barium Karbonat adalah sebagai berikut :

- Laju pengembalian modal (*Internal Rate of Return*)
- Lama pengembalian modal (*Pay Out Time*)
- Titik impas (*Break Event Point*)

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

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

11.1. Faktor-faktor Penentu

11.1.1. Modal Investasi Total (*Total Capital Investment = TCI*)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebelum berproduksi, terdiri dari :

1. Fixed Capital Investment (FCI)
 - a. Biaya langsung (*Direct cost*), meliputi :
 - Pembelian alat
 - Instrumentasi dan alat kontrol
 - Perpipaian terpasang
 - Listrik terpasang
 - Tanah dan bangunan
 - Fasilitas pelayanan
 - Pengambangan lahan

- b. Biaya tak langsung (Indirect cost)
 - Teknik dan supervisi
 - Konstruksi
 - Kontraktor
 - 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 terdiri 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

Sehingga : Total Capital Investment (TCI) = Modal tetap (FCI) + Modal kerja (WCI)

11.1.2. 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 menjadi :

- a. Biaya variabel (*Variable Cost = Vc*)

Biaya variabel yaitu, segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara langsung. Biaya variabel terdiri :

- Biaya bahan baku
- Biaya utilitas

- Biaya pengepakan
- b. Biaya semi variabel (*Semi Variable Cost = SVC*)

Biaya semi variabel yaitu, biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi atau yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara tidak langsung. Biaya semi variabel terdiri dari :

- Upah karyawan
- *Plant overhead*
- Pemeliharaan dan perbaikan
- Laboratorium
- *Operating supplies*
- Biaya umum
- Supervisi
- c. Biaya tetap (*Fixed Cost = FC*)

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

- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak
- Bunga bank

11.2. Penafsiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat akan berubah, tergantung pada perubahan kondisi ekonomi. Oleh karena itu, digunakan beberapa cara konversi harga alat terhadap harga alat pada beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat dalam Pra Rencana Pabrik Gypsum ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur Peter & Timmerhause serta Gael. D. Ulrich.

Untuk menaksir harga alat pada tahun 2018 digunakan persamaan berikut :

$$C_x = \frac{I_x}{I_k} \times C_k \dots\dots\dots(1)$$

$$V_A = V_B \times \left(\frac{\text{Kapasitas alat A}}{\text{Kapasitas alat B}} \right)^n \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

C_x = Taksiran harga alat pada tahun 2016

XI-4

- C_K = Taksiran harga alat pada tahun basis
 I_X = Indeks harga pada tahun 2016
 I_K = Indeks harga pada tahun basis
 V_A = Harga alat dengan kapasitas A
 V_B = Harga alat dengan kapasitas B
 n = Harga eksponen alat tertentu (*Peter and Timmerhaus, hal. 170*)

11.3. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

A. Modal Langsung (Direct Cost)

1	Pengadaan Alat	Rp	40.404.412.715
2	Instrumentasi & Kontrol	Rp	8.484.926.670
3	Isolasi	Rp	3.232.353.017
4	Perpipaan	Rp	30.303.309.536
5	Perlistrikan	Rp	7.272.794.289
6	Pemasangan Alat	Rp	17.373.897.467
7	Bangunan Pabrik	Rp	27.475.000.646
8	Service Facilities & Yard Improvement	Rp	18.181.985.722
9	Tanah	Rp	40.404.412.715
	TOTAL DIRECT COST (TDC)	Rp	193.133.092.777

B. Modal Tidak Langsung (Indirect Cost)

1	Engineering & Supervisor	Rp	5.656.617.780
2	Konstruksi	Rp	5.252.573.653
	TOTAL INDIRECT COST (TIC)	Rp	10.909.191.433

C. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

1	TDC + TIC	Rp	204.042.284.210
2	Kontraktor	Rp	35.367.329.263
3	Biaya Tak Terduga	Rp	32.646.765.474
	TOTAL FCI	Rp	272.056.378.947

11.4. Penentuan Total Production Cost (TPC)

A. Biaya Produksi (Manufacturing Cost)

Direct production Cost

1	Bahan Baku	Rp	345.803.602.070
2	Gaji	Rp	9.018.000.000
3	Supervisi (S)	Rp	1.983.960.000
4	Utilitas	Rp	5.446.665.708
5	Pemeliharaan & Perbaikan (M)	Rp	21.764.510.316
6	Operating Supplies	Rp	46.249.584.421
7	Laboratorium	Rp	1.713.420.000
8	Pengemasan	Rp	175.000.000
Fixed Production Cost			
9	Depresiasi	Rp	27.205.637.895
10	Pajak Kekayaan	Rp	1.360.281.895
11	Asuransi	Rp	1.904.394.653
12	Bunga Pinjaman	Rp	51.690.712.000
Over Head			
13	Pengeluaran Plant Over Head Coast	Rp	22.281.199.815
TOTAL MANUFACTURING COST (TMC)		Rp	536.596.968.772
B. Biaya Pengeluaran Umum (General Expenses)			
1	Administrasi	Rp	1.352.700.000
2	Distribusi & Penjualan	Rp	125.754.468.025
3	Research & Development	Rp	34.931.796.674
TOTAL GENERAL EXPENSES (TGE)		Rp	162.038.964.698
C. Total Biaya Produksi (TPC)			
1	TOTAL TPC = TMC + TGE	Rp	698.635.933.470

11.5. Laba Perusahaan

Total Penjualan	Rp	802.426.976.563
Laba Kotor = Total Penjualan - TPC	Rp	103.791.043.093

XI-6

Laba Bersih = Laba Kotor - Pajak Pendapatan Rp 72.653.730.165

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (C_A) :

$$\begin{aligned}C_A &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp } 72.653.730.165 + \text{Rp } 27.205.637.895 \\ &= \text{Rp } 99.859.368.060\end{aligned}$$

11.6. Analisis Probabilitas

11.6.1. Laju Pengembalian Modal (Rate On Investment = ROI)

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

- ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned}\text{ROI}_{\text{BT}} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp } 103.791.043.093}{\text{Rp } 272.056.378.947} \times 100 \% \\ &= 33 \%\end{aligned}$$

- ROI setelah pajak

$$\begin{aligned}\text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp } 72.653.730.165}{\text{Rp } 272.056.378.947} \times 100 \% \\ &= 23 \%\end{aligned}$$

11.6.2. Lama Pengembalian Modal (Pay Out Time = POT)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari laba yang dihitung dikurangi penyusutan atau waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi.

$$\begin{aligned}\text{POT} &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= \frac{\text{Rp } 272.056.378.947}{\text{Rp } 99.859.368.060} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 3,188 \text{ tahun (3 tahun 2 bulan)}\end{aligned}$$

11.6.3. Break Event Point (BEP)

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

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - (0,7 \text{ SVC} - \text{VC})} \times 100 \%$$

A. Fixed Cost (FC)

1	Depresiasi	Rp	27.205.637.895
2	Pajak Kekayaan	Rp	1.360.281.895
3	Asuransi	Rp	1.904.394.653
	TOTAL FC	Rp	30.470.314.442

B. Semi Variabel Cost (SVC)

1	Buruh Pabrik Langsung	Rp	9.018.000.000
2	Plant Over head Cost	Rp	22.281.199.815
3	Supervisi	Rp	1.983.960.000
4	General Expenses	Rp	162.038.964.698
5	Laboratorium & Kontrol	Rp	1.713.420.000
6	Pemeliharaan & Perbaikan	Rp	21.764.510.316
7	Plant Supplies	Rp	46.249.584.421
	TOTAL SVC	Rp	265.049.639.250

C. Variabel Cost (VC)

1	Bahan Baku	Rp	345.803.602.070
2	Utilitas	Rp	5.446.665.708
3	Pengemasan	Rp	175.000.000
	TOTAL VC	Rp	351.425.267.778

D. Penjualan Produk (S)

1	TOTAL SELLING (S)	Rp	802.426.976.563
---	--------------------------	----	------------------------

$$\text{BEP} = \frac{(30.470.314.442) + (0.3 \times (265.049.639.250))}{(802.426.976.563) - (0.7 \times (265.049.639.250) - 351.425.267.778)} \times 100\%$$

$$\text{BEP} = 41,43 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Titik BEP terjadi pada kapasitas produksi} &= 41,43 \% \times 50.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 20.715 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

XI-8

Nilai BEP untuk pabrik Barium Karbonat berada diantara nilai 30 - 65%, sehingga nilai BEP diatas memadai.

Untuk produksi tahun pertama kapasitas pabrik 90 % dari kapasitas yang sesungguhnya, sehingga keuntungan adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \% \text{kapasitas})}{(100 - BEP)}$$

dimana :

PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

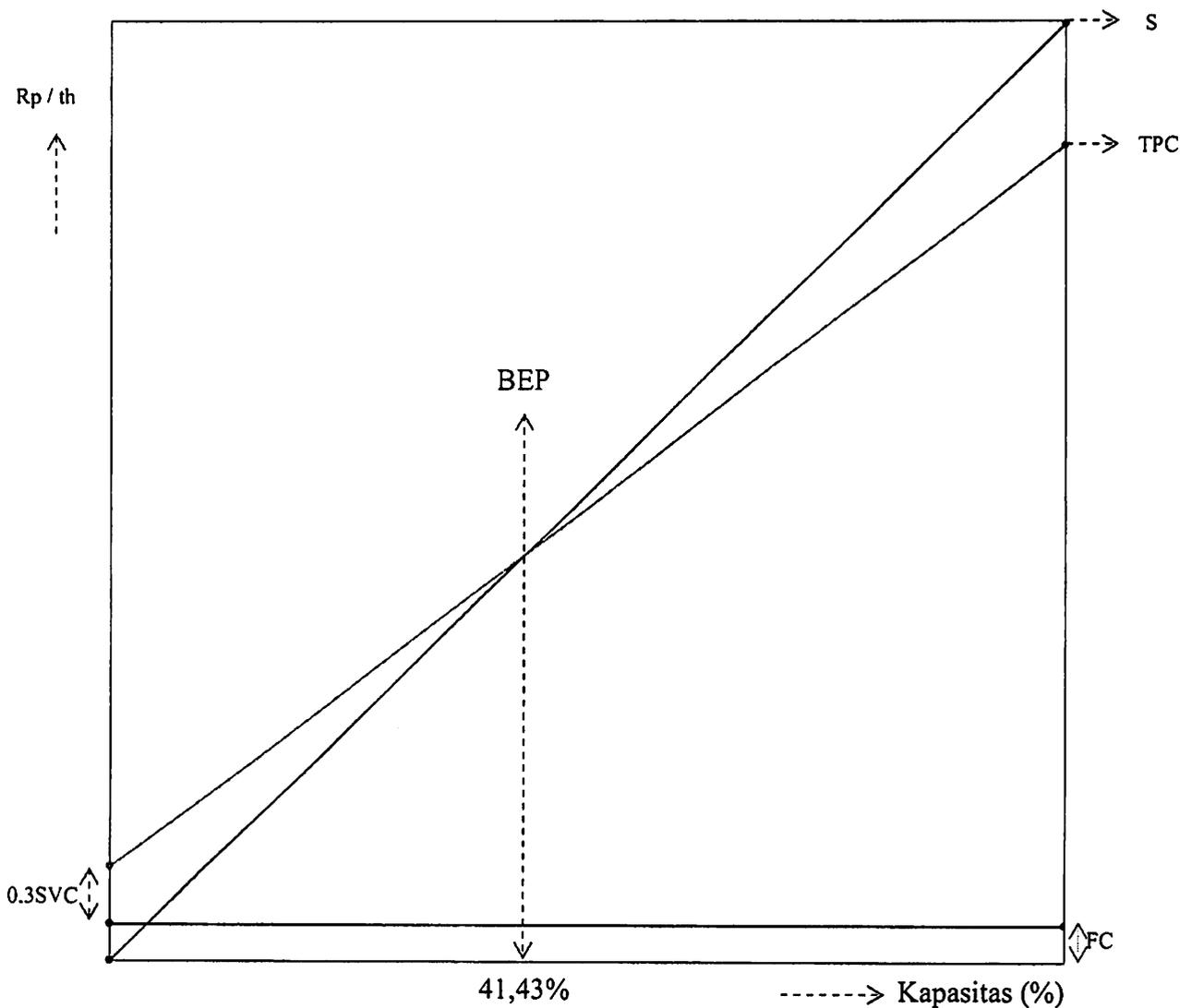
% kap = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{Rp 72.653.730.165} = \frac{(100 - 41.43) - (100 - 90)}{(100 - 41.43)}$$

$$PBi = Rp 60.248.953.178$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun pertama adalah :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{laba bersih tahun pertama} + \text{Depresiasi alat} \\ &= Rp 60.248.953.178 + Rp 27.205.637.895 \\ &= Rp 87.454.591.073 \end{aligned}$$



Gambar 11.6.1. Break Event Point Pra rencana Pabrik barium Karbonat

11.6.4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik masih boleh beroperasi.

$$\begin{aligned}
 \text{SDP} &= \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\
 &= \frac{(0,3 \times 265.049.639.250)}{802.426.976.563 - (0,7 \times 265.049.639.250) - 351.425.267.778} \times 100\%
 \end{aligned}$$

Titik Shut Down Point terjadi pada kapasitas = 29,95% x 50.000 ton/tahun
 = 14.976,4195 ton/th.

11.6.5. *Net Present Value* (NPV)

Motode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bers
 sekarang dengan nilai investasi sekarang.

Langkah – langkah menghitung NPV :

- a. Menghitung C_{A_0} (tahun ke-0) untuk masa konstruksi 2 tahun

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= 40 \% \times FCI \times (1 + i)^2 \\ &= 40 \% \times \text{Rp } 272.056.378.947 \times (1 + 0,19)^2 \\ &= \text{Rp } 154.103.615.291 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A-1} &= 60\% \times FCI \times (1 + i)^1 \\ &= 60\% \times \text{Rp } 272.056.378.947 \times (1 + 0,19)^1 \\ &= \text{Rp } 231.155.422.936 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A_0} &= -(C_{A-2} + C_{A-1}) \\ &= -(\text{Rp } 154.103.615.291 + \text{Rp } 231.155.422.936) \\ &= -\text{Rp } 3.852.590.382.227 \end{aligned}$$

- b. Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times Fd$$

dimana :

$$C_A = \text{Cash flow setelah pajak}$$

$$Fd = \text{faktor diskon} = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

$$n = \text{tahun ke-n} \quad i = \text{tingkat bunga bank}$$

Tabel 11.6.1. *Cash Flow* untuk NPV selama 10 tahun

Tahun	CA (Rp)	Fd (0.19)	NPV 1
0	-385.259.038.227	1	-385.259.038.227
1	87.454.591.073	0,840336	73.491.253.002
2	99.859.368.060	0,706165	70.517.172.558
3	99.859.368.060	0,593416	59.258.128.200
4	99.859.368.060	0,498669	49.796.746.387
5	99.859.368.060	0,419049	41.846.005.367
6	99.859.368.060	0,352142	35.164.710.393
7	99.859.368.060	0,295918	29.550.176.800
8	99.859.368.060	0,248671	24.832.081.345
9	99.859.368.060	0,208967	20.867.295.248
10	99.859.368.060	0,175602	17.535.542.225
WCI	46.249.584.421	0,175602	8.121.536.880
total			45.721.610.179

Karena NPV (+) maka pabrik Barium Karbonat layak untuk didirikan

11.6.6. Internal Rate Of Return (IRR)

Tabel 11.6.2. *Cash Flow* untuk IRR

Tahun	CA (Rp)	Fd (0.19)	NPV 1	Fd (0.24)	NPV 2
0	-385.259.038.227	1	-385.259.038.227	1	-385.259.038.227
1	87.454.591.073	0,840336	73.491.253.002	0,826446	72.276.521.548
2	99.859.368.060	0,706165	70.517.172.558	0,683013	68.205.292.029
3	99.859.368.060	0,593416	59.258.128.200	0,564474	56.368.009.942
4	99.859.368.060	0,498669	49.796.746.387	0,466507	46.585.132.183
5	99.859.368.060	0,419049	41.846.005.367	0,385543	38.500.109.242
6	99.859.368.060	0,352142	35.164.710.393	0,318631	31.818.272.101
7	99.859.368.060	0,295918	29.550.176.800	0,263331	26.296.092.645
8	99.859.368.060	0,248671	24.832.081.345	0,217629	21.732.307.971
9	99.859.368.060	0,208967	20.867.295.248	0,179859	17.960.585.100
10	99.859.368.060	0,175602	17.535.542.225	0,148644	14.843.458.761
WCI	46.249.584.421	0,175602	8.121.536.880	0,148644	6.874.706.023
total			45.721.610.179		16.201.449.319

XI-12

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= i_1 + \frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \times (i_2 - i_1) \\ &= 19\% + \frac{45.721.610.179}{45.721.610.179 - (16.201.449.319)} \times (21\% - 19\%) \\ &= 22\% \end{aligned}$$

Karena harga IRR lebih besar dari bunga bank (19 %), maka Pabrik Baarium Karbonat layak untuk didirikan

BAB XII

KESIMPULAN

Berdasarkan pemilihan proses, perhitungan analisa ekonomi, pemilihan lokasi serta pertimbangan lainnya, maka dapat disimpulkan bahwa pra rencana Pabrik Barium Karbonat ini cukup menguntungkan dan layak untuk didirikan dengan memperhitungkan beberapa aspek

12.1. Segi Sosial

Dari segi social pendirian pabrik Barium Karbonat sangat menguntungkan karena dapat menciptakan lapangan kerja baru dan juga akan meningkatkan pendapatan per kapita daerah

12.2. Segi Lokasi

Dari segi lokasi, penempatan pabrik Barium Karbonat di Gresik, Jawa Timur cukup menguntungkan karena:

- Dekat dengan pelabuhan, dimana berfungsi untuk mendatangkan bahan baku dari luar negeri maupun mengirim produk ke luar negeri
- Sarana transportasi darat yang cukup menunjang
- Tersedianya tenaga kerja yang memadai dan terampil serta berpendidikan tinggi
- Tersedianya utilitas yaitu air, listrik dan bahan bakar
- Dekat dengan daerah pemasaran
- Lokasi pabrik di kawasan industri sehingga tidak mengganggu penduduk sekitar

12.3. Segi Teknik

Dari segi teknik pembuatan Barium Karbonat dari Barium Sulfit dan gas CO₂ cukup menguntungkan karena prosesnya mudah dan hasil yang diperoleh cukup baik kualitasnya

12.4. Segi Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi sangat diperlukan dalam menentukan layak atau tidaknya suatu pabrik untuk didirikan. Setelah dilakukan perhitungan analisa ekonomi terhadap pra rencana pabrik Barium Karbonat layak untuk didirikan dengan berdasarkan dat-data sebagai berikut:

- Total Capital Investment (TCI) = Rp. 272.056.378.947
- Break Event point (BEP) = 41,43 %
- Pay ut Time (POT) = 3,188 tahun

XII-2

- Return of Investment sebelum pajak = 33 %
- Return of Investment setelah pajak = 23 %
- Internal Rate of Return = 22 %

DAFTAR PUSTAKA

- Brownell E.L, and E.H. Young, *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited, 1959.
- Brown, GG. *Unit Operation*. International Edition, John Wiley and Son Inc, New York, 1961.
- Coulson and Richardson. *Chemical Engineering 6*. Sixth Edition, Pergamon Press, Oxford, 1992
- Geankoplis, J Christie, *Transport Process and Unit Operation*. Third Edition. Prentice-Hall Inc, 1993
- Hougen, A Olaf. *Chemical Process Principles*. 2-nd Edition, John Wiley and Sons Inc, 1954
- Kern, D.Q. *Process Heat Transfer*. McGraw Hill Book Company, New York, 1950
- Kirk, R.E and Othmer, D.P. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 6-th Edition, John Wiley and Sons Inc, New York, 2012
- Peter and Timmerhaus. *Plant Design and Economic for Chemical Engineer*. 4-th Edition, Mc Graw-Hill Book Company, 1991
- Perry, Robert H, *Perry's Chemical Engineering Handbook*, 8-th Edition, Mc Graw-Hill Book Company, San Francisco, 2008
- Ulrich, Gael D. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons Inc, New York, 1984
- Vilbrandt and Dryden. *Chemical Engineering Plang Design*, 4-th Edition. McGraw-Hill Book Company, Kogakusha, 1980.