PRA RENCANA PABRIK

NATRIUM SULFAT DEKAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES MANNHEIM KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Disusun Oleh :

BAYU PRASETYO 05.14.009

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2012

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

NATRIUM SULFAT DEKAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES MANNHEIM KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR FURNACE

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

Petrus Jelau Gabur 99.14.209

Malang, 12 April 2012

Menyetujui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Jimmy,ST,MT.
NIP.Y. 1039900330

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Elvianto Dwi Daryono, ST,MT
NIP.Y. 1030000351

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama	:	BAYU PRASETYO
NIM	:	05.14.009
Jurusan/Program Studi	:	TEKNIK KIMIA
JudulSkripsi	:	PRA RENCANA PABRIK NATRIUM SULFAT DEKAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES MANNHEIM

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

Hari	:	Sabtu
Tanggal	:	18 Februari 2012
Nilai	:	B +

Ketua,

Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Sekretaris,

M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP Y 1030400400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,

Ir. Bambang Susila Hadi
NIP Y 1039000210

Penguji Kedua,

Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **BAYU PRASETYO**

NIM : **06.14.009**

Jurusan : Program studi : **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**

Fakultas : **Teknologi Industri**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

"PRA RENCANA PABRIK NATRIUM SULFAT DIKARBONAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES MANNHEIM"

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

Malang, Februari 2012

Terendah

BAYU PRASETYO

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: **BAYU PRASETYO**
NIM	: **05.14.009**
Jurusan / Program studi	: **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**
Fakultas	: **Teknologi Industri**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

"PRA RENCANA PABRIK NATRIUM SULFAT DEKAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES MANNHEIM"

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

Malang, Februari 2012

Tertanda

BAYU PRASETYO

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: **BAYU PRASETYO**
NIM	: **85140009**
Jurusan : Program studi	: **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**
Fakultas	: **Teknologi Industri**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

"PRA RENCANA PABRIK NATRIUM SULFAT DEKAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES MANNHEIM"

Adalah hasil karya sendiri dan bukan merupakan cuplikan serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang tidak disebutkan dari sumber asliny a

Malang, Februari 2012

Terhormat

BAYU PRASETYO

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi yang berjudul "PRA RENCANA PABRIK NATRIUM SULFAT DEKAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES MANNHEIM" tepat pada waktunya. Laporan Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan yang merupakan salah satu rangkaian tugas akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang, serta sebagai syarat kelulusan tingkat sarjana.

Dengan terselesaikannya laporan Skripsi ini juga penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Ir. Sidik Noertjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
2. Ir. Jimmy, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
3. Elvianto Dwi Daryono, ST, MT selaku Dosen Pembimbing
4. Ir. Jimmy, ST, MT selaku Dosen Penguji I
5. Ir. Bambang Susila Hadi selaku Dosen Penguji II
6. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat kami sebutkan satu per satu tanpa bermaksud untuk mengabaikan bantuan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan Skripsi ini. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan guna penyempurnaan penulisan Skripsi ini. Akhir kata, semoga laporan Skripsi ini dapat bermanfaat, baik bagi penulis, maupun bagi pembaca.

Malang, April 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

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

DAFTAR TABEL

Tabel 1.4.1.	Tabel Perkiraan Kebutuhan Natrium Sulfat Dekahidrat	3
Tabel 1.4.2.	Tabel Prosentase Kebutuhan Natrium Sulfat Dekahidrat	3
Tabel 2.2.1.	Tabel Seleksi Proses Natrium Sulfat Dekahidrat	13
Tabel 7.1.	Instrumentasi Pabrik Natrium Sulfat Dekahidrat.....	168
Tabel 7.2.3.1.	Alat-alat Keselamatan Kerja pada pabrik	175
Tabel 10.5.1.	Jadwal Kerja Karyawan	213
Tabel 10.7.1.	Rincihan Kebutuhan Tenaga Kerja	217
Tabel 10.9.1.	Daftar Gaji Karyawan Pabrik	222
Tabel D.1.	Kebutuhan Steam pada Peralatan	APP D – 2
Tabel D.2.	Kebutuhan Air Pendingin pada Peralatan	APP D – 7
Tabel D.3.	Kebutuhan Air Proses pada Peralatan	APP D – 8
Tabel D.4.	Kebutuhan Total Air	APP D – 8
Tabel D.5.	Pemakaian Listrik pada Peralatan Proses.....	APP D – 70
Tabel D.6.	Pemakaian Listrik pada Daerah Pengolahan Air	APP D – 71
Tabel D.7.	Pemakaian Listrik untuk Penerangan	APP D – 72
Tabel E.1.	Tabel Indeks Harga Alat	APP E – 2
Tabel E.2.	Harga Peralatan Proses	APP E – 4
Tabel E.3.	Harga Peralatan Utilitas	APP E – 6
Tabel E.4.	Daftar Gaji Pegawai	APP E– 7

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1.	Blok diagram proses pembuatan Natrium Sulfat Dekahidrat	II-2
Gambar 3.1.1	Blok diagram neraca massa.....	III-3
Gambar 9.1.1.	Peta Lokasi Pabrik Natrium Sulfat Dekahidrat.....	VII-7
Gambar 9.2.1.1	Tata Letak PabrikNatrium Sulfat Dekahidrat	VII-8
Gambar 9.2.2.1	Tata Letak Peralatan Pabrik Natrium Sulfat Dekahidrat	VII-10
Gambar 10.3.1.	Struktur Organisasi Pabrik Natrium Sulfat Dekahidrat	IX-5
Gambar 11.6.1.	*Break Event Point* Pabrik Natrium Sulfat Dekahidrat	XI-14
Gambar E.1.	Grafik Hubungan Indeks Harga Alat	APP E – 3

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menuju era globalisasi dengan ditandai dengan pasar bebas, Indonesia yang merupakan negara berkembang memilih industrialisasi sebagai jalur utama bagi usaha untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Salah satu bentuk industri yang banyak dibutuhkan diantaranya bahan-bahan kimia yang beraneka ragam. Dengan memanfaatkan sumber daya alam yang ada maka dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk industri kimia.

Natrium Sulfat Decahidrat dengan rumus molekul $Na_2SO_4.10H_2O$ disebut juga Glauber Salt, adalah sejenis kristal monoklinik, dan tak berwarna. Natrium sulfat decahidrat adalah salah satu bahan yang sangat diperlukan sebagai bahan pembuat kertas, deterjen, gelas dan lain – lain.

Karena kebutuhan natrium sulfat decahidrat saat ini mengalami peningkatan baik secara kualitatif maupun kuantitatif yang terjadi dalam industri maka untuk mengatasinya perlu didirikan lagi pabrik penghasil natrium sulfat decahidrat. Selain itu juga diharapkan akan menambah lapangan kerja baru sehingga pengangguran akan berkurang.

Dengan besarnya tingkat konsumsi dan pentingnya peranan Natrium sulfat dekahidrat, maka kita dapat mendirikan pabrik natrium sulfat dekahidrat untuk memenuhi kebutuhan didalam negeri Selain itu juga diharapkan akan menambah lapangan kerja baru sehingga pengangguran akan berkurang dan menambah devisa negara dengan mengekspor untuk memenuhi kebutuhan natrium sulfat dekahidrat untuk industri diluar negeri dan ikut untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

1.2. Sifat Bahan Baku Dan produk

1.2.1. Bahan Baku Utama

1.2.1.1. Natrium Klorida *)

Formula	: NaCl
Berat Molekul	: 58,5
Warna	: tidak berwarna atau putih
Bentuk	: kristal kubik

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri era globalisasi dengan dinamika arsyen pasar bebas, keberanian para manajemen negara berkembang memilih industrialisasi sebagai jalan mutlak yang wajib untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan untuk mencapai kesejahteraan dalam negeri. Salah satu bentuk industri yang bergerak diberikan dimasukan kemudahan-kemudahan yang bersaing negara. Tingkat mencari [illegible] dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk industri kimia.

Kimetron Sulfit Derivatives dengan merek produk NaSO$_3$ CH O dimana juga Dimana Sulfit adalah sejenis kristal monoklinik, ini sebagai Kimetron sulfit dimanfaatkan adalah salah satu bahan yang sangat dipermukan sebagai bahan pembuat bensin, detergen, pelis dan lain - lain.

Karena kebutuhan mentah sulfit dimanfaatkan saat ini mengalami peningkatan lalu secara kualitasnya maupun kuantitasnya yang cukup dalam industri maka untuk mengupayakan pada didirikan lagi pabrik produksi natrium sulfit dimanfaatkan. Maka ini juga dimanfaatkan dalam memenuhi kebutuhan kita bisa sebagai pengunggunan dan kebutuhan.

Dengan bertambah dalam bertumbuh dan pertingkat pertumbuhan Kimetron sulfit dalamnya maka dapat mendirikan pabrik natrium sulfit dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Sebab ini juga dilangkah dan mengambil kebutuhan sebagai pengunggunan kita bisa sebagai pengunggunan dan berkurang dan mencukupi dalam negara dengan mengekspor untuk memenuhi kebutuhan natrium sulfit dimanfaatkan untuk industri dalam negeri dan dan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

1.2. Sifat Bahan Baku Dan produk

1.2.1. Bahan Baku Utama

1.2.1.1. Natrium Klorida *)

Formula	: NaCl
Berat Molekul	: 58,5
Warna	: tidak berwarna atau putih
Bentuk	: kristal padat

Melting Point : 801°C

Boiling Point : 1465°C

Kelarutan dalam air : 35,9 gr/100 gr H_2O (25°C)

1.2.2.1 Asam Sulfat *)

Formula : H_2SO_4

Berat Molekul : 98

Warna : tidak berwarna

Bentuk : larutan pekat

Spesific Gravity : 1,834

Melting Point : 10 °C

Boiling Point : 337 °C Pemba

Solubility, cold water : larut

1.2.2. Bahan Baku Pembantu

1.2.2.1. Natrium Hidroksida *)

Formula : NaOH

Berat Molekul : 40

Warna : tidak berwarna atau putih

Bentuk : cair

Spesific Gravity : 2,130

Melting Point : 318,4°C

Boiling Point : 1390°C

Kelarutan dalam air : 42 gr/100 gr H_2O (25°C)

1.2.3. Produk

1.2.3.1. Natrium Sulfa *)

Formula : Na_2SO_4

Berat Molekul : 142

Warna : tidak berwarna / putih

Bentuk : kristal

Spesific Gravity : 2,698

Melting Point : 884 °C

Kelarutan dalam air : 19,4 gr/100 gr H_2O (25°C)

Melting Point : [illegible]°C

Boiling Point : [illegible]°C

Solubility in water : 15.9 gr/100 gr H_2O ; (17°C)

1.2.2.1 Asam Sulfat [illegible])

Formula : H_2SO_4

Berat Molekul : [illegible]

Warna : tidak berwarna

Bentuk : [illegible] padat

Spesific Gravity : [illegible]

Melting Point : [illegible]°C

Boiling Point : [illegible]°C [illegible]

Solubility in water : larut

1.2.2 Bahan Baku Pembantu

1.2.2.1 Natrium Hidroksida [illegible])

Formula : NaOH

Berat Molekul : 40

Warna : tidak berwarna [illegible] padat

Bentuk : [illegible]

Spesific Gravity : [illegible]

Melting Point : [illegible]°C

Boiling Point : [illegible]°C

Solubility in water : 42 gr/100 gr H_2O (25°C)

1.2.3. Produk

1.2.3.1 Natrium Sulfat [illegible])

Formula : Na_2SO_4

Berat Molekul : 142

Warna : tidak berwarna [illegible] padat

Bentuk : [illegible]

Spesific Gravity : [illegible]

Melting Point : [illegible]°C

Solubility in water : [illegible] gr/100 gr H_2O (25°C)

1.2.3.2 Natrium Sulfat Decahidrat *)

Formula	: $Na_2SO_4 . 10 H_2O$
Berat Molekul	: 322
Warna	: tidak berwarna / putih
Bentuk	: kristal monoklinik
Spesific Gravity	: 1,464
Melting Point	: 32,4 °C

*) Perry, Chemical Engineers Handbook, 5th ed

1.3. Kegunaan

Natrium sulfat decahidrat banyak digunakan pada industri – industri kimia, karena sifat inertnya pada suhu rendah dan sifat reaktifnya pada suhu tinggi.

Adapun kegunaannya adalah sebagai berikut :

1. Industri kertas craft
2. Industri deterjen
3. Industri gelas
4. Industri textile

1.4 Perkiraan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi suatu pabrik perlu direncanakan terlebih dahulu dalam mendirikan pabrik, hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi permintaan baik dalam negeri serta mengurangi laju impor natrium sulfat decahidrat dalam negeri. Pabrik natrium sulfat decahidrat direncanakan didirikan pada tahun 2015 dengan peluang kapasitas yang ditujukan untuk menutupi nilai impor dari luar negeri. Untuk menghitung kapasitas menggunakan rumus :

$$X = X_0 (1+i)^n$$

Dimana : X = peluang kapasitas pada tahun yang diinginkan

X_0 = data terakhir

i = tingkat kebutuhan

n = selisih tahun 2010 dan 2015 (5 tahun)

[illegible]

Tabel 1.4.1 Nilai impor natrium sulfat decahidrat di Indonesia (Sumber : BPS)

Tahun	Jumlah (ton)	Kenaikan (%)
2002	1.220,554	-
2003	1.955,675	60,2285 %
2004	2.356,982	20,5201 %
2005	2.308,561	-2,0544 %
2006	2.269,575	-1,6888 %
2007	3.253,081	43,3344 %
2008	5.075,684	56,0270 %
2009	8.854,457	74,4485 %
2010	6.985,109	-21,1119 %
2011	8.845,508	26,6338 %
Rata-Rata		25,6337%

Dari data pada table 1.4.1. didapatkan rata-rata persen kenaikan import natrium sulfat decahidrat sebesar 25,6337 % Sehingga besarnya import pada tahun 2016 diperkirakan :

$$X_1 = X_0 (1+i)^n$$

$$X_1 = 8.845,508 (1+0,2563)^5$$

$$X_1 = 27.685,597 \text{ ton}$$

Tabel. 1.4.2. Data eksport di Indonesia (Sumber : BPS)

Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan(%)
2002	4.265,048	-
2003	3.255,586	-23,6682 %
2004	2.460,962	-24,4080 %
2005	2.670,579	8,5177 %
2006	3.671,258	37,4705 %
2007	2.925,693	-20,3082 %
2008	4.604,890	57,3948 %
2009	3.507,169	-23,8382 %
2010	4.637,803	32,2378 %

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

2011	5.509,318	18,7915 %
Rata-Rata		6,2190 %

Dari data pada table 1.4.2. didapatkan rata-rata persen kenaikan eksport natrium sulfat decahidrat sebesar 6,2190 %. Sehingga besarnya ekspor pada tahun 2016 diperkirakan :

$$X_2 = X_0 (1+i)^n$$

$$X_2 = 5.509,318 (1+(0,6219))^5$$

$$X_2 = 6.226,297 \text{ ton/tahun}$$

Tabel. 1.4.3. Data Produksi di Indonesia (Sumber : BPS)

Tahun	Produksi (ton)	Kenaikan (%)
2002	4.206,816	-
2003	4.681,370	11,2806 %
2004	6.357,058	35,7948 %
2005	10.354,420	62,8807 %
2006	6.108,027	-41,0104 %
2007	5.620,921	-7,9749 %
2008	5.340,289	-4,9926 %
2009	6.216,503	16,4076 %
2010	7.902,354	27,1190 %
2011	12.658,648	60,1883 %
Rata-Rata		15,9693 %

Dari data pada table 1.4.3. didapatkan rata-rata persen kenaikan produksi natrium sulfat decahidrat sebesar 15,9693%. Sehingga besarnya produksi pada tahun 2016 diperkirakan :

$$X_3 = X_0 (1+i)^n$$

$$X_3 = 12.658,648 (1+0,1596)^5$$

$$X_3 = 26.552,331 \text{ ton/tahun}$$

2010	5.890.318	10.375.[illegible]
Rata-rata		6,2[illegible]%

Dari data pada tabel 1.4.2. diperoleh rata-rata jumlah produksi dengan tingkat kesalahan sebesar 6,21% sehingga ramalan jumlah produksi tahun 2010 dapat dihitung :

$X_0 = X_{n-1}(1-r)$

$X_0 = 5.890.318 (1-(0,6215))$

$X_0 = 4.[illegible]$ ton-bahan

Tabel 1.4.2. Data Produksi di Indonesia (Sumber : [illegible])

Tahun	Produksi (ton)	Kesalahan (%)
2002	4.206.810	-
2003	4.[illegible]	11,[illegible]%
2004	6.[illegible]	[illegible]%
2005	10.[illegible]	[illegible]
2006	6.108.027	-41,[illegible]%
2007	5.[illegible]	-7,[illegible]%
2008	5.340.389	-4,[illegible]%
2009	6.210.363	16,[illegible]%
2010	7.402.334	17,[illegible]%
2011	12.[illegible]	[illegible]%
Rata-rata		12,[illegible]%

Dari data pada tabel 1.4.3. diperoleh rata-rata jumlah produksi tahun sebesar 12,[illegible]% sehingga ramalan produksi pada tahun 2010 diperoleh :

$X_0 = X_{n-1}(1-r)$

$X_0 = 12.[illegible](1-0,12[illegible])$

$X_0 = 20.[illegible]$ ton-bahan

Tabel. 1.4.4. Data konsumsi di Indonesia (Sumber : BPS)

Tahun	Konsumsi (ton)	Kenaikan (%)
2002	1.162,322	-
2003	3.581,459	84,9225 %
2004	6.253,078	59,7997 %
2005	9.992,402	-52,9008 %
2006	4.706,344	26,3892 %
2007	5.948,309	-2,3070 %
2008	5.811,083	98,9955 %
2009	11.563,791	-11,3642 %
2010	10.249,660	56,0524 %
2011	15.994,838	190,9227 %
Rata-Rata		45,0510 %

Dari data pada table 1.4.4. didapatkan rata-rata persen kenaikan komsumsi natrium sulfat decahidrat sebesar 45,0510 %. Sehingga besarnya konsumsi tahun 2016 diperkirakan :

$$X_4 = X_0\,(1+i)^n$$

$$X_4 = 15.994,838\,(1+0,4505)^5$$

$$X_4 = 102.703,089 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan data diatas, maka diperkirakan kapasitas produksi pabrik natrium sulfat decahidrat pada tahun 2016 adalah

Kapasitas = (Ekspor + Konsumsi) – (Impor + Produksi)

Kapasitas $= (X_4 + X_1) - (X_2 + X_3)$

$= (6.226,297 + 27.685,597) - (23.774,040 + 26.552,331)$

$= 54.691,459$ ton/tahun

Jadi berdasarkan data diatas, maka pabrik natrium sulfat decahidrat yang akan didirikan pada tahun 2016 adalah mempunyai kapasitas 54.691,459 ton/tahun. Pada perancangan pabrik natrium sulfat decahidrat ini di ambil kapasitas produksi sebesar 50.000 ton/tahun.

Larutan hasil filtrasi kemudian di pompa menuju ke tangki kristaliser bersama – sama dengan larutan dari tangki pengencer untuk dikristalkan hingga terbentuk garam Glauber ($Na_2SO_4 10H_2O$).

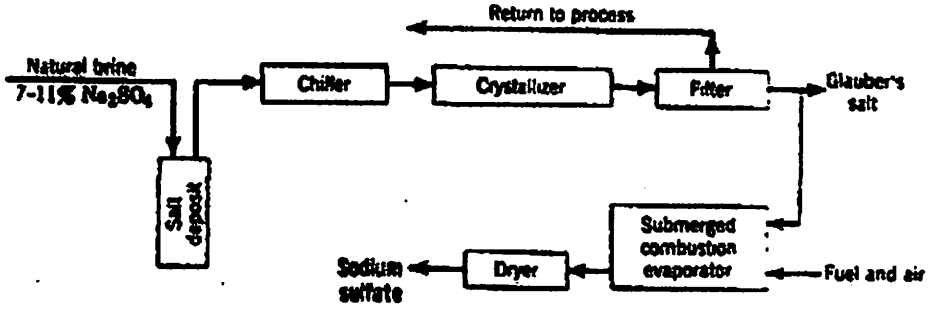
Reaksi yang terjadi :

$$2\,NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow 2\,HCl + Na_2SO_4$$

Konversi : 98 %

2.1.2. Natrium sulfat dari Natural Brine

From Natural Brines



Pertama – tama, natural brine yang mengandung 7 – 11 % Na_2SO_4 dan beberapa NaCl dan $MgSO_4$, dijenuhkan bersamaan dengan NaCl di tangki pengendap garam untuk menurunkan kelarutan natrium sulfat yang terkandung pada brine. Brine yang telah jenuh dan kaya garam kemudian dipompa menuju ke pendingin untuk di dinginkan sampai suhu 15 – 20 °F dalam ammonia – cooled coil dan kemudian diumpankan ke tangki kristaliser. Kristal yang terbentuk (Glauber salt) kemudian disaring. Mother liquor yang diperoleh dikembalikan ke proses awal sedangkan kristal yang tersaring diumpankan ke Submerged Combustion evaporator, dimana kristal tersebut dilelehkan dan semua air yang terkandung dipisahkan dengan jalan evaporasi. Produk yang terbentuk berupa garam basah kemudian di keringkan dalam rotary kiln.

Reaksi yang terjadi :

$$Na_2SO_4 + 10\,H_2O \longrightarrow Na_2SO_4\,10H_2O$$

$$Na_2SO_4\,10H_2O \longrightarrow Na_2SO_4 + 10\,H_2O$$

Lumpen hat höhere Konzentration in Pumpe [illegible] Kristallisator [illegible] – [illegible] Lösung – Lösung der Lauge [illegible] und [illegible] Kristallisation [illegible] Kristallisator [illegible] $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$.

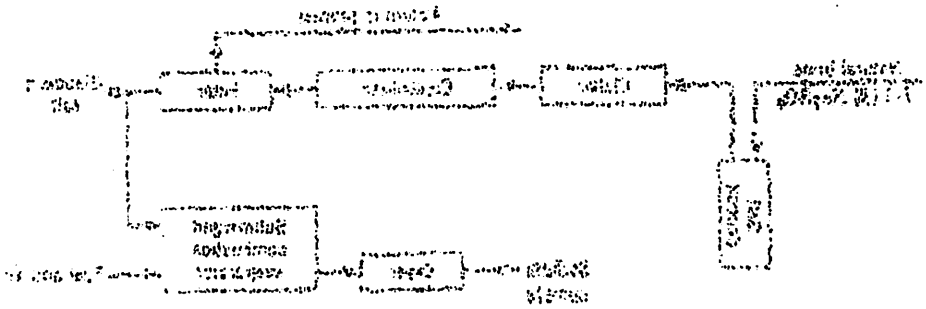
Reaktion verläuft:

$$2\,NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$$

[illegible]

3.1.2. Nutzung [illegible] der Natural Motion

Prozess Natural Motion



Prozesse – [illegible] Natural Motion [illegible] Gewinnung von [illegible] Na_2SO_4 der Industrie [illegible] $NaCl$ aus Na_2SO_4 [illegible] Kristallisation [illegible] Pumpen [illegible] Natural Motion [illegible] Lösung [illegible] Fehler [illegible] Lauge [illegible] Pumpen [illegible] [illegible] 10 – 20 °F [illegible] – [illegible] und [illegible] Transportation [illegible] Natural [illegible] Kristallisation [illegible] Mutterlauge [illegible] Pumpe [illegible] Kristallisation [illegible] Natural [illegible] Kristallisator [illegible] Kristallisation [illegible] Produkt [illegible] Natural [illegible] [illegible] Reaktion [illegible]

Reaktion [illegible]:

$$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O \longrightarrow Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$$

$$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O \longrightarrow Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$$

2.2. Seleksi Proses

Parameter	Nama Proses	
	Mannheim	**Natural brines**
Bahan Baku	Garam (mudah di dapat)	Natural brine (sulit di dapat)
Bahan Pembantu	H_2SO_4	-
Suhu Reaksi	843 ^{o} C	15 – 20 ^{o}C
Peralatan Proses	Sedikit	Banyak
Yields Produk	95 %	-

Dari tinjauan proses pembuatan natrium sulfat diatas maka dapat kami tarik kesimpulan bahwa proses yang dipilih adalah proses pembuatan natrium sulfat dari garam dengan proses Mannheim dengan faktor pertimbangan :

a. Alat yang digunakan relative lebih sedikit.

b. bahab baku yang digunakan mudah di dapat

c. Yield yang lebih tinggi

2.3. Uraian Proses

Pada pra rencana pabrik natrium sulfat decahidrat ini dapat dibagi menjadi 4 unit proses, dengan pembagian :

1. Persiapan Bahan Baku

2. Tahapan Reaksi

3. Pemisahan dan Pemurnian

4. Pengemasan Produk

1. Tahap persiapan

Pertama-tama, NaCl dari gudang diumpankan pada ball mill dengan belt conveyor untuk dihaluskan sampai dengan 200 mesh. Dari ball mill NaCl di saring dengan screening untuk untuk mendapatkan ukuran yang kita inginkan , garam kemudian diumpankan pada silo dengan screw conveyor dan bucket elevator. Dari silo garam diumpankan pada Mannheim furnace dengan screw conveyor. Secara bersamaan asam sulfat dipompa dari tangki pengencer menuju ke Mannheim furnace.

2. Tahap reaksi

Pada Mannheim furnace terjadi reaksi antara NaCl dan H_2SO_4 membentuk Na_2SO_4 dan gas HCl pada suhu 843°C. Reaksi yang terjadi

$$2\,NaCl_{(s)} + H_2SO_{4\,(l)} \longrightarrow Na_2SO_{4\,(l)} + 2\,HCl_{(g)}$$

3. Tahap pemisahan dan pemurniaan

Produk utama berupa natrium sulfat keluar pada nozzle bagian bawah menuju ke rotary cooler dengan screw conveyor untuk didinginkan sampai dengan suhu 40°C. Produk atas merupakan produk samping HCl, dikeluarkan pada nozzle bagian atas menuju ke silica tower untuk dijadikan produk samping.

Pada rotary cooler, produk didinginkan dengan bantuan udara bebas secara counter-current yang dihembuskan dari blower. Udara dan padatan yang terikut, dipisahkan pada cyclone dimana udara dibuang ke udara bebas, sedangkan padatan terpisah diumpankan ke silo dengan belt conveyor dan bucket elevator.

Dari silo natrium sulfat kemudian diumpankan pada neutrallizer untuk netralisasi H_2SO_4 dengan bantuan Na_2CO_3 yang diumpankan dari silo.

$$H_2SO_{4\,(l)} + Na_2CO_{3\,(s)} \longrightarrow Na_2SO_{4\,(Aq)} + H_2CO_{3\,(s)}$$

Produk neutrallizer kemudian dipompa menuju ke rotary drum vacuum filter. Pada rotary drum vacuum filter terjadi pemisahan cake dan filtrat dengan bantuan tekanan vacuum. Cake berupa impuritis, dibuang ke pengolahan limbah padat, sedangkan filtrat berupa natrium sulfat ditampung pada tangki untuk dipompa menuju ke crystallizer.

Pada crystallizer terjadi proses kristalisasi Na_2SO_4 menjadi Na_2SO_4 . 10 H_2O pada suhu 40°C. Reaksi yang terjadi :

$$Na_2SO_{4\,(Aq)} + 10\,H_2O_{(l)} \longrightarrow Na_2SO_4.10\,H_2O_{(l)}$$

Produk campuran kristal dan mother liquor kemudian diumpankan pada rotary drum vacuum filter untuk pemisahan cake dan filtrat. Filtrat berupa larutan impuritis dibuang ke pengolahan limbah cair sedangkan cake berupa natrium sulfat decahidrat dimasukkan pada tangki penampung dengan screw conveyor dan bucket elevator sebagai produk akhir.

4. Tahap pengemasan

Produk natrium sulfat decahidrat dikemas dan siap didistribusikan

BAB III

NERACA MASSA

1. BALL MILL (S-113)

Masuk		Keluar	
Dari belt conveyor (Kg/jam):		**Ke screen (Kg/jam):**	
NaCl	= 2527,8189	NaCl	= 3033,3827
$MgSO_4$	= 18,7932	$MgSO_4$	= 22,5518
Fe_2O_3	= 0,2647	Fe_2O_3	= 0,3176
H_2O	= 100,0540	H_2O	= 120,0648
Recycle dari screen (Kg/jam):			
NaCl	= 505,5638		
$MgSO_4$	= 3,7586		
Fe_2O_3	= 0,0529		
H_2O	= 20,0108		
Total	**= 3176,3169**	**Total**	**= 3176,3169**

2. SCREEN (S-114)

Masuk		Keluar	
Dari Ball Mill (Kg/jam) :		**Ke Bin (Kg/jam) :**	
NaCl	= 3033,3827	NaCl	= 2527,8189
$MgSO_4$	= 22,5518	$MgSO_4$	= 18,7932
Fe_2O_3	= 0,3176	Fe_2O_3	= 0,2647
H_2O	= 120,0648	H_2O	= 100,0540
		Recycle ke Ball Mill (Kg/jam) :	
		NaCl	= 505,5638
		$MgSO_4$	= 3,7586
		Fe_2O_3	= 0,0529
		H_2O	= 20,0108
Total	**= 3176,3169**	**Total**	**= 3176,3169**

[illegible]

[illegible]

[illegible]		[illegible]	
[illegible]		[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

[illegible]		[illegible]	
[illegible]		[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]			
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

3. FURNACE (B - 110)

Masuk		Keluar	
***Garam (Kg/jam) :**		*** Produk Salt Cake (Kg/jam) :**	
NaCl	= 2527,8189	Na_2SO_4	= 3006,5921
MgSO	= 18,7932	Fe_2O_3	= 0,2595
Fe_2O_3	= 0,2647	NaCl	= 50,5563
H_2O	= 100,0540	$MgSO_4$	= 18,7932
***H_2SO_4 (Kg/jam)**		***Produk Gas (Kg/jam) :**	
H_2SO_4	= 2223,1843	HCl	= 1545,6424
H_2O	= 92,6327	SO_3	= 118,5698
		H_2O	= 219,3666
		H_2SO_4	= 2,9547
		$Fe_2(SO_4)_3$	= 0,0130
Total	= 4962.747758	**Total**	= 4962.747758

4. ROTARY COOLER (E-122)

Masuk	kg/jam	Keluar	kg/jam
* Produk Salt Cake		* Produk bawah ke neutrallizer	
Na_2SO_4	= 3006,5921	Na_2SO_4	= 3003,5855
$MgSO_4$	= 18,7932	$MgSO_4$	= 18,7744
Fe_2O_3	= 0,2595	Fe_2O_3	= 0,2592
NaCl	= 50,5563	NaCl	= 50,5058
		* Produk atas ke cyclone	
		Na_2SO_4	= 3.0066
		$MgSO_4$	= 0.0188
		Fe_2O_3	= 0.0003
		NaCl	= 0.0506
Total	= 3076.2012	Total	= 3076.2012

3. SUBMACE (B - 110)

Mixture		Solution	
*Charge (Kg/jam) :		* Produk Salt Cake (Kg/jam) :	
$NaCl$	= 2727,8184	Na_2SO_4	= 3004,5921
$AlpO_3$	= 18,7722	Fe_2O_3	= 0,1595
Fe_2O_3	= 0,2945	$NaCl$	= 30,5058
H_2O	= 1100,0000	Al_2SO_3	= 18,7722
*H_2SO_4 (Kg/jam)		* Produk Gas (Kg/jam) :	
H_2SO_4	= 1727,8184	HCl	= 1864,0012
HCl	= 92,0127	N_2	= 118,5094
		H_2	= 21,7666
		H_2O	= 2,9747
		$Fe_2(SO_4)_3$	= 0,0159
Total	= 4900,7728	Total	= 4900,7728

4. MOTARA COOLER (E-122)

Masuk		Keluar		Selisih
* Produk Salt Cake		* Produk Sesuai Spesifikasi		
Na_2SO_4	= 3004,5921	Na_2SO_4	=	3004,5921
Al_2O_3	= 18,7722	Al_2SO_3	=	18,7722
Fe_2O_3	= 0,1595	Fe_2O_3	=	0,1595
$NaCl$	= 30,5058	$NaCl$	=	30,5058
		* Produk gas ke cyclone		
		Na_2SO_4	=	0,0000
		Al_2SO_3	=	0,0000
		Fe_2O_3	=	0,0000
		$NaCl$	=	0,0000
Total	= 3054,0297	Total	=	3054,0297

5. CYCLONE (H-127)

Masuk	kg/jam	Keluar	kg/jam
* Campuran bahan		* Produk bawah	
Na_2SO_4	= 3,0066	Na_2SO_4	= 2,9765
$MgSO_4$	= 0,0188	$MgSO_4$	= 0,0186
Fe_2O_3	= 0,0003	Fe_2O_3	= 0,0003
NaCl	= 0,0506	NaCl	= 0,0501
		* Produk atas ke udara bebas	
		Na_2SO_4	= 0,0301
		$MgSO_4$	= 0,0002
		Fe_2O_3	= 0,000003
		NaCl	= 0,0005
Total	= 3,0762	Total	= 3,0762

6. SILO (F-125)

Masuk	kg/jam	Keluar	kg/jam
* Salt cake dari RC		* Salt cake ke Neutrallizer	
Na_2SO_4	= 3003,5855	Na_2SO_4	= 3006,5620
$MgSO_4$	= 18,7744	$MgSO_4$	= 18,7930
Fe_2O_3	= 0,2592	Fe_2O_3	= 0,2595
NaCl	= 50,5058	NaCl	= 50,5559
* Salt cake dari Cyclone			
Na_2SO_4	= 2,9765		
$MgSO_4$	= 0,0186		
Fe_2O_3	= 0,0003		
NaCl	= 0,0501		
Total	= 3076,1704	Total	= 3076,1704

7. NEUTRALLIZER (R-120)

Masuk	kg/jam	Keluar	kg/jam
* Salt Cake		* Campuran produk	
Na_2SO_4	= 3006,5620	Na_2SO_4	= 60,5671
$MgSO_4$	= 18,7930	$MgSO_4$	= 0,3759
Fe_2O_3	= 0,2595	Fe_2O_3	= 0,2595
NaCl	= 50,5559	H_2O	= 479,9893

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]		
[illegible]	[illegible]		
[illegible]	[illegible]		
[illegible]	[illegible]		
[illegible]	[illegible]		
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

* larutan NaOH			$Na_2SO_4,10H_2O$	=	6729,7741
NaOH	=	12,8920	$Mg(OH)_2$	=	8,9016
H_2O	=	19,3380	NaOH	=	0,6139
* Air proses			NaCl	=	50,5559
H_2O	=	4222,6368			
Total	=	7331,0373	Total	=	7331,0373

8. CLARIFIER (H-129)

masuk		kg/jam	keluar		kg/jam
* aliran masuk Clarifier			* menuju kristallizer		
Na_2SO_4	=	60,5671	$Na_2SO_4.7H_2O$	=	6662,4763
$MgSO_4$	=	0,3759	H_2O	=	475,1894
Fe_2O_3	=	0,2595	NaOH	=	0,6078
H_2O	=	479,9893	NaCl	=	50,0503
$Na_2SO_4.10H_2O$	=	6729,7741			
$Mg(OH)_2$	=	8,9016	* menuju ke tangki penampung		
NaOH	=	,6139	Na_2SO_4	=	60,5671
NaCl	=	50,5559	$MgSO_4$	=	0,3759
			Fe_2O_3	=	0,2595
			$Mg(OH)_2$	=	8,9016
			$Na2SO_4,10H_2O$	=	67,2977
			H_2O	=	4,7999
			NaOH	=	0,0061
			NaCl	=	0,5056
Total	=	7331,0373	Total	=	7331,0373

9. CRISTALLIZER (S-130)

Masuk		kg/jam	Keluar		kg/jam
			* kristal		
$Na_2SO_4.10H_2O$	=	6662,4763	$Na_2SO_4.10H_2O$	=	6329,3525
H_2O	=	475,1894	NaCl	=	47,5478
NaOH	=	0,6078	* larutan		
NaCl	=	50,0503	NaOH	=	0,6078
			H_2O	=	475,1894

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

		$Na_2SO_4.10H_2O$	= 333,1238
		NaCl	= 2,5025
Total	= 7188,3238	Total	= 7188,3238

10. CENTRIFUGE (S-131)

Masuk	kg/jam	Keluar	kg/jam
* Campuran kristal		*Kristal ke screen	
$Na_2SO_4.10H_2O$	= 6662,4763	$Na_2SO_4.10H_2O$	= 6266,0590
H_2O	= 475,1894	NaCl	= 47,0723
NaOH	= 0,6078		
NaCl	= 50,0503		
		*Larutan ke tangki penampung	
		$Na_2SO_4.10H_2O$	= 396,4173
		H_2O	= 475,1894
		NaOH	= 0,6078
		NaCl	= 2,9780
Total	= 7188,3238	Total	= 7188,3238

11. SCREEN (S-136)

Masuk	kg/jam	Keluar	kg/jam
* Campuran kristal		*produk utama	
Na2SO4.10H2O	7519,2708	Na2SO4.10H2O	= 6266,0590
NaCl	56,4868	NaCl	= 47,0723
		*recycle	
		Na2SO4.10H2O	= 1253,2118
		NaCl	= 9,4145
Total	= 7575,7576	Total	= 7575,7576

[illegible]	= [illegible]	[illegible]	= [illegible]
		[illegible]	= [illegible]
		[illegible]	= [illegible]
		[illegible]	= [illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	= [illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	= [illegible]
[illegible]		[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

11' [illegible]

[illegible]	= [illegible]	[illegible]	= [illegible]
		[illegible]	= [illegible]
		[illegible]	= [illegible]
		[illegible]	= [illegible]
		[illegible]	= [illegible]
[illegible]	= [illegible]		
[illegible]	= [illegible]		
[illegible]	= [illegible]	[illegible]	= [illegible]
[illegible]	= [illegible]	[illegible]	= [illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

12' [illegible]

[illegible]	= [illegible]	[illegible]	= [illegible]
		[illegible]	= [illegible]
		[illegible]	= [illegible]

BAB IV

NERACA PANAS

Kapasitas produksi : $50000 \frac{ton}{tahun}$ Natrium Sulfat Decahidrat 99,25 %

: $50000 \frac{ton}{tahun} \times 1000 \frac{kg}{ton} \times \frac{1\ tahun}{330\ hari} \times \frac{1\ hari}{24\ jam}$

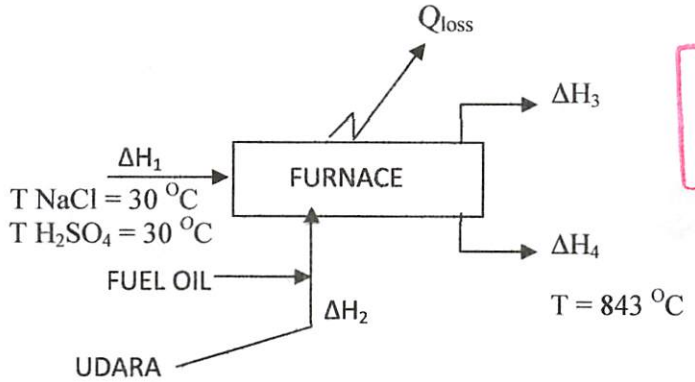
: $6313{,}131 \frac{kg}{jam}$

Waktu produksi : $330 \frac{hari}{tahun}$; $24 \frac{jam}{hari}$

Satuan operasi : kcal

Suhu referensi : 25 °C

1. FURNACE (B-110)



Neraca energi total :

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

Dimana :

ΔH_1 : panas yang terkandung dalam bahan masuk furnace

ΔH_2 : panas yang terkandung dalam bahan bakar dan udara masuk furnace

ΔH_3 : panas yang terkandung dalam gas bahan keluar furnace

ΔH_4 : panas yang terkandung dalam bahan keluar furnace

[illegible]

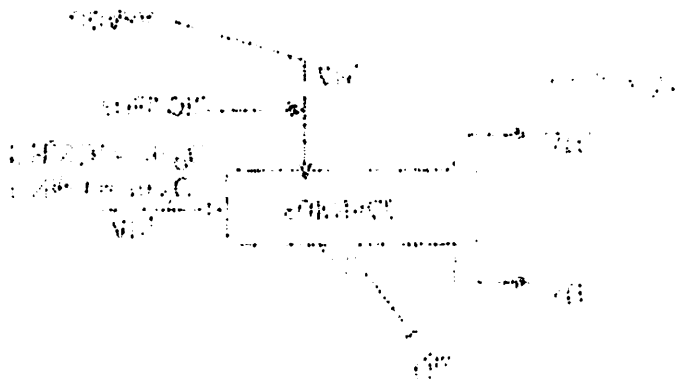
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



[illegible]

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
	[illegible]
	[illegible]
[illegible]	[illegible]

[illegible]

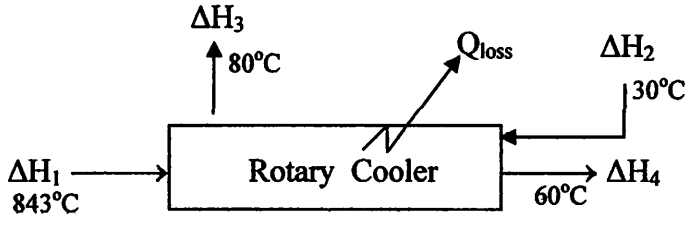
ΔH_R : total panas reaksi

Q_{loss} : panas yang hilang (lolos)

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	16594,1174	ΔH_3	398494,5523
ΔH_2	1371549,3001	ΔH_4	482700,5768
		ΔH_R =	437541,1175
		Qloss	69407,17088
	1388143,418		1388143,418

2. ROTARY COOLER (E-122)

Fungsi : Mendinginkan salt cake dengan bantuan udara bebas.



Kondisi operasi :

Tekanan operasi = 1 atm

Suhu bahan masuk = 843°C

Suhu bahan keluar = 60°C

Suhu udara masuk = 30°C

Neraca energi total :

$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Qloss$

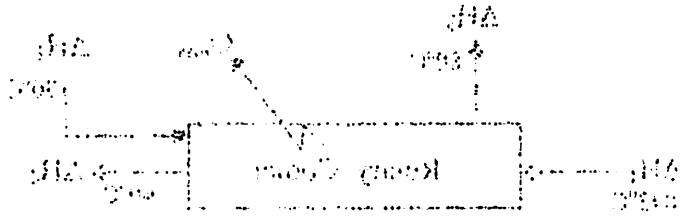
ΔH_R : total power needed

Table : power being filling (kW)

Actual (kJ/kmol)		Xenon-adjusted	
ΔH_1	[illegible]	ΔH_1	[illegible]
ΔH_2	[illegible]	ΔH_2	[illegible]
		ΔH_3	[illegible]
		ΔH_4	[illegible]
[illegible]		[illegible]	

3. REQUIRED COOLING (1-12)

Image : ΔH_3 indicating as soft cake-dunnon amount above boiling



Known quantities :

Volumen reactor = 1 atm

Inlet boiling mixture = [illegible]°C

Inlet boiling before = [illegible]°C

Inlet water temp = [illegible]°C

Heating energy total :

$\Delta H_R = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$

Dimana :

ΔH_1 : panas yang terkandung dalam bahan masuk

ΔH_2 : panas yang terkandung pada udara masuk

ΔH_3 : panas yang terkandung dalam bahan keluar

ΔH_4 : panas yang terkandung pada produk keluar

Q_{loss} : panas yang hilang (lolos)

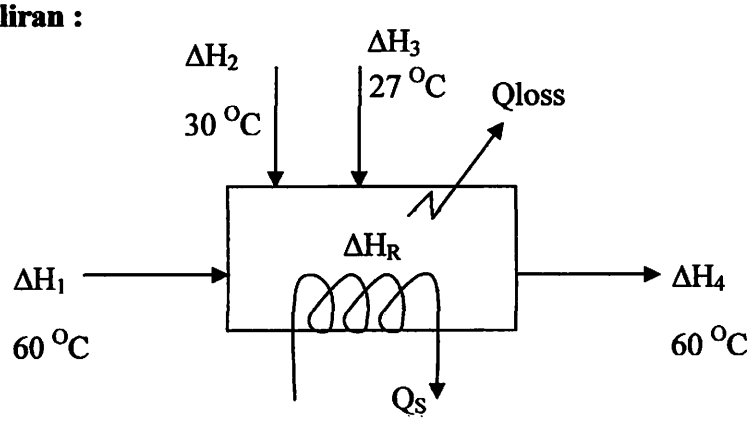
Neraca panas

Masuk	(kkal/jam)	Keluar	(kkal/jam)
ΔH_1	482700,5768	ΔH_3	479326,3143
ΔH_2	43572,16899	ΔH_4	20632,79422
		Qloss	26313,63729
	526272,7458		526272,7458

3. NEUTRALLIZER (R-120)

Fungsi : Netralisasi H_2SO_4 dengan bantuan NaOH.

Sketsa aliran :



Neraca energi total :

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

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Dimana :

ΔH_1 : panas yang terkandung dalam bahan masuk

ΔH_2 : panas yang terkandung pada NaOH

ΔH_3 : panas yang terkandung pada air proses masuk

ΔH_4 : panas yang terkandung pada bahan keluar

ΔH_R : total panas reaksi

Q_S : panas steam

Q_{loss} : panas yang hilang (lolos)

Neraca panas total pada Neutrallizer :

Masuk	(kkal/jam)	Keluar	(kkal/jam)
ΔH_1	20653,24113	ΔH_4	88121,505
ΔH_2	1820,399858	Qloss	4637,973947
ΔH_3	7200,964183		
Qs	915112,7581		
ΔH_R	-852027,8844		
	92759,47894		92759,47894

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

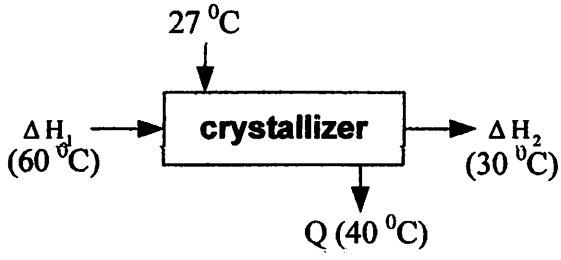
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
	[illegible]
	[illegible]
	[illegible]
[illegible]	[illegible]

4. KRISTALLIZER (K-130)



Neraca energi total :

$\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q$

Dimana :

ΔH_1 : panas yang terkandung dalam bahan masuk

ΔH_2 : panas yang terkandung dalam produk keluar

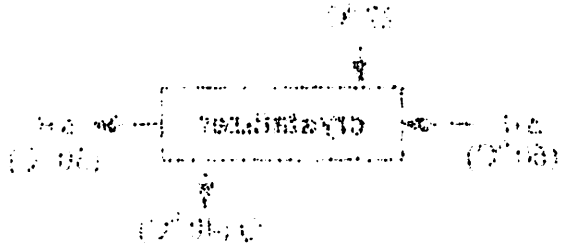
Q : panas yang diserap air pendingin

Menghitung panas yang terkandung dalam bahan masuk (ΔH_1)

Neraca panas

Masuk	(kkal/jam)	Keluar	(kkal/jam)
ΔH1	86750,92536	ΔH2	12392,98934
		Q	74357,93602
	86750,92536		86750,92536

4. [illegible]



Nature energie gaz :

$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

Entropie :

ΔS_1 : passe vers un état moins d'ordre moins

ΔS_2 : passe vers un état moins d'ordre moins

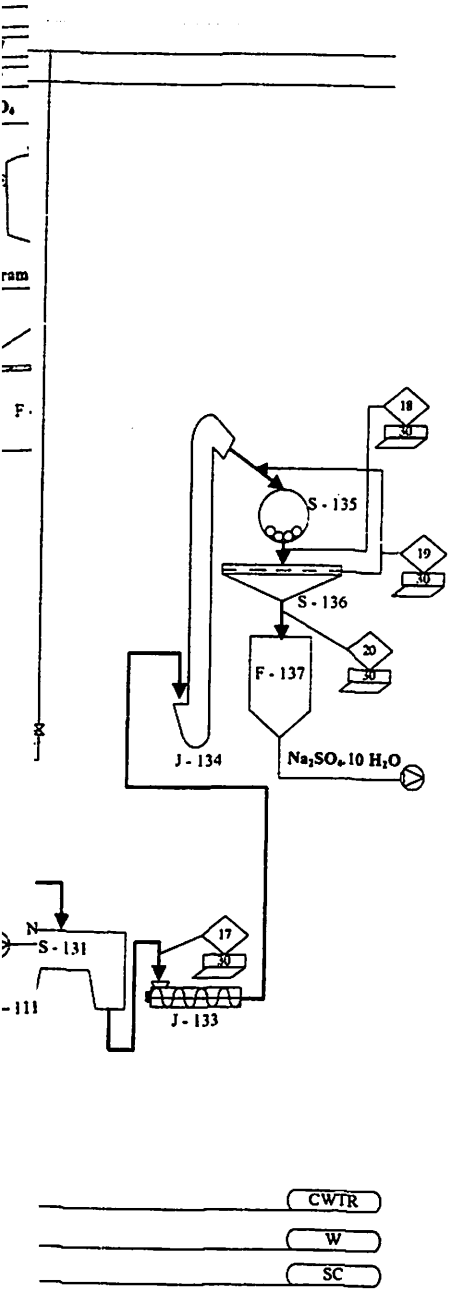
ΔS_3 : passe vers un état moins d'ordre moins

Nature gazeuse

Mélange liquide gazeux vaporisation dans entre moins ΔH_1

Espèce	ΔH_f (kJ/mol)	Espèce	ΔH_f (kJ/mol)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]
	[illegible]		[illegible]

PROSES MANNHEIM



No	SIMBOL	KETERANGAN
14	WC	WEIGHT CONTROL
13	PC	PRESSURE CONTROL
12	TC	TEMPERATURE CONTROL
11	FC	FLOW CONTROL
10	LI	LEVEL INDIKATOR
9	WP	WATER PROCES
8	CTWR	COOLING TOWER WATER RUTURN
7	CW	COOLING WATER
6	STEAM	STEAM
5		SOLID FLOW
4		GAS FLOW
3		LIQUID FLOW
2		TEMPERATURE
1		MASS FLOW

No	KODE ALAT	KETERANGAN
32	F-137	STORAGE NATRIUM SULFAT DECAHIDRAT
31	S-136	SCREEN
30	S-135	BALL MILL
29	J-134	BUCKET ELEVATOR
28	J-133	SCREW CONVEYOR
27	F-132	TANGKI PENAMPUNG
26	S-131	SENTRIFUGE
25	K-130	CRYSTALLIZER
24	H-129	ROTARY DRUM VACUM FILTER
23	H-128	POMPA
22	H-127	CYCLONE
21	G-126	BLOWER
20	F-125	SILO
19	J-124	BUCKET ELEVATOR
18	J-123	BELT CONVEYOR
17	E-122	ROTARY COOLER
16	C-121	SCREW CONVEYOR
15	R-120	NEUTRALLIZER
14	F-111F	STORAGE GAS
13	F-111E	STORAGE H_2SO_4
12	J-111D	POMPA
11	G-111C	BLOWER
10	J-111B	POMPA
9	F-111A	STORAGE NaOH
8	J-119	POMPA
7	M-118	MIXING TANK
6	C-117	SCREW CONVEYOR
5	F-116	SILO
4	C-115	BUCKET ELEVATOR
3	C-112	SCREW CONVEYOR
2	F-111	STORAGE GARAM
1	B-110	FURNACE

...ahan	19	20
	...,4145	47,0723
	F	
	I	
	M	
	H	
	N	
	Fu	
	U	
	Fe	
	N	
	Na_2S...2118	6266,0590
	M	
	...,6263	6313,1313

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FLOW SHEET
PRA RENCANA PABRIK NATRIUM SULFAT DECAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN MANHEIM FURNACE

DIRANCANG OLEH :	DISETUJUI OLEH : DOSEN PEMBIMBING
PETRUS JELAU GABUR 98.14.208 BAYU PRASETYO 98.14.009	ELVIANTO DWI DARYONO, ... NIP. P 1030000351

BAB V

SPESIFIKASI PERALATAN

1. GUDANG NaCl (F-111)

Spesifikasi alat :

Fungsi : Menampung garam dari supplier

Bentuk : Gudang

Dimensi :

- Kapasitas : 1121 m^3
- Bentuk : persegi empat
- Panjang :14 m
- Lebar : 7 m
- Tinggi : 5 m
- *Bahan konstuksi* : *Beton*
- Jumlah : 1 buah

2. BELT CONVEYOR (C-112)

Spesifikasi alat :

Fungsi : memindahkan bahan

Type : Throughed Antifriction Idlers with rolls of equal length

Dimensi tangki :

- Kapasitas maksimum : 32 ton/jam
- Belt width : 14 in
  - Trough width : 9 in
  - Skirt Seal : 2 in
- Belt speed : 100 ft/min
- Panjang : 15,6 ft
- Sudut elevasi : 16,7 °

- Power : 3 Hp
- Jumlah : 1 buah

3. BALL MILL (S-113)

Spesifikasi alat :

Fungsi : menghancurkan garam sampai berukuran 200 mesh.

Type : Marcy Ball Mill

Dimensi :

- Ukuran : 10 x 10 ft
- Daya motor : 351 HP
- Kapasitas : 190 ton/hari
- Bahan : carbon steel
- Jumlah : 1 buah

4. SCREEN (S-114)

Spesifikasi alat :

Fungsi : Untuk menyeleksi partikel – partikel yang ukurannya belum sesuai dengan yang diharapkan.

Type : Vibrating screen

Dimensi :

- Luas ayakan : 1,6856 ft^2 = 242,7392 in^2
- Bahan : Stainless Steel
- Jumlah : 1 buah

5. SILO (F-116)

Spesifikasi alat :

Fungsi : menampung garam dari

Type : silinder tegak dengan tutup atas plat dan bawah conis

Dimensi :

Volume : 1360 cuft = 38.510 m^3

Diameter : 6 ft

Tinggi : 18 ft

- Power : 5 Hp
- Jumlah : 1 buah

3. [illegible] (B-113)

Spesifikasi alat :

Fungsi : [illegible]

Type : [illegible]

Dimensi :

- Diameter : 10 x 10 ft
- Daya motor : 551 HP
- Kapasitas : 140 ton/jam
- Bahan : carbon steel
- Jumlah : 1 buah

4. [illegible] (B-114)

Spesifikasi alat :

Fungsi : [illegible] parallel yang dikemas [illegible] dengan yang dikemas.

Type : [illegible]

Dimensi :

- Luas permukaan : [illegible]
- Bahan : [illegible]
- Jumlah : 1 buah

5. [illegible] (P-116)

Spesifikasi alat :

Fungsi : [illegible]

Type : [illegible]

Dimensi :

Volume : [illegible]

Diameter : [illegible] ft

Tinggi : [illegible] ft

Tebal shell : 3/16 in

Tebal tutup atas : 3/16 in

Tebal tutup bawah : 3/16 in

Bahan konstruksi : Carbon steel SA-283 grade C (Brownell : 253)

Jumlah : 1 buah

6. SCREW CONVEYOR (C-117)

Spesifikasi alat :

Fungsi : membawa bahan dari F-116 ke M-110

Type : Horisontal Screw Conveyor

Dimensi :

Kapasitas : 0,94 cuft/mnt

Panjang : 10 ft

Diameter : 6 in

Kecepatan putaran : 15 rpm

Power : 0,5 hp

Jumlah : 1 buah

7. STORAGE H_2SO_4 (F-111E)

Spesifikasi alat :

Fungsi : menampung sulfuric acid dari supplier

Type : silinder tegak , tutup bawah datar dan tutup atas conical

Dimensi :

Volume : 56,2672 cuft

Diameter : 20 ft

Tinggi : 20 ft

Tebal shell : 3/16 in

Tebal tutup atas : 3/16 in

Tebal tutup bawah : ¼ in

Bahan konstruksi : Carbon steel SA-283 grade C (Brownell : 253)

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Jumlah : 1 buah

8. POMPA (J-111D)

Spesifikasi alat :

Fungsi : Untuk mentransfer larutan H_2SO_4 dari storage ke mixing tank

Type : *Centrifugal pump*

Dimensi :

Bahan : *Commercial Steel*

Ukuran : Pipa 2,5 in Sch. 40

Rate Volumetrik : 0,0156 ft^3/detik

Effisiensi motor : 80 %

Daya : 1,5 hp = 1,2 kW

Jumlah : 1 buah

9. FURNACE (B-110) Lihat BAB VI. Perancangan Alat Utama (Petrus jelau. G 99.14.209)

10. SCREW CONVEYOR (C-121)

Spesifikasi alat :

Fungsi : membawa bahan dari furnace ke rotary cooler

Type : Plain spouts or chutes

Dimensi :

Kapasitas : 20 cuft/jam

Panjang : 10 ft

Diameter : 6 in

Kecepatan putaran : 15 rpm

Power : 0,5 hp

Jumlah : 1 buah

11. ROTARY COOLER (E-122)

Spesifikasi alat :

Fungsi : untuk mendinginkan bahan yang keluar dari furnace

Type : Rotary Cooler

Number: 1 book

8. POLYPA (4-11(1))

Specified also:

Image: Tomb monumental version 1, SO, and stamp 4, existing tank

Type: Commemorative

Material:

Made: Clamp-and-lock

Colour: Opus 2A in Pyrex, 3

Note Volumetric: 0.0120 m³ each

Additional Note: 80 ea.

Origin: Lot hp – 12 AV

Number: 1 bush

9. BRACE (B-110) Either BAR 3 1. Homemade -the Three-three plan, 4 (4.14.199)

10. SECRETS CONVEYOR (1-12)

Specified also:

Image: Number 1 Pulse and remove 5 to stamp counter

Type: Plain aperture 3 closure

Material:

Aperture: 20 unit/year

Weight: 10 g

Diameter: 6 in

Accession pattern: 1-7 ipm

Power: 45.7 hp

Number: 1 bush

11. DIGITALIZE COMBLEW (E-123)

Specified also:

Image: tomb monumental version 1 pulse and tower

Type: A Stamp Counter

Dimensi :

Diameter = 6 ft

Panjang = 39 ft

Putaran = 4,246 rpm

Daya = 8,3 Hp

Jumlah = 1 buah

12. CYCLONE (H-127)

Spesifikasi alat :

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

Type : Duclone collector

Dimensi :

Dc = 4,0305 ft

De = 2,015 ft

He = 2,015 ft

Lc = 8,061 ft

Sc = 0,5038 ft

Zc = 8,061 ft

Jc =1,0076 ft

Bahan konstruksi : Carbon steel

Jumlah : 1 buah

13. BELT CONVEYOR (J-123)

Spesifikasi alat :

Fungsi : memindahkan bahan dari rotary cooler ke bucket elevator

Type : Troughed belt on 45° idlers with rolls of equal length

Dimensi :

Kapasitas maksimum : 32 ton/jam

Belt width : 14 in

-Trough width : 9 in

-Skirt Seal : 2 in

Belt speed : 100 ft/min

Panjang : 15,6 ft

Sudut elevasi : 16,7 °

Power : 3 Hp

Jumlah : 1 buah

14. BUCKET ELEVATOR (J-124)

Spesifikasi alat :

Fungsi : memindahkan bahan dari belt conveyor ke neutrallizer

Type : Continuous Discharge Bucket Elevator

Dimensi :

Ukuran = 6 in x 4 in x 4 ¼ in

Bucket Spacing = 12 in

Tinggi Elevator = 25 ft

Ukuran Feed (maximum) = ¾ in

Bucket Speed = 25 ft/menit

Putaran Head Shaft = 5 rpm

Lebar Belt = 7 in

Power total = 2 hp

Jumlah = 1 buah

15. NEUTRALLIZER (R-120) Lihat BAB VI. Perancangan Alat Utama (Bayu Prasetyo 05.14.009)

16. KLARIFIER (H-129)

Spesifikasi alat :

Fungsi : Memisahkan larutan berdasarkan berat jenis.

Type : Tangki silinder vertikal dengan tutup bawah conical.

Dimensi :

Jenis : Tangki silinder vertikal, tutup bawah conical dan dilengkapi dengan pengaduk.

Bahan pengaduk : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316

Diameter tangki : 167,625 in

Tinggi tangki : 251,4375 in

Tinggi Liquida : 167,6249 in

Tebal silinder : 3/16 in

Tebal tutup bawah: 3/8 in

Daya : 46 HP

Jenis pengaduk : axial turbine 4 blades at 45° angle

Jumlah : 1 buah

17. KRISTALLIZER (K-130)

Spesifikasi alat :

Fungsi : Mengkristalkan sodium sulfate decahydrate

Type : Swenson-Walker Crystallizer

Dimensi :

Kapasitas : 150,6 cuft

Diameter : 5,2 ft

Panjang : 17,4 ft

Luas Cooling Area : 133,3 ft^2/ft^3

Power : 2 hp

Jumlah : 2 buah (1 buah standby running)

18. CENTRIFUGE (S-131)

Spesifikasi alat :

Fungsi : Alat untuk memisahkan antara kristal dan mother liquor

Type : Recyprocoating pusher, single stage with cylinder screen

Dimensi :

Diameter : 40 in = 1 m

Kecepatan putar : 1200 rpm

Power : 21 Hp

Fabricated : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316

Diameter required : 1472.023 in

Thickness required : 3.014427 in

Thickness provided : 3.7 in

Total weight : 3.10 in

Total height required: 324 in

Dish : 45 DF

Knuckle radius : equal to thickness of blank or 45 mm

Number : 1 Each

12. MIXER VESSEL (M-130)

Specification sheet :

Purpose : Mengaduk metanol sodium sulfate menjadi slurry

Type : Brown-von-Willer Cylindrical

Dimensi :

Height : 150.0 cm

Diameter : 8.2 ft

Thickness : 1.2 in

Area Cooling Area : 123.7 ft²

Power : 2 hp

Number : 1 Unit 1 Unit standby cooling

13. CENTRIFUGE (C-131)

Specification sheet :

Purpose : Alat untuk memisahkan sodium sulfat dari metanol dan pelarut lainnya

Type : Screw-conveying pusher, single stage with cylindrical screen

Dimensi :

Diameter : 40 in = 1 m

Screw speed : 1500 rpm

Power : 21 Hp

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

6.2. NEUTRALLIZER (Bayu Prasetyo 05.14.009)

Nama Alat : Neutrallizer

Kode Alat : R-120

Fungsi : - Sebagai tempat untuk bereaksinya magnesium sulfat dan natrium hidroksida untuk membentuk endapan magnesium hidroksida dengan reaksi sebagai berikut:

$$MgSO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow Mg(OH)_2 + Na_2SO_4$$

- Sebagai tempat pelarutan antara natrium sulfat dengan air untuk membuat larutan natrium sulfat jenuh

Type : Reaktor mixed flow dengan tutup atas berbentuk standard dished dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut puncak 120°.

Dasar Perancangan

Karena reaksi yang terjadi bersifat eksoterm, yaitu reaksi yang melepas panas dan membutuhkan pendingin, sehingga reaktor dilengkapi dengan coil pendingin. Untuk mengontrol dan mengendalikan kondisi operasi reaktor pada suhu 60 °C dan tekanan 1 atm maka perlu dipasang instrumentasi berupa temperature indicator control.

Perlengkapan : Pengaduk dan coil pendingin

Kondisi operasi : Temperatur = 60 °C

Tekanan = 1 atm

Waktu operasi = 300 menit

Fase = padat - cair

Direncanakan :

- Bahan konstruksi : *Stainless Steel* SA 240 grade M type 316
- Type pengelasan : *Double Welded but join*

Sehingga didapatkan data berikut :

- Allowable stress (f) = 18750 psi (*Brownell*, hal. 342)
- Effisiensi sambungan (E) = 0,8 (*Brownell*, hal. 254)
- Factor korosi (C) = 1/16

Perhitungan Perancangan Reaktor

6.1. Perancangan Dimensi Reaktor

Menentukan volume reactor

Bahan Masuk : 7331,0372 kg/jam = 16162,0046 lb/kg

Densitas campuran : 48,608 lb/ft^3

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{\text{massa bahan masuk}}{\rho \text{ campuran}}$$

$$= \frac{16162{,}0046 \text{ lb/jam}}{48{,}608 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 332{,}5691 \text{ ft}^3\text{/jam}$$

$$\text{Volume liquid} = 332{,}5691 \text{ ft}^3\text{/jam} \times \frac{300 \text{ menit}}{60 \text{ menit/jam}}$$

$= 1662{,}8455\ ft^3$

Diasumsikan : Volume ruang kosong = 20 % *volume liquid*

Volume Coil dan pengaduk = 10 % volume liquid

Volume ruang kosong $= 20\ \% \times 1662{,}8455\ ft^3$

$= 332{,}5691\ ft^3$

Volume coil dan pengaduk $= 10\ \% \times 1662{,}8455\ ft^3$

$= 166{,}2845\ ft^3$

Jadi Volume total $= V_{liquid} + V_{ruang\ kosong} + V_{coil\ dan\ pengaduk}$

$= 1662{,}8455 + 332{,}5691 + 166{,}2845$

$= 2161{,}6991\ ft^3$

A. *Menentukan Diameter Reaktor*

- Menghitung diameter vessel

Diasumsikan $L_s = 1{,}5$ di

Volume total $= V_{tutup\ bawah} + V_{silinder} + V_{tutup\ atas}$

Volume total $= \dfrac{\pi.di^3}{24\ tg\ ½\ \alpha} + \dfrac{\pi.di^2}{4} \times L_S + 0{,}0847.di^3$

$2161{,}6991\ ft^3 = \dfrac{\pi.di^3}{24\ tg\ 60} + \dfrac{\pi.di^2}{4} \times (1{,}5.di) + 0{,}0847.di^3$

$2161{,}6991\ ft^3 = 0{,}0755\ di^3 + 1{,}1775\ di^3 + 0{,}0847\ di^3$

$2161{,}6991\ ft^3 = 1{,}3372\ di^3$

$di^3 = 1616{,}5863\ ft^3$

Vt $= 213{,}9415\ ft^3 + 0{,}2\ Vt$

$$= \frac{213{,}9415}{0{,}8}$$

$$= 267{,}4268\ ft^3$$

B. Menentukan diameter vissel

1. Menghitung diameter vissel

Asumsi : Ls = 1,5 di

Volume total $= V_{\text{tutup bawah}} + V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup atas}}$

Volume total $= \dfrac{\pi . di^3}{24 . tg\, 1/2\alpha} + \dfrac{\pi}{4} di^2\ Ls + 0{,}0847\ di^3$

$$= \frac{\pi . di^3}{24 . tg\, 60^\circ} + \frac{\pi}{4} di^2 Ls + 0{,}0847\ di^3$$

$267{,}4268\ ft^3 = \dfrac{\pi . di^3}{24 . tg\, 60^\circ} + \dfrac{\pi}{4} di^2\ (1{,}5\, di) + 0{,}0847\ di^3$

$267{,}4268\ ft^3 = 1{,}3382\ di^3$

$di^3 = 199{,}8402\ ft^3$

$di = 5{,}8465\ ft$

$= 70{,}1578\ in$

2. Menghitung tinggi liquid dalam shell

Volume liquid $= V_{\text{tutup bawah}} + V_{\text{liquida dalam silinder}}$

$213{,}9415 = 0{,}0755\ di^3 + 0{,}7850 di^2\ Lls$

$213{,}9415 = 15{,}1879 + 26{,}8324\ Ls$

$Lls = 7{,}4072\ ft = 88{,}8668\ in$

3. Menentukan P design (Pi)

P hidrostatik $= \frac{\rho(Ls-1)}{144}$ (Brownell & Young pers.3.17 hal 46)

$$= \frac{94{,}4472\ lb/ft^3(7{,}4072\ ft-1)}{144\ in^2/ft^2} = 4{,}2024\ psia$$

P operasi = 1 atm = 14,7psia

P design (P_i) = P operasi + P hidrostatik

= 14,7 psia+ 4,2024 psia

= 18,9024 psia = 4,2024 psig

4. Menghitung tebal shell (ts)

$$ts = \frac{Pi \times ID}{2(f \times E - 0{,}6\ Pi)} + C$$

ts = tebal silinder (in)

ID = inside diameter (in)

f = allowable stress (psig)

E = factor pengelasan = 0,8

$$ts = \frac{4{,}2024\ psig \times 70{,}1578\ in}{2(18750 \times 0{,}8 - 0{,}6 \times 4{,}2024\ psig)} + \frac{2}{16}$$

$$ts = 0{,}0098 + \frac{2}{16}$$

$$= \frac{2{,}1573}{16}\ in \approx \frac{3}{16}\ in$$

Standarisasi :

do = di + 2 ts

do = Outside diameter (in)

do = 70,1578 in + (2 x 3/16) in

= 70,5328 in

do baru = 72 in

di baru = do – (2 x 3/16) = 72 in – (2 x 3/16) in = 71,625 in = 5,9688 ft

3. Measurement P design (P_d)

$$P_{hydrostatic} = \frac{\rho g(h_s - L)}{144} \qquad \text{(Brown-well & Young page 3.17 Eq. 40)}$$

$$= \frac{(0.0272\ lb/in^3)(7.48052\ ft^3/gal)(32.174\ ft/s^2)(1\ gal/231\ in^3)(1\ ft^2/144\ in^2)(7.48052\ ft^3/gal)(1\ ft)}{144\ in^2/ft^2} = 4.2024\ psia$$

$P_{operational} = 1\ atm = 14.7\ psia$

$P_{design}\ (P_d) = P_{operational} + P_{hydrostatic}$

$= 14.7\ psia + 4.2024\ psia$

$= 18.9024\ psia = 4.2024\ psig$

4. Strength of the shell (t_s)

$$t_s = \frac{P_d r_i}{SE - 0.6P_d}$$

t_s = shell thickness (in)

D_i = inside diameter (in)

P = allowable stress (psig)

E = weld joint efficiency (%)

$$t_s = \frac{4.2024\ psig \times 10.5273\ in}{2(16250\ psi \times 0.85 - 0.6 \times 4.2024\ psig)} = \frac{\ }{\ }$$

$t_s = 0.0006\ \frac{in}{in}$

$= \frac{0.0273}{16}\ in = \frac{\ }{\ }\ in$

Standardized :

$t_s = 1/16 = 1.6$

D_o = Outside diameter (in)

$D_o = 10.5273\ in + (2 \times 0.0625\ in)$

$= 10.6523\ in$

D_o Std = 12 in

D Std = $D_o - (2 \times 2/16)$ = 12 in − (2 x 2/16) in = 11.625 in = 0.9688 ft

5. Menghitung tinggi silinder (Ls)

Volume total $= V_{\text{tutup bawah}} + V_{\text{Silinder}} + V_{\text{tutup atas}}$

$$267{,}4268\ ft^3 = 0{,}0847\ d_i^3 + \frac{1}{4}\pi d_i^2 L_s + 0{,}0847\ d_i^3$$

$$= 0{,}0847\ (5{,}9688)^3 + \frac{1}{4}\pi(5{,}9688)^2 Ls + 0{,}0847\ (5{,}9688)^3$$

L_s = 17,9375 ft = 215,25 in

Cek hubungan antara $L_s/d_i > 1{,}5$

$$\frac{L_s}{d_i} = \frac{17{,}9375 ft}{5{,}9688 ft} = 3{,}0052 > 1{,}5 \text{ (memenuhi)}$$

C. Menentukan dimensi tutup

1. Tutup atas berbentuk standard dished head

- r = 71,625 in (Brownnell and Young T.5-7, hal 90)
- icr = 4 3/8 in
- sf = 2 (Brownnell and Young T.5-76, hal 88)

Dari Brownnell and Young pers. 13. 12, hal 258

$$tha = \frac{0{,}885 \times Pi \times r}{(f.E - 0{,}1 x Pi)} + C$$

$$= \frac{0{,}885 \times 4{,}2024\ psig \times 71{,}625\ in}{\{(118750 x\ 0{,}8) - (0{,}1 \times 4{,}2024\ psig\}} + \frac{2}{16}$$

$$= 0{,}0178 + \frac{2}{16}$$

$$= \frac{2{,}284}{16}\ in \approx \frac{3}{16}\ in$$

Tinggi tutup atas (ha), dimana : r = di, icr = 4 3/8 in

Maka :

5. Mengitungan tinggi silinder (L_s)

Volume total = $V_{uap\ air} + V_{cairan} + V_{uap\ air}$

$$367{,}4268\ ft^3 = 10{,}4017\ d_s^2 + \frac{1}{4}\pi\, d_s^2\, L_s + 10{,}4017\ d_s^2$$

$$= 10{,}4017\ (2{,}1968)^2 + \frac{1}{4}\pi\, (2{,}1968)^2\, L_s + 10{,}4017\ (2{,}1968)^2$$

L_s = 17,4742 ft = 213,22 in

Cek kebenaran asumsi L_s / d_s = 7,5

$$\frac{L_s}{d_s} = \frac{17{,}4742\ ft}{2{,}1968\ ft} = 7{,}9553 \approx 7{,}5 \text{ (memenuhi)}$$

4. Menentukan air over head

5. Tutup atas berbentuk standard dished head

- r = 72,00 in (Brownell and Young 5.7 hal 90)
- icr = 4,50 in
- sf = 2 (Brownell and Young 5.8 hal 93)

Dari Brownell and Young pr. 5.1 hal 88

$$thc = \frac{0{,}885 \times 72\ in}{(0{,}1 - 0{,}185 \times 0{,}1)} + 2$$

$$= \frac{0{,}885 \times 4{,}2024\ psig \times 72{,}00\ in}{(1{,}13875 \times 0{,}9) - (0{,}6 \times 4{,}2024\ psig)} + \frac{2}{16}\ in$$

$$= 0{,}0756 + \frac{2}{16}$$

$$= \frac{2{,}196}{16}\ in + \frac{2}{16}\ in$$

Tinggi tutup atas (ha) diasumsikan = 6 in = 0,5 ft

Maka :

$$a = \frac{di}{2} = \frac{71,625}{2} = 35,8125 \text{ in}$$

BC= r - icr = 71,625 in – 4 3/8 in = 67,25 in

$$AB = \frac{di}{2} - (icr) = \frac{71,625}{2} - (4\ 3/8 \text{ in}) = 31,4375 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC^2) - (AB)^2} = \sqrt{(67,25)^2 - (41,4375)^2} = 59,4495 \text{ in}$$

$$b = r - \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = 71,625 \text{ in} - \sqrt{(67,25)^2 - (41,4375)^2} = 12,1755 \text{ in}$$

ha = tha + b + sf

= 3/16 in + 12,1755 in + 2 in = 14,363in = 1,1969 ft

Jadi tinggi tutup atas (ha) = 14,363 in = 1,1969 ft

2. Tutup bawah berbentuk konis dengan $\alpha = 120^0$

$$b = \frac{1/2\ di}{tg\ 1/2\ \alpha} = \frac{1/2 \times 71,625}{tg\ 60} = 20,6758 \text{ in}$$

hb = b + sf

= 20,6758 in + 2 in = 22,6758 in

Jadi tinggi tutup bawah (hb) = 22,6758 in = 1,8896 ft

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan dimensi reaktor sebagai berikut:

- do = 72 in
- di = 71,625 in
- Lls = 67,757 in
- ts = 0,1875 in
- tha =3/16 in
- ha =14,363 in
- thb = 3/16 in
- hb = 22,6758 in

[illegible] = [illegible] m

[illegible] = [illegible]

[illegible] = [illegible] m

[illegible] = [illegible]

[illegible] = [illegible] m

[illegible] = [illegible] m

[illegible] = [illegible] m

[illegible] = [illegible] m

[illegible]

[illegible]

= [illegible]

[illegible] = [illegible]

$$[illegible] = \frac{[illegible]}{[illegible]} = \frac{[illegible]}{[illegible]} = [illegible]$$

[illegible]

[illegible]

= [illegible]

[illegible] = [illegible]

$$p = \sqrt{(BC)^2 - (VB)^2} = [illegible] = \sqrt{([illegible])^2 - ([illegible])^2} = [illegible] \text{ m}$$

$$VC = \sqrt{(BC_x)^2 - (VB)^2} = \sqrt{([illegible])^2 - ([illegible])^2} = [illegible] \text{ m}$$

$$VD = \frac{5}{4} \cdot [illegible] = \frac{5}{[illegible]} \cdot ([illegible]) = [illegible] \text{ m}$$

[illegible] = [illegible] m = [illegible] m = [illegible] m

$$[illegible] = \frac{5}{[illegible]} = \frac{5}{[illegible]} = [illegible]$$

Tinggi reaktor = tinggi (slinder + tutup atas + tutup bawah)

= 67,757 in + 14,363 in + 22,6758 in

= 104,7958 in = 8,733 ft

6.2.4 Perhitungan Pengaduk

a. Perencanaan pengaduk

Jenis pengaduk : axial turbin 6 blades sudut 45° (G.G. Brown hal. 507).

Bahan Impeller : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.

Bahan poros pengaduk : Hot Roller SAE 1020

Dari G.G. Brown hal. 507, diperoleh data-data sebagai berikut :

Dt/Di = 2,4 – 3,0

Zi/Di = 0,75 – 1,3

Zl/Di = 2,7 – 3,9

W/Di = 0,17

Dimana :

Dt = Diameter dalam dari silinder

Di = Diameter Impeller

Zi = Tinggi impeller dari dasar tangki

Zl = Tinggi liquid dalam silinder

W = Lebar baffle (daun) impeller

a. Menentukan diameter impeller

Dt/Di = 3,0

Di = Dt/3,0

Di = (71,625 in)/3,0 = 23,8750 in = 1,9896 ft

b. Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

Zi/Di = 0,9

Zi = 0,9 Di

Zi = 0,9 x (23,8750 in) = 21,4875 in

c. Menentukan panjang impeller

L/Di = ¼ (Geankoplis, tabel 3.4 – 1 hal. 144)

L = ¼ .Di

L = (0,25) x (23,8750 in) = 5,9688 in

d. Menentukan lebar impeller

W/Di = 0,17

W = 0,17 . Di

W = (0,17) x (23,8750 in) = 4,0588 in

e. Menentukan tebal blades

J/Dt = 1/12

J = Dt/12

J = (71,625 in)/12 = 5,9688 in

f. Menentukan Jumlah pengaduk

$$N = \frac{H\ liquida}{2 \times Di^2}$$

$$N = \frac{7{,}4072\ ft}{2 \times (1{,}9896)^2}$$

N = 0,9356 ~ 1 buah

g. Perhitungan daya pengaduk

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

Dimana :

P = daya pengaduk

Φ = power number

r = densitas bahan

Di = diameter impeller

gc = 32,2 lb.ft/dt².lbf

n = putaran pengaduk, ditetapkan n = 150 rpm = 2,5 rps

(Perry, edisi 6 hal. 19 – 6)

Menghitung bilanga Reynold (NRe)

$$N_{Re} = \frac{Di^2 . n . \rho}{\mu}$$ (Geankoplis, pers.3.4 – 1 hal. 144)

Dengan μ bahan 0,05248 lb/ft.menit

$$N_{Re} = \frac{(23{,}8750^2)\ ft \times (2{,}5) \times (94{,}4472) lb/ft^3}{0{,}05248 lb/ftmenit}$$

N_{Re} = 2564614,1262

Dari Mc Cabe II hal. 47, diketahui aliran liquid adalah terbulen (N_{Re} > 2100).

Dari G.G. Brown fig. 477 hal. 507, diperoleh Φ = 1,5

$$P = \frac{(1{,}5) \times (94{,}4472\ lb/ft^3) \times (2{,}5)^3 \times (1{,}9896\ ft)^5}{32{,}2\ lb.ft/dt^2.lbf}$$

P = 2143,1628 lb.ft/dt

P = 2143,1628/550

P = 3,8967 ≈ 4 Hp

Efisiensi motor 80 % (Peter & Timmerhaus, fig 14-38, hal.521)

P = 3,8967/0,8

= 4,878 ≈ 5 Hp

Jadi digunakan pengaduk dengan daya 5 Hp

b. Perhitungan poros pengaduk

1. Diameter poros

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

Dimana :

T = momen punter (lb. in) = $\frac{6302 . H}{N}$ (Hesse, hal. 469)

H = Daya motor pada poros = 5 Hp

N = Putaran pengaduk = 150 rpm

Sehingga :

$$T = \frac{6302 . (5)}{150} = 2100{,}8333\ lb.in$$

Dari Hesse, tabel 16 – 1 hal. 457, untuk bahan Hot Rolled Steel SAE 1020, mengadung carbon = 20 %, dengfan batas = 36000 lb/in^2.

$$\eta_{th} = \frac{[illegible]}{[illegible]}$$

$\eta_{th} = [illegible]$

i = No (Code 1) bal 427 diberoe dari Kapal [illegible] (Kg = [illegible])

Dari G.C. Bonsai rig 427 bal [illegible] [illegible]

$$P = \frac{[illegible]}{3 \times 3.[illegible]}$$

P = [illegible] ton

P = [illegible] ton

P = 3,[illegible] = [illegible]

Efisiensi mesin 80 %

[illegible]

P = 3,[illegible] x

= 4,5 % = 5 ton

Jadi digunakan penggunak oksigen dg a 5 ton

b. Perhitungan pasa pengapuk

1. Diameter poros

$$T = \frac{[illegible]}{n}$$

[illegible]

Dimana :

T = momen puntir (lb. in) = [illegible]

H = Daya motor pada poros = 5 hp

N = Putaran pengunak = 150 rpm

Maka :

$$T = \frac{[illegible]}{[illegible]} = [illegible]$$

Dari tabel n = 1 bal 427 untuk bahan baja karbon S45C (0,[illegible] karbon) g karbon = 20 %, dengan kuat = [illegible]

S = maksimum design shering stress yang diijinkan

S = 20 % x (36000) lb/in^2

= 7200 lb/in^2

Maka didapatkan diameter poros pengaduk (D) :

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

$$D = \left(\frac{16 \times 2100{,}8333 \text{ lb.in}}{\pi \times 7200 \text{ lb/in}^2}\right)^{1/3}$$

D = 1,1413 in = 0,0951 ft

2. Panjang poros

Rumus :

L = h + l – Zi

Dimana :

L = Panjang poros (ft)

Zi = jarak impeller dari dasar tangki = 21,4875 in = 1,7906 ft

l = Panjang poros diatas tangki = 5,9688 in = 0,4974 ft

h = Tinggi silinder + tinggi tutup atas

= 67,757 in + 14,363 in

= 82, 1200 in = 6,8433 ft

Jadi panjang poros pengaduk :

L = (82,1200 in + 5,9688 in) – 21,4875 in

= 66,6012 in = 5,5501 ft

Kesimpulan dimensi pengaduk :

Type	: axial turbin 6 blades sudut 45^0 agle	
Di	: diameter impeller	= 23,875 in
Zi	: tinggi impeller dari dasar tangki	= 21,4875 in
W	: Lebar impeller	= 4,0588 in
L	: panjang impeller	= 5,9688 in
J	: tebal blades	= 5,9688 in

λ = [illegible]

δ = [illegible]

= [illegible]

Jadi diameter dinamis [illegible]

$$D = \left(\frac{[illegible]}{[illegible]}\right)^{1/3}$$

$$D = \left(\frac{[illegible]}{[illegible]}\right)^{1/3}$$

$$D = [illegible] \text{ in} = [illegible] \text{ ft}$$

2. Perjang poros

Diketahui :

L = [illegible]

Dimana :

τ = Perjang poros = [illegible]

Zi = jarak lingkaran dari dasar tangki = [illegible]

= Perjang poros [illegible] tangki = [illegible]

λ = Tinggi silinder = tinggi bahan atas

= [illegible]

= [illegible]

Jadi perjang poros [illegible] :

τ = [illegible]

= [illegible]

Keterangan dimensi perjang :

Type : [illegible] sudut [illegible]

Da : diameter luar = [illegible]

Zi : tinggi [illegible] dasar tangki = [illegible]

W : lebar [illegible] = [illegible]

L : perjang [illegible] = [illegible]

t : tebal [illegible] = [illegible]

n	: Jumlah pengaduk	= 1 buah
Daya		= 4,8708 ≈ 5 Hp
Diameter poros		= 1,1413 in
Panjang Poros		= 66,6012 in

6.2.4 Perhitungan Nozzle

a. Nozzle pemasukan bahan baku larutan Na_2SO_4

Rate umpan masuk = 3845,2130 kg/jam = 8478,6947 lb/jam

Densitas umpan = 160,2764 lb/ft^3

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

$$= \frac{8478{,}6947\,\text{lb/jam}}{160{,}2764\,\text{lb/ft}^3} = 52{,}9005\,\text{ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0{,}0147\ \text{ft}^3/\text{detik}$$

Dari Peter & Timmerhaus fig. 14. 2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

$$\text{Di opt} = 3{,}9 \times (Q)^{0,45} \times (\rho)^{0,13}$$

$$= 3{,}9 \times (0{,}0147\ \text{ft}^3/\text{detik})^{0,45} \times (160{,}2764\ \text{lb/ft}^3)^{0,13}$$

$$= 1{,}296\ \text{in}$$

Standarisasi ID berdasarkan Geankoplis A.5 hal 892:

NPS = 1,5 in Sch 40

OD = 1,900 in

ID = 1,610 in

A = 0,01414 ft^2

b. Nozzle untuk pemasukan larutan NaOH

Rate masuk = 40,2875 kg/jam = 88,8339 lb/jam

Densitas umpan = 90,6261 lb/ft^3

Rate volumetric (Q) $= \dfrac{\text{rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}}$

$$= \frac{88{,}8339\,\text{lb/jam}}{90{,}6261\,\text{lb/ft}^3} = 0{,}9802\,\text{ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0{,}0003\ \text{ft}^3/\text{detik}$$

Dari Peter & Timmerhaus fig. 14. 2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

Di opt $= 3{,}9 \times (Q)^{0,45} \times (\rho)^{0,13}$

$= 3{,}9 \times (0{,}0003\ \text{ft}^3/\text{detik})^{0,45} \times (90{,}6261\ \text{lb/ft}^3)^{0,13}$

$= 0{,}1743$ in

Standarisasi ID berdasarkan Geankoplis A.5 hal 892:

NPS = 1 in Sch 40

OD = 1,315 in

ID = 1,049 in

A = 0,0060 ft^2

c. Nozzle pemasukan dan pengeluaran coil pemanas

Rate steam pemanas masuk = 2403,1427 lb/jam

Densitas steam pemanas = 53,9374 lb/ft^3

Rate volumetric (Q) $= \dfrac{\text{rate steam pemanas}}{\rho \text{ steam pemanas}}$

$$= \frac{2403{,}1427\,\text{lb/jam}}{53{,}9374\,\text{lb/ft}^3} = 44{,}5543\,\text{ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0{,}0124\ \text{ft}^3/\text{detik}$$

Dari Peter & Timmerhaus fig. 14. 2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

Di opt $= 3{,}9 \times (Q)^{0,45} \times (\rho)^{0,13}$

$= 3{,}9 \times (0{,}0124\ \text{ft}^3/\text{detik})^{0,45} \times (53{,}9374\ \text{lb/ft}^3)^{0,13}$

= 0,9076 in

Standarisasi ID berdasarkan Geankoplis A.5 hal 892:

NPS = 1 in Sch 40

OD = 1,32 in

ID = 1,049 in

A = 0,006 ft^2

d. Nozzle pengeluaran produk

Rate produk keluar = 9163,7966 kg/jam = 20206,1715 lb/jam

Densitasproduk = 86,5981 lb/ft^3

Rate volumetric (Q) $= \dfrac{\text{rate produk keluar}}{\rho \text{ produk}}$

$$= \frac{20206{,}1715\,lb/jam}{86{,}5981\,lb/ft^3} = 233{,}3327\,ft^3/jam$$

$$= 0{,}0648\ ft^3/detik$$

Dari Peter & Timmerhaus fig. 14. 2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

$$Di\ opt = 3{,}9 \times (Q)^{0,45} \times (\rho)^{0,13}$$

$$= 3{,}9 \times (0{,}0648\ ft^3/detik)^{0,45} \times (86{,}5981\ lb/ft^3)^{0,13}$$

$$= 2{,}0333\ in$$

Standarisasi ID berdasarkan Geankoplis A.5 hal 892:

NPS = 2 in Sch 40

OD = 2,375 in

ID = 2,067 in

A = 0,02330 ft^2

e. Nozzle pemasukan air proses

Rate produk keluar = 5278,2960 kg/jam = 11638.6472 lb/jam

Densitasproduk = 62,1583 lb/ft^3

Rate volumetric (Q) $= \dfrac{\text{rate produk keluar}}{\rho \text{ produk}}$

$= \dfrac{11638{,}6472 \text{ lb/jam}}{62{,}1583 \text{ lb/ft}^3} = 187{,}2420 \text{ ft}^3\text{/jam}$

$= 0{,}0520 \text{ ft}^3\text{/detik}$

Dari Peter & Timmerhaus fig. 14. 2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

Di opt $= 3{,}9 \times (Q)^{0,45} \times (\rho)^{0,13}$

$= 3{,}9 \times (0{,}0520 \text{ ft}^3\text{/detik})^{0,45} \times (62{,}1583 \text{ lb/ft}^3)^{0,13}$

$= 1{,}7639$ in

Standarisasi ID berdasarkan Geankoplis A.5 hal 892:

NPS = 2 in Sch 40

OD = 2,375 in

ID = 2,067 in

A = 0,02330 ft^2

f. Nozzle pemasukan recycle

Rate produk keluar = 607,1872 kg/jam = 1338,6049 lb/jam

Densitasproduk = 65,4727 lb/ft^3

Rate volumetric (Q) $= \dfrac{\text{rate produk keluar}}{\rho \text{ produk}}$

$= \dfrac{1338{,}6049 \text{ lb/jam}}{65{,}4727 \text{ lb/ft}^3} = 20{,}4452 \text{ ft}^3\text{/jam}$

$= 0{,}0057 \text{ ft}^3\text{/detik}$

Dari Peter & Timmerhaus fig. 14. 2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

Di opt $= 3{,}9 \times (Q)^{0,45} \times (\rho)^{0,13}$

$= 3{,}9 \times (0{,}0057 \text{ ft}^3\text{/detik})^{0,45} \times (65{,}4727 \text{ lb/ft}^3)^{0,13}$

$= 0{,}6555$in

Standarisasi ID berdasarkan Geankoplis A.5 hal 892:

[illegible]

NPS = 1 in Sch 40

OD = 1,32 in

ID = 1,049 in

A = 0,006 ft^2

g. Nozzle untuk manhole

Lubang manhole dibuat berdasarkan standart yang ada yaitu : 20 in (Brownell & Young fig.3.15 hal 51 dengan data item 3,4,5 hal 351).

Berdasarkan fig.12.2 Brownell & Young hal 221, didapatkan dimesin pipa.

Ukuran pipa nominal (NPS)	: 20 in
Diameter luar pipa	: 27 ½ in
Ketebalan flange minimum (T)	: 1 11/16
Diameter bagian lubang menonjol (R)	: 23 in
Diameter hubung pada titik poengelasan (K)	: 20 in
Diameter hubung pada alas (E)	: 22 in
Panjang julukan (L)	: 5 11/16
Diameter dalam flange (B)	: 19,25 in
Jumlah lubang baut	: 20 buah
Diameter baut	: 1 1/8 in

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

- Nozzle A = Nozzle untuk pemasukan larutran Na_2SO_4
- Nozzle B = Nozzle untuk pemasukan larutan NaOH
- Nozzle C = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas
- Nozzle D = Nozzle untuk pengeluaran produk
- Nozzle E = Nozzle untuk pemasukan air proses
- Nozzle F = Nozzle untuk pemasukan mother liquor
- Nozzle G = Nozzle untuk manhole

K_{PS} = [illegible] Nm

ω_n = [illegible] Hz

ζ_D = [illegible] m

τ_s = [illegible] ms

g. Nockenwellenantrieb

Anhand zweckmäßiger Annahmen berechnen wir die Daten [illegible] Zahnriemen [illegible] Tabelle [illegible]).

Berechnungen für Tab. 4.2 [illegible] Zahnriemen [illegible] Tabelle [illegible]).

Zahnriemen Teilung (Nr. [illegible])	[illegible]
Durchmesser kleiner Scheibe	[illegible] mm
Kleinstes Achsabstand (Nr. [illegible])	[illegible]
Durchmesser kleiner Scheibe vorläufig (Nr. [illegible])	[illegible]
Durchmesser kleiner Scheibe gewählt (Nr. [illegible])	[illegible]
Durchmesser kleiner Scheibe (Nr. [illegible])	[illegible]
Umfangsgeschwindigkeit (Nr. [illegible])	[illegible]
Zahnriemen Breite (Nr. [illegible])	[illegible]
Tatsächlich erforderliche Breite	[illegible]
Übersetzung	[illegible]

Aus Berechnungen der Verzahnungen [illegible] Tabelle [illegible] Übersetzungen [illegible] Zahnriemen Typ [illegible] Tabelle [illegible] Übersetzungen [illegible] Tabelle [illegible] folgendes:

- Module A = [illegible] zur [illegible] Kurbelwellen [illegible]
- Module B = [illegible] Kurbelwellen [illegible] MZ[illegible]
- Module C = [illegible] zur [illegible] Kurbelwellen [illegible]
- Module D = [illegible] zur [illegible]
- Module E = [illegible] zur [illegible]
- Module F = [illegible] Kurbelwellen [illegible]
- Module G = [illegible] zur [illegible]

- NPS = ukuran pipa nominal (in)
- A = diameter flange (in)
- T = ketebalan flange minimum (in)
- R = diameter luar bagian yang menonjol (in)
- E = diameter hubungan atas (in)
- K = diameter hubungan pada titik pengelasan (in)
- L = panjang julakan (in)
- B = diameter dalam flange (in)

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	1 ½	5	1 1/16	2 7/8	2 9/16	1,90	2 7/16	1,61
B	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1,32	2 3/16	1,05
C	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1,32	2 3/16	1,05
D	2	6	3/4	3 5/8	3 1/16	2,38	2 ½	2,07
E	2	6	3/4	3 5/8	3 1/16	2,38	2 ½	2,07
F	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1,32	2 3/16	1,05
G	20	2 1/2	1 11/16	23	22	20	5 11/16	19,25

6.2.5 Perhitungan coil pemanas

Reactor beroperasi pada suhu 60° C, maka reactor dilengkapi dengan coil pemanas dengan steam sebagai media pemanas.

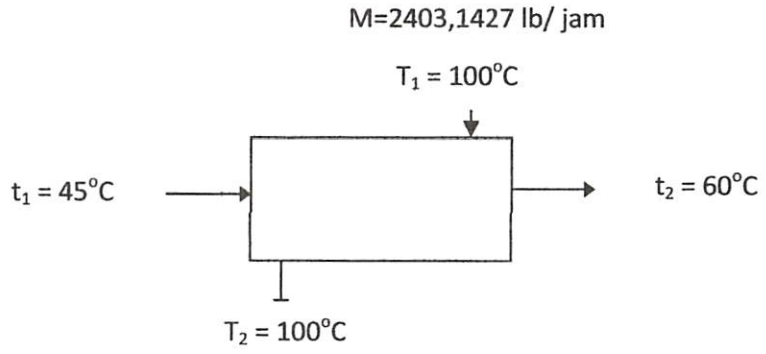
Dasar perencanaan :

- Panas yang dibutuhkan dalam reactor (Q) = 5449496,474 Btu/jam
- Masa steam masuk = 2403,1427 lb/jam
- t_1 = suhu bahan masuk = 45^0C = 113^0F
- t_2 = suhu bahan keluar = 60°C = 140°F
- T_1 = suhu steam pemanas masuk = 100°C = 298,4°F
- T_2 = suhu steam pemanas keluar = 100°C = 298,4°F
- Tekanan operasi = 4,2024 psig

- Menggunakan coil pemanas dalam dengan bentuk spiral
- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

(Brownell & Young, tabel 13.1 hal. 251)

Perhitungan :



1. Menentukan ΔT_{LMTD}

$\Delta t_1 = T_1 - t_2 = 298{,}4^oF - 140^oF = 158{,}4^oF$

$\Delta t_2 = T_2 - t_1 = 298{,}4^oF - 113^oF = 185{,}4\ ^oF$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{113-140}{\ln \frac{158{,}4}{185{,}4}} = 171{,}5375\ ^oF$$

2. Menentukan suhu caloric

$T_c = 0{,}5 \times (T_1 + T_2) = 0{,}5 \times (298{,}4^oF + 298{,}4^oF) = 298{,}4^oF$

$t_c = 0{,}5 \times (t_1 + t_2) = 0{,}5 \times (113^oF + 140^oF) = 126{,}5^oF$

3. Menetapkan dimensi pipa

Pipa coil yang digunakan berukuran 1in Sch 40 (Kern ,tabel 11 hal 844) diperoleh data – data sebagai berikut:

$d_i = 1{,}049$ in $= 0{,}0874$ ft a' $= 0{,}864\ in^2 = 0{,}0060\ ft^2$

$d_o = 1{,}320$ in $= 0{,}1100$ ft a'' $= 0{,}344\ ft^2/ft$

Evaluasi Rd

Liquid dingin (Larutan)	Liquid panas (air)
1. Menentukan Nre $Nre = \frac{dp^2.N.\rho}{\mu.2,42}$ $= \frac{1,9896^2 x 9000 x 94,4472}{3,1488 x 2,42}$ $= 221940,6871$ 2. Menentukan J_c $J_c = 2000$ (Kern, gbr 20.2, hal 718) 3. Mencari h_o $h_o = J_c \, x \frac{k}{d_j} x \left(\frac{cpx\mu}{k}\right)^{1/3} x \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14}$ Dimana : $\left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14} = 1$ $cp = 0,69$ Btu/lb.°F $k = 0,72$ Btu/j.ft °F $h_o = 2.000 x \frac{0,72}{9,8542} x \left(\frac{0,69x3,1488}{0,72}\right)^{1/3}$ $h_o = 14639,5690$ Btu/j.ft °F	1'. Mencari Nre $G_t = \frac{m}{a'}$ $= \frac{2403,1427 \text{ lb/jam}}{0,0060 \text{ ft}^2}$ $= 400523,7914$ lb/jam.ft^2 $Nre_t = \frac{d_i \, x G_t}{\mu \, x \, 2,42}$ $= \frac{0,0874 x 400523,7914}{0,0734 x 2,42}$ $= 197073,5434$ 2'. Mencari J_H $J_H = 500$ (Kern,gbr 24,hal 834) 3'. Mencari h_{io} $hio = J_H x \frac{k}{d_i} x \left(\frac{c_p x\mu}{k}\right)^{1/3} x \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14}$ hio = $500 x \frac{0,72}{9,8542} x \left(\frac{0,69x3,1488}{0,72}\right)^{1/3} x1$ $= 6349,4410$ btu/jam.ft^2.°F

4. Menentukan tahanan pipa bersih (U_C)

$$U_C = \frac{h_{io} \, x \, h_o}{h_{io} + h_o} = \frac{6349,4410 x 14639,5690}{6349,4410 + 14639,5690} = 4428,6548 \text{ btu/jam.ft}^2.°F$$

5. Menentukan tahanan pipa kotor (U_D)

Rd ditetapkan = 0,001

$$h_d = \frac{1}{R_d} = \frac{1}{0{,}001} = 1000$$

$$U_D = \frac{U_C \times h_d}{U_C + h_d} = \frac{4428{,}6548 \times 1000}{4428{,}6548 + 1000} = 518{,}7923 \text{ btu/jam.ft}^2.^oF$$

6. Menentukan luas perpindahan panas (A)

$$A = \frac{Q}{U_D \times \Delta T_{LMTD}} = \frac{5449496{,}474}{815{,}7923 \times 171{,}5375} = 38{,}9420 \text{ ft}^2$$

7. Menentukan panjang lilitan pipa coil

$$L = \frac{A}{a''} = \frac{38{,}9420 \text{ ft}^2}{0{,}344 \text{ ft}^2/\text{ft}} = 113{,}2033 \text{ ft}$$

8. Menentukan jumlah lilitan coil

Diameter *coil* (d_c) = 3,5813 ft

$$n_c = \frac{L}{\pi \times dc} = \frac{113{,}2033}{3{,}14 \times 3{,}5813} = 10{,}0668 \approx 10 \text{ buah}$$

9. Menentukan tinggi lilitan coil (L_c)

Jika diambil jarak antar coil = 2 in, maka tinggi lilitan coil:

L_c = (n_c – 1) x (d_o + jarak antar coil + d_o)

= (11 – 1) x (1,32 in + 2 in + 1,32 in)

= 42,0699 in = 3,5058 ft

L_{ls} = 7,4072 ft

$L_c < L_{ls}$ (memenuhi)

Tinggi lilitan coil kurang dari tinggi liquid dalam silinder sehingga coil masih berada dalam liquid.

[illegible]

[illegible]

6. [illegible]

[illegible]

7. [illegible]

[illegible]

8. [illegible]

[illegible]

[illegible]

9. [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

6.2.6 Perhitungan Sambungan Tutup (Head) Dengan Dinding Reaktor

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

1. **Flange**

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

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

   Tensile strength minimum : 75.000 psia

   Allowable stress (f) : 18750

   Type flange : Ring flange loose type

2. **Bolting**

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

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

   Tensile strength minimum : 75.000 psia

   Allowable stress (f) : 15000

3. **Gasket**

   Dari Brownell & Young, fig 12.11 hal 228, diperoleh:

   Bahan konstruksi : Flat metal, jacketed, asbestos filled- stainless steel

   Gasket factor (m) : 3,75

   Minimum design seating stress (y) : 9000 psia

6.2.6.1 Perhitungan Tebal Gasket

Dari Brownell & Young persamaan 12.2 hal.226:

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

6.3.6 Fruchtmarge Waldbaumgarten (Lang-Intervall) Sperrzeit Wandung Verkehrsweg

Jungen Hauptsorten Ernte Tropfen Schnitt Wasser Wachstumsbedingungen Ernte Obst Stehling Wachstumsbedingungen Schneiden Frost Wasserbedarf Kulturmaßnahme Kulturen

1. Pflanze

Dazu Bewässerung & Düngung Abgabe Blüte Bodenfruchtbarkeit

Nutzung Lebensmittel Sei Hoch Abtrag Stand Sich Jahr Gemüse Schädlingsbekämpfung

Feuchte Wachstumsbedingungen Pflanzen

Allerdings Ernte (1) Jahr

Typ Dünge Stehen Dünge Boden Typ

2. Stehling

Dazu Bewässerung & Düngung Abgabe Ernte Bodenfruchtbarkeit

Nutzung Lebensmittel Hoch Aktiv Stand Sich Jahr Gemüse Stehen Typ Jahr

Feuchte Wachstumsbedingungen Pflanzen

Allerdings Ernte (1) Jahr

3. Gemüse

Dazu Bewässerung & Düngung Abgabe Ernte Bodenfruchtbarkeit

Nutzung Lebensmittel Überwachen Pflanzenschutzmittel Wachstumsbedingungen Boden

Gemüse Boden (m) Jahr

Mindestwachstumsbedingungen Wasserbedarf Pflanzen

6.3.6.1 Fruchtmarge Lebensmittel Gemüse

Dazu Bewässerung & Düngung Pflanzenschutzmittel Jahr Ernte

$$\frac{d}{dt} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{Jahr}}{\text{Pflanze} + \text{Jahr}}$$

Dimana:

d_o = diameter luar gasket (in)

d_i = diameter dalam gasket (in)

y = yield stress (9.000 psia)

p = internal pressure (18,9024psia)

m = gasket factor (3,75)

Diketahui di gasket = do shell = 72 in = 6 ft

Maka didapatkan:

$$d_o = d_i \sqrt{\frac{9000-(18,9024-3,75)}{9000-18,9024(3,75+1)}}$$

d_o = 6,0005 ft = 72,0756 in

$$\text{Lebar gasket minimum} = \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{(72,0756-72)\text{ in}}{2}$$

= 0,00378 x 16/16 in

= 0,6048 /16 in ≈ 3/16 in

Jadi lebar gasket (n) = 3/16 in = 0,1875 in

Diameter rata – rata gasket (G) = d_i + n

= 72 in + 0,1875 in

= 72,1875 in = 6,0156 ft

6.2.6.2 Perhitungan Jumlah dan Ukuran Baut (Bolting)

A. 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:

  Lebar seating gasket bawah = b_o = n/2

  = (0,1875/2) = 0,0938 in

  Sehingga didapatkan H_y:

  $H_y = W_{m2}$ = 3,14 x 0,0938 x 72,1875 x 9.000

  $H_y = W_{m2}$ = 191251,7578 lb

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.90 hal 240:

  Beban baut agar tidak bocor (H_p)

  $H_p = 2 \cdot \pi \cdot b \cdot G \cdot m \cdot P$

  = 2 x 3,14 x 0,0938 x 72,1875 x 3,75 x 18,9024

  = 3014,2044 lb

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.89 hal 240:

  Beban karena tekanan dalam (H):

  $$H = \frac{\pi}{4} \cdot G^2 \cdot P$$

  $$= \frac{3,14}{4} x 72,1875^2 x 18,9024$$

  = 77323,3407 lb

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.91 hal 240:

  $W_{m1} = H + H_p$

  = 77323,3407 lb + 3014,2044 lb

  = 80337,5451 lb

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

- Diameter luar flange:

$OD = C + 2\,E = 78{,}4375 \text{ in} + 2\,(1\ 1/16 \text{ in})$

$= 80{,}5625 \text{ in}$

- Cek lebar gasket

$A_{b\ actual}$ = jumlah baut x root area

$A_{b\ actual} = 10 \times 0{,}551 \text{ in}^2$

$= 5{,}51 \text{ in}^2$

- Lebar actual gasket

$$L = A_{b\ actual} x \frac{f}{2 x \pi x y x G}$$

$$= 5{,}51 x \frac{15000}{2 x 3{,}14 x 9.000 x 72{,}1875}$$

= 0,0203 in < lebar gasket minimum 0,75 in (memenuhi)

D. Perhitungan moment

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

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

$$W = \left(\frac{5{,}3558 + 5{,}51}{2}\right) x 15000$$

$= 81493{,}5$ lb

Dari Brownell & Young, persamaan 12.101 hal 242:

$$h_G = \frac{C - G}{2}$$

$$h_G = \frac{78{,}4375 \text{ in} - 72{,}1875 \text{ in}}{2}$$

$= 3,125$ in

Moment flange (M_a):

Dari Brownell & Young, hal 243:

$M_a = W.\ h_G$

$= 81493,5$ lb x 3,125 in

$= 254667,1875$lb.in

Dari Brownell & Young, persamaan 12.95 hal 242

Dalam kondisi operasi :

$W = Wm_1 = 81493,5$ lb

Hidrastic and force pada daerah dalam flange (H_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal 242:

Dalam kondisi operasi:

$H_D = 0,785\ .\ B^2\ .\ P$

Dimana:

B = diameter dalam flange = d_o silinder reaktor = 72 in

P = Tekanan operasi = 18,9024 lb/in^2

Maka:

$H_D = (0,785) \times (72\text{ in})^2 \times (18,9024\text{lb/in}^2)$

$= 76922,1827$ lb

Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D):

Dari Brownell & Young , persamaan 12.100 hal 243:

$$h_D = \frac{C - B}{2}$$

$$= \frac{78{,}4375\,in - 72\,in}{2} = 3{,}2188\ in$$

Moment M_D

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal 242:

$M_D = H_D \times h_D$

$= (7922{,}1827\ lb) \times (3{,}2188\ lb)$

$= 247593{,}2756\ lb.in$

Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatik total

Dari Brownell & Young, persamaan 12.98 hal 242:

$H_G = W - H = W_{m1} - H$

$= (81493{,}5\ lb) - (77323{,}3407 lb)$

$= 4170{,}1593\ lb$

Moment M_G

Dari Brownell & Young,persamaan 12.98 hal 242:

$M_G = H_G \times h_G$

$= (4170{,}1593\ lb) \times (3{,}125\ in)$

$= 13031{,}7478\ lb.in$

Dari Brownell & Young 12.97 hal 242:

$H_T = H - H_D$

$= (77323{,}3407 lb) - (76922{,}1827\ lb)$

$= 401{,}158\ lb$

Dari Brownell & Young, persamaan 12.102 hal 244:

$$h_T = \frac{h_D + h_G}{2}$$

$$= \frac{3{,}2188\ in + 3{,}125\ in}{2} = 3{,}1719\ in$$

$$= \frac{78{,}437.75\ \text{in} - 72\ \text{in}}{2} = 3.218{,}88\ \text{in}$$

Moment M_1

Find Brownell & Young, equation 12.96 and 12.97:

$$M_1 = H_1 \times b_1$$

$$= (79{,}121.827\ \text{lb}) \times (3.218{,}88\ \text{in})$$

$$= 254{,}750.279\ \text{in-lb}$$

Evaluate wind load on the flange design pressure difference, q_{wi}

Find Brownell & Young, equation 12.96 and 12.97:

$$H_2 = W_w - H_1 = W_w - H_1$$

$$= (84{,}195.8\ \text{lb}) - (79{,}121.827\ \text{lb})$$

$$= 5{,}073.173\ \text{lb}$$

Moment M_2

Find Brownell & Young, equation 12.98 and 12.99:

$$M_2 = H_2 \times b_2$$

$$= (5{,}073.173\ \text{lb}) \times (3.218{,}88\ \text{in})$$

$$= 16{,}331.274\ \text{in-lb}$$

Find Brownell & Young 12.94 and 12.95:

$$M_t = M_1 - M_2$$

$$= (254{,}750.279\ \text{in-lb}) - (16{,}331.274\ \text{in-lb})$$

$$= 238{,}419\ \text{in-lb}$$

Find Brownell & Young, equation 12.101 and 12.102:

$$b_3 = \frac{D_o + b_o}{2}$$

$$= \frac{3.218{,}88\ \text{in} + 3.125{,}00\ \text{in}}{2} = 3.171{,}94\ \text{in}$$

Moment M_T

Dari Brownell & Young, persamaan 12.97 hal 242:

$M_T = H_T \times h_T$

$= (401{,}158 \text{ lb}) \times (3{,}1719 \text{ in})$

$= 404{,}3299 \text{ lb.in}$

Momen total pada keadaan operasi (M_o):

$M_o = M_D + M_G + M_T$

$= (247593{,}2756 + 13031{,}7478 + 404{,}3299) \text{ lb.in}$

$= 261029{,}208 \text{ lb.in}$

Karena $M_a < M_o$, maka $M_{max} = M_o = 261029{,}208$ lb.in

6.2.6.3 Perhitungan Tebal Flange

Dari Brownell & Young, persamaan 12.85 hal 239:

$$f_T = \frac{Y.M_{max}}{t^2.B}$$

Sehingga didapatkan rumus:

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M_{max}}{f \times B}}$$

$k = A/B$

Dimana:

A = diameter luar flange = 72,1875 in = 6,0156 ft

B = diameter dalam flange = 72 in = 6 ft

f = stress yang diijinkan untuk bahan flange (18750psia)

$$k = \frac{6{,}0156 \text{ in}}{6 \text{ in}} = 1{,}0026$$

Moment M_1

Dari Roark & Young persamaan 12.17 hal 345:

$$M_1 = 12 \times h_1$$

$$= (-0.1,158\ lb) \times (-1.1219\ in)$$

$$= 404,2200\ lb.in$$

Momen total pada kondisi operasi : M_O:

$$M_O = M_1 + M_2 + M_3$$

$$= (24,7205,3275) + (-404,2200) + (0)$$

$$= 24,1129,1075\ lb.in$$

Karena $M_O < M_L$ maka $M_{max} = M_L = 3,1415,204\ lb.in$

6.2.6.3 Ketebalan Tidak Datar

Dari Roark & Young persamaan 11.84 hal 279:

$$t_1 = \sqrt{\frac{6M}{f \cdot B}}$$

Keterangan dimensi rumus:

$$t = \sqrt{\frac{6 \times M_{max}}{f \times B}}$$

$t = ?$ ft

Dimana:

A = diameter luar flange = 7 1/2 in = 0,6458 ft

B = diameter dalam flange = 7 in = 0,6 ft

f = stress yang diijinkan untuk carbon steel = 18750 psi

$$n = \frac{0,6458\ in}{0\ in} = 1,0776$$

Dari Brownell & Young, fig 12.22 hal 238 didapatkan:

Y = 95

M = 164325,8585 lb.in

Sehingga tebal flange:

$$t = \sqrt{\frac{(95)\,x\,(164325{,}8585)}{(18750\,psia)\,x\,(72\,in)}}$$

= 11,5637 in = 0,9636 ft

Kesimpulan perancangan sambungan tutup (head) dengan dinding reaktor

1. Flange

Bahan konstruksi	: High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimum	: 75.000 psia
Allowable stress (f)	: 18.750
Diameter luar flange (d_o)	: 72,1875 in
Diameter dalam flange (d_i)	: 72 in
Tebal flange	: 11,5637 in
Type flange	: Ring flange loose type

2. Bolting

Bahan konstruksi	: High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
Tensile strength minimum	: 75.000 psia
Allowable stress (f)	: 15000
Ukuran baut	: 1 in
Jumlah baut	: 5 buah,
Bolting circle diameter	: 78,4375 in

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Sedimente [illegible]

1. [illegible]

[illegible]

Wiederholte [illegible]

1. [illegible]

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

2. [illegible]

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

3. Gasket

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

Gasket factor (m) : 3,75

Tebal gasket (n) : 3/16 in

Minimum design seating stress (y) : 9.000 psia

6.6. Perhitungan sistem penyangga reaktor

Sistem penyangga dirancang untuk mampu menyangga beban reaktor dengan perlengkapannya. Beban-beban yang ditahan oleh penyangga reaktor meliputi :

- Berat silinder reaktor
- Berat tutup atas reactor
- Berat tutup bawah reaktor
- Berat liquid dalam reactor
- Berat pengaduk dan perlengkapannya
- Berat coil pemanas
- Berat attachment

Dasar perhitungan:

A. Berat silinder reaktor

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

Dimana:

W_s = berat silinder reaktor (lb)

d_o = diameter luar silinder = 72 in = 6 ft

d_i = diameter dalam silinder = 71,625 in = 5,9688 ft

H = tinggi silinder (L_s) = 67,757 in = 5,6464 ft

ρ = densitas bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

(Perry, edisi 6,tabel 3-118, hal 3-95)

Berat silinder reaktor

W_s = $(\pi/4)$ x $((6\ ft)^2 - (5{,}9688ft)^2)$ x (5,6464 ft) x (489 lb/ft^3)

= 809,327818.524,0477 lb = 367,0421 kg

B. Berat tutup atas reaktor

W_d = A. t. ρ

Dimana:

- W_d = berat tutup atas reaktor (standard dished), lb
- A = luas tutup atas reaktor (standard dished), ft^2
- t = tebal tutup atas (t_{ha}) = 0,1875 in = 0,0156ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

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

- L = crown radius (d_i) = 71,625 in = 5,9688 ft
- h = tinggi tutup atas reaktor (h_a) = 14,3630 in = 1,1969 ft

A = 6,28 . L . h (Hesse, persamaan 4-16, hal 92)

A = 6,28 . (71,625ft) . (14,3630 ft)

= 6460,5492 in^2 = 44,8649 ft^2

Berat tutup atas :

W_d = (44,8649 ft^2) x (0,0156)ft x (489 lb/ft^3)

W_d = 342,2474 lb = 155,2142 kg

D. Berat tutup bawah reaktor

Wd = A. t .r

A = $0{,}785\ (D + m)\ \sqrt{4h^2 + (D - m)} + 0{,}785\ di^2$

(Heese, persamaan 4-16, hal 92)

Short cylinder radiator

W_c = (wall) x (A) ft² = (0.0[illegible] ft²) x (2.0[illegible] ft) x (489 lb/ft³)

= 8[illegible].32 ft x 32.174 lb = 5[illegible] lb

f) Short lump mass radiator

W_r = A . t . ρ

Dimensions:

- W_r = Short lump mass radiator weight (lbs)
- A = Lump mass radiator surface area (ft²)
- t = radial lump size (t_r) = 0.187 in = 0.01[illegible] ft
- ρ = density of tubing material = 489 lb/ft³

(Fig. VI-6 & table 6-1) for Lunar soil simulant

- t = lump radius (d_r) = 0.25 in = 0.0[illegible] ft
- h = lump radius radius = (h_r) = 4.[illegible] in = 1.1[illegible] ft
- A = 4.28 . t . h (Eq. see parameters 4-10, Ref 92)
- A = 4.28 . (0.0208) . (1.1[illegible] ft)
- = 0.0[illegible] in² = 0.0[illegible] ft²

Short lump mass:

W_r = (4.[illegible] ft²) x (0.01[illegible] ft) x (489 lb/ft³)

W_r = 3.12.1474 lb = 1.5[illegible] kg

g) Short lump mass radiator

W_a = A . t . ρ

A = 0.785 (D + 2t) . [illegible] = 0.785 ft

Heavy parameter 4-10, Ref 92):

Dimana:

- W_d = berat tutup atas reaktor (standard dished), lb
- A = luas tutup bawah (standard dished), ft^2
- t = tebal tutup bawah (t_{hb}) = 0,1875 in = 0,0156 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3
- L = crown radius (d_i) = 118,25 in = 9,8542 ft
- h = tinggi tutup bawah reaktor (h_b) = 22,6758 in = 1,8897 ft
- m = flat spot diameter = ½ D = ½ x 22,6758 in = 38,8125 in = 2,9844 ft

$$A = 0{,}785\,(5{,}9688 + 2{,}9844)\sqrt{(4)(1{,}8897)^2 + (5{,}9688 - 2{,}9844)} + (0{,}785)(5{,}9688)^2$$

$$= 57{,}1731\ ft^2 = 8232{,}9267\ in^2$$

Berat tutup bawah :

W_d = (57,,1731 ft^2) x (0,0156)ft x (489 lb/ft^3)

W_d = 436,1393 lb = 197,7956 kg

D. Berat liquid dalam reaktor

W_l = m . t

Dimana :

- m = berat larutan dalam reaktor = 9163,7966 kg/jam = 20206,1715 lb/jam
- t = waktu tinggal larutan dalam reaktor = 1 jam

Maka :

W_l = (20206,1715 lb/jam) x (1 jam)

= 20206,1715 lb

E. Berat poros pengaduk dalam reaktor

W_p = V . ρ

V = $\pi/4 \cdot D^2 \cdot L$

Dimensions:

- W_s = bowl lump mass excess (standard dilution) lb
- A = lure lump bowl volumetric dilution in^3
- t = total lump bowl (t_{bu}) = 0.1875 in = 0.0156 ft
- ρ = density dust bulge lo-vanadic = 480 lb/ft^3
- L = crown radius (d_c) = 11.25 in = 0.8542 ft
- e = tiggy lump bowl cover (t_{bu}) = 12.0778 in = 1.5897 ft
- m = ft a-per diameter = e b = (1.5897 ft) = 38.9125 in = 1.0004 ft

A = 0.2854 (0.8542) + 2.0004 [(1.0004)^2 − 0.8542^2] − 2.0004 (1.0004 − 0.8542)

= 57.1121 ft^2 = 8212.4247 in^2

Bowl lump bowl:

W_s = (57.1121 ft^2) × 0.0156 ft × (480 lb/ft^3)

W_s = 427.3 lb = 191.2 kg

D. Stern liquid dance exhaust

W_l = 8.1

Dimensions:

- m = bow unique dilution volume = 4 × 1.2994 ft/rpm = 5.1976 ft/rpm
- = wash tiggy lemon dilution radius = 1 rpm

Mass:

W_l = (5.1976 ft/rpm) × (1 rpm)

= 5.1976 lb

E. Stern pro-a pungent dilution radius

W_p = V ρ

V = 8.1 ft^3

ρ

Dimana :

- W_p = berat poros pengaduk dalam reaktor, 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 = 1,1413 in = 0,0951ft

- L = panjang poros pengaduk = 66,6012 in = 5,5501ft

Volume poros pengaduk :

$V = (\pi/4) \times (0{,}0951ft)^2 \times (5{,}5501ft)$

$= 0{,}0394\ ft^3$

Berat poros pengaduk :

$W_p = (0{,}0394\ ft^3) \times (489\ lb/ft^3)$

$= 19{,}2682\ lb = 8{,}7693\ kg$

F. Berat impeller dalam reaktor

$W_i = V \cdot \rho$

$V = 4\ (p \times l \times t)$

Dimana :

- W_i = berat impeller dalam reaktor, 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 = 4,0588 = 0,3382 ft

- t = tebal 1 kupingan blade = 5,9688 = 0,4974 ft

- D_i = diameter poros pengaduk = 23,8750 = 1,9896 ft

Volume impeller pengaduk :

p = $D_i/2$

= (1,9896 ft/2) = 0,9948 ft

V = (4) x (0,9948 ft) x (0,3382 ft) x (0,4974 ft)

= 0,6694 ft^3

Berat impeller pengaduk :

W_i = (0,6694 ft^3) x (489 lb/ft^3)

= 327,3286 lb

= 148,4484 kg

G. Berat coil pemanas dalam reaktor

$W_c = \pi/4\ (d_o^2 - d_i^2).\ H\ .\ \rho$

Dimana:

W_c = berat coil pemanas dalam reaktor, lb

d_o = diameter luar pipa coil pemanas = 1,320 in = 0,1100 ft

d_i = diameter dalam pipa coil pemanas = 1,049 in = 0,0874 ft

H = panjang coil pemanas = 113,2033 ft

ρ = densitas bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

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

Berat coil pemanas :

$\cdot i$ = labor : kapitaljaar ratio = 0,6232 : 0,1352 =

$\cdot i$ = total : kapitaljaar ratio = 1,0000 : 0,4074 =

$\cdot D_t$ = diameter pers = radius = 2 x 2,720 = 1,0000 ft

Volume impeller passage 'dt' :

ρ = 1,0 C

= 1,4666 lb/ft

V = (π x 1,0000² ft² x 1,2500 ft) x (0,4074 ft³)

= 0,6404 ft³

Rotor capacity properly :

W_t = (0,6404 ft³) x (62,4 lb/ft³)

= 39,9782 lb

= 18,1426 kg

Q. Total rotor resource (from : metric)

W_t = 18,1426 (kg) - 18,1426 =

(In mass

W_t = total rotor properly delivery weight lb

J_t = volume of the rotor fluid passage = 1,2500 ft x 0,4074 ft

ω = angular velocity of a rotor passage = 1,000 rad/s = 0,1592 ft

H = pumping head (pressure) = 1,5 x 1,414 ft

ρ = density (water at 70 F) = 62,4 lb/ft³

(Pump : pitch = radial 3-4 ft, 1,000 rad/s, 0,4074 cubic meters)

Total rotor pressure :

$W_c = (\pi/4) \times \left[(0{,}1100\,ft)^2 - (0{,}0874\,ft)^2\right] x (113{,}2033\,ft) x (489\,lb/ft^3)$

$= 195{,}5465$ lb $= 88{,}6832$ kg

H. 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 silinder reaktor = 809,3278 lb = 367,0421 kg

Sehingga :

W_a = (0,18) x (809,3278 lb)

= 145,6790 lb = 66,0677 kg

Berat total penyangga :

$W_T = W_s + W_d$ (tutup atas) + W_d (tutup bawah) + $W_l + W_p + W_i + W_c + W_a$

= (367,0421 + 155,2142 + 197,7956 + 9163,7966 + 8,7384 + 148,4484 + 88,6832 + 66,0677) kg

= 10195,7862 kg = 22481,7086 lb

Untuk faktor keamanan diambil 10% berlebih, maka berat sesungguhnya yang harus ditahan penyangga adalah

= (1,1) x (22481,7086 lb) = 24729,8794 lb = 11215,3648 kg

6.2.7 Perhitungan Kolom Penyangga Reaktor (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 :

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

Dimana :

- P = beban tiap kolom, lb
- P_w = total beban permukaan karena angin, lb
- H = tinggi bejana dari pondasi, ft
- L = jarak antara bejana dengan dasar pondasi, ft
- D_{bc} = diameter anchor bolt circle, ft
- n = jumlah penyangga
- Σ W = 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 :

$$P_w = 0$$

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

$$P = \frac{24703{,}4467 \text{ lb}}{4} = 6175{,}8617 \text{ lb}$$

- Ma ggunakan 4 buah kolom penyangga (kali pendek)
- Jenis kolom yang digunakan : 1 - 1beton

Dasar Perhitungan :

- **Beban tiap kolom**

Dari Hornyak & Young perencanaan tr Vol. 1 (7

$$P = \frac{4.P_o.(H - t_o)}{n.D_w} + \frac{W}{n}$$

Dimana :

- P = beban tiap kolom, ton
- P_o = total beban perencanaan kurva angin, ton
- H = tinggi bejana dari pondasi, ft
- t = jarak antara bejana dengan dasar pondasi, ft
- D_w = diameter anchor bolt, diambil, ft
- n = jumlah penyangga
- W = berat total, lb
- P = beban konstruksi total maksimum untuk tiap kaki, lb

Karena dilindungi dinding tangga, sehingga tidak dipengaruhi oleh kecepatan angin (beban diabaikan angin tidak dihitung).

Maka berlaku rumus :

$$P_o = 0$$

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

$$P = \frac{26105.4497 \text{ lb}}{4} = 6526.3612 \text{ lb}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft = 60 in
- Tinggi silinder (H) = 215,25 in = 17,9375 ft
- Panjang penyangga (L) = ½ (H + L)

  = ½ (17,9375 ft + 5) ft

  = 11,4688 ft = 137,625 in

Jadi tinggi penyangga (leg) = 11,4688 ft = 137,625 in

Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam 7" ukuran 7 x 3 5/8 in dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu).

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

- Nominal size = 7 in
- Berat = 15,3 lb
- Area of section (A_y) = 4,43 in^2
- Depth of beam (h) = 7 in
- Width of flange (b) = 3,660 in
- Axis (r) = 2,86 in

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan :

- L/r = (137,626in) / (2,86 in)

  L/r = 48,1210

Karena L/r antara 60 – 200 , maka :

1 dimensionden :

- Junit kolonu percyzonga dem tunab (L) = 5 m = 40 in
- Tiegni silindar (H) = 2,5 m = 7,9 ft
- Paqiqing percyzonga (L) = 1,4 m = 4,6 in

= 1,4m/2,54 in = 0,6 in

= 11,4688 in = 1 ft 0,6 in

Jami tiegni percyzonga (hcy) = 11,4688 ft = 137 dyum in

Ustki qismni hisoblash

Ustki qismni hisoblash "A" usulidan "A = 5%" ni olamiz va quyidagi ma'lumotlarni hisobga olgan holda suniqlik koeffitsiyenti:

1. Ta'mirlanadi & Yangi, Yupq (0-3 fut 35% dispersion

- Bosimsiz sim = 7 in

Ferma = 1,5 in

- Aloqa qo'yishlar (L) = 4,47 in
- Daqiq qo'llash (b) = 7 in

Yo'lda to tiqqa (h) = 30 in

A yo (t) = 2,50 in

Ustki qismni hisoblash "A"

Tuzilma :

- Lc = (137 inch) / 2,50 in

Lc = 48,1270

Ferma L Tarmoq (n) = 200 mm :

- f_c aman $= \dfrac{18000}{1 + \left(\dfrac{\left(L/r\right)^2}{18000} \right)}$

$= \dfrac{18000}{1 + \left(\dfrac{(48{,}121)^2}{18000} \right)}$

$= 15948{,}9633$ psia

- $f_c = \dfrac{P}{A}$

$A = \dfrac{P}{f_c} = \dfrac{6175{,}8617 \text{ lb}}{15948{,}9633 \text{ lb/in}^2}$

$= 0{,}3872 \text{ in}^2 < 4{,}43 \text{ in}^2$ (memadai)

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

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

Jenis : I beam

Ukuran : 7 x 3 5/8 in

Berat : 15,3 lb

Area of section (A_y) : 4,43 in^2

Depth of beam (h) : 7 in

Width of flange (b) : 3,660 in

Axis (r) : 2,86 in

Panjang penyangga (L) : 137,626 in

Jumlah penyangga : 4 buah

$$= f_{c\,\text{ultimate}} = \frac{18000}{1 + \left(\frac{L}{18000}\right)^2}$$

$$= \frac{18000}{1 + \left(\frac{[illegible]}{18000}\right)^2}$$

$$= [illegible]\ \text{psia}$$

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

$$A = \frac{P}{f_c} = \frac{[illegible]\ \text{lb}}{[illegible]\ \text{psia}}$$

$$= [illegible]\ \text{in}^2 \quad : [illegible]\ \text{in}^2\ (\text{recommended})$$

Kiesing A = [illegible] yang tersedia: [illegible] (kiesin sudah memadai)

Kesimpulan perencanaan penyanggah [illegible] :

Jenis : Beton

Ukuran : [illegible] x [illegible] ft

Tiang : [illegible] ft

Luas ct section (A_c) : [illegible] in^2

Depth of beam (H) : [illegible] in

Width of flange (b) : [illegible] in

Axis (x) : [illegible] in

Penjang penyanggah (L_c) : [illegible] in

Jumlah penyanggah : [illegible] buah

6.2.8 Perhitungan 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 :

A. Luas base plate

Rumus :

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

Dimana :

- A_{bp} = luas base plate, in^2
- P = allowbel = 18750 lb
- f_{bp} = stress yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang terbuat dari beton = 600 lb/in^2) (Hesse, tabel 7-7 hal. 162)

Sehingga :

$$A_{bp} = \frac{18750\ lb}{600\ lb/in^2}$$

$$= 31{,}2500\ in^2$$

B. Panjang dan lebar base plate

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

Dimana :

- A_{bp} = luas base plate

  $= 31{,}2500\ in^2$
- p = panjang base plate, in

  $= 2m + 0{,}95h$
- l = lebar base plate, in

6.3.3 Verankerungen Base Plate

Verankerungen:

- Dübel bei pauschaler Bemessung gemäß Angaben des Herstellers [illegible] (Dübel Nr. [illegible])
- Eigenschaften beziehen sich auf das in Kommentar der Base Plate.

Dübel Verankerungen:

A. Lastausleitung

Kontrolle:

$$A_{ver} = \frac{F}{f_{ve}}$$

Definition:

- A_{ver} = [illegible] mm^2
- F = [illegible] kN
- f_{ve} = [illegible] Wert aus [illegible] (Dübel [illegible]) [illegible] N/mm^2 (Dübel [illegible])

Berechnung:

$$A_{ver} = \frac{[illegible]}{[illegible]}$$

$$= [illegible]\ mm^2$$

B. Prüfung der Lastausleitung:

$$A_{ver} \geq [illegible]$$

Definition:

- A_{ver} = [illegible] Base Plate

$$= [illegible]\ mm^2$$

- F = [illegible] Base Plate

$$= [illegible]\ kN$$

- f = [illegible]

$= 2n + 0,8b$

Diasumsikan m = n (Hesse, hal. 163)

b = 2,33 in

h = 3 item

Maka :

$A_{bp} = (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b)$

$31,2500\ in^2 = [2m + (0,95 \times 3)] \times [2n + (0,8 \times 2,33)]$

$= (2m + 2,85) \times (2m + 1,864)$

$31,2500\ in^2 = 4m^2 + 9,428\ m + 5,3124$

$0 = 4m^2 + 21,6\ m - 25,9376$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$m_{1,2} = \frac{(-9,34) \pm \sqrt{(9,43)^2 - (4 \times 4).(-25,9376)}}{2 \times 4}$$

$m_1 = 1,6274$

$m_2 = -3,9844$

Diambil $m = m_1 = 1,6274$

Sehingga :

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

  = 6,1049 in

- Lebar base plate (l) = 2n + 0,8b

  = 5,1189 in

- Luas base plate (A) = p x l

  = 6,1049 in x 5,1189 in

  = 31,2500 in^2

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 6,1049 in dan lebar base plate 5,1189 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 12,5 x 8,5 in dengan luas (A) = 31,2500 in^2.

C. Peninjauan terhadap bearing capacity

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

Dengan :

- f = bearing capacity, lb/in^2
- P = beban tiap kolom = 6175,8617 lb
- A = luas base plate = 31,2500 in^2

Maka :

$$f = \frac{6175{,}8617 \text{ lb}}{31{,}2500 \text{ in}^2}$$

$$= 197{,}6276 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2$$

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

d. Peninjauan terhadap harga m dan n

- Panjang base plate (p)

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

  $6{,}1049 = 2m + 2{,}85$

  $m = 1{,}6274$

- Lebar base plate (l)

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

  $5{,}1189 = 2n + 1{,}864$

  $n = 1{,}6274$

Dari perhitungan didapatkan perkiraan base plate 6 1/4+4 in dan lebar base plate 5,1180 in, maka diterapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 12,5 x 8,5 in dengan luas (A) = 31,2500 in^2.

c. Tentukan tekanan bearing capacity

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

Dengan :

- f = bearing capacity, lb/in^2
- P = beban tap kolom = 61275,3017 lb
- A = luas base plate = 31,2500 in^2

Maka :

$$f = \frac{61275,3017\ lb}{31,2500\ in^2}$$

$$= 1972,0279\ lb/in^2 = 0,00\ ksi/in^2$$

Karena f < f_p, maka dimensi base plate sudah memenuhi

d. Tentukan tebalnya merga m dan n

- Ranging base plate (m)

$$m = 7in - 0,8\ 5in$$

$$m = 6,1500 - 5,85$$

$$m = 1,8274$$

- Lebar base plate (n)

$$n = 5in - 0,8\ 4in$$

$$n = 5,1180 - 3,36$$

$$n = 1,8274$$

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

E. Tebal base plate

Dari Hesse, persamaan 7-12 hal. 163 :

$$t = \sqrt{0{,}00015.p.m^2}$$

Dengan :

- t = tebal base plate, in
- p = actual unit pressure yang terjadi pada base late = 6175,8617 psi
- m = 1,6274 in

Tebal base plate :

$$t = \sqrt{0{,}00015 \times (6175{,}8617) \times (1{,}6274)^2}$$

$$= 1{,}5663 \text{ in} \approx 2 \text{ in} = 0{,}1666 \text{ ft}$$

F. Ukuran Baut

Beban tiap baut :

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

$$= \frac{6175{,}8617 \text{ lb}}{4} = 1543{,}9654 \text{ lb}$$

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

Dimana:

f_{baut} = stress tiap baut max = 12.000 lb/in^2

$$A_{baut} = \frac{1543{,}9654 \text{ lb}}{12.000 \text{ lb/in}^2}$$

A_{baut} = 0,1287 in

Known bargo n = m radial base plate diameter bearing-action margo n.

F. Radial base plate

Grid bases, pressures Z-C tab. 184 :

$$t = \sqrt{0.0015 \cdot a \cdot m}$$

Design :

- t = radial base plate in
- p = normal unit pressure / sing profile peak base = 61725.8917 psi
- m = 1.6274 in

Radial base plate :

$$t = \sqrt{0.0015 \cdot [illegible] \cdot (1.6274)^2}$$

= 1.3860 in = [illegible] = 3.16e-11

F. 1.4 Gun Base:

Gun clip base :

$$P_{base} = \frac{P}{A_{base}}$$

$$= \frac{91725.8917 \text{ lb}}{4} = [illegible] \text{ lb}$$

$$A_{base} = \frac{P_{base}}{f_{base}}$$

Estimate:

f_{base} = [illegible] clip base base = 12.000 lb/in²

$$A_{base} = \frac{[illegible] \text{ lb}}{12.000 \text{ lb/in}^2}$$

A_{base} = [illegible] in

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

$0,1287 = ¼.\ 3,14.\ db^2$

$0,1287 = 0,785.\ db^2$

$d_b = 0,4048$ in $\approx 0,5$ in

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 diperoleh ukuran baut ½ in dengan dimensi baut sebagai berikut :

- Ukuran baut : ½ in
- Root area : 0,126 in
- Bolt spacing min : 1 ¼ in
- Min radial distance : 1 3/6 in
- Edge distance : 5/8 in
- Nut dimension : 7/8 in
- Max filled radius : ¼ in

6.9. 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

A = lebar lug = ukuran baut + 9 in

= ½ in + 9 in = 9,5 in

B = jarak antar gusset = ukuran baut + 8 in

= ½ in + 8 in

= 8,5 in

$A_{max} = 14.0 \, in^2$

$0.1287 = (3.14 \, d_b^2)$

$0.1287 = 0.785 \, d_b^2$

$d_b = 0.4048 \, in = 0.7 \, in$

Der Rosswell & Viney Bericht ist ca. bei 180 dieses Jahrs bei 5 in dargen die ist bei wobei berich ist :

- Dicken lam : 0 in
- Rose area : 0.1287 in
- Pitch spacing min : 1.25 in
- Min radial distance : 1.25 in
- Edge distance : 0.75 in
- Min diameter : 0.8 in
- Max Dial radius : 0.5 in

6.1. Berechnungen zur Lasten

Parameter :

- Diagonal an 3 main plate connected (in mm long and 3 back plate width of lower gusset).

Dazu Berechnungen :

Dan gamma (0.6 and 1.0). Bre a.ed and Viney.

a. Lasten Lug

Δ = lasten lug reduction type = 1 in

= 1 in + 0.5 in = 1.5 in

B = jamb area gusset = width + base = 8 in

= 1.5 in + 8 in

= 9.5 in

b. Lebar Gusset

L = lebar gusset = 2 x (lebar kolom – 0,5 x ukuran baut)

= 2 x (1,6274 – 0,5 x ½ in)

= 2,7549 in

Lebar lug atas = a = 0,5(L + ukuran baut)

= 0,5 x (1,6274 + ½ in)

= 1,0637 in

Perbandingan tebal base plate = $\frac{B}{L} = \frac{8,5}{2,7549} = 3,0854$

Dari tabel 10.6. hal 192 Brownell didapat τ_1 = 0,042

e = 0,5 x nut dimension

= 0,5 x 0,8750

= 0,4375 in

- Tebal plate horisontal

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari Brownell & Young, pers 10.40, hal 192 :

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

Dimana :

P = beban tiap baut = 1543,9654 lb

μ = posson's ratio = 0,3 (untuk baja)

L = panjang horizontal plate bawah = 2,7549 in

e = radius = 0,4375 in

[illegible]

$$M_y = \frac{1543,9654}{4\pi}\left[(1+0,3)\times \ln\frac{2\,x\,2,7549}{\pi\times 0,4375}+(1-0,042)\right]$$

$$= 339,7179 \text{ lb}$$

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

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6\,x\,M_y}{f}}$$

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6\times 339,7179}{12.000}} = 0,4122 \text{ in}$$

Maka digunakan plate dengan tebal 0,4122 in

a. Tebal plate vertical (gusset)

Dari Brownell fig 10.6, hal 191, dan pers 10.47 hal 194, diperoleh tebal gusset minimal $= \frac{3}{8}\,x\,t_{hp} = \frac{3}{8}x\,0,4122 = 0,1546$ in

b. Tinggi Gusset

Tinggi gusset = h_g = A + ukuran baut = 9,5 in + ½ in = 10 in

c. Tinggi Lug

Tinggi lug = $h_g + 2\,t_{hp}$ = 10 + 2 x (0,4122) = 10,8244 in

Kesimpulan perancangan lug dan gusset

Gusset

- Lebar = 2,7549 in
- Tinggi = 10 in
- Tebal = 0,1546 in

Lug

- Lebar = 9,5 in

- Tebal = 0,4122 in

- Tinggi = 10,8244 in

6.2.10. 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 = 24729,8794 lb = 11215,3648 kg
- Beban yang harus ditanggung tiap kolom

  Rumus:

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

  Dimana :

  - p = panjang base plate = 6,1049 in = 0,5087 ft
  - l = lebar base plate = 5,1189 in = 0,4266 ft
  - t = tebal base plate = 1,5663 in = 0,1305 ft
  - ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

  Beban yang ditanggung tiap kolom :

  $$W_{bp} = (0{,}5087 \text{ ft}) \times (0{,}4266 \text{ ft}) \times (0{,}1305 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

  $$= 13{,}8485 \text{ lb} = 6{,}2805 \text{ kg}$$

- Total = 0,4122 in

- Tmaxi = 10,5244 in

6.2.16. Perhitungan Gandar

Perencanaan :

- Beban total yang harus ditahan gandar :
  - Berat radator total
  - Berat rotor perpompaan
  - Berat base plate
- Dimensi :
  - Bending-moment perpompaan dibagi jarak
  - Specific shock sensor pertama dan kedua

Dasar Perhitungan :

- W = 2477,8706 lb = 1123,7 kg
- Beban yang harus ditanggung tiap lubang

Rumus :

$$M_b = P \cdot L \cdot \lambda \cdot \varphi$$

Dimana :

- P = gaya yang bekerja = 2,1444 g = 0,5887 g
- L = jarak base plate = 3,1456 in = 0,4200 ft
- λ = jarak base plate = 1,5887 in = 0,1405 ft
- φ_i = dimensi dari beban bantalan = 489 lb/ft²

Beban yang ditanggung tiap lubang :

$$W_{tp} = (0,5887\ g) \times (0,4200\ ft) \times (0,1405\ ft) \times (489\ lb/ft^2)$$

$$= 14,8183\ lb = 6,7205\ kg$$

Kesimpulan Dimensi Reaktor :

1. **Bagian silinder**
   - Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 grade M type 316
   - Diameter luar : 160 in
   - Diameter dalam : 159,125 in
   - *Tinggi silinder* : *180,1295 in*
   - Tebal silinder : 7/16 in
   - Tebal tutup atas : 3/16 in
   - Tebal tutup bawah : 7/16 in
   - Tinggi reaktor : 230,3303 in
2. **Pengaduk**
   - Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 grade M type 316
   - Jenis pengaduk : Flat Six Blade Turbine with 4 baffle
   - Tinggi pengaduk : 53,71 in
   - Diameter impeller : 50,45 in
   - Lebar impeller : 8,09 in
   - Panjang impeller : 15,11 in
   - Lebar baffle : 11,42 in
   - Daya pengaduk : 46 hp
3. **Nozzle**

   a. Nozzle untuk pemasukan bahan
      - Ukuran NPS : 4 in
      - Schedule : 40
      - Diameter dalam : 4,026 in

   b. Nozzle untuk pemasukan bahan baku NaOH
      - Ukuran NPS : 4 in
      - Schedule : 40
      - Diameter dalam : 4,026 in

   c. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran pendingin

- Ukuran NPS : 3 in
- Schedule : 40
- Diameter dalam : 3,068

d. Nozzle untuk pengeluaran produk

- Ukuran NPS : 5 in
- Schedule : 40
- Diameter dalam : 5,047 in

e. Nozzle untuk manhole

- Ukuran NPS : 20 in
- Schedule : 20
- Diameter dalam : 19,25 in

4. Coil pendingin

- Diameter dalam : 2,469 in
- Diameter luar : 2,88 in
- Jumlah lilitan : 8 lilitan
- Tinggi lilitan : 68,32 in

5. Gasket

- Bahan konstruksi : Flat metal, jacketed, asbestos filled (stainless steel)
- Gasket factor : 3,75
- Lebar gasket : 7/16 in

6. Bolting

- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304
- Ukuran baut : 3 in
- Jumlah baut : 14 buah
- Bolt spacing : 6 ¼ in

7. Flange

- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 167 Grade 10 Type 310
- Allowable stress : 18750
- Tebal flange : 6,977 in
-

8. **Bagian penyangga**

a. Lug

- Lebar : 10 in
- Tebal : 3,33 in
- Tinggi : 13 in

b. Gusset

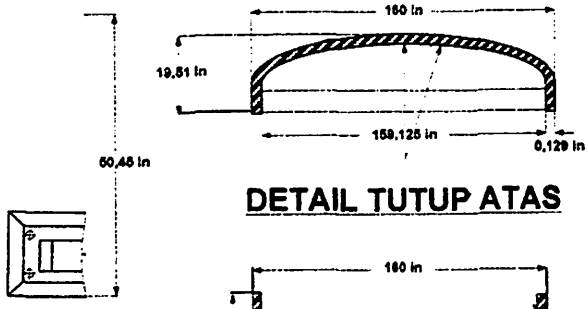
- Lebar : 8 in
- Tebal : 0,376 in
- Tinggi : 11 in

c. Base plate

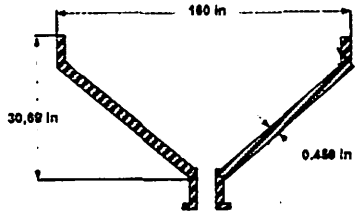
- Jenis : I-Beam
- PanjPang : 8 in
- Lebar : 6 in
- Tebal : 0,692 in

9. **Bagian pondasi**

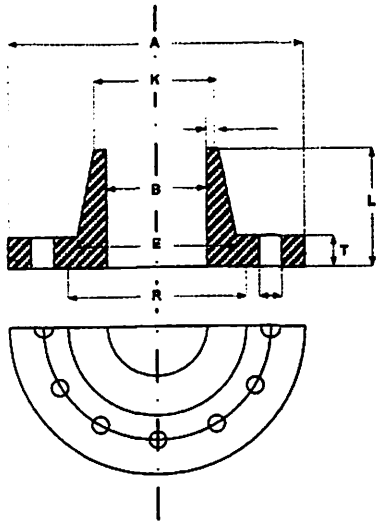
- Luas pondasi atas : (20 × 20) in
- Luas pondasi baeah : (32 × 32) in
- Tinggi : 25 in



DETAIL TUTUP ATAS

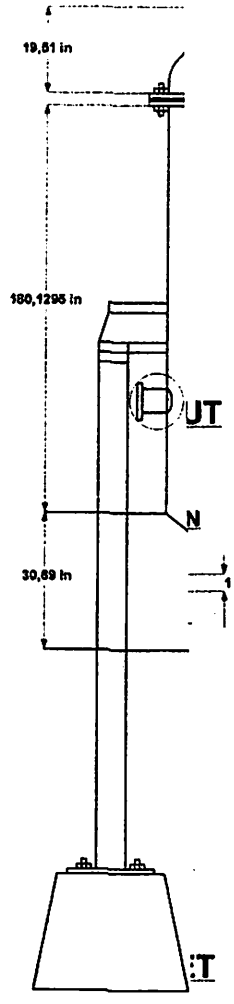


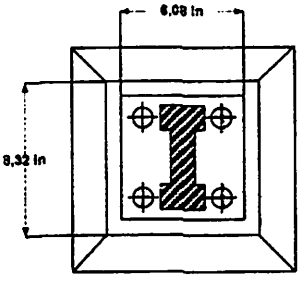
DETAIL TUTUP BAWAH



DETAIL NOZZLE

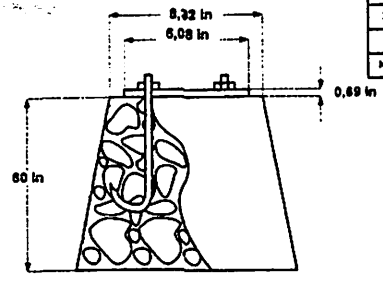
NOZZLE	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	4	9	1 5/16	6 3/16	5 5/16	4,5	3	4,03
B	4	9	1 5/16	6 3/16	5 5/16	4,5	3	4,03
C	3	7 1/2	1 3/16	5	4 1/4	3,5	2 3/4	3,07
D	5	10	1 5/16	7 5/16	6 7/16	5,56	3 1/2	5,05
E	20	27 1/2	1 11/6	23	22	20	5 11/16	19,25





TAMPAK ATAS

TAMPAK SAMPING



DETAIL BASE PLATE

20	PONDAS	CEMENT, SAND, AND GRAVEL
19	BASE PLATE	BETON
18	NOZZLE PENGELUARAN PRODUK	HAS SA-240 GRADE S TYPE 304
17	TUTUP BAWAH	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
16	POROS PENGADUK	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
15	PENGADUK	HOT ROLLED STEEL SAE 1020
14	POROS PENYANGGA	HAS SA-193 GRADE B8 TYPE 321
13	NOZZLE PENGELUARAN AIR PENDINGIN	HAS SA-240 GRADE S TYPE 304
12	LUG DAN GUSSET	HAS SA-193 GRADE B8 TYPE 321
11	COIL PENDINGIN	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
10	SILINDER	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
9	NOZZLE PEMASUKAN AIR PENDINGIN	HAS SA-240 GRADE S TYPE 304
8	MAN HOLE	HAS SA-240 GRADE S TYPE 304
7	FLANGE	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
6	GASKET	FLAT METAL, JACKETED, ASBESTOS FILLED
5	BAUT	HAS SA-193 GRADE B8 TYPE 304
4	TUTUP ATAS	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
3	NOZZLE PEMASUKAN METANOL	HAS SA-240 GRADE S TYPE 304
2	NOZZLE PEMASUKAN BAHAN DARI REAKTOR I	HAS SA-240 GRADE S TYPE 304
1	MOTOR PENGGERAK	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
No	NAMA BAGIAN	BAHAN KONSTRUKSI

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

PERANCANGAN ALAT UTAMA

NEUTRALLIZER

DIRANCANG OLEH	DOSEN PEMBIMBING
BAYU PRASETYO 05.14.009	ELVIANTO DWI DARYONO, ST, MT

BAB VII
INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Instrumentasi dan keselamatan kerja adalah dua faktor yang penting dalam suatu industri guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produk. Instrumentasi digunakan untuk mengontrol jalannya suatu proses agar dapat dikendalikan sesuai yang diinginkan.

Sedangkan keselamatan kerja juga harus diperhatikan untuk mencegah kerugian nyawa, materi, alat-alat, sarana, dan prasarana pabrik yang dapat timbul sewaktu-waktu. Dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan proses dan manajemen tentang keselamatan kerja.

7.1. Instrumentasi

Dalam mengatur dan mengendalikan kondisi operasi pada alat proses diperlukan adanya alat-alat kontrol atau instrumentasi. Instrumentasi dapat berupa suatu petunjuk atau indikator, perekam atau pengendali (controller). Dalam industri kimia banyak variabel yang perlu diukur atau dikontrol seperti temperatur, tekanan, laju alir, ketinggian cairan pada suatu alat.

Pada umumnya instrumentasi dapat dibedakan berdasarkan proses kerjanya, yaitu :

1. Proses manual

Pada proses manual biasanya peralatan itu hanya terdiri dari instrumentasi penunjuk dan pencatat saja yang sepenuhnya ditangani oleh tenaga manusia.

2. Proses otomatis

Pengendalian secara otomatis dilakukan dengan alat kontrol yang dapat bekerja dengan sendirinya dan terhubung oleh monitor agar setiap saat kita dapat memantau performance alat proses.

Pengendalian proses yang dilakukan secara otomatis dilakukan dengan pertimbangan biaya yang cukup matang, karena biasanya penggunaan alat kontrol otomatis memakan biaya yang lebih besar atau sebaliknya justru lebih murah daripada pemakaian alat kontrol manual. Pengendalian proses secara otomatis memiliki keuntungan antara lain :

- Mengurangi jumlah pegawai (man power).
- Keselamatan kerja lebih terjamin.

- Hasil proses lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

Beberapa bagian instrument yang diperlukan proses secara otomatis, antara lain :

- Sensing element/Primary element
- Element pengukur
- Element pengontrol

Tujuan pemasangan instrumentasi adalah :

1. Menjaga kondisi operasi suatu peralatan agar tetap berada dalam kondisi operasi yang aman.
2. Mengatur laju produksi agar berada dalam batas yang direncanakan.
3. Kualitas produksi lebih terjaga dan terjamin.
4. Membantu memudahkan pengoperasian suatu alat.
5. Kondisi-kondisi berbahaya dapat diketahui secara dini melalui alarm peringatan.
6. Efisiensi kerja akan lebih meningkat.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan intrumentasi :

- Jenis instrumentasi
- Range yang diperhatikan untuk pengukuran
- Ketelitian yang diperlukan
- Bahan konstruksi serta pengaruh instrumentasi pada kondisi operasi
- Faktor ekonomi.

Macam-macam alat kontrol yang umum digunakan dalam industri, antara lain :

1. Pressure control (PC) : Merupakan alat pengontrol tekanan
2. Pressure indikator (PI) : Merupakan alat penunjuk tekanan
3. Temperatur control (TC) : Merupakan alat pengontrol suhu
4. Level control (LC) : Merupakan alat pengontrol tinggi permukaan .cairan liquida
5. Level Indikator (LI) : Merupakan alat penunjuk tinggi permukaan cairan liquida
5. Flow control (FC) : Merupakan alat pengontrol laju alir

Jenis-jenis pengontrolan yang dilakukan adalah :

- Indikator : Alat yang menunjukkan kondisi operasi suatu daerah tertentu dari suatu peralatan.

- Controller : Alat yang dapat menunjukkan kondisi operasi dan mengendalikannya sehingga sesuai dengan yang diinginkan.

Pada pra rencana pabrik sodium sulfat decahidrat ini, instrumen yang perlu digunakan adalah :

1. Flow Indikator (FI)

   Flow indikator dipasang pada aliran bahan yang akan masuk ke reaktor FI berfungsi untuk menjaga rate bahan masuk agar tetap konstan sesuai dengan rate yang dibutuhkan.

3. Temperatur Controller (TC)

   Alat ini dipasang pada reaktor, heater,evaporator. TC berfungsi untuk menjaga temperatur agar beroperasi pada temperatur konstan.

2. Flow Controller (FC)

   Alat ini dipasang pada reaktor, evaporator. FC berfungsi untuk menjaga laju alir fluida melalui perpipaan tetap sesuai yang ditetapkan agar tidak terjadi over load bahan masuk.

3. Pressure Indikator (PI)

   Alat ini dipasang pada rotary vaccum filter karena membutuhkan tekanan tertentu untuk menghasilkan produk yang diinginkan. PI digunakan untuk menunjukkan tekanan yang terdapat pada suatu alat.

4. Temperatur Indikator (TI)

   Alat ini dipasang pada heater, TI berfungsi untuk menjaga temperatur agar beroperasi pada temparatur konstan.

Tabel 7.1. Pemasangan alat kontrol pada pra rencana pabrik sodium sulfat decahidrat

No.	Kode Alat	Nama Alat	Instrumentasi	Jumlah
1.	F-111E	Storage H_2SO_4	FC	1
2.	F-116	Silo	WC	1
3.	M-113	Storage NaOH	FC	2
4.	B-110	Furnace	TC	1
5.	F-111F	Tangki penampung gas	PI	1
6.	E-122	Rotary Cooler	TC	1
7.	R-120	Neutrallizer	TC	1

			FC	1
8.	K-130	Kristallizer	TC	1

2. Keselamatan Kerja

Pada suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan faktor yang harus mendapat perhatian besar, sebab mengabaikan masalah ini dapat mengakibatkan terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Keselamatan kerja yang terjamin secara psikologis dapat membuat para pekerja yang terlibat di dalamnya merasa aman dan tenang serta lebih berkonsentrasi pada pekerjaan yang ditangani sehingga akan meningkatkan produktivitas kerja.

Usaha untuk menjaga keselamatan kerja dan keamanan pabrik tidak hanya ditujukan kepada faktor manusianya saja, tetapi juga untuk menjaga peralatan yang ada di dalam pabrik. Dengan terpeliharanya peralatan dengan baik maka diharapkan peralatan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.

Macam-macam bahaya yang biasa terjadi dalam pabrik yang harus diperhatikan dalam perencanaan yaitu :

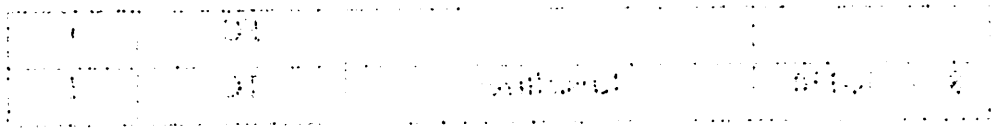
a. Bahaya kebakaran
b. Bahaya mekanik
c. Bahaya terhadap kesehatan
d. Bahaya listrik

7.2.1. Bahaya kebakaran

Bahaya kebakaran merupakan hal yang sangat membutuhkan perhatian, oleh sebab itu diperlukan pengaman yang sebaik-baiknya terutama dalam produksi.

Cara menanggulangi kebakaran, yaitu :

a. Penyediaan alat – alat pencegah kebakaran, baik akibat listrik, maupun api.
b. Pemasangan isolasi pada seluruh kabel-kabel transmisi yang ada.
c. Menempatkan alat-alat utilitas cukup jauh tetapi praktis dari unit operasi.
d. Penempatan bahan-bahan yang mudah terbakar di tempat tertutup dan jauh dari sumber api.
e. Pemasangan pipa air melingkar di seluruh lokasi pabrik.
f. Penyediaan alat pemadam kebakaran di setiap bagian pabrik dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau.



g. Pengamanan dan pengontrolan terhadap kebakaran.
h. Apabila terjadi kebakaran api harus diisolir dan diusahakan dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana mengatasinya. Jika tidak dapat ditangani sendiri oleh pabrik maka segera menghubungi unit pemadam kebakaran setempat.

7.2.2. Bahaya Mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi syarat yang berlaku. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah :

a. Konstruksi harus mendapat perhatian yang cukup tinggi
b. Perencanaan peralatan harus sesuai dengan aturan yang berlaku, baik pemilihan bahan konstruksi maupun faktor yang lain.
c. Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai serta alat pengamannya.

7.2.3. Bahaya Terhadap Kesehatan

Untuk menjaga kesehatan dan keselamatan karyawan perlu adanya kesadaran dari seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik sehingga tidak membahayakan keselamatan jiwanya dan orang lain. Untuk itu pengetahuan akan bahaya masing-masing alat sangatlah penting diketahui oleh semua karyawan terutama operator control. Semua karyawan harus menggunakan pelindung diri seperti topi pengaman, sepatu karet, sarung tangan, helm dan masker.

Untuk menghindari kerusakan alat seperti peledakan atau kebakaran maka pada alat-alat tertentu perlu dipasang alat pengaman seperti savety valve, isolasi, dan pemadam kebakaran.

Selain itu bahaya terhadap kesehatan karyawan juga perlu diwaspadai. Umumnya berasal dari bahan baku, bahan yang diproses, dan produk. Karena itu diusahakan agar ruangan proses maupun ruangan lainnya memiliki ventilasi atau pertukaran udara yang cukup sehingga dapat memberikan kesegaran pada karyawan serta dapat menghindari gangguan terhadap pernafasan. Alat pengaman keselamatan kerja karyawan dapat dilihat pada tabel 7.2.

g. Pengumuman dan pengoperasian tak satu kebakaran

h. Apabila terjadi kebakaran, jal lantai dimana dan dimasukkan dapat mudahnya kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana mengatasinya. Hal ini dapat dimengerti apabila pada waktu mengadakan kerjaan dan pemasang kebakaran sebaiknya.

7.2.2. Bahaya Ketinggi

Bahaya mekanik dimana dimaksudkan dari pengaruh kontruksi yang tidak mencukupi sesuai yang berlaku. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah :

a. Konstruksi harus mendapat perhatian yang cukup tinggi

b. Permasalahan pemakian harus sesuai dengan dimana yang berlaku. Jak jamilihan sahu konstruksi maupun tidak yang ada

c. Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai sesuai dengan perencanaan.

7.2.3. Bahaya Tersedap Kesehatan

Untuk meniliga kesehatan dan kesemanan kerjaan perlu usaha kesehatan dan selamat kerjaan dari tempat tempat tertentu tak sehingga tidak mempengaruhi kesehatan jiwanya dan orang lain. Untuk ini pemasangan alat bahaya mengingatkan dan sangatlah penting diadakan oleh semua karyawan terutama operator control. Semua karyawan harus mengumumkan pekerjaan dit sepat tapi pengumum sepera lain, sering mengan belum dan mulai.

Untuk mengindari kecelakaan dat sepat pemakian alat kebakaran maka pada alat-alat tersebut perlu dipasang alat pengumum sepera suara yang cukup tadak dan pemakian kebakaran.

Selain dari bahaya tersedap kecelakaan kerjaan juga perlu diperhatikan kemungkinan bersat dari bahan bahan kimia yang dipakai dan pentik. Kecuali dimasukkan agar mengan proses bergam mengan kimia mungkin terdapat dan pentikan alat yang cukup sehingga alat mentukan kesegaran pada karyawan serta dapat mengindari gangguan kesehatan permasalahan. Alat pengumum kecelakaan kerja kerjaan dapat dilihat pada tabel 7.2.

Tabel 7.2. Alat keselamatan kerja pada pabrik Sodium sulfat decahidrat

No.	Alat Pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Pekerja pada bagian proses, laboratorium
2.	Helm	Pekerja pada bagian bahan baku, proses, produk
3.	Sepatu karet	Pekerja pada bagian bahan baku, utilitas, produk
4.	Sarung tangan	Pekerja pada bagian bahan baku, proses, produk, laboratorium
5.	Isolasi panas dan pagar	Pekerja pada bagian Reaktor, Heater, evaporator
6.	Pemadam kebakaran	Seluruh karyawan kantor dan lapangan
7.	P_3K	Seluruh karyawan kantor dan lapangan
8.	Jas laboratorium	Karyawan laboratorium
9.	Sepatu dengan ujung besi	Pekerja pada bagian proses
10.	Isolasi dan panel	Kabel-kabel listrik

7.2.4. Bahaya listrik

Bahaya pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik hendaknya selalu menggunakan alat pengaman yang disediakan pabrik, sehingga para pekerja dapat terjaga keselamatannya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

a. Semua bagian pabrik harus diberi penerangan yang cukup
b. Peralatan yang penting seperti switcher dan transformator diletakkan di tempat yang aman dan tersendiri.
c. Peralatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda dengan jelas.

Tabel 7.2 Alat keselamatan kerja [illegible] pabrik [illegible]

No.	Alat Pelindung	Lokasi Penempatan
1.	Masker	Daerah pada bagian proses, laboratorium
2.	Helm	Daerah pada bagian bahan baku, proses, produk
3.	Sepatu karet	Daerah pada bagian bahan baku, utilitas, proses
4.	Sarung tangan	Daerah pada bagian bahan baku, proses, produk, laboratorium
5.	Pakaian [illegible]	Daerah pada bagian Reaktor, Heater, [illegible]
6.	Pemadam kebakaran	Seluruh ruangan kantor dan lapangan
7.	P3K	Seluruh ruangan kantor dan lapangan
8.	Jas laboratorium	Ruangan laboratorium
9.	Sepatu dengan ujung besi	Daerah pada bagian proses
10.	Instalasi [illegible]	Daerah [illegible]

7.5.4. Bahaya listrik

Bahaya pengoperasian [illegible] berhubungan dengan listrik [illegible] adalah menggunakan alat pengaman yang [illegible] sehingga para pekerja dapat bekerja [illegible].

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

a. [illegible]

b. Peralatan yang penting seperti switch dan transformator diletakkan di tempat yang aman dan terlindung.

c. Peralatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda dengan jelas

BAB VIII
UTILITAS

Unit utilitas pada suatu pabrik adalah salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat diacapai. Adapun unit utilitas yang diperlukan dalam Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat Dekahidrat ini meliputi tiga unit :

1. Unit penyediaan air
   - Air umpan boiler
   - Air sanitasi
   - Air proses
2. Unit penyediaan tenaga listrik
3. Unit penyediaan bahan baker
4. Unit pengolahan limbah

8.1. Unit Penyediaan 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 dipenuhi

Proses Pengolahan Pada Unit Pengolahan Air

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

Proses pengolahan air tersebut adalah :

Air sungai dipompa (L-212) menuju bab sedimentasi (F-213) untuk mengendapkan lumpur - lumpur yang terikut. Kemudian dipompa (L-214) menuju bak skimmer (F-215) yang berfungsi untuk membersihkan kotoran – kotoran yang terapung dalam air sungai. Dari bak skimmer air dipompa (L-216) menuju tangki clarifier (H-210), disini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan alum sebagai zat koagulan dan diadakan pengadukan dengan kecepatan yang teratur agar terbentuk flok dan mengendap.

Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bab clarifier, kemudian air menuju ke sand filter (H-217) untuk menyaring kotoran – kotoran yang masi tersisa dan menghilangkan warna, rasa, serta bau.

Dari sand filter (H-217) air masuk menuju penampung air bersih (F-218) dan diolah sesuai dengan fungsinya masing – masing yaitu sebagai berikut :

8.1.1. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada Pabrik Natrium sulfat dekahidrat ini adalah sebesar 2774.34277 kg/jam. Air umpan boiler disediakan dengan excess 20% sebagai pengganti steam yang hilang, yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 10% dan faktor keamanan 15% sehingga kebutuhan air umpan boiler adalah sebanyak 2378,5178 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 persyarat sebagai berikut:

- Total padatan (total dissolved solid) = 3500 ppm
- Alkanitas = 700 ppm
- Padatan terlarut = 300 ppm
- Silica = 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-xat 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 larut 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 :

Dari sand filter (H-21) air masuk mengalir gravitasi ke bak di 219 dan dalam sewal dengan flocgulator mengalir - mengalir pada saluran terbuka :

4.1.1. Air Lumpur Boiler

Air lumpur boiler mengandung bahan bahan pembentuk steam yang berbagai sebagai metal pentanas. Sebelumnya sebum pada Boiler. Jumlah solid dalam air sebelum sebum 2774,4477 kg/jam. Air lumpur boiler dimanfaatkan dengan 20% sebagai pengganti steam yang hilang yang dipakai untuk sebagai kebutuhan di luar dan mengalami sebum 10% dan lainnya kembali 10% sebagai sebagai sebelum air lumpur boiler sebelum 2774,4477 kg/jam.

Air masuk kepenjam ke bak mencampur pencampuran air dan air bak mengalir bak tinggi. Dan Perry's edisi 6, hal 9-74 dijelaskan bahwa air lumpur boiler harus mengandung sebagai berikut:

- Total padatan (total dissolved solids) - 3500 ppm
- Alkalinitas - 700 ppm
- Padatan terlarut 300 ppm
- Silica - 30-150 ppm
- Besi - 0,1 ppm
- Tembaga - 0,05 ppm
- Chelatan - 100 ppm
- Sisa sulfat - 0
- Kalsium - 0,05 ppm
- Sulfite - 7 ppm
- Kesada bebas - 180 ppm

Sebelum masuk mengalami pengumpan dengan air lumpur boiler air lumpur masuk dengan :

1. Zat-zat yang mengendap di bawah, zat zat yang tidak mengapung (Ca, CaCo3, MgS dan SiO2).
2. Zat-zat yang mengambang bawah, yang ini mengapung bersama dengan zat-zat lain dalam jumlah yang besar.

Untuk mencegah pengumpan lumpur dan untuk mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air lumpur boiler harus dibuat lagi terlebih dahulu melalui :

- Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu
- Deaerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut

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 organic (organic matter)
- Silica, 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 kebasaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa:

- Kesilutan pembacaan tinggi liquid 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 dalam 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.

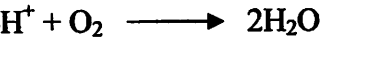
c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organic, serta gas-gas H2S, SO2, NH3, CO2, O2, yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:

$$Fe^{2+} + 2H_2O \longrightarrow Fe(OH)_2 + 2H^+$$

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

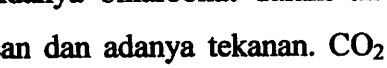
$$4H^+ + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$



$$4Fe(OH)_2 + O_2 + H_2O \longrightarrow 4Fe(OH)_3$$

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 :



$$Fe^{2+} + 2H_2CO_3 \longrightarrow Fe)HCO)_2 + H_2$$

$$Fe(HCO)_2 + H_2O + \text{panas} \longrightarrow Fe(OH)_2 + 2H_2O + 2CO_2$$

Pelunakan air umpan boiler

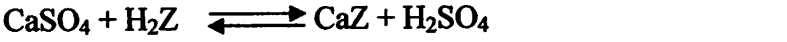
Pelunakan air boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tagki kation exchanger (D-220 A) dan anion exchanger (D-220B). kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa (L-221) menuju kation exchanger (D-220). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut:

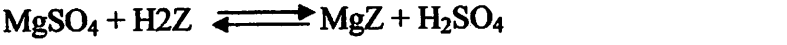
$$Ca(HCO_3)_2 + H_2Z \rightleftharpoons CaZ + 2CO_2 + 2H_2O$$

$$Na(HCO_3)_2 + H_2Z \rightleftharpoons NaZ + 2CO_2 + 2H_2O$$

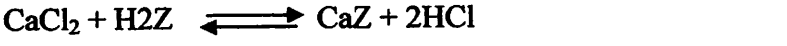
$$Mg(HCO_3)_2 + H_2Z \rightleftharpoons MgZ + 2CO_2 + 2H_2O$$



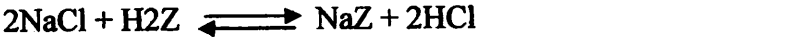
$$CaSO_4 + H_2Z \rightleftharpoons CaZ + H_2SO_4$$



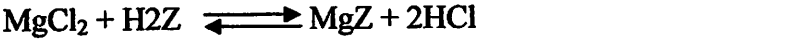
$$MgSO_4 + H2Z \rightleftharpoons MgZ + H_2SO_4$$



$$CaCl_2 + H2Z \rightleftharpoons CaZ + 2HCl$$



$$2NaCl + H2Z \rightleftharpoons NaZ + 2HCl$$



$$MgCl_2 + H2Z \rightleftharpoons MgZ + 2HCl$$

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-220B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu peoses. Resin yangdigunakan dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH)

Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :

$$2DOH + H_2SO_4 \rightleftharpoons D_2SO_4 + 2H_2O$$

$$2DOH + 2HCl \rightleftharpoons D_2Cl + 2H_2O$$

$$2DOH + 2HNO_3 \rightleftharpoons D_2NO_3 + 2H_2O$$

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 hydrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Dengan reaksi sebagai berikut :

$$CaZ + H_2SO_4 \rightleftharpoons H_2Z + CaSO_4$$

$$Na2Z + H_2SO_4 \rightleftharpoons H_2Z + Na2SO_4$$

$$MgZ + H_2SO_4 \rightleftharpoons H_2Z + MgSO_4$$

$$CaZ + HCl \rightleftharpoons H_2Z + CaCl$$

$$NaZ + HCl \rightleftharpoons H_2Z + NaCl$$

$$MgZ + HCl \rightleftharpoons H_2Z + MgCl$$

Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH.

Reaksi yang terjadi :

$$D_2SO_4 + Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons 2DOH + Na_2SO_4 + CO_2$$

$$2DCl + Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons 2DOH + 2NaCl + CO_2$$

$$2DNO_3 + Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons 2DOH + NaNO_3 + CO_2$$

Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah bebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi keutuhan unpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lnak (F-222) yang selanjutnya dipompa (L-223) ke deaerator (D-231) untuk menhilangkan gas-gas impurities pada air umpan boiler dengan system pemanasan. Dari dearator air akan dimasukkan ke dalam bak air umpan boiler (F-232) dan air dipompakan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan di recycle.

8.1.2. Air Sanitasi

Air sanitasi biasa 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 seoerti Pb, As, Cr, Cd, Hg
   - Tidak mengandung zat-zat kimia beracun

c. Syarat mikrobiologi
   - Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri pathogen yang dapat merubah sifat fisik air

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Natrium sulfat dekahidrat ini adalah :

1. Untuk kebutuhan karyawan

   Menurut standard WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 120 L/hari/orang

2. Untuk Laboratorium

   Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan Laboratorium adalah sebesar 30% 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 Natrium sulfat dekahidrat adalah sebesar 455 kg/jam.

Pengolahan air sanitasi

Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa (L-241) menuju bak klorinasi (F-240) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsug ke dalam pipa dan dengan menggunakan pompa (L-242) air bersih siap untuk dipergunakan sebagai air sanitasi.

8.1.4. Air Proses

Proses yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik Natrium sulfat dekahidrat ini adalah sebesar 3403.1311 kg/jam, yang digunakan pada tangki pengencer NaOH (F-133).

Pengolahan Air Proses

Untuk air proses digunakan air dari bak air lunak (F-222) dan didistribusikan ke peralatan dengan menggunakan pompa (L-227).

8.2. Unit Penyediaan Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Natrium sulfat dekahidrat ini meliputi :

- Proses : 165.19 kW
- Penerangan : 53.33 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrument dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila ada matinya listrik, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan 125,18 kW, dengan satu buah generator tambahan.

8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 728.587 kg/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah Fuel Oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

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

Dari table 9.9 dan fig. 9.9, Perry 6th ed, spesifikasi bahan baker didapat :

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

8.4 Unit Penyediaan Steam

Kebutuhan air pengisi boiler atau air umpan boiler pada Pra Rencana Pabrik Natrium sulfat dekahidrat ini berdasarkan pada kebutuhan steam. Untuk berdasarkan perhitungan pada Appendiks D maka steam yang dipergunakan adalah saturated steam yang mempunyai tekanan 198,53 kpa dengan suhu 120°C (248°F)

8.5 Pengolahan Limbah

Pada Pra Rencana Pabrik Natrium sulfat dekahidrat ini memiliki kepedulian terhadap lingkungan disekitarnya. Bentuk kepedulian tersebut antara lain diwujudkan malalui pemantauan analisa mengenai dampak lingkungan, menyusun rencana pengolahan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan :

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)

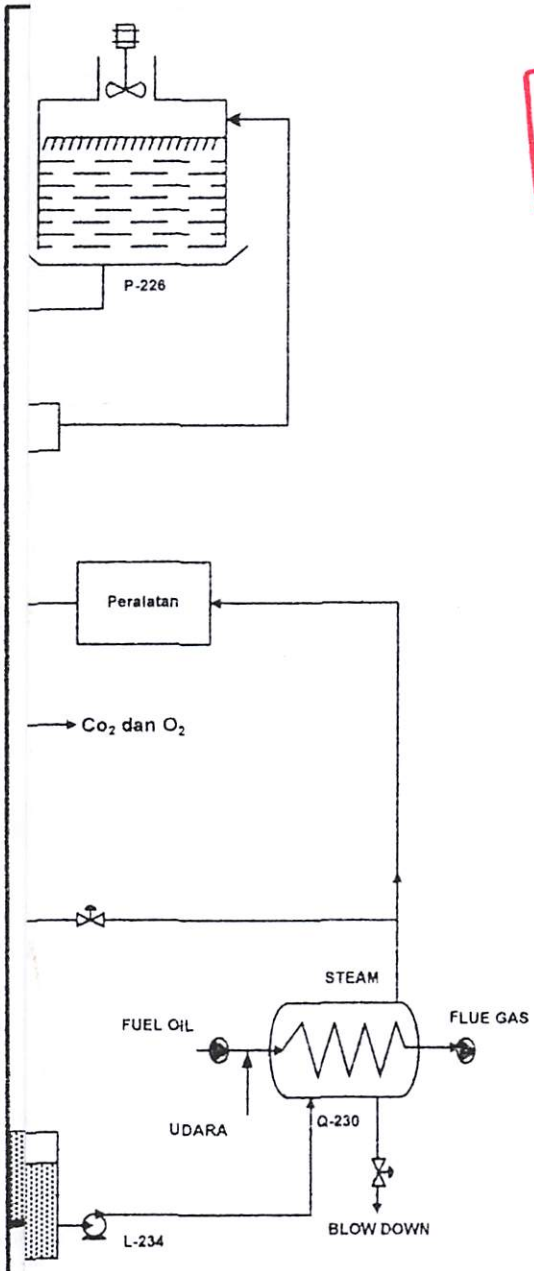
   Pada tahap pengolahan ini bertujuan untuk mengendapkan padatan-padatan dan zat-zat yang terlarut, yang tidak dapat mengendap secara grafitasi, dengan menambahkan zat kimia tertentu sebagai flokulan dan koagulan.

c. Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)

   Pengolahan kedua menggunakan proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organic 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.



NO	KODE	NAMA ALAT
26	F-243	BAK AIR SANITASI
25	L-242	POMPA AIR SANITASI
24	L-241	POMPA KE BAK KLORINASI
23	F-240	BAK KLORINASI
22	L-234	POMPA KE BOILER
21	F-233	BAK BOILER FEED WATER
20	D-232	DEAERATOR
19	L-231	POMPA KE DEAERATOR
18	Q-230	BOILER
17	L-227	POMPA AIR PROSES KE PERALATAN
16	P-226	COOLING TOWER
15	L-225	POMPA AIR PENDINGIN KE PERALATAN
14	F-224	BAK AIR PENDINGIN
13	L-223	POMPA AIR PENDINGIN
12	F-222	BAK AIR LUNAK
11	L-221	POMPA AIR BERSIH
10	D-220B	ANION EXCHANGER
9	D-220A	KATION EXCHANGER
8	F-218	BAK AIR BERSIH
7	H-217	SAND FILTER
6	L-216	POMPA SKIMMER
5	F-215	SKIMMER
4	L-214	POMPA BAK SEDIMENTASI
3	F-213	BAK SEDIMENTASI
2	L-212	POMPA AIR KAWASAN
1	H-210	CLARIFIER

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FLOWSHEET UTILITAS PRA RENCANA PABRIK SODIUM SULFAT DECAHIDRAT

DIRENCANAKAN OLEH	DOSEN PEMBIMBING
PETRUS JELAU GABUR 99.14.209 BAYU PRASETYO 05.14.009	ELVIANTO DWI DARYONO, ST.MT NIP.P. 1030000351

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi dari suatu perusahaan sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi sosial kemasyarakatan. Hal ini akan berpengaruh pada kedudukan perusahaan dalam persaingan serta kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya.

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

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

9.1.1. Faktor Utama

a. Penyediaan bahan baku.

Ketersediaan dan harga bahan baku sering menentukan penentuan lokasi dari suatu perusahaan / pabrik. Ditinjau dari faktor ini, maka pabrik hendaknya didirikan di dekat dengan sumber bahan baku, yang meliputi :

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

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

b. Pemasaran (Marketing).

Pemasaran merupakan faktor yang sangat penting didalam suatu pabrik karena berhasil tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut.

Daerah Mojokerto, Jawa Timur merupakan daerah dekat dengan jalur trasportasi sehingga memudahkan dalam penjualan produk hasil. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Dimana produk akan dipasarkan (daerah marketing).
- Proyeksi kebutuhan produk pada masa sekarang dan akan datang.
- Pengaruh persaingan dagang.
- Jarak pemasaran dari lokasi dan bagaimana sarana pengangkutan untuk mencapai daerah pemasaran.

c. Utilitas

Faktor utilitas menjadi sangat penting karena menyangkut kelancaran proses produksi. Utilitas meliputi kebutuhan air, listrik dan bahan bakar.

1. Air

   Air merupakan yang sangat penting akan suatu industri kimia. Air digunakan untuk keperluan industri proses, media pendingin, air umpan boiler, air sanitasi, serta kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber, yaitu air sungai, air kawasan dan air PDAM.

   Hal- hal yang perlu diperhatikan adalah :

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

   Melihat banyaknya pabrik yang didirikan di Mojokerto, Jawa Timur dapat disimpulkan bahwa ketersediaan utilitas di daerah tersebut cukup memadai untuk mendirikan pabrik Sodium Sulfat Decahidrat.

2. Listrik dan bahan bakar.

   Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai penggerak motor, selain sebagai penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan karyawan lainnya.

   Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

   - Ada atau tidaknya serta jumlah tenaga listrik didaerah tersebut
   - Harga tenaga listrik didaerah tersebut
   - Persediaan tenaga listrik dan bahan bakar dimasa mendatang
   - Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar

   Sumber listrik dari PLN, walaupun demikian tenaga generator sangat diperlukan sebagai cadangan yang harus siap bila setiap saat diperlukan karena listrik dari PLN tidak selamanya berfungsi dengan baik yang disebabkan pemeliharaan atau perbaikan jaringan listrik.

d. Keadaan geografis dan masyarakat.

Keadaan geografis dan masyarakat harus mendukung iklim industri untuk menciptakan kenyamanan dan ketentraman dalam bekerja. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Kesiapan masyarakat setempat untuk berubah menjadi masyarakat industri.
- Keadaan geografis yang menyulitkan konstruksi akan berpengaruh terhadap spesifikasi peralatan dan konstruksi peralatan.
- Gempa bumi, banjir, angin topan, dan lain-lain.
- Kondisi tanah tempat pabrik berdiri yang dapat menyulitkan pemasangan konstruksi bangunan atau peralatan proses.

9.1.2. Faktor Khusus

a. Transportasi.

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

- Jalan raya yang dilalui kendaraan
- Jalur rel kereta api
- Sungai yang dapat dilayari kapal/perahu.

- Adanya pelabuhan.

b. Tenaga Kerja.

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

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

c. Buangan pabrik

Apabila buangan pabrik (waste disposal) berbahaya bagi kehidupan di sekitarnya, maka yang harus diperhatikan adalah :

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

d. Pembuangan Limbah

Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas cair maupun padatan dengan memperhatikan ketentuan-ketentuan dari pemerintah.

e. Karakteristik dari lokasi

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

- Apakah lokasi tersebut merupakan daerah bebas sawah, rawa, bukit, dan sebagainya.
- Harga tanah yang relatif rendah memungkinkan untuk perluasan pabrik dan fasilitas pendukung lainnya.
- Apakah termasuk daerah pedesaan atau perkotaan.

f. Peraturan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut.
- Ketentuan mengenai jalur untuk berdirinya industri di daerah tersebut.
- Peraturan perundang-undangan dari pemerintah dan daerah setempat.

g. Faktor lingkungan di sekitar pabrik

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Adat istiadat atau kebudayaan daerah lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah dan tempat ibadah
- Fasilitas kesehatan dan rekreasi

(Vilbrant & Dryden, Hal.266)

Berdasarkan beberapa pertimbangan faktor-faktor diatas, maka daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian Pabrik Sodium Sulfat dechahirat adalah di Desa Bandarasri, Kecamatan Ngoro, Kabupaten Mojokerto Propinsi Jawa Timur. Dasar pemilihan lokasi ini adalah :

a. Sumber bahan baku

   Persediaan bahan baku dalam suatu pabrik adalah merupakan salah satu faktor penentuan dalam memilih lokasi pabrik yang tepat. Dalam hal ini bahan baku yang digunakan adalah yang berasal dari Gresik dan Surabaya. Sehingga memerlukan Trasportasi darat seperti truk dan sebagainya.

b. Tersedianya kebutuhan air

c. Tenaga listrik cukup tersedia diperoleh dari PLN.

d. Fasilitas transportasi yang memadai.

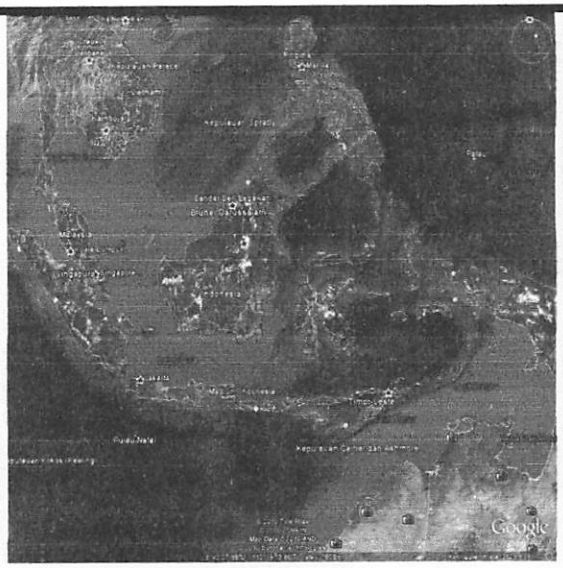
   Sebagai daerah yang dekat dengan kawasan pengembangan industri, Mojokerto memiliki sarana transportasi yang memadai, baik melalui darat (jalur kereta api ke berbagai daerah lain), maupun laut / Pelabuhan, sehingga mempermudah distribusi bahan baku maupun produk yang dihasilkan.

e. Tersedianya tenaga kerja yang cukup.

   Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga buruh maupun tenaga ahli mudah diperoleh di Mojokerto karena merupakan daerah yang dekat dengan kawasan industri.

f. Faktor- faktor yang menyangkut iklim, karakteristik lingkungan dan faktor-faktor sosial tidak menjadi masalah bila ditinjau dari industri-industri yang telah berdiri di Mojokerto.

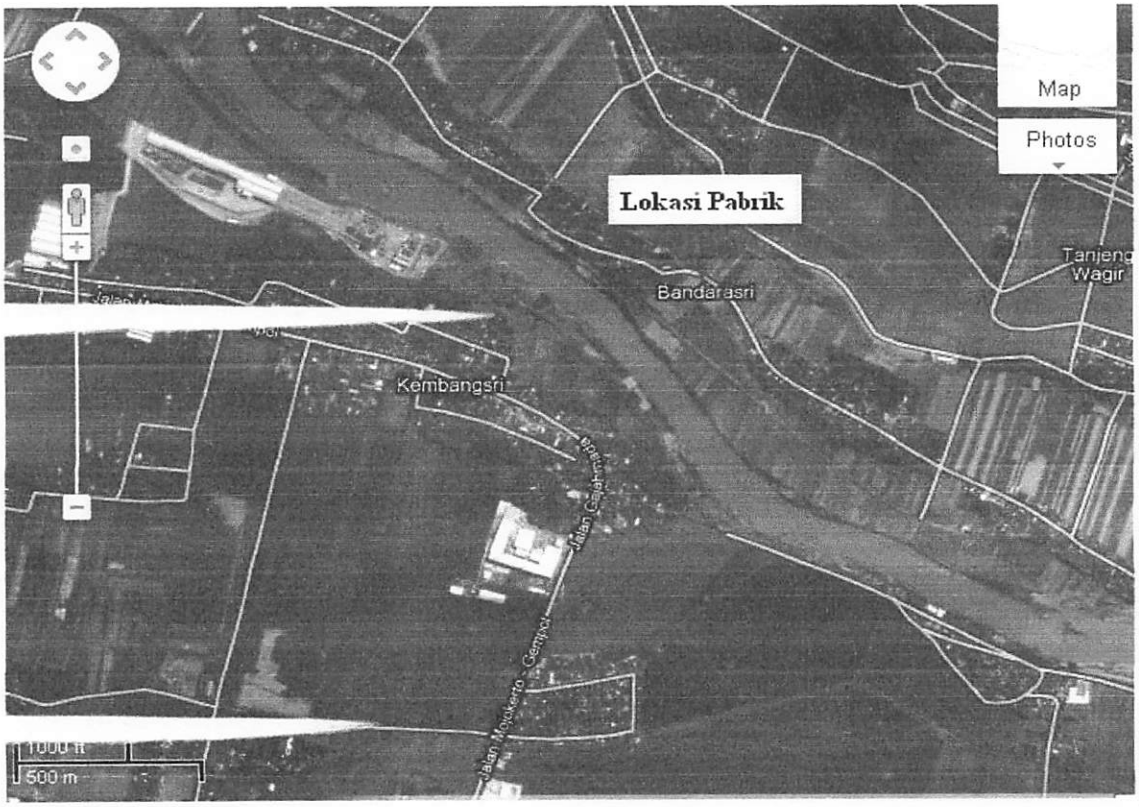
PETA MOJOKERTO - JAWA TIMUR



INDONESIA

JAWA TIMUR

MOJOKERTO



Gambar 9.1.1. Peta Lokasi Pabrik Sodium Sullfat Decahidrat

Plant Lay Out Pra Rencana Pabrik Sodium Sulfat Decahidrat perlu disusun sebelum pembangunan infrastruktur pabrik seperti perpipaan, listrik dan peralatan proses untuk menciptakan kegiatan operasional yang baik, konstruksi yang ekonomis, distribusi dan transportasi (bahan baku, proses, dan produk) yang efektif, ruang gerak karyawan yang memadai sehingga kenyamanan dan keselamatan kerja alat maupun seluruh karyawan terpenuhi.

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

a. Tata ruang pabrik (plant layout).

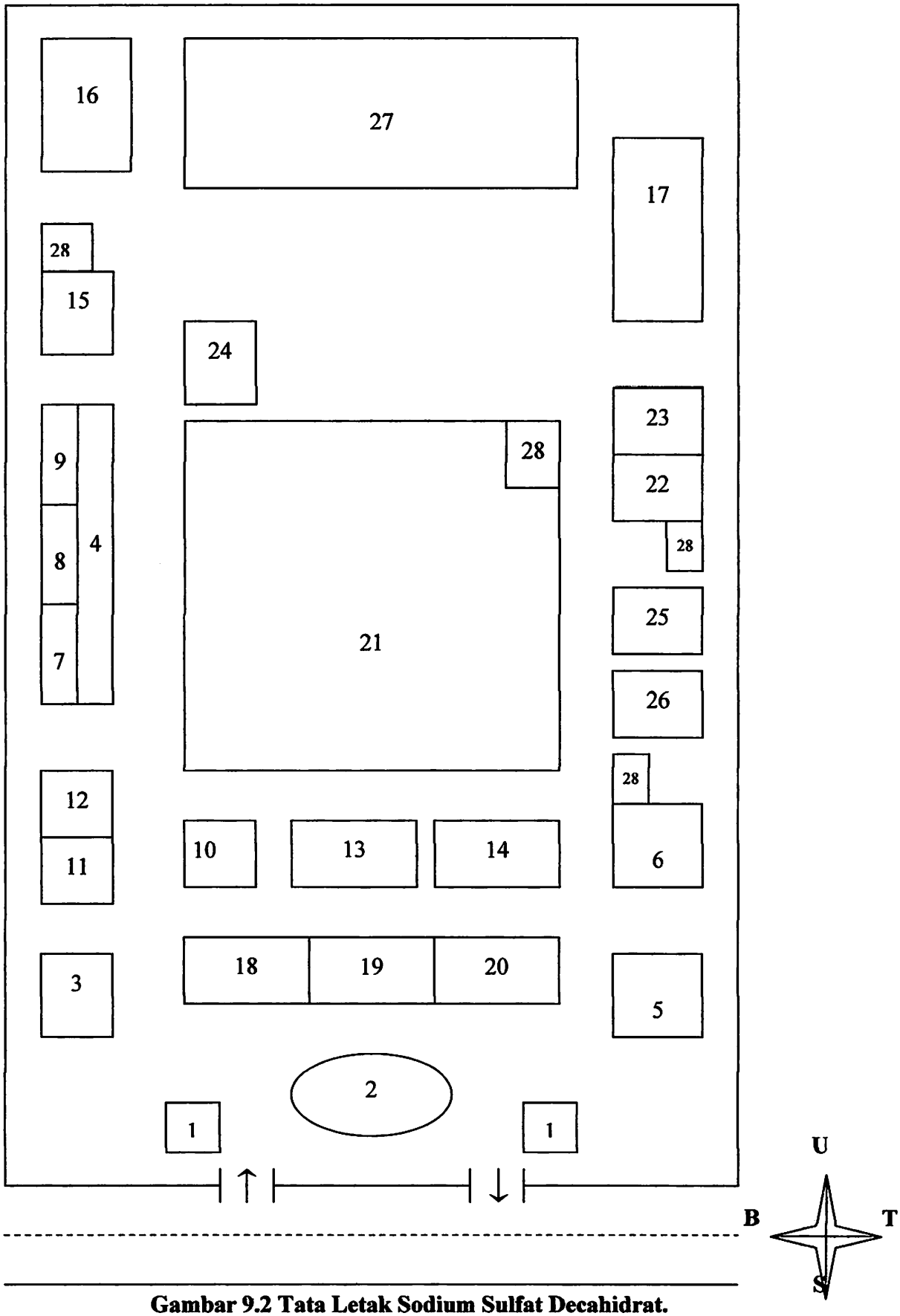
b. Tata letak peralatan proses (process layout).

a. Tata Ruang Pabrik (Plant Layout)

Tata letak pabrik merupakan suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yaitu meliputi areal proses, areal penyimpanan serta areal material handling, sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efesien. Beberapa hal khusus yang perlu diperhatikan dalam pengaturan tata ruang pabrik (Plant Layout) Sodium Sulfat Decahidrat adalah :

- Adanya ruangan yang cukup untuk pergerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Penempatan peralatan harus sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam pemeliharaan.
- Pondasi dari bangunan dan peralatan kerja (mesin-mesin).
- Bentuk dari kerangka bangunan, pondasi, dinding serta atap.
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan steam, air, listrik, dan lain sebagainya.
- Kemungkinan perluasan di masa datang.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti kebakaran, ledakan, timbulnya gas-gas dan lain sebagainya.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik.
- Penerangan dan ventilasi ruangan yang cukup.

(Vilbrant & Dryden, Hal.266)



Gambar 9.2 Tata Letak Sodium Sulfat Decahidrat.

Keterangan Gambar :

1. Pos satpam
2. Taman
3. Parkir kendaraab tamu
4. Kantor pusat
5. Parkir kendaraan karyawan
6. Gedung aula
7. Perpustakaan
8. Mushollah
9. Poliklinik
10. Pos pemeriksaan bahan baku
11. kantin
12. Koperasi
13. Strorage bahan baku NaCl
14. Strorage bahan baku H_2SO_4
15. Pemadam kebakaran (PMK)
16. Bengkel dan garasi
17. Utilitas
18. Laboratorium
19. Ruang kontrol
20. Ruang kepala produksi dan staff
21. Area proses
22. Kantor penelitian dan pengembangan
23. laboratorium dan pengendalian mutu
24. Strorage Produk Sodium Sulfat Decahidrat
25. Area pengolah
26. Timbangan truk
27. Area perluasan pabrik
28. Toilet

b. Tata Letak Peralatan Proses (Process Layout)

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

1. Aliran bahan baku dan produk.

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

2. Aliran udara.

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

3. Pencahayaan.

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

4. Lalu lintas manusia.

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

5. Efektif dan efisien.

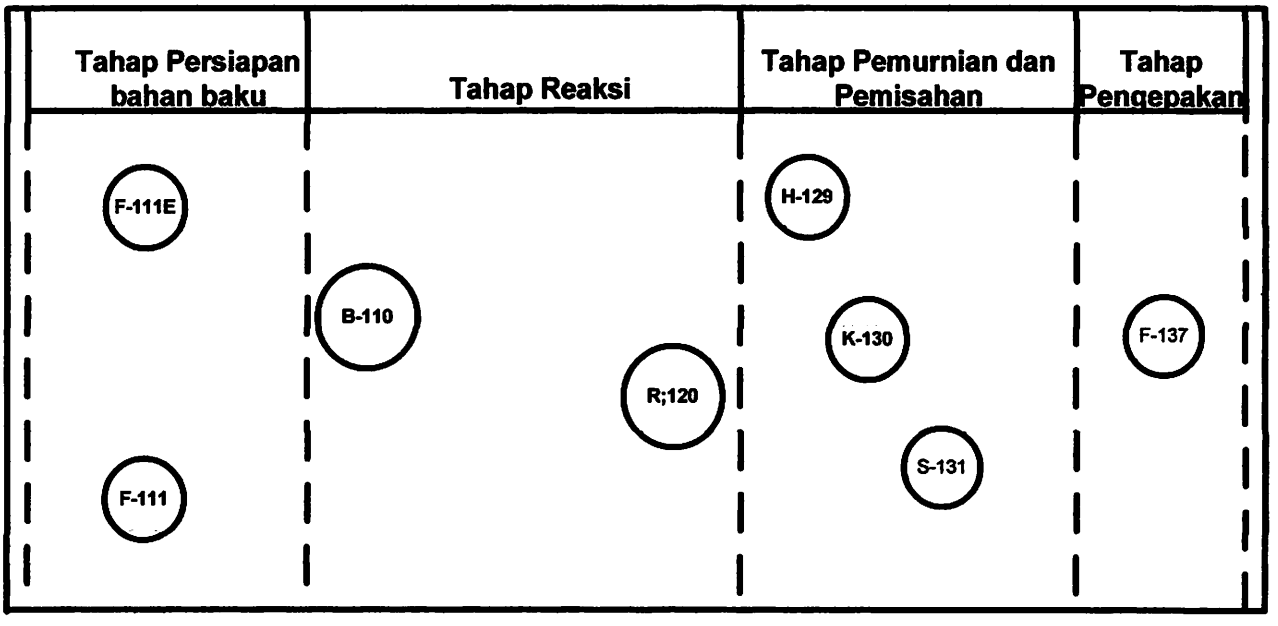
   Penempatan alat-alat proses diusahakan agar dapat menekan biaya operasi tapi sekaligus menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomis.

6. Jarak antar alat proses

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

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

9.3. Tata Letak Peralatan Pabrik Sodium Sulfat Decahidrat.



Keterangan :

1. F-111E : Strorage H_2SO_4
2. F-111 : Storage NaCl
3. B-110 : Furnace
5. R-120 : Netralizer
6. H-129 :Clarifier
7. K-113 : Kristalizer
8. F-137 : Strorage produk Sodium Sulfat Decahidrat

9.1.3. Perkiraan Luas Pabrik

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

Tabel 9.1. Perkiraan Luas Pabrik

No	Lokasi	Ukuran (m)	Luas	
			m^2	ft^2
1	Pos Keamanan	(3 x3) x 2	18	193.98
2	Parkir Tamu	5 x 3	15	161.65
3	Parkir Karyawan	5 x 8	40	431.07
4	Taman	100 x 3	300	3233.03
5	Perkantoran Administrasi	100 x 5	500	5388.39
6	Perpustakaan	5 x 4	20	215.54
7	Departemen Produksi	100 x 5	500	5388.39
8	Toilet	2 x 2	4	43.11
		(3 x 3) x 2	18	59.054
		(5 x 4) x 2	40	131.232
9	Area Proses Produksi	142,5 x 95	13537.5	145890.6
10	Ruang Kontrol	5 x 5	25	269.42
11	Laboratorium	5 x 10	50	538.84
12	Aula	15 x 10	150	1616.52
13	Poliklinik	5 x 4	20	215.54
14	Kantin	6 x 6	36	258.64
15	Mushola	10 x 8	80	258.64
16	Pemadam Kebakaran	5 x 6	30	387.96
17	Ruang Generator	5 x 5	25	862.14
18	Bengkel	5 x 10	50	323.3
19	Area Pembangkit Listrik	10 x 6	60	269.42
20	Area Pengolahan Air	10 x 15	150	538.84
21	Ruang Boiler	5 x 5	25	646.61
22	Area Pengolahan Limbah	15 x 5	75	1616.52
23	Area Perluasan Pabrik	20 x 15	300	269.42
24	Jalan		3000	808.26
	Jumlah		19068.5	170016.116

Kebutuhan tanah = 19068,5 m^2

BAB X
ORGANISASI PERUSAHAAN

10.1. Umum

- Bentuk perusahaan : P. T. (Perseroan Terbatas)
- Jenis Industri : Kimia
- Status perusahaan : Swasta
- Letak perusahaan : Mojokerto (Jawa Timur)

10.2. Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan dari pabrik Sodium Sulfat Decahidrat ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (P.T). Dasar – dasar pertimbangan dari pemilihan bentuk perusahaan ini sebagai berikut :

- Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal juga dapat diperoleh dari penjualan saham.
- Kekayaan perseroan terpisah dari kekayaan setiap pemegang saham
- Demi kelancaran produksi, maka tanggung jawab setiap pemegang saham dipegang oleh pemimpin perusahaan.
- Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tak terpengaruh oleh terhentinya pemegang saham, direksi atau karyawan.

10.3. Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang dipergunakan dalam perusahaan tersebut. Hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan untuk mencapai kenyamanan kerja antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang baik, perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain :

- Perumusan tujuan perusahaan yang jelas
- Pendelegasian wewenang
- Pembagian tugas yang jelas
- Kesatuan perintah yang tanggung jawab
- System pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan

BAB X

ORGANISASI PERUSAHAAN

10.1. Umum

- Bentuk perusahaan	: P.T. (Perseroan Terbatas)
Lokasi pabrik	: Kendal
Status perusahaan	: Swasta
Jenis perusahaan	: [illegible]

10.2. Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan dari pabrik [illegible] ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (P.T.). Dasar - dasar pertimbangan dari pemilihan bentuk perusahaan ini sebagai berikut :

- Mudah mendapatkan modal, yaitu modal dari bank maupun juga dapat diperoleh dari penjualan saham.
- Kelangsungan perusahaan terjamin [illegible]
- Efisiensi kelancaran produksi, maka tanggung jawab [illegible] pemegang saham dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tak tergantung pada [illegible] pemegang saham, [illegible] karyawan.

10.3. Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang dipergunakan dalam perusahaan tersebut. Hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan untuk [illegible] kerjasama antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang baik, maka diperlukan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

- Perumusan tujuan perusahaan yang jelas
- Pendelegasian wewenang
- Pembagian tugas yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan

- Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan pedoman pada asas-asas tersebut akan diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, *system line and Staff*. Pada system ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam system organisasi fungsional., sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada kepada seorang atasan. Untuk mencapai kelancaran produksi perlu dibentuk staff ahli yang dalam bidangnya yang akan memberikan nasehat dan pemikiran tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staff ini, yaitu :

- Sebagai garis yaitu orang-orang yang melakukan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- Sebagai staff orang-orang yang melakukan tugasnya sesuai keahlian yang dimiliki dengan memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Tugas sehari-hari pemegang saham sebagai pemilik perusahaan yang diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan Umum. Direktur Produksi membawahi bidang pemasaran, teknik, dan produksi, sedangkan Direktur Keuangan dan Umum membidangi kelancaran pelayanan.

Direktur ini akan membawahi beberapa Kepala Bagian yang bertanggung jawab atas bagian-bagian perusahaan. Masing-masing Kepala Bagian membawahi masing-masing seksi dan masing-masing seksi akan membawahi karyawan. Karyawan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing Kepala Regu. Setiap Kepala Regu akan bertanggung jawab kepada masing-masing seksi.

10.4. Pembagian Tugas Dan Tanggung Jawab

10.4.1. Pemegang Saham

Dewan komisaris merupakan badan tertinggi didalam perusahaan, sebagai wakil dari pemegang saham dan semua keputusan dipegang dan ditentukan oleh

Rapat Persero.Biasanya yang menjadi Ketua Dewan Komisaris adalah ketua dari pemegang saham, dan dipilih dari rapat umum pemegang saham.

Para pemilik saham adalah merupakan pemilik perusahaan, sedikitnya sekali dalam setahun mengadakan rapat untuk pengesahan :

- Sisa hasil usaha
- Neraca
- Perhitungan rugi laba tahunuan

Para pemegang saham menyangkut dan memberhentikan :

- Dewan komisaris
- Direksi

10.4.2. Dewan Komisaris

Dalam melaksanakan tugas sehari – hari para pemilik saham tersebut diwakili oleh Dewan Komisaris yang ditunjuk dalam rapat pemegang saham. Masa kerja Dewan Komisaris adalah 2 tahun ditentukan sesuai dengan perjanjian . Tugas dan wewenang Dewan Komiasris sebagai berikut :

- Memilih dan memberhentikan Direktur
- Mengawasi Direktur
- Menyetujui atau menolok rencana kerja yang diajukan oleh Direktur
- Meminta pertanggung jawaban dari Direktur

10.4.3. Fungsionaris Perusahaan

10.4.3.1. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pemimpin perusahaan yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris dan membawahi:

- Direktur produksi
- Direktur Administrasi dan Keuangan

Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah :

- Bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris
- Menetapkan kebijaksanaan peraturan – peraturan dan tata tertib perusahaan
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan

- Mengangkat dan memberhentikan pegawai
- Bertanggung jawab kelancaran perusahaan

10.4.3.2. Direktur Produksi

Direktur produksi dan keuangan bertanggung jawab pada Direktur Utama dalam hal – hal :

- Pengawasan produksi
- Pengawasan peralatan pabrik
- Perbaikan dan pemeliharaan alat – alat produksi.
- Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi

10.4.3.3. Direktur Administrasi dan Keuangan

Direktur Administrasi dan Keuangan bertanggung jawab pada Direktur Utama dalam hal – hal :

- Biaya – biaya perusahaan
- Untung rugi perusahaan
- Neraca keuangan
- Administrasi perusahaan
- Perencanaan pemasaran dan penjualan

10.4.3.4. Kepala Pabrik

Kepala Pabrik bertanggung jawab pada Direktur Produksi dalam masalah :

- Pengawasan mutu produksi
- Pemeliharaan dan perbaikan sarana produksi
- Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi dan operasi proses dalam pabrik

10.4.3.5. Kepala Kantor

Kepala Kantor bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi dan keuangan dalam hal perencanaan penjualan dan pemasaran yaitu :

- Administrasi keuangan
- Neraca bahan baku
- Penyediaan bahan baku

- [illegible]
- [illegible]

6.4.2.2. Filmen Frischer

Filmen [illegible] den Vorteilen beim [illegible] Filmen [illegible]

- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]

6.4.2.3. Filmen Abdeckung den Sämereien

Die [illegible] der Keimung [illegible] Filmen [illegible]

- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]

6.4.2.4. Kopula Fabri

Kopula [illegible] [illegible]

- [illegible]
- [illegible]
- [illegible] [illegible]

6.4.2.5. Kopula Finalis

Kopula [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]

- Kesejahteraan dan keamanan kerja karyawan

10.4.3.6. Kepala Bagian

Tugas dan wewenang Kepala Bagian adalah :

- Membantu Kepala pabrik atau Kepala Kantor dalam perencanaan dan pelaksanaan aktivitas pada bagian masing – masing
- Memberi pengawasan dan pengarahan terhadap seksi – seksi dibawahnya
- Menyusun laporan dari hasil yang dicapai oleh bagian masing - masing

10.4.3.7. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab atau mutu produksi dan kelancaran dari proses produksi.

10.4.3.8. Kepala Bagian Teknik

Mengatur dan mengawasi segala masalah yang berhubungan dengan peralatan, teknik, proses dan utilitas.

10.4.3.9. Kepala bagian Umum

Bertanggung jawab atas kesejahteraan tenaga kerja personalia serta keamanan.

10.4.3.10. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab atas penyelenggaraan pembelian dan pemasaran hasil produksi.

10.4.3.11. Kepala Bagian keuangan

Bertanggung jawab atas sirkulasi uang perusahaan dan neraca keuangan.

10.4.3.12. Kepala seksi

Tugas dan wewenang Kepala Seksi adalah :

- Memimpin pelaksanaan yang telah ditetapkan dari pimpinan masing – masing
- Mengatur, mengawasi dan melaksanakan aktivitas padamasing – masing seksi.

[illegible]

- [illegible]

[illegible] Kapazitätsplanung

[illegible]

- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]

[illegible] Kapazitätsbedarfsermittlung

[illegible]

[illegible] Kapazitätsbedarfsplanung

[illegible]

[illegible] Kapazitätsbedarfsmessung

[illegible]

[illegible] Kapazitätsbedarfsbewertung

[illegible]

[illegible] Kapazitätsbedarfsbewertung

[illegible]

[illegible] Kapazitätsbedarfsbewertung

[illegible]

- [illegible]
- [illegible]

- Memberikan pertanggung jawaban kepada kepala bagian masing – masing

10.4.3.13. Kepala Seksi proses

Tugas wewenang Kepala Seksi Proses adalah :

- Mengatur dan mengawasi pelaksanaan proses yang terjadi dalam pembuatan hardened oil.
- Bertanggung jawab atas jalannya masing – masing proses

10.4.3.14. Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan

Tugas wewenang Kepala Seksi Litbang adalah :

- Bertanggung jawab atas penelitian – penelitian yang dilakukan, meliputi : bahan baku, hasil produksi dan penggunaan alat.
- Membawahi unit laboratorium.

10.4.3.15. Kepala Seksi Utilitas

Bertugas mengatur dan mengawasi pelaksanaan penyediaan air proses, steam, air panas, air umpan boiler, bahan bakar dan lain – lain. Serta bertanggung jawab atas peralatan,misalnya : boiler

10.4.3.16. Kepala Seksi Pemeliharaan dan perbaikan

Bertanggung jawab atas pemeliharaan dan perbaikan peralatan proses, gedung taman dan lain – lain

10.4.3.17. Kepala Seksi Penyediaan Bahan Baku

Betanggung jawab atas pembelian bahan baku, penerimaan serta bertanggung jawab atas persediaan bahan baku.

10.4.3.18. Kepala Seksi Pembelian

Mengatur penyelenggaraan pembelian bahan baku, bahan pembuatan dan peralatan serta mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku.

10.4.3.19. Kepala Seksi Gudang

Bertugas mengatur keluar masuknya bahan – bahan dan alat – alat dari gudang.

10.4.3.20. Kepala Seksi Pemasaran

Mengatur pelaksanaan pemasaran hasil produksi dan mengadakan penelitian yang tepat mengenai daerah atau tempat – tempat untuk pemasaran hasil produksi.

10.4.3.21. Kepala Seksi Administrasi

Bertanggung jawab atas pencatatan hutang piutang, perpajakan dan administrasi kantor.

10.4.3.22. Kepala Seksi Personalia

Bertugas melaksanakan segala sesuatu yang berhubungan dengan tenaga kerja antara lain :

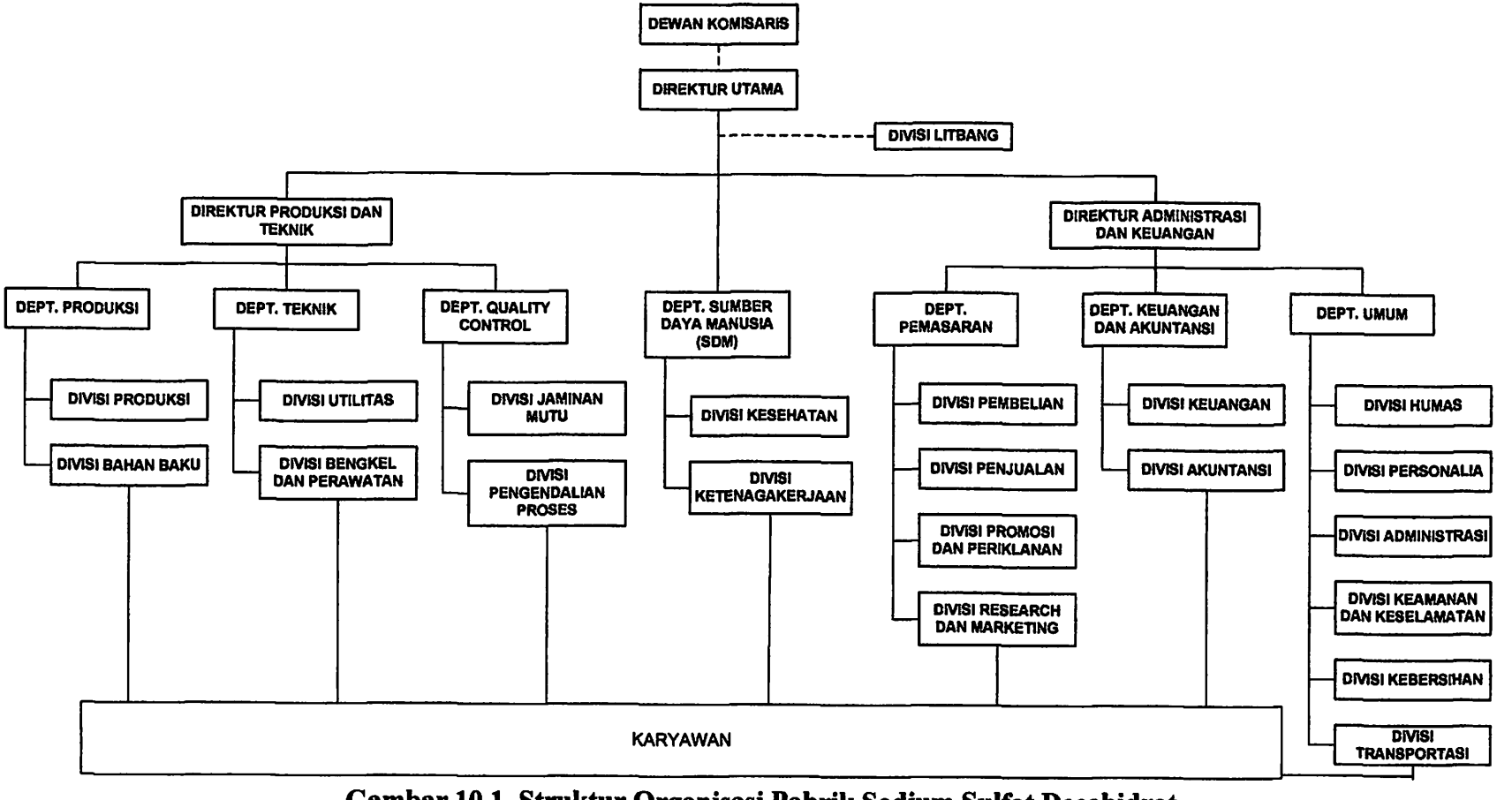
- Penerimaan dan pemberitahuan
- Penempatan karyawan
- Kesejahteraan karyawan

10.4.3.23. Kepala Seksi Peralatan

Bertanggung jawab atas kebutuhan transportasi untuk pengangkutan bahan baku.

10.4.3.24. Kepala Seksi Keamanan

Bertugas menjaga keamanan dilingkungan pabrik dan mengawasi keluar masuknya orang – orang dilingkungan pabrik.



Gambar 10.1 Struktur Organisasi Pabrik Sodium Sulfat Decahidrat

10.5. Jam kerja

Pabrik direncanakan bekerja atau beroperasi 330 hari dalam setahun 24 jam perhari. Sisa hari yang selain hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan shut – down. Pembagian jam kerja untuk pegawai adalah sebagai berikut :

a. Untuk Pegawai Non Shift

Bekerja selama 6 hari dalam seminggu (total kerja 42 jam per minggu), sedang hari minggu dan hari besar libur.

- Senin sanpai Jum'at : 08.00 – 16.00
- Sabtu : 08.00 – 11.00

Istirahat:

- Senin sampai kamis : 11.30 – 12.30
- Jum'at : 11.00 – 13.00

b. Pegawai Shift :

Sehari bekerja 24 jam, yang terbagi dalam 3 shift , yaitu :

- Shift I : 06.00 – 14.00 WIB
- Shift II : 14.00 – 22.00 WIB
- Shift III : 22.00 – 06.00 WIB

Untuk memenuhi kebutuhan pegawai ini diperlukan 4 regu, dimana 3 regu kerja dan 1 regu libur.

Jadwal kerja masing – masing regu ditabelkan pada tabel 10.1.

Tabel 10.1. Jadwal kerja masing – masing regu.

Hari ke	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M

Keterangan : P = pagi
L = libur
S = siang
M = malam

10.6. Status Karyawan dan Sistem Upah

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

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

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

a. Karyawan reguler

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

b. 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.

c. 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.

10.7. Penggolongan Menurut Jabatan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik Etilen yaitu sebagai berikut :

1. Direktur Utama : Sarjana Teknik Kimia Strata 2
2. Manager
   a. Manager produksi : Sarjana Teknik Kimia
   b. Manager Administrasi dan Keuangan : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
3. Penelitian & Pengembangan : Sarjana Kimia (MIPA), T. Kimia, Ekonomi
4. Kepala Departemen
   a. Departemen QC : Sarjana Kimia (MIPA)

b. Departemen produksi : Sarjana Teknik Kimia
c. Departemen teknik : Sarjana Teknik Mesin
d. Departemen pemasaran : Sarjana Ekonomi
e. Departemen keuangan dan Akuntansi : Sarjana Ekonomi
f. Departemen Sumber Daya Manusia : Sarjana Psikologi Industri
g. Departemen Umum : Sarjana Teknik Industri

5. Kepala Divisi
a. Divisi produksi : Sarjana Teknik Kimia
b. Divisi bahan baku : Sarjana Teknik Kimia
c. Divisi utilitas : Sarjana Teknik Mesin
d. Divisi bengkel& perawatan : Sarjana Teknik Mesin
e. Divisi Jaminan Mutu (Quality Control) : Sarjana Kimia (MIPA)
f. Divisi Pengendalian Proses : Sarjana Teknik Kimia
g. Divisi Kesehatan : Sarjana Kedokteran
h. Divisi Ketenagakerjaan : Sarjana Teknik Industri
i. Divisi Pembelian : Sarjana Ekonomi
j. Divisi Penjualan : Sarjana Ekonomi
k. Divisi Promosi Periklanan : Diploma Publik Relation & Promotion
l. Divisi research marketing : Sarjana Ekonomi
m. Divisi Keuangan : Sarjana Ekonomi
n. Divisi Akuntansi : Sarjana Ekonomi
o. Divisi Humas : Diploma Publik Relation & Promotion
p. Divisi Personalia : Sarjana Hukum dan Psikologi
q. Divisi Administrasi :Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
r. Divisi Keamanan dan Keselamatan : Diploma / SMU / SMK
s. Divisi Kebersihan : Diploma / SMU / SMK
t. Divisi Transportasi : Sarjana / Diploma Teknik Mesin

6. Karyawan : Sarjana / Diploma / SMU / SMK / SLTP.

10.8. Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah pembayaran yang diterima pihak karyawan dalam hal karyawan diluar kesalahan tidak melakukan pekerjaan. Jadi menjamin kepastian pendapat dalam hal kehilangan upahnya karena alasan diluar kehendaknya.

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan antara lain :

10.8.1. Pakaian kerja, diberikan pada karyawan tetap

10.8.2. Tunjangan diberikan pada karyawan tetap berupa uang dan dikeluarkan bersama – sama dengan gaji. Besarnya disesuaikan dengan gaji kedudukan, keahlian dan masa kerja.

10.8.3. Pengobatan dapat dilakukan di poliklinik perusahaan secara gratis atau rumah sakit atau dokter yang ditunjuk oleh perusahaan.

10.9. Susunan dan Jumlah Karyawan

Tabel 10.2. Jabatan dan jumlah tenaga kerja

No.	Jabatan (Tugas)	SLTP	SMU	D3	S1
1.	Direktur Utama				
2.	Manager Produksi dan Teknik				1*
3.	Manager Administrasi dan Keuangan				1*
4.	Sekretaris			3*	
5.	Kepala LITBANG (R&D)				1*
6.	Karyawan LITBANG (R&D)			2*	2*
7.	Kepala Dept. QC				1*
8.	Kepala Dept. Produksi				1*
9	Kepala Dept. Teknik				1*
10.	Kepala Dept. Pemasaran				1*
11.	Kepala Dept. Keuangan dan Akuntansi				1*
12.	Kepala Dept. SDM				1*
13.	Kepala Dept. Umum				1*
14.	Kepala Divisi Produksi				1*
15.	Karyawan Divisi Produksi			30	6*
16.	Kepala Divisi Bahan Baku				1

17.	Karyawan Divisi Bahan baku		5	2	
18.	Kepala Divisi Utilitas				1
19.	Karyawan Divisi Utilitas		7	3	
20.	Kepala Divisi Bengkel & Perawatan				1
21.	Karyawan Divisi Bengkel & Perawatan			10*	
22.	Kepala Divisi Quality Control				1
23.	Karyawan Divisi Quality Qontrol			8*	
24.	Kepala Divisi Pengendalian Proses				1
25.	Karyawan Divisi Pengendalian Proses			5*	
26.	Kepala Divisi Kesehatan				1
27.	Karyawan Divisi Kesehatan			2*	
28.	Kepala Divisi Ketenagakerjaan				1
29.	Karyawan Divisi Ketenagakerjaan			3*	
30.	Kepala Divisi Pembelian				1
31.	Karyawan Divisi Pembelian			2*	
32.	Kepala Divivi Penjualan				1
33.	Karyawan Divisi Penjualan			2*	
34.	Kepala Divivi Promosi dan Periklanan				1
35.	Staff Divisi Promosi dan Periklanan			3*	
36.	Kepala Divisi Research Marketing				1
37.	Staff Research Marketing			3*	
38.	Kepala Divisi Keuangan				1
39.	Staff Divisi Keuangan			3*	
40.	Kepala Divisi Akuntansi				1
41.	Staff Divisi Akuntansi			3*	
42.	Kepala Divisi Humas				1
43.	Staff Divisi Humas			3*	
44.	Kepala Divisi Personalia				1
45.	Staff Divisi Personalia			3*	

46.	Kepala Divisi Administrasi				1
47.	Staff Divisi Administrasi			3*	
48.	Kepala Divisi Transportasi				1
49.	Staff Transportasi		7*	2	
50.	Kepala Divisi Keamanan dan Keselamatan		1*		
51.	Staff Keamanan		10*		
52.	Kepala Divisi Kebersihan		1*		
53.	Staff Kebersihan	12*			
JUMLAH		**12**	**31**	**95**	**36**
TOTAL TENAGA KERJA		**175**			

Catatan :

* Pendidikan minimal

Pendidikan SMU dan yang sederajat.

10.10. Pemberian Tunjangan Dan Fasilitas

- Insentive diberikan tiap bulan kalau perusahaan mendapat keuntungan sesuai dengan anggaran belanja perusahaan. Besarnya tergantung pada jabatan dan keaktifan karyawan.
- Insentive ini bersifat sebagai pendorong semangat kerja para karyawan.
- Jasa produksi diberikan setiap akhir tahun, apabila perusahaan mendapat keuntungan.

BAB XI
ANALISA EKONOMI

Perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan pabrik Etanol adalah sebagai berikut :

- *Return on Investment* (ROI)
- *Play Out Time* (POT)
- *Break Even Point* (BEP)
- *Internal Rate of Return* (IRR)

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

11.1. Faktor – Faktor Penentu

a. *Total Capital Investment* (TCI)

Yaitu modal yang diperlukan untuk mendirikan pabrik sebelum berproduksi TCI ini terdiri atas :

1. *Fixed Capital Investment* (FCI)

1.1. Biaya Langsung / *Direct Cost* (DC), meliputi :

- Instalasi peralatan
- Instrumentasi dan alat control
- Perpipaan
- Listrik
- Bangunan dan tanah
- Pemasangan peralatan
- Perbaikan fasilitas

1.2. Biaya tak langsung / *Indirect Cost* (IC)

- *Engineering*
- Biaya konstruksi
- Kontraktor

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Pertanyaan mulai pada pada dititik dari faktor-faktor ekonomi yang mempengaruhi apakah publik investor layak didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pertanyaan umum nyi dalam mendirikan publik limited adalah sebagai berikut :

- Return on Investment (ROI)
- Pay Out Time (POT)
- Break Even Point (BEP)
- Internal Rate of Return (IRR)

Sedangkan untuk mengidentifikasi faktor-faktor dinas perlu dilakukan penilaian beberapa hal yang mengangkat administrasi perusahaan dan jalannya proses, yaitu :

11.1. Faktor – Faktor Ekonomi

a. Total Capital Investment (TCI)

Yaitu model yang diperlukan untuk mendirikan publik sebelum beroperasi TCI ini terdiri atas :

1. Fixed Capital Investment (FCI)

1.1. Biaya Langsung – Direct Cost (DC), meliputi :

- Instalasi pembuat
- Instrumentasi dan alat control
- Perpipaan
- Listrik
- Bangunan dan tanah
- Pengangkutan produksi
- Perbaikan fasilitas

1.2. Biaya tak langsung – Indirect Cost (IC)

- Engineering
- Biaya konstruksi
- Kontraktor

- Biaya tak terduga

2. *Working Capital Investment* (WCI)

Yaitu, modal untuk menjalankan pabrik yang berhubungan dengan laju produksi, meliputi :

a. Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
b. Gaji dalam waktu tertentu
c. Pengemasan dalam waktu tertentu
d. Supervisi
e. Utilitas dalam waktu tertentu
f. Laboratorium
g. Pemeliharaan
h. *Patent dan royalty*
i. *Operating supplies*

Maka : TCI = FCI + WCI

b. Total Biaya Produksi

yaitu biaya yang digunakan untuk operasi pabrik dan biaya perjalanan produk, meliputi :

1. Biaya pembuatan , terdiri dari atas :
   - Biaya produksi langsung (DPC)
   - Biaya produksi tetap (FC)
   - Biaya *Overhead* pabrik
2. Biaya Umum /*General Expenses* (GE)
   - Administrasi
   - Distribusi dan pemasaran
   - Litbang
   - *Financing*

Biaya produksi total tarbagi menjadi :

a. Biaya Variabel (VC), yaitu semua biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi yang meliputi :
   - Biaya bahan baku
   - Biaya utilitas

- Biaya tak terduga

2. Working Capital Requirement (WCR)

Yaitu modal untuk mengidentikan pabrik yang berhubungan dengan dua produksi meliputi :

a. Persediaan bahan baku dalam, antara, akhir
b. Gaji dalam waktu tertentu
c. Kompensasi dalam waktu tertentu
d. Tagihan
e. Utilitas dalam waktu tertentu
f. Lainnya
g. Pemeliharaan
h. Pajak dan asuransi
i. Operasiling supplies

Maka : TCI = FCI + WCI

3. Total Biaya Produksi

Yaitu biaya yang dipersiapkan untuk operasi pabrik dan biaya produksi meliputi :

1. Biaya produksi , meliputi dari atas :
   - Biaya produksi langsung (DPC)
   - Biaya produksi tidak langsung (IPC)
   - Biaya Overhead pabrik
2. Biaya Umum (General Expense , GE) :
   - Administrasi
   - Distribusi dan pemasaran
   - Litbang
   - Bunga dsg

Biaya produksi total tahunan meliputi :

a. Biaya Variabel (VC) yaitu semua biaya yang perlu dikeluarkan berhubungan dengan dua produksi yang meliputi :
   - Biaya bahan baku
   - Biaya utilitas

b. Biaya semi Variabel (SCV), yaitu biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi, meliputi :
   - Upah karyawan
   - Pemeliharaan dan perbaiakan
   - Laboratorium
   - *Operating supplies*
   - Biaya umum
   - Biaya *overhead*
   - Supervisi

c. Biaya tetap/*Fixed cost* (FC)
   - Depresiasi
   - Asuransi
   - Pajak
   - Bunga

C. Penaksiran Harga Alat

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

Harga alat dalam pra rencana pabrik Natrium Sulfat Decahidrat ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat dalam literatur : Peter & Timmerhaus.

Untuk menksir harga alat pada tahun 2016 digunakan persamaan :

$$V_A = V_B \left(\frac{C_A}{C_B} \right)^n$$ ..... (Peter & Timmerhaus edisi IV, hal 16)[22]

Dimana :

V_A : Harga alat A

V_B : Harga alat B

C_A : Kapasitas alat A

C_B : Kapasitas alat B

n : Eksponen harga alat

b. Biaya semi Variabel (SC/VC), yaitu biaya pengeluaran yang tidak berhubungan lurus dengan laju produksi, meliputi :

- Upah karyawan
- Pemeliharaan dan perbaikan
- Laboratorium
- Operating supplies
- Biaya umum
- Biaya overhead
- Supervisi

c. Biaya tetap/Fixed cost (FC)

- Depresiasi
- Asuransi
- Pajak
- Bunga

C. Penaksiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat akan berubah, tergantung pada perubahan kondisi ekonomi. Untuk itu diperlukan beberapa cara konversi harga alat pada beberapa tahun lalu, sehingga diperoleh harga yang sebenarnya dengan harga sekarang.

Harga alat dalam rupiah pada tahun Januari Suatu Proyek dapat dibandingkan pada data harga alat yang terdapat dalam literatur : Peter & Timmerhaus.

Untuk menaksir harga alat pada tahun 2016 digunakan persamaan :

$$P_A = P_B \left(\frac{C_A}{C_B}\right) \quad \text{.....(Peter & Timmerhaus, 1991, hal 169)}$$

Dimana :

V_A : Harga alat A

V_B : Harga alat B

C_A : Kapasitas alat A

C_B : Kapasitas alat B

n : Eksponen harga alat

Dari perhitungan appendiks E, didapatkan harga peralatan untuk Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat Decahidrat adalah Rp 23354516831,730

11.2. Penentuan Total *Capital Investment* (TCI)

a. Biaya langsung (DC) = Rp 80.914.125.069,07

b. Biaya tak langsung = Rp 26.270.819.827,62

c. *Fix Capital Investment* (FCI) = Rp 113.616.041.590,50

d. Modal kerja (WCI) = Rp 17.042.406.238,58

Maka, TCI = Rp 113.616.041.590,50

11.3. Penetuan *Total Production Cost* (TPC)

Dari perhitungan Appendix E diperoleh :

a. Biaya produksi langsung = Rp 225.934.001.244,32

b. Biaya tetap (FC) = Rp 30.676.331.229,43

c. Biaya *Overhead* = Rp 1.372.800.000,00

d. Biaya umum (GE) = Rp 11.811.500.062,22

Maka, TPC = Rp 269.794.632.535,97

11.4. Laba Perusahaan

Laba perusahaan yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk dari Appendiks E diperoleh :

Total penjualan = Rp 314.999.999.993,45

Pajak penghasilan = 20% dari laba kotor

Laba kotor = Rp 45.205.367.457,48

Laba bersih = Rp 36.164.293.965,99

a. *Pay Out Time* (POT)

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

$$POT = \frac{FCI}{\text{Cash flow setelah pajak}} \text{x1 tahun}$$

Dari Appendiks E diperoleh :

POT = 2,206 tahun

Dari perhitungan appendiks E, diperoleh harga penilaian untuk Pra Feasibility Study Satelit Telekomunikasi sebesar Rp 2.323.543.683.230

11.2. **Penentuan Total Capital Investment (TCI)**

a. Biaya langsung (DC)	= Rp 80.914.122.069,07
b. Biaya tak langsung	= Rp 26.270.819.827,62
c. Fixed Capital Investment (FCI)	= Rp 113.616.041.590,50
d. Modal kerja (WC)	= Rp 17.042.406.238,58
Maka, TCI	= Rp 113.616.041.590,50

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

Dari perhitungan Appendiks F diperoleh :

a. Biaya produksi langsung	= Rp 225.924.001.244,22
b. Biaya tetap (FC)	= Rp 30.676.321.229,43
c. Biaya Overhead	= Rp 1.772.800.000,00
d. Biaya umum (GE)	= Rp 11.431.500.062,22
Maka, TPC	= Rp 269.704.622.535,87

11.4. **Laba Perusahaan**

Laba perusahaan yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk dari Appendiks E diperoleh :

Total penjualan	= Rp 314.899.999.993,45
Pajak penghasilan	= 20% dari laba kotor
Laba kotor	= Rp 45.205.107.157,48
Laba bersih	= Rp 36.164.293.905,99

a. **Pay Out Time (POT)**

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

$$POT = \frac{FCI}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun}$$

Dari Appendiks F diperoleh :

POT = 2,200 tahun

b. *Rate On Investment* (ROI)

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

- ROI sebelum pajak

$$ROI_{BT} = \frac{\text{laba kotor}}{FCI} \times 100\%$$

Dari Appendiks E, diperoleh :

ROI_{BT} = 39,79 %

- ROI setelah pajak

$$ROI_{AT} = \frac{\text{laba bersih}}{FCI} \times 100\%$$

Dari Appendiks E, diperoleh :

ROI_{AT} = 31,83%

c. *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 .

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

Dari Appendiks E diperoleh :

FC	= Rp 30.676.331.229,43
SVC	= Rp 31.039.585.053,08
VC	= Rp 207.006.866.804,49
S = harga jual	= Rp 314.999.999.993,45
Maka nilai BEP	= 46,35 %

b. Rate On Investment (ROI)

ROI adalah perpersiaan antara yang digunakan untuk menghasilkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengoperasikan modal.

- ROI sebelum pajak

$$ROI_{sp} = \frac{\text{laba kotor}}{FCI} \times 100\%$$

Dari Appendiks E. diperoleh :

$$ROI_{sp} = 30,29\ \%$$

- ROI setelah pajak

$$ROI_{sp} = \frac{\text{laba bersih}}{FCI} \times 100\%$$

Dari Appendiks E . diperoleh :

$$ROI_{sp} = 21,82\%$$

c. Break Even Point (BEP)

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

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

Dari Appendiks E diperoleh :

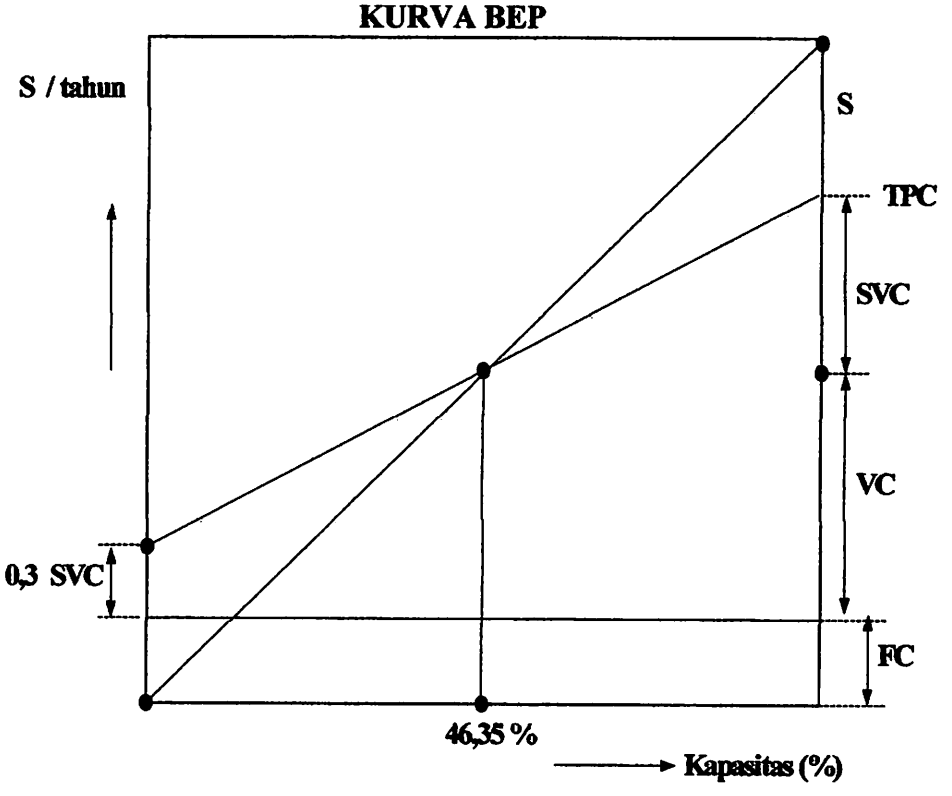
FC = Rp 30.670.371.229,43

SVC = Rp 31.079.583.023,08

VC = Rp 207.060.864.804,49

S = harga jual = Rp 314.999.999.993,45

Maka nilai BEP = 46,33 %



d. Shut Dwon Point (SDP)

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

$$SDP = \frac{0{,}3SVC}{S - 0{,}7SVC - VC} \times 100\%$$

Dari Appendiks E, diperoleh :

SDP = 10,79 %

e. Net Present Value (NPV)

Metode ini diguanakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih sekarang dengan nilai investasi sekarang.

Langkah – langkah menghitung NPV :

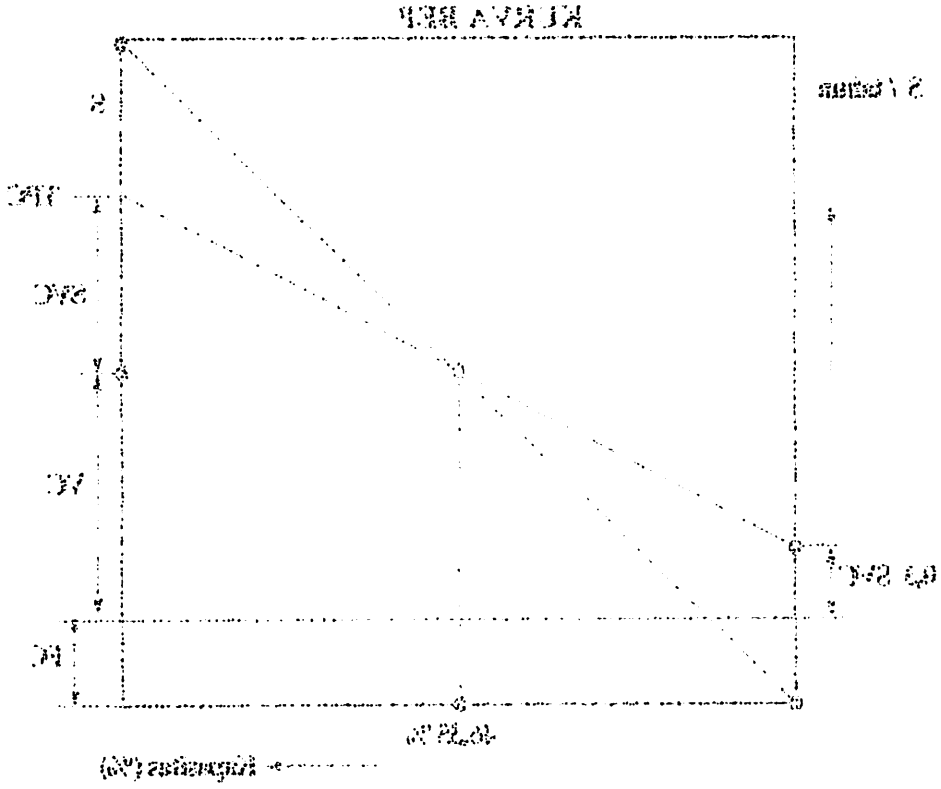
a. Menghitung C_{A0} (tahun ke -0) untuk masa konstruksi 2 tahun

Dari Appendiks E, diperoleh :

C_{A-2} = Rp 29.531.081.530,20

C_{A-1} = Rp 59.062.163.060,40

C_{A-0} = Rp -88.593.244.590,60



d. Titik Down Point (SDP)

Titik Down Point adalah suatu titik yang menunjukkan kapasitas minimal pabrik untuk bisa berproduksi

$$SDP = \frac{0,15VC}{S - 0,75VC - VC} \times 100\%$$

Dari Appendiks E. diperoleh :

SDP = 10,29 %

e. Net Present Value (NPV)

Metode ini digunakan untuk mengetahui selisih dari nilai pemasukan kas setelah sekarang dengan nilai investasi sekarang.

Langkah – langkah menghitung NPV :

a. Mengitung C_{in} (tahun ke -0) untuk masa konstruksi 2 tahun

Dari Appendiks E. diperoleh :

C_{in1} = Rp 29.531.081,5770,29

C_{in2} = Rp 59.062.163,0840

C_{in} = Rp 88.593.244,5900,00

Menghitung NPV tiap tahun

$NPV = C_A \times F_d$

Dimana : F_d = faktor diskon = $1/(1+i)^n$

i = tingkat bunga (13%)

C_A = *cash flow* setelah pajak

n = tahun ke-n

Dari Appendiks E, diperoleh :

NPV = Rp 180.877.927.980,62

Karena harga NPV = (+) maka pabrik Etanol layak untuk didirikan.

f. Internal Rate Of Return (IRR)

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} x(i_2 - i_1)$$

Dari Appendiks E, diperoleh :

IRR = 36,0521 %

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (13%) maka pabrik Etanol layak untuk didirikan.

BAB XII

PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN

Dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri akan sodium sulfate decahydrate, Indonesia masih mengimpor sodium sulfate decahydrate dari beberapa negara. Di lain pihak, Indonesia mempunyai bahan baku yang tersedia. Sehingga pendirian pabrik sodium sulfate decahydrate dengan mempunyai masa depan yang baik.

XII.1. Pembahasan

Untuk mendapatkan kelayakan bahwa pra rencana pabrik ini, maka perlu ditinjau dari beberapa faktor , antara lain :

Pasar

Kebutuhan dalam negeri akan sodium sulfate decahydrate yang selama ini masih diimpor, hal ini akan menguntungkan dalam segi pangsa pasar dalam negeri. Karena bahan dasarnya yang dapat diperoleh secara mudah di dalam negeri di Indonesia. Sehingga keadaan tersebut akan mampu menjadi modal dalam persaingan internasional dan persaingan domestik.

Lokasi

Lokasi pabrik terletak di daerah Industri yaitu Mojosari , Mojokerto. Lokasi ini dekat dengan pelabuhan laut Tanjung Perak. Untuk kebutuhan transportasi udara, kota mojosari , Mojokerto dekat dengan Bandara Udara Internasional Juanda. Hal ini akan memudahkan dalam transportasi bahan baku

maupun produk. Maka pemilihan lokasi di daerah Mojosari , Mojokerto dapat diterima.

Teknis

Peralatan yang digunakan dalam pra rencana ini sebagian besar merupakan peralatan standar yang umum digunakan dan mudah didapat. Sehingga masalah pemeliharaan alat serta pengoperasiannya tidak mengalami kesulitan.

Analisa Ekonomi

- POT = 2,2585 tahun
- ROI_{AT} = 31,28 %
- BEP = 48,11%

XII.2. Kesimpulan

Dengan berpedoman bahwa bunga bank yang berlaku sebesar 13% dan dengan melihat prosentase ROI lebih tinggi daripada bunga bank, maka Pra Rencana Pabrik Sodium Sulfat Decahidrat ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

Brownell, L.E and Young.H.,1959. *Process Equipment Design 1st Ed.* Jhon Wiley and Son Inc. New York.

Coulson & Richardson,s, 1954. *Chemical Engineering 2nd. Vol.6.* Pergamon Press, New York.

Geankoplis, C. J, 1997. *Transport Process and Unit Operations 3rd Ed.* Pretice-Hall of India, New Delhi.

Hesse, H.C and J.H Rushton, 1954. *Process Equipment Design 1st Ed.* D.Van Nostrad Company LTD, USA.

Kern,D. Q, 1965. *Process Heat Transfer.* McGraw-Hill Company. Japan.

Keyes, 1975.*Industrial Chemicals.* Jhon Wiley and Sons Inc. Canada.

Kirk-Othmer,1981. *Encyclopedia Of Chemical Technology 3rd Ed. Vol.15.* A Wiley-Interscience Publication. New York.

Ludwig,E. E, 1964, *Design Chemical and Petrochemical Plant.* Golt Publishing Company, Houston-Texas.

Mc. Cabe, W. L and Smith, J. C, 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering.* McGraw-Hill Inc., New York.

Perry, Robert H, 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Ed.* The McGraw-Hill Companies,Inc. USA.

Petter, M. S and Timmerhauss, K. D, 1981. *Plant Design and Economic for Chemical Enggineers 4th Ed.* Mc. Graw-Hill Company, Singapore.

Ulrich, G. D, 1981. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic.* Jhon Wiley anf Son Inc. New York.

Van Ness, H. C, Smith, J. M, Abbot, M. M. 2001. *Introduction To Chemical Enginnering Thermodynamics 6th Ed.* McGraw-Hill Companies. Singapore.

Vilbrandt, F.C and Dryden, C. E, 1959. *Chemical Engineering Plant Design 4th Ed.* McGraw-Hill Company. Tokyo.

Anonymous, http : //www.webdev.bps.go.id/tabel/June 17th, 2009

Anonymous, http : //www.freepatentonline.com/5087736.html/June 16th,2009
Anonymous, http : //www.wikipedia.com/sulfuric acid/ June 8th, 2009